성남~장호원 도로건설공사 제4공구

초기점검 보고서

(Ⅰ. 공통편, Ⅱ.교량편, Ⅲ.터널편, Ⅳ.사면편)

2017. 12

시 공 사 : 삼환기업(주)

점검기관 : (사) 한국건설안전협회

제 출 문

삼환기업(주) 대표이사 귀하

귀 사와 계약 체결한 "성남~장호원간 도로건설공사 제4공구 구조물 초기점검 용역" 을 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2017. 12.

사단법인 한국건설안전협회

회장 안무영

초기점검 참여 기술진

■ 과업명 : 성남~장호원 도로건설공사 제4공구 초기점검

참여 구분	참 여 기 술 자					서 명
	참여분야	소 속	직 위	성 명	자 격 사 항	
책 임 기술자	사업책임	한국건설 안전협회	전문 위원	서수원	토목구조기술사	
참 여 기술자	품질 및 시험분야	한국건설 안전협회	본부장	하주익	토목시공기술사 건설안전기술사	
	기술검토 및 지원	한국건설 안전협회	기술고문	김주범	토질및기초기술사 건설안전기술사	
	구조 및 시공분야	한국건설 안전협회	국 장	박병일	토목기사(24년) 건설재료시험기사(24년)	
		한국건설 안전협회	국 장	박제영	건설안전기사(25년)	
	외관조사 및 내구성조사	한국건설 안전협회	부 장	정재갑	토목기사(18년)	
		한국건설 안전협회	차 장	양광모	토목기사(11년)	
		한국건설 안전협회	기 사	박동현	학사(1년)	
	자료정리	한국건설 안전협회	차 장	박경열	토목기사(9년)	
		한국건설 안전협회	대 리	정창용	토목기사(토목 4년)	

1. 수하3교 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	성남~장호원 도로건설공사 4공구 초기점검	점 검 기 관	(사) 한국건설안전협회		
관리주체명	서울지방국토관리청	대 표 자	안 무 영		
공 동 수 급	단독수행	계 약 방 법	경쟁입찰		
시설물 구분	교 량	종 류	도로교량	종 별	2종
준 공 일	2017.12.31	점검금액(천원)	148,000,000 (VAT포함)	안전 등급	A등급
시설물 위치	경기도 이천시 신둔면 도암리	시설물 규모	L = 100.0m B = 13.94m(성남방향) B = 13.94m(장호원방향)		

나. 점검 실시결과 현황

중 대 결 함	- 중대 결함 사항 없음
점검 주요결과	① 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 일부 부재에 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 도장, 들뜸 등이 조사되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 대부분 완료된 것으로 확인되었다. ② 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회 하는 것으로 나타나 콘크리트 내구성 및 안정성은 양호한 것으로 판단된다.
주요 보수·보강	- 표면처리, 표면보수, 재도장, 재시공,방청후 단면복구

수하3교 초기점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
- 수하3교 성남방향 및 장호원방향의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 재하시험 결과를 반영하여 내하력을 평가한 결과 설계하중인 DB-24 이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 평가되었음. - 상태평가 및 안전성 평가 결과를 토대로한 종합평가 등급은 "A등급"으로 분석되어 장기교는 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었음. 책임기술자 : 서 수 [illegible] (서명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

1) 성남방향

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부구조	하 면	a	-	-
	거 더	a	-	-
2차부재	가로보	a	-	-
기타부재	포 장	a	-	-
	배수시설	a	-	-
	방호벽	a	균열 및 백태	표면처리
	신축이음	a	-	-
받 침		a	도장들뜸, 파손	보수완료
하부구조	교 대	a	망상균열 실란트 열화	표면처리 재시공
	교 각	b	균열, 철근노출	표면처리, 단면보수

2) 장호원방향

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	하 면	a	-	-
	거 더	a	-	-
2차부재	가로보	a	-	-
기 타 부 재	포 장	a	-	-
	배수시설	a	-	-
	방호벽	a	균열, 백태	표면처리
	신축이음	a	-	-
받 침		a	도장탈락	재도장(보수완료)
하 부 구 조	교 대	a	망상균열, 신축 이음부 실란트 열화	표면보수 재시공
	교 각	a	균열, 망상균열	표면처리

다. 안전성평가 결과

1) 성남방향

안전성 평가 수행 부재	해석 방법	안전성평가 결과 요약	최소 안전율	안전성 평가 결과
바닥판	강도 설계법	- 내하력평가결과 DB-24이상으로 내하력 확보됨. - 안전율 1.00이상으로서 구조적으로 안전한 것으로 평가됨.	1.312 (지간중앙부)	A
거더	허용 응력법		1.235 (하연)	A

2) 장호원방향

안전성 평가 수행 부재	해석 방법	안전성평가 결과 요약	최소 안전율	안전성 평가 결과
바닥판	강도 설계법	- 내하력평가결과 DB-24이상으로 내하력 확보됨. - 안전율 1.00이상으로서 구조적으로 안전한 것으로 평가됨.	1.31 (지간중앙부)	A
거더	허용 응력법		1.252 (하연)	A

라. 현장시험

1) 성남방향

시 험 명	시험 부위	시험 결과		책임기술자 의견
		일본재료학회	일본건축학회	
· 비파괴 강도 (반발경도법)	바닥판	28.8 MPa	29 MPa	· 설계기준강도이상으로 콘크리트 품질 상태는 양호 함.
		설계치 : 27 MPa		
	교대	26.6 MPa	27.7 MPa	
		설계치 : 24 MPa		
	교각	26.8 MPa	27.8 MPa	
		설계치 : 24 MPa		
· 철근배근 탐사	바닥판 하면	주철근	125~126 mm	· 설계도면에 준하여 시공되어진 것으로 조사됨
		배력철근	124 mm	
	교대	수직철근	202 mm	
		수평철근	156 mm	

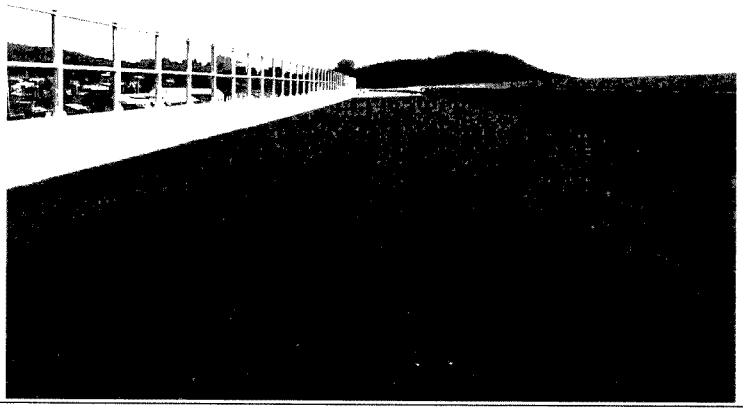
2) 장호원방향

시 험 명	시험 부위	시험 결과		책임기술자 의견
		일본재료학회	일본건축학회	
· 비파괴 강도 (반발경도법)	바닥판	28.8 MPa	29.0 MPa	· 설계기준강도이상으로 콘크리트 품질 상태는 양호 함.
		설계치 : 27 MPa		
	교대	26.7 MPa	27.8 MPa	
		설계치 : 24 MPa		
	교각	26.8 MPa	27.9 MPa	
		설계치 : 24 MPa		
· 철근배근 탐사	바닥판 하면	주철근	126 mm	· 설계도면에 준하여 시공되어진 것으로 조사됨
		배력철근	128 mm	
	교각	수직철근	112 mm	
		수평철근	103 mm	

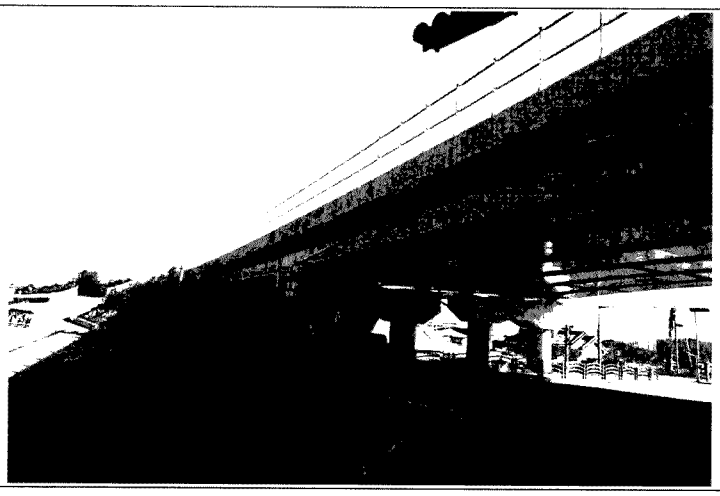
수하3교 성남방향 시설물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>수하3교(성남방향)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017.12.31</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 이천시 신둔면 도암리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td>노선명(이정)</td><td colspan="2">성남~장호원 도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 30.0 + 40.0 + 30.0 = 100.0m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B(성남) = 13.94m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>STEEL BOX GIRDER교</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1: PILE기초
A2: PILE기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교각:ㅠ형, 교대:역T형</td><td>교각</td><td>P1~P2: PILE기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>POT BEARING</td><td colspan="2">신축이음</td><td>MONOCELL</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물
(도로, 철도, 하천)</td><td>시도 2호선</td><td colspan="2">통과 높이</td><td>약 5.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">· 가로등, 방음벽</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">· 설계도면 有</td></tr>
</table>

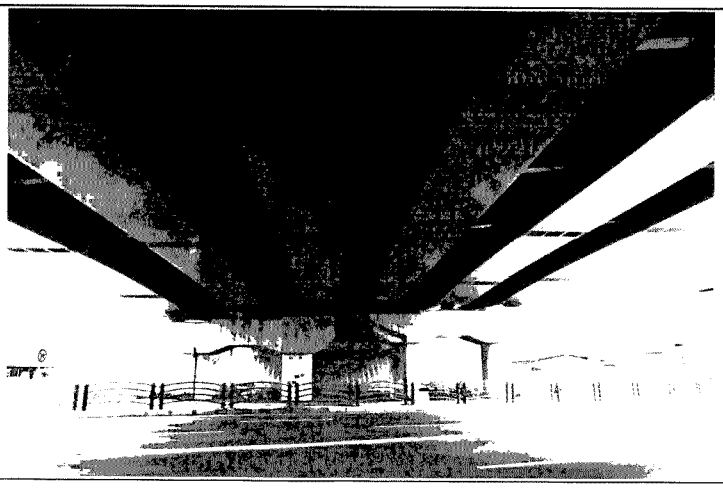
수하3교 성남방향 시설물 전경



상부 전경



측면 전경

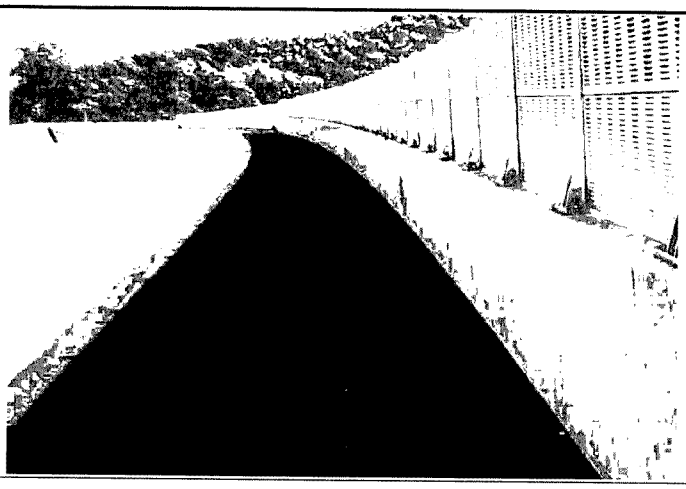


하부 전경

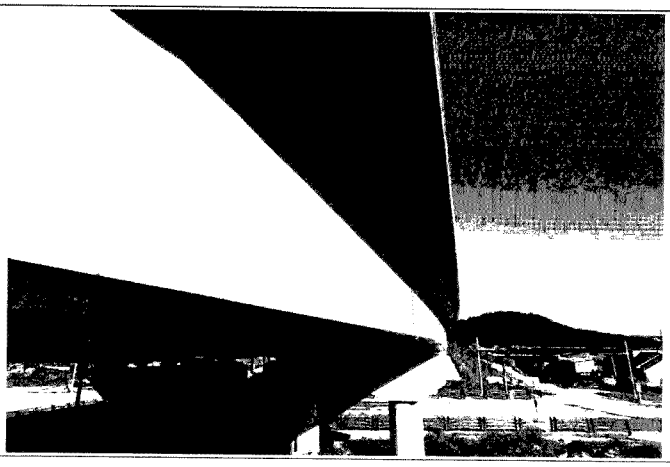
수하3교 장호원방향 시설물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td colspan="2">수하3교(장호원방향)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td colspan="2">2017.12.31</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="5">경기도 이천시 신둔면 도암리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td colspan="2">DB-24, DL-24</td><td>노선명(이정)</td><td colspan="2">성남~장호원 도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="5">L = 30.0 + 40.0 + 30.0 = 100.0m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="5">B (장호원방향) = 13.94m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td colspan="2">STEEL BOX GIRDER교</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1: PILE기초
A2: PILE기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td colspan="2">교각:ㅠ형, 교대:역T형</td><td>교각</td><td>P1~P2: PILE기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td colspan="2">POT BEARING</td><td colspan="2">신축이음</td><td>MONOCELL</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물
(도로, 철도, 하천)</td><td colspan="2">시도 2호선</td><td colspan="2">통과 높이</td><td>약 5.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="5">· 가로등, 방음벽</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="5">· 설계도면 有</td></tr>
</table>

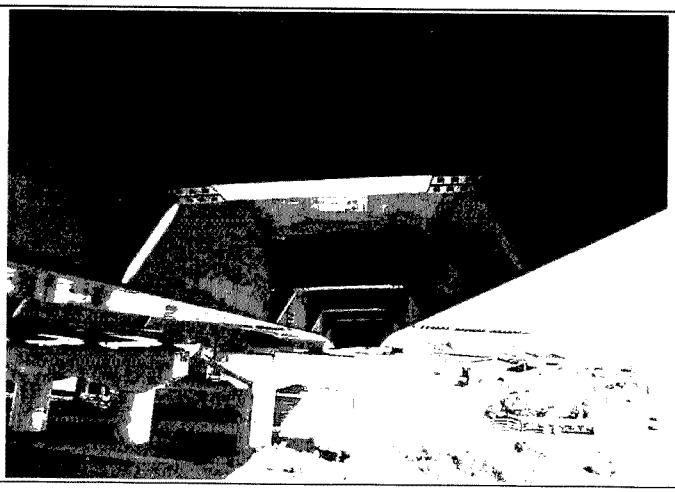
수하3교 장호원방향 시설물 전경



상부 전경



측면 전경



하부 전경

2. 봉현터널 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	성남~장호원 도로건설 제4공구 초기점검	점 검 기 관	(사) 한국건설안전협회		
관리주체명	서울지방국토관리청	대 표 자	안 무 영		
공 동 수 급	단독수행	계 약 방 법	경쟁입찰		
시설물 구분	터널	종 류	도로터널	종 별	1종
준 공 일	2017.12.31	점검금액(천원)	148,000,000 (VAT포함)	안전 등급	A등급
시설물 위치	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리	시설물 규모	장호원: L = 259.0m 성남: L = 259.0m B = 14.519m(편도3차로)		

나. 점검 실시결과 현황

중 대 결 함	- 중대 결함 사항 없음
점검 주요결과	① 외관 조사 결과, 콘크리트의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나. 천정부 및 벽체에 일부 균열이 조사되었다. - 발생된 손상은 대부분 보수가 완료된 것으로 확인된다. ② 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회 하는 것으로 나타나 콘크리트 내구성 양호한 것으로 판단된다.
주요 보수·보강	-

봉현터널 초기점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
- 봉현터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, GPR 탐사 결과 라이닝 배면의 공동은 없고 비파괴시험결과 시방기준을 만족하고 있는 것으로 평가됨. - 상태평가 결과를 토대로한 종합평가 등급은 "A등급"으로 분석되어 봉현터널은 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었음. 책임기술자 : 서 수 원 (서명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항(성남방향)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
개착 구간	라이닝	a	균열, 재료분리, 보수부 들뜸	표면처리(보수완료)
	터널주변	a	-	-
NATM 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a	-	-

나. 초기점검 외관조사 결과 기본사항(장호원방향)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
개착 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a	-	-
NATM 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a	-	-

마. 현장시험(성남방향)

시 험 명	시험 부위	시험 결과		책임기술자 의견
		일본재료학회	일본건축학회	
· 비파괴 강도 (반발경도법)	1k755 천정	26.5 MPa	27.5 MPa	· 설계기준강도 이상으로 콘크리트 품질 상태는 양호 함.
		설계치 : 24 MPa		
	1k895 천정	26.8 MPa	27.7 MPa	
		설계치 : 24 MPa		
· 철근배근 탐사	1k675 천정	수직철근	143 mm	· 설계도면에 준하여 시공되어진 것으로 조사됨
		수평철근	156 mm	
	1k910 우측벽체	수직철근	149 mm	
		수평철근	150 mm	
	1k916 좌측벽체	수직철근	154 mm	
		수평철근	151 mm	
· GPR탐사	종방향	1+663~1+922 (S2~S28)	약 259m	· 공동으로 추정되는 이상신호는 발견되지 않음
	횡방향	S7, S20	약 16m (8m/1회)	

다. 현장시험(장호원방향)

시 험 명	시험 부위	시험 결과		책임기술자 의견
		일본재료학회	일본건축학회	
· 비파괴 강도 (반발경도법)	1k830 천정	27.1 MPa	27.8 MPa	· 설계기준강도이상으로 콘크리트 품질 상태는 양호 함.
		설계치 : 24 MPa		
	1k920 천정	27.6 MPa	28.1 MPa	
		설계치 : 24 MPa		
· 철근배근 탐사	1k672 천정	수직철근	145 mm	· 설계도면에 준하여 시공되어진 것으로 조사됨
		수평철근	150 mm	
	1K680 천정	수직철근	148 mm	
		수평철근	156 mm	
	1K915 천정	수직철근	149 mm	
		수평철근	151 mm	
· GPR탐사	종방향	1+666～1+925 (S1～S28)	약 259m	· 공동으로 추정되는 이상신호는 발견되지 않음
	횡방향	S10, S21	약 16m (8m/1회)	

봉현터널 성남방향 시설물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉현터널
성남방향</td><td>시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017.12.31</td><td>관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="3">경기도 광주시 곤지암읍 봉현리</td></tr>
<tr><td colspan="2">터널형식</td><td>NATM</td><td>노선명(이정)</td><td>성남~장호원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제원</td><td>연장</td><td colspan="3">L = 259.0m(시점개착:22.0m, NTAM:234.0m, 종점개착:3.0m)
시점 : STA.1km663.000, 종점 : STA.1km922.000</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="3">B = 14.519m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td colspan="3">H = 9.002m</td></tr>
<tr><td colspan="2">갱문형식</td><td>시점 : 원통절개식
종점 : 면벽식</td><td>도로포장</td><td>콘크리트 포장</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">환기방식</td><td rowspan="2">자연환기</td><td>종단경사</td><td>(+)2.0%</td></tr>
<tr><td>편경사</td><td>-2.0%</td></tr>
</table>

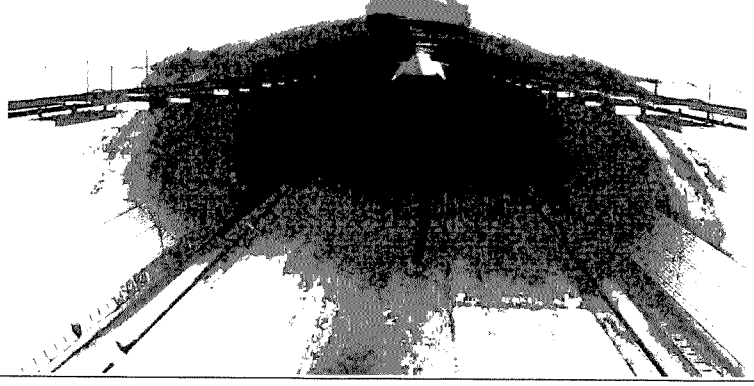
봉현터널 성남방향 시설물 전경



시점 전경



종점 전경



내부 전경

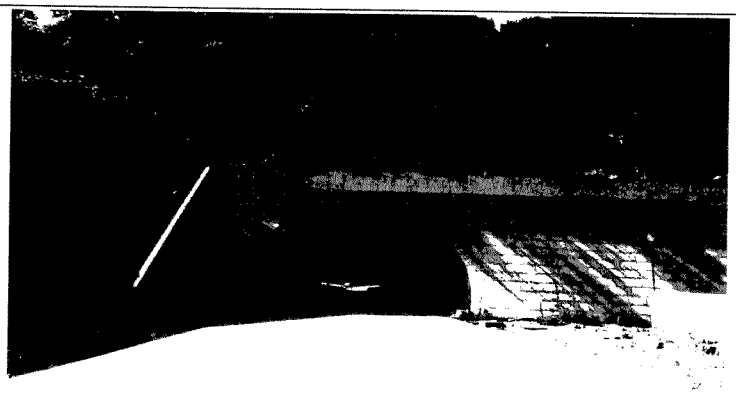
봉현터널 장호원방향 시설물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉현터널
장호원방향</td><td>시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017.12.31</td><td>관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="3">경기도 광주시 곤지암읍 봉현리</td></tr>
<tr><td colspan="2">터널형식</td><td>NATM</td><td>노선명(이정)</td><td>성남~장호원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제원</td><td>연장</td><td colspan="3">L = 259.0m(시점개착:34.0m, NTAM:222.0m, 종점개착:3.0m)
시점 : STA.1km666.000, 종점 : STA.1km925.000</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="3">B = 14.519m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td colspan="3">H = 9.002m</td></tr>
<tr><td colspan="2">갱문형식</td><td>시점 : 원통절개식
종점 : 면벽식</td><td>도로포장</td><td>콘크리트 포장</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">환기방식</td><td rowspan="2">자연환기</td><td>종단경사</td><td>(+)2.0%</td></tr>
<tr><td>편경사</td><td>-2.0%</td></tr>
</table>

봉현터널 장호원방향 시설물 전경



시점 전경



종점 전경



내부 전경

3. 정개터널 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	성남~장호원 도로건설 제4공구 초기점검	점 검 기 관	(사) 한국건설안전협회		
관리주체명	서울지방국토관리청	대 표 자	안 무 영		
공 동 수 급	단독수행	계 약 방 법	경쟁입찰		
시설물 구분	터널	종 류	도로터널	종 별	1종
준 공 일	2017.12.31	점검금액(천원)	148,000,000 (VAT포함)	안전 등급	A등급
시설물 위치	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리	시설물 규모	성남,L = 1920.0m 장호원 L= 1950.0mm B = 14.519m(편도3차선)		

나. 점검 실시결과 현황

중 대 결 함	- 중대 결함 사항 없음
점검 주요결과	① 외관 조사 결과, 콘크리트의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나. 천정부 및 벽체에 일부 균열이 조사되었다. - 발생된 손상은 대부분 보수가 완료된 것으로 확인된다. ② 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회 하는 것으로 나타나 콘크리트 내구성 및 안정성은 양호한 것으로 판단된다.
주요 보수·보강	

정개터널 초기점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
- 정개터널의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, GPR 탐사 결과 라이닝 배면의 공동은 없고 비파괴시험결과 시방기준을 만족하고 있는 것으로 평가됨. - 상태평가 결과를 토대로한 종합평가 등급은 "A등급"으로 분석되어 봉현터널은 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었음. 책임기술자 : 서 수 (서명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항(성남방향)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
개착 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a		-
NATM 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a		-

나. 초기점검 외관조사 결과 기본사항(장호원방향)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
개착 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a	-	-
NATM 구간	라이닝	a	균열	표면처리
	터널주변	a	-	-

라. 현장시험(성남방향)

시 험 명	시험 부위	시험 결과			책임기술자 의견
		일본재료학회		일본건축학회	
· 비파괴 강도 (반발경도법)	2k700 천정	26.6 MPa		27.8 MPa	· 설계기준강도이상으로 콘크리트 품질 상태는 양호 함.
		설계치 : 24 MPa			
	3k015 천정	25.6 MPa		27.2 MPa	
		설계치 : 24 MPa			
	3k245 천정	26.0 MPa		27.4 MPa	
		설계치 24 MPa			
	3k495 천정	26.1 MPa		27.5 MPa	
		설계치 24 MPa			
	3k900 천정	26.4 MPa		27.7 MPa	
		설계치 24 MPa			
	4k315 천정	26.7 MPa		27.8 MPa	
		설계치 24 MPa			
	4k460 천정	26.9 MPa		28.1 MPa	
		설계치 24 MPa			
· 철근배근 탐사	2k700 천정	주철근		148 mm	· 설계도면에 준하여 시공되어진 것으로 조사됨
		배력철근		150 mm	
	3k245 천정	주철근		148 mm	
		배력철근		156 mm	
	4k460 천정	주철근		146 mm	
		배력철근		151 mm	
· GPR탐사	종방향	천단부	2+665~4+585 (S1~S220)	약 1920m	· 공동으로 추정되는 이상신호는 발견되지 않음
		아치부	2+665~2+727 (S1~S7)	약 62m	
		천단부	4+486~4+585 (S210~S220)	약 99m	
	횡방향	천단부	S10, S25, S40, S86, S100, S130, S150, S181	약 64m (8m/1회)	

라. 현장시험(장호원방향)

시 험 명	시험 부위	시험 결과			책임기술자 의견
		일본재료학회		일본건축학회	
· 비파괴 강도 (반발경도법)	STA.2k+670 천정	25.6 MPa		27.2 MPa	· 설계기준강도이상으로 콘크리트 품질 상태는 양호 함.
		설계치 : 24 MPa			
	STA.3k+190 천정	26.4 MPa		27.6 MPa	
		설계치 : 24 MPa			
	STA.3k+535 천정	26.9 MPa		27.9 MPa	
		설계치 24 MPa			
	STA.3k+885 천정	26.2 MPa		27.5 MPa	
		설계치 24 MPa			
	STA.3k+980 천정	26.5 MPa		27.7 MPa	
		설계치 24 MPa			
	STA.4k+235 천정	26.3 MPa		27.5 MPa	
		설계치 24 MPa			
	STA.4k+500 천정	27.1 MPa		28.0 MPa	
		설계치 24 MPa			
	STA.4k+585 천정	26.1 MPa		27.5 MPa	
		설계치 24 MPa			
· 철근배근 탐사	STA.2k+670m 천정	종방향철근		150 mm	· 설계도면에 준하여 시공되어진 것으로 조사됨
		횡방향철근		150 mm	
	STA.3k+190m 천정	종방향철근		151 mm	
		횡방향철근		143 mm	
	STA.3k+885m 천정	종방향철근		153 mm	
		횡방향철근		149 mm	
	STA.4k+500m 천정	종방향철근		157 mm	
		횡방향철근		144 mm	
· GPR탐사	종방향	천단부	2+660~4+610 (S1~S220)	약 1950m	· 공동으로 추정되는 이상신호는 발견되지 않음
		아치부	2+669~2+750 (S2~S10)	약 81m	
			4+479~4+583 (S209~S220)	약 104m	
	횡방향	천단부	S16, S35, S58, S83, S100, S131, S160, S190	약 64m (8m/1회)	

정개터널 성남방향 시설물 현황표

구 분		내 용	구 분	내 용
시설물명		정개터널 성남방향	시설물번호	-
준공년도		2017.12.31	관리번호	-
시설물위치		경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리		
터널형식		NATM	노선명(이정)	성남~장호원
제원	연장	L = 1920.0m(시점개착:40.0m, NTAM:1840.0m, 종점개착:40.0m) 시점 : STA.2km665, 종점 : STA.4km585		
	폭	B = 14.519m(편도3차로)		
	높이	H = 9.0 m		
갱문형식		시점 : 원통절개식 종점 : 원통절개식	도로포장	콘크리트 포장
환기방식		기계식환기	종단경사	(-)1.9774%
			편경사	2.0%

■ 개략공사비

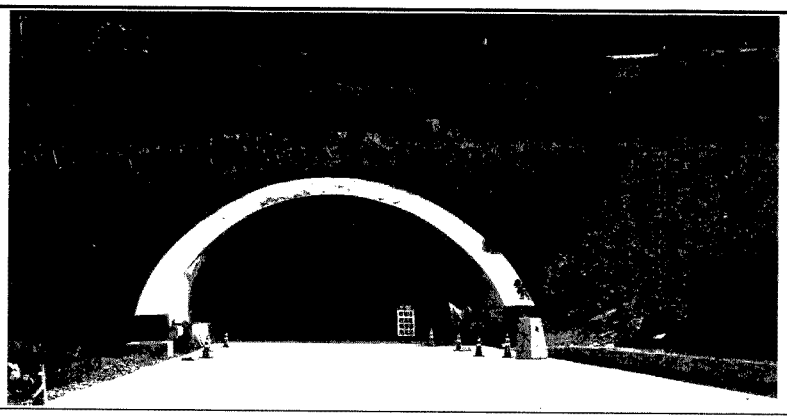
구 분	1구간	2구간	3구간	합 계	비 고
내부 전경					
1					
2					
3					
나		나-16			
224					
140					
72					
518					
47					
1,011					
47					
22					
중점 전경					
시점 전경					
1,					
1					
가로등설치비	118	77	55	250	
신호등설치비	94	61	44	200	
총 공 사 비	1,667	1,411	899	3,978	

정개터널 성남방향 시설물 전경

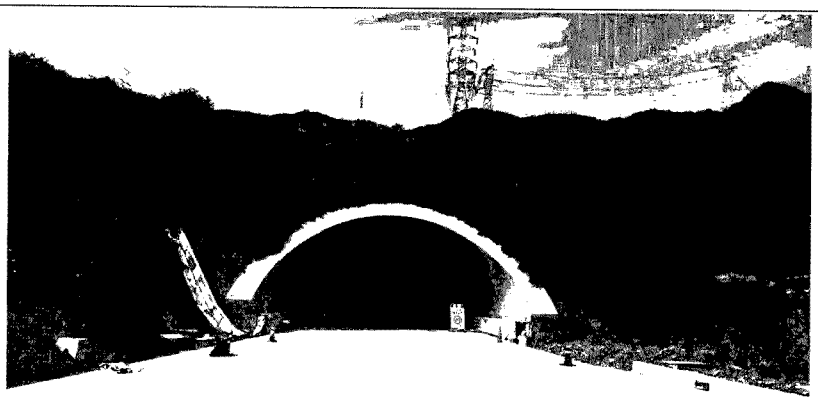
정개터널 장호원방향 시설물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>정개터널
장호원방향</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017.12.31</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리</td></tr>
<tr><td colspan="2">터널형식</td><td>NATM</td><td>노선명(이정)</td><td colspan="2">성남~장호원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 1950.0m(시점개착:40.0m, NTAM:1870.0m, 종점개착:40.0m)
시점 : STA.2km660, 종점 : STA.4km610</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 14.519m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td colspan="4">H = 9.0 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">갱문형식</td><td>시점 : 원통절개식
종점 : 원통절개식</td><td>도로포장</td><td colspan="2">콘크리트 포장</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">환기방식</td><td rowspan="2">기계식환기</td><td>종단경사</td><td colspan="2">(-)1.9774%</td></tr>
<tr><td>편경사</td><td colspan="2">2.0%</td></tr>
</table>

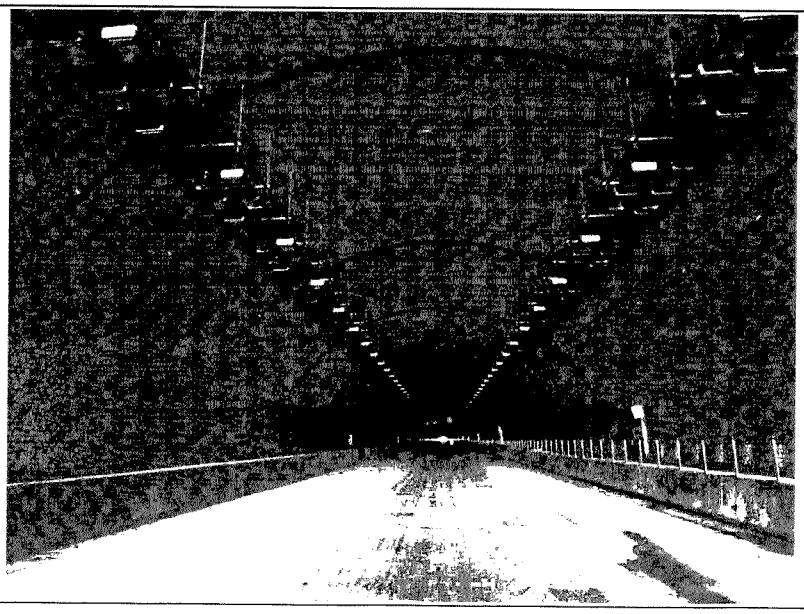
정개터널 장호원방향 시설물 전경



시점 전경



종점 전경



내부 전경

4. 절토사면 Sta.0+170 ~ 0+410 장호원 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	성남~장호원 도로건설 제4공구 초기점검	점 검 기 관	(사) 한국건설안전협회		
관리주체명	서울지방국토관리청	대 표 자	안 무 영		
공 동 수 급	단독수행	계 약 방 법	경쟁입찰		
시설물 구분	사 면	종 류	절토사면	종 별	2종
준 공 일	2017.12.31	점검금액 (천원)	148,000,000 (VAT포함)	안전 등급	A등급
시설물 위치	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리	시설물 규모	연장L = 240m 최대높이H = 40.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중 대 결 함	- 중대 결함 사항 없음
점검 주요결과	① 편마암이 주요 구성 성분인 사면은 절리가 발달되어 종방향으로 파쇄대가 형성되어 있고 절리 및 파쇄대내 점토질이 협재 되어 Soil Nail 공법을 적용하여 보강하였으며, 표면보호공으로는 녹생토 공법이 적용됨. ② 절토 암반 사면은 설계도면대로 비탈면 경사 준수와 사면보호공(낙석방지망, 낙석방지책, 녹생토 등)조치가 적정하게 설치되어있는 상태임. ③ 대규모의 사면의 붕괴양상은 없으며, 배면의 인장균열, 침하는 발견되지 않은 것으로 조사됨.
주요 보수·보강	-

절토사면 Sta.0+170 ~ 0+410 장호원 초기점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
- 절토사면(Sta.0+170~0+410)의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다. - 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 "A등급"으로 분석되어 절토사면은 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었음. 책임기술자 : 서 수 원 (서명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
절리암반사면	a	-	-

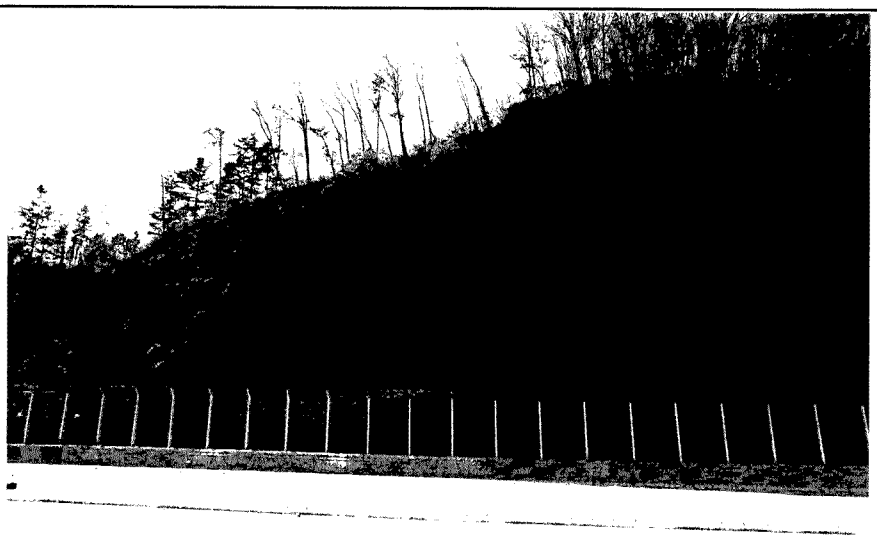
나. 현장시험

위 치	ROCK TEST HAMMER에 의한 암판정			비 고
	반발값 평균치(r)	일축압축 강도 추정(MPa)	암 판정	
STA 0+200 3단	50.8	80.5	경암	
STA 0+300 3단	52.1	99.5	경암	
STA 0+350 2단	51.0	92.7	경암	

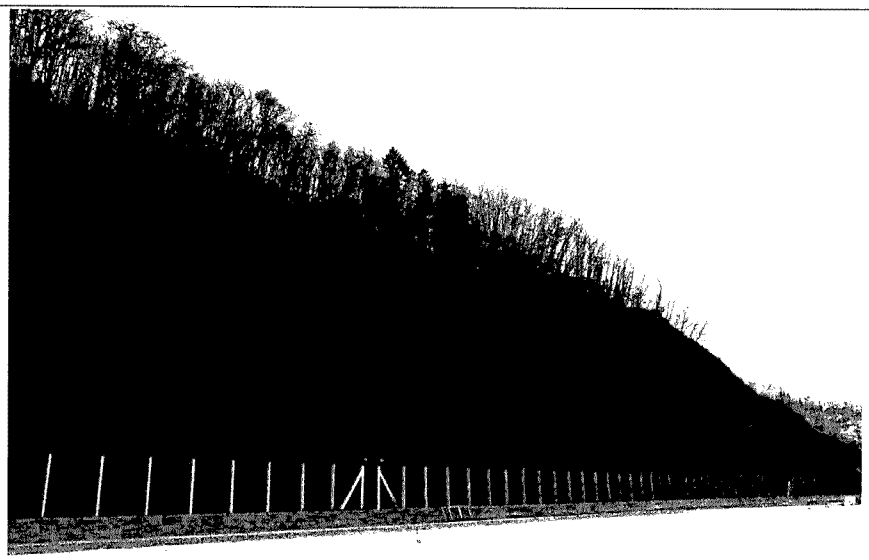
절토사면 Sta.0+170 ~ 0+410 장호원 시설물 현황표

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	STA.0+170~0+410 장호원방향 사면		시설물 구분	절토사면(2종)
위 치	행정구역	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리		
제 원	연장(L)	240m	최대높이(H)	40m
	경사/방향	절취면 56/040	노선	성남~장호원
	구성물질	암반, 상부 토사	소단	2소단
관리주체	서울지방국토관리청		관리주체구분	공공
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	0+290 지점 계곡	상부 자연사면 경사	1:2.0 ~ 1:3.0
시공현황	준공년도	2017.12.31	시공자	삼환기업
	보강공법	Soil Nail		
	표면보호	낙석방지망, 녹생토		
	부대시설	L형 측구, 낙석방지책, 도수로		
비 고				

절토사면 Sta.0+170 ~ 0+410 장호원 시설물 전경



STA.0+320~0+390



STA.0+170~0+320 전경

5. 절토사면 Sta.2+030 ~ 2+390 장호원 초기점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	성남~장호원 도로건설 제4공구 초기점검	점 검 기 관	(사) 한국건설안전협회		
관리주체명	서울지방국토관리청	대 표 자	안 무 영		
공 동 수 급	단독수행	계 약 방 법	경쟁입찰		
시설물 구분	사 면	종 류	절토사면	종 별	2종
준 공 일	2017.12.31	점검금액 (천원)	148,000,000 (VAT포함)	안전 등급	A등급
시설물 위치	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리	시설물 규모	연장L = 360m 최대높이H = 35.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중 대 결 함	- 중대 결함 사항 없음
점검 주요결과	① 암반층 내에는 파쇄대가 형성되어 지층간 차별적인 풍화의 진행으로 소규모 쐐기 파쇄 및 낙석위험이 내재되어 있는 상태이며, 하부 암반층에는 습하거나 일부 소규모 누수가 발생되고 있는 상태였다. ② 설계도면대로 비탈면 경사 준수와 사면보호공(녹생토, 낙석방지망, 낙석방지책 등)조치가 적정하게 설치되어있는 상태였다. ③ 대규모의 사면의 붕괴양상은 없으며, 배면의 인장균열, 침하는 발견되지 않은 것으로 조사됨.
주요 보수·보강	-

절토사면 Sta.2+030 ~ 2+390 장호원 초기점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
- 절토사면(Sta.2+030 ~ 2+390)의 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다. - 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 "A등급"으로 분석되어 절토사면은 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었음. 책임기술자 : 서 수 [illegible] (서명)

가. 초기점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A 등급
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
절리암반사면	a	-	-

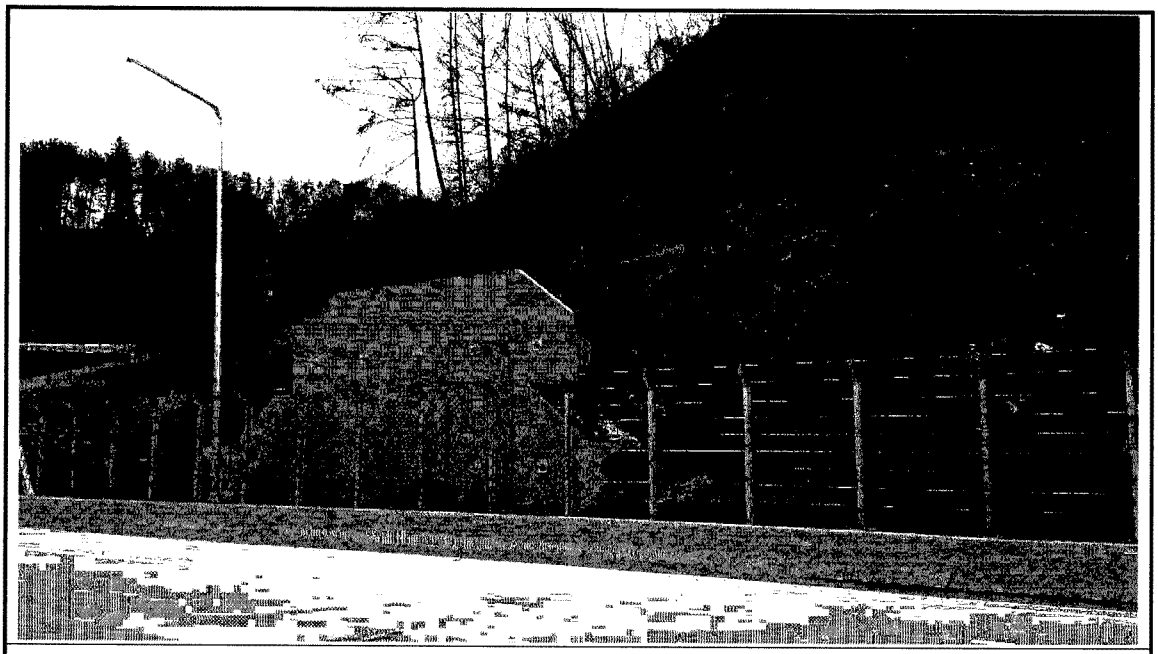
나. 현장시험

시 험 명	시험 부위	시험 결과		책임기술자 의견
		반발값 평균치(r)	일축압축 강도 추정(㎫)	
STA 2+320 3단	54.9	122.5	경암	· 암판정 기준 경암으로 측정됨
STA 2+160 4단	50.6	88.6	경암	· 암판정 기준 경암으로 측정됨

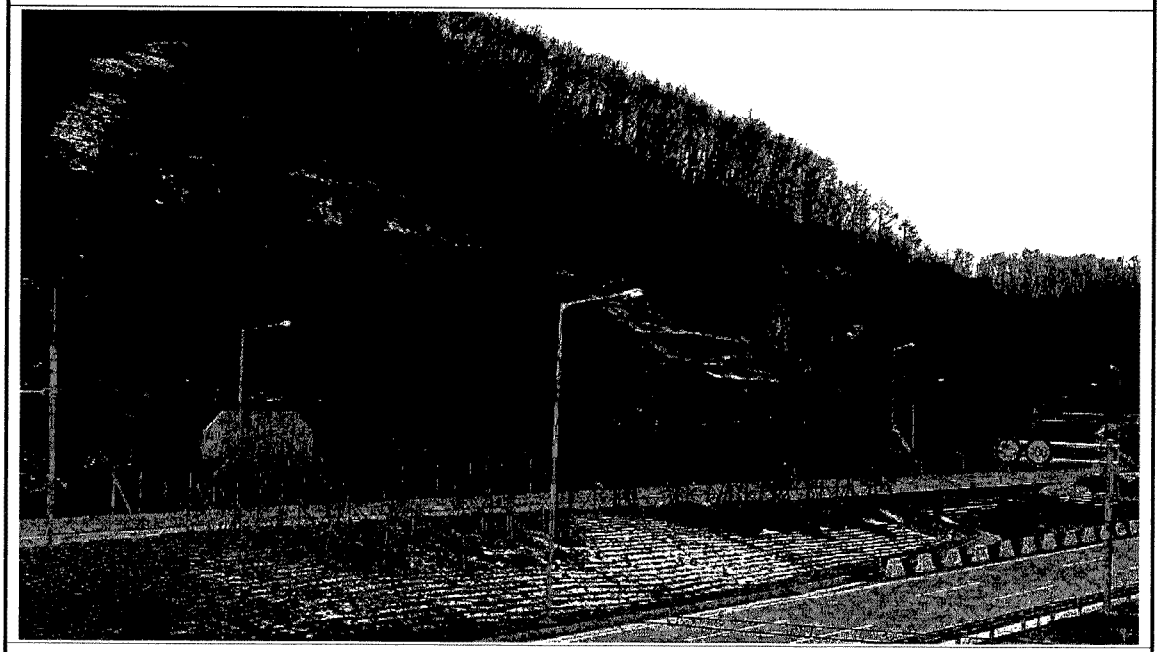
절토사면 Sta.2+030 ~ 2+390 장호원 시설물 현황표

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	STA.2+030~2+390 장호원방향 사면		시설물 구분	절토사면(2종)
위 치	행정구역	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리		
제 원	연장(L)	360m	최대높이(H)	35.0m
	경사/방향	절취면 50/050	노선	성남~장호원
	구성물질	암반, 상부 토사	소단	2소단
관리주체	서울지방국토관리청		관리주체구분	공공
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	2+220 지점 계곡	상부 자연사면 경사	1:3.0 ~ 1:3.5
시공현황	준공년도	2017.12.31	시공자	삼환기업
	보강공법	-		
	표면보호	낙석방지망, 녹생토		
	부대시설	L형 측구, 낙석방지책, 도수로		
비 고				

절토사면 Sta.2+030 ~ 2+390 장호원 시설물 전경



STA.2+350~2+390



STA.2+030~2+350 전경

목 차

※ 제출문

※ 초기점검 참여 기술진

Ⅰ. 공 통 편

제 1 장 서 론 ····· Ⅰ-1

1.1 과업의 목적 ····· 2
1.2 대상시설물의 현황 ····· 2
1.3 과업의 범위 및 내용 ····· 3
1.4 과업수행 절차 ····· 6
1.5 과업수행 일정 ····· 9
1.6 구조물 기호 정의 ····· 10
1.7 사용장비 ····· 16

제 2 장 외관조사 및 재료시험 ····· Ⅰ-18

2.1 개 요 ····· 19
2.2 재료시험 ····· 36

제 3 장 상태평가 ····· Ⅰ-50

3.1 개 요 ····· 51
3.2 교량의 상태평가 ····· 51
3.3 터널의 상태평가 ····· 58
3.4 절토사면의 상태평가 ····· 64

제 4 장 재하시험 ····· Ⅰ-72

4.1 개 요 ····· 73
4.2 재하차량 제원 ····· 74
4.3 센서 및 측정기기 ····· 76

제 5 장 터널의 GPR 탐사 ····· Ⅰ-79
5.1 개요 ····· 80
5.2 GPR탐사 원리 ····· 80
5.3 분석방법 ····· 82
5.4 장비구성 ····· 82

제 6 장 구조안전성 및 내하력평가 ····· Ⅰ-84
6.1 개요 ····· 85
6.2 안전성평가 ····· 85
6.3 내하력평가 ····· 86

제 7 장 종합평가 ····· Ⅰ-91
7.1 종합평가 기준 및 방법 ····· 92

제 8 장 보수·보강 방안 ····· Ⅰ-94
8.1 보수·보강 방안 ····· 95
8.2 보수·보강 방법 ····· 96
8.3 보수·보강 공법 ····· 98

Ⅱ. 교 량 편

제1장 수하3교 성남방향 ·····Ⅱ-1

1.1 시설물현황 ····· 2
1.2 외관조사 ····· 12
1.3 교량받침조사 ····· 19
1.4 신축이음장치 유간 조사 ····· 26
1.5 재료시험 ····· 28
1.6 시설물의 상태평가 ····· 31
1.7 재하시험 ····· 33
1.8 구조해석 및 내하력평가 ····· 49
1.9 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 74
1.10 종합결론 ·····75

제2장 수하3교 장호원방향 ·····Ⅱ-76

2.1 시설물현황 ····· 77
2.2 외관조사 ····· 87
2.3 교량받침조사 ····· 94
2.4 신축이음장치 유간 조사 ····· 101
2.5 재료시험 ····· 103
2.6 시설물의 상태평가 ····· 106
2.7 재하시험 ····· 108
2.8 구조해석 및 내하력평가 ····· 124
2.9 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 149
2.10 종합결론 ····· 150

목 차

※ 제출문

※ 초기점검 참여 기술진

Ⅲ. 터널편

제1장 봉현터널 성남방향 ·····Ⅲ-1

1.1 시설물현황 ····· 2
1.2 외관조사 ····· 10
1.3 재료시험 ····· 15
1.4 GPR 탐사 ····· 18
1.5 시설물의 상태평가 ····· 24
1.6 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 26
1.7 종합결론 ····· 27

제2장 봉현터널 장호원방향 ·····Ⅲ-28

2.1 시설물현황 ····· 29
2.2 외관조사 ····· 37
2.3 재료시험 ····· 42
2.4 GPR 탐사 ····· 45
2.5 시설물의 상태평가 ····· 51
2.6 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 53
2.7 종합결론 ····· 54

제3장 정개터널 성남방향 ·····Ⅲ-55

3.1 시설물현황 ····· 56
3.2 외관조사 ····· 68
3.3 재료시험 ····· 72
3.4 GPR 탐사 ····· 76
3.5 시설물의 상태평가 ····· 83
3.6 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 85
3.7 종합결론 ····· 86

제4장 정개터널 장호원방향 ·····Ⅲ-87

4.1 시설물현황 ····· 88
4.2 외관조사 ····· 100
4.3 재료시험 ····· 105
4.4 GPR 탐사 ····· 109
4.5 시설물의 상태평가 ····· 117
4.6 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 119
4.7 종합결론 ····· 120

Ⅳ. 사면편

제1장 사면 STA.0+170~0+410 장호원 ·····Ⅳ-1

1.1 시설물현황 ····· 2
1.2 외관조사 ····· 7
1.3 시험 및 분석 ····· 13
1.4 시설물의 상태평가 ····· 15
1.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 16
1.6 종합결론 ····· 18

제2장 사면 STA.2+030~2+390 장호원 ·····Ⅳ-19

2.1 시설물현황 ····· 20
2.2 외관조사 ····· 25
2.3 시험 및 분석 ····· 31
2.4 시설물의 상태평가 ····· 33
2.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 34
2.6 종합결론 ····· 36

제 Ⅰ편 공통편

제 1 장 서 론

제 2 장 외관조사 및 재료시험

제 3 장 상태평가

제 4 장 재하시험

제 5 장 터널의 GPR탐사

제 6 장 구조안전성 및 내하력 평가

제 7 장 종합평가

제 8 장 보수·보강 방안

제 1장 서 론

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 대상시설물의 현황

1.4 과업수행 절차

1.5 과업수행 일정

1.6 사용장비

1.7 구조물 기호 정의

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 안전점검의 목적은 의뢰자의 요청에 따라 현장의 시설물에 대해서 정기안전점검 수준 이상으로 실시하는 초기점검으로서 건설기술진흥법 시행령 제100조 제1항 제3호에 따른 건설공사를 준공(임시사용을 포함)하기 전에 문제점 발생 부위 및 붕괴 유발 부재 또는 문제점 발생 가능성이 높은 부위 등의 중점 유지관리 사항을 파악하고, 향후 정밀점검·정밀안전진단 시 구조물에 대한 안전성평가의 기준이 되는 초기치를 확보하기 위함이 그 목적이며, 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(한국시설안전공단, 교량/터널/옹벽/절토사면 편, 이하 “세부지침”이라 함)」의 규정에 의거, 현장조사 및 각종 시험을 실시하였다.

1.2 대상시설물의 현황

당 현장의 과업대상 시설물로는 교량, 옹벽, 절토사면 등이 있으며, 주요시설물을 살펴보면 다음과 같다.

<표 1.2.1> 대상시설물의 현황

시설물명	형 식	제 원	시설물구분	비 고
수하3교	S.T BOX Girder	L=100m	2종	성남
				장호원
봉현터널	NATM	L=259m	1종	성남
		L=259m		장호원
정개터널	NATM	L=1920m	1종	성남
		L=1950m		장호원
사면 STA.0+170~0+410 장호원	암반절리사면	L=240m	2종	장호원
사면 STA.2+030~2+390 장호원	암반절리사면	L=360m	2종	장호원

1.3 과업의 범위 및 내용

1.3.1 과업의 범위

1) 관련자료의 검토(시설물설계도서 및 자료, 주변시설 및 환경조건 등 분석)
2) 대상시설물에 대한 현장(외관)조사 및 내구성 조사
3) 조사 및 시험결과에 의한 시설물의 상태 평가
4) 정·동적 재하시험
5) 구조해석 및 내하력 평가
6) 종합 평가 등급 산정
7) 시설물의 보수 범위 및 보수 우선순위 결정(필요시)
8) 시설물의 보수·보강 방법(공법) 제시(필요시)
   - 보수·보강 대상부재, 범위, 공법 결정
9) 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시
10) 종합결론 및 보고서작성

1.3.2 과업수행 내용

가. 관련 자료의 검토

본 과업의 현장조사 착수 전에 교량의 실시설계서, 구조계산서, 기존 정기점검자료, 설계도면 등의 자료를 검토하여 현장조사, 구조해석, 내하력 평가를 위한 재하시험 위치 선정 등의 기초자료로 활용하였다.

나. 외관조사

1) 교량
① 제원조사
② 균열조사(폭, 방향성, 길이)
③ 콘크리트 탈락, 박리, 백태 등 열화현상
④ 도장상태 조사
⑤ 신축이음장치
⑥ 교량받침
⑦ 난간 및 연석
⑧ 배수시설

⑨ 기타 제반시설

⑩ 외관조사망도 작성

2) 터널

① 제원조사

② 균열조사(폭, 방향성, 길이)

③ 콘크리트 탈락, 박리, 백태 등 열화현상

④ 포장면 상태

⑤ 신축이음장치

⑥ 공동구

⑦ 기타 제반시설

⑧ 외관조사망도 작성

3) 옹벽

① 제원조사(연장, 높이 등)

② 침하, 활동, 선형오차, 세굴

③ 전면부 파손, 손상 및 균열, 유실, 이격, 배부름

④ 배수시설 및 사면상태 등

⑤ 외관조사망도 작성

4) 절토사면

① 제원조사(연장, 높이, 경사 등)

② 보호·보강공 등 시공 상태

③ 사면 손상 상태(풍화, 인장균열, 지반침하 등)

④ 배수로 등 주변상태 조사

⑤ 외관조사망도 작성

다. 콘크리트 비파괴시험

1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법)

2) 철근배근 및 피복두께 측정(레이다법)

3) 탄산화 시험

라. 상태평가

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의한 상태평가

마. 터널의 GPR탐사

바. 정·동적 재하시험

1) 거더 정·동적 변형율 및 처짐 측정

2) 교량의 진폭 및 고유진동수, 충격계수 측정

사. 구조해석 및 내하력 평가

1) 설계하중에 대한 구조해석

2) 설계단면과 실측진동모드 및 주파수 비교검토

3) 변형율과 처짐 응답비 산정

4) 내하율 및 공용내하력 산출

아. 종합 평가 등급 산정

상태평가와 안전성 평가 등급 중 작은 등급 선정

자. 보수·보강 및 유지관리방안 제시(필요시)

차. 종합평가

1) 외관조사에 의한 평가

2) 비파괴시험 및 재료시험에 의한 평가

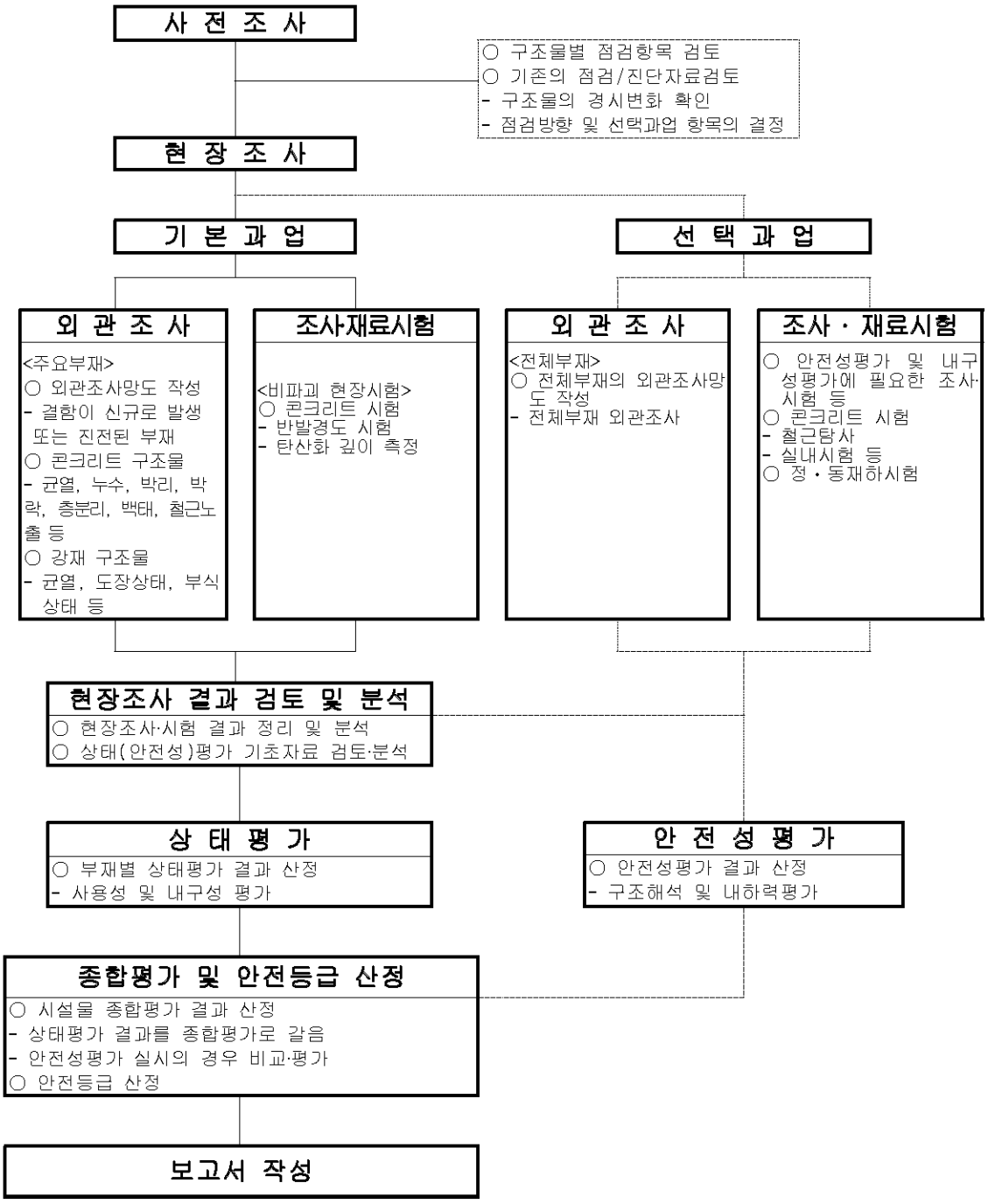
3) 재하시험 및 공용내하력에 의한 평가

4) 종합평가

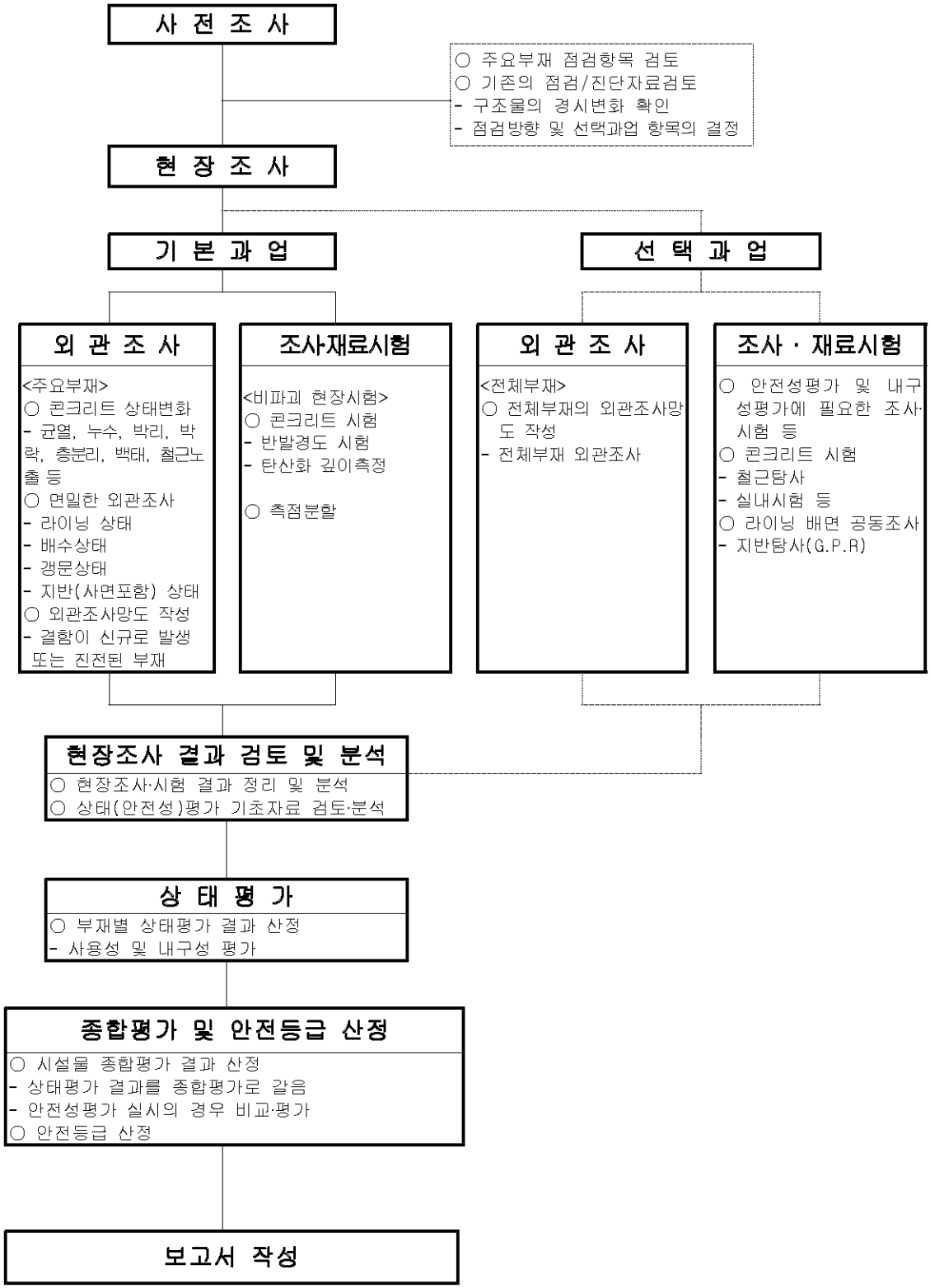
1.4 과업수행 절차

현장 내 초기점검 대상 시설물에 대해서 시공 상태, 품질 상태 등을 평가하여 시설물의 문제점 또는 문제가능성이 있는 구조부위 확인과 향후 정밀점검 및 정밀안전진단시의 기초 자료로 활용하는데 그 목적이 있으며, 과업수행흐름은 다음과 같다.

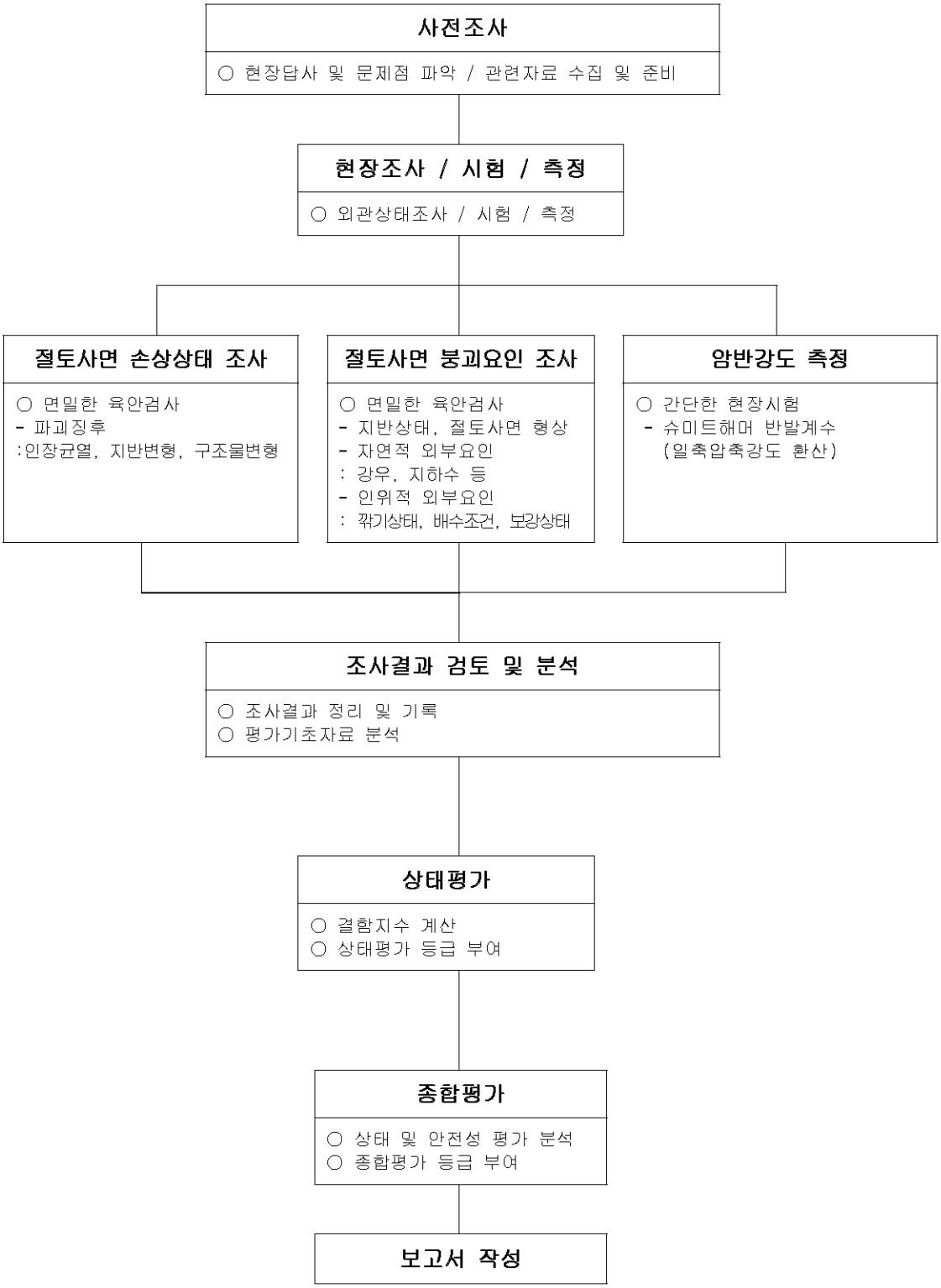
1) 교량 시설물



2) 터널 시설물


사 전 조 사
○ 주요부재 점검항목 검토
○ 기존의 점검/진단자료검토
- 구조물의 경시변화 확인
- 점검방향 및 선택과업 항목의 결정
현 장 조 사
기 본 과 업
선 택 과 업
외 관 조 사
<주요부재>
○ 콘크리트 상태변화
- 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
○ 면밀한 외관조사
- 라이닝 상태
- 배수상태
- 갱문상태
- 지반(사면포함) 상태
○ 외관조사망도 작성
- 결함이 신규로 발생 또는 진전된 부재
조사재료시험
<비파괴 현장시험>
○ 콘크리트 시험
- 반발경도 시험
- 탄산화 깊이측정
○ 측점분할
외 관 조 사
<전체부재>
○ 전체부재의 외관조사망도 작성
- 전체부재 외관조사
조사 · 재료시험
○ 안전성평가 및 내구성평가에 필요한 조사·시험 등
○ 콘크리트 시험
- 철근탐사
- 실내시험 등
○ 라이닝 배면 공동조사
- 지반탐사(G.P.R)
현장조사 결과 검토 및 분석
○ 현장조사·시험 결과 정리 및 분석
○ 상태(안전성)평가 기초자료 검토·분석
상 태 평 가
○ 부재별 상태평가 결과 산정
- 사용성 및 내구성 평가
종합평가 및 안전등급 산정
○ 시설물 종합평가 결과 산정
- 상태평가 결과를 종합평가로 갈음
- 안전성평가 실시의 경우 비교·평가
○ 안전등급 산정
보고서 작성

3) 절토사면


사전조사
○ 현장답사 및 문제점 파악 / 관련자료 수집 및 준비
현장조사 / 시험 / 측정
○ 외관상태조사 / 시험 / 측정
절토사면 손상상태 조사
○ 면밀한 육안검사
- 파괴징후
:인장균열, 지반변형, 구조물변형
절토사면 붕괴요인 조사
○ 면밀한 육안검사
- 지반상태, 절토사면 형상
- 자연적 외부요인
: 강우, 지하수 등
- 인위적 외부요인
: 깎기상태, 배수조건, 보강상태
암반강도 측정
○ 간단한 현장시험
- 슈미트해머 반발계수
(일축압축강도 환산)
조사결과 검토 및 분석
○ 조사결과 정리 및 기록
○ 평가기초자료 분석
상태평가
○ 결함지수 계산
○ 상태평가 등급 부여
종합평가
○ 상태 및 안전성 평가 분석
○ 종합평가 등급 부여
보고서 작성

1.5 과업수행 일정

※ 과업기간 : 2017년 09월 25일 ~ 2017년 12월 31일(착수일로부터 100일)

<표 1.5.1> 과업수행 일정

구분 / 수행내용	10월			11월				12월		
	20	25	30	5	15	25	30	5	15	25
① 사전조사 및 자료수집 ・현장답사 및 자료수집 ・조사계획 수립, 자료검토		═══								
② 현장조사 ・정밀외관조사 ・내구성조사(비파괴시험) ・교량 재하시험		═══	═══	═══	═══					
③ 조사결과 검토 및 분석 ・외관망도작성 ・시험결과 분석				═══	═══	═══				
④ 평가 ・상태평가 및 안전성평가 ・교량 내하력평가 ・종합평가						═══				
⑤ 보수·보강 방안 및 유지관리 방안 제시						═══	═══			
⑥ 종합결론 및 보고서 작성							═══	═══	═══	═══

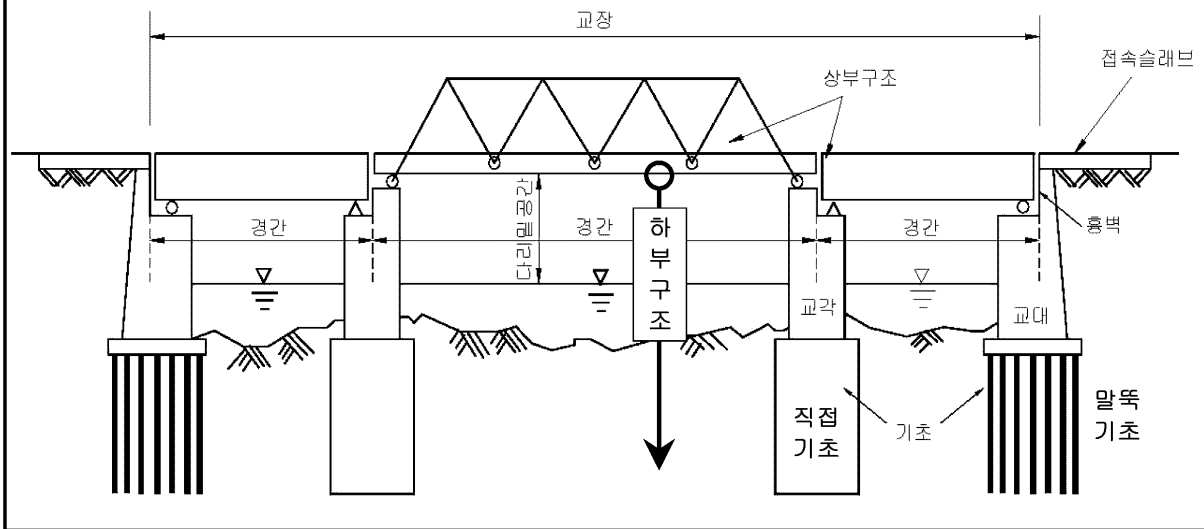
1.6 기호의 정의

본 점검에서 점검결과 표기의 일관성 및 부재별 식별용이를 위해 다음과 같이 기호를 정의하여 외관조사 및 보고서 작성시 적용하였다.

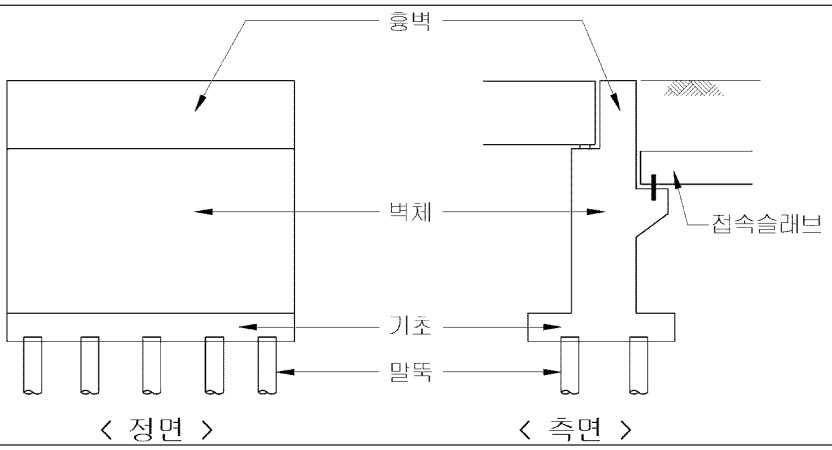
1.6.1 교량

가. 일반적인 교량의 구성 및 각 부재별 명칭

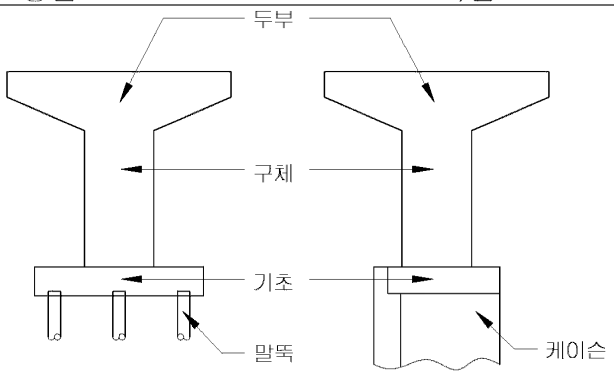
상·하부 구조별 부재의 명칭



교대



교각



나. 교량 상부구조 형식의 정의

<표 1.6.1> 교량 상부구조 형식의 정의

영문약자	상부구조형식	영문약자	상부구조형식
RCS	RC슬래브교	RA	라멘교
RCH	RC중공슬래브교	STI	강I형교
RCT	RCT형교	SPG	강판형교
RCB	RC박스형교	STB	강박스형교
PSCI	PSCI형교	TR	트러스형교
PSCS	PSC슬래브교	AR	아치교
PSCH	PSC중공슬래브교	CS	사장교
PSCB	PSC박스형교	SU	현수교
PF	프리플렉스형교	ED	엑스트라도즈교
ETC	IPC, PCT 등 기타		

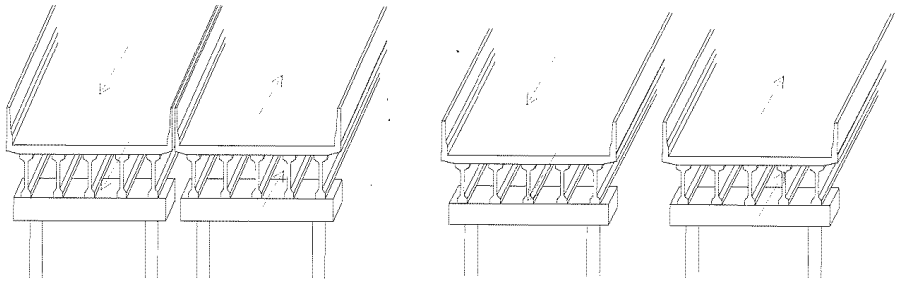
다. 교량 구조물 기호 정의

<표 1.6.2> 교량 구조물 기호 정의

구 조 구 분			사용기호	비 고
상부구조	공통	경 간	S	Span
		거 더	G	Girder
		횡 형	CB	Cross Beam
		바 닥 판	SL	Slab
		교 량 받 침	SH	Shoe(Bearing)
		신축이음부	Exp	Expansion Joint
		램 프	Ra	Ramp
	Steel Plate Girder	상부플랜지	UF	Upper Flange
		하부플랜지	LF	Lower Flange
		좌측복부판	LWeb	Left-Web
		우측복부판	RWeb	Right-Web
		수직보강재	V-STIF	V-Stiffener
		수평보강재	H-STIF	H-Stiffener
		가 로 보	CB	Cross Beam
		거더이음부	SP	Splice
하부구조		교 대	A	Abutment
		교 각	P	Pier
		옹 벽	Wa	Wall

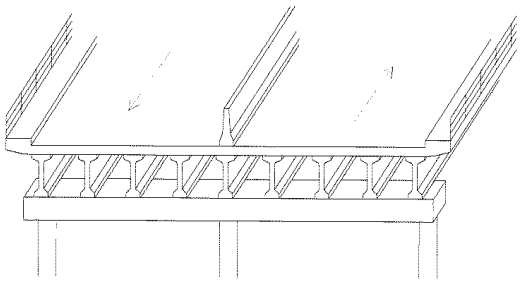
라. 교량명 정의 방법

1) 구조적으로 분리되었거나 완전히 이격된 경우 - 구분관리



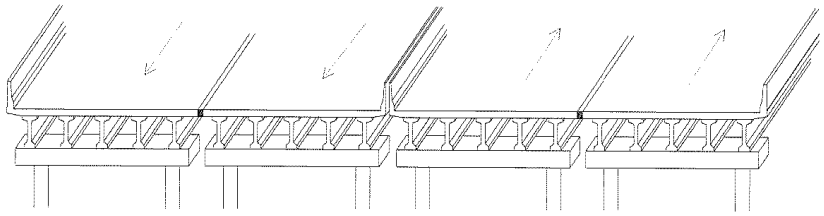
예) 판교1교(서울) 강동대교(퇴계원)
판교1교(부산) 강동대교(판교)

2) 구조적으로 동일 거동 - 동일교량으로 관리



예) 88 낙동강

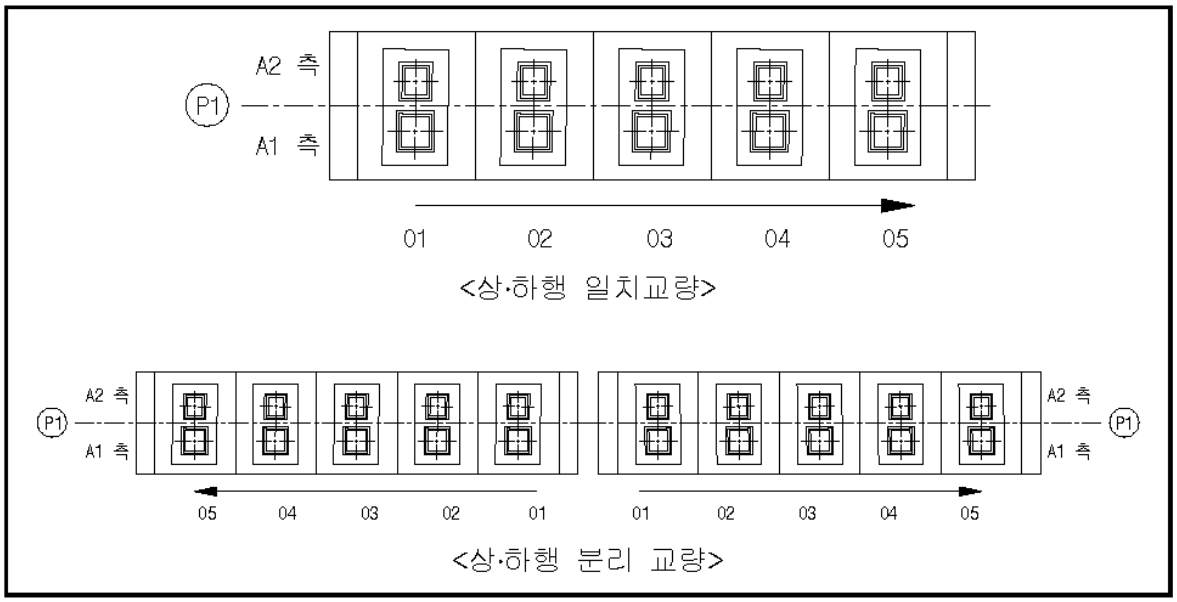
3) 동일한 교량에 대한 확장이 여러번 된 경우 - 각각 구분관리



예) 기존교량 : 금강1교(서울0), 기존교량 : 금강1교(부산0)
1차확장교량 : 금강1교(서울1), 확장교량 : 금강1교(부산1)
2차확장교량 : 금강1교(서울2), 확장교량 : 금강1교(부산2)
※ 확장된 순번으로 번호 부여

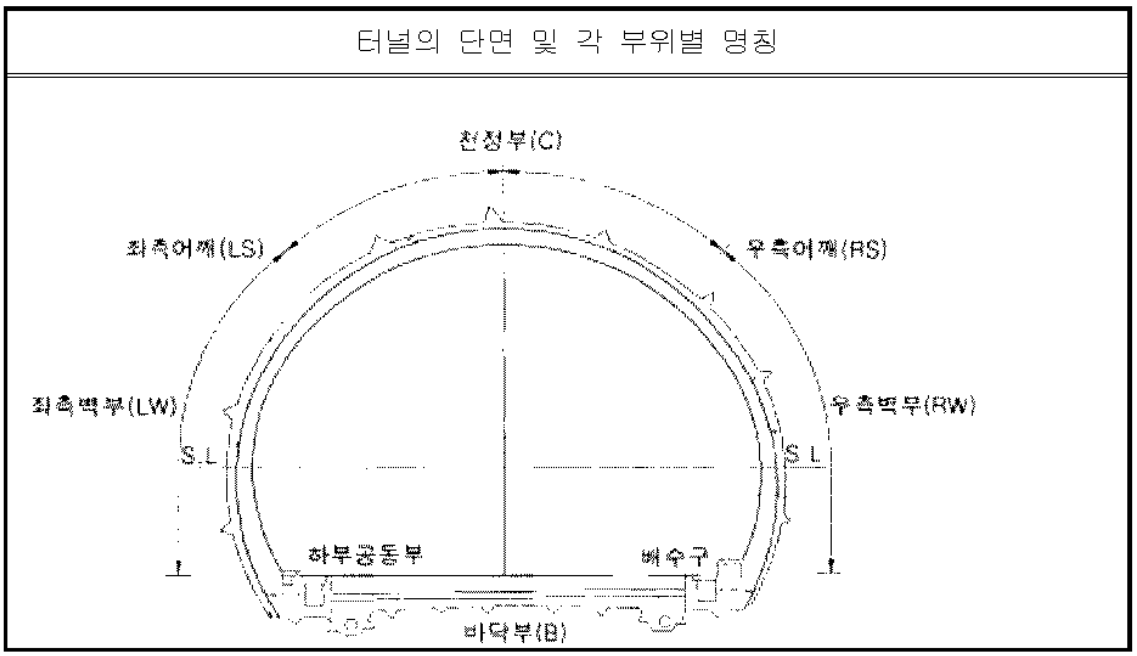
마. 거더 및 받침장치 순서 정의

본 교량의 거더 및 받침장치의 순서는 상·하행 일치교일 경우 시점에서 종점을 바로 보았을 때 좌측부터 나타내고, 상·하행 분리교일 경우 시점에서 종점을 바로 보았을 때 중분대측부터 나타내었으며, 받침장치는 A1측 또는 A2측의 방향을 첨부하여 나타내었다.<그림 1.6.1> 참조



<그림 1.6.1> 받침장치 순서 정의

1.6.2 터널

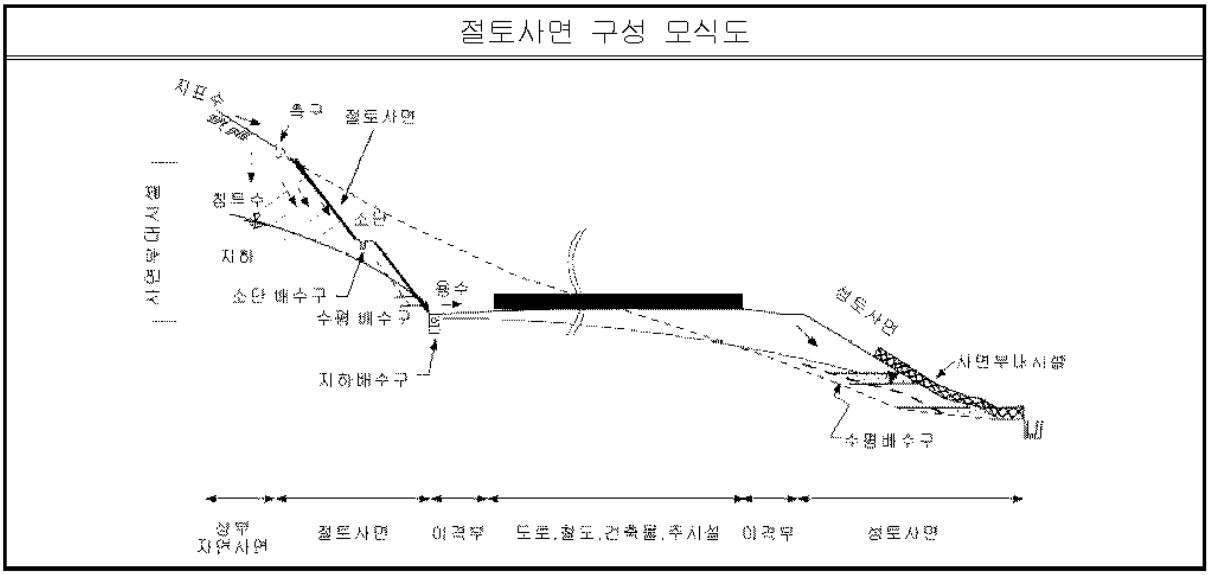


1.6.3절토사면

가. 절토사면의 구성

절토사면은 공간적 위치나 기능에 따라 상부자연사면, 절토사면, 사면시설, 이격부, 소단으로 나눈다.

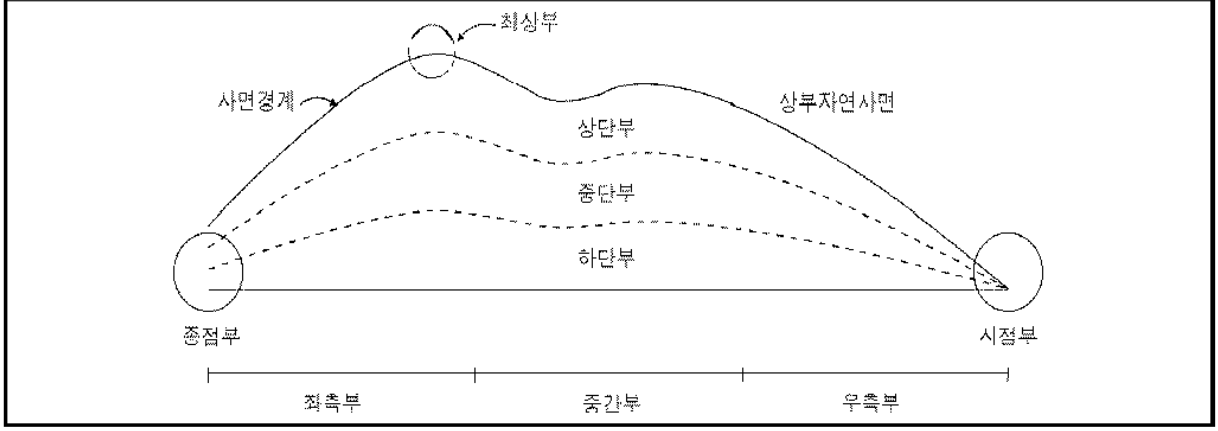
절토사면 구성 모식도



나. 절토사면의 부위별 명칭

절토사면의 각 부위별 명칭은 절토사면을 전방에서 바라보았을 때를 기준으로 하며, 절토사면을 마주볼 때 「좌측부, 중간부, 우측부」, 상하 위치에 따라 「상단, 중단, 하단」으로, 우측부의 끝점은 「시점부」, 반대 위치는 「종점부」로 칭한다. 또한, 절토사면과 상부 자연사면과의 경계를 「사면경계」라 하며 이중 제일 높은 곳을 「최상부」라 한다.

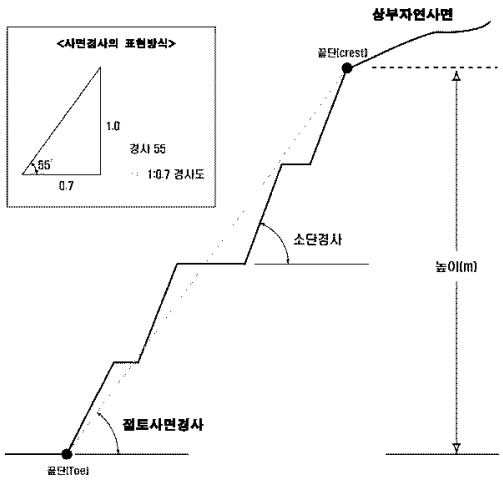
절토사면 각 부위별 명칭



다. 절토사면의 규모

절토사면의 규모는 연장의 경우 시종점간 선형 길이를 말하며, 높이는 사면 상하 끝단의 수직높이를 말한다. 경사는 사면경사와 소단경사로 구분되며, 아래 그림과 같다.

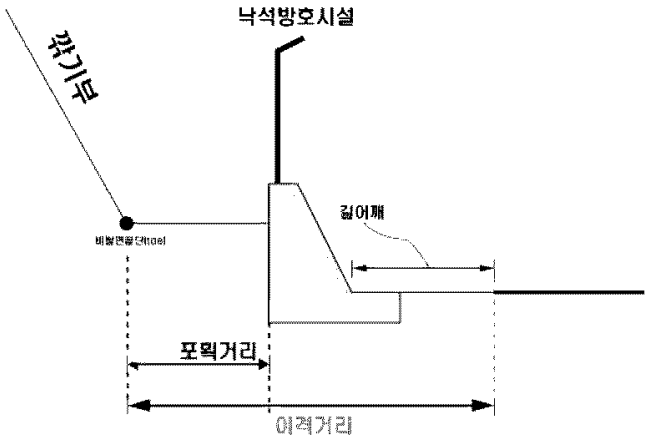
절토사면의 경사 및 높이의 표현방식



라. 이격부

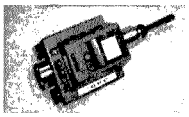
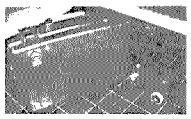
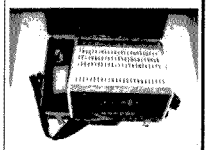
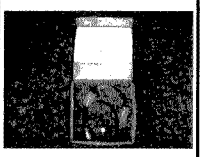
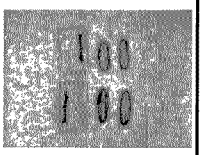
이격부는 절토사면의 상·하단부에서 주 시설물까지의 공간을 말하며, 낙석이나 붕괴발생시 충격완화 또는 주 시설물로의 직접적인 유입을 방지하기 위한 여유공간을 제공하며, 보수보강을 위한 공사시행 시 작업 공간 및 사면시설 설치 공간 등의 기능을 가진다.

이격부의 구성



1.7 사용 장비

<표 1.7.1> 사용장비①

구 분	장비명	규 격	제조사 (제조국)	Serial Number	용 도	비 고
콘크리트 강도	SCHMIDT HAMMER	A-750RX	KAMEKURA (JAPAN)	05056	반발경도를 이용한 콘크리트 강도측정	
철근배근 탐사	OKO-2	OKO-2 GEORADAR	RUSSIA	166	철근배근상태 및 피복두께 측정	
재하시험	재하시험 계측기	STC-16NB	삼연테크 (한국)	-	DATA 수집	
	노트북	2373-1LJ	IBM (미국)	99-60CLB	DATA 저장	
	처짐계	OU-30	Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd (일본)	BJC06242	처짐 측정	
	변형율 게이지	PL-60-11-1 L	Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd (일본)	P204711	변형율 측정	
	가속도계	ARF-20	Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd (일본)	DJC06504	고유진동수 측정	
수평계	디지털 수평계	196-2 Electronic	GERMANY	-	경사 및 기울기 측정	

<표 1.7.2> 사용장비②

구 분	장비명	규 격	제조사 (제조국)	Serial Number	용 도	비 고
균열 폭 측정	균열 폭 측정기	CRACK GAUGE	PEAK (JAPAN)	1-01-05-08	구조물에 발생된 균열 폭 측정	
제원조사	줄자	5m	KOMELON (KOREA)	258627	부재의 실측 및 손상 규모 측정	
		50m		335908		
	버니어 캘리퍼스	DIGIMATIC CALIPER	MITUTOYO (JAPAN)	7261251	탄산화 깊이 및 강재두께 등 실측조사	
촬영 기록	카메라	NIKON COOLPIX P4	NIKON (JAPAN)	55104037	구조물 전경 및 현장조사 현황 촬영기록	
통신장비	무전기	TLKR-T5	MOTOROLA	165HLA0756	점검자간 연락용	
공기구	연마기	BGA402	MIKITA (CHINA)	7091	검사지점 면고르기	
	드 릴	BHP454	MIKITA (CHINA)	9542	검사지점 파쇄	
외관조사	고소차	45m	-	-	교량 고소구간 외관조사용	

제2장 외관조사 및 재료시험

2.1 개 요

2.2 재료시험

제 2 장 외관조사 및 재료시험

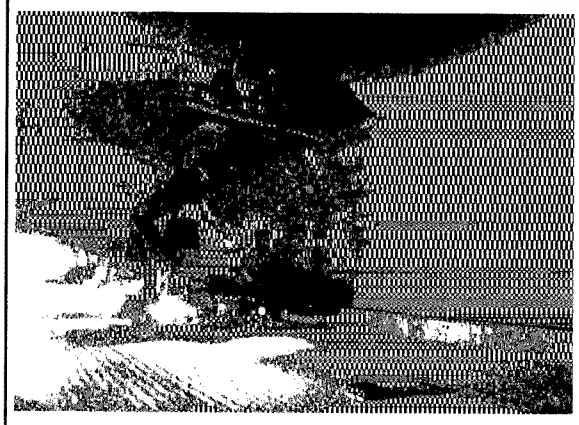
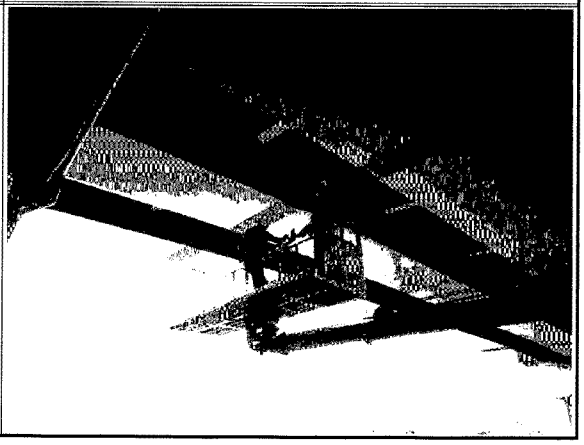
2. 1 외관조사

2.1.1 개 요

외관조사는 기존시설물에 관한 기초자료를 얻고, 육안 및 간단한 장비에 의해 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태변화(결함, 손상, 열화 등) 및 균열 폭과 길이 등 구성 재료의 변화 추적하기 위하여 실시하는 것으로서 조사된 현황 분석(결함 및 손상원인 등), 현장 재료시험(비파괴시험)에 의한 내구성 조사결과 분석, 시설물의 종합평가 등을 종합적으로 분석하여 향후 시설물의 효율적인 유지관리 및 내구성 확보를 위한 기초 자료를 획득하는 것이 가장 큰 목적이다.

2.1.2 조사방법

외관조사는 시설물의 상태평가를 위한 기초자료이므로 객관성을 확보하고자 세부지침의 각 항목별 외관조사 요령을 기본으로 수행하였으며, 과업대상 시설물의 보다 면밀한 조사를 위해서 도보 및 사다리, 교량점검차(굴절차), 고소차(스카이) 등을 이용해 최대한 구조물에 근접하여 정밀 외관조사를 실시하였다. 조사된 결과는 손상정도(균열 폭, 길이 등) 및 손상위치를 각 부재별·위치별로 기술하여 향후 유지관리 시 유용할 수 있도록 전체적인 상태를 외관조사망도에 자세하게 수록하여 작성하였다. [부록 : 외관조사망도 참조]

고소차를 이용한 터널 외관조사 장면	고소차를 이용한 교량 외관조사 장면
	

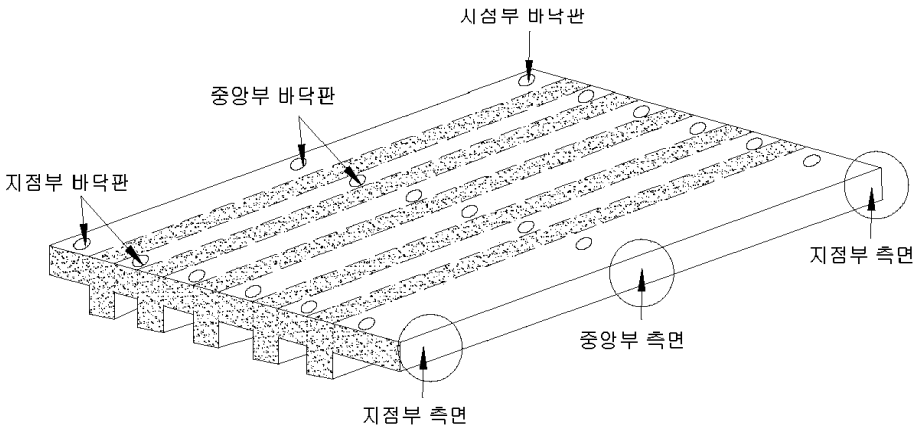
2.1.3 교량 시설물의 점검사항

초기점검 외관조사 시 과업대상 교량 시설물의 각 부재 및 부위별, 세부항목별 점검사항은 다음과 같다.

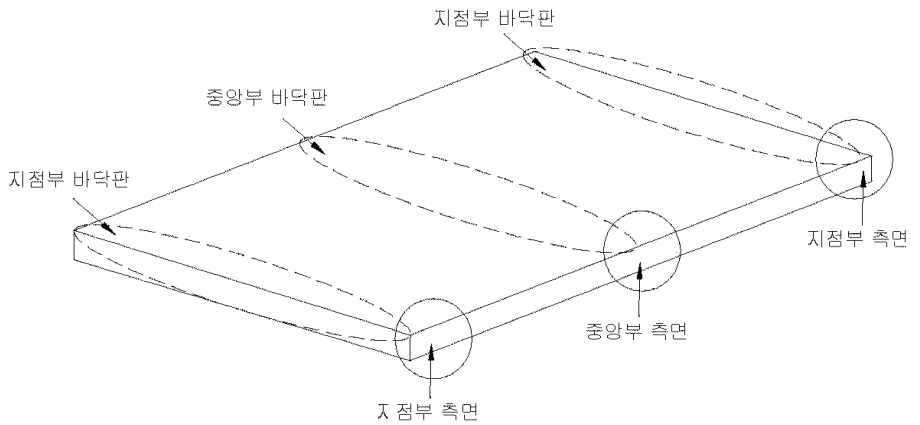
가. 외관조사 시 점검사항

1) 콘크리트 바닥판

점 검 부 위		손 상 종 류
▷공통		·균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 ·재료분리(공동, 공극) ·누수 및 백태(유리석회)
▷거더교		·균열, 망상균열
▷바닥판, 라멘상부	- 받침부(단부)	·부스러짐 ·사인장균열
	- 중앙부	·휨균열



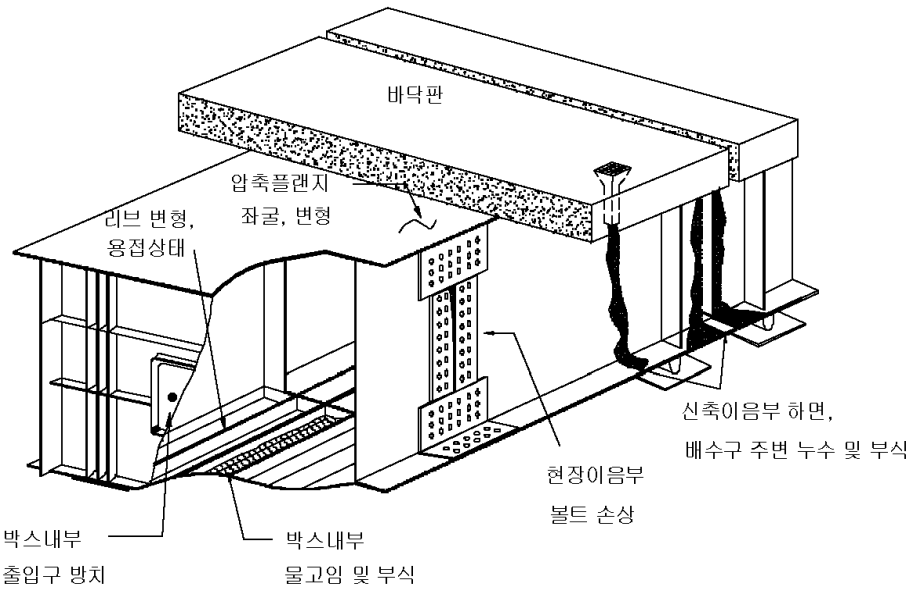
< 거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위 >



< 거더가 없는 경우의 바닥판 점검부위 >

2) 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑)

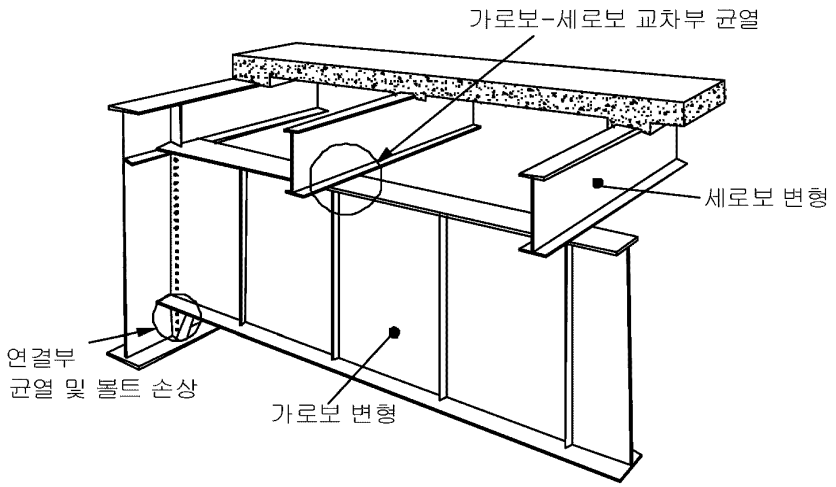
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	·도장 손상 및 부식 ·현장이음부 볼트손상, 누수 ·신축이음부 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 ·이상음 발생
▷피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	·피로균열
▷받침부	·복부판 부식 및 국부좌굴 ·거더와 받침연결부 부식 ·게르버교의 경우 핀 연결부 부식 ·지점보강제 하단 용접부 균열 ·박스내부 출입구 방치 ·박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷중앙부	·부식 ·플랜지 변형 및 처짐 ·맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷주탑	·주탑하단부 연결볼트 부식 및 파단
▷보수부위	·용접부 및 연결부 주변 균열
▷부재연결판	·트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결관의 부식, 균열 및 변형 ·사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결관의 부식, 균열 및 변형



< 강박스 거더 주요 점검부위 및 점검사항 >

3) 강 가로보와 세로보

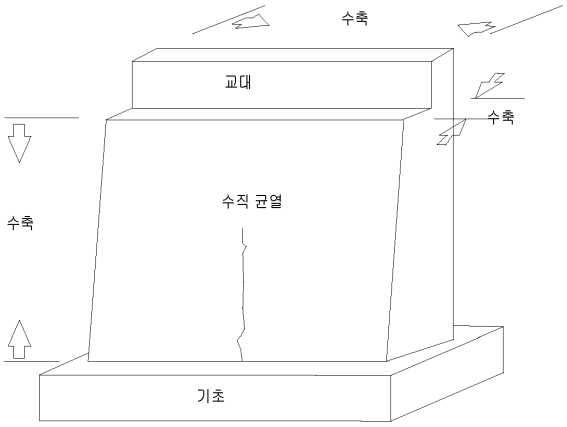
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	·도장 손상 및 부식 ·현장이음부 볼트손상, 누수 ·이상음 발생
▷피로강도등급 낮은 용접상세부 (D,E급)	·피로균열
▷2차부재	·가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 ·하중집중점, 가로보와 세로부 교차부 균열 ·거세트판 용접부 끝부분 균열
▷보수부위	·용접부 및 용접부 주변 균열



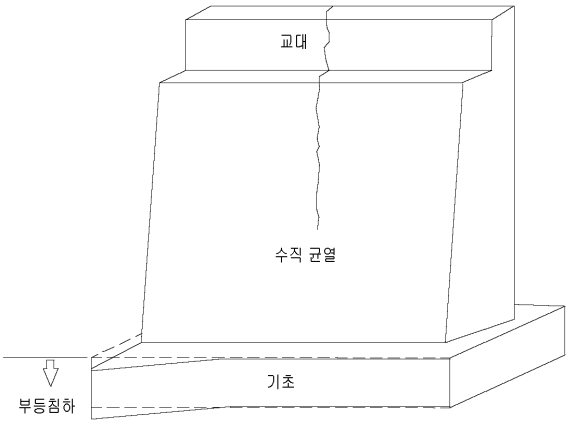
< 강 가로보, 강 세로보의 점검부위 및 점검사항 >

4) 교대

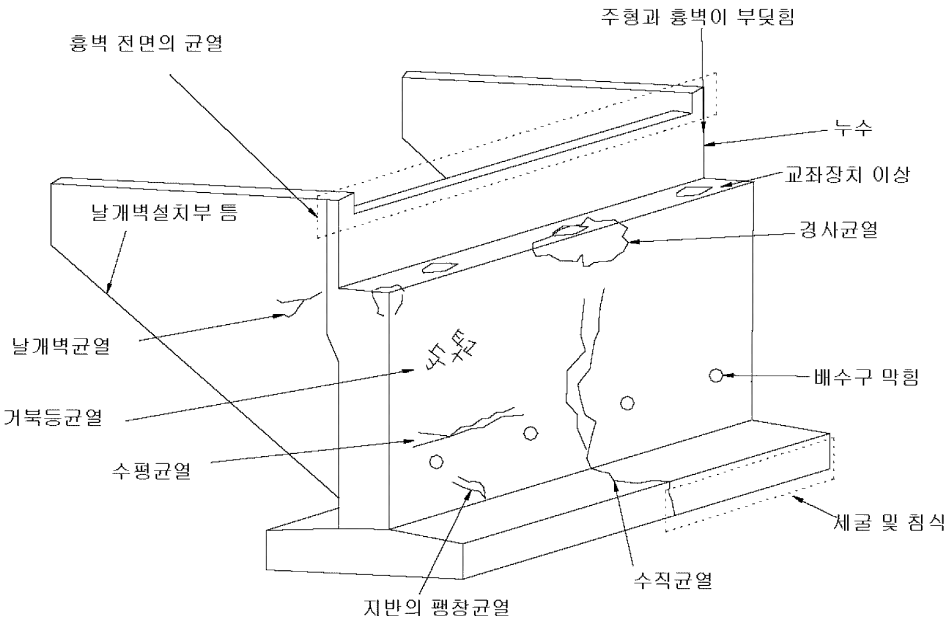
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	·교대 기울음, 전도 ·균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	·두부 물고임 ·받침부 균열 및 파손 ·두부와 흉벽 경계부 균열 ·거더와 흉벽 신축유간 부족
▷벽체	·수직균열 및 침하 ·구체와 날개벽 분리 ·구체부 배수구 막힘 ·수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽 포함)	·날개벽 이동, 전도 ·석축이 있는 경우 사면붕괴



<온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열 >



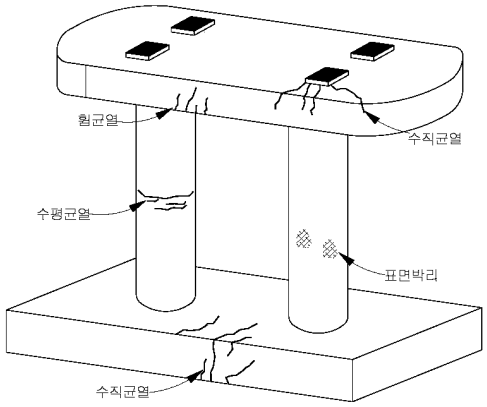
<부등침하로 인한 교대의 수직균열>



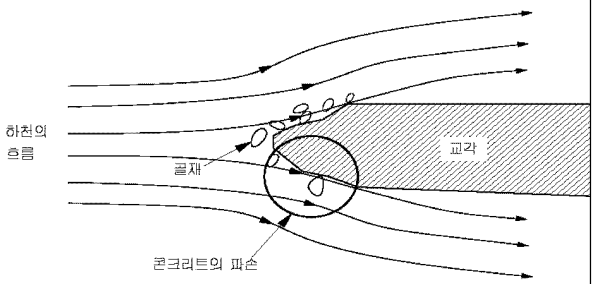
< 교대의 점검부위 >

5) 콘크리트 교각

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	·교각 기울음 및 전도 ·균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	·두부 물고임 ·받침부 하부 균열 및 파손
▷벽체	·시공이음부 균열 ·이동 또는 기울음 ·수면접촉부 침식



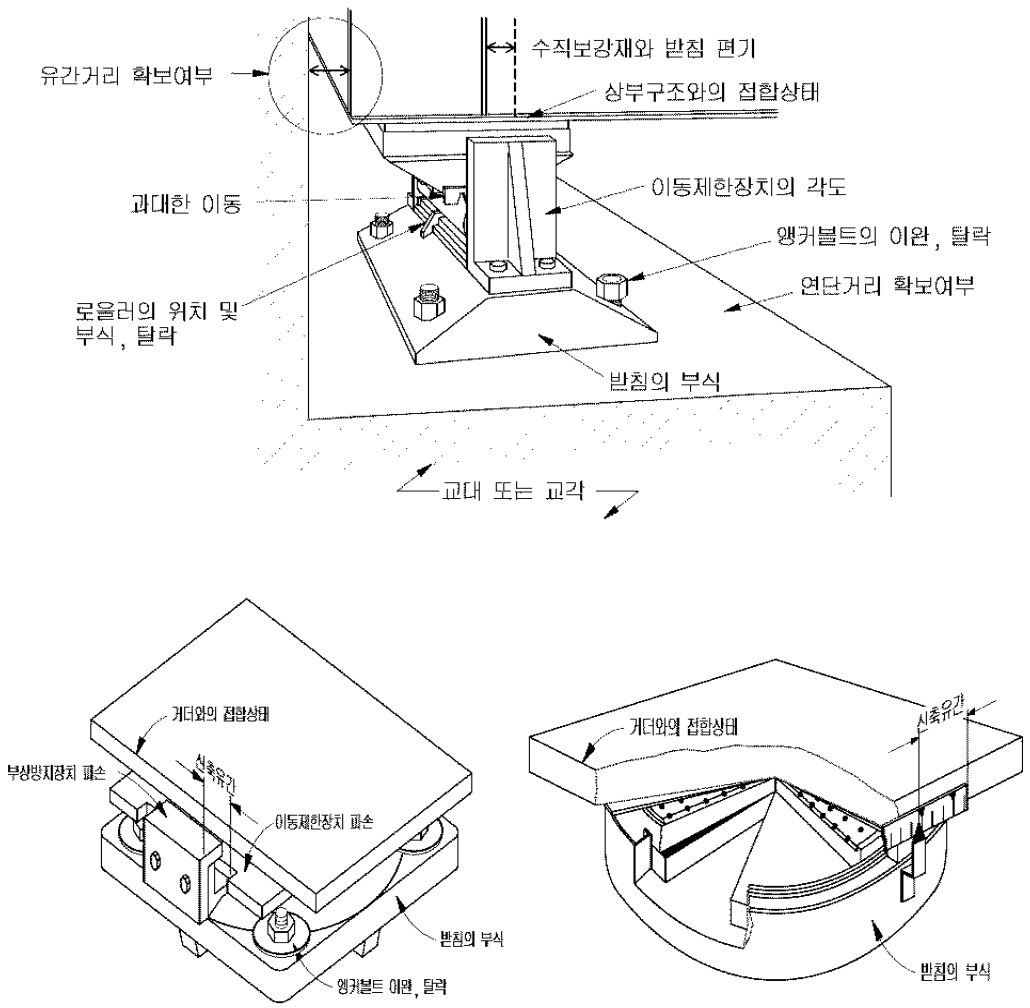
< 콘크리트 교각의 점검부위 >



< 유수에 의한 교각의 침식 >

6) 교량받침

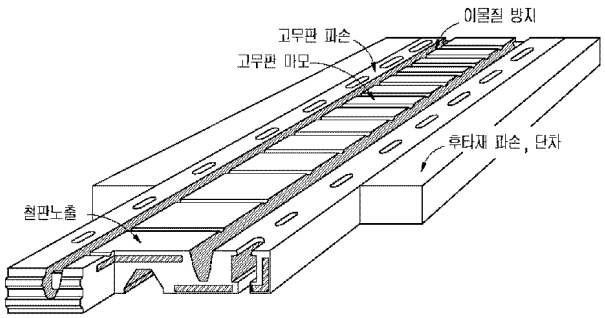
점 검 부 위		손 상 종 류
▷본체	- 공통	·가동받침의 신축유간 부족 ·가동받침 전·후방의 가동장애 요소 ·받침과 주형의 밀착상태 ·수직보강재와 받침 편기상태 ·받침 물고임 및 부식
	- 강재받침	·가동면 부식 ·부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	- 고무받침	·부풀음 및 갈라짐 ·고무판의 과도한 변형
▷받침콘크리트		·앵커볼트 파손, 절단 ·콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 ·교각두부 균열

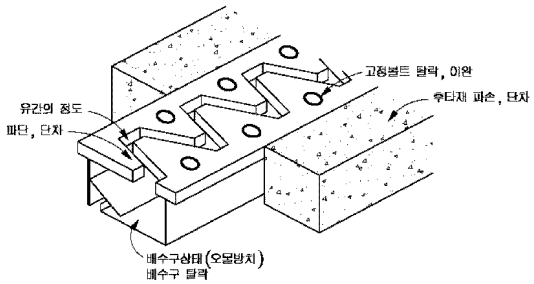


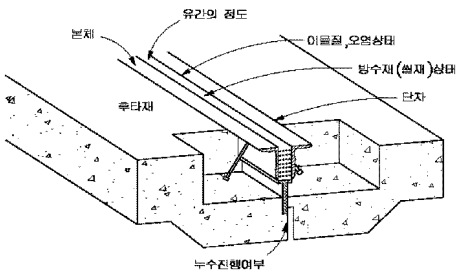
< 교량받침의 점검부위 및 점검사항 >

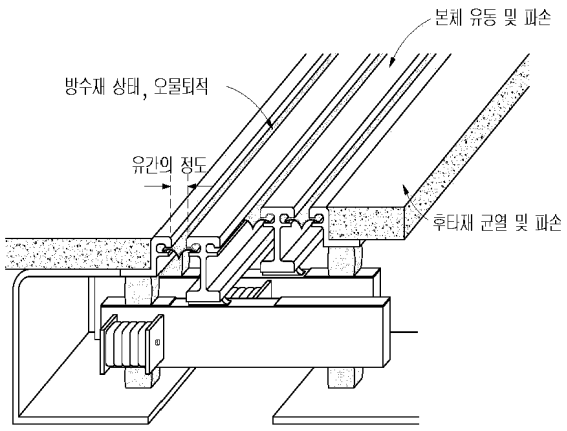
7) 신축이음

점 검 부 위		손 상 종 류
▷본체	- 공통	·충격음, 본체유동 및 파손 ·누수 ·유간부족 및 유간과다 ·유간 오물퇴적
	- 고무재	·고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	·강재 연결부 이완 및 파손
▷후타재		·단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) ·균열 및 파손









< 신축이음의 점검부위 및 점검사항 >

8) 배수시설

점 검 부 위	손 상 종 류
▷배수구(유입구) - 뚜껑(그레이팅)	·뚜껑파손 및 주변파손, 누락 ·오물퇴적, 막힘 ·배수구의 설치높이가 높음 ·배수구 설치위치 불량 ·배수구 설치간격 넓음
▷배수관	·관의 연결부 어긋남, 파손 ·이물질에 의한 막힘 ·지지철물의 이완 및 파손 ·배수관 길이 부족(짧음) ·유출구 위치 부적절(도로구간)

9) 난간 및 연석

점 검 부 위		손 상 종 류
▷난간 연석	- 강재, 알루미늄	·강재의 경우 도장 손상 및 부식 ·난간과 상판연결부의 결함, 파손 ·전체적인 처짐 및 선형불량
	- 철근 콘크리트	·균열, 박리, 파손 ·철근노출 및 부식 ·전체적인 처짐 및 선형불량

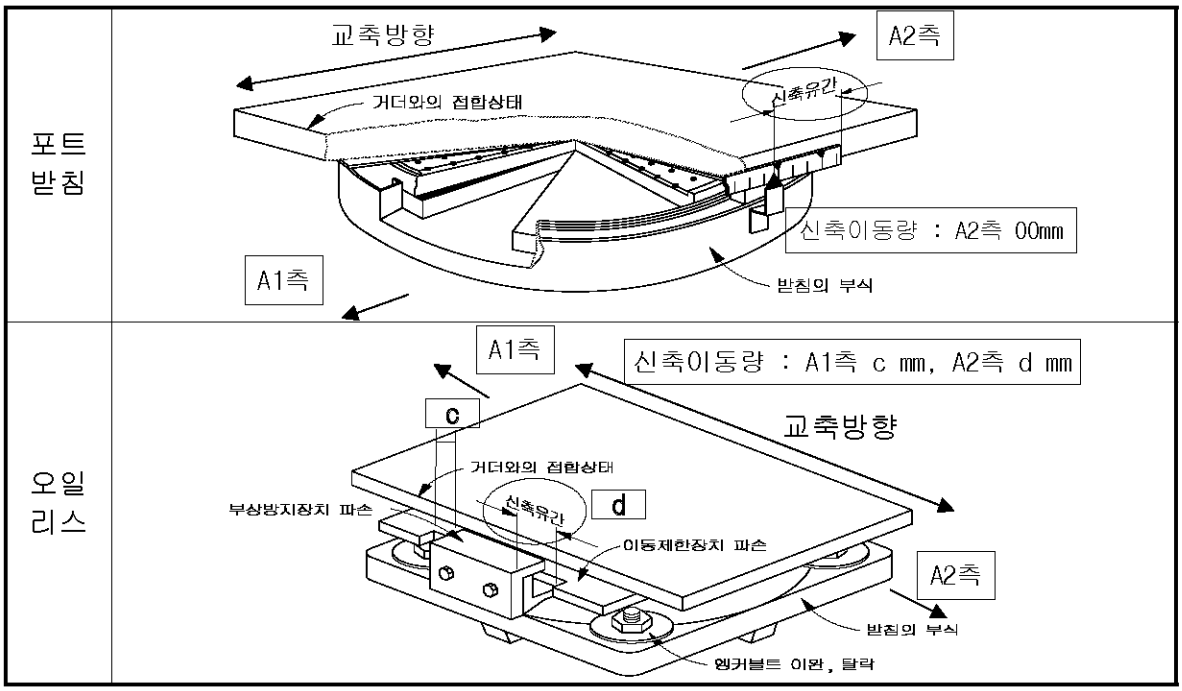
나. 교량받침 조사

1) 개 요

받침장치는 상부구조로 부터의 수직하중(자중, 열차하중)을 원활하게 하부구조에 전달하고 온도변화에 의한 수평하중을 수용하여 불필요한 온도응력의 발생을 해소하는 장치로서 특히 온도변화에 따른 수평하중을 수용하는 과정에서 발생되는 신장 및 수축량을 측정하여 가동 여유량 확보여부를 조사하였다.

2) 교량받침 이동량 조사

가) 받침장치 이동량 조사방법



나) 가동받침의 이동량 산출

$$\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_s + \Delta l_c + \Delta l_r$$

여기서, Δl : 신축량

Δl_t : 온도변화에 의한 이동량

Δl_s : 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량

Δl_c : 콘크리트의 크리프에 의한 이동량

Δl_r : 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량

① 온도변화에 의한 이동량 (Δl_t)

$\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, ΔT : 온도변화

α : 선팽창계수

L : 신축거더 길이(m)

【 온도변화 및 선팽창계수 】

교량 종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭한 지방	
콘크리트교	-5℃ ~ +35℃	-15℃ ~ +35℃	1.0×10^{-5}
강교	-20℃ ~ +50℃	-30℃ ~ +50℃	1.2×10^{-5}

② 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량(Δl_s)

$\Delta l_s = \Delta T \cdot \alpha \cdot L \cdot \beta$ 여기서, ΔT : 온도변화

α : 선팽창계수

L : 신축거더 길이

β : 저감계수

L : 신축거더 길이(m)

【 건조수축, 크리프의 저감계수, β 】

콘크리트의 재령(월)	0.25	0.5	1	3	6	12	24
건조수축, 크리프의 저감계수(β)	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1

③ 콘크리트의 크리프에 의한 이동량(Δl_c)

$\Delta l_c = \frac{P_i}{E_c \cdot A_c} \cdot \Phi \cdot L \cdot \beta$ 여기서, P_i: Prestressing 직후의 PS 강재에 작용하는 인장력

E_c: Concrete 탄성계수

A_c: Concrete 단면적

Ø: Concrete Creep 계수

L: 신축거더 길이

β: 건조수축, 크리프의 저감계수

【 콘크리트의 크리프 계수와 건조수축량 】

콘크리트의 크리프계수	Ø= 2.0
콘크리트의 건조수축	20℃ 하강상당

④ 활하중에 의한 거더의 처짐으로 발생하는 이동량(Δl_r)

일반적으로 거더교의 경우 거더의 처짐에 의한 영향은 거더 단부의 회전에 의한 이동량에 대해서만 고려한다.

$$\Delta l_r = \sum (h_i \cdot \theta_i)$$

여기서, h_i : 거더의 중립축에서 받침의 회전중심까지의 거리
(통상 거더 높이의 2/3)

θ_i : 받침 상부의 거더의 회전각
(강교:1/150, 콘크리트교:1/300)

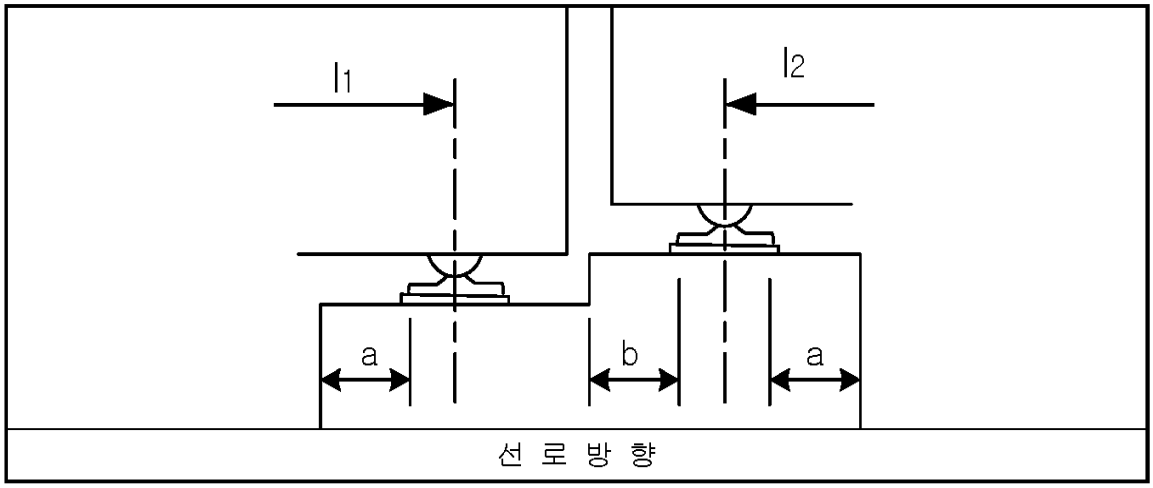
3) 교량받침 연단거리 조사

가) 교량받침 설치기준

① 받침의 끝에서 거더 끝단까지의 거리는 받침에 작용하는 수평력 및 연직력에 대하여 안전해야 하며, 주거더의 종류에 따라 다음 값 이상이어야 한다.

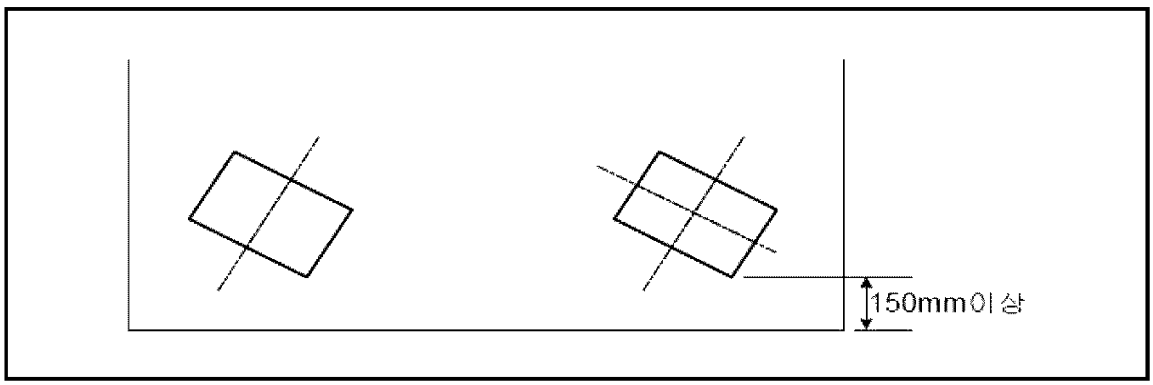
구 분		연단거리 기준치 a	연단거리 기준치 b	비 고
철근콘크리트 거더 및 PSC 거더	L < 15m	150mm	150mm	L= 신축거더의 길이(m)
	15m ≤ L < 20m	200mm	150mm	
	20m ≤ L < 30m	250mm	150mm	
	30m ≤ L < 40m	350mm	150mm	
	40m ≤ L	400mm	150mm	
플레이트 거더 (강박스 포함)	L < 25m	200mm	150mm	
	25m ≤ L	250mm	150mm	
트러스		300mm	150mm	

【 받침의 끝에서 거더 끝단까지의 거리 】



② 사각을 가진 거더에서 받침 최외측선부터 거더 끝단까지의 교축방향으로의 최소거리는 일반적으로 150mm 이상으로 해야 한다.

【 사각을 가진 거더에서 받침의 배치 】



③ 최소 받침 지지길이

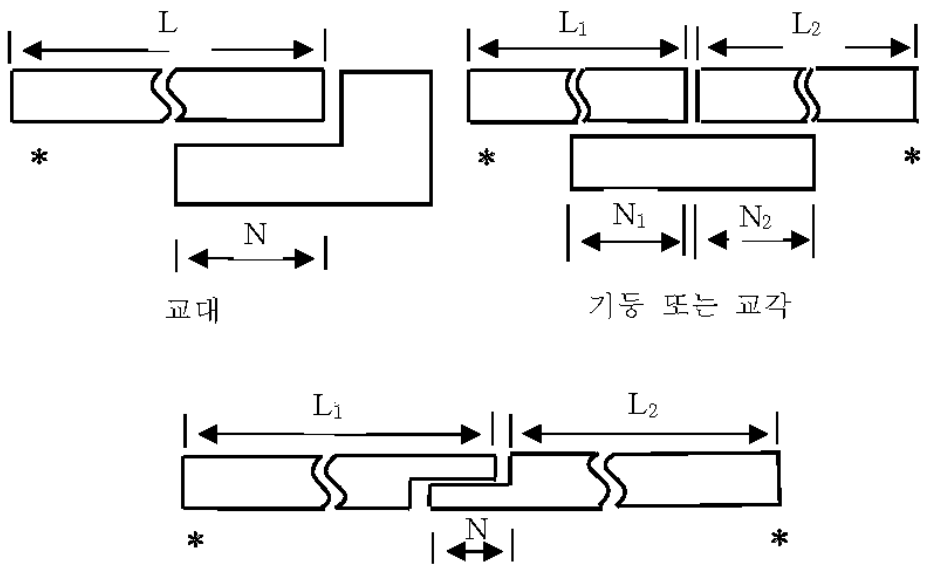
최소 받침 지지길이는 지진 발생 시 낙교를 방지하기 위한 최소한의 받침 지지길이로서 도로설계기준에 의하면 다음과 같이 명시되어 있다.

㉮ 최소 받침 지지길이는 모든 거더의 단부에서 확보해야 한다.

㉯ 최소 받침 지지길이의 확보가 어렵거나 낙교방지를 보장하기 위해서는 변위구속장치를 설치해야 한다.

㉰ 단경간교와 지진구역 Ⅱ에 위치하는 내진Ⅱ등급교의 최소받침 지지길이(N)은 다음 값보다 작아서는 안 된다.

【 최소 받침 지지길이 규정에 관한 치수 】



$N = (200 + 1.67\,L + 6.66\,H) \times (1 + 0.000125\,\theta^2)$ mm

여기서, L : 인접 신축이음부까지 또는 교량단부까지의 거리 (m)
단, 지간 내에 힌지가 있는 경우의 L은 힌지 좌·우측방향의 거리인 L1과 L2의 합으로 한다.

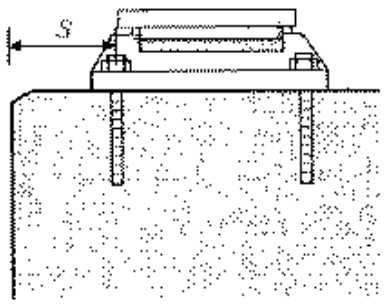
H : 다음 각 경우에 대한 평균높이(m)
교대 : 인접 신축이음부의 교량상부를 지지하는 기둥의 평균높이, 단경간교의 평균높이는 0으로 한다.
기둥 또는 교각 : 기둥 또는 교각의 평균높이
지간 내의 힌지 : 인접하는 양측기둥 또는 교각의 평균높이

θ : 경간의 직각방향에 대한 교각이나 교대의 사잇각(도)

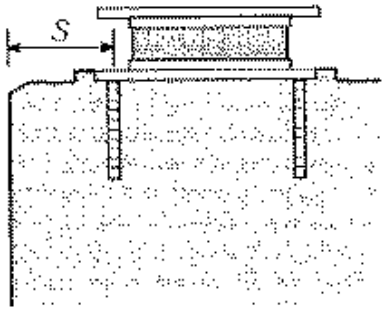
나) 교량받침 연단거리 조사 방법

교좌면은 받침을 통해서 상부구조로부터 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고, 또 지진 시 등에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서 지진 시 하중을 전달하는 부재로서 앵커볼트에 의해 받침을 고정하는 경우에는 받침의 종류와 관계없이 앵커볼트의 중심에서 하부구조 정부 연단까지의 거리를 S로 한다. 사교 혹은 곡선교의 경우 받침 연단거리 S는 하부구조 정부연단과의 최단거리 방향으로 확보하여야 한다.

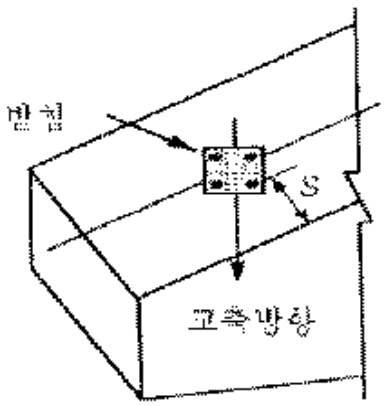
【 교량받침의 연단거리 】



a) 강제 받침의 경우



b) 고무받침의 경우



c) 사교 및 곡선교의 경우

※ 출처 : 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서 - 한국시설안전공단(2012.12)

다. 신축이음 유간조사

1) 개 요

상부구조는 고정단을 중심으로 계절변화에 따라 교축방향으로 신장·수축하게 된다. 슬래브 및 거더 단부의 유간이 부족할 경우 단부 파손, 기타 손상이 발생될 수 있으므로 점검 시 슬래브 및 거더의 유간거리를 측정하여 계산치와 비교·검토 함으로써 슬래브 유간의 적정성을 판단한다.

2) 측정방법

유간거리 실측은 다음 그림과 같이 측정하였다.



【 유간거리 측정방법 】

3) 설계 신축량 검토

- 신축장 100m미만 : 기본 신축량 × 20% + 10㎜
- 신축장 100m이상 : 설치 여유량(10㎜) + 부가 여유량(20㎜)

여기서, 신축장은 신축하는 거더의 길이로서 일반받침 및 면진받침에 대하여 각각 고정단으로부터의 거리 및 교량의 중심에서부터의 거리이다.

4) 신축 여유량 검토

신축이음장치의 신축 여유량 확인은 교량받침의 유간확인의 방법과 동일하게 온도 신축에 따른 계산 여유량과 실제 측정 유간을 비교하여 확인한다.

2.1.4 절토사면 시설물의 점검사항

초기점검 외관조사 시 과업대상 절토사면 시설물의 각 부재 및 부위별, 세부항목별 점검사항은 다음과 같다.

점 검 내 용	점 검 항 목
사면손상 상태	<면밀한 외관조사> - 파괴징후 · 인장균열, 이완암괴 규모 · 사면 및 구조물 변형 상태 - 파괴현황 · 파괴유형, 위치, 규모 등
사면파괴 요인	<면밀한 외관조사> - 지반상태 · 토질 조건 및 토층 심도 · 토질의 연경도 · 절리 경사 및 방향 · 절리 간격, 거칠기, 연장 등의 상태 - 사면현상 · 사면 경사 및 집수지형 - 자연적 외부 요인 상태 · 강우 및 지하수 상태(필요할 경우 지진 하중) - 인위적 외부 요인 상태 · 절취 상태, 배수 조건 ·표면 보호 및 보강공 상태
시험(안전성평가의 경우)	<안정해석을 위한 지반정수 분석> - 토질시험 · 전단시험(점착력, 첨두마찰각, 잔류마찰각), 표준관입시험 - 암석시험 · 일축압축강도 (코어시료 획득 불가시 점하중시험으로 환산) · 절리면 직접전단시험(점착력, 내부마찰각) · 물성시험:단위중량, 탄성계수, 포아송 비

2. 2 재료시험

2.2.1 개 요

육안조사 시 발견된 결함에 대한 원인을 규명하고자 할 때에는 육안조사의 한계가 있기 때문에 이를 극복하기위한 수단으로써 현장 재료시험을 실시하며, 이는 시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등 구조물의 특성을 간접적으로 측정하는 시험방법으로서 시험장비 및 측정방법의 특징, 적용한계 등을 고려하여 측정이 이루어져야 한다.

또한 재료시험의 가장 큰 목적은 시설물의 상태 또는 안전성평가가 객관적이고, 보편타당하게 이루어지기 위한 기초자료를 확보하기 위함이며, 본 초기점검에서는 각 시설물 주요부재에 대해서 향후 유지관리 및 점검·진단에 필요한 초기치 획득을 위하여 반발경도시험, 철근탐사시험, 탄산화 깊이 측정 등 각종 현장 재료시험을 실시하였다.

가. 재료시험 항목 및 수량

건설공사 안전점검 지침에 따르면 초기점검은 정기안전점검 수준 이상의 안전점검으로서 이에 따른 재료시험 항목 및 수량은 세부지침의 정밀점검 기본과업 수준을 준용하되 건설공사 안전관리 지침의 기본조사 및 추가조사 항목, 정기안전점검업무 매뉴얼 등에 부합되도록 시공자와 책임기술자 간의 협의 하에 수행 가능한 항목에 대해서 다음 사항을 고려하여 수행하였다.

[안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 기준수량(정밀점검)]

조 사 내 용		활 용 장 비	성 과	수 량	
교량	반발경도	Schmidt Hammer	콘크리트 압축강도	상,하부	·50m 마다(1개소)
	철근탐사	OKO-2 Georadar	철근 배근간격 및 피복두께	상,하부	-
터널	반발경도	Schmidt Hammer	콘크리트 압축강도	·총연장 / 300m(개소)	
	철근탐사	OKO-2 Georadar	철근 배근간격 및 피복두께	-	
	탄산화 깊이측정	페놀프탈레인	탄산화깊이측정	철근콘크리트	·총연장 1000m 미만 : 2개소 ·총연장 1000m 이상 : 최소2개소 + 1000m당 1개소
절토사면	반발경도	Rock Test Hammer	일축압축강도	암반사면	-

나. 시험위치 선정

시설물에 대한 항목별 시험위치는 상세 외관조사를 실시한 후 및 외관 상태를 고려하여 시험목적에 부합되도록 선정하였으며, 본문의 각 시설물별 조사위치에서 세부적으로 나타내었다.

2.2.2 각 항목별 시험요령

가. 콘크리트 비파괴강도

콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 대표적인 방법으로 반발경도시험이 있으며, 시험방법 및 강도 산정절차 등을 살펴보면 다음과 같다.

1) 반발경도시험

가) 시험원리

반발경도시험은 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 방법의 하나로 경화된 콘크리트 표면을 타격할 때, 측정 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_C)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

나) 측정장비

점검·진단에서 일반적으로 사용되고 있는 테스트해머는 N형(NR형), 디지털

해머, P형 및 M형 등이 있으며, 본 과업에서는 디지털해머(SD7000 모델)를 사용하였다.

다) 시험방법

① 시험위치를 선정한 후, 콘크리트 표면을 그라인더로 평탄하게 연마하여 표면 레이턴스를 제거한다.

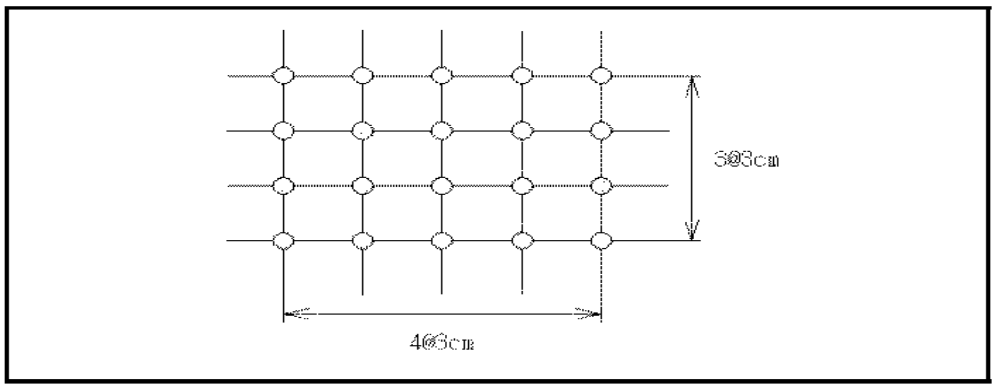
② 시험 전 테스트 Anvil을 이용하여 반발경도의 초기 값을 보정한다. 슈미트 햄머를 테스트 앤빌에 타격하였을 때 반발경도가 앤빌값(80)± 1 이내 이어야 한다.

③ 철근 부식부, 피복 박리부, 충전 불량부, 배수구 주변 등은 일반적으로 강도가 낮으므로 표면 연마를 잘 하여야 한다.

④ 골재상단과 습윤부의 타격을 피하고 기둥과 같은 압축부재는 기둥 높이를 상·중·하로 나누어 측정하면 측정오차를 최소화시킬 수 있다.

⑤ 1개소 당 측정회수는 20회(타격위치 간 3cm 이격시킴)를 표준으로 한다.

【 슈미트햄머 표준 타격 위치 】



⑥ 측정결과는 제시된 규정에 의하여 타격각도 및 재령보정을 실시한다.

라) 보정반발경도(R_0) 계산

① 반발경도시험 값(R_m) 20개의 평균을 산정

② 평균값에서 ± 20%이상 벗어나는 경우의 시험값은 버리고 나머지 시험값의 평균(R)을 산출

③ 시험값 중 버리는 값이 4개 이상인 경우는 시험 부위의 결정에서 문제가 있을 수 있으므로 전체 시험값 군을 무시

④ 반발경도시험 현장의 여건 등을 고려하는 반발경도에 영향을 미치는 요인을 검토하여 각종 보정값(ΔR)을 산정

⑤ 산정한 보정값(ΔR)을 평균시험값(R)에 가감하여 보정반발경도(R_0)를 결정하여 콘크리트 비파괴강 추정에 적용

⑥ 보정반발경도(R_0)는 소수 첫째자리 기준

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3$$

여기서, ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 압축부재의 사하중 응력에 따른 보정값

ΔR_3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

마) 보정값

① 타격각도에 의한 보정

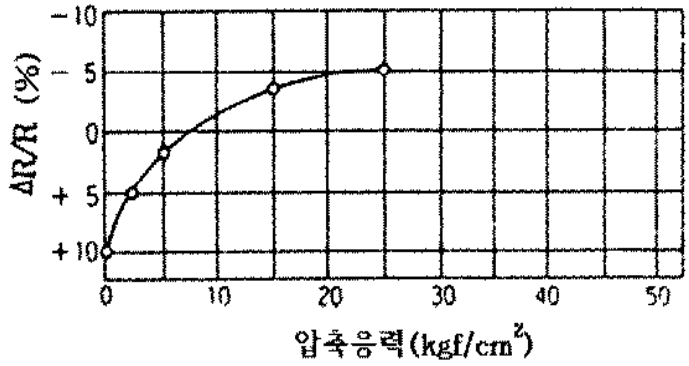
슈미트햄머의 타격각도에 대한 보정치는 다음과 같다.

【 타격각도에 따른 보정치 】

반발경도(R)	보정치 ΔR			
	+ 90°	+ 45°	- 45°	- 90°
10	-	-	+ 2.4	+ 3.2
20	- 5.4	- 3.5	+ 2.5	+ 3.4
30	- 4.7	- 3.1	+ 2.3	+ 3.1
40	- 3.9	- 2.6	+ 2.0	+ 2.7
50	- 3.1	- 2.1	+ 1.6	+ 2.2
60	- 2.3	- 1.6	+ 1.3	+ 1.7
상향수직 : +90°	상향수직 : +45°	상향수직 : -45°	상향수직 : -90°	

② 압축응력에 따른 반발경도의 보정

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 대략 0.1MPa 인 경우 $\Delta R_2 = -0.015R$, 0.25 인 경우 $\Delta R_2 = -0.05R$ 이다.



【 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선 】

③ 콘크리트 습윤 상태에 따른 보정

콘크리트는 함수율이 증가함에 따라 반발경도가 저하되므로, 가능하면 표면이 젖어있지 않은 상태에서 시험을 해야 한다. 그러나 습윤 상태를 피할수 없는 경우에는 다음 일본 토목연구소에서 제시하고 있는 방법에 의해 반발경도를 보정하는 것이 바람직하다.

- 측정위치가 습하고 타격의 흔적이 보이는 경우 : 보정값 3을 더한다.
- 측정위치가 완전히 젖어 있는 경우 : 보정값 5를 더한다.

바) 현장에 적합한 압축강도 추정식 선정

① 대상 시설물의 규모가 작거나 코어채취가 곤란하여 현장에 적합한 강도추정식을 산출하기 위하여 기존의 제시된 강도 추정식을 이용한다.

② 현장 구조물의 대상 부위에서 반발경도를 측정하여 보정값을 고려한 보정 반발경도를 산출한다.

③ 기존 추정식의 적정한 선정을 위하여 2~3개소에서 코어를 채취하여 압축강도 시험을 실시한다.

본 과업에서는 코어채취가 곤란한 현장여건과 재료의 특성(보통콘크리트, 고강도콘크리트)에 따라 기존에 제시된 강도 추정식을 사용하여 비파괴강도를 추정하였으며, 사용된 제안식을 살펴보면 다음과 같다.

재료특성	연구자	추정 제안식 (MPa)	비고
보통 콘크리트	일본재료학회	$Fc = -18.0 + 1.27 \cdot Ro$	설계기준강도 30MPa 미만시 적용
	일본건축학회	$Fc = (7.3Ro + 100) \times 0.098$	
고강도 콘크리트	권영웅 외	$Fc = 2.304R - 38.80(MPa)$	설계기준강도 30MPa 이상시 적용
	과학기술부	$Fc = 15.2R - 112.8(kgf/cm^2)$	

※ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 - 한국시설안전공단(2006.12)

사) 재령보정계수

콘크리트의 재령이 경과함에 따른 반발경도와 압축강도의 상관관계는 변하게 하며, 탄산화의 효과는 콘크리트의 표면반발경도를 증가시킨다.

따라서 장기재령 콘크리트의 강도 추정에서는 재령 28일의 강도추정식에서 구해진 비파괴강도에 슈미트해머 제조사에서 제시하고 있는 재령보정계수 (α)를 곱하여 평가한다.

$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$ 여기서, F_{28}' : 재령 28일 강도

α : 압축강도 보정계수

【 재령에 따른 반발경도 보정계수 】

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일	14일	15일	16일	17일	18일
n	1.90	1.84	1.78	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22
재령	19일	20일	21일	22일	23일	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
n	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95
재령	38일	40일	42일	44일	46일	48일	50일	52일	54일	56일	58일	60일	62일	64일	66일
n	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85
재령	68일	70일	72일	74일	76일	78일	80일	82일	84일	86일	88일	90일	100일	125일	150일
n	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일					
n	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63					

아) 평가방법

반발경도시험에 대한 평가근거 및 내용은 아래와 같다.

구 분	내 용	비 고
평가내용	▪ 비파괴 시험에 의해서는 90%, 코어압축강도는 85%까지는 구조물에 큰 문제가 없는 중도(中度)인 것으로 판정.	설계강도 기준
평가근거	▪ 일본국토개발기술연구센터 - “철근콘크리트 건축물의 내구성 향상기술”	

나. 암반 강도 측정

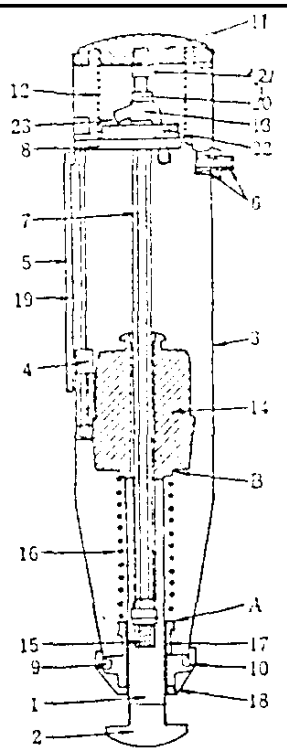
1) 반발경도법

원래 Schmidt Hammer는 E.O. Schmidt에 의하여 콘크리트 강도의 비파괴 시험기로서 현장에서 직접콘크리트의 압축강도나 탄성계수를 측정하기 위하여 고안된 시험기였으나, 일본의 전력중앙연구소에서 Kikuchi, Saito 등이 1975년쯤부터 연암에서 경암까지 양호한 결과를 얻기 위해서는 Attachment를 장착하여 고결도가 낮은 암반에서 Schmidt Hammer 타격에 의하여 암반 측정면이 과도한 변형에 의해 국소파괴를 방지하고 암반이 가지고 있는 반발치를 얻었다.

2) 측정 원리

Rock Test Hammer는 아래 그림과 같이 해머를 미리 압축한 스프링에 축적된 힘을 해방함으로써 해머가 암반의 표면에 부딪칠 때 그 반발력(탄성적인 튀어오름)을 측정함으로써 반발경도로 암석, 암반의 강도나 탄성계수를 추측하고자 하는 것이다. 따라서 신선하고 단단한 암석·암반일수록 해머의 튀어오르는 높이는 크게 된다. 튀어 오르는 높이는 해머가 충격을 주기 전에 스프링의 힘에 의하여 움직인 높이에 대한 백분율로 나타내며 반발치(Rebound Number) R로 표시한다.

① 측정은 동일 암반등급이라고 간주할 수 있는 범위 내에서 실시한다.
② 암반 내에 존재하는 절리, 층리 등의 영향에 의한 계측치의 흩어짐을 고려하여 측정점이 적어도 3cm 정도는 거리를 두고 실시한다.
③ 암반 일부분이 부석 상태로 되어 있는 경우에는 그 부분은 측정은 피한다.
④ 측정면이 요철을 가진 경우는 측정을 피한다든가 연마석으로 갈아 평편하게 한다.
⑤ 암반면에 직각으로 20회를 타격하고 산술평균하여 반발치를 측정한다.



No	Name of parts
1	Plunger
2	attachment
3	housing
4	rider with guide rod
5	scale
6	push button
7	hammer guide bar
8	disk
9	cap
10	ring
11	cover
12	compressing spring
13	pawl
14	hammer
15	spring
16	impact spring
17	guide sleave
18	felt washer
19	scale cover
20	screw
21	lock unit
22	pin
23	pawl spring

A = guide sleave spring insert hole
B = hammer spring insert hole

Rock Test Hammer 구조도

현지 암반의 강도를 가장 손쉽게 추정할 수 있는 방법으로 암반의 절리상태, 암벽의 거칠기, 습윤정도 등에 따라 측정치의 분산이 다소 심하며, 암종에 따라 일축압축강도의 환산에 편차를 나타내는 결점이 있으나, 일반적으로 현장에 분포하고 있는 암반의 강도를 추정하기 위해 국내외에서 널리 사용되고 있는 시험이다.

3) 암반 분류

한국기술용역협회의 암반 분류 기준으로 야외 암반 및 시추 코아 관찰, 일축압축 강도, 탄성파 속도를 기준으로 분류하고 있으며, 건설표준품셈의 암석 판정 기준으로 암종에 따른 지질 조건을 고려하여 야외 암반 관찰, 암석의 탄성파 속도 및 내압 강도 기준으로 분류한 것으로 국내외에서 일반적으로 사용되는 암반(암석) 분류기준이다.

【 한국기술용역협회의 암반 분류 기준 】

암반 분류	시추굴진 상황	암반의 성질				탄성파 속 도 (Km/sec)	일축압축 강 도 (Kgf/㎠)
		풍화상태	균열상태	코아상태	햄머타격		
풍화암	Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능하며 때로는 무수보링도 가능	암반 내부까지 풍화진행, 암반의 구조 및 조직이 남아 있음	균열이 많으나 점토화의 진행으로 거의 밀착 상태임	세편상 암편이 남아 있고, 손으로 부수면가루가 되기도 함. 단형 코아가 없음.	손으로도 부서짐	< 1.20	< 125
연암	Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능	암반 내부의 일부를 제외하고 풍화진행, 장석·운모등이 변색	균열이 많이 발달, 균열간격은 5cm 이하이고, 점토 협재함.	암편상 ~ 세편상(각책상) 원형코아가 적고 복구 곤란	해머로 타격하면 가볍게 부서짐	1.20 ~ 2.50	125 ~ 400
중경암	Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능하나 Diamond bit를 사용하면 코아회수율이 양호한 암반	균열을 따라 다소 풍화진행, 장석 및 유색 광물은 일부 변색	균열발달. 일부는 점토가 협재함. 세편상 태로 잘 부서짐. 균열간격은 10cm 내외	대암편상 ~ 단주상 10cm 이하이며, 특히 5cm 내외의 코아가 많음. 원형 복구 가능	해머로 타격하면 현저한 소리를 내고 부서짐	2.50 ~ 3.50	400 ~ 800
경암	Diamond bit를 사용하지 않으면 굴진하기 곤란한 암반	대체로 석괴, 균열을 따라 약간 풍화된 암석 내부는 신선함.	균열의 발달이 적으며 균열간격은 5 ~ 15cm. 대체로 밀착상태이나 일부는 Open 됨	단주상~봉상. 대체로 20cm 이하. 1m 당 5~6개 이상	해머로 타격하면 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 휘는 경향을 보임.	3.50 ~ 4.80	800 ~ 1,10
극경암	Diamond bit의 마모가 특히 심한 암반 및 경암의 파쇄대로 코아의 막힘이 많은 암반.	대단히 신선하고 풍화되지 않음.	균열의 발달이 적으며, 그 간격은 20 ~ 50cm로 밀착상태의 균열 발달. 그 간격이 5cm 이하)	봉상~장주상. 완전한 형태를 보유. 1m 당 5 ~ 6개(암편상 ~ 각력암으로 원형코아가 적음)	해머로 타격하면 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 휘는 경향을 보임.	> 4.80	> 1,200

【 Rock Test Hammer의 반발도(R) 및 일축압축강도 대비표 (Kgf/㎠) 】

R(반발도)	타 격 각 도				
	+90(타격)	+45	0	-45	-90
10			51		64
11			55		69
12			59		74
13			63		79
14			68		85
15			73		92
16			78		99
17			84		106
18			90		114
19			97		122
20	70	80	103	123	131
21	76	87	111	132	141
22	82	93	119	142	151
23	88	100	128	152	161
24	95	108	137	163	173
25	103	116	147	174	185
26	111	125	158	187	198
27	120	135	170	200	213
28	129	145	182	215	228
29	139	156	195	230	244
30	150	168	210	247	261
31	163	181	225	264	280
32	170	195	242	283	299
33	190	210	259	303	320
34	206	227	278	325	343
35	223	244	299	348	367
36	241	263	321	373	393
37	261	283	344	399	420
38	282	305	360	427	450
39	305	329	397	458	481
40	330	354	426	490	515
41	355	381	457	525	551
42	383	411	490	562	589
43	412	443	526	601	630
44	444	477	565	643	674
45	478	513	606	689	721
46	515	553	651	737	771
47	555	596	698	789	825
48	598	642	750	844	882
49	644	691	805	904	943
50	694	747	864	967	1,009
51	749	805	927	1,035	1,079
52	808	869	995	1,109	1,154
53	872	938	1,068	1,188	1,234
54	941	1,013	1,146	1,272	1,320
55	1,016	1,094	1,230	1,363	1,412
56	1,097	1,181	1,320	1,459	1,510
57	1,184	1,175	1,417	1,563	1,615
58	1,278	1,376	1,521	1,674	1,727
59	1,379	1,486	1,632	1,793	1,847
60	1,489	1,595	1,752	1,920	1,975

다. 철근탐사시험

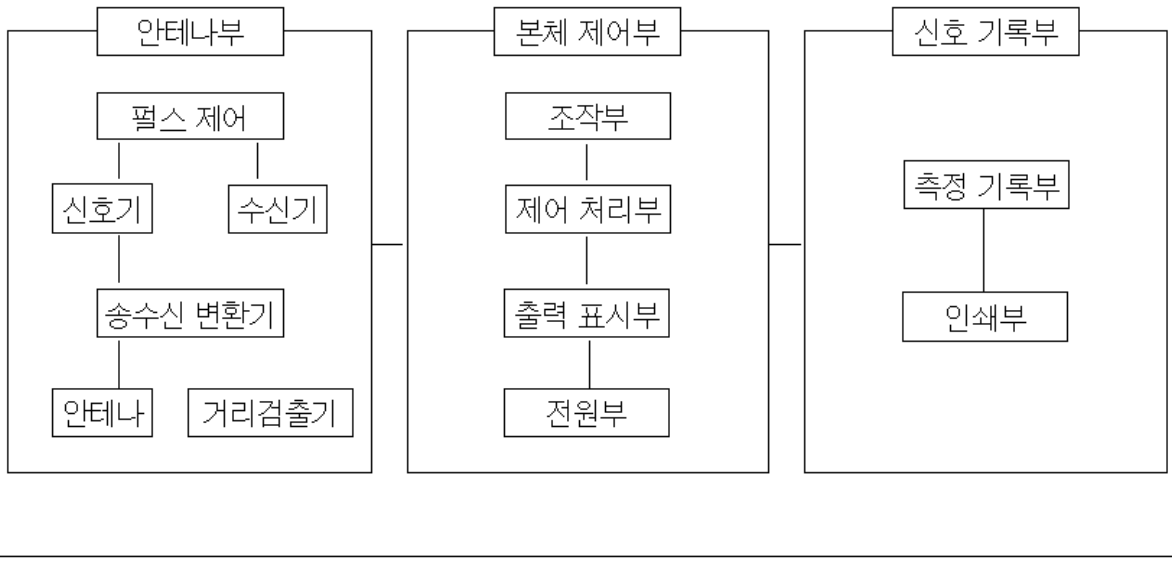
1) 시험개요

철근콘크리트의 철근량은 구조물 안전성평가 결과에 영향을 크게 미치는 인자이므로 대상 구조물의 정확한 철근 정보를 파악하는 것은 매우 중요하다.

현재 사용되고 있는 철근탐사 방식은 보편적으로 전자기유도(자기감응) 방식과 전자파레이더 방식 등이 있으며, 본 과업에서는 전자파레이더 방식에 의한 철근탐사시험을 실시하였다.

2) 시험원리

해당 물체 내의 송신된 전자파가 전기적 특성(유전율 및 전도율)이 다른 물질(철근, 매설물, 공동 등)의 경계에서 반사파를 일으키는 성질을 이용해 콘크리트 표면으로부터 내부를 향해 전자파를 안테나로부터 방사하여 목표물에서 반사해 온 신호를 안테나로 수신한 후 콘크리트 내부의 상태를 수직 단면도로 본체 표시기에 나타내어 준다.



전자파레이더법에 의한 철근탐사 시험기의 장치 구성도

3) 측정장비

본 과업에 사용된 장비는 전자파레이더 방식으로 개발된 OKO-2 GeoRadar로서 규격, 제원 및 사양 등 주요 내용을 살펴보면 다음과 같다.

가) 용도

안테나 AB-1700 이 달린 OKO-2 GeoRadar는 콘크리트 구조물에서 금속 및 비금속 물체를 탐사하기 위해 사용하며, 온도 -20℃~+50℃, 습도는 95%까지 조건에서 사용할 수 있다.

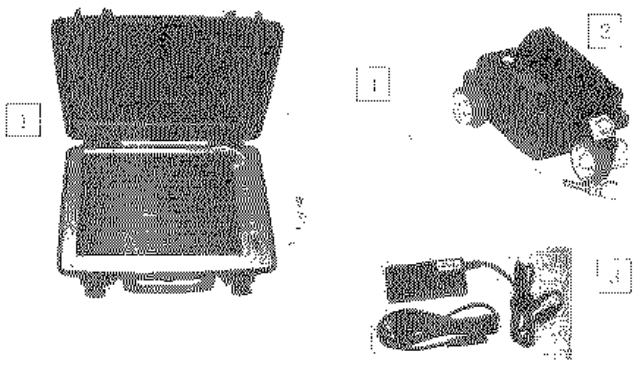
나) 작동원리

전자파는 유전율이 다른 환경의 경계에서 반사되는 특징에 기반을 둔다. 일반 전파탐지법과 달리 GeoRadar에서는 전파를 공중으로 방사하는 대신에 fading이 높은 환경으로 방사하며, 전파는 물체(금속 및 비금속) 또는 유전율이 다른 환경의 경계에서 반사된다.

다) 규격 및 사양

- 장비명 : OKO-2 GeoRadar(AB-1700)
- 주파수(㎒) : 1700.0± 30%
- 최대 탐사 심도 : 2.0m / 1.0m
- 송신 주파수 펄스폭 : 100V PP
- 수신 주파수 : 100㎑
- 배터리의 전압 : 12V ± 2V
- 소비전력 : 6W
- 배터리 용량 : 14.8V ~ 10000㎃
- 배터리 충전을 위한 사용전압 : AC100 ~ 240V(충전시간 약 10시간)

라) GeoRadar 구성



1 Control unit
- 노트북 및 전원장치

2 이동 센서가 있는 안테나 블록

3 충전기

4 연결 케이블

안테나 블록은 송신 안테나와 수신 안테나를 포함하여 단일 블록으로 되어 있다. 노트북과 연결하거나 노트북 전력 공급을 위해 Control unit를 사용한다. 안테나 블록 및 Control unit는 전압이 12V, 용량이 9A/h인 전원장치로부터 전력이 공급된다.

안테나와 Control unit를 연결하기 위해 전기 케이블을 사용하며, 이 케이블을 통해 안테나 블록으로부터 시그널이 전달되며, 안테나로 전력이 공급되고 있다. 노트북과 Control unit는 전기 케이블과 Ethernet 포트와 연결용 케이블에 의해 연결된다. 탐사 위치를 정확히 알기 위해 안테나에 거리측정용 이동센서를 사용한다.

제3장 상태평가

3.1 개 요

3.2 교량의 상태평가

3.3 터널의 상태평가

3.4 절토사면의 상태평가

제 3장 상태평가

3. 1 개 요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 시설물에 대한 상태를 평가하는 것으로서 “세부지침(교량, 터널, 옹벽, 절토사면)”의 상태평가 기준에 따라 실시하였다.

본 장은 정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 시설물의 외관조사 및 내구성조사 등 각 항목에 대한 상태평가 기준을 수록하였고, 시설물의 평가체계에 따라 평가결과를 산정하는 절차를 정리하였다.

3. 2 교량의 상태평가

3.2.1 상태평가 항목 및 기준

가. 부재별 상태평가 적용 범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받침	교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화	a, b, c, d

나. 부재별 상태평가 기준

1) 콘크리트 바닥판

기준	균 열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	◦균열폭 0.1㎜ 미만 균열	◦망상균열폭 0.1㎜ 미만	◦없음
b	◦균열폭 0.1㎜ 이상~0.3㎜ 미만 ◦균열율 2%미만	◦망상균열폭 0.1㎜ 이상~0.3㎜ 미만	◦표면 손상면적 2% 미만
c	◦균열폭 0.3㎜ 이상~0.5㎜ 미만 ◦균열율 2%이상~10%미만	◦망상균열폭 0.3㎜ 이상	◦표면 손상면적 2%이상~10% 미만 ◦철근부식 손상면적 2%미만 ◦데크플레이트 박리 및 누수발생
d	◦균열폭 0.5㎜ 이상~1.0㎜ 미만 ◦균열율 10%이상~20%미만	◦ 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	◦표면 손상면적 10% 이상 ◦철근부식 손상면적 2%이상 ◦데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생
e	◦균열폭 1.0㎜이상 ◦균열율 20%이상	◦ 망상균열에 인한 박리가 심하여 펀칭파괴 발생 가능성 있음	◦ 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

2) 강 바닥판 강 거더 및 강 교각(강 주탑)

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	◦없음	◦없음	◦없음	◦없음	◦없음
b	◦보조부재의 국부적 균열	◦보조부재의 국부적 변형	◦보조부재 2% 미만	◦부분적 용접불량(기공,슬래그,언더컷)	◦도장탈락 면적 10% 미만 ◦부식발생 면적 2% 미만
c	◦보조부재의 전반적 균열 ◦주부재의 국부적 균열	◦보조부재의 전반적 변형 및 파단 ◦주부재의 국부적 변형 ◦주탑 하단부 연결볼트 부식	◦보조부재 2%이상~10% 미만 ◦주부재 2%미만	◦주부재의 심한 용접불량(기공,슬래그,언더컷) ◦부분적 용입부족, 용접누락	◦도장탈락 면적 10% 이상 ◦부식발생 면적 2%이상~10%미만
d	◦주부재의 전반적 균열	◦주부재의 전반적 변형 및 파단 ◦좌굴에 의한 주부재 변형 ◦주탑 하단부 연결볼트 파단	◦보조부재 10%이상 ◦주부재 2%이상~10%미만	◦인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	◦부식발생 면적 10%이상 ◦부식에 의한 단면손상 면적 10%미만
e	◦균열이 주부재 단면의 20%이상 진전	◦좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	◦주부재 10% 이상	◦인장플랜지 용접연결부 균열 진전으로 인해 연결기능 상실	◦부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

3) 강 가로보와 세로보

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	◦없음	◦없음	◦없음	◦없음	◦없음
b	◦ 보 조 부 재 의 국부적 균열	◦ 보 조 부 재 의 국부적 변형	◦보조부재 2%미만	◦부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	◦도장탈락 면적 10% 미만 ◦부식발생 면적 2% 미만
c	◦ 보 조 부 재 의 전반적 균열 ◦주부재의 국부적 균열	◦주부재의 국부적 변형 ◦변형 및 충격에 의한 손상발생	◦보조부재 2%이상 ~10%미만 ◦주부재 2%미만	◦주부재의 심한 용접 불량(기공, 슬래그, 언더컷) ◦부분적 용입부족, 용접누락	◦도장손상 면적 10% 이상 ◦부식발생 면적 2% 이상~10%미만 ◦부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	◦주부재의 전반적 균열	◦주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 ◦부재의 파단 발생	◦보조부재 10%이상 ◦주부재 2%이상	◦인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	◦부식발생 면적 10% 이상 ◦부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

4) 교대

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	◦구체 균열폭 0.1㎜미만	◦없음
b	◦구체 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만	◦표면 손상면적 2% 미만 ◦앵커블록 내부 결로 발생
c	◦구체 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만 ◦교대와 날개벽사이에 폭 1.0㎜이상의 균열 발생	◦표면 손상면적 2%이상~10% 미만 ◦철근부식 손상면적 2%미만 ◦앵커블록 내부 결로에 의한 체수
d	◦구체 균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 ◦날개벽 기울음 및 손상 심화(배면토 유출) ◦기초의 부등침하로 인한 구체 기울음	◦표면 손상면적 10% 이상 ◦철근부식 손상면적 2%이상
e	◦구체 균열폭 1.0㎜이상 ◦날개벽 전도 위험 있음 ◦부등침하로 인한 교대 안전성 저하	◦코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음 ◦심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

5) 콘크리트 교각

기준	균열, 변위	열화 및 손상, 철근노출
a	◦열폭 0.1㎜미만	◦없음
b	◦균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만	◦표면 손상면적 2% 미만
c	◦균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만	◦표면 손상면적 2% 이상~10%미만 ◦철근부식 손상면적 2% 미만
d	◦균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만 ◦기초의 부등침하로 인한 교각 기울음	◦표면 손상면적 10%이상 ◦철근부식 손상면적 2% 이상
e	◦균열폭 0.1㎜이상 ◦부등침하로 인한 교각 안전성 저하	◦코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 ◦심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

6) 교량받침

기준	받 침 본 체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	◦양호	◦양호	◦양호
b	◦미세 균열, 갈라짐 등 경미한 열화	◦외부 도장탈락 및 부식 ◦도장탈색, 먼지 쌓임	◦부분적 박리, 탈락 등 손상
c	◦측면 부풀음 ◦받침두께의 0.3배 미만 전단 변형	◦미끄럼판 부식 발생 ◦부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	◦받침콘크리트에 0.3㎜ 이상 균열 발생 ◦박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	◦고무재 파손 및 단차, 균열 심화 ◦받침두께의 0.3배 이상의 전단 변형 ◦받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만 ◦받침의 신축기능 불량	◦받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 ◦받침 본체 파손 ◦받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2미만	◦받침 콘크리트 파손 및 하부공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	◦받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 ◦받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상	◦받침 신축기능 불량으로 인하여 거더등 주부재의 파손 발생 ◦받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상 ◦작동불능 상태	-

7) 신축이음

기준	본 체	후타재
a	◦없음	◦양호
b	◦토사, 이물질 퇴적 ◦고무판 노화	◦미세균열 발생
c	◦물받이 미설치 또는 파손으로 부분적으로 누수 ◦유간사이 이물질로 기능 불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 ◦고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 ◦누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식 발생	◦균열이 50㎝ 이하의 간격으로 발생 ◦국부적인 박리, 박락, 파손
d	◦강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 ◦신축유간이 밀착으로 인한 거동 불량 ◦신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 ◦신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	◦신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 ◦파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

8) 배수시설

기준	상태기준 설명
a	◦ 양호
b	◦ 다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	◦ 배수시설의 상태불량, 길이부족 ◦ 많은 퇴적물, 누수 ◦ 누수로 인하여 구조물 부식 발생 ◦배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래
d	◦ 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

9) 난간 및 연석

기준	강재		콘크리트
a	◦양호	◦양호	◦양호
b	◦도장불량 10%미만	◦고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	◦경미한 손상, 0.3㎜이하 균열
c	◦도장불량 10%이상 ◦부식으로 인한 단면 손상 10%미만	◦파손 및 탈락 10%미만	◦0.3㎜이상 균열 ◦박리, 파손, 철근노출 10%미만 ◦철근부식손상 길이 2%미만
d	◦부식으로 인한 단면 손상 10%이상	◦파손 및 탈락 10%이상 ◦인한 손상발생 ◦고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음 (방음벽)	◦박리, 파손, 철근노출 10%이상 ◦철근부식손상 길이 2% 이상
e	-	-	-

다. 구조형식에 따른 부재별 가중치(일반교량)

구분	결함도 평가항목	슬래브 교량	거더교량							라멘교		
			일반 거더교			바닥판·거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)	
			일반	2차 부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판	34	18	18	-	20	20	15		34	20	21
	주 형	-	20	25	37	18	20	23		-	21	23
	2차부재	-	5	-	11	5	3	5		-	5	-
하부	교대/교각	20	13	13	18	13		13		34	22	24
	기초	7	7	7	7	7		7		7	7	7
받침	교량받침	10	9	9	14	9		9		3	3	3
기타	신축이음	10	9	9	-	9		9		3	3	3
	교면포장	7	7	7	-	7		7		7	7	7
	배수시설	3	3	3	-	3		3		3	3	3
	난간/연석	2	2	2	6	2		2		2	2	2
콘크리트	탄산화	2(4)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)		
		2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	2(0)	2(0)		-	-	2(0)	2(0)	-	3(0)		
		1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

( ) : 정밀점검 시 적용 가중치

3.2.2 상태평가 결과 산정 방법

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

1) 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최젓값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.

2) 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최젓값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.

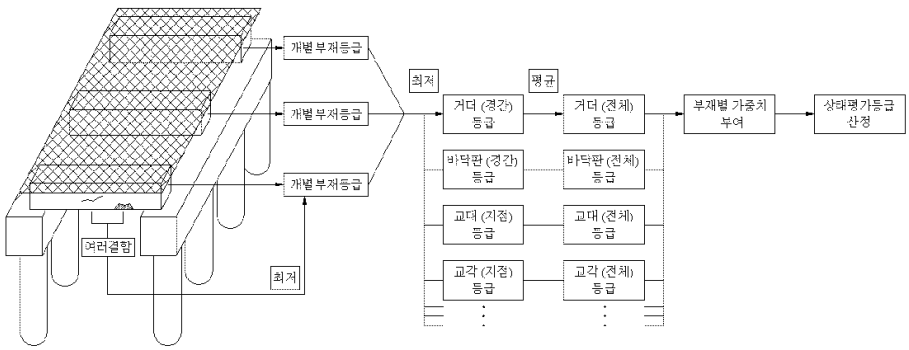
3) 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약 50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준 값이며, 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

결함도 점수 범위에 따른 기준					
기 준	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0≤ x <0.13	0.13≤ x <0.26	0.26≤ x <0.49	0.49≤ x <0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과 산정 방법(예시)



【 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예 】

3.3 터널의 상태평가

3.3.1 상태평가 판정 기준

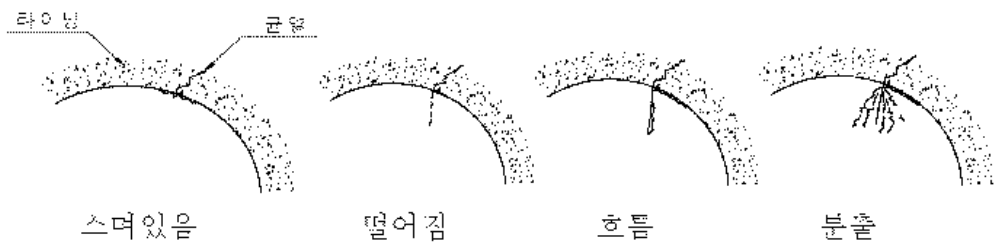
가. 기본시설

1) 균열

구 분 \ 평가기준		a	b	c	d	e
콘크리트 라이닝	무근 (균열)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 이상 0.3㎜ 미만	0.3㎜ 이상 1.0㎜ 미만	1.0㎜ 이상 3.0㎜ 미만	3.0㎜ 이상
	철근 (균열)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 이상 0.3㎜ 미만	0.3㎜ 이상 0.5㎜ 미만	0.5㎜ 이상 0.7㎜ 미만	0.7㎜ 이상

주) 진행성 균열의 경우 상태평가 결과가 “d"이하 또는 고정 균열의 경우 면적율 20% 이상으로 ” e"이면 중대한 결함으로 본다

2) 누 수

구 분 \ 평가기준	a	b	c	d	e
누 수	없 음	스며 있음	떨 어 짐	흐 름	분 출
					

주) 상태평가 결과가 "d"이하이며, 토립자와 함께 나와 구조적 결함을 유발시킬 수 있거나 고드름 및 측빙 등으로 차량통행에 현저한 지장을 주는 경우 중대한 결함으로 본다.

3) 파손 및 손상

구 분 \ 평가기준		a	b	c	d	e
콘크리트 라이닝	손상도	없 음	1/6 미만	1/6 이상 1/3 미만	1/3 이상 1/2 미만	1/2 이상
	손상 면적	없 음	아주 경미한 상태	경미한 손상 (10㎝×10㎝미만)	중간 손상 (10㎝×10㎝ 이상, 30㎝×30㎝미만)	극심한 손상 (30㎝×30㎝이상)
조적식 라이닝	손상 두께	없 음	벽돌부분 손상	벽돌 1개 이하	벽돌 1~2개	벽돌 2개 이상

4) 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)

구 분 \ 평가기준	a	b	c	d	e
박 리	없 음	0.5㎜미만	0.5㎜이상 1.0㎜미만	1.0㎜이상 25㎜미만	25㎜이상 이거나 조골재 손실
층분리 및 박락	없 음	깊이 12㎜미만 또는 직경 75㎜미만	깊이 12 ~ 25㎜미만 또는 직경 75~150㎜미만	깊이 25㎜이상 또는 직경 150㎜이상	박락이 극심하여 즉시 보수를 요하는 상태
백태, 재료분리	없 음	면적율 5%미만	면적율 5 ~ 10%	면적율 10 ~ 20%	면적율 20%이상
철근노출	없 음	면적율 1%미만	면적율 1 ~ 3% 미만	면적율 3 ~ 5% 미만	면적율 5%이상
탄산화 잔여깊이	30㎜ 이상	10㎜이상 ~ 30㎜ 미만	0㎜이상 ~ 10㎜ 미만	0㎜ 미만	-
전염화물 이온량	0.3㎏/㎥ 이하	0.3㎏/㎥ 초과 ~ 1.2㎏/㎥ 미만	1.2㎏/㎥ 이상 ~ 2.5㎏/㎥ 미만	2.5㎏/㎥ 이상	-

주) 탄산화 잔여깊이 또는 전염화물 이온량에 대한 상태평가 결과가 "d"등급이고, 철근노출의 상태평가 결과가 "e"등급이면 중대한 결함으로 본다.

5) 배수상태

구 분	오 염 됨	배수불량 및 막힘(배수시설 작동불량)
결함점수	1 (1~2)	2 (3~4)

주) 결함점수에서 ()은 지하차도, 지하정거장 및 지하역사에 적용한다.

6) 지반상태

구 분	풍화변질 및 단층파쇄대			
	풍화변질	단 층 파 쇄 대		
		영향범위 외	영향범위 내	
			중·소규모 단층	대규모 단층
결함점수	1	1	2	3

7) 갱문(접속부) 상태

구 분	손 상	
	보통인 상태	불량한 상태
결함점수	0.5 (1)	1 (2)

주) 결함점수에서 ()은 지하차도, 지하정거장 및 지하역사에 적용한다.

8) 공동구 상태

구 분	덮개파손 및 오염됨	이물질 퇴적 및 침수
결함점수	0.5	1

9) 특수조건(추가점수)

구 분	도심지 토사터널		전력구터널, 전차선을 설치한 터널		
	주의범위 (1D~2D)	제한범위 (1D미만)	측벽부 낙수	아치부 낙수	동결위험
결함점수	1	2	1	2	3

3.3.2 상태평가 결과 산정방법

가. 기본시설 상태평가결과 산정

1) 제1단계 : 라이닝 결함지수(f) 산정

가) 라이닝 단위길이별 평가항목에 대해 최저등급의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.

나) 라이닝 단위길이별 결함지수를 구한다.

다) 라이닝 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 단위길이별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

2) 2단계 : 라이닝 상태평가 등급 산정

가) 라이닝 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

나) 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

3) 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

가) 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갱문, 공동구상태의 결함점수를 부여한다.

나) 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 터널결함지수(F) 산정시 분모에 대한 영향은 고려하지 않는다.

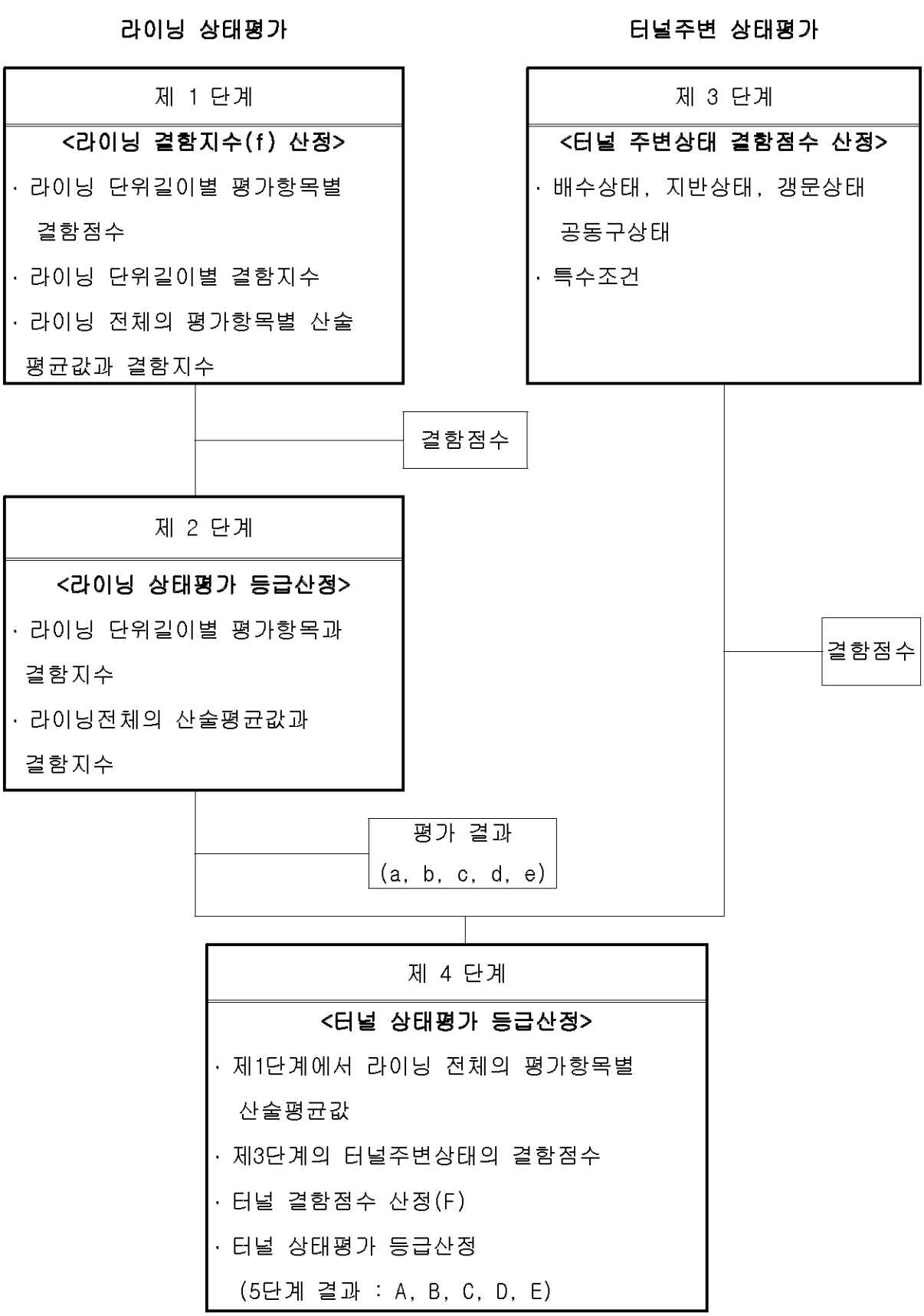
4) 제4단계 : 터널 상태평가등급 산정

가) 제1단계의 라이닝 결함지수(f) 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값과, 제3단계의 터널 주변상태 평가 결함점수를 합한다.

나) 터널 결함지수(F)를 산정하고, 터널 상태평가 등급을 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

다) 터널 상태평가등급 산정

- A등급(우수) : 터널 결함지수(F) $0.00 \leq F < 0.15$
- B등급(양호) : 터널 결함지수(F) $0.15 \leq F < 0.30$
- C등급(보통) : 터널 결함지수(F) $0.30 \leq F < 0.55$
- D등급(미흡) : 터널 결함지수(F) $0.55 \leq F < 0.75$
- E등급(불량) : 터널 결함지수(F) $0.75 \leq F$



<그림 3.3.1> 상태평가 결과 산정절차

나. 부대시설 상태평가결과 산정

1) 제1단계 : 부대시설 결함지수(f) 산정

가) 부대시설 단위길이별 평가항목에 대해 최저등급의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.

나) 부대시설 단위길이별 결함지수를 구한다.

다) 부대시설에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 부대시설 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

2) 2단계 : 전체 부대시설 상태평가 등급 산정

가) 부대시설별 평가항목과 결함지수에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

나) 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

다) 개별 부대시설을 각각 평가한 후 산술평균하여 부대시설 결함지수를 산정하고 전체 부대시설 상태평가 결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

부대시설의 결함지수(f) = ∑(fn) / N

여기서, fn : 개별 부대시설의 상태평가 결함지수

N : 개별 부대시설의 개수

3) 3단계 : 전체 시설물 상태평가 결과 산정

가) 기본시설 결함지수(F)에 부대시설 가중치(W)를 곱하여 전체 시설물의 결함지수(F)를 산정하고 시설물 상태평가 결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

시설물의 결함지수(F) = 기본시설 결함지수(F) X 부대시설 가중치(W)

<표 3.3.1> 부대시설의 가중치

가중치(W)	1.00	1.00	1.02	1.05	1.10
부대시설 결함지수	0≤f<0.15	0.15≤f<0.30	0.30≤f<0.55	0.55≤f<0.75	0.75≤f
시설물 상태평가	문제점이 없는 최상의 상태	기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태	부재의 손상이 있으나 기본시설 기능수행에 문제가 없는 상태	부재의 손상이 중대하여 기본시설에 영향을 주는 상태	기본시설의 기능수행에 문제를 일으켜 즉각적인 조치가 필요한 상태

3.4 절토사면의 상태평가

3.4.1 상태평가 기준

가. 지반특성에 따른 절토사면의 분류

국내에 분포하는 다양한 지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분 할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다.

토층 심도율(SR)은 사면을 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있는 지시자로서 토층 심도와 사면 높이의 비로 정의된다.

토층심도는 토층의 두께로서 충적층 또는 풍화등급상 잔류토와 완전풍화암을 대상으로 측정한다.

$$SR = \frac{Soil\ depth}{Slope\ height}$$

암반의 블록크기 비는 블록크기 지수와 사면높이의 비를 말하며, 블록크기 지수는 각 절리군의 평균 간격(Si)으로 정의 할 수 있다.

$$BR = \frac{Block\ size\ index(Ib)}{Slope\ height(H)}$$

$$Ib = \frac{\sum_{i=1}^{3} Si}{3}$$

절토사면의 분류

구 분		토층심도율	압축강도	블록크기비	주요 파괴유형	비 고
토사사면		> 0.4	-	-	원호, 표층	
암반사면	연약암반사면	≤ 0.4	≤10 MPa	-	표면, 원호 평면, 쐐기	제3기층 등
	파쇄암반사면		> 10 MPa	≤ 0.01	쐐기, 평면 원호, 전도	단층 파쇄대 등
	절리암반사혐			> 0.01	쐐기, 평면 전도, 낙석	일반 암반사면
토층 심도율이 0.2 ~ 0.4일 경우, 혼합 사면으로 규정하여 토사 사면과 암반 사면의 특성을 모두 고려할 필요가 있음						

나. 상태평가 항목

절토사면의 상태평가를 위한 조사항목은 사면의 손상상태와 파괴요인의 평가로 구분하여 실시한다.

1) 절토사면 손상상태 평가 항목

절토사면의 손상상태 조사는 사면에 발생한 파괴이력과 현재 진행중인 파괴징후에 대한 조사로서 절토사면 상태평가의 직접적 평가내용이다.

조사항목은 크게 사면의 파괴징후에 관련된 항목과 기 발생된 파괴현황에 관련된 항목으로 나눌 수 있으며, 자세한 내용은 다음과 같다.

절토사면의 손상상태 평가 항목	
구 분	**평 가 요 소**
파괴징후	- 인장 균열 또는 이완 암괴의 존재와 상태 - 사면 지반의 변형(bulging 등) 현상의 존재와 상태 - 구조물(옹벽 및 측구 등) 또는 인접 구조물(도로 등)의 변형(균열 등) 상태
파괴현황	- 발생한 파괴의 규모 및 개소 - 발생한 파괴의 유형

2) 절토사면 파괴요인 평가 항목

절토사면의 파괴요인 조사는 사면 파괴의 원인이나 요소로 작용하는 인자들에 대한 조사로서 절토사면 상태평가의 간접적 평가내용이다.

조사항목은 크게 사면의 내부 파괴요인 항목과 외부 파괴요인 항목으로 나눌 수 있으며, 자세한 내용은 다음과 같다.

절토사면의 파괴요인 평가 항목					
구 분		내부 파괴 요인		외부 파괴 요인	
		지반 상태	사면 형상	자연적 요인	인위적 요인
토사사면		토질조건 토층심도율	사면의 경사 집수지형	강우/지하수	표면상태 보호/보강상태 배수상태
암반사면	연약암반사면	지반강도 특성 면구조경사 내구성(풍화상태)	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태
	파쇄암반사면	절리간격 저면경사 절리상태	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태
	절리암반사면	절리주향 절리경사 절리상태	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태

다. 상태평가 기준

절토사면 상태평가 결과는 세부 평가 항목별 평가에 의해 산출된 결함지수(F)에 따라 A, B, C, D, E의 5개의 기준으로 구분한다.

사면 손상상태 지수(f1)와 사면 파괴요인 지수(f2)는 상태평가 기준 결정과정에서는 사용되지 않지만 평가 대상 절토사면을 보다 객관적이고 구체적으로 판단할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있다.

평가기준	결함지수(F)	상 태
A	0≤F<0.15	문제점이 없는 최상의 상태
B	0.15≤F<0.30	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C	0.30≤F<0.55	보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장은 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D	0.55≤F<0.75	손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는상태
E	0.75≤F	심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

3.4.2 상태평가 항목 및 기준

가. 결함지수 산정 방안

절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다.

절토사면의 유형별 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

○ 사면 손상상태 지수는 손상상태 항목 점수의 합을 총점 24점으로 나누어 계산

○ 사면 파괴요인 지수 역시 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 52점으로 나누어 계산

○ 사면 결함지수는 사면 손상상태 항목 점수와 사면 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 76으로 나누어 계산

나. 상태평가 항목별 세부기준

1) 토사사면

가) 사면 손상상태 평가 기준

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상
		점수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

나) 사면 파괴요인 평가 기준

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤토질조건	사질토	매우 조밀	조밀	보통	느슨	매우 느슨
		점성토	매우 단단	단단	보통	연약	매우 연약
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥토층 심도율	구 분	0.45 미만	0.45 이상 0.5 미만	0.5 이상 0.6 미만	0.6 이상 0.8 미만	0.8 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 형상	⑦사면경사	구 분	1:2 미만	1:2 이상 1:1.5 미만	1:1.5 이상 1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑧집수지형	구 분	무관	1	2	3	4
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩표면보호	구 분	숏크리트, 석장공 등	식생 양호	식생 보통	식생 불량	식생 없음
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0 ~ 2		3~6		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

결함지수 (F) = ∑(①~⑫) / 76

2) 연약 암반사면

가) 사면 손상상태 평가 기준

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상
		점수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

나) 사면 파괴요인 평가 기준

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤지반강도 특성	구분	-	-	약간 연약	연약	매우 연약
		점 수	0	1	2	3	4
	⑥면구조경사 -사면경사	구 분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만
		점 수	0	1			
	⑦풍화상태	구 분	신선	약간풍화	보통풍화	심한풍화	완전풍화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.5 미만	1:1.2 이상 1:1.5 미만	1:1 이상 1:1.2 미만	1:0.7 이상 1:1 미만	1:0.7 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/ 보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

결함지수 (F) = ∑(①~⑫) / 76

3) 파쇄 암반사면

가) 사면 손상상태 평가 기준

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상
		점수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

나) 사면 파괴요인 평가 기준

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반상태	⑤절리간격	구분	2m 이상	60cm 이상 2m 미만	20cm 이상 60cm 미만	6cm 이상 20cm 미만	6cm 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥저면경사	구 분	0° 미만	0° 이상 10° 미만	10° 이상 20° 미만	20° 이상 30° 미만	30° 미만
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면형상	⑧사면경사	구 분	1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

결함지수 (F) = ∑(①~⑫) / 76

4) 절리 암반사면

가) 사면 손상상태 평가 기준

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구분	없음		있음		
		점수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상
		점수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

나) 사면 파괴요인 평가 기준

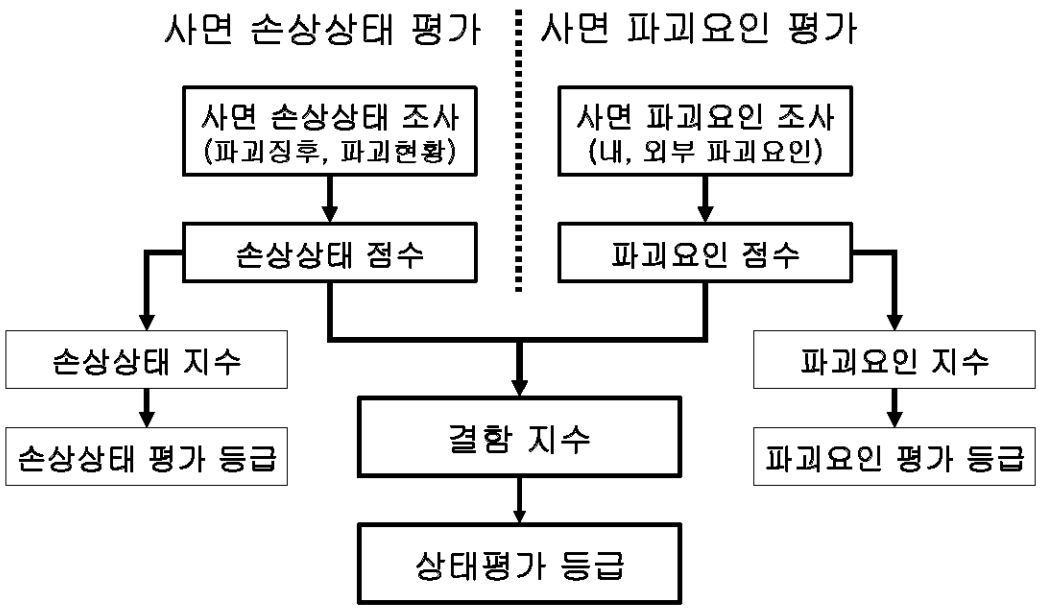
항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤절리주향 (사면과의차이)	구분	사면주향과 45° 이상	사면주향과 30° ~ 45°	사면주향과 20° ~ 30°	사면주향과 10° ~ 20°	사면주향과 10° 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥절리경사 -사면경사	구 분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/ 보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

결함지수 (F) = ∑(①~⑫) / 76

3.4.3 상태평가 결과 산정 방법

절토사면 상태평가 과정은 단위 사면을 분류 기준에 의해 분류하고 평가 기준에 의해 각 항목에 대한 결함점수를 부여하여 단위 사면의 사면 손상상태 지수와 사면 파괴요인 지수를 산정한 후, 사면 손상상태 등급과 사면 파괴요인 등급을 결정한다. 상태평가 등급은 사면 손상상태 항목과 사면 파괴요인 항목의 결함점수를 통해 산정된 결합지수로 결정한다. 사면의 분류시 2개 이상의 사면 범주로 간주하여 복수로 평가할 필요가 있을 경우, 가장 불리한 평가 결과에 의해 등급을 결정한다.

상태평가 결과 산정 과정



제4장 재하시험

4.1 개 요

4.2 재하차량의 제원

4.3 센서 및 측정기기

제 4장 재 하 시 험

4.1 개요

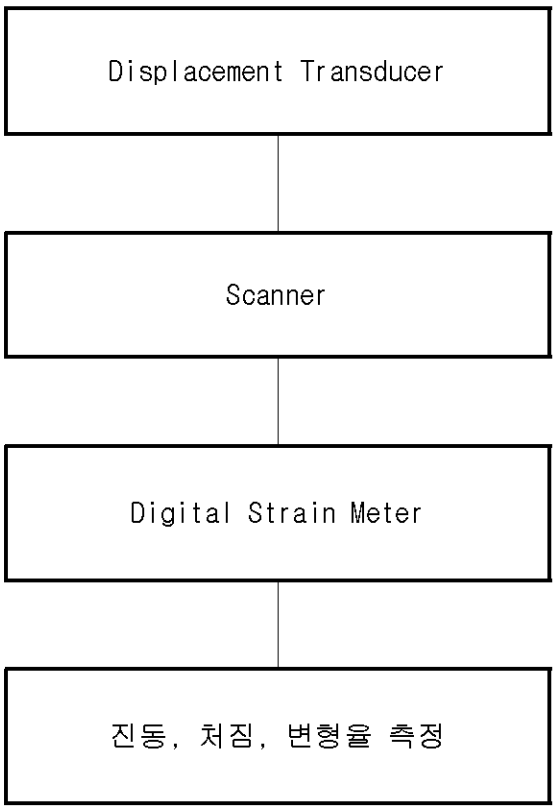
재하시험은 대상교량의 차량주행 여건을 감안하여 시험경간을 선정·시행하였다. 시험결과는 구조해석 검토를 수행하여 실 차량에 의한 시험치와 이론치를 상호 비교·검토함으로써 교량의 내하력을 판단하고 이에 따른 교량의 구조적인 안전성 여부를 파악하고자 하였다.

정적재하시험은 작용 외력에 대한 대상교량의 정적거동 특성을 파악하고 내하력 평가를 위한 정적 변위 및 응력의 응답비 등을 구하기 위해 실시하였다.

시험측정은 재하차량을 사용하여 교통이 통제된 상태에서 상·하행선에 시험차량을 재하하여 거더의 정·동적 처짐을 측정하였다.

차량재하 시험의 측정항목 및 과정은 다음과 같다.

- 거더의 처짐, 변형율
- 교량의 정적 및 동적 거동 평가
- 진동 등에 대한 사용성 검토
- 충격하중에 대한 교량의 동적 특성 파악

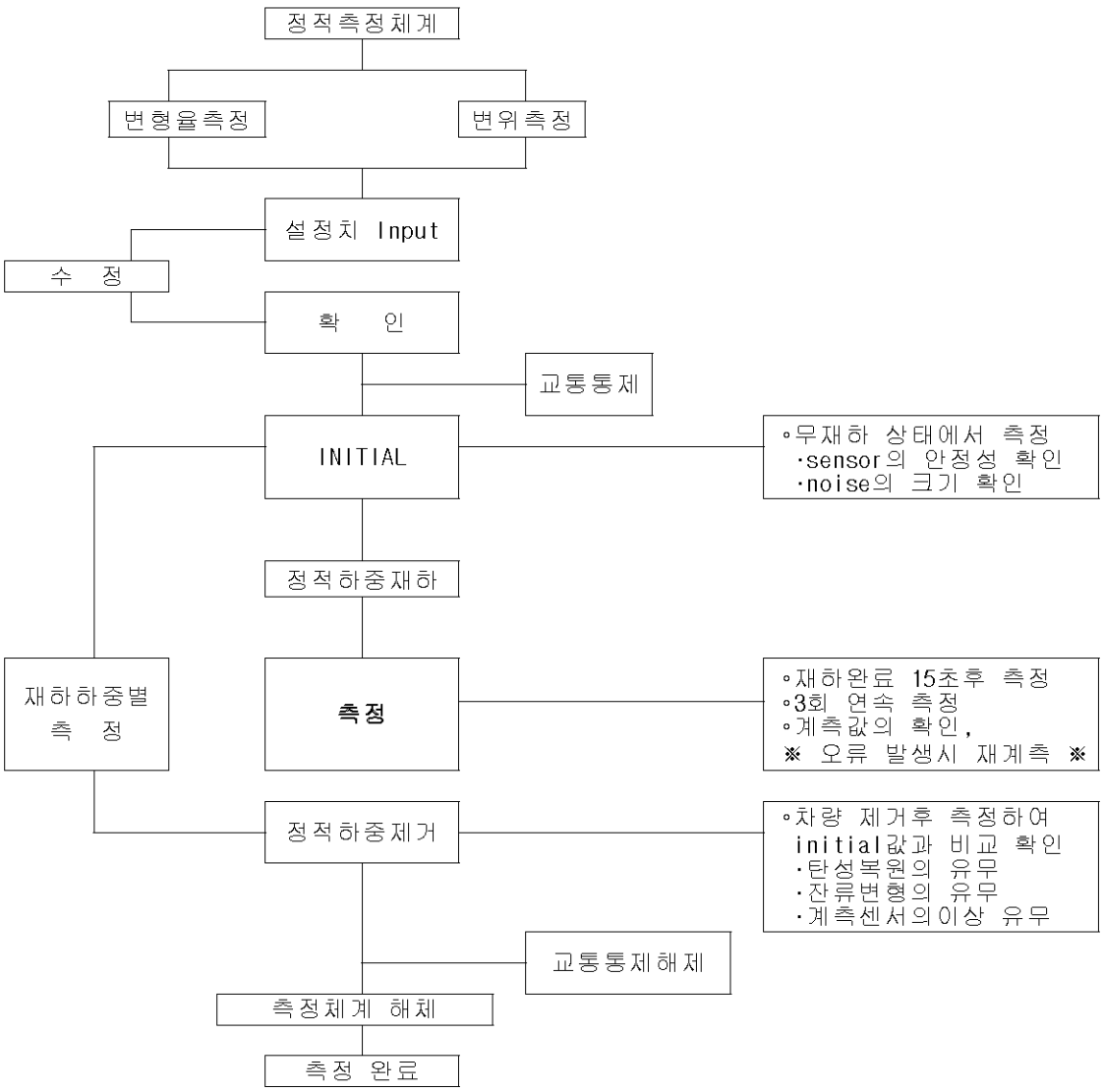


4.2 정적 재하시험

4.2.1 개 요

정적 재하시험은 차량하중에 대한 대상교량의 정적거동 특성을 파악하고 내하력 평가를 위한 정적변위 및 응력의 응답비 등을 구하기 위해 실시하였다. 시험측정은 재하차량을 사용하여 교통이 통제된 상태에서 상·하행선에 재하차량을 재하하여, 거더의 정적 처짐을 측정하였다. 정적재하 시험에 대한 흐름은 다음과 같다.

4.2.2 정적 재하시험 수행절차



<표 4.2.1> 정적 재하시험 절차

1) 준비작업	부착된 센서에서 연장한 리드와이어들은 정적변형 측정기와 Switch Box에 센서의 종류별로 연결시키며, 측정기는 모두 지반에 접지 시킨다. 또한 리드와이어의 끝에서 저항을 기록한다.
2) 설정치 Input	부착한 센서들의 보정된 계수값과 측정 단위 등을 계측장비의 특성에 맞게 입력한다.
3) 확인	입력된 설정치의 이상유무를 확인하고 수정한다.
4) Initial :	시험경간에 재하차량을 포함한 활하중이 일체 재하되지 않은 상태에서 처짐과 변형율의 초기값을 측정기에서 설정한다.
5) 측정	시험차량은 계획된 Load Case 별로 변화시켜 가면서, 이론치와 비교하여야 하므로 정해진 정확한 위치에 재하하여 측정한다. 이때, 상부구조의 진동, 소음, 충격 등이 측정결과에 영향을 미칠 수 있으므로 재하차량은 시동을 끈 후 구조체의 응답시간을 고려하여 약 1분 이상의 측정대기 시간을 가진 후 1분 간격으로 3회 정도 측정을 실시한다.
6) 정적하중 제거	측정이 끝나면 시험차량을 측정대상 경간으로부터 벗어나 다음의 재하 경우를 준비한다.
7) 계측값의 확인	2~3회 획득한 측정자료의 실측 응답값과 선행구조해석 응답값의 경향을 확인한다. 계측 값 들이 상이하거나, 오류가 발생되었으면 원인을 파악·제거한 후 재측정을 한다.
8) 계측완료	계측된 Load Case 경우별 측정을 완료한다.

4.3 동적 재하시험

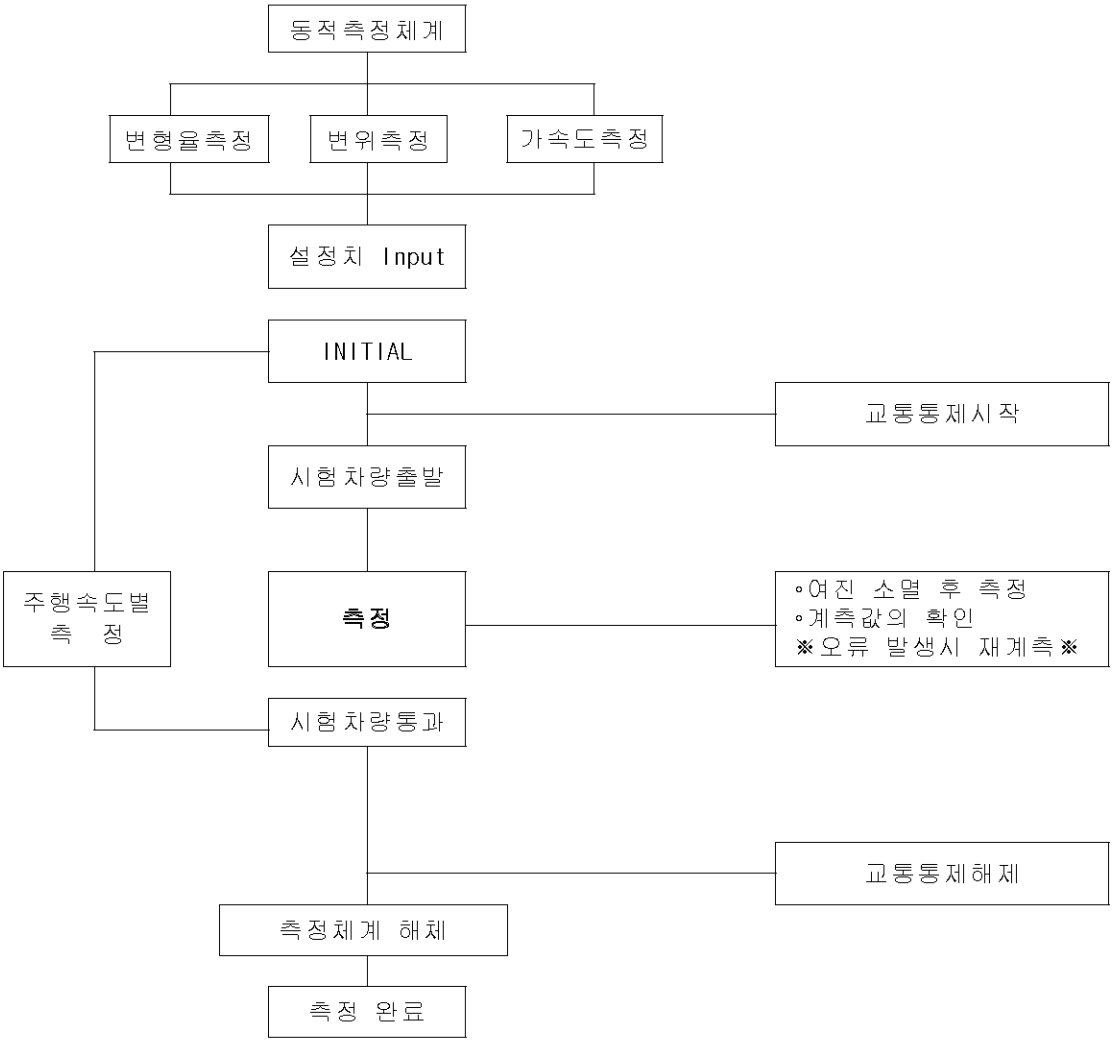
4.3.1 개 요

동적 재하시험은 구조물의 동적 거동을 조사, 측정하기 위한 것으로 교량의 실 충격계수와 실 고유진동수 등의 동적 특성을 측정 기록하여 대상 교량의 안전성을 검토하기 위한 기본자료를 구하기 위해 실시하였다.

재하차량의 주행은 측정값의 일정한 패턴을 유지하고자 각 교량별 가속도계가 설치된 쪽 차선으로 일정하게 주행하도록 하였다.

동적 재하시험은 주행하중에 의한 동적응답을 구하는 시험으로서 주행속도는 주행여건에 맞추어 5㎞/hr ~ 최대속도까지 실시하였다.

4.3.2 동적 재하시험 수행절차



<표 4.3.1> 동적 재하시험 절차

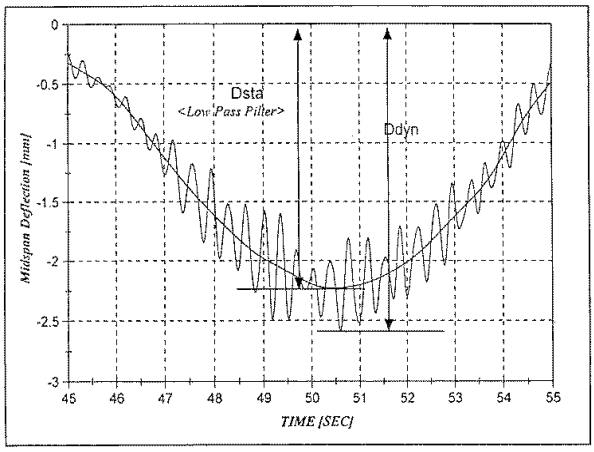
1) 준비작업	각 센서로부터 계측장소까지 연장한 리드와이어들은 동적장비에 연결시키며, 측정기는 모두지반에 접지 시킨다. 또한, 리드와이어의 끝에서 저항을 기록한다.
2) 설정치 Input	센서의 특성을 동적 계측장비에 맞게 설정 값들을 입력한다.
3) Initial	시험경간에 재하차량을 포함한 활하중이 일체 재하 되지 않은 상태에서 처짐과 변형률의 초기값을 측정기에서 설치한다.
4) 준비	시험차량의 주행속도를 5Km/h, 10Km/h부터 10Km/h씩 단계별로 증가하면서 최고속도까지 주행시험을 한다. 단, 접속도로의 선행, 노면상태, 차량통제 현황 등이 허락되지 않을 경우는 예외로 한다. 시험차량이 대상경간을 완전히 빠져나간 후에도 교량의 자유진동은 계속되므로 여진이 소멸 될 때까지 측정을 계속하고 Computer Hard Disk에 저장한다.
5) 차량의 주행상황 확인	계측 기술자가 시험차량의 주행 상황을 파악할 수 없을 때는 시험차량에 기술자가 동승하여 시험차량의 출발, 대상경간의 진입, 통과 등 일련의 상황을 통보한다.
6) 계측값의 확인	획득한 데이터는 분석 프로그램인 MIDAS/CIVIL을 이용하여 측정된 계측파형을 파악하여, 획득한 측정자료의 실측응답값과 선행구조해석 응답값의 경향을 확인계측값들이 상이하거나, 오류가 발생되었으면 원인을 파악·제거하여 재측정을 한다.
7) 계측완료	모든 Case의 시험차량 주행 사항을 끝내고 측정 완료되면 교통통제를 해제한다.

4.3.3 실측 충격계수 분석

일반적으로 계측된 변형율, 처짐 등을 이용하여 실측충격계수를 분석하고자 할 때 정적재하, 의사정적(5km/h) 주행시험 등에서 계측된 응답곡선<Dsta(mans)>을 정적 응답곡선으로 하여, 속도별로 계측된 동적 응답곡선<Ddyn(max)>과 비교하여 실측충격계수로 산정하는 방법이 이용하고 있는 상태이다.

이는 주행시험에서 각 주행속도마다 운전자의 숙달, 습관 등에 의해서 시험차량은 정적 재하시험에 이용된 부착 게이지 상단으로 동일하게 주행하는 것은 어려운 상태이며, 의사정적 주행시에도 노면의 요철 등의 원인으로 대상 교량에 가해지는 충격이 각 속도별로 다르게 나타내고 있는 상태로 이들을 정적응답 이력곡선이나, 동적응답 이력곡선으로 보아 실측충격계수로 산정하는 것은 문제점을 내포하고 있는 것으로 판단된다.

그러므로, 이러한 문제점들을 해결하고자 동적주행 시험의 각 속도별의 동적응답 곡선을 Low Pass Filter에 의해서 필터링한 최대정적응답<Dsta(max)> 곡선을 기준으로 하여 계측 최대동적응답치<Ddyn(max)>와 비교하여 실측충격계수를 산정하여 대상 교량 안정성 평가에 적용하는데 목적이 있다.



처짐이력곡선

$$\text{동적증폭율(Dynamic Load Factor : D.L.F)} = \frac{Ydyn}{Ysta(Max)}$$

실측충격계수(Impact Factor), I = D.L.F - 1

제5장 터널의 GPR탐사

5.1 개 요

5.2 GPR탐사 원리

5.3 분석방법

5.4 장비 구성

제 5장 터널의 GPR탐사

5.1 개요

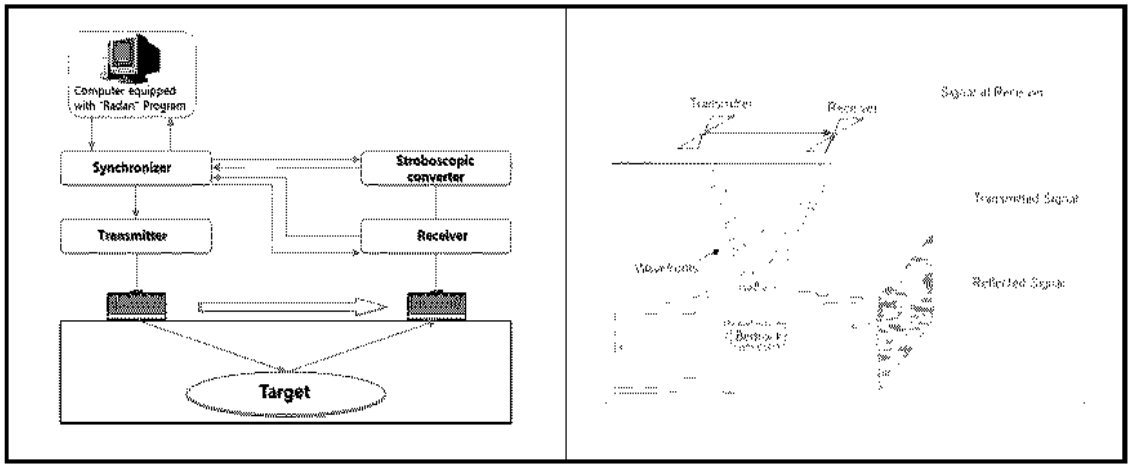
라이닝 배면공동의 여러 가지 발생원인중 가장 큰 원인은 시공상의 원인으로서 현장에서 품질관리를 철저히 하여도 라이닝배면에 공동이 전혀 없도록 콘크리트 라이닝을 시공하는 것은 어렵기 때문에 터널표준시방서에서는 배면공동이 예상되는 지점에 대하여 배면공동 추전공을 실시하도록 하고 있다.

라이닝 배면에 공동이 존재할 경우 지압작용에 의해 측압이 작용시 수동토압을 기대할 수 없기 때문에 외력에 의한 라이닝 변상이 발생하기 쉬우므로 설계 밍 시공시 라이닝 콘크리트 배면의 공동 및 공극 발생을 억제할 수 있는 방안을 강구하여야 하고 공용중인 터널은 라이닝배면의 공동에 대한 조사를 철저히 하여 라이닝 배면 공동 충전을 실시하여야 한다.

5.2 GPR탐사 원리

가. G.P.R(Ground Penetrating Radar)탐사란 매질내를 전파해나가는 전자파가 물리적 성질이 다른 매질의 경계면에서 반사하는 성질을 이용하는 레이더의 원리를 원용하여 전자파를 공기중이 아닌 구조물이나 지중으로 방사시킨 후, 매설물등과 같은 반사체에서 반사해 오는 반사파를 수신하여 전자파의 전파 시간과 전파 속도를 이용해 매질의 구조를 밝히는 물리탐사의 방법이다.

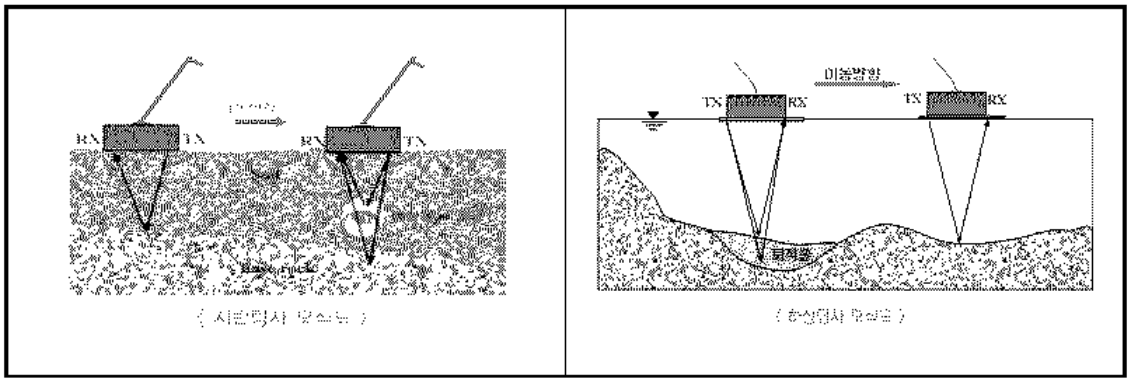
나. RADAR(Radio Detecting And Ranging)는 공간에 위치해 있는 물체의 존재를 파악하고 그 물체의 현 위치를 알아내려고 제작된 장치이다. 송신안테나(Transmitter)로부터 방출된 전자기파가 공간에 위치해 있는 목표물에 반사되어 되돌아오면 이를 수신안테나(Receiver)가 탐지함으로써 그 물체의 위치, 속도 등을 파악할 수 있다. 이 레이더 기술을 지표 연구 탐사에 응용한 것이 G.P.R(Ground Penetrating Radar)이며, 신호 처리 시스템은 아래 그림과 같다.



<그림 5.2.1> 신호 처리 시스템

다. G.P.R(Ground Penetrating Radar) 장비는 전자기파를 지표면이나 구조물의 표면으로부터 입사시킨 후, 연속적으로 매질 경계면에서 반사되어 되돌아오는 파를 수신하게 된다. 전자파는 매질 특성이 달라지는 경계면에서 그 일부가 반사되고 일부는 다른 매질층으로 투과하여 계속 진행한다. 이 전자기파의 전파속도, 파장은 전자기파가 통과하는 각 매질의 특성(유전상수,Dielectric Constant)에 따라 달라지고, 반사특성은 두 매질간 유전상수차에 의존한다. 그러므로 매질의 특성(유전상수)과 전자기파가 매질을 통과한 시간을 알수 있다면 매질층의 두께 및 위치를 파악할 수 있고, 두 매질 간 경계면, 내부 균열 및 공동의 존재여부 및 심도, 위치, 규모 등을 밝혀 낼 수 있다.

라. 따라서 송신파의 주파수가 높을수록 해상도가 좋아지는 반면에 탐사 심도는 얕아지므로 목표물의 크기와 예상심도에 따라 주파수를 결정해야 하며, 일반적으로 파쇄대의 분포상황, 지층경계등과 같은 지반의 구조나 상태를 탐사하는 경우에는 25~200MHz 범위의 안테나가 사용되며, 상·하수도관, 통신구, 지하저장탱크와 같은 매설물 탐지에는 200~500MHz, 도로포장의 두께나 터널라이닝 배면공동과 원지반선과 같은 고정밀도 탐사에는 500~1000MHz 범위의 안테나가 사용된다.



<그림 5.2.1> G.P.R탐사 모식도

5.3 분석 방법

GPR 자료에서 수평축은 안테나의 이동거리를 나타내고 수직축은 전자기파의 이동시간을 거리로 환산한 심도를 나타낸다. 나타난 색상은 전자기파가 매질경계면에서 반사된 반사강도는 색으로 표현되나, 반사강도는 임의로 조절이 가능하므로 시각적인 색상보다 인접부분과의 GAIN 차이, 즉 반사강도 차이가 중요하다.

터널 라이닝에 지보재나 공동이 존재한다면 이것은 포물선 형태로 나타나지만 지보재는 일정한 간격으로 설치하는 것이 보통이므로 일정한 간격을 유지하고 있는 것을 강지보재로, 그 이외의 것과 측선방향으로 길이가 긴 것을 공동으로 분류할 수 있다. 이는 시공 상황과 주변 상황을 고려하여 판단하여야 한다. 한편 라이닝과 암반경계면의 유전 상수차이가 크지 않으므로 반사강도가 크게 측정되지 않는다.

5.4 장비 구성

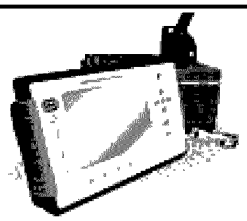
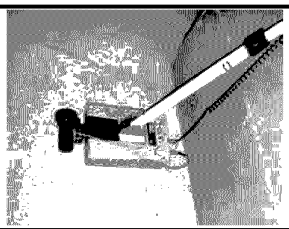
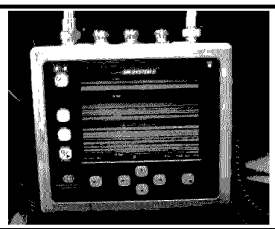
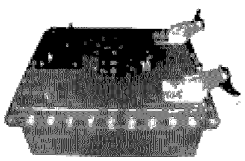
본 조사에 적용한 탐사 장비는 Geophysical Survey System, Inc(GSSI)의 Ground Penetrating Radar(GPR)중 SIR-System(미국)을 이용하였으며, 주요장비의 구성은 다음과 같다.

가. G.P.R 탐사장비의 구성

<표 5.4.1> G.P.R탐사장비의 구성

구분	구성품	모델 및 규격	비고
주장치 (SIR-System)	Main Frame Body	MF-2	전원공급, 전자기파 송신 및 수신, 전자기파 상호 데이타 화상처리 및 이미지 조정, 데이터 필터
	Control/Display Module	CD-2A	
측정 안테나	1,000 MHz 외	3100 외	조사심도, 분해기능에 따라 최적 안테나 선정
실내 분석 장치	WINDOWS-XP Software	RADAN 6	데이터 분석 및 판독
기타 부대 장치	배터리, 케이블	DC12V, 60AH	직류 전원 공급

나. G.P.R 탐사장비 종류

			
주장치 (SIR-System)	측정 안테나	실내 분석 장치	기타 부대 장치

<그림 5.4.2> G.P.R 탐사장비 종류

제6장 구조안전성 및 내하력평가

6.1 개 요

6.2 안전성평가

6.3 내하력평가

제 6 장 구조안전성 및 내하력평가

6.1 개요

교량의 내하력 평가는 교량의 평가과정 중 안전성평가의 한 방법으로 실시하게 되며, 목적은 대상교량 및 부재가 안전하게 지지할 수 있는 활하중 저항능력을 정량적으로 평가하여 그 결과를 교량 평가에 반영하고 교량의 통행하중설정 및 보수·보강 설계등 교량 유지관리업무의 기초자료로 활용하는데 목적이 있다.

6.2 안전성 평가

외관상태와 내구성조사를 근거로 교량구조물의 대표등급을 선정하는 경우, 구조물의 실제적인 안전성에 대한 효과적인 고려가 곤란하므로 정밀점검(필요시)이나 정밀안전진단시에는 안전성 평가 결과에 의하여 안전성 평가등급을 산정하도록 되어 있다.

기존의 교량 안전성평가는 내하력 개념으로 규정되어 왔으나 내하력은 활하중 여유도로써 하중비에 따라 내하력의 변동폭이 크게 변하므로 안전성을 일괄되게 평가하는 기준으로 적절하지 못하다. 따라서 안전성 평가는 교량의 안전율 개념을 도입하여 평가하고 안전율이 0.9에서 1.0사이에 있어 재하시험에 의한 공용내하력 평가를 실시한 경우 공용내하력 산정 결과에 따라 안전성 평가등급을 산정한다.

<표 6.2.1> 구조물의 안전성 평가기준

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	· 허용응력 설계법 SF(안전율) = 허용응력 / 발생응력 = $\frac{fa}{f_{d+l}}$ · 강도설계법 SF(안전율) = 설계강도 / 소요강도 = $\frac{\Phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤ SF <1	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

6.3 내하력 평가

6.3.1 내하력 평가의 흐름도



<그림 6.3.1> 내하력 평가의 흐름도

6.3.2 내하력 평가방법

교량의 내하력 평가 기법은 공용하중에 대한 내하율(Rating Factor)을 구하기 위한 허용응력 개념(Working Stress Rating)이나 또는 하중저항계수 개념(Load and Resistance Factor Design)에 의한 방법과 신뢰성이론의 개념에 기초한 방법으로 대별될 수 있는데, 일반적으로 내하력 평가방법은 도로교 설계방법으로 규정된 허용응력법(허용응력설계법)과 강도법(강도설계법)을 적용한다.

<표 6.3.1> 교량형식 및 재료에 따른 내하력 평가 방법

상부 구조 형식	사 용 재 료	평 가 방 법
RC 슬래브교	철근콘크리트	강도법
RC 라멘교	철근콘크리트	강도법
RC T형교	철근콘크리트	강도법
PSC I형교	프리스트레스트 콘크리트	허용 응력법
강 I형교	압연강재	허용 응력법
강상자형교	판형강재	허용 응력법
강판형교	판형강재	허용 응력법

※ PSC I거더의 하중단계별 응력검도에서는 허용응력법을 적용하고, 안전성 검도는 강도법을 적용함.

6.3.3 허용응력법에 의한 내하력 평가

가. 내하율 산정 공식

허용응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 $D+L(1.0+i)$를 사용하므로 하중계수는 각각 1.00이 된다. 사용재료의 허용응력은 강재의 경우 사용재료에 따라 허용응력, 콘크리트의 경우 실제 압축강도를 사용한다. 사하중과 활하중에 의한 응력은 대상 부재단면에 있어서 철근 및 강재부식, 콘크리트의 중성화, 염해, 동해 등에 의한 강도저하와 단면손실 등을 고려하여 계산한다. 이때 사하중은 현재 교량에 작용하고 있는 모든 사하중을 가능한 정확히 고려한다. 활하중은 현행 도로교 설계시방서와 철도건설공사 표준시방서의 설계활하중을 사용한다. 허용응력법에 의한 내하율은 강부재의 내하력 산정시 사용한다.

내하율이란 교량을 현행시방서의 방법에 따라 해석했을 때 교량이 감당할 수 있는 활하중의 크기를 설계하중(DB하중, DL하중)을 기준으로 비례적으로 나타낸 값이다. 즉 교량이 안전하게 부담할 수 있는 활하중에 의한 응력의 최대값은 부재 재료의 허용응력에서 사하중에 의한 응력을 뺀 값이므로 다음과 같은 비례식이 성립된다.

• 내하율 $(R.F) = \dfrac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$ ····· 식(6.1)

$$= \frac{\text{허용응력} - \text{고정하중 효과에 의한 응력}}{\text{활하중 효과에 의한 응력}}$$

여기서, f_a = 재료의 허용응력

f_d = 사하중에 의한 응력

f_l = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력

i = 충격계수(재하시험으로부터 얻은 값이나, 도로교 시방서의 충격계수 값을 사용할 수 있다.)

나. 기본내하력 평가공식

식(6.1)에 의해 계산된 내하율과 설계 및 평가 활하중을 적용한 기본내하력을 식(6.2)와 같이 산정할 수 있다. 기본내하력은 내하력에 영향을 미치는 영향인자를 계수로 표시한 보정계수를 적용하지 않은 값을 나타낸다.

• 기본내하력 (P_o) = 내하율 $(R.F)$ × 평가활하중 (P_r) ・・・식(6.2)

(내하율이 1.0 이상일 경우의 기본내하력은 설계활하중으로 표현)

다. 공용내하력 평가 공식

공용내하력은 기본내하력에 평가활하중과 여러 요인에 의한 불확실성의 보정을 위한 보정계수(K)를 곱하여 식(6.3)과 같이 계산한다.

• 공용내하력(P) = 내하율$(R.F)$ × 평가활하중(P_r) × 보정계수(K_s)

= 기본내하력(P_o)× 보정계수(K_s) ・・・・・・ 식(6.3)

여기서, K_s = 응답 보정계수 = $\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \cdot \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$ 또는 = $\frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \cdot \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

$i_{계산}$ = 도로교의 경우 도로교설계기준에 의한 충격계수

$i_{실측}$ = 동적재하시험으로부터 평가된 최대 충격계수

P_r = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)

$\delta_{계산}(\delta_{실측})$ = 이론적인 처짐량 (실측 처짐량)

$\varepsilon_{계산}(\varepsilon_{실측})$ = 이론적인 변형률 (실측 변형률)

6.3.4 강도설계법에 의한 내하력 평가

강도설계법에 의한 교량부재의 내하율 산정시 하중조합으로는 $1.3D+2.15L(1.0+$를 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15가 된다.

단면강도는 단면의 현재상태, 즉 재료강도와 단면손실을 고려하여 도로교 표준시방서와 철도건설공사 표준시방서의 공칭강도와 강도감소계수에 따라 계산한다.

교량 설계시의 부재강도 감소계수는 재료강도에 대한 불확실성, 설계와 시공단면의 오차를 고려한 계수이나 내하력 평가시에는 그러한 불확실성은 상당히 감소하므로 오히려 공용중의 부재단면의 손상정도에 따라 결정한다.

그러나 부재단면의 손상정도를 정량적으로 평가하기 어려우므로 공칭강도의 산정

시는 교량의 현재 상태에 따른 단면감소와 코어 강도에 따른 재료강도를 고려하고 강도 감소계수는 설계시 값을 그대로 적용한다.

고정하중과 설계하중에 의한 단면력은 현재 작용하고 있는 고정하중과 현행 도로교 표준시방서의 설계 활하중(DB 또는 DL하중) 및 철도 건설공사 표준시방서의 설계 활하중(LS하중)을 사용하여 구조해석으로 구한다.

강도설계법에 의한 내하력은 콘크리트 부재의 내하력 산정시 사용하는 것이 바람직하며 내하율 공식은 다음과 같다.

가. 내하율 산정 공식

• 내하율 $(R.F)$ $= \dfrac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$ · · · · · · · · · · · · 식(6.4)

$= \dfrac{\text{부재의설계강도} - \text{고정하중계수} \times \text{고정하중효과(단면력)}}{\text{활하중계수} \times \text{활하중효과(단면력)}}$

여기서, ϕM_n = 극한 저항모멘트
(강구조물 ϕ = 1, RC·PC구조물 ϕ = 0.85)

M_d = 실측 고정하중 모멘트
(현제 상태, 즉 재료강도 및 단면손상을 고려하여 구조해석을 실시하였을 때의 고정하중 모멘트)

M_l = 설계 활하중에 의한 모멘트(도로교 DB 또는 DL하중, 철도교 LS 하중)

γ_d = 고정하중 계수 = 1.30

γ_l = 활하중 계수 = 2.15

i = 충격계수(재하시험으로부터 얻은 값이나, 도로교 시방서의 충격계수 값을 사용할 수 있다.)

나. 기본내하력 평가공식

• 기본내하력 (P_o) = 내하율 $(R.F)$ × 평가활하중 (P_r) · · · · 식(6.5)

다. 공용내하력 평가공식

• 공용내하력 (P_n) = 내하율$(R.F)$×평가활하중(P_r)×보정계수(K_s) · · 식(6.6)

= 기본내하력(P_o)×보정계수(K_s)

여기서, K_s = 응답보정계수 = $\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \cdot \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$ 또는 $\frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \cdot \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

6.3.5 보정계수(KS)

응답보정계수란 실교량의 구조해석을 목적으로 구상된 해석모델이 아무리 정밀하다 하더라도 실교량의 횡방향 특성 및 지점부 거동특성, 재료의 비선형성등으로 인하여 정확한 실교모델링을 수립하기가 어렵다. 일반적으로 해석모델은 실교량의 모든 강성을 고려하기 어려우므로 재하시험에 의한 실교량의 응답보다 크게 나타난다. 따라서 해석모델만으로 내하력 평가를 실시할 경우 실교량의 내하력보다 작게 평가된다. 따라서 이러한 오차분 만큼 내하력을 증가시킬 필요가 있으므로 응답량을 기준으로 보정계수를 산출하고 이를 내하력 평가에 반영한다.

응답보정계수는 측정응답의 종류에 따라 응력보정계수와 처짐보정계수로 구분하고 내하력 평가에 적용한다.

- 처짐 보정계수(측정된 응답이 처짐일 경우)

  처짐 보정계수 = $\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \cdot \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

  여기서, $\frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}}$: 처짐 응답비

- 응력 보정계수(측정된 응답이 변형률일 경우)

  응력 보정계수 = $\frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \cdot \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

  여기서, $\frac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}}$: 변형률 응답비

6.3.6 충격계수

상부구조의 활하중효과 산정시 충격효과를 반영하기 위한 충격계수는 다음 식으로 산정한다.

$i = \frac{15}{40+L}$ (여기서 L = 충격계수를 산정할 때 적용하는 지간장 - 단위: m)

제7장 종합평가

7.1 종합평가 기준 및 방법

제 7 장 종 합 평 가

7.1 종합평가 기준 및 방법

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

교량 등 각 시설물에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성 평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가 결과를 종합평가 결과로 가름하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정되지만 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교 검토하여 최종적인 종합평가 결과를 부여하게 된다.

7.1.1 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정한다.

7.1.2 종합평가 결과 산정 방법

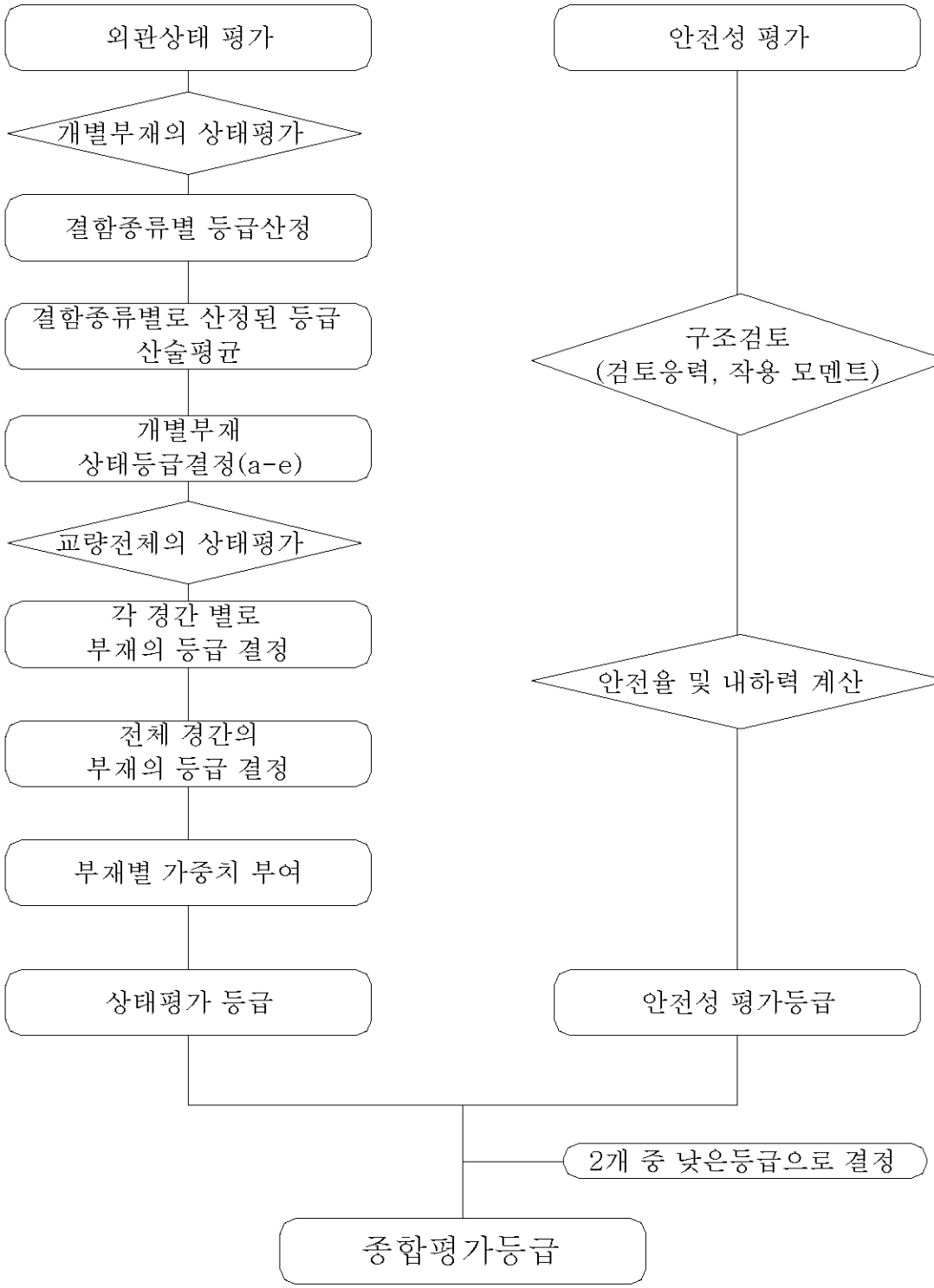
가. 정밀점검

정밀점검 시 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 하며, 안전성평가까지 모두 수행한 경우 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

나. 정밀안전진단

외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가 등급 = MIN (상태평가등급, 안전성평가등급)



<그림 7.1.1> 종합평가 결과의 산정흐름도

제8장 보수·보강 방안

8.1 보수·보강 방안

8.2 보수·보강 방법

8.3 보수·보강 공법

제 8 장 보수·보강 방안

8. 1 보수·보강 방안

금번 외관조사는 준공전 실시하는 초기점검으로 구조물에 대한 시공상태 조사의 일환으로 실시하였다.

8.1.1 개 요

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

8.1.2 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생된 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하며, 이를 위해 지침, 세부지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

8. 2 보수·보강 방법

8.2.1 개요

유지관리는 시설물의 기능성과 안전성을 유지하기 위하여 일상점검 및 정밀점검을 통하여 구조물의 손상여부를 확인할 수 있고 특히, 초기결함을 찾아서 그 결함정도에 따라 적정한 보수공법의 선정, 보수시기 등을 판단하여 신속한 보수가 실시되어야 한다. 초기에 발견된 결함의 보수시기를 놓치면 나중에는 보수하기 어려울 뿐만 아니라 많은 보수비와 보수기간의 장기화로 통행차량의 불편과 동시에 물류비 증액의 원인이 된다. 따라서 유지관리를 통하여 손상된 부분을 원상복구하며, 경과시간에 따라 시설물의 개량, 보수·보강에 필요한 활동을 하는 것으로 교량의 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

8.2.2 보수·보강의 수준 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

가. 현상유지(진행억제)
나. 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
다. 초기 수준이상으로 개선
라. 개축

8.2.3 공법의 선정

일반적인 콘크리트표준시방서 및 해당 설계기준 등을 참고로 하여 보수·보강의 필요성 여부를 판단한다. 구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정 시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이 때 중요한 것은 구조물의 결함발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물관련 제반자료, 안전점검 및 정밀안전진단 시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

8.2.4 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

가. 보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.
나. 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

8. 3 보수·보강 공법

8.3.1 보수공법 상세

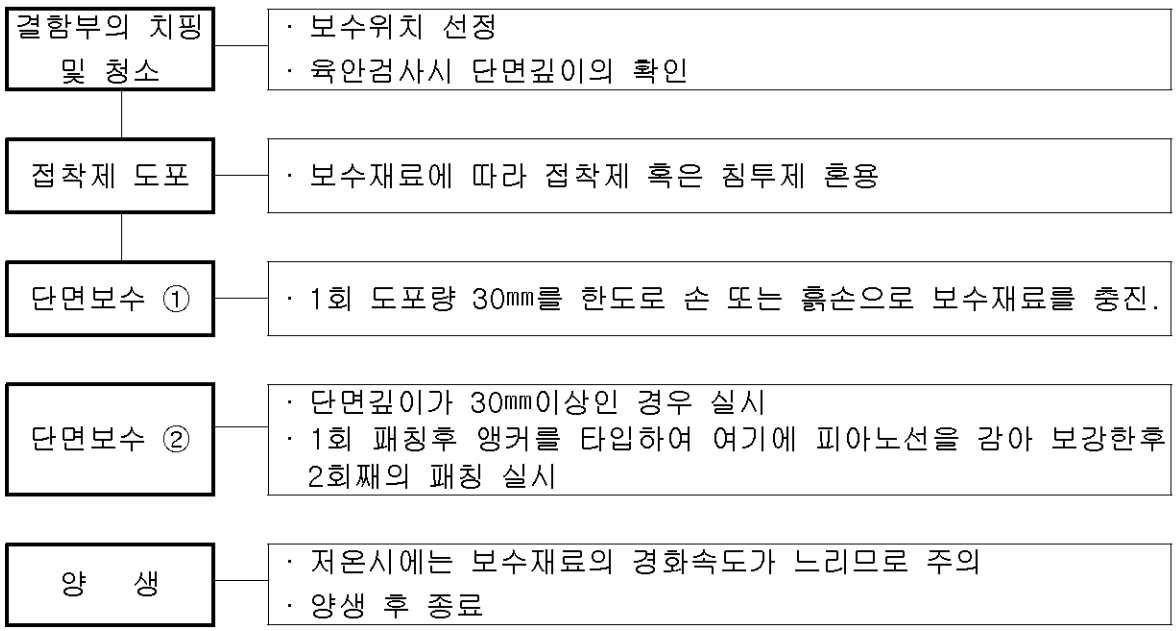
금번 점검은 초기점검으로써, 금번 점검에서 조사된 손상에 대해서는 하자보수가 필요하며, 참고사항이 될수 있도록 가장 큰 비중을 차지하는 콘크리트 부재의 보수에 대해서 보수방안 상세를 수록하였다.

가. 모르타르 패칭공법

1) 개요

콘크리트 단면 결손부종 백태, 재료분리 등 표면부의 결손은 모르타르 패칭공법을 이용하여 표면 보수를 실시하는데, 단면보수부의 바탕면 처리 후 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 흙손이나 손으로 눌러 붙여서 단면을 보수한다. 이 공법을 사용할 경우 교량의 진동 등에 의해 시공부위의 보수재료가 떨어지는 경우가 있으므로 접착성이 우수하고 수축균열을 방지하기 위해서 팽창제를 혼입한 보수재료를 사용한다.

2) 시공방법



<그림 8.3.1> 모르타르 패칭공법 시공요령 흐름도

· 바탕 처리재(접착제) : 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창 계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용.

· 단면 보수재 : 콘크리트와의 일체성, 부착성이 요구되며 폴리머시멘트, 방청 모르타르, 수지 모르타르 등 사용.

나. 단면보수공법

1) 개요

콘크리트 단면 결손부중 박락(파손) 및 철근 노출부는 내구성 저하방지를 위하여 단면보수공법을 사용하여 보수를 실시하는데, 콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제함으로서 구조물의 내구성 저하를 방지하는 공법으로서 침투막제, 접착제, 단면 보수재, 철근방청재의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결함 중 콘크리트 파손부 및 철근노출부에 대한 보수방법으로 사용한다.

2) 시공방법

결함부위는 콘크리트의 열화 깊이를 고려하여 콘크리트를 직각으로 3㎝ 더 깊게 절취하고 철근노출부위는 노출된 철근길이 만큼 콘크리트를 절취한다. 만약 절취전 또는 절취후 노출된 철근에 대해서는 철근의 녹을 깨끗이 제거한 후 방청재로 코팅하여 방청 처리하는 것을 기본으로 한다.

시공방법은 <그림 8.3.2>과 같은 순서에 의하여 이루어지며, 사용재료의 특성은 다음과 같아야 한다,

· 철근방청재 : 철근의 방식성, 단면보수재 및 철근과의 부착성이 요구되는 방청 페이스트 사용.

· 바탕처리재(접착제) : 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용.

· 단면보수재 : 콘크리트와의 일체성, 부착성이 요구되며 폴리머시멘트, 방청 모르타르, 수지 모르타르 등 사용.

3) 시공시 주의사항

· 표면의 열화된 부분을 완전히 제거하되 내부에 추가 열화된 콘크리트는 수공구 또는 전동햄머 등의 전동공구를 사용하여 완전히 제거한다.

· 철근의 부식 부분을 수공구 또는 샌더 등의 전동공구를 사용하여 완전히 제거한다.

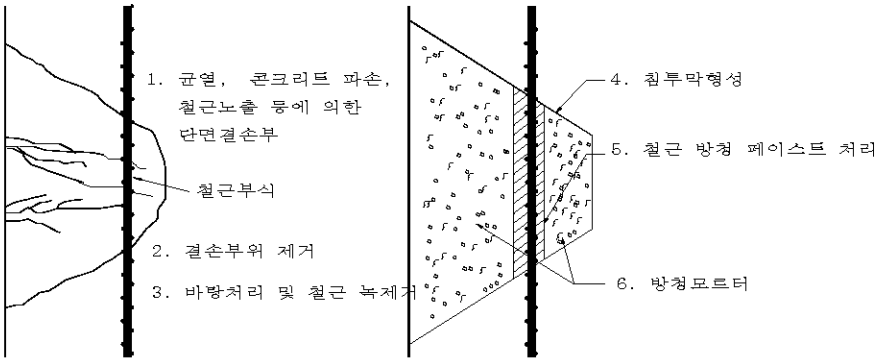
· 열화된 콘크리트와 철근의 부식을 제거한 후 고압수세정기 (100~150㎏/㎠)를 사용하여 표면위에 남아있는 이물질을 완전히 제거한다.(물을 사용할 수 없는 경우에는 압축공기나 진공청소기를 사용한다.)

· 세정순서는 위쪽에서 아래쪽으로 하고 오염된 물이 아래쪽 벽면에 부착되지 않도록 주의하여 세정하며, 겨울철에는 동결에 유의한다.

· 세정시 물을 사용한 경우에는 충분히 건조하여야 한다.

· 방청제 및 접착제 도포시 제품 특성에 따른 표준 도포량 확인하여야 하며 도포방법은 로울러나 도료작업용 붓, 에어스프레이건 등을 사용하여 충분히 함침이 되도록 균열하게 도포한다.

· 단면보수용 모르타르는 콘크리트 표준시방서에 준하며, 재료의 혼합, 취급 및 주의사항은 별도의 제품 시방규정에 의한다.



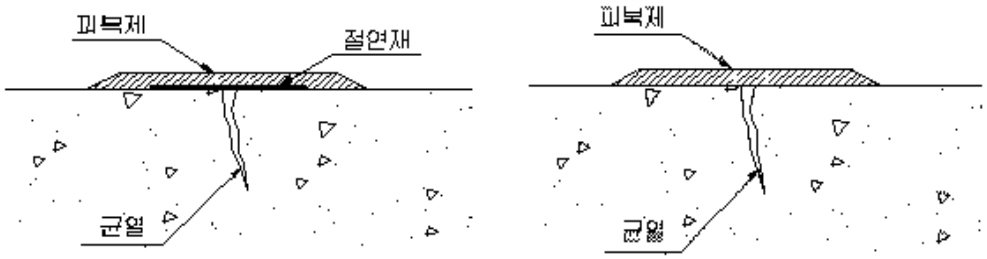
<그림 8.3.2> 콘크리트 단면보수공법 개요도

다. 표면처리공법

1) 개요

폭 0.2㎜ 이하의 미세한 균열에 대해 직접 그 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내수성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 균열표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열의 진행여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.

공법 개요도는 다음과 같다.



<그림 8.3.3> 균열부 표면처리공법 개요도

<사용재료>

① 폴리머시멘트 페이스트
② 시멘트 필러
③ 도막 탄성방수재 (아크릴 수지계)
④ 도막 탄성방수재 (우레탄 수지계)

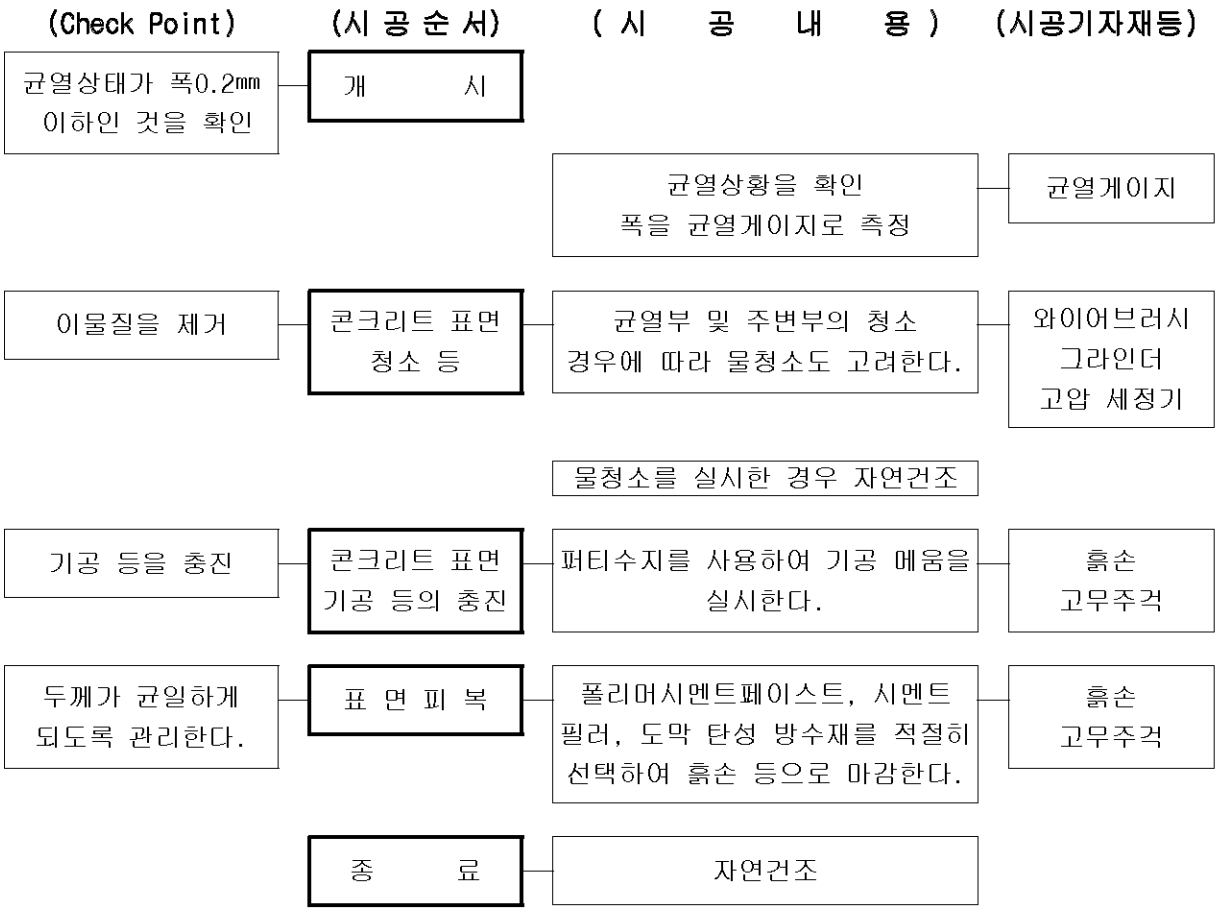
2) 시공시 주의사항

· 기존의 도막 및 이물질을 수공구 또는 샌더 등의 전동공구를 사용하여 제거한다.
· 도막을 완전히 제거한 후 고압수세정기 (100~150kg/m2)를 사용하여 표면위에 남아있는 이물질을 완전히 제거한다.(물을 사용할 수 없는 경우에는 압축공기나 진공청소기를 사용한다.)
· 세정순서는 위쪽에서 아래쪽으로 하고 오염된 물이 아래쪽 벽면에 부착되지 않도록 주의하여 세정한다.
· 유지 등으로 더러워진 부분은 용제나 전용세제를 사용하여 세정한다.
· 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.
· 제품 선정 후 제품 시방규정에 의한 표준 도포량 확인
· 직사광선, 바람 등이 현저한 장소에서 시공할 때는 급격한 건조를 방지하기 위한 조치를 취하여야 한다.
· 동절기 시공시에는 따뜻한 날을 선택하여 시공하여야 한다.

· 혼화재는 사용전에 수회 흔들어야 한다.

· 시공 완료후 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.

3) 시공방법



<그림 8.3.4> 균열부 표면처리공법 시공요령 흐름도

라. 균열부 수지주입공법

균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안정성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용하여야 한다.

1) 수지주입 공법의 종류

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식, 저 압·저속식 주입 및 자동주입식 기계주입공법이 있으며 <표 7.3.5>는 수지주입공법의 종류이다.

<표 8.3.1> 수지주입공법의 종류

압 입 식 공 법
·수동식 주입 : 인력 ·기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 ·저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력 ·자동주입식 기계주입 : 자동주입기
흡 입 식 공 법
·균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 균열 깊이까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다.

한편, 저압·저속식 주입은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있으며, 자동주입식 기계주입은 패커를 이용 자동주입기에 의하여 수지를 주입하는 방법으로 균열부위가 완전히 충진 되는 특징이 있다.

2) 압입식 수지주입공법 적용

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압, 자동식 기계 등으로 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 <표 8.3.6>

과 같다.

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 [표 8.3.7]와 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격은 [표 7.3.8]와 같다.

<표 8.3.2> 압입식 수지주입공법

압입방식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
압축실린더에 의한 유압으로 주입	금속제의 실린더
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무풍선압으로 주입	고무풍선
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

<표 8.3.3> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500±500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000±1,000	0.5~5mm 전후

<표 8.3.4> 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

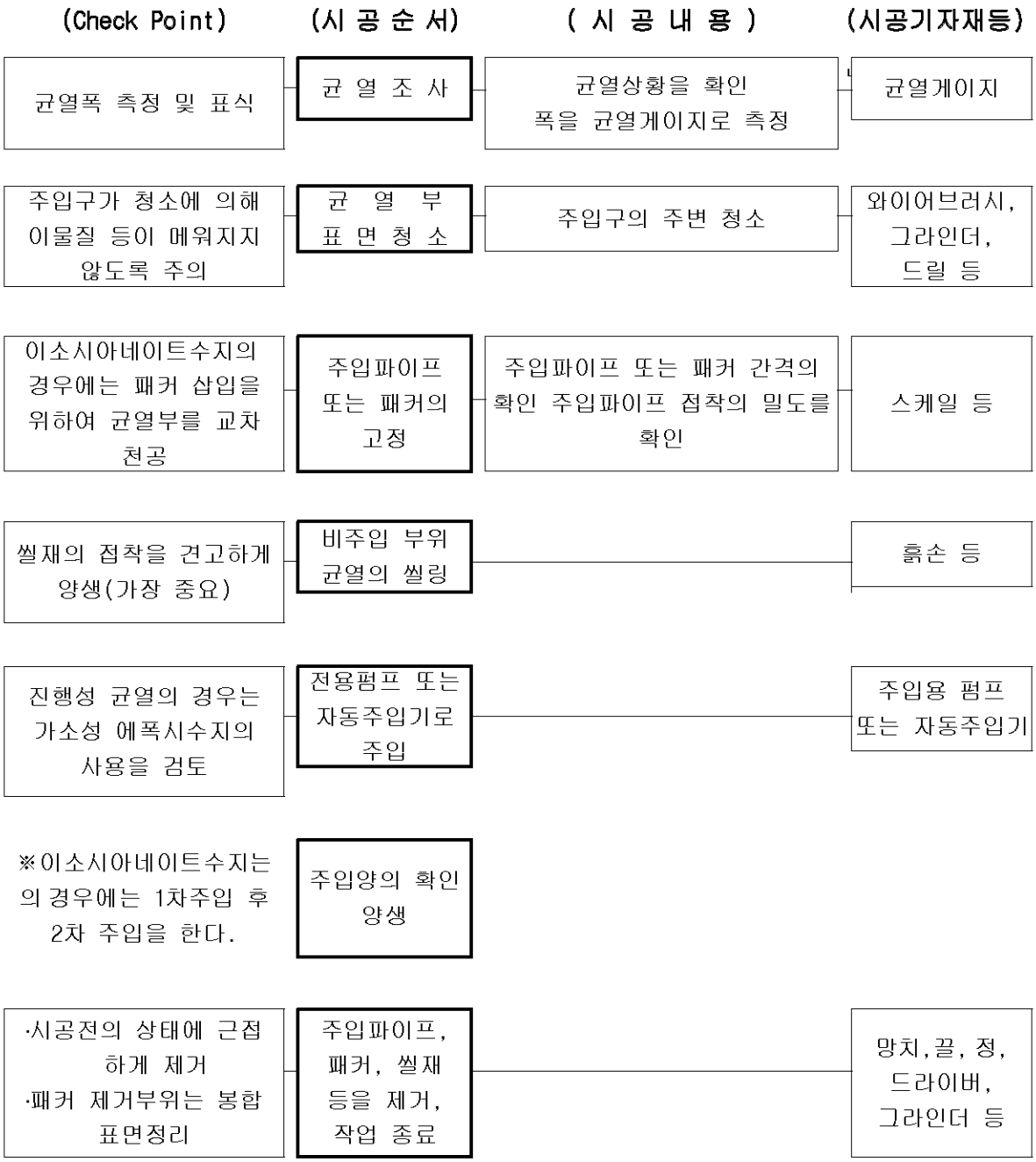
균열 폭 (㎜)	주입파이프/패커 간격 (㎜)	비 고
0.3 이하	50 ~ 100	
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200	
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250	
1.0 이상	200 ~ 300	

3) 압입식 수지주입공법의 특징

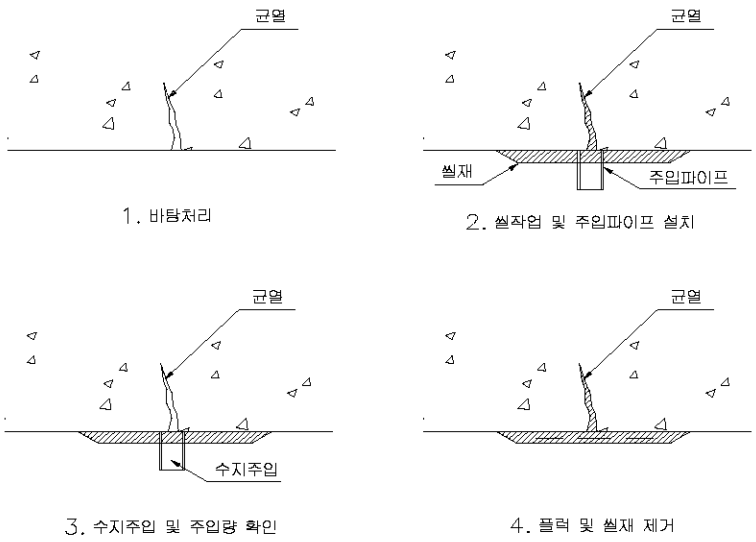
수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고, 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다. 주입압력은 4kg/㎠ 이하로 규정되어 있으나, 실제로는 1kg/㎠ 전후가 사용된다.

주입재는 에폭시수지계 또는 이소시아네이트수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있다. 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하나, 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

수지주입공법의 시공 흐름도는 <그림 8.3.1>, 공법 개요는 <그림 8.3.2>와 같으며 수지계 주입재의 특징은 <표 8.3.9>과 같다.



<그림 8.3.5> 수지주입공법 시공 흐름도



<그림 8.3.6> 균열 수지주입 공법 개요도

4) 시공시 주의사항

가) 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다. 보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

나) 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다. 일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

다) 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.

라) 씰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

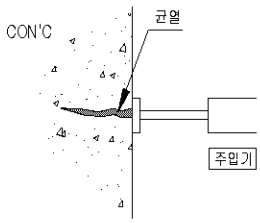
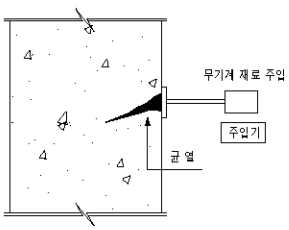
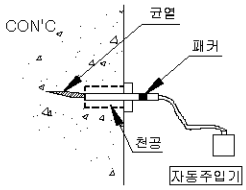
마) 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 씰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리하며, 이소시아네이트 수지를 주입한한 경우에는 패커 제거후 제거홈 씰링제로 밀봉한 후 그라인더로 표면처리 한다.

바) 이소시아네이트 수지는 격자로 주입하며 1차 주입 후 2차 주입을 한다.

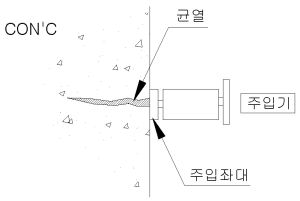
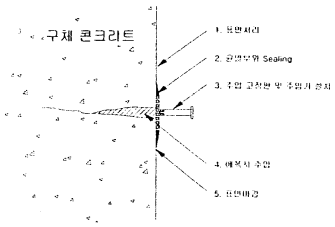
<표 8.3.5> 수지계 주입재의 특징

재료명	주요 성분	특징·용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	·균열, 추종성이 양호 ·적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	·경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 ·균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	·수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 ·강도특성이 뛰어남 ·균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	·수중 경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 ·적용 균열 폭 1.0mm~10.0mm
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에밀젼 미분말충전재 조강시멘트	·균열폭 5.0mm 이상에 적용 ·습윤면에 대하여 접착성이 우수 ·알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합
이소시아네이트 수지 주입재 (건설 신기술 제359호)	일액형 친수성 (에폭사+우레탄+아크릴+이소시아네이트)	·균열, 누수 및 습윤면 접착강도 우수 (누수 심한 곳 2.5kg/cm^2 수압 차단) ·균열, 추종성이 양호 ·적용가능 균열 폭은 0.2~10.0mm ·환경친화 제품으로 화기위험 및 냄새 없음 ·진동 및 거동으로 인한 작업부를 자체 압력으로 균열부 추종 봉합

<표 8.3.6> 수지주입공법의 비교

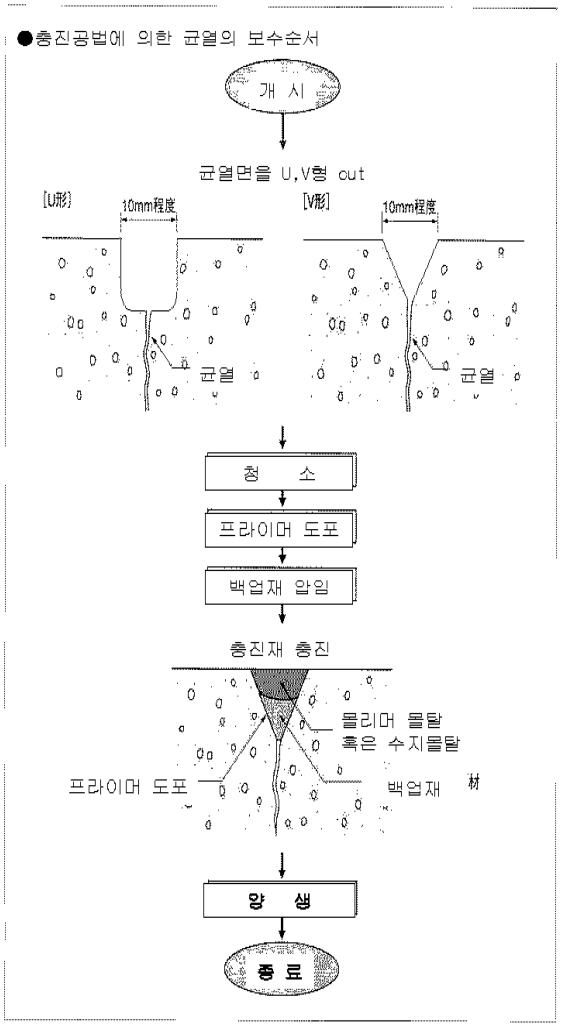
구 분	에폭시 수지계 (일반)	폴리머 시멘트계	이소시아네이트 수지 (건식, 습식)
개요도			
공법 개요	·콘크리트 균열부위에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	·콘크리트 균열부위에 무기계 재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공 법	·콘크리트 균열 부위에 이소시아네이트 수지를 패커를 이용 자동주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→V컷팅→주입기 설치 →균열부실링→에폭시주입 →단면복구	표면처리→V컷팅→주입기 설치 →균열부실링→RF슬러리 주입 →단면복구	표면처리→V컷팅→격자천공→균열부실링→이소시아네이트수지주입 →패커 제거→표면정리
특 징	·습윤면 시공 가능 ·시공성이 좋다 ·경화속도가 빠르다. ·주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있다 ·가장 일반적으로 쓰이는 공법으로 실적이 많다	·모체와 탄성계수, 열팽창계수 가 동일하여 재균열 발생 가능성 적음 ·모체와 일체화 가능 ·기존의 콘크리트 구체와 동일 한 구조거동을 하며, 재탈락의 현상 없음 ·습윤면 시공 불가능 ·저점도이므로 균열폭이 작으면 주입이 되지 않는다.	·건조면, 습윤면, 누수면 시공 가능 ·패커에 의한 주입으로 균열부 완전충진 가능과 약품이 역류되지 않음 ·자체 압력으로 누수면 및 추종 봉합 가능 ·모체와 일체화 가능 ·재균열 발생 없음 ·시공성이 우수하며 시공비가 저렴

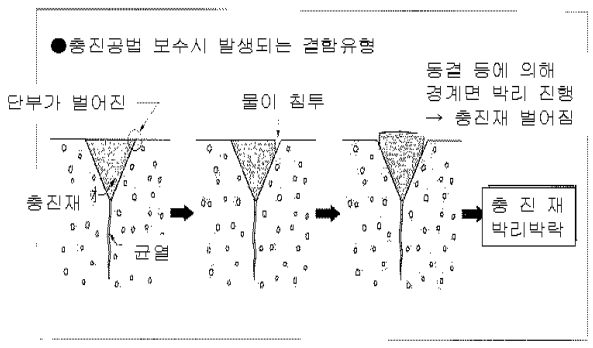
<표 8.3.6> 수지주입공법의 비교(계속)

구 분	그라우트(에폭시수지계)	습식 에폭시수지계	무색 에폭시수지계
개요도			
공법 개요	·콘크리트 균열부위에 초미립자 무기계슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	·내부 균열까지 침투성이 큰 저점도 Epoxy수지를 가압 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 에폭시 주입공법	·1차로 주입기의 압력에 의해 고압으로 주입되고 2차로 에 폭시 탱크의 잔류량이 보일의 법칙에 의해 저압으로 주입되므로 세밀한 균열의 보강액 주입 가능한 공법
시공 방법	표면처리→V컷팅→주입좌대 고정→균열부실링→초미립자무기계슬러리주입→ 단면복구	표면처리→주입구선정→균열부위 씰링→고정판 설치→에폭시주입 →표면정리	균열부위 면처리→에어건으로 먼지제거→균열부실링→고정제부착→실린더 고정판에 부착 →슈퍼인젝터를 실린더에 부착후주입 →고정대 제거후 마감.
특 징	·무기계 재료로서 기존콘크리 트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도/하중변화에 의 한 재균열 발생가능성이 없음 ·습윤면 시공불가능 ·균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해방지 기능이 있음 ·공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요	·주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있다. ·건식, 습식, 수중 시공이 가능하다. ·균열의 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입이 가능하다 ·압력조절에 주의가 요망되 며, 압력이 클 경우 균열이 확대되어 버릴 수 있음.	·각각의 시공 부위에 따라 슈퍼 인젝터의 각도를 조절 하면 완벽한 주입가능. ·자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능. ·약품이 역류되지 않아 시공면 이 오염되지 않음. ·시공이 매우 용이하여 시공비 가 저렴하다. ·사용년수 증가시 접착력이 떨 어질 수 있다.

마. 충진공법

충진공법은 균열의 폭이 0.5mm 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르타르 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식되어 있는 경우와 부식되지 않은 경우에 따라 보수방법이 다르며, 기존 코핑부와 확대 코핑부의 신·구콘크리트 접합부 균열로 철근이 부식되지 않은 경우에 적용한다.

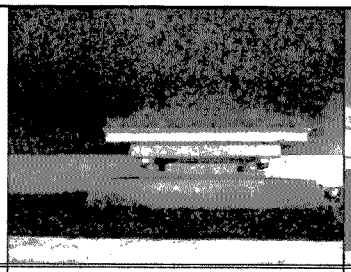
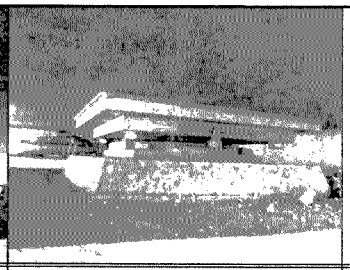
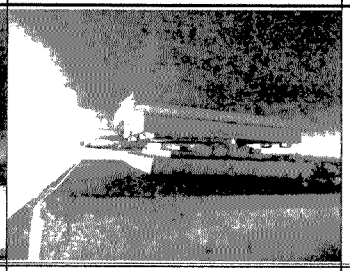
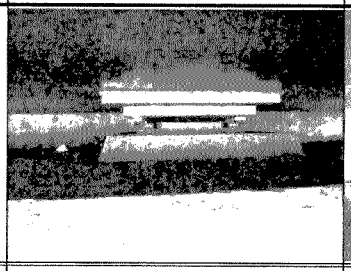
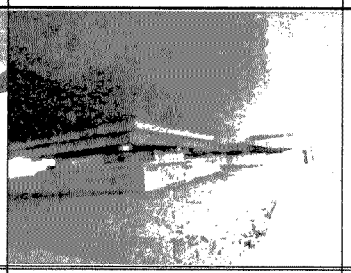
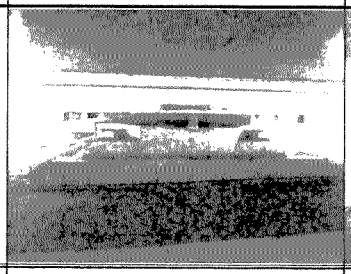


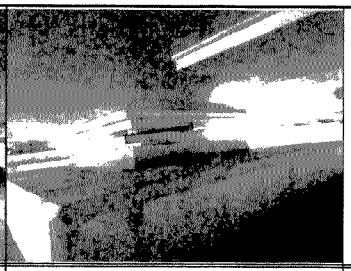
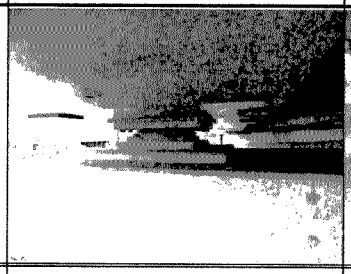
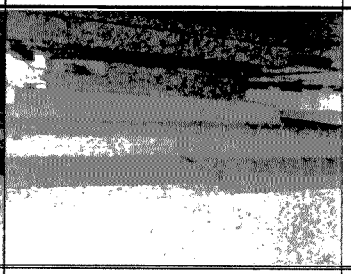
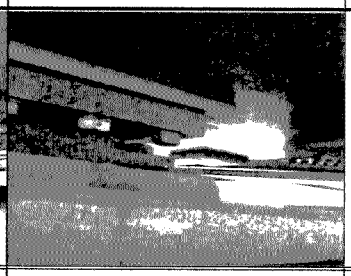
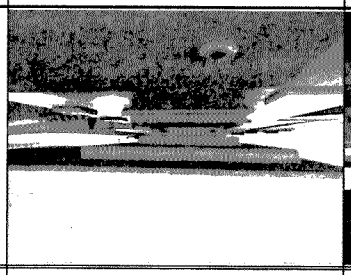
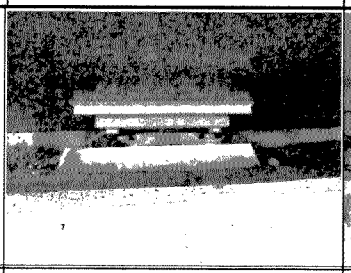
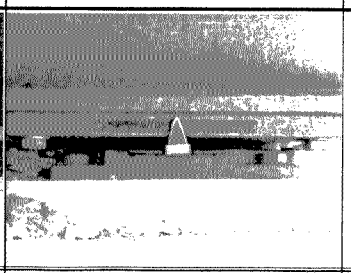


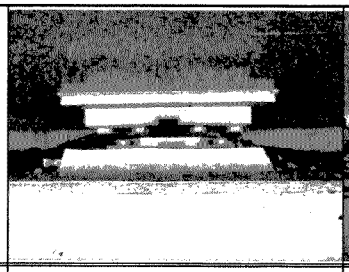
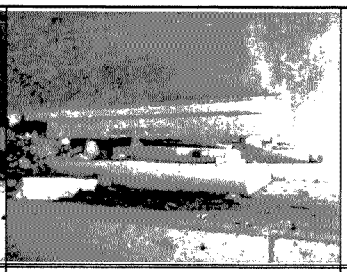
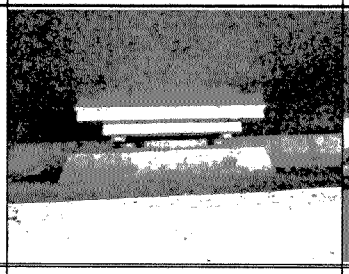
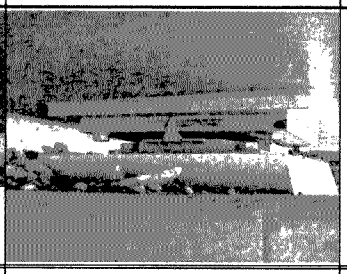
철근이 부식되지 않은 경우는 그림과 같이 균열을 따라 약 10mm 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 절개한 후, 이 부위에 실링재 · 유연성 에폭시수지, 폴리머 시멘트 모르타르 또는 기계 자동주입공법을 이용한 이소시아네이트 수지등으로 충전하여 보수한다. V형으로 절개하는 방법은 간편하지만 폴리머 시멘트 모르타르를 충전하는 경우 충전한 모르타르의 박리가 발생하기 쉽기 때문에 U형으로 절개하는 방법이 보다 효과적이다.

이상에서 언급한 공법에 사용하는 재료로서는 일반적으로 콘크리트는 타설 후 수년이 지나도 수분을 함유하는 재료이므로 균열면은 항상 습윤상태로 있는 것이 많다. 이 같은 경우는 습윤 균열 전용으로 개발된 에폭시 수지계 보수재료 또는 습윤면 및 누수면에서 시공가능한 이소시아네이트 수지 보수재료를 이용하는 것이 바람직하다. 시멘트계 보수재료는 현재 주입성능이 합성수지계에 비해 떨어지나 수경성이므로 습윤면의 시공에 적합하고 내구성, 내화성이 우수하여 화재 발생시 등에 유리하다.

라. 교량받침 사진

A1 - SH1			
내 용	정면	측면	
A1 - SH2			
내 용	정면	측면	
A1 - SH3			
내 용	정면	측면	
P1 - SH1			
내 용	정면	측면	
P1 - SH2			
내 용	정면	측면	

P1 - SH3			
내 용	정면	측면	
P2 - SH1			
내 용	정면	측면	
P2 - SH2			
내 용	정면	측면	
P2 - SH3			
내 용	정면	측면	
A2 - SH1			
내 용	정면	측면	

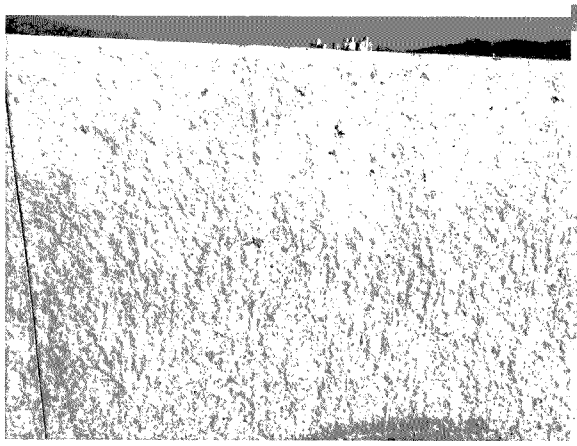
A2 - SH2			
내 용	정면	측면	
A2 - SH3			
내 용	정면	측면	

1.3.2 교량받침 연단거리조사

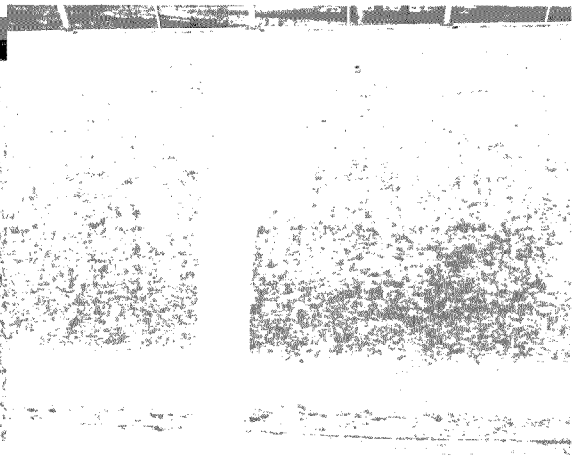
가. 교량받침 연단거리 측정

<표 1.3.4> 교량 받침 연단거리 측정 (성남방향)

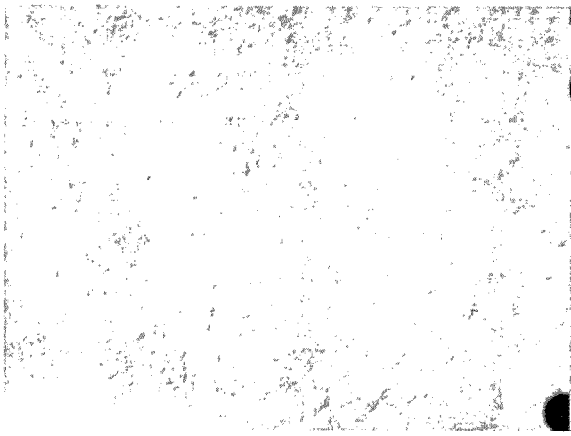
구 분	지간길이 (m)	최소값 (mm)	측 정 결 과(mm)			비고
			SH1	SH2	SH3	
A1	29.5	348	650	680	670	
P1	40.0	400	950	900	950	
P2	40.0	400	900	900	900	
A2	29.5	348	700	720	700	



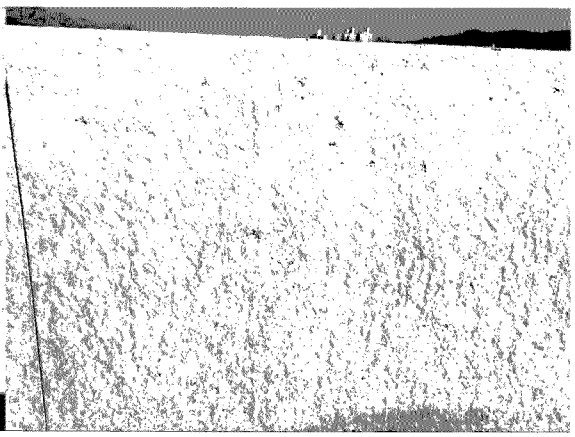
< S1 방호벽 균열 보수>



< S3 방호벽 균열 보수 >

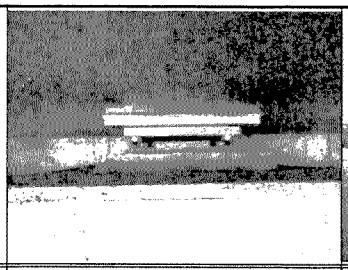
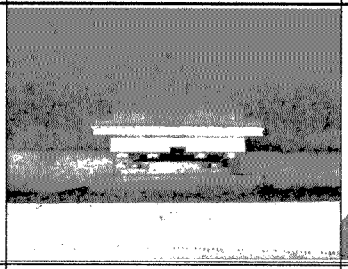
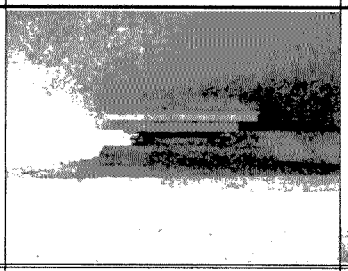
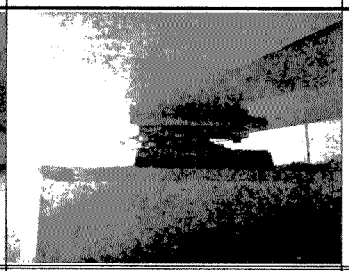
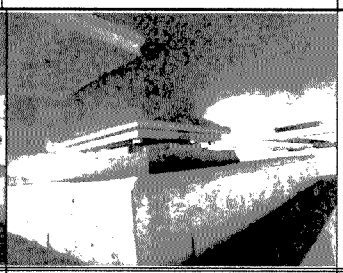
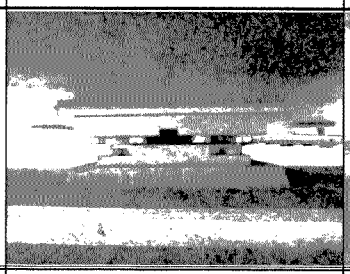
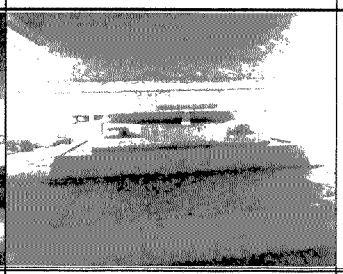


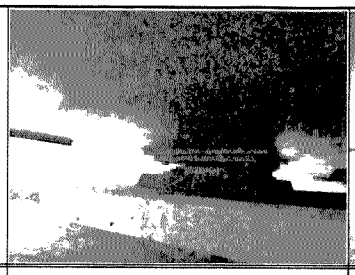
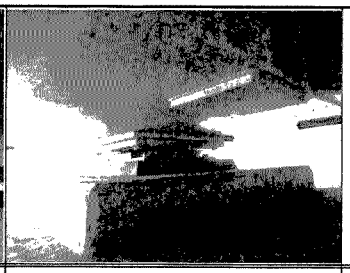
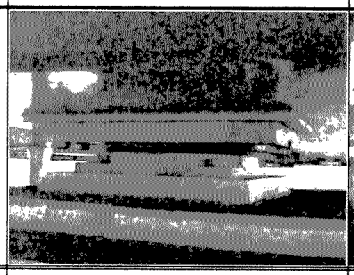
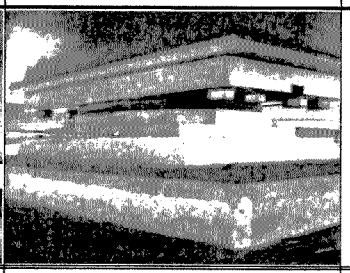
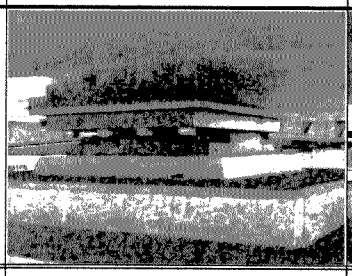
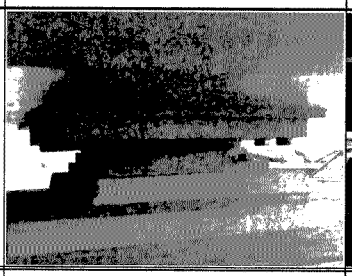
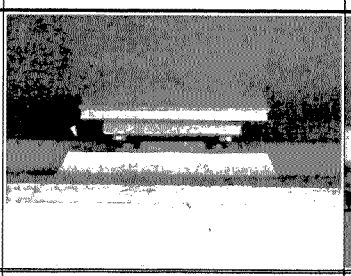
< S2 중앙분리대 균열 백태 발생 >

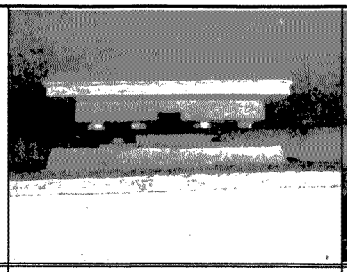
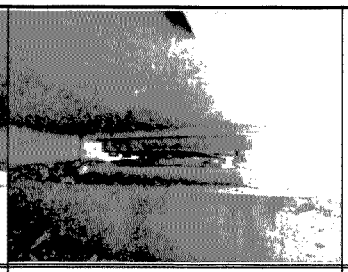
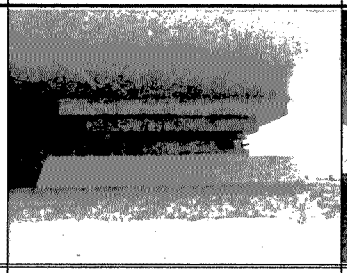
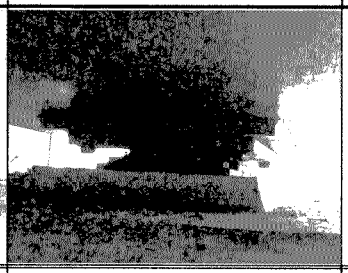


< 중앙분리대 보수 완료>

라. 교량받침 사진

A1 - SH1			
내 용	정면	측면	
A1 - SH2			
내 용	정면	측면	
A1 - SH3			
내 용	정면	측면	
P1 - SH1			
내 용	정면	측면	
P1 - SH2			
내 용	정면	측면	

P1 - SH3			
내 용	정면	측면	
P2 - SH1			
내 용	정면	측면	
P2 - SH2			
내 용	정면	측면	
P2 - SH3			
내 용	정면	측면	
A2 - SH1			
내 용	정면	측면	

A2 - SH2			
내 용	정면	측면	
A2 - SH3			
내 용	정면	측면	

2.3.2 교량받침 연단거리조사

가. 교량받침 연단거리 측정

<표 2.3.4> 교량 받침 연단거리 측정 (장호원방향)

구 분	지간길이 (m)	최소값 (mm)	측 정 결 과(mm)			비고
			SH1	SH2	SH3	
A1	29.5	348	680	680	670	
P1	40.0	400	900	900	950	
P2	40.0	400	900	900	900	
A2	29.5	348	700	710	700	

제 Ⅱ편 교량편

제1장 수하3교 성남방향

제2장 수하3교 장호원방향

제 1장 수하3교(성남방향)

1.1 시설물 현황

1.2 외관조사

1.3 교량받침 조사

1.4 신축이음장치 유간 조사

1.5 재료시험

1.6 시설물의 상태평가

1.7 재하시험

1.8 구조해석 및 내하력 평가

1.9 종합평가 및 안전등급 지정

1.10 종합결론

제 1 장 수하3교(성남방향)

1.1 시설물 현황

1.1.1 개요

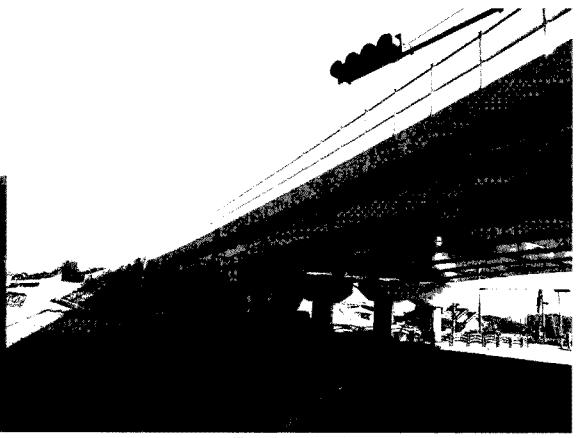
본 시설물은 경기도 이천시 신둔면 도암리에 위치한 STEEL BOX GIRDER교 교량으로서 3ea의 Girder로 구성되어 있으며, 총연장은 100.0m(30+40+30)이고 양방향 중 성남방향 폭은 13.94m(편도 3차로)이다.

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 교량부재 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다.

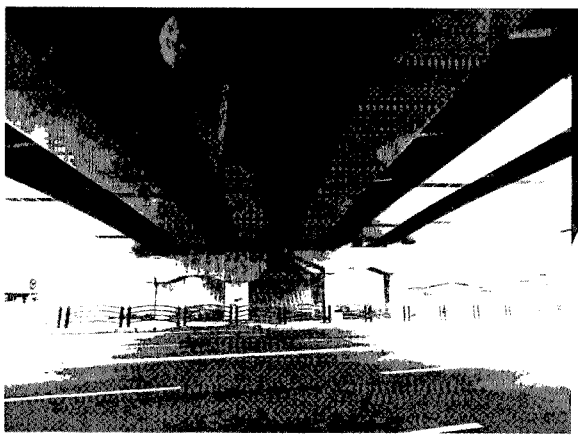
본 시설물의 교량하부는 교고가 최대 5.3m이며, 교량하부로 시도 2호선이 횡단하고 하고 있어 교량 점검차를 이용하여 외관조사를 수행하였다.



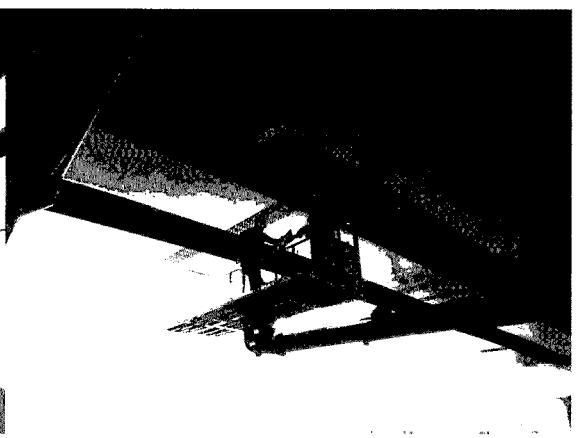
<상부 전경>



<측면 전경>



<하부 전경>



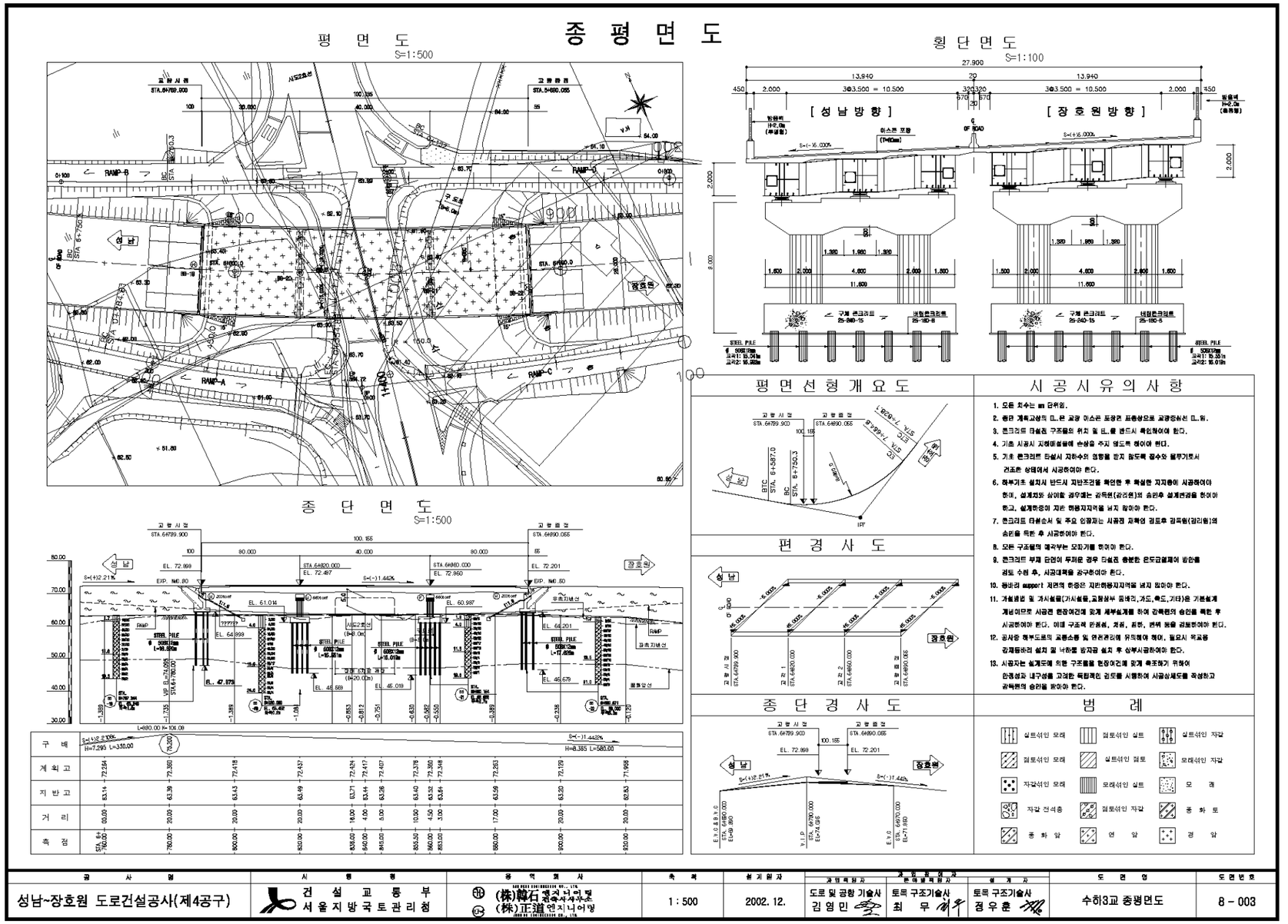
<점검차를 이용한 외관조사 현황>

<표 1.1.1> 대상구조물 현황표

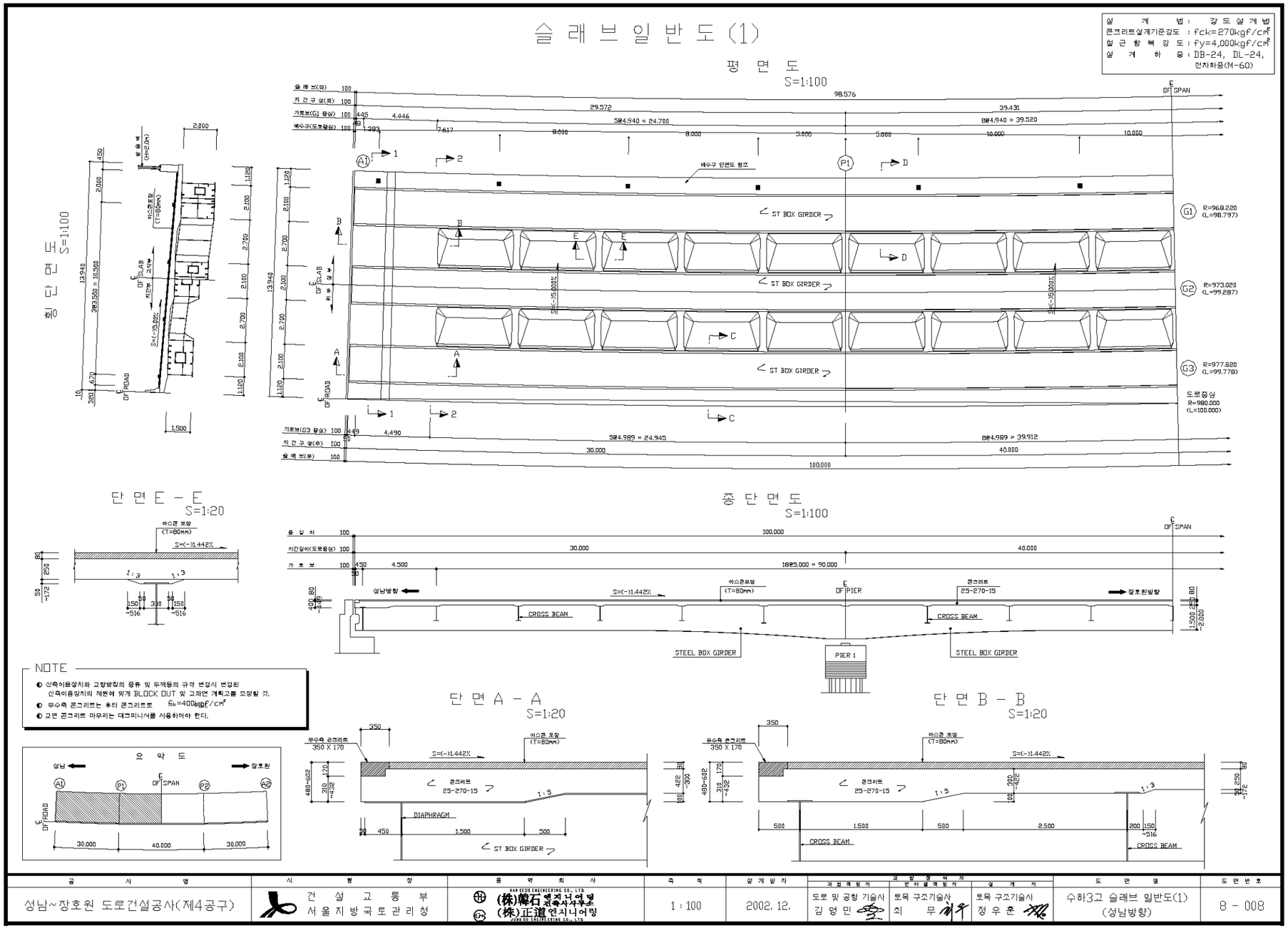
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>수하3교(성남방향)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017년 12월</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 이천시 신둔면 도암리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td>노선명(이정)</td><td colspan="2">성남~장호원 도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 30.0 + 40.0 + 30.0 = 100.0m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 성남방향:13.94m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>STEEL BOX GIRDER교</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1: PILE기초
A2: PILE기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교각:ㅠ형, 교대:역T형</td><td>교각</td><td>P1~P2: PILE기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>POT BEARING</td><td colspan="2">신축이음</td><td>MONOCELL</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물
(도로, 철도, 하천)</td><td>시도 2호선</td><td colspan="2">통과 높이</td><td>약 5.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">· 가로등, 방음벽</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">· 설계도면 有</td></tr>
</table>

1.1.2 관련도면

가. 성남방향



<그림 1.1.1> 수하3교 종평면도



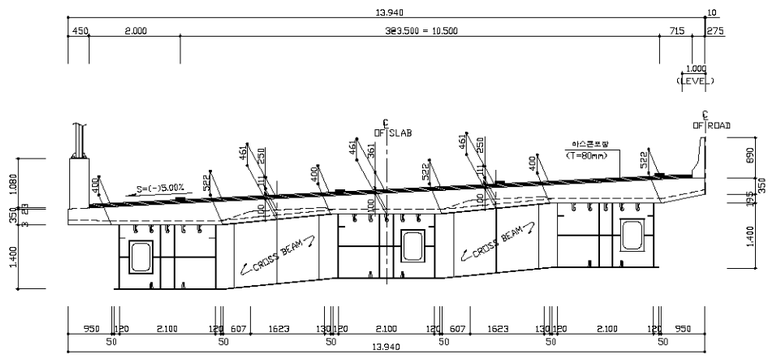
<그림 1.1.2> 수하3교 성남방향 슬래브 일반도-1

슬 래 브 일 반 도 (2)

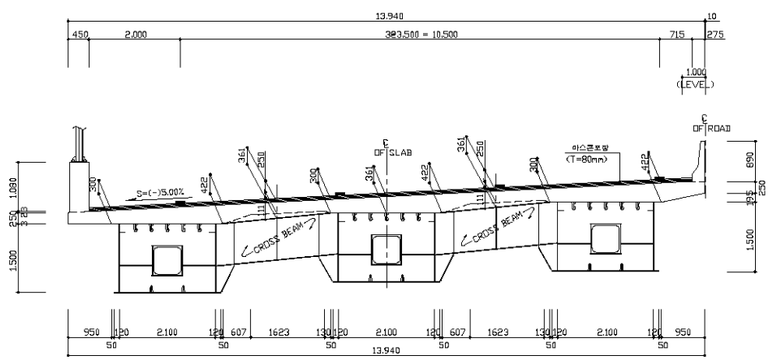
설 계 법	: 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도	: Fck=270kgf/cm²
철 근 항 복 강 도	: Fy=4,000kgf/cm²
설 계 하 중	: DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

슬래브 단부 확대 상세
S=1:50

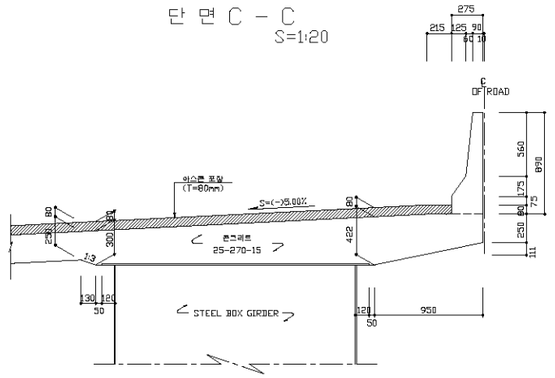
[단 면 1-1]



[단 면 2-2]



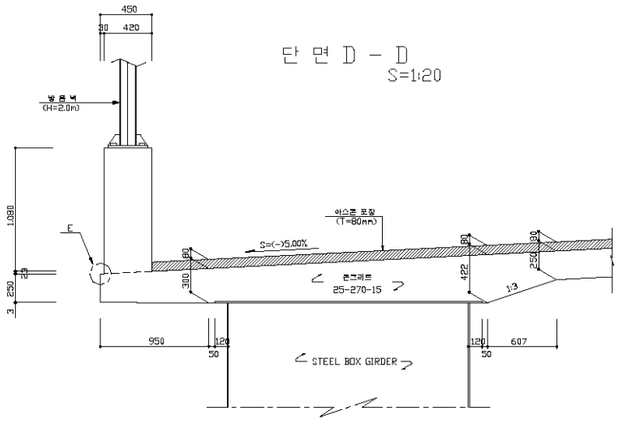
단 면 C - C
S=1:20



NOTE

◐ 방호벽 기계터설시 콘크리트 유실 방지를 위하여 'E'위치의 모서리는 모따기를 하지 않아야 한다.

단 면 D - D
S=1:20



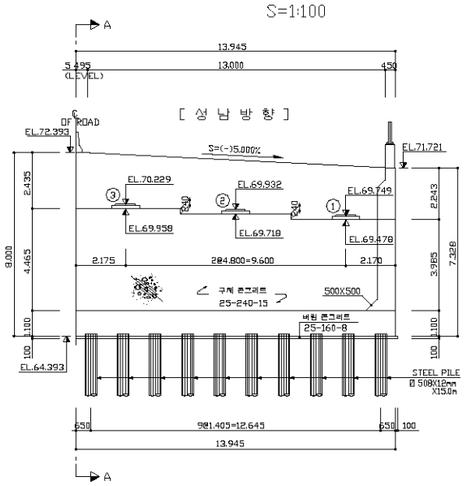
공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설 계 일 자	과업참여자			도 면 명	도 면 번 호
					과업책임자	분야별책임자	설 계 자		
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서 울 지 방 국 토 관 리 청	(株)韓石 엔지니어링 건축사사무소 (株)正道 엔지니어링	1 : 50	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3고 슬래브 일반도(2) (성남방향)	8 - 009

<그림 1.1.3> 수하3교 성남방향 슬래브 일반도-2

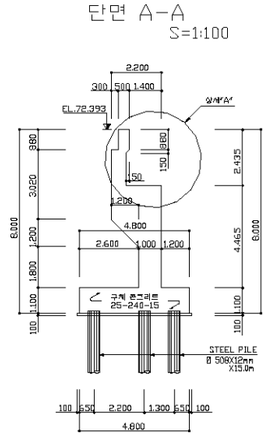
교 대 1 일 반 도 (1)

설 계 법	강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도	fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도	fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중	DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

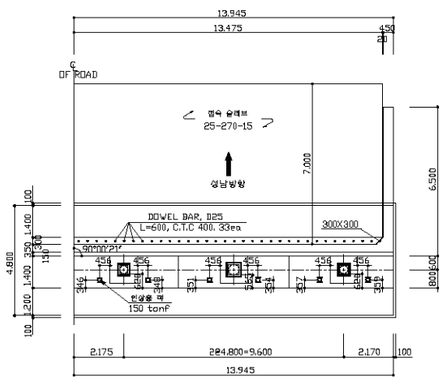
정 면 도
S=1:100



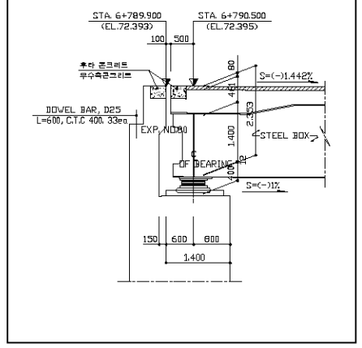
단면 A-A
S=1:100



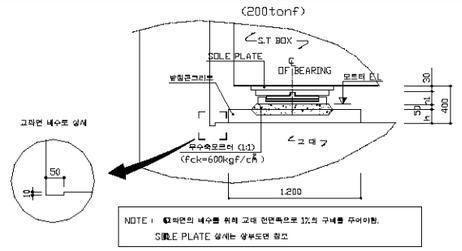
평 면 도
S=1:100

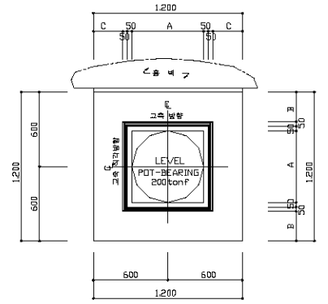


상 세 "A"
S=1:50



BEARING BLOCK 상세도
S=1:25





치 수 표

구 분			A	B	C	h	h1	비 고
교량받침 장 치	규 격	가 동 방 향						
②	POT-BEARING (200 tonF)	일방향(고측방향)	470	265	265	164	156	
①③	POT-BEARING (200 tonF)	양 방 향	360	320	320	221	99	

교량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X30.0 = 35.0	S' = 80.0 - 47/2 = 56.5
지 지 거 리	N = (200+1.67L+6.66H) × (1+0.000125)θ² = 307mm = 30.7cm (L=30.0, H=8.564, θ=0°)	N' = 140.0 - 15.0 = 125.0

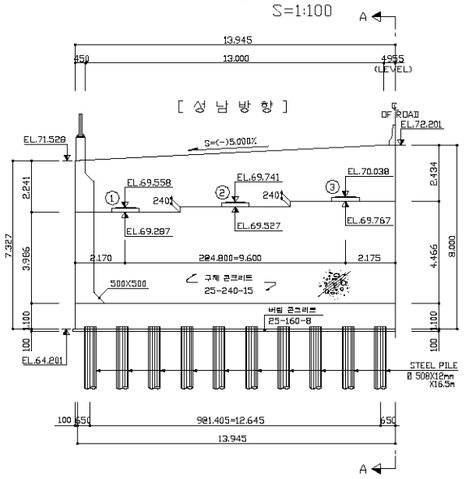
공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	관계원직 과업책임자	관계원직 분야별책임자	관계원직 설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	(株)韓石 (株)正道 엔지니어링	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3고 교대1일반도(1) (성남방향)	8 - 093

<그림 1.1.4> 수하3교 성남방향 방향 교대 일반도-1

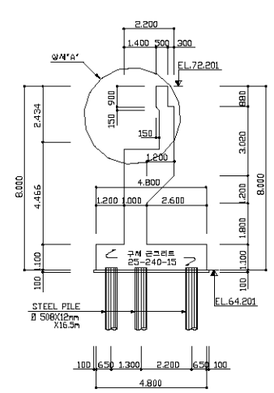
교 대 2 일 반 도 (1)

설 계 법	: 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도	: fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도	: fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중	: DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

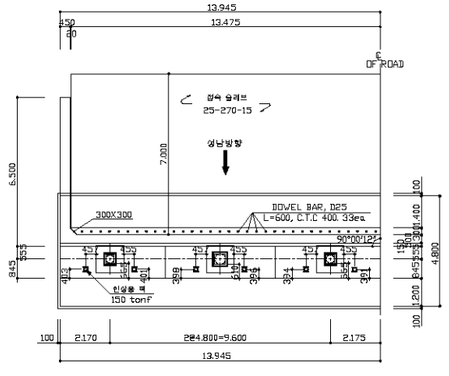
정 면 도 S=1:100



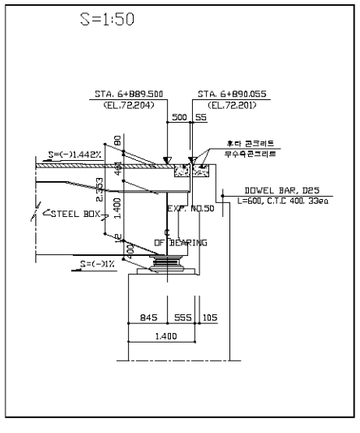
단면 A-A S=1:100



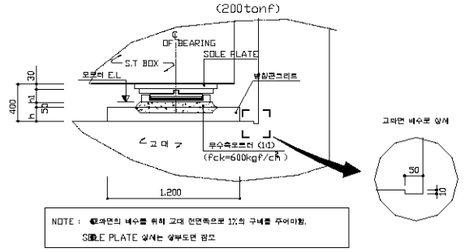
평 면 도 S=1:100

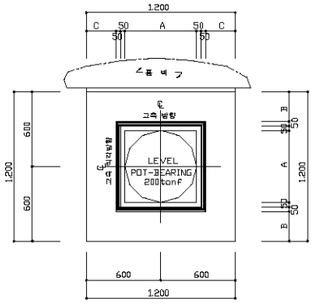


상 세 "A" S=1:50



BEARING BLOCK 상세도 S=1:25





치 수 표

구 분			A	B	C	h	h1	비 고
고정받침 장 치	규 격	가동 방 향						
②	POT-BEARING (200 tonf)	일방향(교축방향)	470	265	265	164	156	
①③	POT-BEARING (200 tonf)	방 방 향	360	320	320	221	99	

교량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

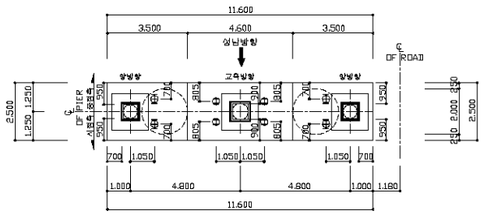
구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X30.0 = 35.0	S' = 84.5 - 47/2 = 61.0
지 지 거 리	N = (200+1.67L+6.66H) × (1+0.000125)θ² = 307mm = 30.7cm (L=30.0, H=8.564, θ=0°)	N' = 140.0 - 10.5 = 129.5

공사명	시행청	용역회사	축척	설계일자	국토관리청	설계책임	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 (株)正道 엔지니어링	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	도목 구조기술사 최 무	수하3고 교대2일반도(1) (성남방향)	8 - 100

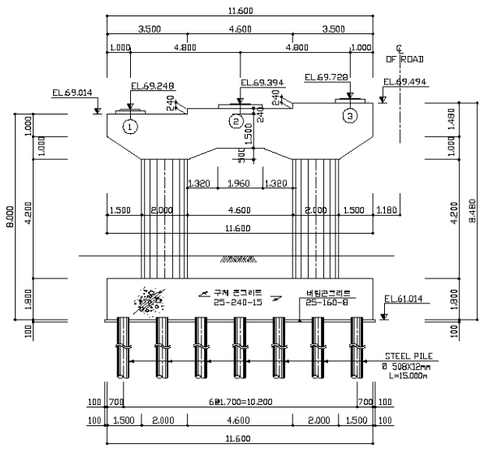
교 각 1 일 반 도
(성남 방향)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도 : fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중 : DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

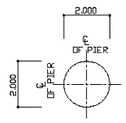
평 면 도 S=1:100



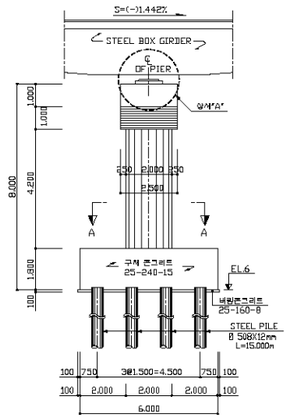
정 면 도 S=1:100



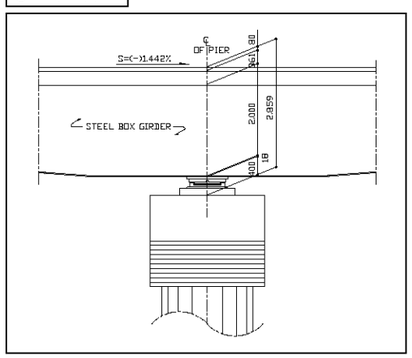
단 면 A-A S=1:100



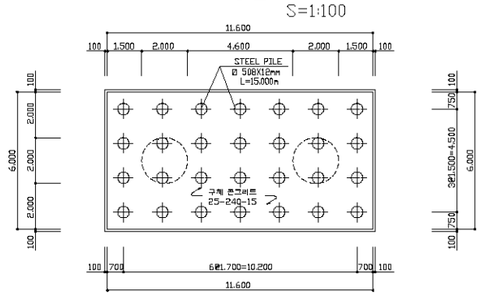
측 면 도 S=1:100



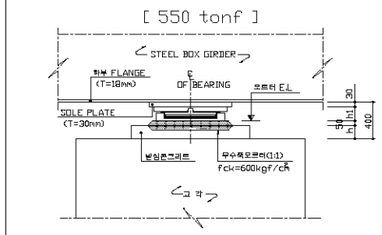
상 세 "A"



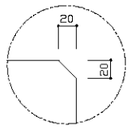
기초 평면도 S=1:100

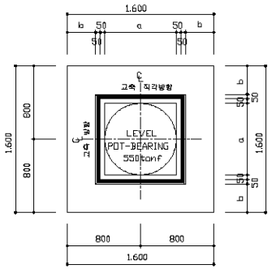


BEARING BLOCK 상세도 S=1:25



모따기 상세





NOTE> SOLE PLATE는 상부도면 참조.

치 수 표

구 분			a	b	h	h1	비 고
번 호	가동방향	규 격					
②	일방향 (고속방향)	POT-BEARING (550 tonf)	700	350	90	230	
①,③	일방향	POT-BEARING (550 tonf)	600	400	184	136	

NOTE

1. 모든 구조물 치수의 단위는 mm이다.
2. 콘크리트 타설시에는 물기가 없는 건조한 상태에서 타설할것.
3. 콘크리트 타설전 수화열에 의한 콘크리트의 균열대책 및 시공순서를 계획하여 감독과의 승인을 득한 후 시공할것.
4. 구체콘크리트의 설계기준강도는 25-240-15 이다.
5. 기초콘크리기 콘크리트의 강도는 25-160-8 이다.
6. 교좌면 시공 및 교량받침 배치시에는 별히 교량받침 배치도를 참조하여 교량받침의 좌표 및 방위를 확인 후 시공할것.
7. 모든 구조물의 예각부는 모따기를 하여야 한다.

고량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

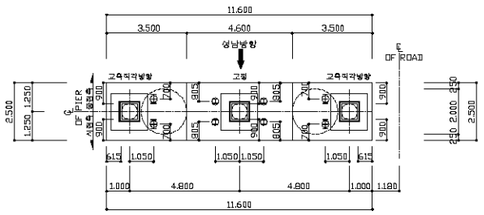
구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X40.0=40.0	S' = 70.0

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설 계 일 자	관 계 책 임 자	본 사 책 임 자	설 계 자	도 면 명	도 면 번 호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 (株)正道	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3교 고각1일반도 (성남방향)	8 - 121

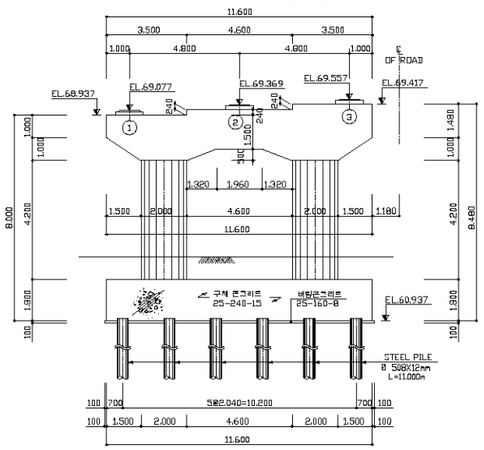
교 각 2 일 반 도
(성남 방향)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도 : fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중 : DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

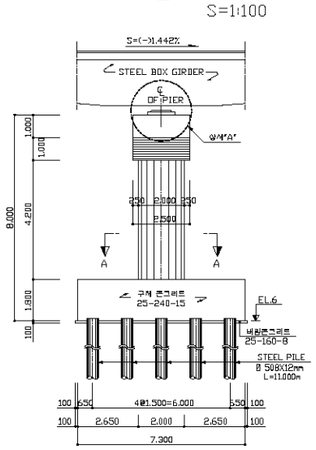
평 면 도
S=1:100



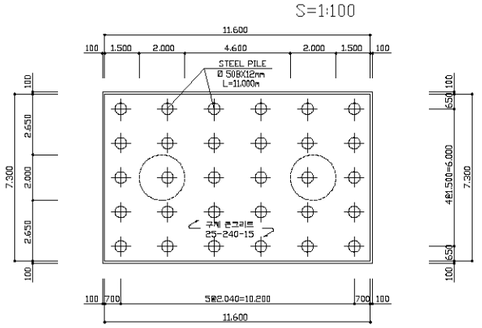
정 면 도
S=1:100



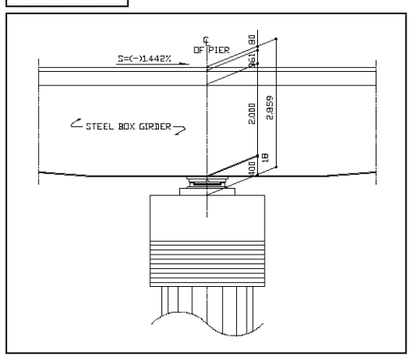
측 면 도
S=1:100



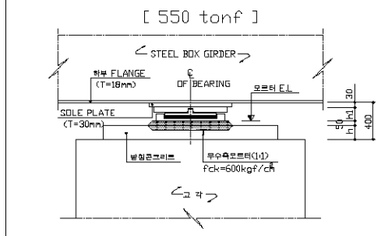
기초 평면도
S=1:100



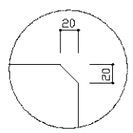
상 세 "A"



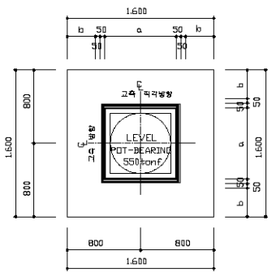
BEARING BLOCK 상세도
S=1:25



모따기 상세



NOTE) SOLE PLATE는 상부도면 참조.



치 수 표

구 분			a	b	h	h1	비 고
번 호	가동방향	규 격					
②	고 정	POT-BEARING (550 tonf)	700	350	142	178	
①, ③	일방향 (교축직각방향)	POT-BEARING (550 tonf)	700	350	90	230	

NOTE

1. 모든 구조물 치수의 단위는 mm이다.
2. 콘크리트 타설시에는 물기가 없는 건조한 상태에서 타설할것.
3. 콘크리트 타설전 수화열에 의한 콘크리트의 균열대책 및 시공순서를 계획하여 검토과의 승인을 득한 후 시공할것.
4. 구체콘크리트의 설계기준강도는 25-240-15 이다.
5. 기초고르기 콘크리트의 강도는 25-160-8 이다.
6. 교좌면 시공 및 교량받침 배치시에는 별허 교량받침 배치도를 참조하여 교량받침의 좌표 및 방위를 확인 후 시공할것.
7. 모든 구조물의 예각부는 모따기를 하여야 한다.

고량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

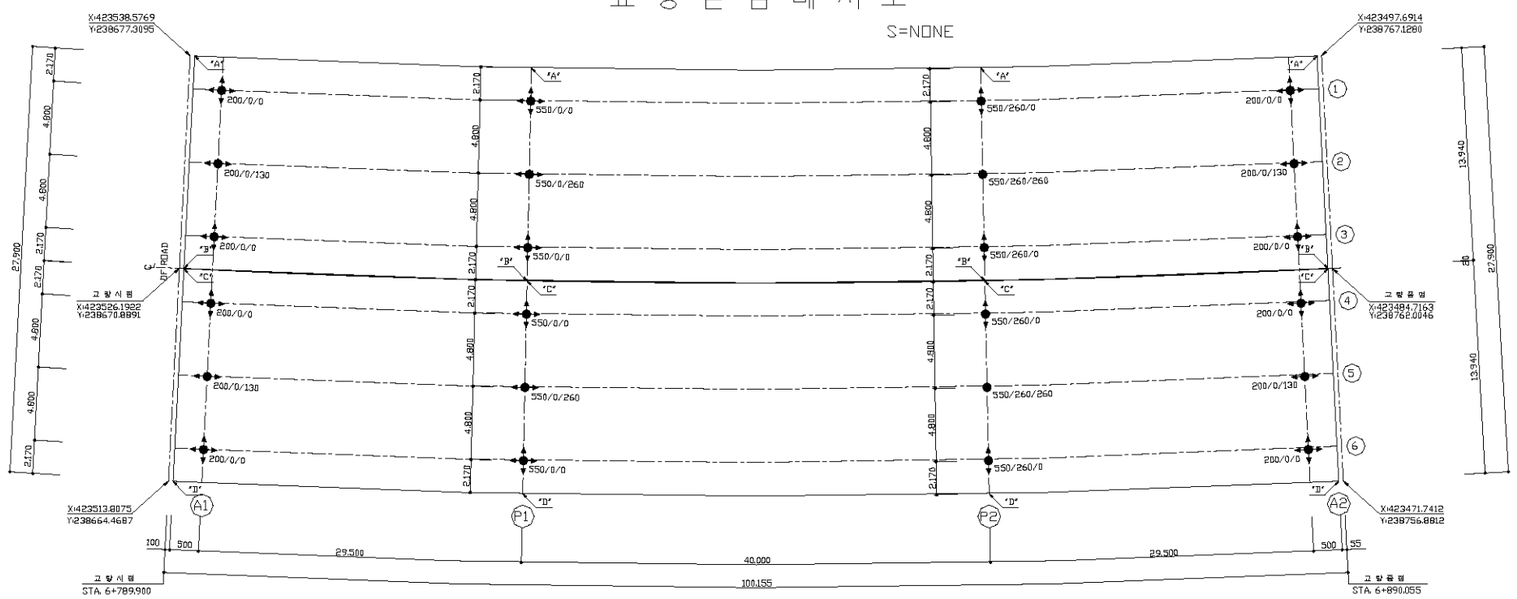
(단위:cm)

구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X40.0=40.0	S' = 61.5

공 사 명	시 행 청	통 역 회 사	축 척	설계일자	검토책임자	본부담당책임자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 (株)正道 엔지니어링	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3교 고각2일반도 (성남방향)	8 - 125

교 량 받 침 배 치 도

S=NONE



고량받침 장치 재료표 (전체분)

종 류	규 격	갯 수 A1	P1	P2	A2	계	비 고
●	550tonf			2		2	
✦	550tonf			4		4	
◂●▸	200tonf	2			2	4	
	550tonf		2			2	
✦	200tonf	4			4	8	
	550tonf		4			4	
계		6	6	6	6	24	

범 례

●	고 정 단
✦	양방향 가동단
◂●▸	교축방향가동단
✦	교축 직각방향 가 동 단

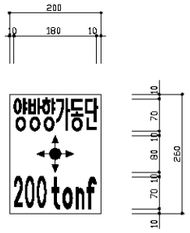
NOTE

◐ 교량 받침은 임의 선정한 POT BEARING을 사용하였으며, 추후 교량받침의 종류가 변경되었을시는 제반 사용조건 (수직력, 수평력)이상의 제품이어야 하며 세부설계도면 (상 하부 EL, BEARING BLOCK, SOLE PLATE등)을 조정하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

◐ 교량 받침 용량은 [수직력/교축방향 수평력/교축직각방향 수평력]의 순서로 표기 하였음.

고량 받침장치 유지관리 표지판

S=1:5



NOTE

1. 고대 전면 중앙부에 부착한다.
2. 번호판은 알미늄 판으로 규격은 400X260X0.5mm이며, 문지 및 바탕은 고휘도 반사지로 하고, 번호판의 부착방법은 [볼트, 접용접, 접착제(에폭시수지) 등으로 부착한다.
3. 문자는 고딕체로 하고,청색 바탕에 백색을 사용한다.

고량받침 장치 좌표

구분 / 번호	A1 X	A1 Y	PIER 1 X	PIER 1 Y	PIER 2 X	PIER 2 Y	A2 X	A2 Y
1	423536.3777	238676.8371	423523.3711	238702.9181	423507.0004	238738.8840	423495.8745	238765.8211
2	423532.1150	238674.6306	423519.0439	238700.8409	423502.5920	238736.9851	423491.4110	238764.0557
3	423527.8522	238672.4240	423514.7167	238698.7636	423498.1836	238735.0861	423486.9474	238762.2903
4	423523.9802	238670.4197	423510.7861	238696.8767	423494.1793	238733.3612	423482.8930	238760.6867
5	423519.7175	238668.2131	423506.4589	238694.7995	423489.7709	238731.4623	423478.4295	238758.9213
6	423515.4547	238666.0066	423502.1316	238692.7222	423485.3625	238729.5633	423473.9659	238757.1558

슬 래 브 좌 표

구분 / 번호	슬 래 브 시 점 X	슬 래 브 시 점 Y	PIER 1 X	PIER 1 Y	PIER 2 X	PIER 2 Y	슬 래 브 종 점 X	슬 래 브 종 점 Y
'A'	423538.5309	238677.3983	423525.3274	238703.8572	423508.9933	238739.7425	423497.7116	238767.0769
'B'	423526.1551	238670.9825	423512.7604	238697.8245	423496.1906	238734.2276	423484.7458	238761.9572
'C'	423526.1373	238670.9733	423512.7424	238697.8158	423496.1723	238734.2197	423484.7272	238761.9498
'D'	423513.7615	238664.5575	423500.1754	238691.7831	423483.3696	238728.7048	423471.7614	238756.8301

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	과업책임자	본부방책임자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 건축사사무소 (株)正道 엔지니어링	NONE	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	고 량 받 침 배 치 도	8 - 092

<그림 1.1.8> 수하3교 교량받침 배치도

1.2 외관조사

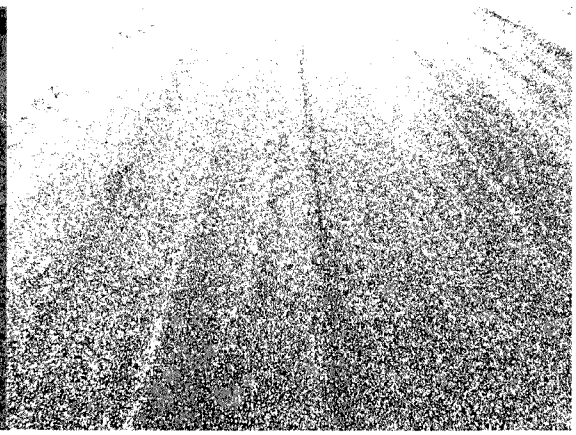
1.2.1 상세외관조사

가. 교면 포장

본 교량의 교폭은 13.94m로 방호벽(0.45m), 중앙분리대(0.32m)를 고려한 유효폭은 13.17m이며, 편도 3차선으로 구성되어있다. 교면포장은 콘크리트 바닥판위에 두께 80mm의 아스콘 포장으로 시공되어 있으며 외관조사결과 포장면에 균열, 포트홀, 함몰 및 요철, 단차 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.



< 교면포장 상태 양호 >



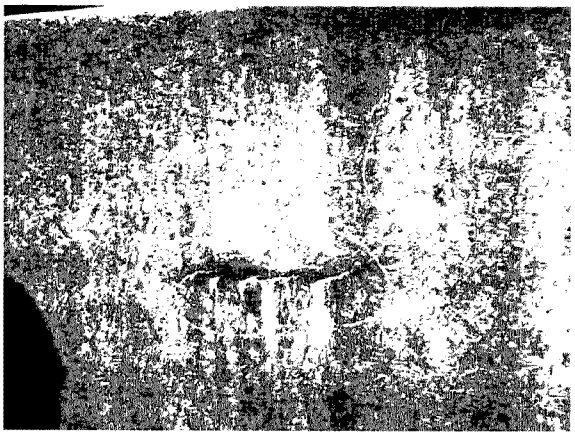
< 교면포장 상태 양호 >

나. 방호벽 및 중앙분리대

본 교량의 바닥판상면 측면에는 콘크리트 방호벽 및 중앙분리대가 시공되어 있으며, 외관조사 결과 일부 구간에 균열, 백태 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수가 진행 중인 것으로 확인되었다.

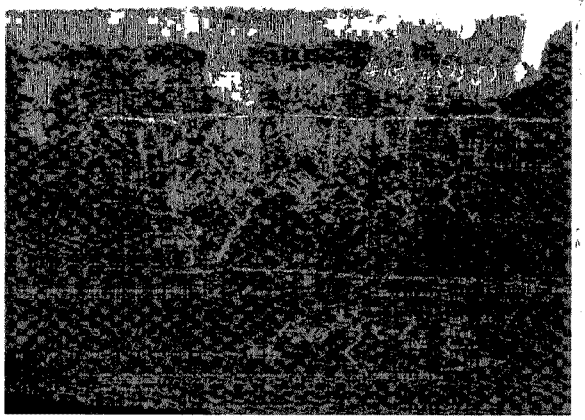
구 분	손상 내용	S1	S2	S3	합계	단위	비고
방호벽 및 중앙분리대	균열 및 백태 (0.3mm미만)	22.2/15	67.0/4	120.9/14	210.1/33	m/ea	



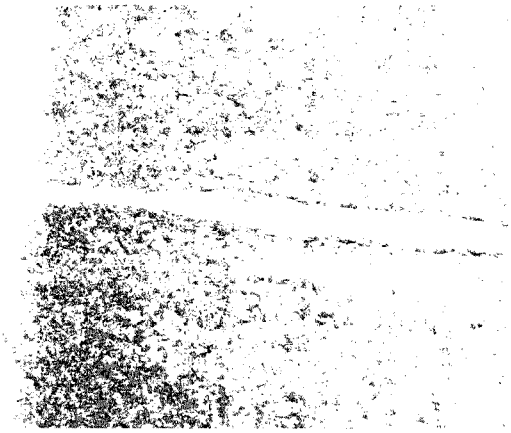
< S1 방호벽 균열 및 백태 발생 >



< 균열 및 백태 보수작업 광경>



< S3 방호벽 균열 발생 >



< 균열 보수 완료>

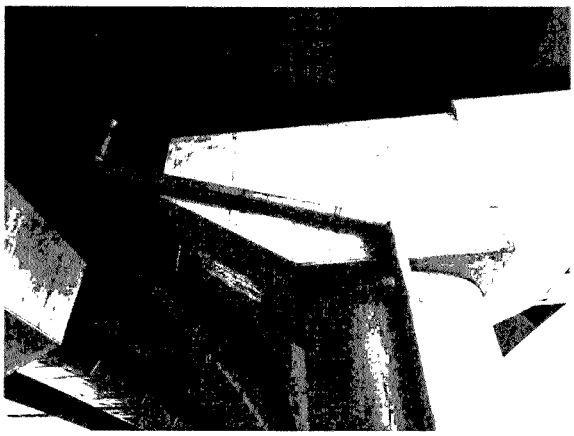
다. 배수시설

본 교량은 횡구배(-5.0%)에 의해 좌측면으로 우수가 유입되도록 설계되어 있으며, 배수구 상면에는 쓰레기 등의 이물질 혼입을 방지하기 위한 그레이팅(Grating)이 설치되어 있는 상태이다.

시공상태는 배수구가 전반적으로 포장면보다 낮게 설치되어 우수시 배수여건은 양호한 상태이며, 배수구에 이물질이 없는 깨끗한 상태이고 배수관에는 파손, 이음부 어긋남 등이 없는 것으로 조사되었다.



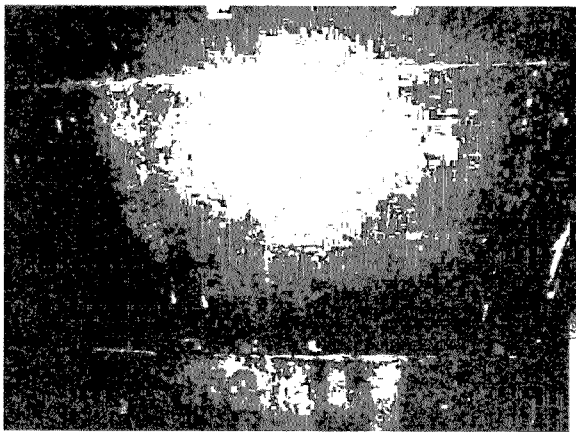
< 배수구 시공 상태 >



< 배수관 시공 상태 >

라. 바닥판하면

본 교량의 바닥판 하면은 프리캐스트 콘크리트 판넬로 시공되었으며, 외관조사 결과 균열, 파손, 이격 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.



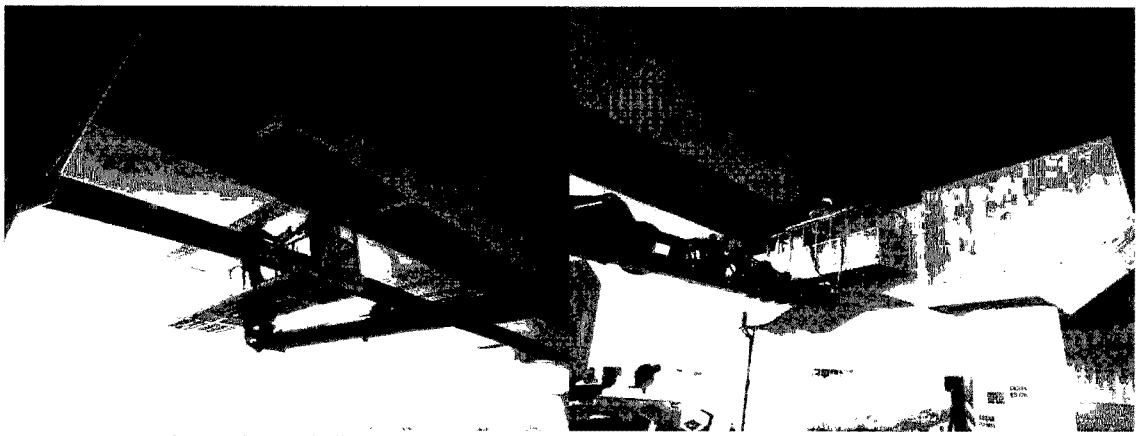
< S1 바닥판하면 상태 양호 >



< S2 바닥판하면 상태 양호 >

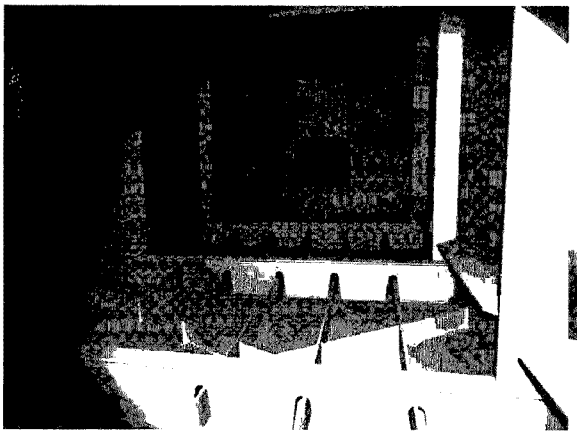
마. GIRDER 및 가로보

본 교량은 3기의 Steel Box Girder로 구성되어 있으며 경간장은 30.0~40.0m이다. 외관조사는 교량점검차를 이용하여 박스 외부를 최대한 근접한 상태로 실시하였으며, 박스 내부는 도보를 통한 외관조사를 실시하였다. 점검결과 강재 변형, 도장 긁힘 및 탈락 등의 손상이 발생하지 않았고 연결부 볼트체결 상태도 양호한 것으로 확인되었다.

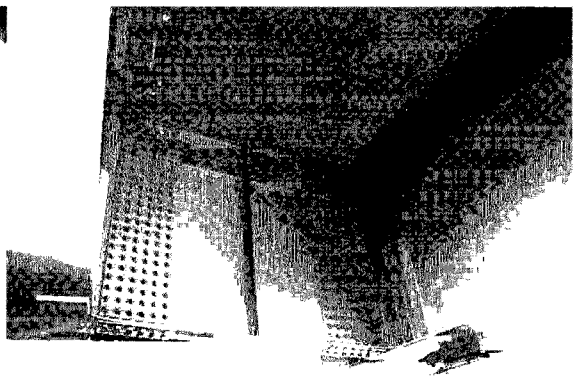


< 박스 외부 상태 양호 >

< 박스 외부 상태 양호 >



< 박스 내부 상태 양호 >



< 가로보 상태 양호 >

바. 신축이음 장치

신축이음장치는 A1(MONOCELL), A2(MONOCELL)에 시공되었으며, 하부 구조로의 우수유입을 차단하기 위한 차수판을 설치한 상태이다. 신축이음의 본체는 파손 및 누수, 신축유간부에 토사퇴적, 후타재 균열이 발생되지 않은 양호한 상태인 조사되었다.



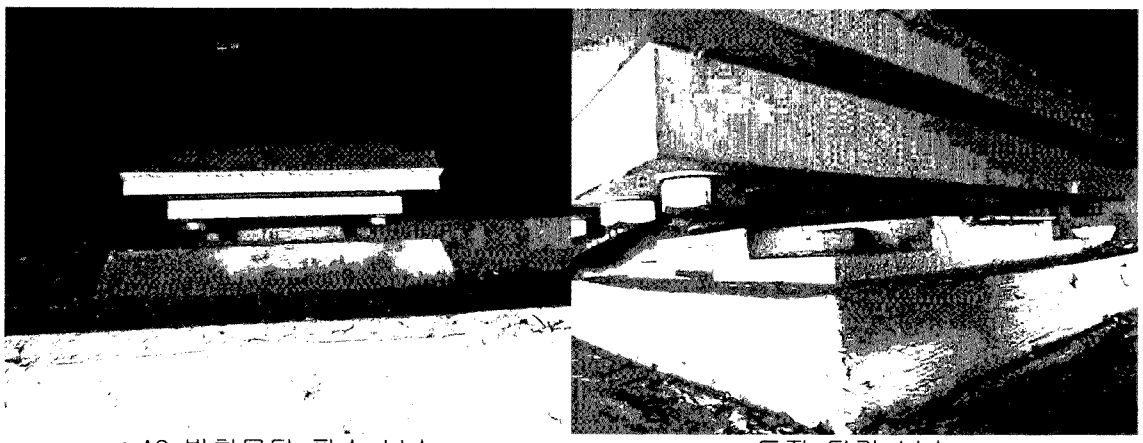
< A2 신축이음장치 상태 양호 > < A2 신축이음장치 후타재 상태 양호 >

사. 교량받침

본 교량의 받침장치는 POT BEARING 12개소로 설치되어 있으며, 받침 본체에 대한 현장조사 결과 변형 및 파손 등의 손상은 발생되지 않았으나, 일부 도장들뜸이 발생된 상태이다. 받침 콘크리트 및 무수축 몰탈에는 균열이 발생되지 않았으나, 일부 파손이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위는 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	A1	P1	P2	A2	합계	단위	비고
받침 장치	도장 탈락	0.11/2	-	-	0.07/3	0.18/5	㎡/ea	보수 완료
	받침 몰탈 파손	0.005/1	-	-	-	0.005/1	㎡/ea	보수 완료



< A2 받침몰탈 파손 보수 > < 도장 탈락 보수 >

아. 교대

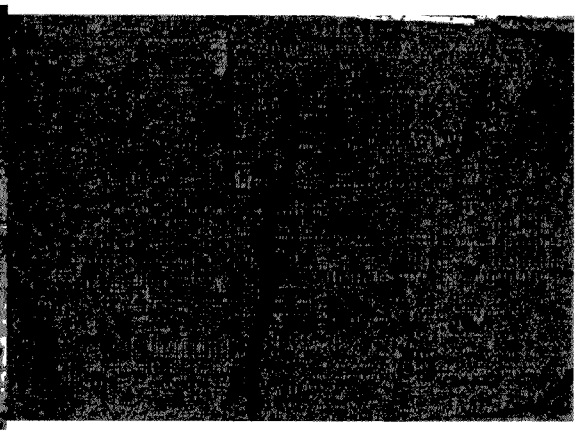
교대에 대한 외관조사결과 흉벽 및 날개벽에는 손상이 없으나, 벽체에 일부 건조수축에 의한 균열 및 망상균열 등의 손상이 발생되었고 신축이음부 실란트에 열화가 진행 중인 상태이다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수가 진행 중인 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	A1	A2	합계	단위	비고
교 대	균열(CW:0.3mm미만)	0.8/1	5.0/3	5.8/4	m/ea	
	신축이음부 실란트 열화	2.0/1	-	2.0/1	m/ea	
	망상균열	-	4.0/2	4.0/2	㎡/ea	



< 교대 A2 벽체 망상균열 발생 >



< 균열 보수 상태 >

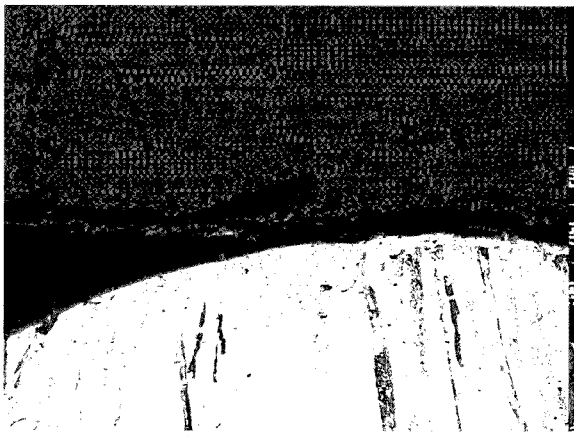
자. 교각

교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서 외관조사시 도보 및 교량점검차를 이용하여 최대한 근접하여 외관조사를 실시하였다.

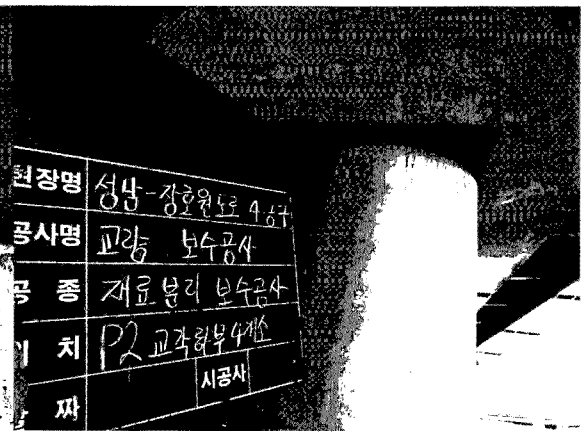
교각의 기초 형식은 PILE기초로 시공되었으며, 외관조사결과 기둥 및 코핑부에 부분적으로 균열, 철근노출 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수가 진행 중인 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	P1	P2	합계	단위	비고
교 각	균열(0.3mm미만)	3.0/3	8.3/10	11.3/13	m/ea	
	철근노출	-	0.01/1	0.01/1	㎡/ea	보수 완료



< 교각 P2 철근노출 발생 >



< 철근노출 보수 완료 >

1.3 교량받침 조사

1.3.1 교량받침 이동량조사

가. 교량받침 이동량 실측조사

1) 성남방향

<표 1.3.1> 교량받침 이동량 실측조사 (성남방향)

(단위 : cm)

위치	SH1		SH2		SH3		비고
	이동방향	이동량	이동방향	이동량	이동방향	이동량	
A1	⇳		↕		⇳		↑: A1측 ↓: A2측 ←: 좌측 →: 우측
	↑	1.8	↑	2.0	↑	1.8	
P1	⇳		↕		⇳		
	↑	1.0	↑	1.5	↑	1.3	
P2	↔		•		↔		
	-	-	-	-	-	-	
A2	⇳		↕		⇳		
	↓	0.5	↓	0.5	↓	0.7	

나. 교량받침 이동량 산출 근거

구 분	신축장 100m 미만의 교량	신축장 100m 이상 초과 교량	비 고
기본 신축량	· 온도신축+건조수축+크리프 단) 상로교, 하로, 강상판교는 건조수축, 크리프 제외	· 온도신축+건조수축+크리프+빔의 회전	

※ 출처 : 도로교 설계 기준

1) A1

위 치	A1	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	69,500mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 69,500 = 13.3 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 69,500 = 28.4 mm		

2) P1

위 치	P1	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	40,000mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 40,000 = 7.7 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 40,000 = 16.3 mm		

3) A2

위 치	A2	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	29,500mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 29,500 = 5.7 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 29,500 = 12.0 mm		

<표 1.3.2> 교량받침 이동량 산정 (성남방향)

위치	온도변화(ΔT)		선팽창계수	온도에 의한 이동량(mm)		최대받침이동량(mm)	
	동절기 (℃)	하절기 (℃)		동절기	하절기	동절기 (최대수축시)	하절기 (최대신장시)
A1	34.0	16.0	1.2×10^{-5}	28.4	13.3	28.4	13.3
P1	34.0	16.0	1.2×10^{-5}	16.3	7.7	16.3	7.7
A2	34.0	16.0	1.2×10^{-5}	12.0	5.7	12.0	5.7

<표 1.3.3> 교량받침 가동 여유량 조사결과 (성남방향)

위 치		가동량 (mm)	이동량 (mm)	실측 받침 가동여유량(mm)		최대 받침 이동량(mm)		평가	비 고
				수축 여유량	신장 여유량	최대수축 이동량	최대신장 이동량		
A1	SH1	± 100	+18	118	82	28.4	13.3	OK	
	SH2	± 100	+20	120	80				
	SH3	± 100	+18	118	82				
P1	SH1	± 100	+10	110	90	16.3	7.7	OK	
	SH2	± 100	+15	115	85				
	SH3	± 100	+13	113	87				
A2	SH1	± 100	-5	105	95	12.0	5.7	OK	
	SH2	± 100	-5	105	95				
	SH3	± 100	-7	107	93				

(이동량 ; +:A1측, -:A2측)

다. 고 찰

교량 받침 가동 여유량에 대한 분석 결과 수축·신장 여유량이 최대 수축·신장 이동량을 상회하는 것으로 나타나 본 과업대상 교량의 받침장치는 수축·신장에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 분석되었다.

나. 교량받침 연단거리 산출근거

교축방향의 받침연단과 하부구조 정부연단 사이의 거리 S(㎜)는 다음의 값 이상으로 한다.(도로교설계기준)

- 거더의 경간길이 100m 이하인 경우

$S = 200 + 5L$ ····· <식 2.1>

- 거더의 경간길이 100m 이상인 경우

$S = 300 + 4L$ ····· <식 2.2>

여기서, S : 받침연단거리(㎜), L : 경간길이(m)

다. 연단거리 평가

교대, 교각 받침장치에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(최소값)를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 수하3교(성남방향)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



<그림 1.3.1> 연단거리 측정 (성남방향)

1.4 신축이음장치 유간 조사

1.4.1 신축이음장치 현황

<표 1.4.1> 신축이음장치 현황

신축이음장치		지간범위	신축거더 길이	비고
위치	종류			
A1	MONOCELL	A1 ~ P2	69.5m	
A2	MONOCELL	P2 ~ A2	29.5m	

1.4.2 설계 신축량

<표 1.4.2> 설계신축량 검토

신축이음장치		계산 신축량 (mm)	설계 신축량 (mm)	판 정	비 고
위치	종 류				
A1	MONOCELL	60.0	80	OK	
A2	MONOCELL	31.2	50	OK	

1.4.3 신축이음부 유간 분석

<표 1.4.3> 신축이음부 유간 분석 - A1

위 치	A1	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	69,500mm
온도변화에 의한 이동량	$\triangle lt = \triangle T * a * L$ 신장량: $\triangle lt = (40 - 24.0) \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 69,500 = 13.3$ mm 수축량: $\triangle lt = (-10 - 24.0) \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 69,500 = 28.4$ mm		

<표 1.4.4> 신축이음부 유간 분석 - A2

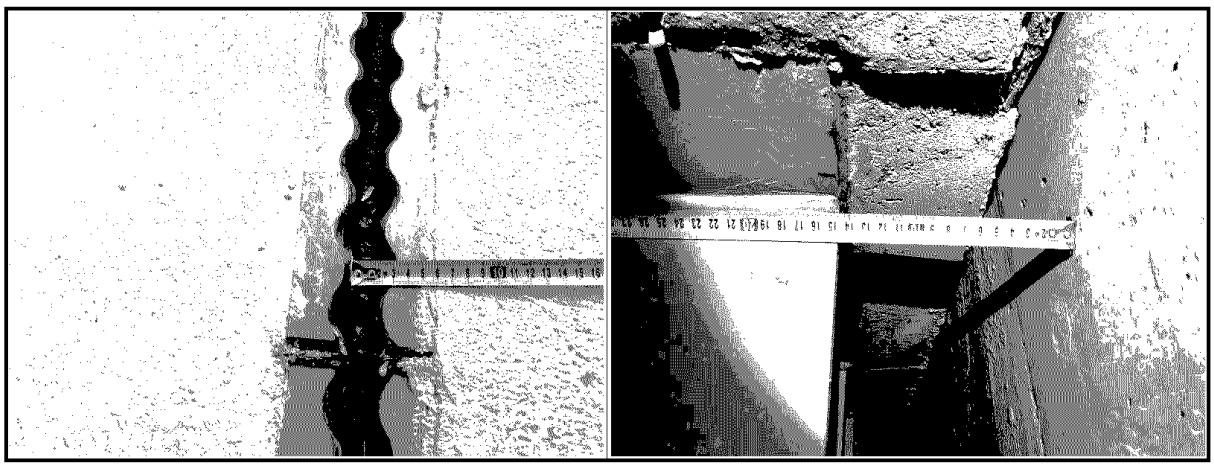
위 치	A2	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	29,500mm
온도변화에 의한 이동량	$\triangle lt = \triangle T * a * L$ 신장량: $\triangle lt = (40 - 24.0) \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 29,500 = 5.73$ mm 수축량: $\triangle lt = (-10 - 24.0) \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 29,500 = 12.0$ mm		

1.4.4 신축이음부 유간 측정 결과

<표 1.4.6> 신축이음부 유간 측정 결과 (성남방향)

구 분	계산 신축량 (㎜)	설계 신축량 (㎜)	계산치(㎜)		측정 유간(㎜)			판정	비 고
			신장량	수축량	신축유간 상부	신축유간 하부	거더간격		
A1	60.0	80	13.3	28.4	55	50	126	OK	
A2	31.2	50	5.73	12.0	30	45	145	OK	

신축이음장치 유간에 대한 분석결과 설계 신축량이 계산 신축량을 상회하고, 신축유간 상·하부 및 거더에서 측정한 여유량이 계산 신장·수축량을 상회하는 것으로 나타나 본 대상교량은 신장·수축에 따른 충분한 유간을 확보하고 있는 것으로 분석되었다.



<그림 1.4.1> 신축이음 유간 측정

1.5 재료 시험

1.5.1 재료 시험 현황

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 품질상태와 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.

1.5.2 콘크리트 강도 시험

가. 반발경도법에 의한 압축강도 측정

1) 성남방향

<표 1.5.1> 반발경도법(일반식)에 의한 압축강도 측정(성남방향)

측정위치		평균치	신뢰 범위	재평균 (R)	타격 각도 (°)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_0)	압축강도 (MPa)		재령 계수 (α)	보정 압축강도 (MPa)		비고
								재료 학회	건축 학회		재료 학회	건축 학회	
바닥판	S2 바닥판 하면	52.5	42.0~63.0	52.5	90.0	-2.94	49.6	44.9	45.3	0.64	28.8	29.0	
평 균											28.8	29.0	
교대	A1 구체전면	46.9	37.5~56.2	46.9	0.0	0.0	46.9	41.5	43.3	0.64	26.6	27.7	
평 균											26.6	27.7	
교각	P1 기둥부	47.1	37.7~56.5	47.1	0.0	0.0	47.1	41.8	43.5	0.64	26.8	27.8	
평 균											26.8	27.8	

나. 반발경도법에 의한 압축강도 평가 및 고찰

1) 압축강도 평가

① 성남방향

<표 1.5.2> 반발경도법에 의한 압축강도 평가(성남방향)

측정위치		측정강도(A)		설계기준 강도(B)	A/B*100		비 고
		재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
바닥판	S2 바닥판하면	28.8 MPa	29.0 MPa	27 MPa	106.7 %	107.4 %	
교 대	A1 구체전면	26.6 MPa	27.7 MPa	24 MPa	110.8 %	115.4 %	
교 각	P1 기둥부	26.8 MPa	27.8 MPa	24 MPa	111.7 %	115.8 %	

2) 고찰

일반식(일본재료학회, 건축학회)을 이용하여 콘크리트 비파괴강도 측정을 시행한 결과, 성남방향 상부구조물(바닥판하면)은 28.8~29.0MPa, 하부구조물 교대는 26.6~27.7MPa, 교각은 26.8~27.8MPa로 측정되었다.

반발경도 각각의 측정치가 부재별 설계기준 강도(바닥판하면:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:24.0MPa)를 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석되었다.

1.5.3 철근배근 탐사

가. 철근배근 측정

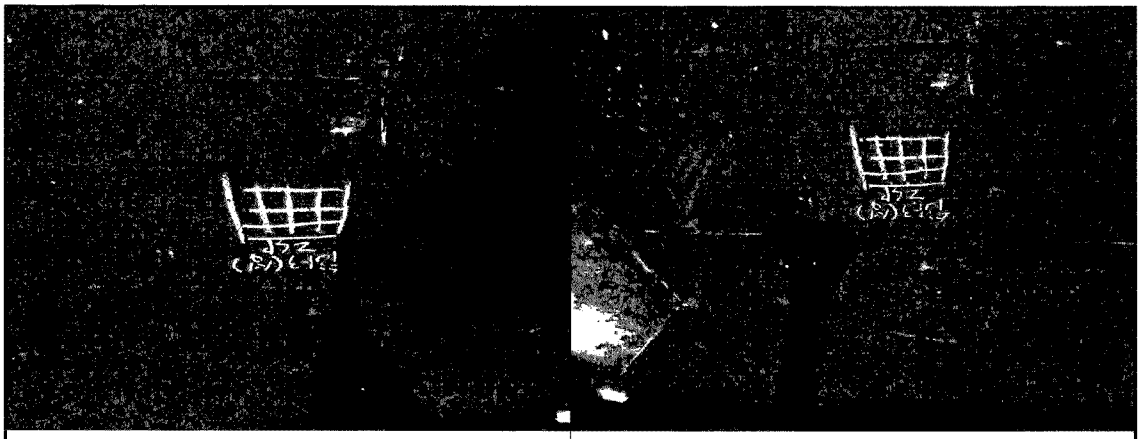
1) 성남방향

<표 1.5.3> 철근배근 탐사 시험(성남방향)

측정위치		배근종류	설 계(㎜)		측 정(㎜)		비 고
			간격	피복두께	간격	피복두께	
바닥판	S2 바닥판 하면	종방향 철근	125	48	124	49	
		횡방향 철근	125	32	126	35	
	S3 바닥판 하면	종방향 철근	125	48	124	51	
		횡방향 철근	125	32	125	38	
교 대	A2 구체전면	수직철근	200	87.5	202	88	
		수평철근	150	112.5	156	116	

나. 고찰

OKO-2를 이용하여 철근배근탐사를 시행하였으며, 측정 결과는 설계배근간격과 설계피복두께를 만족하고 있는 것으로 조사되어 시공상의 철근배근 및 피복두께 상태는 적정한 것으로 분석된다.



콘크리트 강도시험	철근배근탐사 시험

<그림 1.5.1> 재료시험 측정

1.5.5 재료시험 결과 요약

<표 1.5.5> 재료시험 결과 요약(성남방향)

종 류		결 과							검 토
콘크리트 강도 시험	반발 경도법	측정위치		측정강도(A)		설계 기준 강도 (B)	A/B*100		비 고	■ 콘크리트 강도 양호한 상태임
				재료학회	건축학회		재료학회	건축학회		
		바닥판	S2 바닥판 하면	28.8 MPa	29.0 MPa	27 MPa	106.7 %	107.4 %		
		교 대	A1 구체전면	26.6 MPa	27.7 MPa	24 MPa	110.8 %	115.4 %		
		교 각	P1 기둥부	26.8 MPa	27.8 MPa	24 MPa	111.7 %	115.8 %		
철근 배근 탐사 시험		측정위치		배근종류	설 계(mm)		측 정(mm)		비 고	■ 철근배근 양호한 상태임
					간격	피복두께	간격	피복두께		
		바닥판	S2 바닥판 하면	종방향 철근	125	48	124	49		
				횡방향 철근	125	32	126	35		
			S3 바닥판 하면	종방향 철근	125	48	124	51		
				횡방향 철근	125	32	125	38		
		교 대	A2 구체전면	수직철근	200	87.5	202	88		
				수평철근	150	112.5	156	116		

1.6 시설물의 상태평가

1.6.1 개 요

상태평가 등급산정은 한국시설안전공단에서 제공하는 교량상태평가 프로그램(Bridge Level2)을 이용하여 산정하였으며 결과는 다음과 같다.

1.6.2 상태평가 결과

<표 1.6.1> 상태평가 결과 (성남방향)

부재의 분류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
STB[1]	a	a	a	a	a	a	a	a	a	N/A	N/A	N/A
STB[2]	a	a	a	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	N/A
STB[3]	a	a	a	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	N/A
STB[4]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	a	N/A	N/A	N/A
평균	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	N/A	N/A	N/A
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균X가중치) /가중치합	0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009	0.009	0.020	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 =												0.093
2. 상태평가 결과 =												a

<표 1.6.2> 전체 상태평가 결과 (성남방향)

교량명	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (M)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도 점수 X 연장비
수하3교 (성남방향)	0.093	A	100	3	300	1.000	0.093
합계(∑)			100		300	1.00	0.093
1. 결함지수 =							0.093
2. 상태평가 결과 =							A 등급

본 교량의 상태등급평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부, 한국시설안전공단, 2017.01)」에 의거 각 부재에 대해 각각 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 결함지수는 0.093로서 상태평가 등급은 **"A"** 등급($0 \leq x < 0.13$)의 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었다.

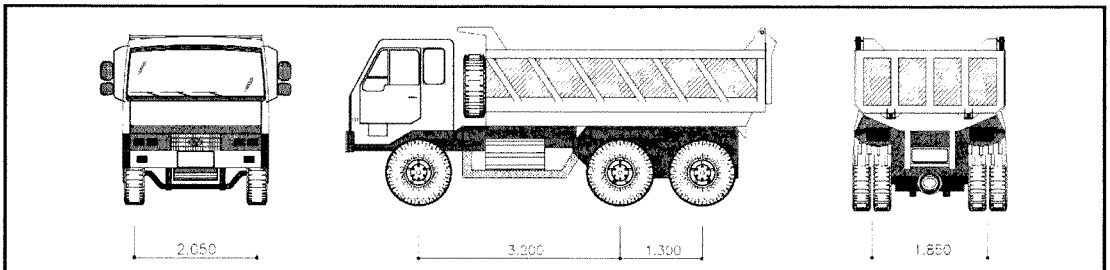
1.7 재하시험

1.7.1 재하차량 및 시험구간 선정

가. 재하차량

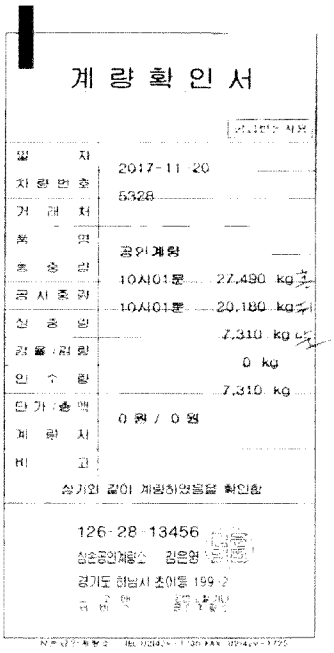
현 초기점검에서 재하시험 시행 시에는 15t 덤프트럭을 이용하여 교량의 허용하중 60%이상 토사를 상재시켜 재하시험을 하는 것으로 규정하고 있으므로 이에 따라 재하시험을 실시하였다. 또한 만재된 상태의 각 차륜하중을 계량소에서 측정 기록하였으며, 사용된 트럭의 제원 및 차륜하중은 <표 1.7.1>과 같다.

<표 1.7.1> 재하차량 제원





재하시험 차량



계 량 확 인 서

일 자	2017-11-20
차 량 번 호	5328
거 래 처	
품 명	공차계량
총 중 량	10시01분 27,490 kg
공 시 중 량	10시01분 20,180 kg
실 중 량	7,310 kg
감 율 / 감 량	0 kg
인 수 량	7,310 kg
단 가 / 총 액	0 원 / 0 원
계 량 자	
비 고	

상기와 같이 계량하였음을 확인함

126-28-13456
삼호공업개발소 김은영
경기도 하남시 초이동 199-2

계량증명서

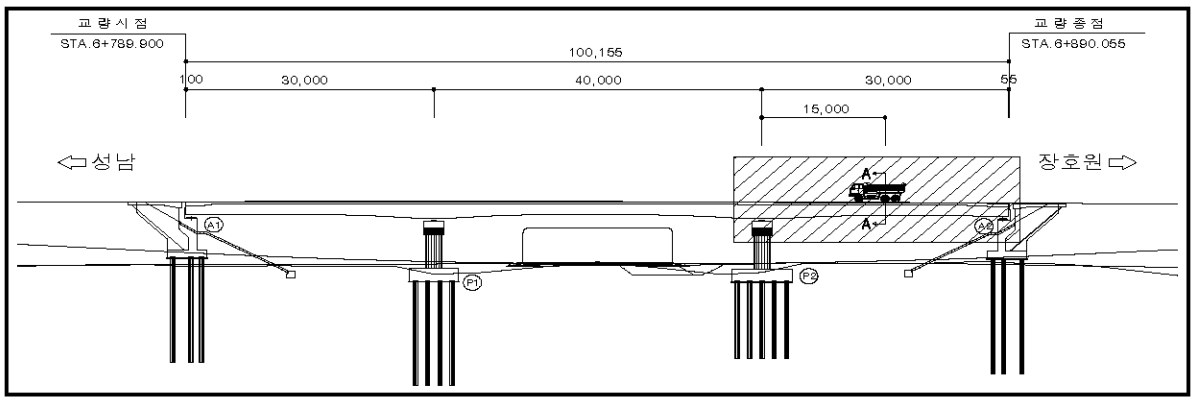
구 분 (차량번호)	차 륜 별 축 중 (kN)			총중량
	1축(전륜)	2축(후륜)	2축(후륜)	
5328	73.10	100.90	100.90	274.90

나. 시험구간 선정

본 수하3교 성남방향 3경간에 재하시험을 실시하였으며, 교량형식은 Steel Box Girder교로서 시험경간 선정은 대상교량의 구조적 특성 및 차량통제 등을 고려하여 구조적으로 가장 불리하고 Gauge 부착 및 측정 장비의 설치, 시험차량의 가속거리 등의 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

<표 1.7.2> 시험구간의 선정사유

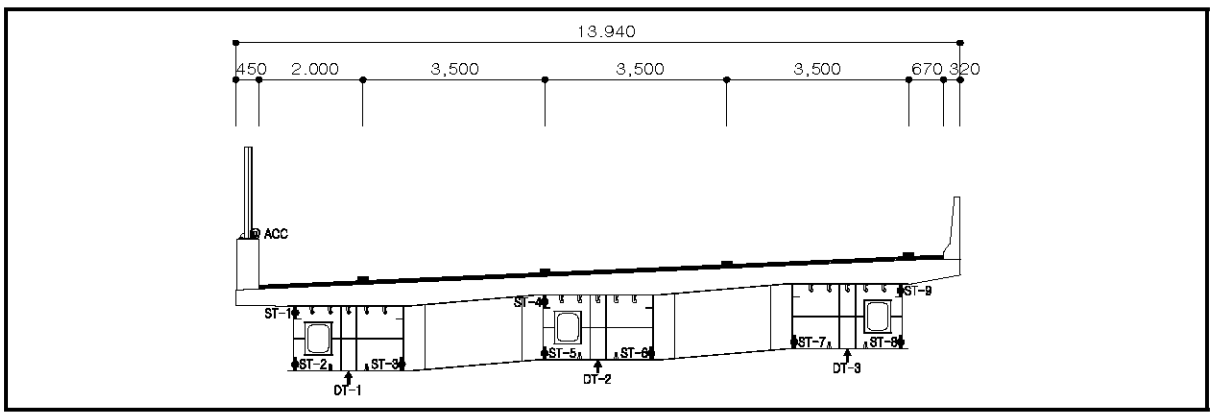
시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
S3 (L/2부)	30.0m	최대 정모멘트 작용구간	



<그림 1.7.1> 종단면도 및 시험구간

다. 센서 설치위치 및 수량

본 교량에서는 최대단면력 발생단면을 측정단면으로 선정하고 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 <그림 1.7.2>, <그림 1.7.3>, <표 1.7.3>과 같이 설치하였다.



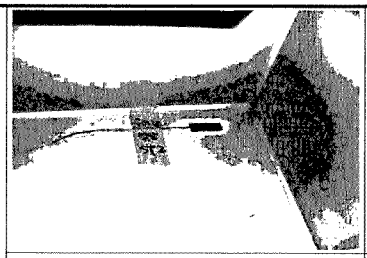
<그림 1.7.2> 게이지 부착위치

<표 1.7.3> 각 단면별 게이지 부착현황

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
⊕	steel Strain Gauge	변형률 측정	휨
⬆	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S3 L/2지점 (A-A 단면)	변위계	DT1	G1 하연 중앙	최대변위
		DT2	G2 하연 중앙	최대변위
		DT3	G3 하연 중앙	최대변위
	변형률계	ST1	G1 좌측 상연	최대변형률
		ST2	G1 좌측 하연	최대변형률
		ST3	G1 우측 하연	최대변형률
		ST4	G2 좌측 상연	최대변형률
		ST5	G2 좌측 하연	최대변형률
		ST6	G2 우측 하연	최대변형률
		ST7	G3 좌측 하연	최대변형률
		ST8	G3 우측 하연	최대변형률
		ST9	G3 우측 상연	최대변형률
	가속도계	ACC	좌측 방호벽	진동가속도

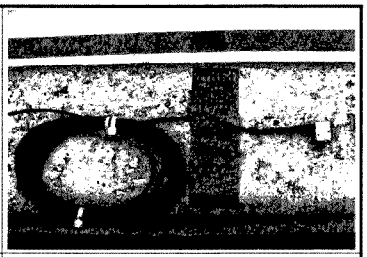
관련사진



변형률계 설치 현황



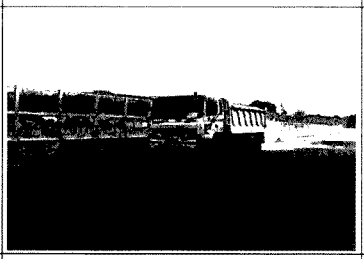
처짐계 설치 현황



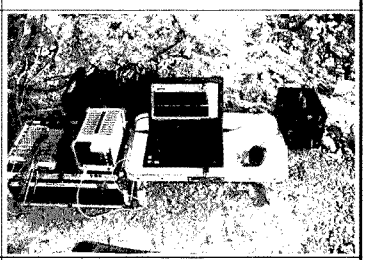
가속도계 설치현황



정적재하시험



동적재하시험



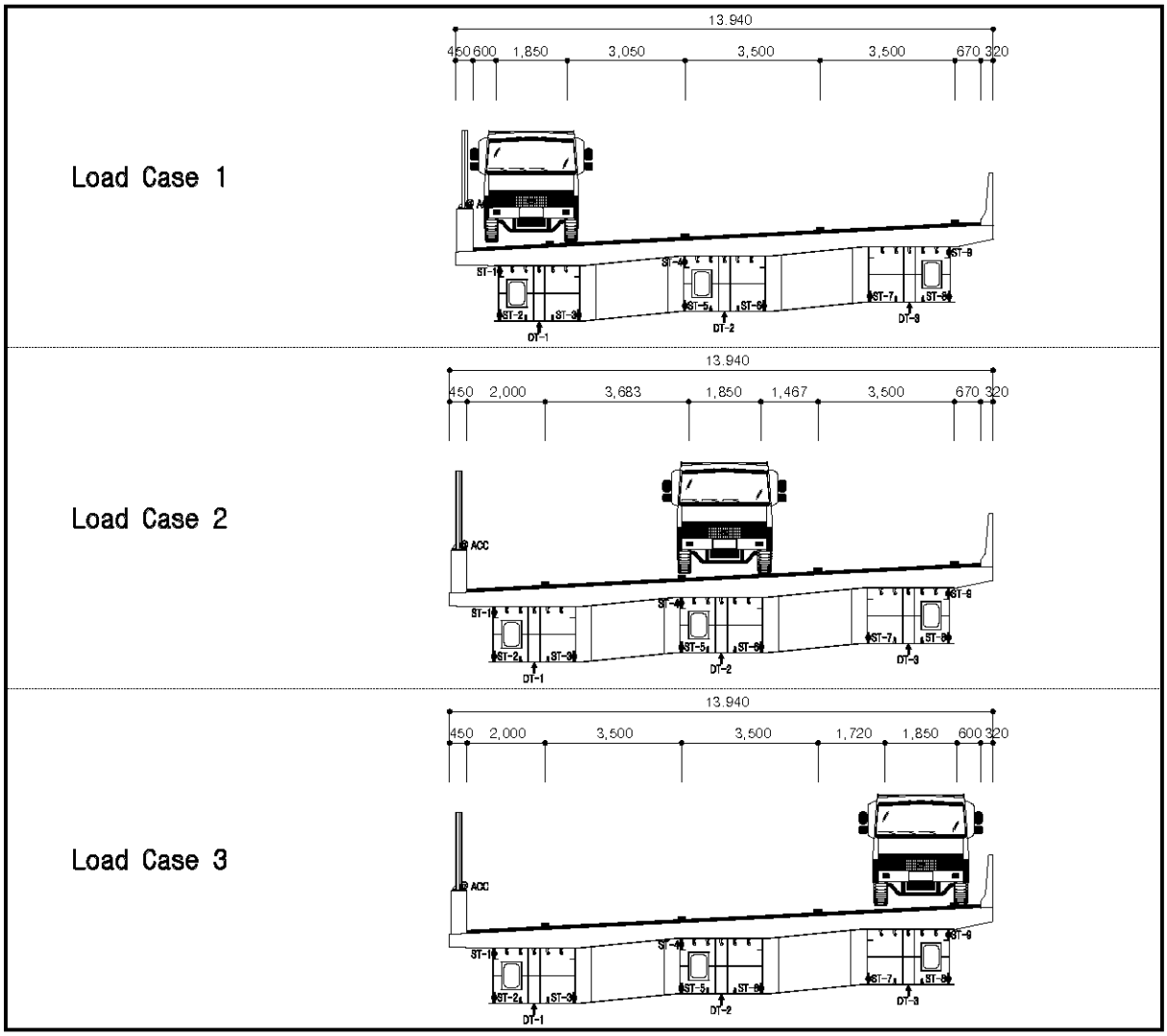
데이터 수집 현황

<그림 1.7.3> 게이지 부착 상태

1.7.2 재하시험 결과

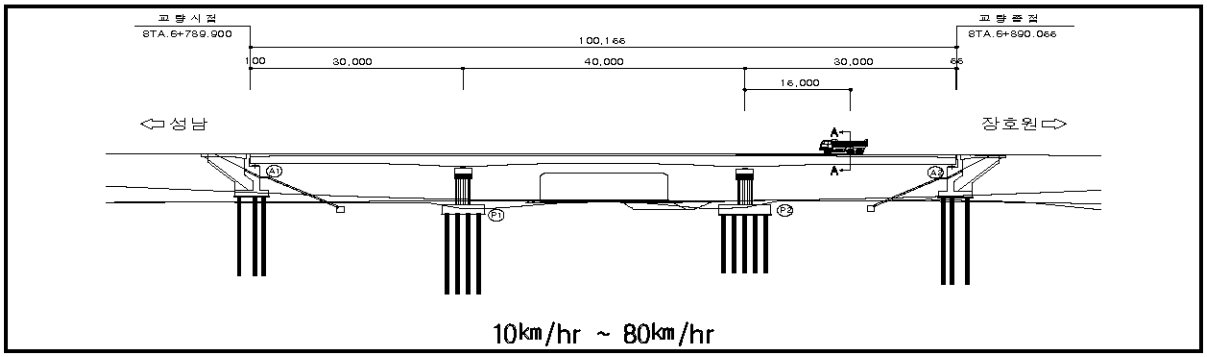
가. Load Case별 재하위치

정적 재하시험의 경우 시험차량 1대를 이용하여 <그림 1.7.4>와 같이 LC 1 ~ LC 3까지 대상교량의 각 측점에 대한 최대응답을 얻고 대칭성을 가지도록 종점(A2)에서 시점(A1)방향으로 진행하며 시험차량을 재하 하였다.



<그림 1.7.4> 정적재하시험 위치별 Load Case

동적 재하시험의 경우 정적 재하시험과 동일한 차량을 이용하여 <그림 1.7.5>와 같이 시속 10km/hr부터 시작하여 80km/hr까지 현장의 여건을 고려하여 시험차량의 최대속도까지 주행하도록 하여 동적시험을 실시하였으며, 주행방향은 종점(A2)에서 시점(A1)방향으로 진행하며 시험차량을 주행하였다.



<그림 1.7.5> 동적재하시험 시험구간

나. 정적 재하시험 결과

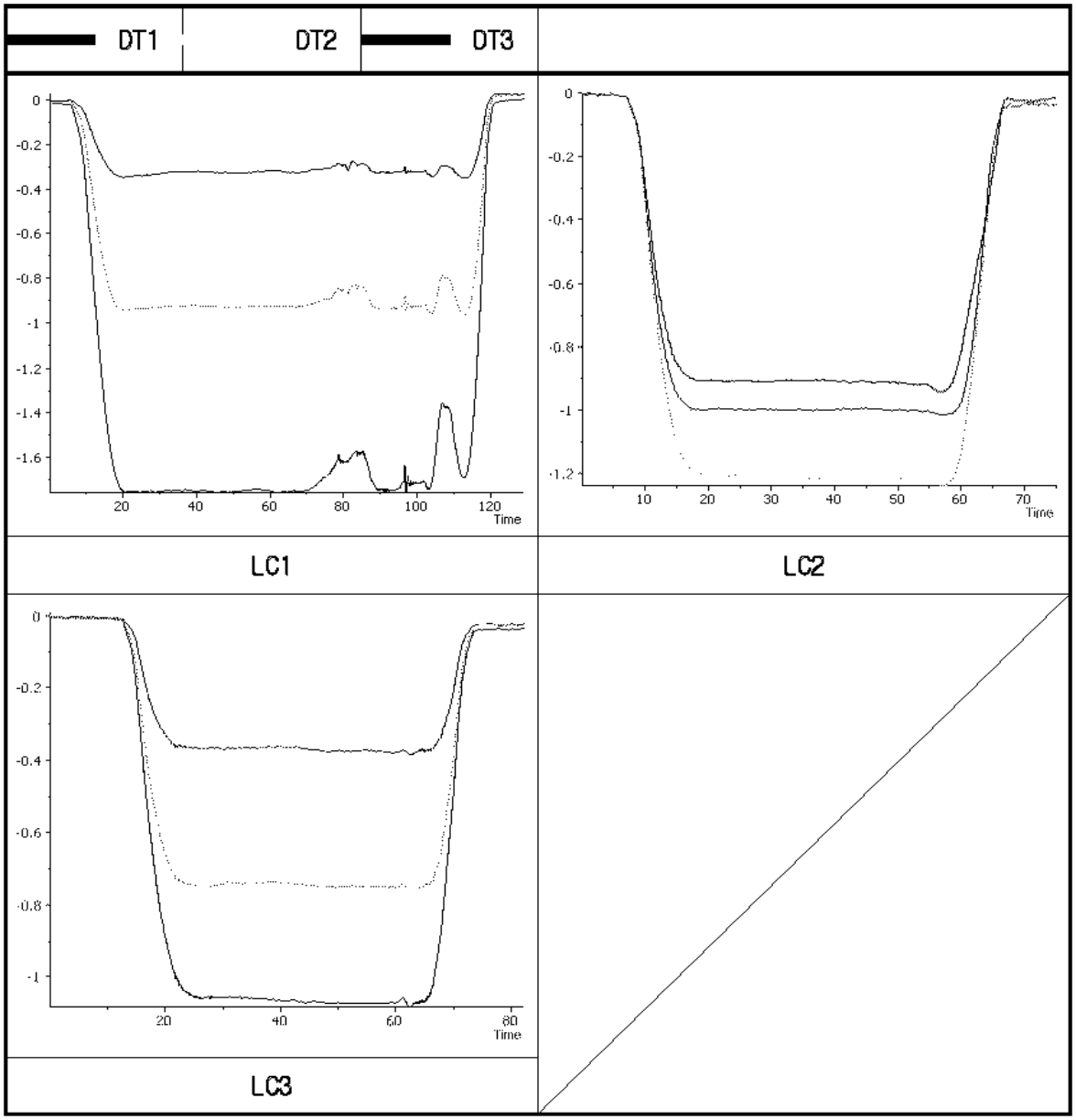
1) 처짐 측정결과

대상 교량의 각 측정위치에 대한 처짐 측정결과는 <표 1.7.4>,<그림 1.7.6>과 같다.

<표 1.7.4> 처짐 측정결과

(단위 : ㎜, - : 처짐, + : 상승)

구 분		DT1	DT2	DT3	비고
S3	LC1	-1.751	-0.924	-0.319	
	LC2	-0.998	-1.211	-0.908	
	LC3	-0.373	-0.860	-1.659	



<그림 1.7.6> 처짐 측정결과

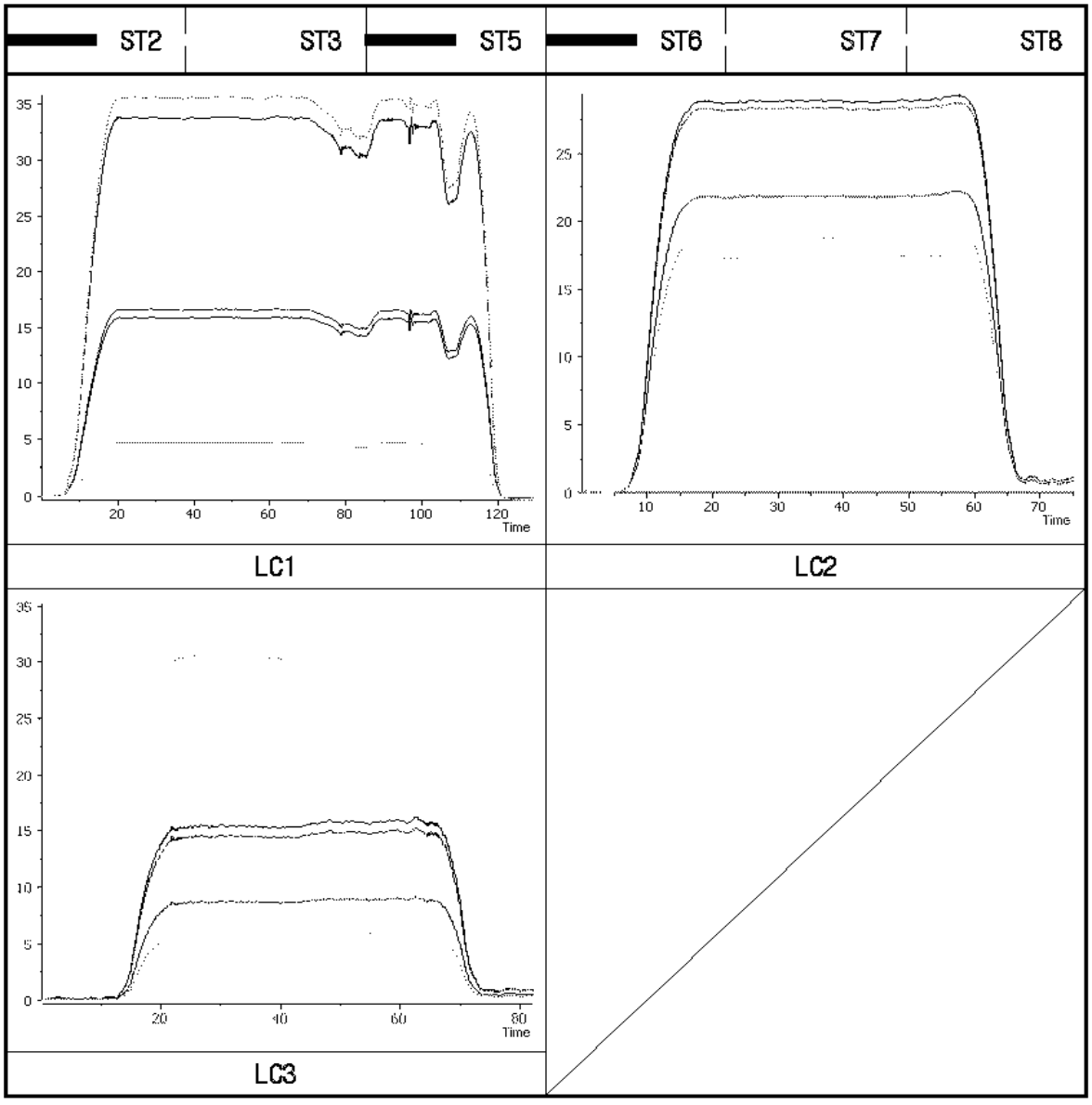
2) 변형률 측정결과

대상 교량의 각 측정위치에 대한 변형률 측정결과는 <표 1.7.5>,<그림 1.7.7>과 같다.

<표 1.7.5> 변형률 측정결과

(단위 : ㎛, - : 압축, + : 인장)

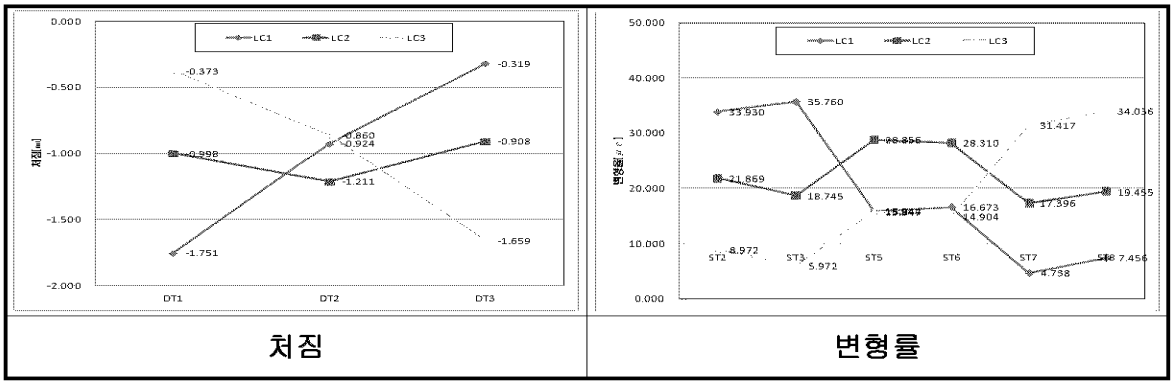
구 분		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	비고
S3	LC1	-7.954	33.930	**35.760**	-4.179	15.944	16.673	4.738	7.456	-1.773	
	LC2	-4.088	21.869	18.745	-5.662	28.856	28.310	17.396	19.455	-4.208	
	LC3	-1.964	8.972	5.972	-3.866	15.847	14.904	31.417	34.036	-8.042	



<그림 1.7.7> 변형률 측정결과

3) 대칭성 분석

대칭성이란 대칭구조의 교량부재에 하중을 재하하면 측정 결과는 대칭성을 보여주게 된다는 것이다. 즉, 현장에서 측정된 데이터를 이용하여 현 상태의 교량이 시공 시 설계도면에 따라 시공이 되었는지의 검증유무 및 현 상태의 거동특성을 데이터의 대칭성 분석을 통하여 판단할 수가 있다.



처짐 변형률

<그림 1.7.8> 처짐 및 변형률 대칭성 분석 - S3

<그림 1.7.8>과 같이 횡방향에 대한 대칭성 분석결과 하중의 분배상태가 대칭적으로 나타나고 있어 횡방향에 대한 구조물의 거동은 양호한 것으로 평가되었다.

다. 동적 재하시험 결과

1) 재하차량 주행 방향 및 속도

동적 재하시험 시 재하차량의 주행 방향은 종점(A2)에서 시점(A1)방향으로 주행토록 하였으며, 10km/hr에서 부터 주행 가능한 최대속도(80km/hr)까지 측정하였다.

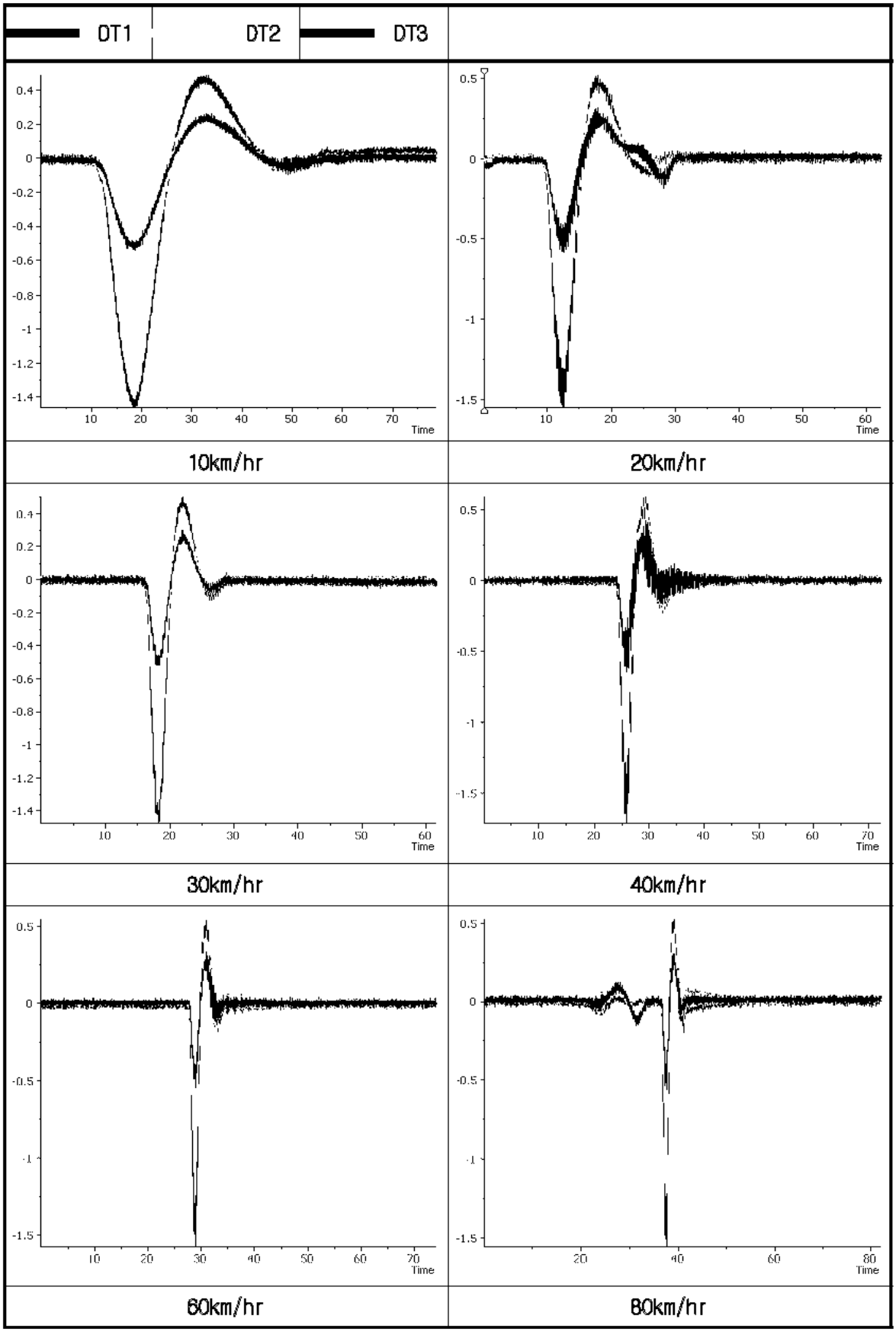
2) 동적 처짐 측정 결과

동적 재하시험 측정 결과 처짐에 대한 측정 결과는 <표 1.7.6>, <그림 1.7.9>와 같다.

<표 1.7.6> 동적 처짐 측정결과

(단위 : mm)

구 분		DT1	DT2	DT3	비 고
S3	10km/hr	-1.463	-1.162	-0.538	
	20km/hr	-1.552	-1.222	-0.584	
	30km/hr	-1.480	-1.146	-0.517	
	40km/hr	-1.719	-1.357	-0.646	
	60km/hr	-1.580	-1.200	-0.538	
	80km/hr	-1.563	-1.211	-0.559	

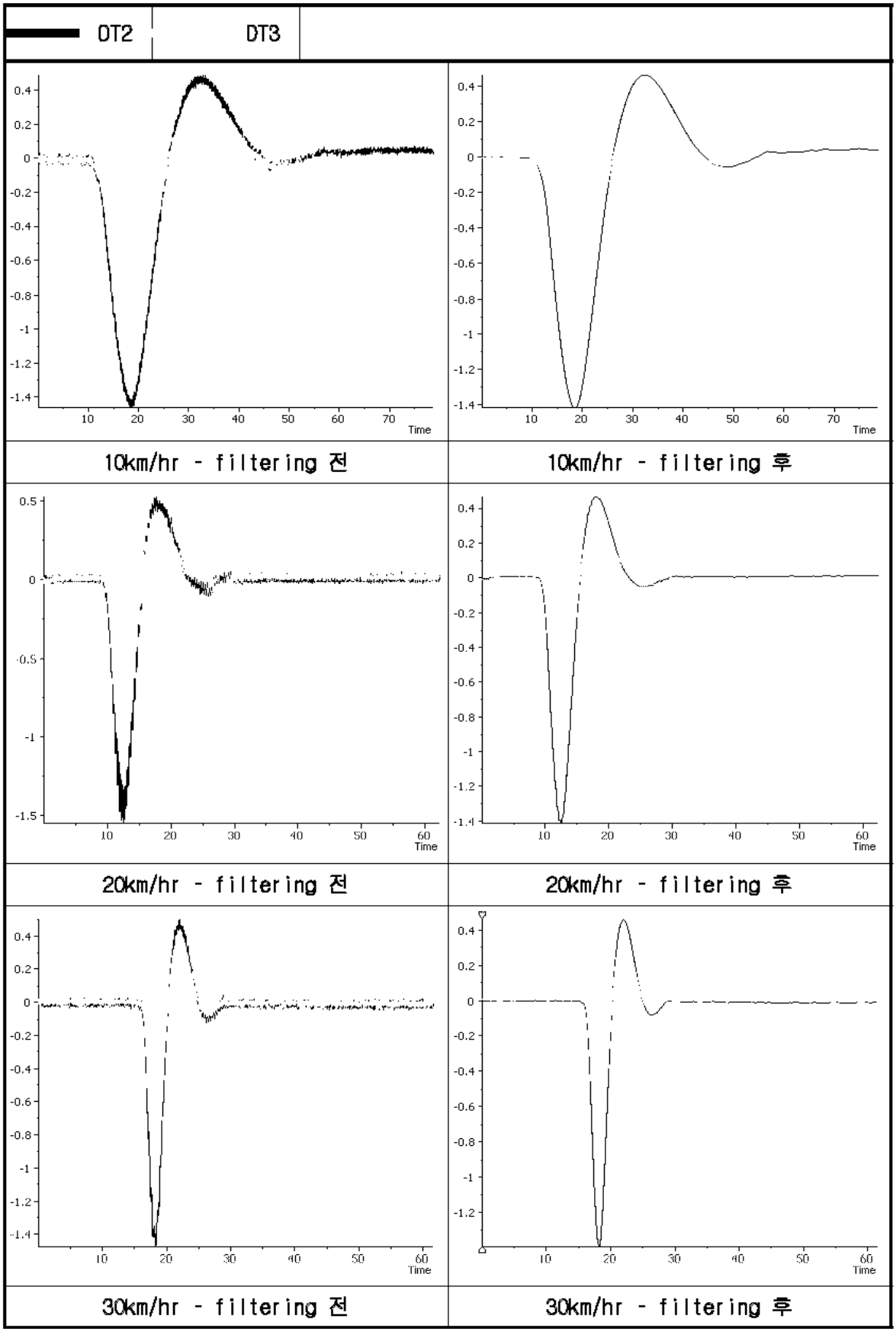


<그림 1.7.9> 동적 처짐 측정 결과

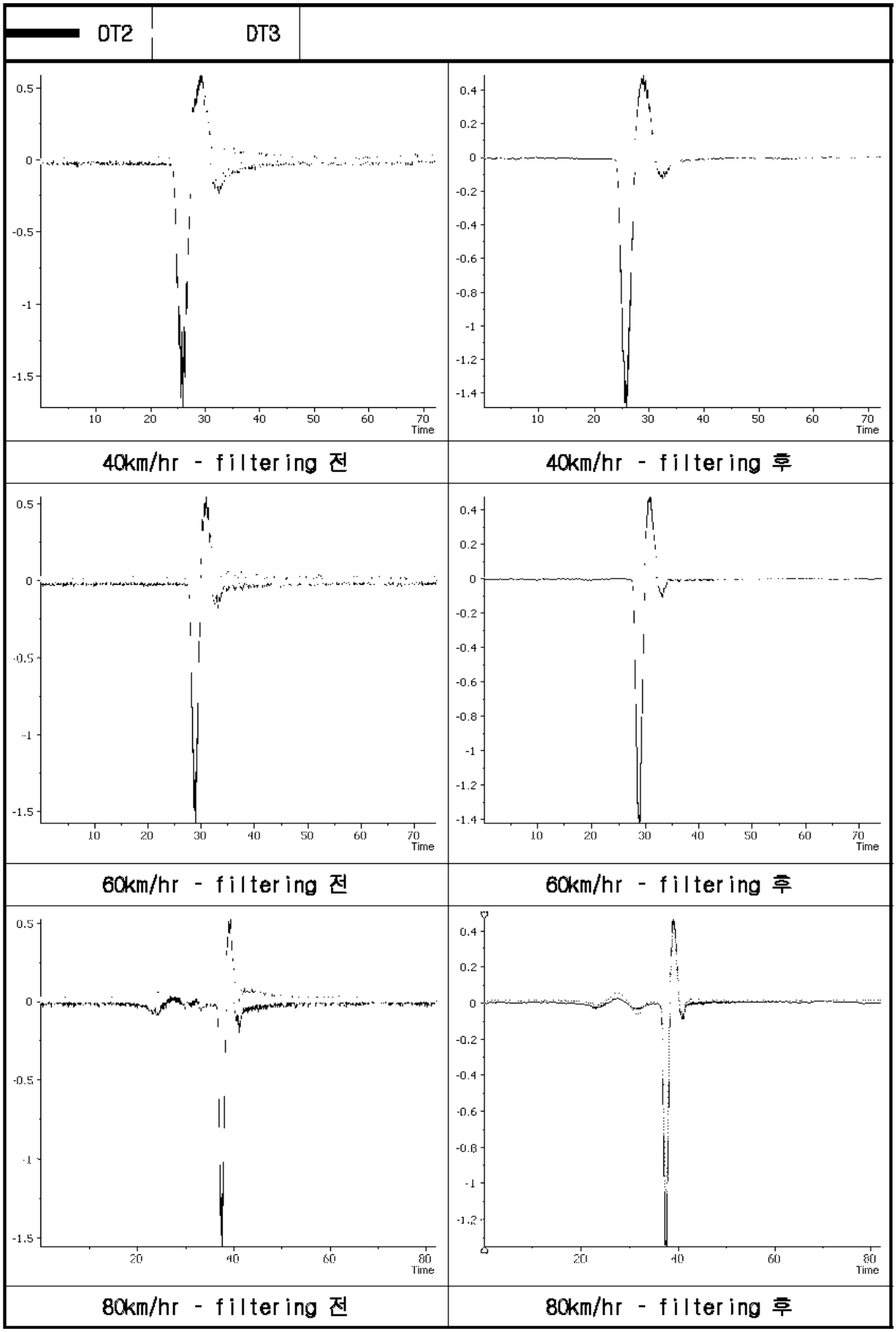
3) 충격계수 산정결과 및 분석

<표 1.7.7> 충격계수 산정결과 및 분석

구 분		DT2	DT3	비 고
10km/hr	D_{dyn}	-1.463	-1.162	
	D_{sta}	-1.417	-1.122	
	D.L.F	1.032	1.036	
	i	0.032	0.036	
20km/hr	D_{dyn}	-1.552	-1.222	
	D_{sta}	-1.416	-1.103	
	D.L.F	1.096	1.108	
	i	0.096	0.108	
30km/hr	D_{dyn}	-1.480	-1.146	
	D_{sta}	-1.398	-1.082	
	D.L.F	1.059	1.059	
	i	0.059	0.059	
40km/hr	D_{dyn}	-1.719	-1.357	
	D_{sta}	-1.491	-1.163	
	D.L.F	1.153	1.167	
	i	0.153	**0.167**	
60km/hr	D_{dyn}	-1.580	-1.200	
	D_{sta}	-1.428	-1.067	
	D.L.F	1.106	1.125	
	i	0.106	0.125	
80km/hr	D_{dyn}	-1.563	-1.211	
	D_{sta}	-1.354	-1.049	
	D.L.F	1.154	1.154	
	i	0.154	0.154	
최대 충격계수 산정 결과		◦ 주행시험에 의한 실측 최대 충격계수는 40km/hr 주행 시 DT2에서 0.167로 측정됨		



<그림 1.7.10> 충격계수 산정결과 및 분석



<그림 1.7.10> 충격계수 산정결과 및 분석 (계속)

교량의 노면상태 및 차량의 주행속도, 지간장, 고정하중과 활하중의 비, 구조적 특성 등 다양한 인자들에 의하여 정적하중보다 교량에 더 큰 영향을 줄 수 있는 활하중에 의한 충격영향 정도를 파악하기 위해 동적주행시험 시 측정된 처짐값을 이용하여 충격계수를 구하였다. 처짐값의 측정치가 작을 때는 노이즈의 영향이 크므로 차량 주행위치에 인접해 있는 처짐 게이지를 사용해 충격계수를 산정하였으며, 실측 최대충격계수는 이론 충격계수 산정값 이내로 확인되었다.

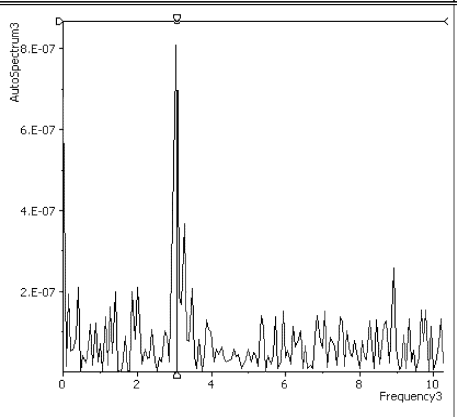
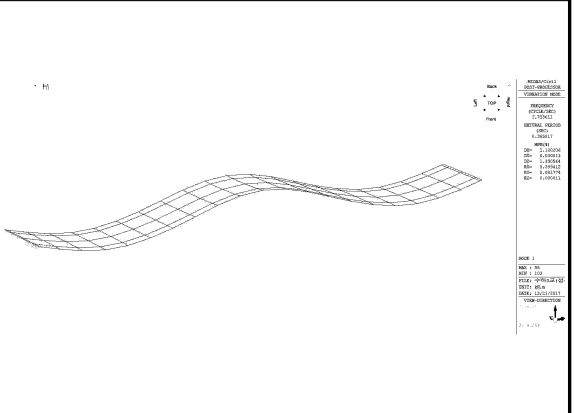
<표 1.7.8> 이론 충격계수(i)와의 비교

이론 충격계수 산정값	실측 충격계수 산정값	비 고
	S3	
$i = \frac{15}{40 + L} = \frac{15}{40 + 30.0} = 0.214$	0.167	$i_{이론} > i_{실측}$ (0.214 > 0.167)

4) 고유진동수 분석

진동데이터의 스팩트럼 해석이란 불규칙한 진동파형을 Fourier 변환하여 시간영역의 데이터를 진동수 영역의 데이터로 바꾸고, 진동파형에 포함되어있는 진동수 성분의 강도(F.F.T)를 구하는 것을 말한다. 교량에 설치한 가속도계로부터 재하차량이 측정경간을 벗어나 영향을 주지 않는 자유진동상태의 가속도 응답곡선을 F.F.T분석을 실시한 후 고유진동수를 구하였다. 구조물의 진동특성은 구조물의 질량과 강성에 관계되나 해석 시 이상화된 해석모델과 달리 실제 구조물은 기하학적 형상이나 지지조건 및 부부재 등에 따라 매우 복잡한 진동을 하게 된다. 측정고유진동수 및 해석고유진동수를 비교한 결과 실제치와 이론치가 유사한 상태로서 구조물의 강성은 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

<표 1.7.9> 고유진동수 분석

구 분		측정 고유진동수(Hz)	해석 고유진동수(Hz)
속도	ACC		
10km/hr	2.988		
20km/hr	3.065		
30km/hr	2.988		
40km/hr	3.065		
60km/hr	2.988		
80km/hr	3.797		
2.988 ~ 3.797 Hz (평균 3.149 Hz)			2.734 Hz

1.7.3 재하시험 결과고찰

수하3교 성남방향의 3경간에 재하시험을 실시하였으며, 교량형식은 STEEL BOX GIRDER교로서 시험경간 선정은 대상교량의 구조적 특성 및 차량통제 등을 고려하여 구조적으로 불리하고 Gauge 부착 및 측정 장비의 설치, 시험차량의 가속거리 등의 현장여건을 종합적으로 고려하여 구간을 선정하였다.

정적재하시험 결과, 하향 처짐은 최대 -1.751㎜로 측정되었으며, 변형률 측정결과는 최대 35.760μm/m로 측정되었다.

또한, 대칭성분석결과 하중의 분배상태가 대칭적으로 나타나고 있어 횡방향에 대한 구조물의 거동은 양호한 것으로 평가되었다.

동적 재하시험 시 재하차량의 주행 방향은 종점(A2)에서 시점(A1)방향으로 주행토록 하였으며, 10㎞/hr에서부터 주행 가능한 최대속도(80㎞/hr)까지 측정하였다. 동적 재하시험 결과, 실측 최대충격계수는 이론 충격계수 산정값 이내로 확인되었으며, 측정고유진동수 및 해석고유진동수를 비교한 결과, 실제치와 이론치가 유사한 상태로서 구조물의 강성은 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

1.8 구조해석 및 내하력 평가

1.8.1 개 요

가. 교량제원

1) 교량등급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)

2) 교량형식 : 합성형 STEEL BOX GIRDER 교

3) 교량연장 : L = 50.000 m

4) 교량폭원 : B = 15.600 m

5) 주형제원 : B = 2.4000 m , H = 2.500 m

6) 사 각 : 96.0°

나. 하중

1) 고정하중

① 철근 콘크리트 : wc1 = 25.000 kN/㎥

② 무근 콘크리트 : wc2 = 23.500 kN/㎥

③ 강 재 : ws = 78.500 kN/㎥

④ ASPHALT 포장 : wa = 23.000 kN/㎥

2) 활하중

① D B - 2 4 : Pr = 96.000 kN

: Pf = 24.000 kN

② D L - 2 4 : Wl = 12.700 kN/m

: Pm = 108.000 kN

: Ps = 156.000 kN

③ 충격계수 : I = 15 / (40 + L) ≤ 0.3

다. 사용재료

1) 콘크리트

설계기준강도 : fck = 27 MPa

탄성계수 : Ec = 25000 MPa

2) 철근(SD40)

철근항복강도 : fy = 400 MPa

탄성계수 : Es = 200000 MPa

3) 강재

주부재 : SM490B 사용 (상판, 하판, 복부판, 상부종리브, 하부종리브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 솔플레이트)

부부재 : SM 400B 사용 (지점부외 다이아프램, 수직보강재, 횡리브, 세로보, 가로보)

탄성계수 : Es = 210000 MPa

라. 허용응력

1) 허용인장응력 (MPa)

강종 / 판두께(mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	140	190	210	260	220[260]
40 초과 75 이하	130	175(190)	200(210)	250(260)	
75 초과 100 이하			195(210)	245(260)	

2) 국부좌굴을 고려하지 않는 허용 축방향 압축응력 (MPa)

강종 / 판두께 (mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	$140 : \ell/r \le 20$ $140-0.84(\ell/r-20) : 20 < \ell/r \le 93$ $\frac{1200000}{6700+(\ell/r)^2} : 93 < \ell/r$	$190 : \ell/r \le 15$ $190-1.3(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \le 80$ $\frac{1200000}{5000+(\ell/r)^2} : 80 < \ell/r$	$210 : \ell/r \le 14$ $210-1.5\cdot(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \le 76$ $\frac{1200000}{4,500+(\ell/r)^2} : 76 < \ell/r$	$260 : \ell/r \le 18$ $260-2.2(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \le 67$ $\frac{1200000}{3500+(\ell/r)^2} : 67 < \ell/r$	$220 : \ell/r \le 15$ $220-1.6(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \le 74$ $\frac{1200000}{4200+(\ell/r)^2} : 74 < \ell/r$
40 초과 75 이하	$130 : \ell/r \le 20$ $130-0.75(\ell/r-20) : 20 < \ell/r \le 97$ $\frac{1200000}{7300+(\ell/r)^2} : 97 < \ell/r$	$175 : \ell/r \le 15$ $175-1.1(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \le 83$ $\frac{1200000}{5300+(\ell/r)^2} : 83 < \ell/r$	$200 : \ell/r \le 14$ $200-1.4(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \le 78$ $\frac{1200000}{4700+(\ell/r)^2} : 78 < \ell/r$	$250 : \ell/r \le 18$ $250-2.1(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \le 69$ $\frac{1200000}{3600+(\ell/r)^2} : 69 < \ell/r$	
75 초과 100 이하			$195 : \ell/r \le 14$ $195-1.3(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \le 79$ $\frac{1200000}{4900+(\ell/r)^2} : 79 < \ell/r$	$245 : \ell/r \le 18$ $245-2.2(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \le 69$ $\frac{1200000}{3700+(\ell/r)^2} : 69 < \ell/r$	
비 고	ℓ : 부재의 유효좌굴길이 (mm) r : 부재 총단면의 단면회전반경 (mm)				

3) 허용 휨압축응력 (MPa)

① 압축플랜지가 콘크리트상판 등에 직접 고정되어 있는 경우 및 상자형 단면, π형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우

강종 / 판두께(㎜)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	140	190	210	260	220[260]
40 초과 75 이하	130	175	200(210)	250(260)	
75 초과 100 이하			195(210)	245(260)	

② ①이외의 경우

강종 / 판두께(㎜)		SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA570
Aw/Ac ≤2	40 이하	140 : ℓ/b≤4.5 140-2.4(ℓ/b-4.5): 4.5< ℓ/r ≤30	190 : ℓ/b ≤4.0 190-3.8(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤30	210 : ℓ/b ≤3.5 210-4.4(ℓ/b-3.5): 3.5< ℓ/b ≤27	260 : ℓ/b ≤5.0 260-6.6(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤25
	40 초과 70 이하	130 : ℓ/b≤5.0 130-2.2(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤30	175 : ℓ/b ≤4.0 175-3.5(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤30	200 : ℓ/b ≤4.0 200-4.2(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤27	250 : ℓ/b ≤5.0 250-6.2(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤25
	75 초과 100 이하			195 : ℓ/b ≤4.0 195-4.0(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤27	245 : ℓ/b ≤5.0 245-6.0(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤25
Aw/Ac >2	40 이하	140 : ℓ/b≤9/k 140-1.2(kℓ/b-9): 9/k < ℓ/b ≤30	190 : ℓ/b ≤8/k 190-1.9(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤30	210 : ℓ/b ≤7/k 210-2.2(kℓ/b-7): 7/k< ℓ/b ≤27	260 : ℓ/b ≤10/k 260-3.3(kℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤25
	40 초과 75 이하	130 : ℓ/b≤10/k 130-11(kℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤30	175 : ℓ/b ≤8/k 175-1.75(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤30	200 : ℓ/b ≤8/k 200-2.1(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤27	250 : ℓ/b ≤10/k 250-3.1(ℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤25
	75 초과 100 이하			195 : ℓ/b ≤8/k 195-2.0(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤27	245 : ℓ/b ≤10/k 245-3.0(kℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤25
비 고		Aw : 복부판의 총 단면적 ㎟) Ac : 압축플랜지의 총 단면적 (㎟) ℓ : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (㎜) b : 압축플랜지의 폭 (㎜) K : √[3 + Aw/(2·Ac)]			

4) 허용전단응력 (MPa)

강종 / 판두께(㎜)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	80	110	120	150	130[150]
40 초과 75 이하	75	100(110)	115(120)	145(145)	
75 초과 100 이하			110(120)	140(145)	

5) 항복응력 (MPa)

강종 / 판두께(㎜)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	240	320	360	460	380[460]
40 초과 75 이하	220	300(320)	340(360)	440(460)	
75 초과 100 이하			330(360)	430(460)	

마. 설계방법

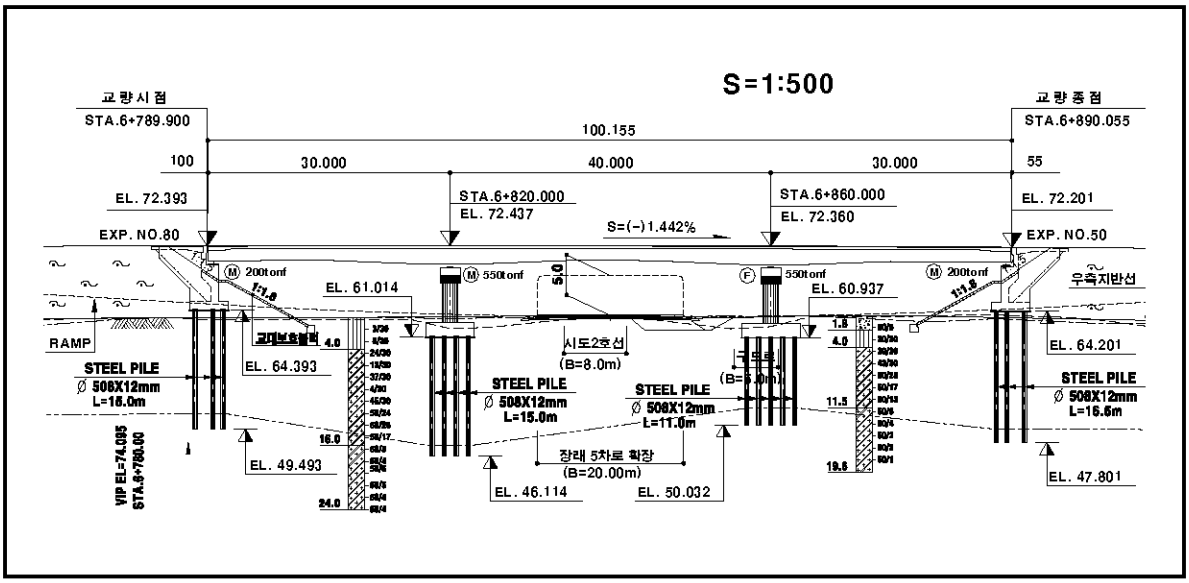
1) 바 닥 판 : 극한강도 설계법

2) Steel Box Girder : 허용응력 설계법

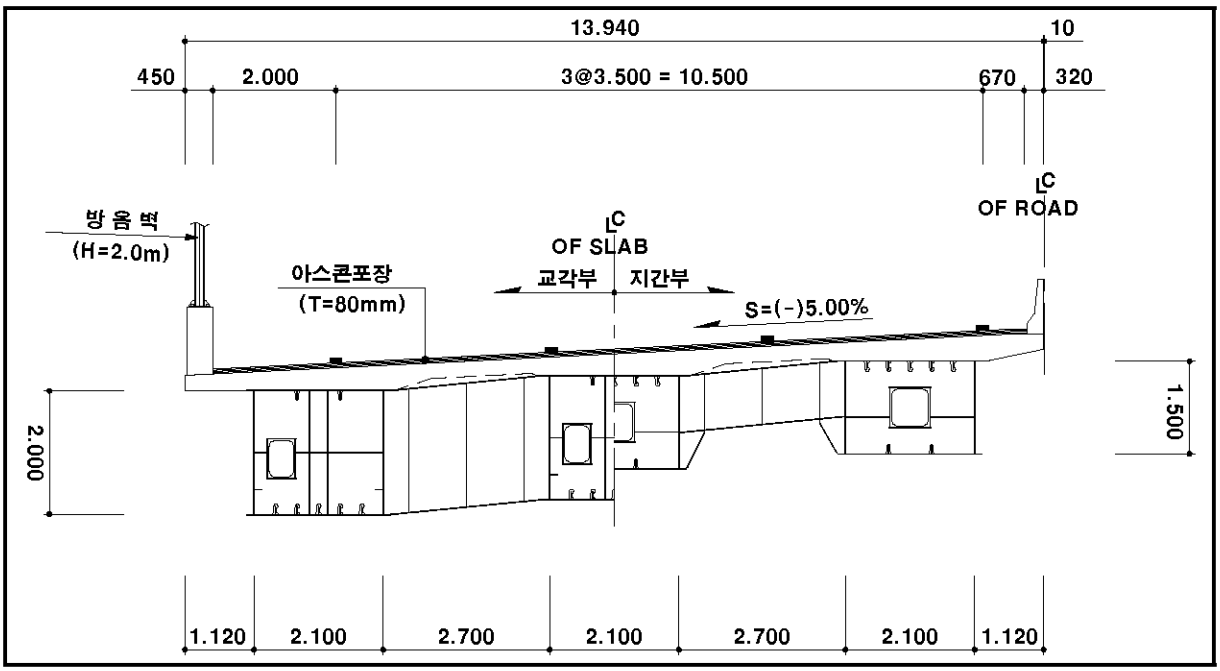
1.8.2 구조해석

가. 검토단면

1) 종단면도

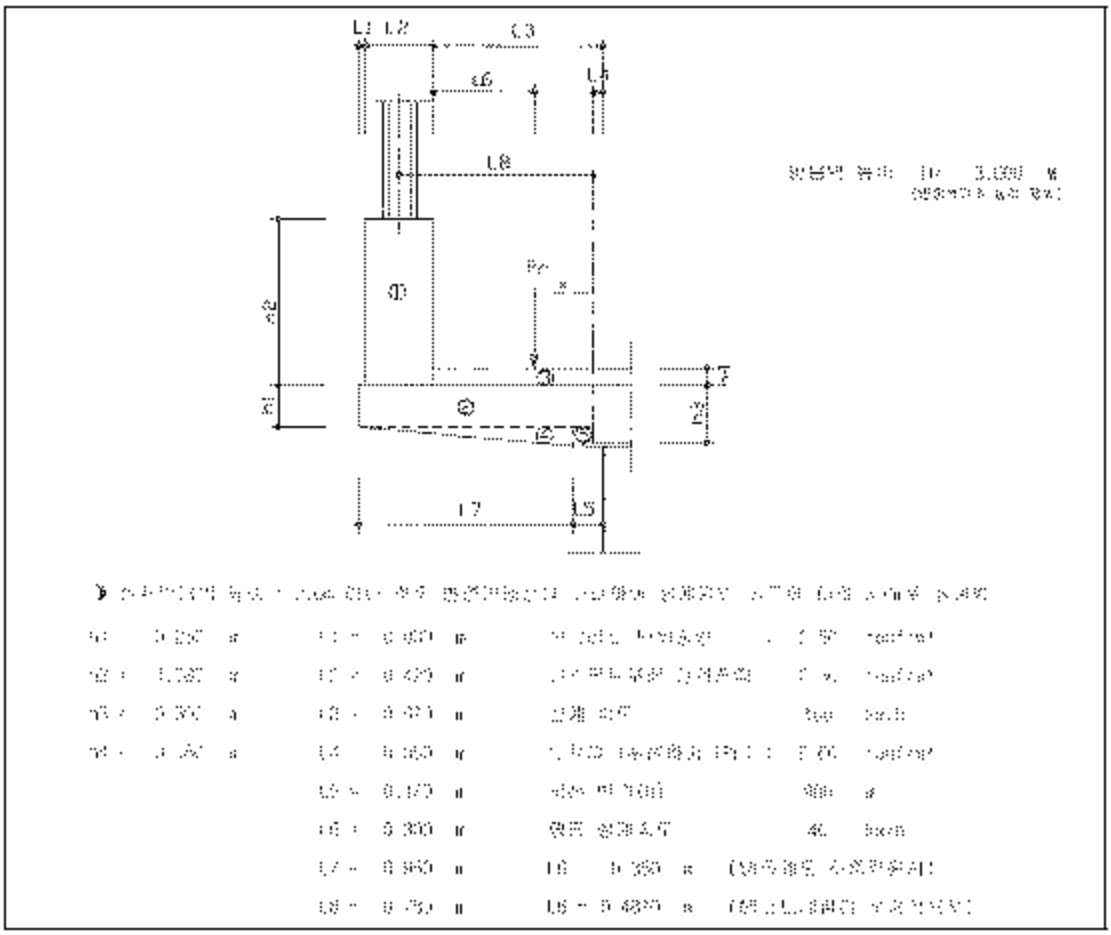


2) 횡단면도



나. 바닥판 검토-성남

1) 켄틸레버부(좌측)



① 고정하중

NO.	산 식			거리 (m)	모멘트 (kN · m)
1	0.42 × 1.08 × 2.5	=	1.134	0.820	0.930
2	1.06 × 0.25 × 2.5	=	0.663	0.530	0.351
3	0.61 × 0.08 × 2.3	=	0.112	0.305	0.034
4	½ × 0.95 × 0.05 × 2.5	=	0.427	0.427	0.025
5	0.112 × 0.05 × 2.5	=	0.014	0.043	0.0006
6	방음벽 단위길이당 자중	=	0.180	0.820	0.148
계			2.162		1.489

∴ Md = 1.489 kN · m

② 활하중(DB-24 : Pr = 96 kN)

- 윤하중 분포폭

E = 0.8·X + 1.14 = 0.8·0.31 + 1.14 = 1.388

여기서, X = 0.310m

- 충격계수

i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 0.31) = 0.372> 0.3

∴ i = 0.3

M(I+i) = Pr / E·X·(1 + I)

= (96 / 1.388) x 0.31 x (1 + 0.3) = 27.87 kN·m/m

③ 차량 충돌 하중

㉠ 수평충돌력 H가 노면상 1m 높이에 교축을 따라 1m마다 작용시)

$H = (V / 60)^2 \times 7500 + 2500$

$= (100 / 60)^2 \times 7500 + 2500 = 23.3kN/m$

작용높이 h = 1.08 m

Mco = 23.3 x 1.08 = 25.20 kN·m/m

④ 탱크궤도 하중 (탱크 총중량 :W = 600KN) 궤도 접지 길이 = 4.50 m

여기서 X= 0.260 m

Pr = (W / 2) / L = (60 / 2) / 4.5 = 66.67 KN/M

충격계수=0.15 (충격계수는 활화중의 15%를 고려한다.)

MI+i = Pr • X • (1 + i) = 66.67 x 0.26 x (1 + 0.15) = 19.93KN*M/M

⑤ 탱크 트레일러 하중 (700 KN : Pr = 90 KN)

윤하중 분포 폭

E = 0.8• X + 1.14 = 0.8 × 0.123 + 1.14 = 1.238 m

여기서 X = 0.123 m

MI+i = Pr x X / (1 + i) = 9 x 0.123 / 1.2384 x (1 + 0.15)

= 10.28KN*M/M

⑥ 원심하중 - 활하중 재하위치에서 연직으로 작용

ⓐ 일반 활하중 작용시

$CF = 0.79 X (V^2 / R) (\%) = 0.79 X (100^2 X 60 / 980) (\%) = 8.061 (\%)$

Pcf = (Pr / E) X 8.061 / 100 = 5.58 kN/m

Mcf = 5.58 X 0.31 = 1.730 kN · m/m

(b) 탱크 하중 작용시

CF = 0.79 X (V² / R) (%) = 0.79 X (60 X 60 / 980) (%) = 1.290 (%)

Pcf = Pr x 1.29 / 100 = 0.860 kN/m

Mcf = 0.86 X 0.26 = 0.22 kN · m/m

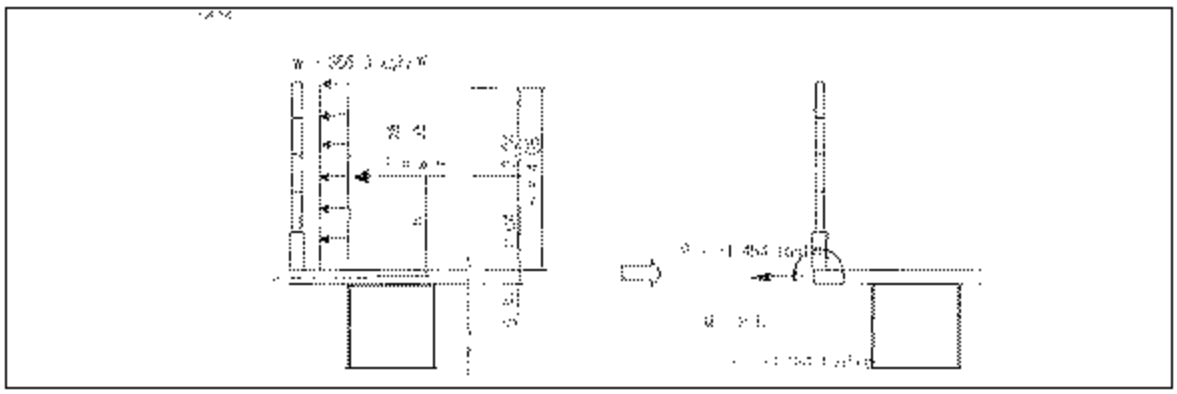
(c) 탱크트레일러 하중 작용시

CF = 0.79 X (V² / R) (%) = 0.79 X (60 X 60 / 980) (%) = 1.290 (%)

Pcf = Pr / E x 1.29 / 100 = 0.94 kN/m

Mcf = 0.94 X 0.123 = 0.120 kN · m/m

⑦ 풍하중



교량 폭원(B) = 13.940 m

교량 총높이 D = 거더+Slab두께 + 방음벽높이 = 2+0.3+4.08 = 6.380 m

B/D = 13.94/6.38 = 2.185 , 1< B/D < 8 이므로

Pw = [400 - 20 (B/D)]D = 14.540 kN/m

Mw =14.54 kN/m x 2.190 m = 31.84 kN · m/m

⑧ 하중조합(MAX)

Mu1 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i + 1.3 Mcf (일반 활하중 작용시)

= 1.3 x 1.489 + 1.3 x 2.787 + 1.3 x 0.173 = 81.53 kN · m/m

Mu2 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf + 1.3 Mco (일반 활하중 작용시)

= 1.3 x 1.489 + 1.3 x 2.787 + 1.3 x 0.173 + 1.3 x 2.52

= 90.06 kN · m/m

Mu3 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf + 0.65 Mw (일반 활하중 작용시)

= 1.3 x 1.489 + 1.3 x 2.787 + 1.3 x 0.173 + 0.65 x 3.184

= 78.53 kN·m/m

Mu4 = 1.2 Md + 1.2 Mw + 1.2 Mco

= 1.2 x 1.489 + 1.2 x 3.184. + 1.2 x 2.52

= 86.32 kN·m/m

Mu5 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf

= 1.3 x 1.489 + 1.3 x 1.993 + 1.3 x 0.022

= 45.55 kN·m/m

Mu6 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf

= 1.3 x 1.489 + 1.3 x 1.028 + 1.3 x 0.012

= 32.88 kN·m/m

⑨ 바닥판의 최소두께 (X ≤ 0.25인 경우)

hmin = (8·L + 23) = {(8 X 0.31) + 23} = 255mm > 220 → 300mm 사용

⑩ 단면 검토

fck = 27MPa, fy = 400MPa

Mu =90.60 kN·m

b = 1000mm, h = 300mm

d' = 60mm, d = 240mm

Φf = 0.85

Mmax. c = 0.75 x 6000/(6000+fy) x d = 10.8cm > c=a/0.85 = 3.258cm

Mmax. a = 0.85 x c, 9.18cm > a = fy x As/0.85xfckxb = 2.769cm

jd = d-a/2 = 22.62cm

C = 0.85xfck x a x b = 635.5kN, T = As x fy = 635.5kN

∴ΦMn = Φfy x As x jd = 122.22 kN·m > Mu = 90.6 kN·m ---O.K

2) 중앙지간부

① 고정하중

-철근콘크리트 : 0.250 m × 25.000 kN/㎥ = 6.250 kN/㎡

-아스팔트포장 : 0.080 m × 23.000 kN/㎥ = 1.840 kN/㎡

Wd = 8.090 kN/㎡

계산지간 L = 2.580 m 바닥판 지점의 수 n = 6

Md = (1 / 10) · Wd · L^2 = (1/10) × 8.090 × 2.580^2 = 5.390 kN · m

② 활하중(DB-24 : Pr = 96 kN)

- 충격계수

i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 2.580) = 0.352 > 0.3

∴ i = 0.3

M(l+i) = ((L+0.6) / 9.6) · Pr · (1 + I)

= ((2.58/0 + 0.6)/9.6) × 96 × (1 + 0.3) = 41.34 kN · m

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 41.34 = 33.07 kN · m/m

③ 탱크궤도 하중 (탱크 총중량 :W = 600KN) 궤도 접지 길이 = 4.50 m

여기서 X= 0.260 m

Pr = (W / 2) / L = (60 / 2) / 4.5 = 66.67 KN/M

충격계수=0.15 (충격계수는 활화중의 15%를 고려한다.)

MI+i = Pr • ((L+0.6)/9.6) • (1 + I)

= 6.667 x ((2.58+0.6)/9.6) x (1 + 0.15) = 25.40KN.M/M

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 25.40 = 20.32 kN · m/m

③ 탱크 트레일러 하중 (700 KN : Pr = 90 KN)

MI+i = Pr • ((L+0.6)/9.6) • (1 + I)

= 9 x ((2.58+0.6)/9.6) x (1 + 0.15) = 34.28KN*M/M

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 34.28 = 27.42 kN · m/m

③ 원심하중

일반 활하중 작용시

$$CF = 0.79\frac{V^2}{R}\% = 0.79\frac{100^2}{980}\% = 8.061\%$$

Pcf = Pr × 8.06 / 100 = 7.740 kN/m

Mcf = ((2.58 + 0.6)/9.6 ×0.774 = 2.560m/m

- 연속바닥판이므로

Mcf = 0.8 × 0.256 = 2.05 kN · m/m

탱크하중 작용시

$$CF = 0.79\frac{V^2}{R}\% = 0.79\frac{40^2}{980}\% = 1.290\%$$

Pcf = Pr × 1.290 / 100 = 0.860 kN/m

Mcf = ((2.58 + 0.6)/9.6 ×0.086 = 0.280 kN · m/m

- 연속바닥판이므로

Mcf = 0.8 × 0.280 = 0.220 kN · m/m

탱크레일러 하중 작용시

$$CF = 0.79\frac{V^2}{R}\% = 0.79 \quad \frac{40^2}{980}\% = 1.290\%$$

Pcf = Pr × 1.290 / 100 = 1.160 kN/m

Mcf = ((2.58 + 0.6)/9.6 ×1.16 = 0.380 kN · m/m

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 0.380 = 0.300 kN · m/m

④ 하중조합(MAX)

Mu1 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i + 1.3 Mcf (일반하중 작용시)

= 80.77 kN · m/m

Mu2 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i + 1.3 Mcf (탱크하중 작용시)

= 33.71kN · m/m

Mu3 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i + 1.3 Mcf (탱크트레일러 하중 작용시)

= 43.04kN · m/m

⑤ 바닥판의 최소두께 (X ≤ 0.25인 경우)

hmin = (30·L + 130) = 207mm > 220 m → 250mm 사용

⑥ 단면 검토

fck = 27MPa , fy = 400MPa

Mu = 80.77 kN·m

b = 1000mm, h = 250mm

d' = 40mm, d = 210mm

Φf = 0.85

Mmax. c = 0.75 x 6000/(6000+fy) x d = 9.45cm > c=a/0.85 = 3.258cm

Mmax. a = 0.85 x c, 8.03cm > a = fy x As/0.85xfckxb = 2.769cm

jd = d-a/2 = 19.62cm

C = 0.85xfck x a x b = 635.5kN, T = As x fy = 635.5kN

∴ΦMn = Φfy x As x jd = 106.00 kN·m > Mu = 80.8 kN·m ---O.K

다. Steel Box Girder 검토

1) 작용하중 산정

① 합성전 고정하중(슬래브자중)

② 합성후 고정하중(방호벽, 중분대, 아스콘)

③ 활하중 : DB-24(윤하중), DL-24 (차선하중)

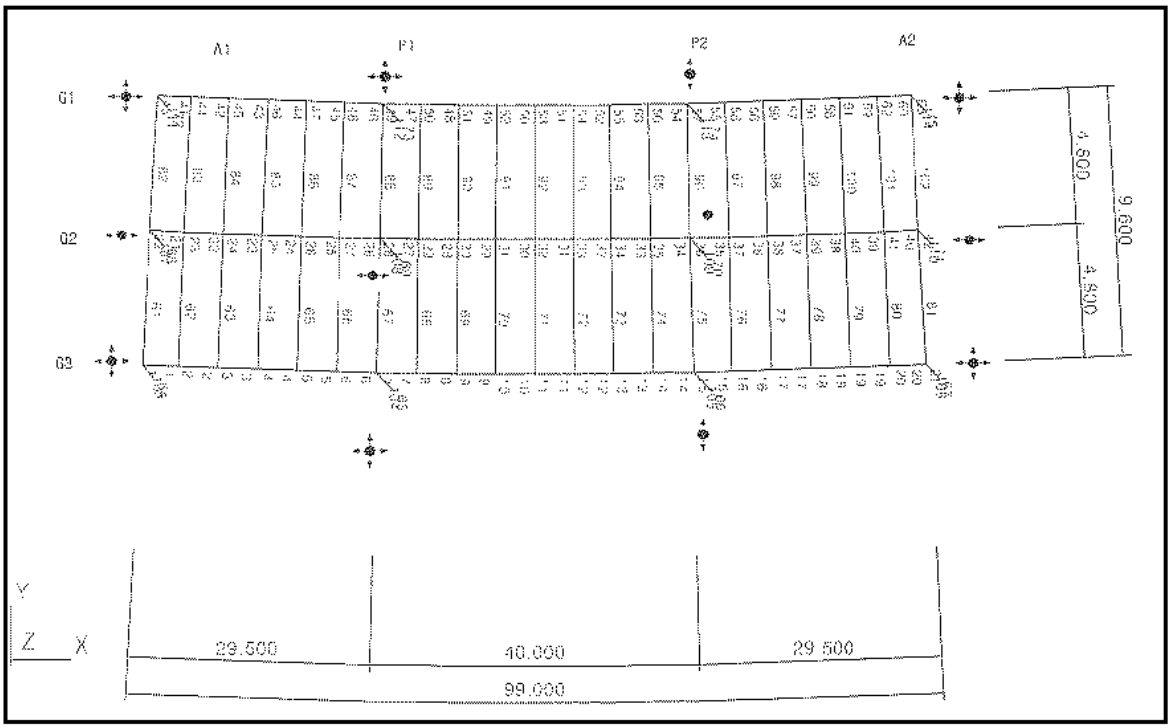
④ 충격계수 : $i = \frac{15}{40+L} \leq 0.3 \rightarrow \frac{15}{40+29.5} = 0.216$

(제1지간)

⑤ 주형별 작용하중

강재자중 : 각종 보강재 및 현장이음재 등의 부부재 하중으로 주부재자중을 35% 할증 적용

2) 모델링



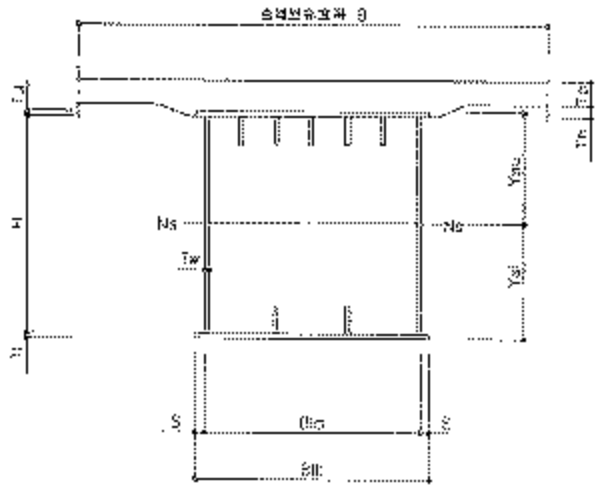
3) 부재력 요약

① 단면-4

부재력	거더 번호	합성전 고정하중		합성후 고정하중	활하중	지점침하	합 계	위 치
		Steel	Concrete					
모멘트 (kN · m)	G1	388.3	1185.0	661.3	2776.3	1168.1	6179.1	절점46에서 1.24M
	G2	395.1	1210.7	434.9	2576.8	1180.4	5797.7	절점25에서 1.24M
	G3	392.7	123.2	416.9	2830.7	1165.7	6037.8	절점 4에서 1.25M
전단력 (kN)	G1	73.2	221.9	104.8	348.5	76.3	824.7	절점46에서 1.24M
	G2	72.7	222.0	96.7	341.8	75.6	808.9	절점25에서 1.24M
	G3	72.9	225.2	77.4	373.6	73.0	822.2	절점 4에서 1.25M
비틀림 (kN · m)	G1	-9.2	-22.7	75.1	355.0	7.2	405.4	절점46에서 1.24M
	G2	-3.97	-23.3	54.5	45.1	9.1	48.7	절점25에서 1.24M
	G3	0.91	-18.0	-11.7	-331.3	-7.0	-36.7	절점 4에서 1.25M

4) 응력검토

① 단면(4)



② 단면 제원 및 특성

구 분	B(mm)	H(mm)	A(mm)	y(mm)	A*y(mm^3)	A*y^2(mm^4)	Ix(mm^4)
1-UPPER FLANGE	2340.0	12.0	28080	778.50	21860300	170182280000	337000
5-UPPER RIB	12.0	130.0	7800	707.5	5518500	3904339000	10985000
WEB	12.0	1545.0	37080	0.00	0	0	7375907000
2-LOWER RIB	14.0	130.0	7800	-707.5	-5518500	390439000	10985000
1-LOWER FLANGE	2600.0	28.0	28080	-778.5	-21860300	17018228000	337000
강단면 합계			108840		0	41845133000	7398551000
1-RC SLAB	4570.0	250.0	1142500	947.5	1082518800	1025686516000	5950521000

* As=108840 mm2, Ac=1142500 mm2

구 분	합성전	구 분	합성후
Is' (mm4)	49243685000	Av(mm2)	251652.5
		Ic/n(mm4)	7438150
δs(mm)	0	dv(mm)	947.50
		dvc(mm)	409.79
Is(mm4)	49243685000	dvs(mm)	537.71
		Yvcu(mm)	284.79
Ysu(mm)	784.50	Yvcl(mm)	284.79
		Yvsu(mm)	246.79
Ysl(mm)	-784.50	Yvsl(mm)	-1322.21
F(mm2)	3288384.0	Iv(mm4)	105438827000

5) 검토결과

① 전단 및 비틀림

$\upsilon = (Ss + Ssc + Sv) / Aw + Mst / (2 \cdot F \cdot Tw) + (Msct + Mvt) / (2 \cdot Fv \cdot Tw)$

= 27.378MPa < υa = 110 MPa --------- O.K

② 조합응력의 검토

- 하중1 : 합성전
- 하중2 : 합성후
- 하중3 : 크리프
- 하중4 : 건조수축
- 하중5 : 온도차
- 하중6 : 활하중

하중 조합	Steel			
	작용응력(MPa)		허용 응력(MPa)	
	상연	하연	상연	하연
1	25.065	-25.0647	169.850	190.000
1+2	35.845	-82.8205	169.850	190.000
1+2+3	38.285	-81.9286	195.328	190.000
1+2+3+4	52.870	-77.0924	195.328	190.000
1+2+3+4+5	68.604	-70.4665	220.805	190.000
1+2+3+4-5	37.137	-83.718	220.805	190.000
1+2+3+4+5+6	86.743	-148.135	220.805	190.000
1+2-3-4+5+6	69.718	-153.863	220.805	190.000

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음.

③ 합성응력의 검토

(상 연) $[\frac{f}{f_a}]^2+[\frac{\upsilon}{\upsilon_a}]^2=[\frac{86.743}{220.805}]^2+[\frac{27.378}{110.000}]^2$

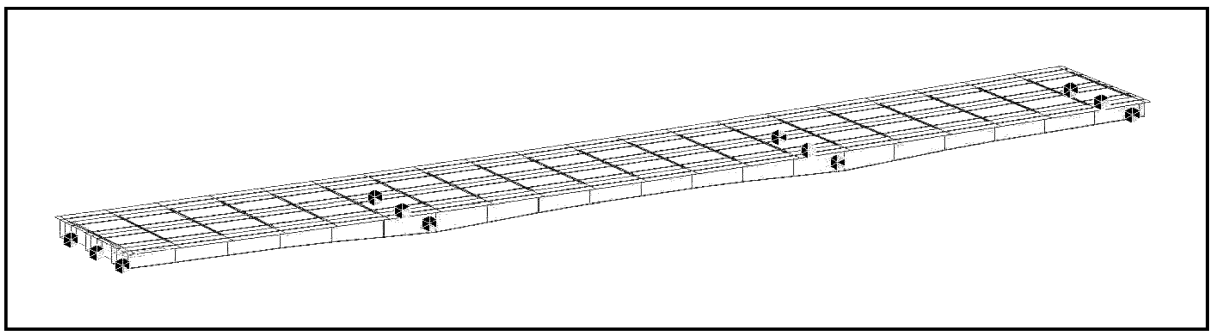
= 0.393 + 0.062 = 0.455 < 1.2 --------- O.K

(하 연) $[\frac{f}{f_a}]^2+[\frac{\upsilon}{\upsilon_a}]^2=[\frac{-153.863}{190.0}]^2+[\frac{27.378}{110.000}]^2$

= 0.656 + 0.062 = 0.718 < 1.2 --------- O.K

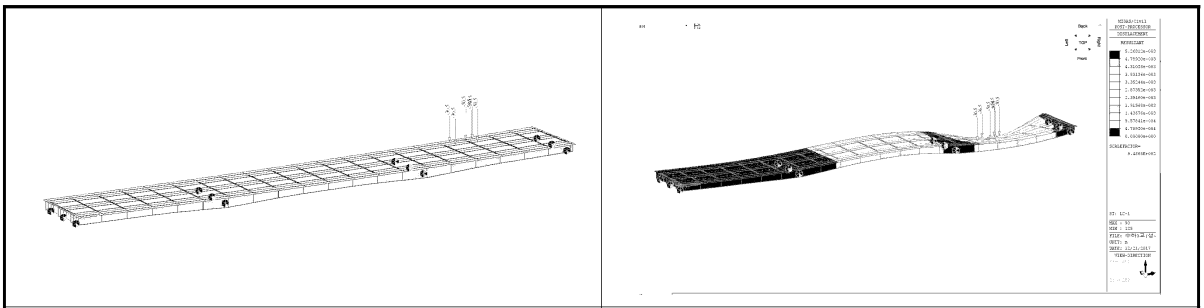
라. 시험차량에 의한 처짐해석

시험차량에 의한 구조해석은 이론적인 계산 처짐값과 현장 재하시험에서 측정된 실측 처짐값을 비교하여 응답비를 산출하기 위해 범용 프로그램인 MIDAS/Civil을 이용하여 모델링을 하였으며, 각각의 LOAD CASE별 처짐치와 실측치를 비교하였다.



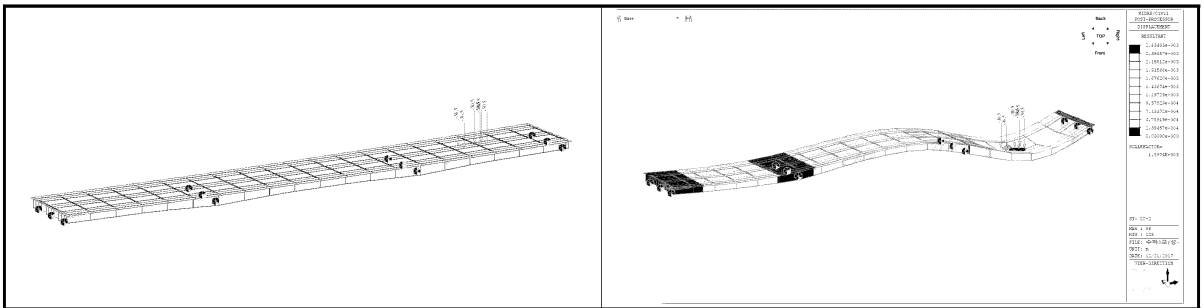
1) CASE별 하중 재하도 및 처짐도

① LOAD CASE 1



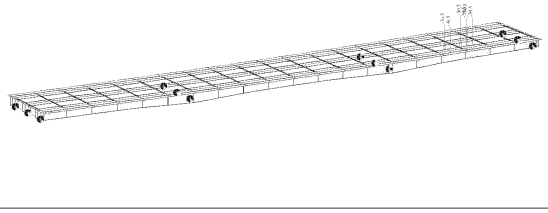
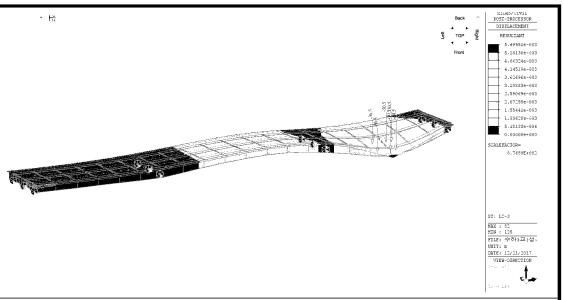
LOAD CASE 1 재하도	LOAD CASE 1 처짐도

② LOAD CASE 2



LOAD CASE 2 재하도	LOAD CASE 2 처짐도

③ LOAD CASE 3

	
LOAD CASE 3 재하도	LOAD CASE 3 처짐도

2) Load Case별 응력보정계수 산정

재하시험 결과로부터 산출한 실측 및 이론적인 응력 값의 관계 및 실측 처짐과 재하 경우별 구조해석에 의한 이론적인 처짐의 관계를 비교하여 응답비를 산출하였다.

구 분 (mm)			DT1	DT2	DT3
S1	Load Case 1	실측치	-1.751	-0.924	-0.319
		이론치	-3.651	-2.012	-1.066
		응답비	2.085	2.177	3.342
	Load Case 2	실측치	-0.998	-1.211	-0.908
		이론치	-1.956	-2.634	-1.996
		응답비	**1.960**	2.175	2.198
	Load Case 3	실측치	-0.373	-0.860	-1.659
		이론치	-1.077	-2.106	-3.819
		응답비	2.887	2.449	2.302

3) 응력보정계수

내하력 평가시 응력보정계수 적용은 재하시험 차량의 후륜축과 동일한 위치에서의 이론적인 처짐 값과 실측된 처짐 값이 실제 거동과 유사한 지점에서의 응답비를 적용하였으며, 응답비 및 충격계수를 고려한 처짐 보정계수(Ks)를 적용하였다. 응력보정계수는 변형률의 실측치와 계산치로 구하는 것이 일반적이지만, 처짐에 비해 변형률의 측정값에 포함된 오차가 크며, 여러 가지 요인에 의하여 국부적인 응력의 변동이 크게 발행하는 경우가 있으므로 교량의 전반적인 거동을 나타내는 처짐으로 구할 수도 있다.

본 과업에 해당되는 교량의 경우 변형률 측정결과에 비해 처짐의 측정결과가 신뢰성이 높은 것으로 판단되어 처짐으로 응답보정계수(KS)를 구하였으며, 하중 CASE에 따른 응답비중 최소값을 적용하였다.

○ K_s : 응력보정계수 $= \dfrac{\delta_{계산}(\epsilon_{계산})}{\delta_{실측}(\epsilon_{실측})} \cdot \dfrac{1+i(계산)}{1+i(실측)}$

$$= 1.960 \times \frac{1+0.214}{1+0.167} = 2.039$$

2.8.3 내하력 평가

가. 허용응력법에 의한 내하력 평가

1) 내하율 평가

허용 응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 D+L(1+i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.00이 된다. 사용재료의 허용응력은 강재의 경우 사용재료에 따라 항복응력, 콘크리트의 경우 실제 압축강도를 사용하여 도로교 표준시방서 규정에 의거 부재종류에 따라 결정한다.

허용 응력법에 의한 교량부재의 내하율은 다음 식으로 계산한다.

$$\cdot\ R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$$

여기서, f_a = 재료의 허용응력

f_d = 설계 사하중 응력(활하중 이외의 응력)

f_l = 설계 활하중 응력

i = 실측 충격계수

구 분		f_a	f_d	$f_l(1+i)$	$R.F$
ST.BOX Girder	상연	220.8	68.604	18.139	8.391
	하연	-190.0	-92.01	-77.668	1.262

2) 기본 내하력 산정

$P_o = R.F \times P_r$

여기서, Pr : 설계하중

구 분		내하율	설계하중	기본내하력
ST.BOX Girder	상연	8.391	DB-24	201.4
	하연	1.262	DB-24	30.3

3) 공용 내하력 산정

$$P = P_o \times K_s$$

여기서, $K_s = \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

구 분		내하율	응력보정계수(K_s)	기본내하력 (=24 x RF)	공용내하력
ST.BOX Girder	상연	8.391	2.039	201.4	30.3
	하연	1.262		30.3	

나. 강도설계법에 의한 내하력 평가

1) 내하율 평가

강도 설계법에 의한 교량부재의 내하율 산정 시 하중조합으로는 1.3D + 2.15L (1.0 + i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15가 된다. 단면강도는 단면의 현재 상태, 즉 재료강도와 단면손실 등을 고려하여 도로교 표준시방서의 공칭강도와 강도감소계수에 따라 계산한다. 사하중과 활하중에 의한 단면력은 현재 적용하고 있는 사하중과 현행 도로교 표준시방서의 설계 활하중(DB 또는 DL 하중)을 사용하여 구조해석을 수행한 후 구한다.

강도 설계법에 의한 내하율은 다음과 같다.

- $P = P_r \times R.F \times K_s$ P_r = 설계하중
- $R.F = \dfrac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l}$

여기서, ϕ = 강도 감소계수(= 0.85)

γ_d = 사하중 계수(= 1.3)

γ_l = 활하중 계수(= 2.15)

M_n = 공칭 모멘트

M_d = 사하중 모멘트

M_l = 활하중 모멘트(실측 충격계수 고려)

구 분	ϕM_n	M_d	$M_l(1+i)$	$R.F$
캔틸레버부(좌측)	122.2	1.489	27.87	2.026
지간 중앙부	106.0	5.390	41.34	1.114

2) 기본 내하력 산정

구 분	내하율	설계하중	기본내하력
캔틸레버부(좌측)	2.026	DB-24	48.6
지간 중앙부	1.114	DB-24	26.7

다. 내하력 평가결과

구 분		내하율	응답보정계수	기본내하력	공용내하력
ST.BOX Girder	상연	8.391	2.039	201.4	30.3
	하연	1.262		30.3	
바닥판	캔틸레버부(좌측)	2.026	-	48.6	26.7
	브라켓 중앙부(좌측)	1.114		26.7	

내하력 평가 결 과	수하3교(성남방향)에 대한 허용응력 설계법에 의한 주형 부재의 공용 내하력을 산정한 결과, 주형 모두 DB-24 이상으로 통과하중에 대한 여유를 확보하고 있는 것으로 산출되었으며, 강도 설계법에 의한 바닥판의 내하력 평가도 설계하중인 DB-24 이상으로 통과하중에 대한 여유를 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

라. 안전성 평가

구조물의 안전성 평가는 주요 구조부재의 정밀육안검사, 비파괴 현장시험 및 재료시험의 결과를 토대로 종합적으로 이루어져야 한다. 현재 도로교와 철도교는 강교의 경우 허용응력설계법, 콘크리트교는 강도설계법으로 설계되고 있다. 안전성 검토는 대상 교량의 설계개념을 따라 일관성이 유지되도록 평가하는 것을 원칙으로 한다.

1) 안전성평가 기준

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	· 허용응력 설계법 SF(안전율) = 허용응력 / 발생응력 = $\frac{fa}{f_{d+l}}$ · 강도설계법 SF(안전율) = 설계강도 / 소요강도 = $\frac{\Phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤ SF <1	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

※ 안전성평가등급은 통합시설물까지는 소문자(a, b, c, d)로 표기하고 전체시설물에 대해서만 (A, B, C, D, E)로 표기함.

2) 안전성평가 결과

① 주형

구 분		fa(허용응력) (MPa)	fs(발생응력) (MPa)	최소 안전율(SF)	안전성 평가등급
ST.BOX Girder	상연	220.805	86.743	2.545	A
	하연	-190.0	-153.863	1.235	A
평 가 결 과					
·수하3교(성남방향)에 대한 안전성평가 결과 주형의 안전율(SF)이 1.00이상으로서 구조적으로 안전한 것으로 평가되었다.					

② 바닥판

구 분	ΦMn(설계강도) (kN·m)	Mu(소요강도) (kN·m)	최소 안전율(SF)	안전성 평가등급
캔틸레버부(좌측)	122.2	90.6	1.348	A
지간 중앙부	106.0	80.8	1.312	A
평 가 결 과				
·수하3교(성남방향)에 대한 안전성평가 결과 바닥판의 안전율(SF)이 1.00이상으로서 구조적으로 안전한 것으로 평가되었다.				

1.9 종합평가 및 안전등급 지정

1.9.1 종합평가

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되며, 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교하여 최저평가결과를 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

평가구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태평가	0.093	A	
안전성 평가	1.235	A	
종합평가	-	A	
종합평가 결과	수하3교(성남방향)의 종합평가 결과 "A등급"		

1.9.2 안전등급

수하3교(성남방향)에 대한 종합평가 결과 전체 시설물에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 "A등급"인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

1.10 종합결론

가. 본 시설물은 경기도 이천시 신둔면 도암리에 위치한 STEEL BOX GIRDER교 교량으로서 총연장은 100.0m(30+40+30)이고 양방향 중 성남방향 폭은 13.94m(편도 3차로)의 시설물로 안전관리에 관한 특별법상 2종 시설물에 해당되며, 각 부재에 대한 정밀 외관조사 및 재료시험 등을 실시하였다.

나. 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 일부 부재에 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 도장들뜸 등이 조사되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

다. 점검대상 교량인 수하3교(성남방향)에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 교량의 상태를 판단한 결과, 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 비파괴시험 결과 콘크리트 압축강도, 철근배근 상태 등은 설계치를 만족하는 것으로 확인되었다.

라. 교량의 받침장치에 대한 이동량 및 연단거리를 측정한 결과 수축·신장에 따른 여유량과 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

마. 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 “A등급”으로 분석되어 수하3교(성남방향)은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 것으로 평가되었다.

바. 향후 교량의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 지속적인 유지관리가 요구된다.

구분	균열폭	보수방안	비고
균열 및 백태	0.3㎜미만	표면보수	
파손	-	단면복구	
망상균열	-	표면처리	
철근노출	-	방청후 단면복구	
도장탈락	-	재도장	
실란트 열화	-	재시공	

제2장 수하3교(장호원방향)

2.1 시설물 현황

2.2 외관조사

2.3 교량받침 조사

2.4 신축이음장치 유간 조사

2.5 재료시험

2.6 시설물의 상태평가

2.7 재하시험

2.8 구조해석 및 내하력 평가

2.9 종합평가 및 안전등급 지정

2.10 종합결론

제 2 장 수하3교(장호원방향)

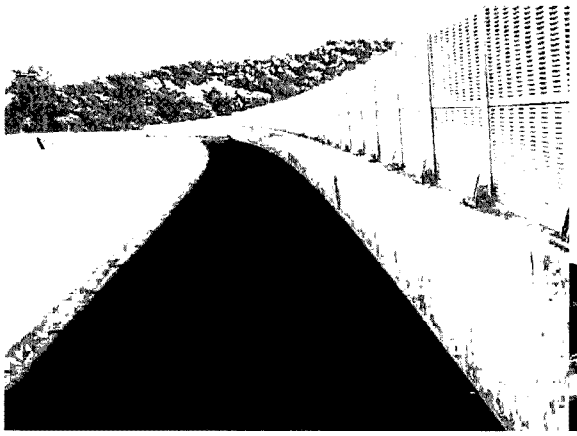
2.1 시설물 현황

2.1.1 개요

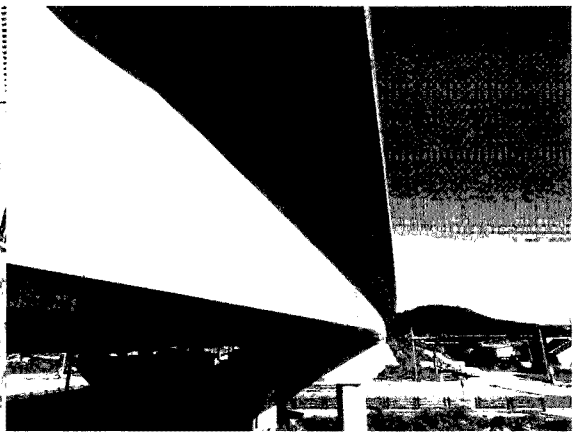
본 시설물은 경기도 이천시 신둔면 도암리에 위치한 STEEL BOX GIRDER교 교량으로서 3ea의 Girder로 구성되어 있으며, 총연장은 100.0m(30+40+30)이고 양방향 중 장호원방향 폭은 13.94m(편도 3차로)이다.

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 교량부재 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다.

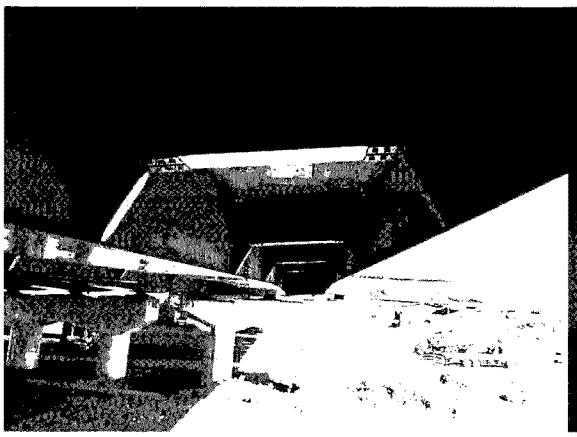
본 시설물의 교량하부는 교고가 최대 5.3m이며, 교량하부로 시도 2호선이 횡단하고 하고 있어 교량 점검차를 이용하여 외관조사를 수행하였다.



<상부 전경>



<측면 전경>



<하부 전경>



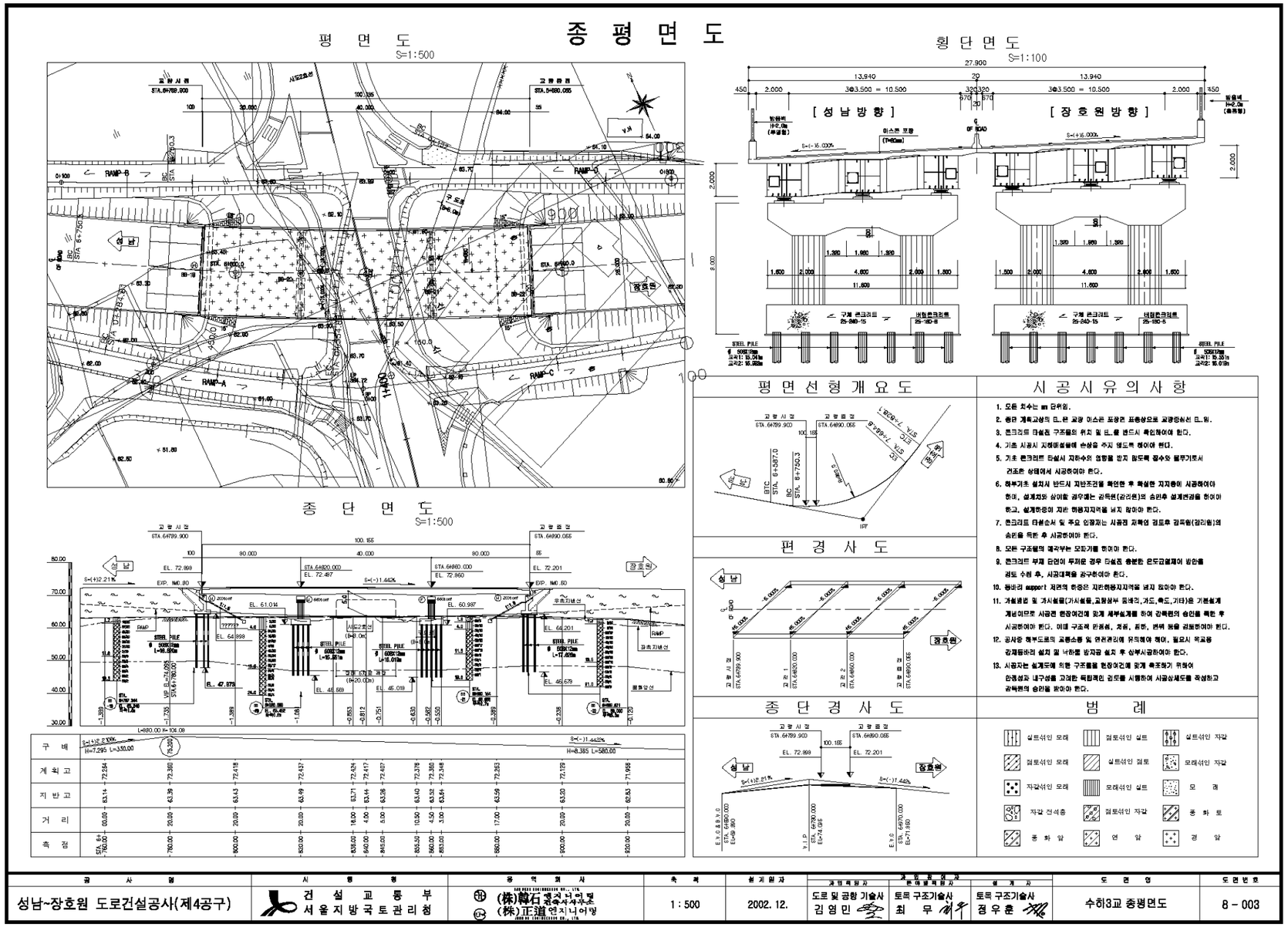
<점검차를 이용한 외관조사 현황>

<표 2.1.1> 대상구조물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>수하3교(장호원방향)</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017년 12월</td><td colspan="2">관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 이천시 신둔면 도암리</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24, DL-24</td><td>노선명(이정)</td><td colspan="2">성남~장호원 도로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L = 30.0 + 40.0 + 30.0 = 100.0m</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B = 13.94m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>STEEL BOX GIRDER교</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교대</td><td>A1: PILE기초
A2: PILE기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교각:ㅠ형, 교대:역T형</td><td>교각</td><td>P1~P2: PILE기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>POT BEARING</td><td colspan="2">신축이음</td><td>MONOCELL</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물
(도로, 철도, 하천)</td><td>시도 2호선</td><td colspan="2">통과 높이</td><td>약 5.3m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">· 가로등, 방음벽</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="4">· 설계도면 有</td></tr>
</table>

2.1.2 관련도면

가. 장호원방향

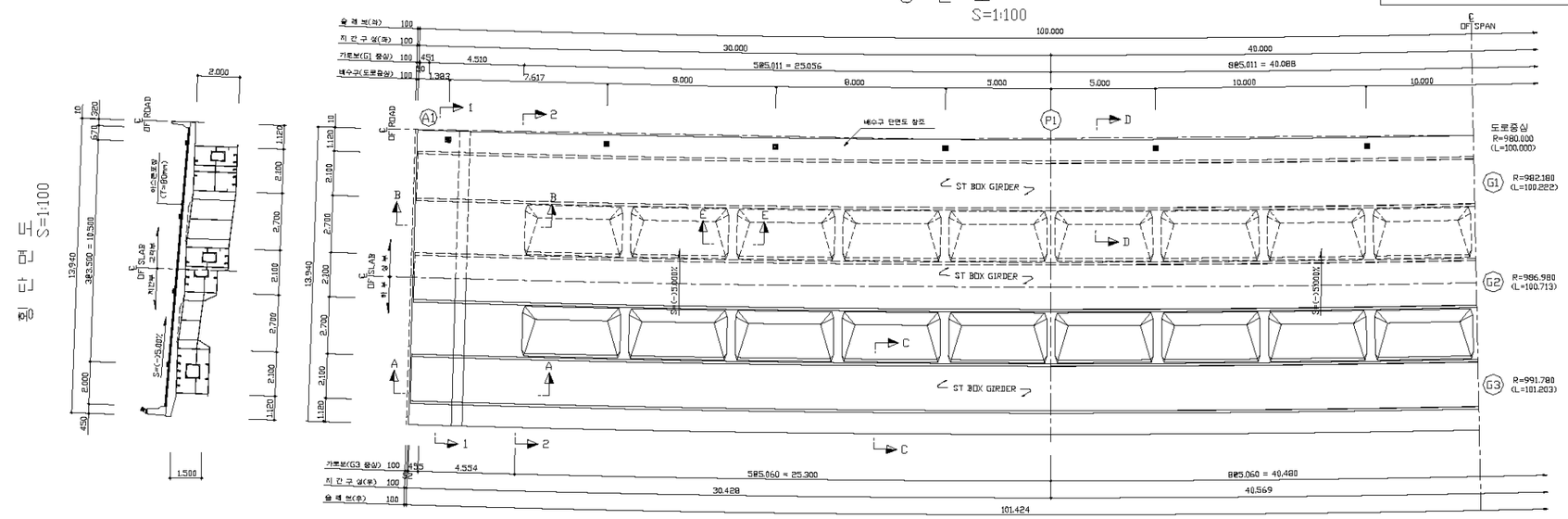


<그림 2.1.1> 수하3교 종평면도

슬 래 브 일 반 도 (3)

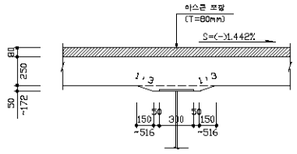
설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck=270kgf/cm²
철 근 항 복 강 도 : fy=4,000kgf/cm²
설 계 하 중 : DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

평 면 도 S=1:100

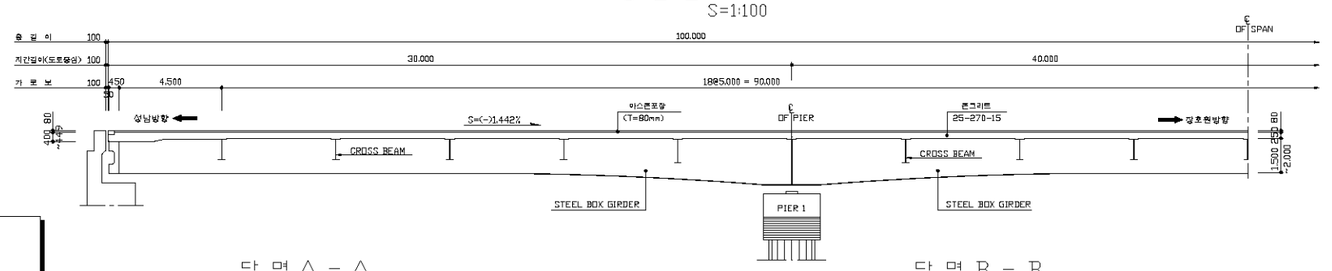


횡 단 면 도 S=1:100

단 면 E - E S=1:20

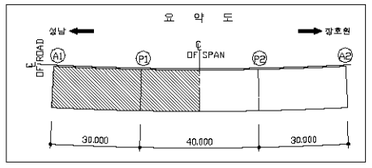


종 단 면 도 S=1:100

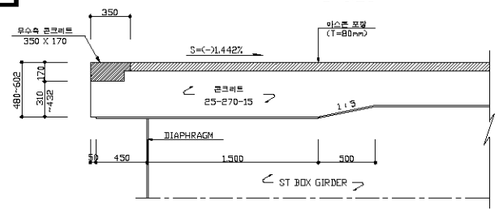


NOTE
- 신축이음장치와 고량방음의 종류 및 두께등의 규격 변경시 변경된 신축이음장치의 제원에 맞게 BLOCK OUT 및 고와면 계획고를 조정할 것.
- 무수축 콘크리트는 후타 콘크리트로 f_{ck}=400kgf/cm²
- 교면 콘크리트 마무리는 대끄피니셔를 사용하여야 한다.

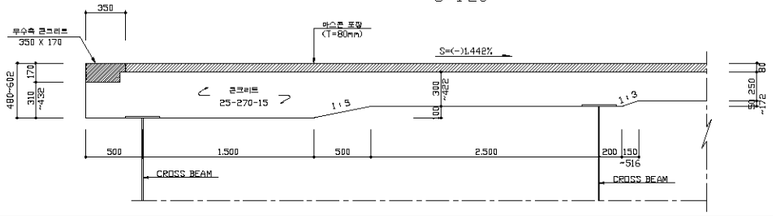
요 약 도



단 면 A - A S=1:20



단 면 B - B S=1:20



공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설 계 일 자	교 량 장	도 면 명	도 면 번 호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서 울 지 방 국 토 관 리 청	(株)韓石 엔지니어링 종합건축사사무소 (株)正道 엔지니어링	1 : 100	2002. 12.	과업책임자 : 도로 및 공항 기술사 김 영 민 / 분야별책임자 : 토목 구조기술사 최 무 / 설 계 자 : 토목 구조기술사 정 우 훈	수하3고 슬래브 일반도(3) (장호원방향)	8 - 010

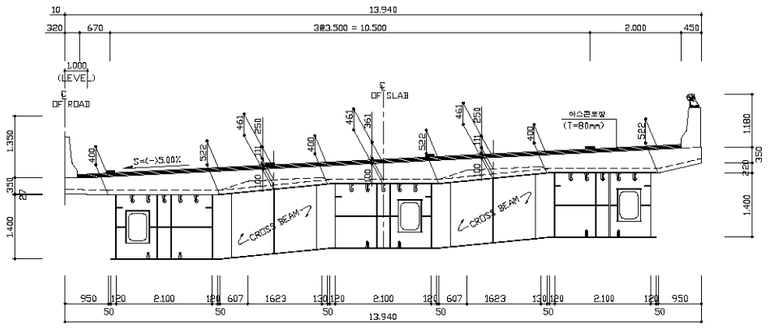
<그림 2.1.2> 수하3교 장호원방향 슬래브 일반도-1

슬 래 브 일 반 도 (4)

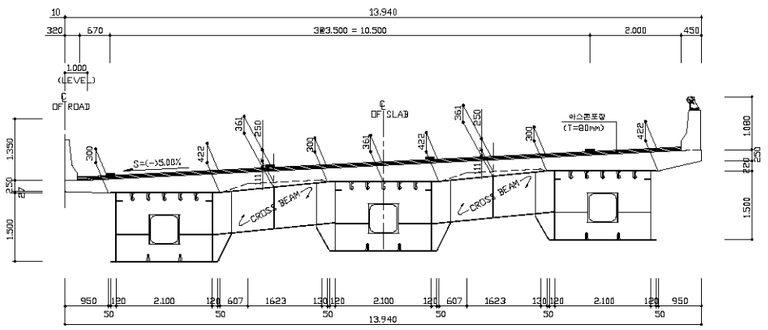
설 계 법	: 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도	: fck=270kgf/cm²
철 근 항 복 강 도	: fy=4,000kgf/cm²
설 계 하 중	: DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

슬래브 단부 확대 상세
S=1:50

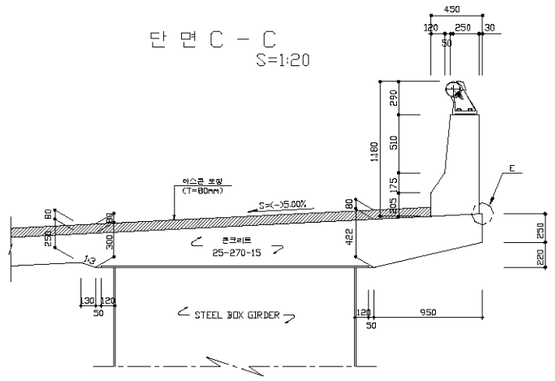
[단 면 1-1]



[단 면 2-2]



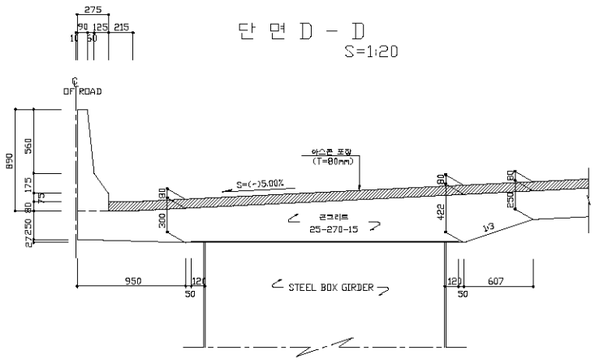
단 면 C - C
S=1:20



NOTE

◐ 방호벽 기계타설시 콘크리트 유실 방지를 위하여 'E'위치의 모서리는 모따기를 하지 않아야 한다.

단 면 D - D
S=1:20

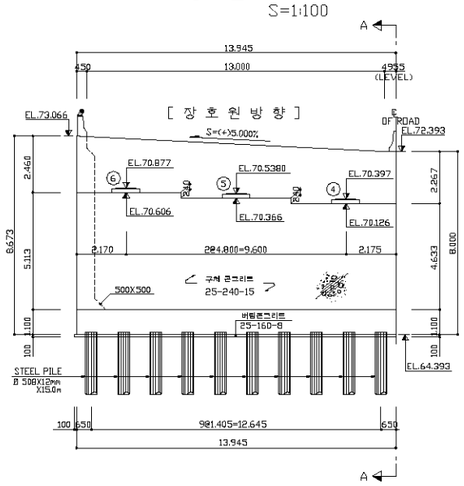


공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	일 계 일 자	과 업 책 임 자	분 야 별 책 임 자	설 계 자	도 면 명	도 면 번 호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서 울 지 방 국 토 관 리 청	(株)韓石 엔지니어링 (株)正道엔지니어링	1 : 50	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3고 슬래브 일반도(4) (장호원방향)	8 - 011

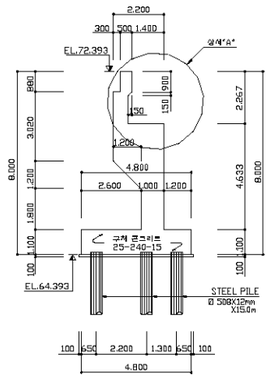
교 대 1 일 반 도 (1)

설 계 법	강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도	fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도	fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중	DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

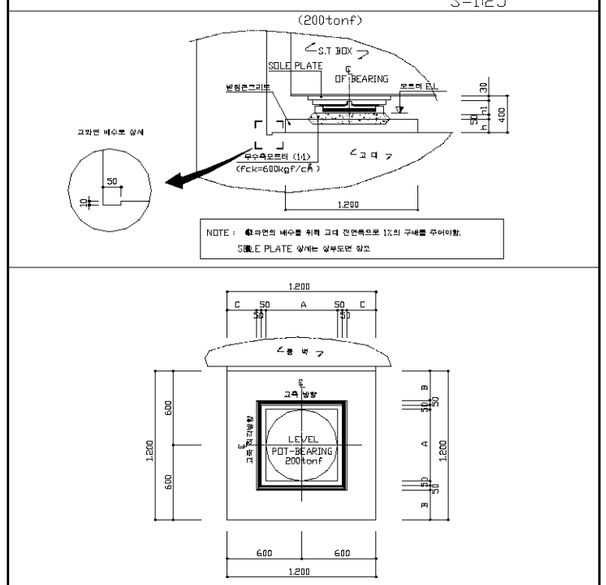
정 면 도 S=1:100



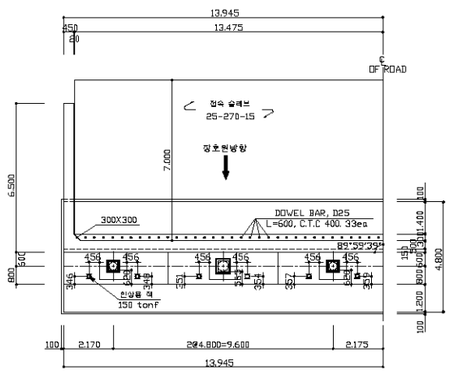
단면 A-A S=1:100



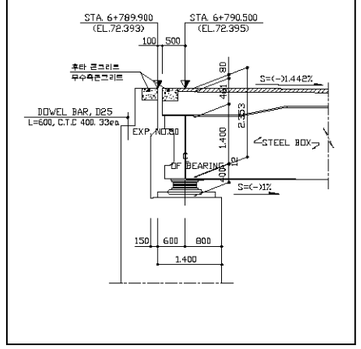
BEARING BLOCK 상세도 S=1:25



평 면 도 S=1:100



상 세 "A" S=1:50



치 수 표

구 분			A	B	C	h	h1	비 고
고정받침 장 치	규 격	가 동 방 향						
⑤	POT-BEARING (200 tonf)	일방향(고속방향)	470	265	265	164	156	
④⑥	POT-BEARING (200 tonf)	일 방 향	360	320	320	221	99	

교량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

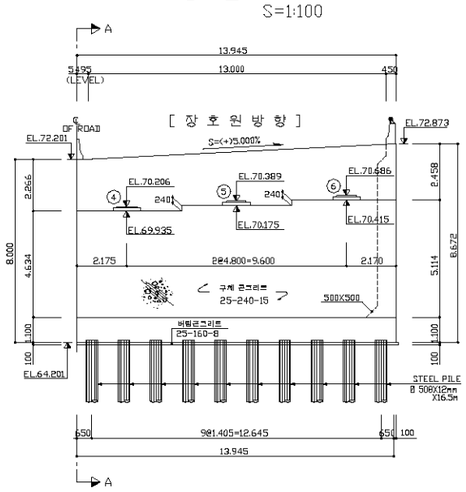
구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X30.0 = 35.0	S' = 80.0 - 47/2 = 56.5
지 지 거 리	N = (200+1.67L+6.66H) x (1+0.000125 θ^2) = 307mm = 30.7cm (L=30.0, H=8.564, θ=0°)	N' = 140.0 - 15.0 = 125.0

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설 계 일 자	관 계 자 (과업책임자 / 분야별책임자 / 설 계 자)	도 면 명	도 면 번 호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 / (株)正道 엔지니어링	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민 / 토목 구조기술사 최 무 / 토목 구조기술사 정 우 훈	수하3고 교대1일반도(1) (장호원방향)	8 - 107

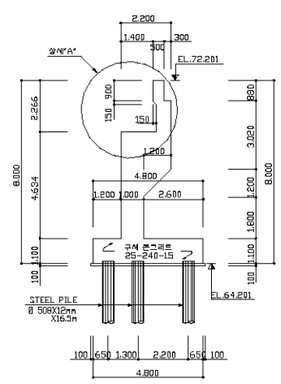
교 대 2 일 반 도 (1)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도 : fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중 : DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

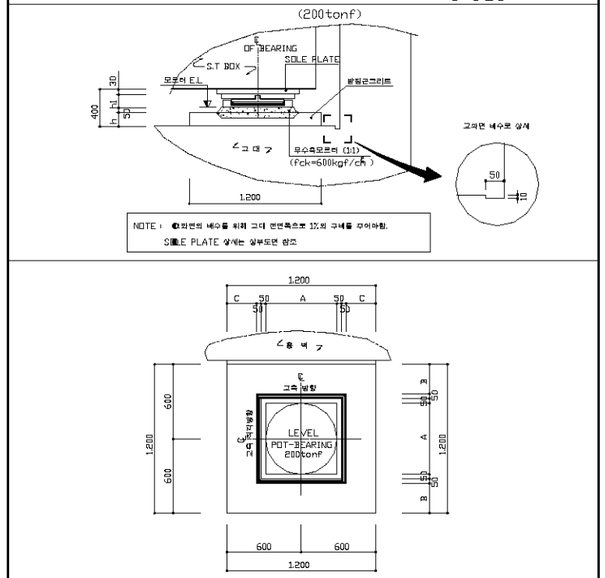
정 면 도
S=1:100



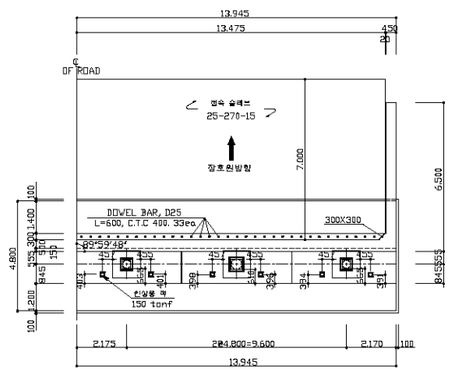
단면 A-A
S=1:100



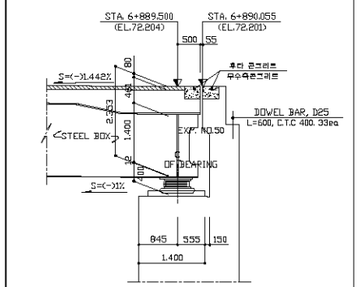
BEARING BLOCK 상세도
S=1:25



평 면 도
S=1:100



상 세 "A"
S=1:50



치 수 표

구분			A	B	C	h	h1	비고
고정받침 장치	규 격	가동방향						
⑤	POT-BEARING (200 tonf)	일방향(고측방향)	470	265	265	164	156	
④⑥	POT-BEARING (200 tonf)	양 방 향	360	320	320	221	99	

교량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

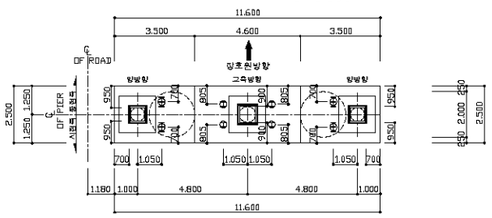
구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X30.0 = 35.0	S' = 84.5 - 47/2 = 61.0
지 지 거 리	N = (200+1.67L+6.66H) × (1+0.000125)θ² = 307mm = 30.7cm (L=30.0, H=8.564, θ=0°)	N' = 140.0 - 10.5 = 129.5

공사명	시행청	용역회사	축척	설계일자	과업책임자	분야별책임자	설계자	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 韓石엔지니어링 (株)正道 엔지니어링	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3교 교대2일반도(1) (장호원방향)	8 - 114

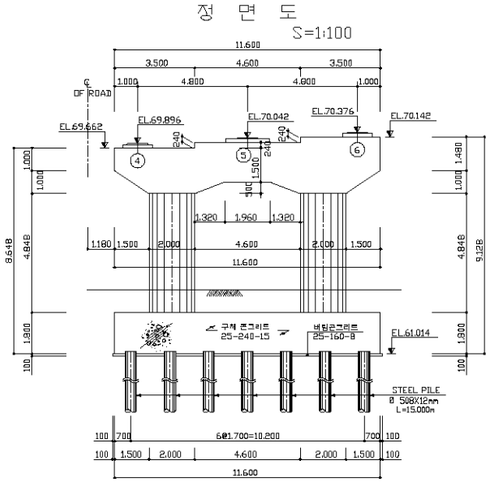
교 각 1 일 반 도
(장호원 방향)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도 : fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중 : DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

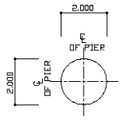
평 면 도 S=1:100



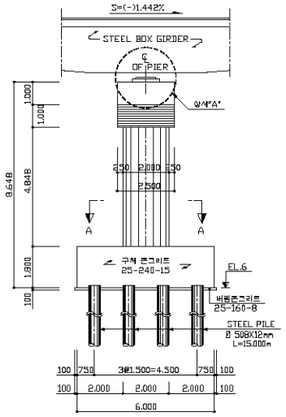
정 면 도 S=1:100



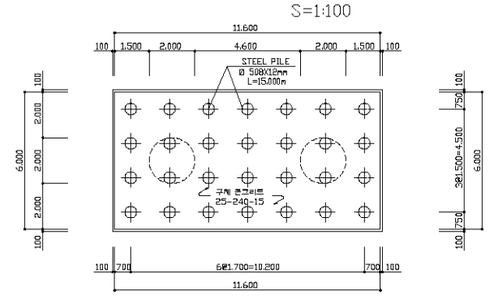
단 면 A-A S=1:100



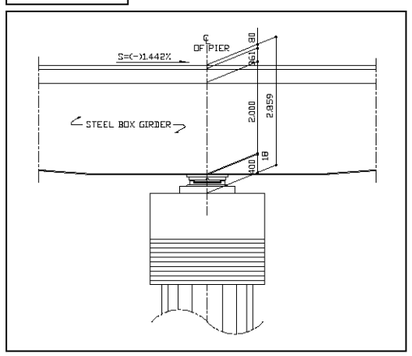
측 면 도 S=1:100



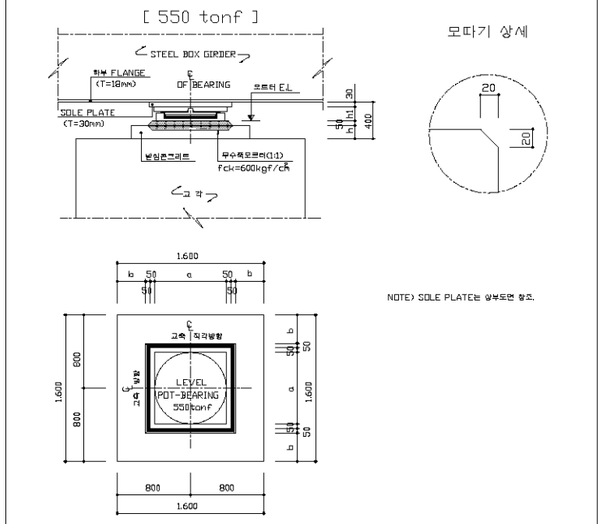
기초 평면도 S=1:100



상 세 "A"



BEARING BLOCK 상세도 S=1:25



NOTE> SOLE PLATE는 상부도면 참조.

치 수 표

구 분			a	b	h	h1	비 고
번 호	가동방향	규 격					
②	일방향 (고속방향)	POT-BEARING (550 tonf)	700	350	90	230	
①,③	일방향	POT-BEARING (550 tonf)	600	400	184	136	

NOTE

1. 모든 구조물 치수의 단위는 mm이다.
2. 콘크리트 타설시에는 물기가 없는 건조한 상태에서 타설할것.
3. 콘크리트 타설전 수화열에 의한 콘크리트의 균열대책 및 시공순서를 계획하여 감독과의 승인을 득한 후 시공할것.
4. 구체콘크리트의 설계기준강도는 25-240-15 이다.
5. 기초그르기 콘크리트의 강도는 25-160-8 이다.
6. 교좌면 시공 및 교량받침 배치시에는 별히 교량받침 배치도를 참조하여 교량받침의 좌표 및 방위를 확인 후 시공할것.
7. 모든 구조물의 예각부는 모따기를 하여야 한다.

고량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X40.0=40.0	S' = 70.0

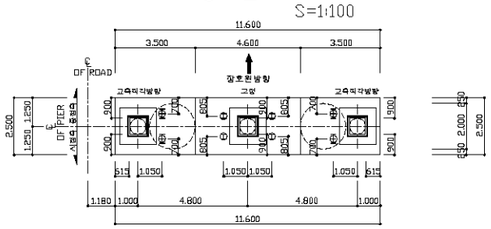
공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설 계 일 자	관 계 책 임 자	본 사 책 임 자	설 계 자	도 면 명	도 면 번 호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 (株)正道	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3교 고각1일반도 (장호원방향)	8 - 129

<그림 2.1.6> 수하3교 장호원방향 교각 일반도-1

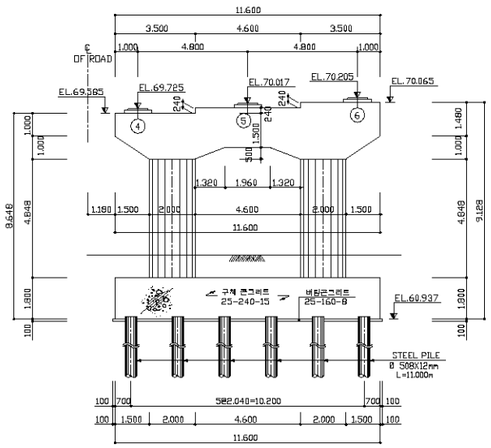
교 각 2 일 반 도
(장호원 방향)

설 계 법 : 강 도 설 계 법
콘크리트설계기준강도 : fck=240kgf/cm²
철 근 항 복 강 도 : fy=3,000kgf/cm²
설 계 하 중 : DB-24, DL-24, 전차하중(M-60)

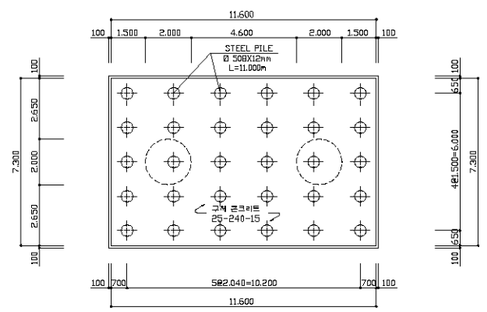
평 면 도 S=1:100



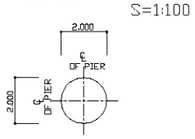
정 면 도 S=1:100



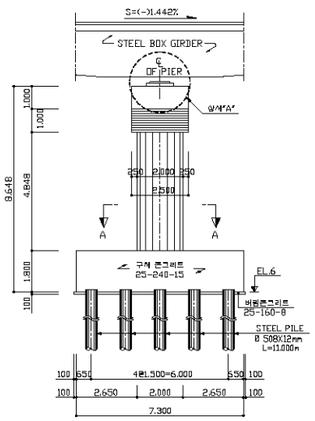
기초 평면도 S=1:100



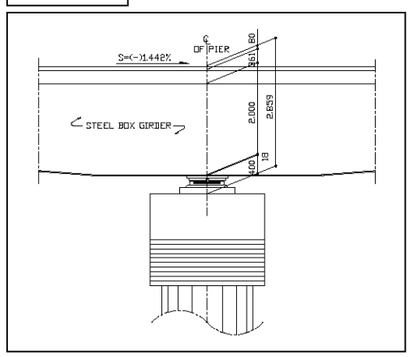
단 면 A-A S=1:100



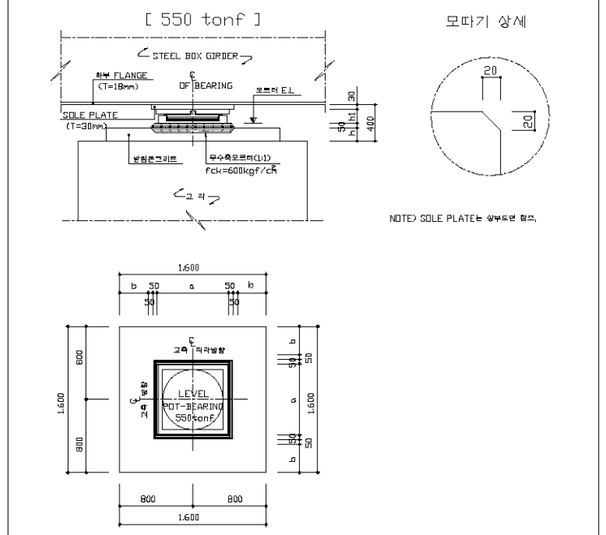
측 면 도 S=1:100



상 세 "A"



BEARING BLOCK 상세도 S=1:25



치 수 표

구 분			a	b	h	h1	비 고
번 호	가동방향	규 격					
②	고 정	POT-BEARING (550 tonf)	700	350	142	178	
①,③	일방향 (고측직각방향)	POT-BEARING (550 tonf)	700	350	90	230	

NOTE

1. 모든 구조물 치수의 단위는 mm이다.
2. 콘크리트 타설시에는 들기가 없는 건조한 상태에서 타설할것.
3. 콘크리트 타설전 수화열에 의한 콘크리트의 균열대책 및 시공순서를 계획하여 감독과의 승인을 득한 후 시공할것.
4. 구체콘크리트의 설계기준강도는 25-160-8 이다.
5. 기초고르기 콘크리트의 강도는 25-160-8 이다.
6. 고화면 시공 및 고량받침 배치시에는 별히 고량받침 배치도를 참조하여 고량받침의 좌표 및 방위를 확인 후 시공할것.
7. 모든 구조물의 예각부는 모따기를 하여야 한다.

고량받침 연단거리 및 낙교 지지거리

(단위:cm)

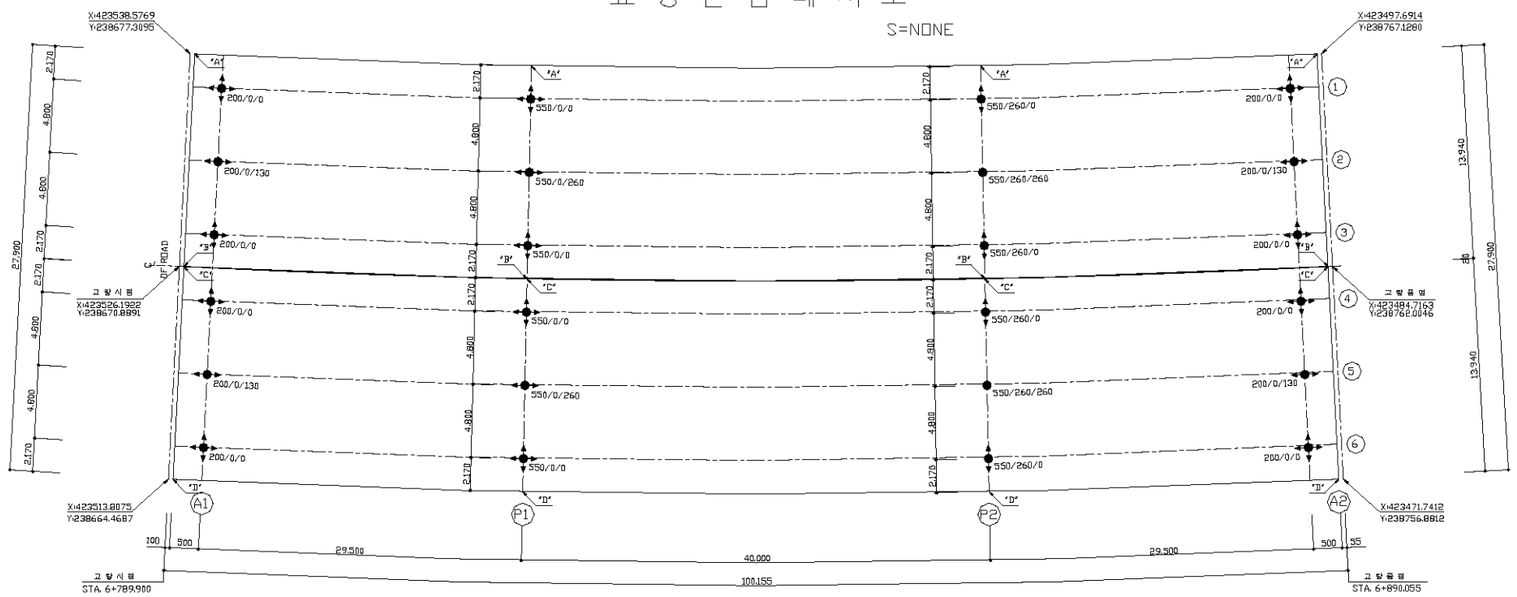
구 분	도로교 설계기준	실 연 단 거 리
연 단 거 리	S = 20+0.5L = 20+0.5X40.0=40.0	S' = 61.5

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설 계 일 자	구 조 물 책 임 자			도 면 명	도 면 번 호
					고량특임자	분야별책임자	설 계 자		
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서 울 지 방 국 토 관 리 청	(株)韓石 (株)正道	1 : 100	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	수하3교 교각2일반도 (장호원방향)	8 - 133

<그림 2.1.7> 수하3교 장호원방향 교각 일반도-2

교 량 받 침 배 치 도

S=NONE



고량받침 장치 재료표 (전체분)

종 류	규 격	갯 수 A1	P1	P2	A2	계	비 고
●	550tonf			2		2	
✦	550tonf			4		4	
◂●▸	200tonf	2			2	4	
	550tonf		2			2	
✦	200tonf	4			4	8	
	550tonf		4			4	
계		6	6	6	6	24	

범 례

●	고 정 단
✦	양방향 가동단
◂●▸	교축방향가동단
✦	교축 직각방향 가 동 단

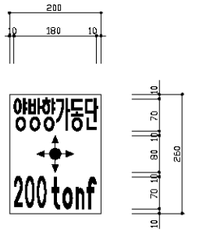
NOTE

◐ 교량 받침은 임의 선정한 POT BEARING을 사용하였으며, 추후 교량받침의 종류가 변경되었을시는 제반 사용조건 (수직력, 수평력)이상의 제품이어야 하며 세부설계도면 (상 하부 EL, BEARING BLOCK, SOLE PLATE등)을 조정하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

◐ 교량 받침 용량은 [수직력/교축방향 수평력/교축직각방향 수평력]의 순서로 표기 하였음.

고량 받침장치 유지관리 표지판

S=1:5



NOTE

1. 고대 전면 중앙부에 부착한다.
2. 번호판은 알미늄 판으로 규격은 400X260X0.5mm이며, 문지 및 바탕은 고취도 반사지로 하고, 번호판의 부착방법은 [볼트, 접용접, 접착제(에폭시수지) 등으로 부착한다.
3. 문자는 고딕체로 하고,청색 바탕에 백색을 사용한다.

고량받침 장치 좌표

구분 / 번호	A1 X	A1 Y	PIER 1 X	PIER 1 Y	PIER 2 X	PIER 2 Y	A2 X	A2 Y
1	423536.3777	238676.8371	423523.3711	238702.9181	423507.0004	238738.8840	423495.8745	238765.8211
2	423532.1150	238674.6306	423519.0439	238700.8409	423502.5920	238736.9851	423491.4110	238764.0557
3	423527.8522	238672.4240	423514.7167	238698.7636	423498.1836	238735.0861	423486.9474	238762.2903
4	423523.9802	238670.4197	423510.7861	238696.8767	423494.1793	238733.3612	423482.8930	238760.6867
5	423519.7175	238668.2131	423506.4589	238694.7995	423489.7709	238731.4623	423478.4295	238758.9213
6	423515.4547	238666.0066	423502.1316	238692.7222	423485.3625	238729.5633	423473.9659	238757.1558

슬 래 브 좌 표

구분 / 번호	슬 래 브 시 점 X	슬 래 브 시 점 Y	PIER 1 X	PIER 1 Y	PIER 2 X	PIER 2 Y	슬 래 브 종 점 X	슬 래 브 종 점 Y
'A'	423538.5309	238677.3983	423525.3274	238703.8572	423508.9933	238739.7425	423497.7116	238767.0769
'B'	423526.1551	238670.9825	423512.7604	238697.8245	423496.1906	238734.2276	423484.7458	238761.9572
'C'	423526.1373	238670.9733	423512.7424	238697.8158	423496.1723	238734.2197	423484.7272	238761.9498
'D'	423513.7615	238664.5575	423500.1754	238691.7831	423483.3696	238728.7048	423471.7614	238756.8301

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	과업책임자	본부방책임자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 건축사사무소 (株)正道 엔지니어링	NONE	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토목 구조기술사 최 무	토목 구조기술사 정 우 훈	고 량 받 침 배 치 도	8 - 092

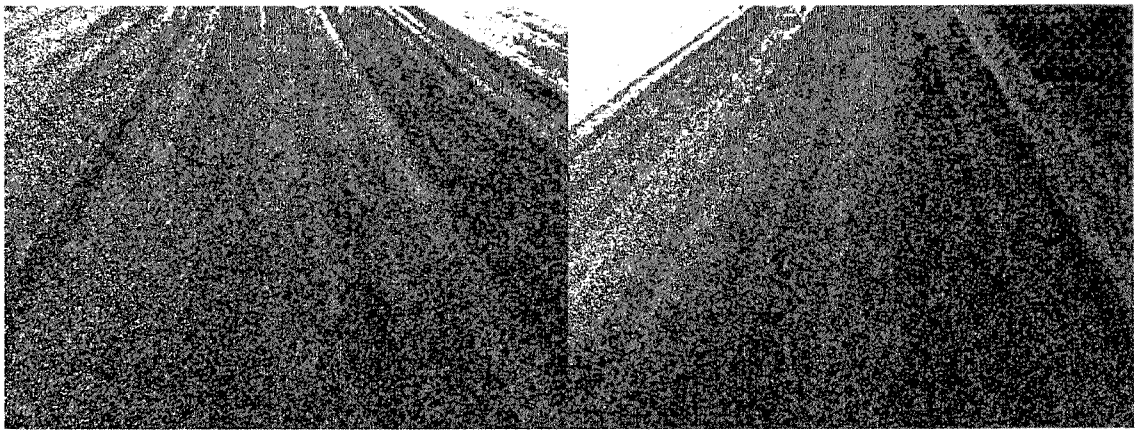
<그림 2.1.8> 수하3교 교량받침 배치도

2.2 외관조사

2.2.1 장호원방향 상세외관조사

가. 교면 포장

본 교량의 교폭은 13.94m로 방호벽(0.45m), 중앙분리대(0.32m)를 고려한 유효폭은 13.17m이며, 편도 3차선으로 구성되어있다. 교면포장은 콘크리트 바닥판위에 두께 80mm의 아스콘 포장으로 시공되어 있으며 외관조사결과 포장면에 균열, 포트홀, 함몰 및 요철, 단차 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.



< 교면포장 상태 양호 > < 교면포장 상태 양호 >

나. 방호벽 및 중앙분리대

본 교량의 바닥판상면 측면에는 콘크리트 방호벽 및 중앙분리대가 시공되어 있으며, 외관조사 결과 일부 구간에 균열, 백태 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 진행 중인 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	S1	S2	S3	합계	단위	비고
방호벽 및 중앙분리대	균열 및 백태 (0.3mm미만)	8.3/10	11.1/14	32.6/22	4.7/5	m/ea	

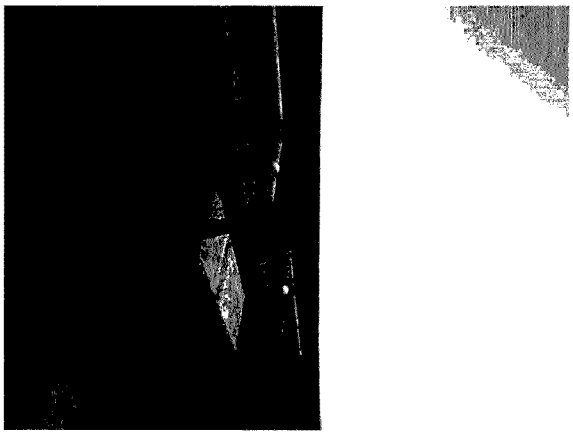
다. 배수시설

본 교량은 횡구배(-5.0%)에 의해 좌측면으로 우수가 유입되도록 설계되어 있으며, 배수구 상면에는 쓰레기 등의 이물질 혼입을 방지하기 위한 그레이팅(Grating)이 설치되어 있는 상태이다.

시공상태는 배수구가 전반적으로 포장면보다 낮게 설치되어 우수시 배수여건은 양호한 상태이며, 배수구에 이물질이 없는 깨끗한 상태이고 배수관에는 파손, 이음부 어긋남 등이 없는 것으로 조사되었다.



< 배수구 시공 상태 >

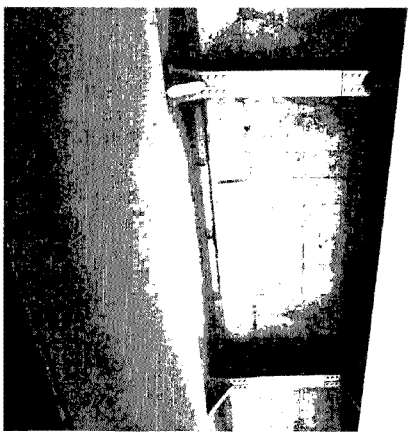


< 배수관 시공 상태 >

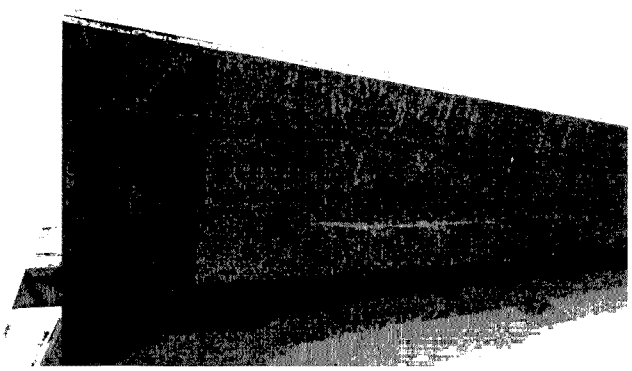
라. 바닥판하면

본 교량의 바닥판 하면은 프리캐스트 콘크리트 판넬로 시공되었으며, 외관조사 결과 균열, 파손, 이격 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

또한, 캔틸레버부에도 손상은 없는 것으로 조사되었다.



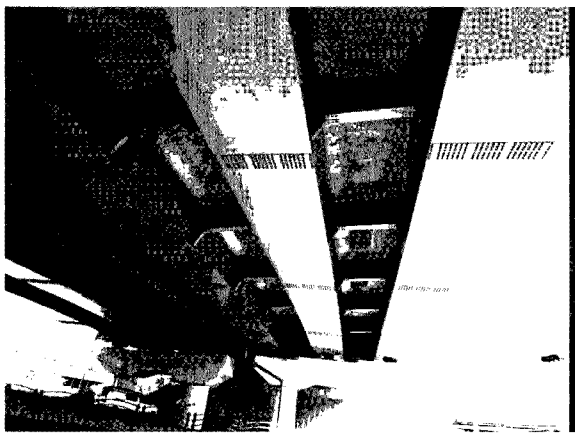
< S1 바닥판하면 상태 양호 >



< S2 바닥판하면 캔틸레버부 상태 양호 >

마. GIRDER 및 가로보

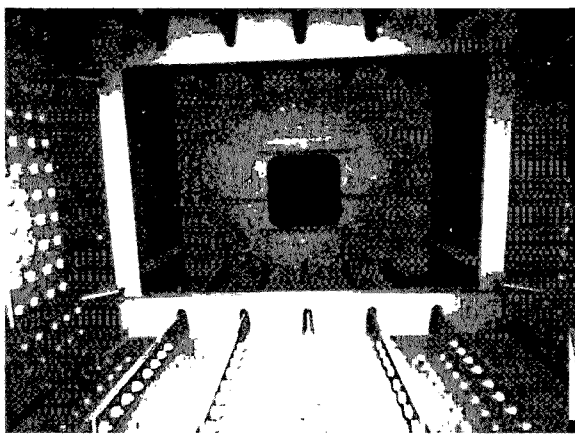
본 교량은 3기의 Steel Box Girder로 구성되어 있으며 경간장은 30.0~40.0m이다. 외관조사는 교량점검차를 이용하여 박스 외부를 최대한 근접한 상태로 실시하였으며, 박스 내부는 도보를 통한 외관조사를 실시하였다. 점검결과 강재 변형, 도장 긁힘 및 탈락 등의 손상이 발생하지 않았고 연결부 볼트체결 상태도 양호한 것으로 확인되었다.



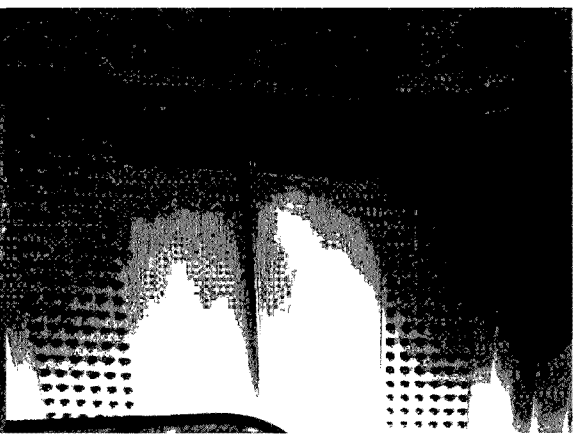
< 박스 외부 상태 양호 >



< 박스 외부 상태 양호 >



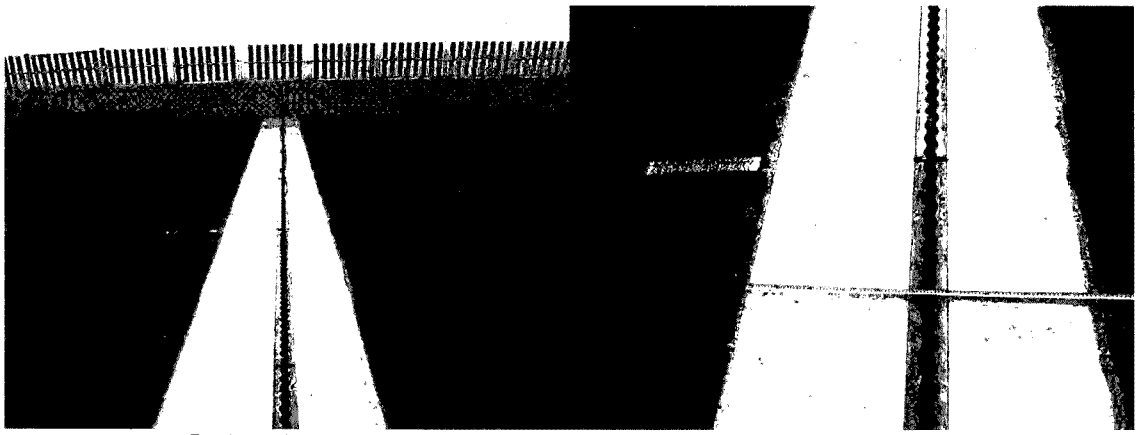
< 박스 내부 상태 양호 >



< 가로보 상태 양호 >

바. 신축이음 장치

신축이음장치는 A1(MONOCELL), A2(MONOCELL)에 시공되었으며, 하부 구조로의 우수유입을 차단하기 위한 차수판을 설치한 상태이다. 신축이음의 본체는 파손 및 누수, 신축유간부에 토사퇴적, 후타재 균열이 발생되지 않은 양호한 상태인 조사되었다.



< A2 신축이음장치 상태 양호 > < A2 신축이음장치 후타재 상태 양호 >

사. 교량받침

본 교량의 받침장치는 POT BEARING 12개소로 설치되어 있으며, 받침 본체에 대한 현장조사 결과 변형 및 파손 등의 손상은 발생되지 않았으나, 일부 도장탈락이 발생된 상태이다. 받침 콘크리트 및 무수축 몰탈에는 균열, 파손 등의 손상이 발생되지 않은 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	A1	P1	P2	A2	합계	단위	비고
받침 장치	도장 탈락	0.06/2	-	-	0.04/1	0.1/3	㎡/ea	보수 완료



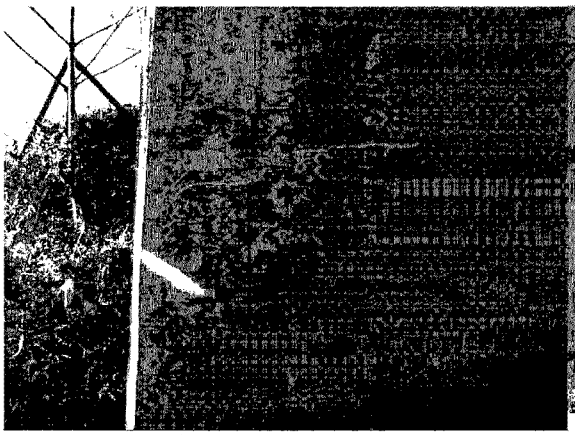
< A1 교량받침 상태 > < P2 교량받침 상태 >

아. 교대

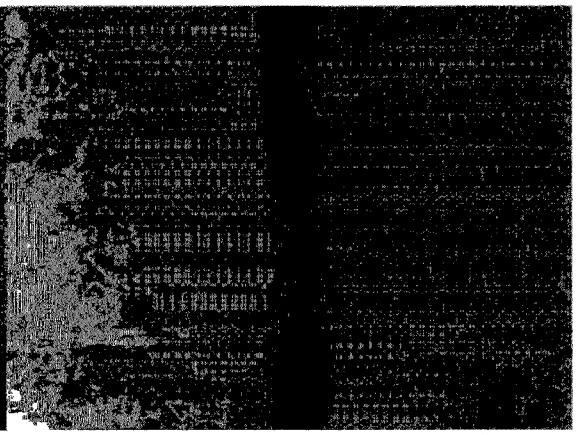
교대에 대한 외관조사결과 흉벽, 날개벽, 벽체에 일부 건조수축에 의한 균열, 망상균열 등의 손상이 발생된 상태이며, 신축이음부 실란트에 열화가 진행되고 있는 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수가 진행 중인 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	A1	A2	합계	단위	비고
교 대	균열(CW:0.3mm미만)	2.0/2	3.1/4	5.1/6	m/ea	
	신축 이음부 실란트 열화	-	2.0/1	2.0/1	m/ea	
	망상균열	1.0/2	-	1.0/2	㎡/ea	



< 교대 A1 흉벽 균열 발생 >



< 교대 A2 흉벽 실란트 열화 발생 >

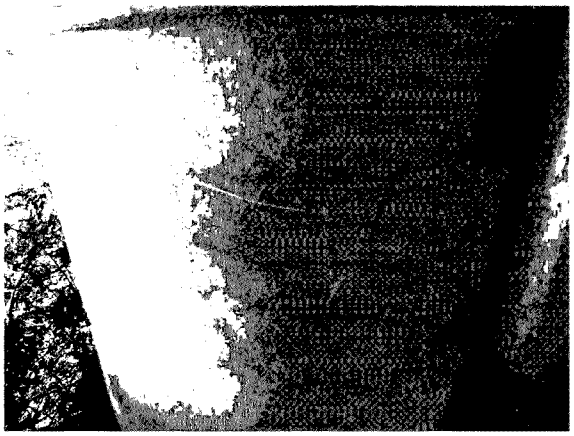
자. 교각

교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서 외관조사시 도보 및 교량점검차를 이용하여 최대한 근접하여 외관조사를 실시하였다.

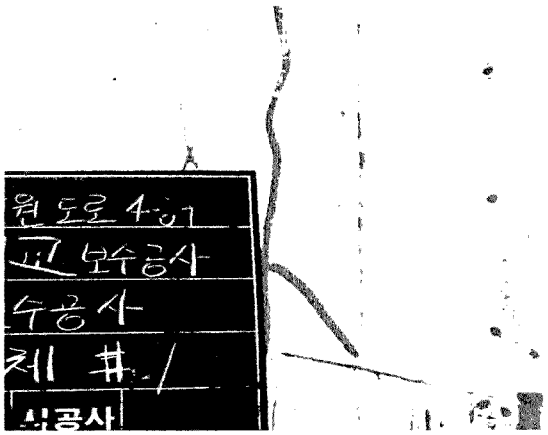
교각의 기초 형식은 PILE기초로 시공되었으며, 외관조사결과 기둥 및 코핑부에 부분적으로 균열, 망상균열 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수가 진행중인 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	P1	P2	합계	단위	비고
교 각	망상균열	0.15/1	-	0.15/1	㎡/ea	
	균열(0.3mm미만)	8.5/5	10.5/5	19.0/10	m/ea	



< 교각 P1 망상균열 발생 >



< 망상균열 보수 완료 >

2.3 교량받침 조사

2.3.1 교량받침 이동량조사

가. 교량받침 이동량 실측조사

1) 장호원방향

<표 2.3.1> 교량받침 이동량 실측조사 (장호원방향)

(단위 : cm)

위치	SH1		SH2		SH3		비고
	이동방향	이동량	이동방향	이동량	이동방향	이동량	
A1	⇳		↕		⇳		↑: A1측 ↓: A2측 ←: 좌측 →: 우측
	↑	1.8	↑	1.3	↑	1.2	
P1	⇳		↕		⇳		
	↑	1.5	↑	1.0	↑	1.0	
P2	↔		•		↔		
	-	-	-	-	-	-	
A2	⇳		↕		⇳		
	↓	1.0	↓	1.0	↓	0.5	

나. 교량받침 이동량 산출 근거

구 분	신축장 100m 미만의 교량	신축장 100m 이상 초과 교량	비 고
기본 신축량	· 온도신축+건조수축+크리프 단) 상로교, 하로, 강상판교는 건조수축, 크리프 제외	· 온도신축+건조수축+크리프+빔의 회전	

※ 출처 : 도로교 설계 기준

1) A1

위 치	A1	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	69,500mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 69,500 = 13.3 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 69,500 = 28.4 mm		

2) P1

위 치	P1	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	40,000mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 40,000 = 7.7 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 40,000 = 16.3 mm		

3) A2

위 치	A2	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	29,500mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 29,500 = 5.7 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 29,500 = 12.0 mm		

<표 2.3.2> 교량받침 이동량 산정 (장호원방향)

위치	온도변화(ΔT)		선팽창계수	온도에 의한 이동량(㎜)		최대받침이동량(㎜)	
	동절기 (℃)	하절기 (℃)		동절기	하절기	동절기 (최대수축시)	하절기 (최대신장시)
A1	34.0	16.0	1.2×10^{-5}	28.4	13.3	28.4	13.3
P1	34.0	16.0	1.2×10^{-5}	16.3	7.7	16.3	7.7
A2	34.0	16.0	1.2×10^{-5}	12.0	5.7	12.0	5.7

<표 2.3.3> 교량받침 가동 여유량 조사결과 (장호원방향)

위 치		가동량 (㎜)	이동량 (㎜)	실측 받침 가동여유량(㎜)		최대 받침 이동량(㎜)		평가	비 고
				수축 여유량	신장 여유량	최대수축 이동량	최대신장 이동량		
A1	SH1	± 100	+18	118	82	28.4	13.3	OK	
	SH2	± 100	+13	113	87				
	SH3	± 100	+12	112	88				
P1	SH1	± 100	+15	115	85	16.3	7.7	OK	
	SH2	± 100	+10	110	90				
	SH3	± 100	+10	110	90				
A2	SH1	± 100	-10	110	90	12.0	5.7	OK	
	SH2	± 100	-10	110	90				
	SH3	± 100	-5	105	95				

(이동량 ; +:A1측, -:A2측)

다. 고 찰

교량 받침 가동 여유량에 대한 분석 결과 수축·신장 여유량이 최대 수축·신장 이동량을 상회하는 것으로 나타나 본 과업대상 교량의 받침장치는 수축·신장에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 분석되었다.

나. 교량받침 연단거리 산출근거

교축방향의 받침연단과 하부구조 정부연단 사이의 거리 S(㎜)는 다음의 값 이상으로 한다.(도로교설계기준)

- 거더의 경간길이 100m 이하인 경우

$S = 200 + 5L$ ····· <식 2.1>

- 거더의 경간길이 100m 이상인 경우

$S = 300 + 4L$ ····· <식 2.2>

여기서, S : 받침연단거리(㎜), L : 경간길이(m)

다. 연단거리 평가

교대, 교각 받침장치에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(최소값)를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 수하3교(장호원방향)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



<그림 2.3.1> 연단거리 측정 (장호원방향)

2.4 신축이음장치 유간 조사

2.4.1 신축이음장치 현황

<표 2.4.1> 신축이음장치 현황

신축이음장치		지간범위	신축거더 길이	비고
위치	종류			
A1	MONOCELL	A1 ~ P2	69.5m	
A2	MONOCELL	P2 ~ A2	29.5m	

2.4.2 설계 신축량

<표 2.4.2> 설계신축량 검토

신축이음장치		계산 신축량 (㎜)	설계 신축량 (㎜)	판 정	비 고
위치	종 류				
A1	MONOCELL	60.0	80	OK	
A2	MONOCELL	31.2	50	OK	

2.4.3 신축이음부 유간 분석

<표 2.4.3> 신축이음부 유간 분석 - A1

위 치	A1	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	69,500mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 69,500 = 13.3 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 69,500 = 28.4 mm		

<표 2.4.4> 신축이음부 유간 분석 - A2

위 치	A2	측정일	2017.09.28
조사시 평균기온	24.0°	온도변화 범위	-10 ~ +40
선팽창계수(a)	1.2×10^{-5}	신축거더 길이(L)	29,500mm
온도변화에 의한 이동량	△lt = △T * a * L 신장량: △lt = (40 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 29,500 = 5.73 mm 수축량: △lt = (-10 - 24.0) x (1.2×10^{-5}) x 29,500 = 12.0 mm		

2.4.4 신축이음부 유간 측정 결과

<표 2.4.6> 신축이음부 유간 측정 결과 (장호원방향)

구 분	계산 신축량 (㎜)	설계 신축량 (㎜)	계산치(㎜)		측정 유간(㎜)			판정	비 고
			신장량	수축량	신축유간 상부	신축유간 하부	거더간격		
A1	60.0	80	13.3	28.4	53	45	180	OK	
A2	31.2	50	5.73	12.0	34	60	143	OK	

신축이음장치 유간에 대한 분석결과 설계 신축량이 계산 신축량을 상회하고, 신축유간 상·하부 및 거더에서 측정한 여유량이 계산 신장·수축량을 상회하는 것으로 나타나 본 대상교량은 신장·수축에 따른 충분한 유간을 확보하고 있는 것으로 분석되었다.



<그림 2.4.1> 신축이음 유간 측정

2.5 재료 시험

2.5.1 재료 시험 현황

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 품질상태와 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험, 철근배근탐사 및 탄산화 시험을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.

2.5.2 콘크리트 강도 시험

가. 반발경도법에 의한 압축강도 측정

1) 장호원방향

<표 2.5.1> 반발경도법(일반식)에 의한 압축강도 측정(장호원방향)

측정위치		평균치	신뢰 범위	재평균 (R)	타격 각도 (°)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_0)	압축강도 (MPa)		재령 계수 (α)	보정 압축강도 (MPa)		비고
								재료 학회	건축 학회		재료 학회	건축 학회	
바닥판	S2 바닥판 하면	52.6	42.1~63.1	52.6	90.0	-2.94	49.7	45.1	45.3	0.64	28.8	29.0	
평 균											28.8	29.0	
교대	A2 구체전면	47.1	37.6~56.5	47.1	0.0	0.0	47.1	41.8	43.5	0.64	26.7	27.8	
평 균											26.7	27.8	
교각	P1 기둥부	47.2	37.7~56.6	47.2	0.0	0.0	47.2	41.9	43.5	0.64	26.8	27.9	
평 균											26.8	27.9	

나. 반발경도법에 의한 압축강도 평가 및 고찰

1) 압축강도 평가

① 장호원방향

<표 2.5.2> 반발경도법에 의한 압축강도 평가(장호원방향)

측정위치		측정강도(A)		설계기준 강도(B)	A/B*100		비 고
		재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
바닥판	S2 바닥판하면	28.8 MPa	29.0 MPa	27 MPa	106.7 %	107.4 %	
교 대	A2 구체전면	26.7 MPa	27.8 MPa	24 MPa	111.3 %	115.8 %	
교 각	P1 기둥부	26.8 MPa	27.9 MPa	24 MPa	111.7 %	116.3 %	

2) 고찰

일반식(일본재료학회, 건축학회)을 이용하여 콘크리트 비파괴강도 측정을 시행한 결과, 장호원방향 상부구조물(바닥판하면)은 28.8~29.0MPa, 하부구조물 교대는 26.7~27.8MPa, 교각은 26.8~27.9MPa로 측정되었다.

반발경도 각각의 측정치가 부재별 설계기준 강도(바닥판하면:27.0MPa, 교대:24.0MPa, 교각:24.0MPa)를 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석되었다.

2.5.3 철근배근 탐사

가. 철근배근 측정

1) 장호원방향

<표 2.5.3> 철근배근 탐사 시험(장호원방향)

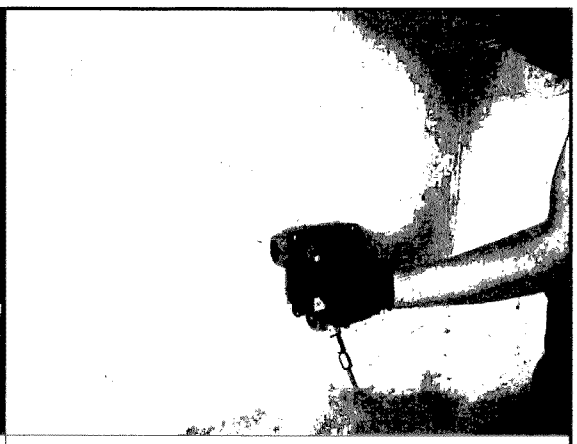
측정위치		배근종류	설 계(mm)		측 정(mm)		비 고
			간격	피복두께	간격	피복두께	
바닥판	S3 바닥판 하면	종방향 철근	125	48	128	53	
		횡방향 철근	125	32	126	36	
교 각	P2 기둥부	수직철근	100	92.5	112	94	
		수평철근	100	67.5	103	69	

나. 고찰

OKO-2를 이용하여 철근배근탐사를 시행하였으며, 측정 결과는 설계배근간격과 설계피복두께를 만족하고 있는 것으로 조사되어 시공상의 철근배근 및 피복두께 상태는 적정한 것으로 분석된다.



콘크리트 강도시험



철근배근탐사 시험

<그림 2.5.1> 재료시험 측정

2.5.5 재료시험 결과 요약

<표 2.5.5> 재료시험 결과 요약①(장호원방향)

<table>
<tr><th colspan="2">종 류</th><th colspan="8">결 과</th><th>검 토</th></tr>
<tr><td rowspan="4">콘크리트 강도 시험</td><td rowspan="4">반발 경도법</td><td colspan="2" rowspan="2">측정위치</td><td colspan="2">측정강도(A)</td><td rowspan="2">설계 기준 강도 (B)</td><td colspan="2">A/B*100</td><td rowspan="2">비 고</td><td rowspan="4">■ 콘크리트 강도 양호한 상태임</td></tr>
<tr><td>재료학회</td><td>건축학회</td><td>재료학회</td><td>건축학회</td></tr>
<tr><td>바닥판</td><td>S2 바닥판 하면</td><td>28.8 MPa</td><td>29.0 MPa</td><td>27 MPa</td><td>106.7 %</td><td>107.4 %</td><td></td></tr>
<tr><td>교 대</td><td>A2 구체전면</td><td>26.7 MPa</td><td>27.8 MPa</td><td>24 MPa</td><td>111.3 %</td><td>115.8 %</td><td></td></tr>
<tr><td>교 각</td><td>P1 기둥부</td><td>26.8 MPa</td><td>27.9 MPa</td><td>24 MPa</td><td>111.7 %</td><td>116.3 %</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">철근 배근 탐사 시험</td><td colspan="2" rowspan="2">측정위치</td><td rowspan="2">배근종류</td><td colspan="2">설 계(mm)</td><td colspan="2">측 정(mm)</td><td rowspan="2">비 고</td><td rowspan="5">■ 철근배근 양호한 상태임</td></tr>
<tr><td>간격</td><td>피복두께</td><td>간격</td><td>피복두께</td></tr>
<tr><td rowspan="2">바닥판</td><td rowspan="2">S3 바닥판 하면</td><td>종방향 철근</td><td>125</td><td>48</td><td>128</td><td>53</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향 철근</td><td>125</td><td>32</td><td>126</td><td>36</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">교 각</td><td rowspan="2">P2 기둥부</td><td>수직철근</td><td>100</td><td>92.5</td><td>112</td><td>94</td><td></td></tr>
<tr><td>수평철근</td><td>100</td><td>67.5</td><td>103</td><td>69</td><td></td></tr>
</table>

2.6 시설물의 상태평가

2.6.1 개 요

상태평가 등급산정은 한국시설안전공단에서 제공하는 교량상태평가 프로그램(Bridge Level2)을 이용하여 산정하였으며 결과는 다음과 같다.

2.6.2 상태평가 결과

<표 2.6.1> 상태평가 결과 (장호원방향)

부재의 분류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
STB[1]	a	a	a	a	a	a	a	a	a	N/A	N/A	N/A
STB[2]	a	a	a	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	N/A
STB[3]	a	a	a	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	N/A
STB[4]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	a	N/A	N/A	N/A
평균	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	N/A	N/A	N/A
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균X가중치) /가중치합	0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009	0.009	0.020	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 =												0.093
2. 상태평가 결과 =												a

<표 2.6.2> 전체 상태평가 결과 (장호원방향)

교량명	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (M)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도 점수 X 연장비
수하3교 (장호원방향)	0.093	A	100	3	300	1.000	0.093
합계(∑)			100		300	1.00	0.093
1. 결함지수 =							0.093
2. 상태평가 결과 =							A 등급

본 교량의 상태등급평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부, 한국시설안전공단, 2017.01)」에 의거 각 부재에 대해 각각 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 결함지수는 0.093로서 상태평가 등급은 **"A"** 등급($0 \leq x < 0.13$)의 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었다.

2.7 재하시험

2.7.1 재하차량 및 시험구간 선정

가. 재하차량

현 초기점검에서 재하시험 시행 시에는 15t 덤프트럭을 이용하여 교량의 허용하중 60%이상 토사를 상재시켜 재하시험을 하는 것으로 규정하고 있으므로 이에 따라 재하시험을 실시하였다. 또한 만재된 상태의 각 차륜하중을 계량소에서 측정 기록하였으며, 사용된 트럭의 제원 및 차륜하중은 <표2.7.1>과 같다.

<표 2.7.1> 재하차량 제원



재하시험 차량 | 계량증명서

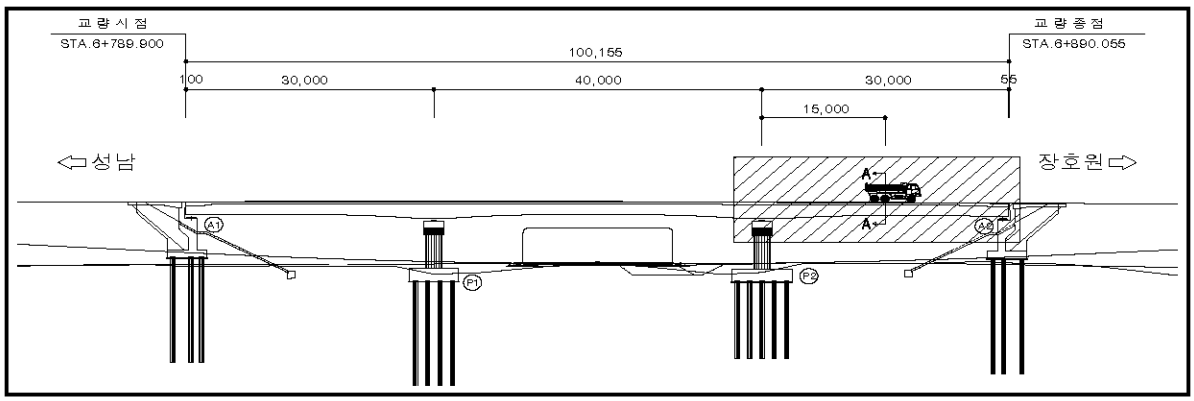
구 분 (차량번호)	차 륜 별 축 중 (kN)			총중량
	1축(전륜)	2축(후륜)	2축(후륜)	
5328	73.10	100.90	100.90	274.90

나. 시험구간 선정

본 수하3교 장호원방향 3경간에 재하시험을 실시하였으며, 교량형식은 Steel Box Girder교로서 시험경간 선정은 대상교량의 구조적 특성 및 차량통제 등을 고려하여 구조적으로 가장 불리하고 Gauge 부착 및 측정 장비의 설치, 시험차량의 가속거리 등의 현장여건을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 선정하였다.

<표 2.7.2> 시험구간의 선정사유

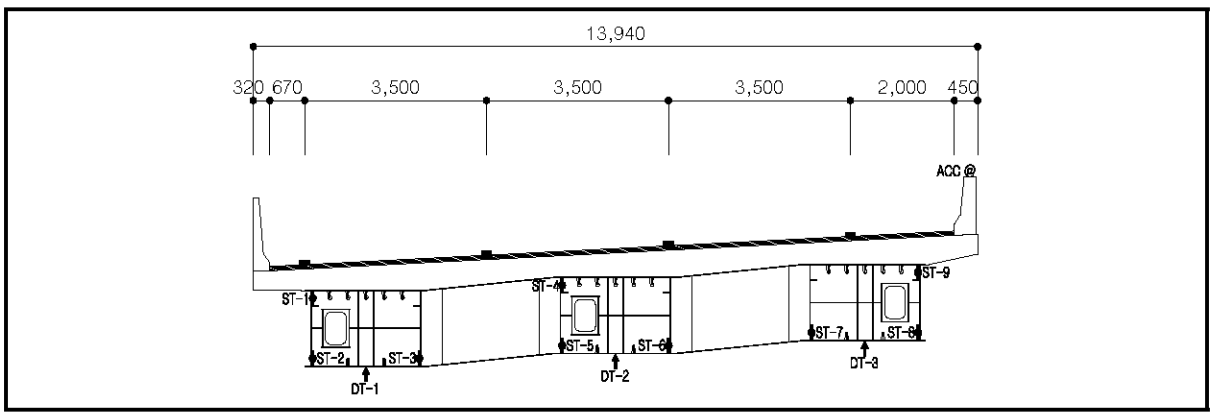
시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
S3 (L/2부)	30.0m	최대 정모멘트 작용구간	



<그림 2.7.1> 종단면도 및 시험구간

다. 센서 설치위치 및 수량

본 교량에서는 최대단면력 발생단면을 측정단면으로 선정하고 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 <그림 2.7.2>, <그림 2.7.3>, <표 2.7.3>과 같이 설치하였다.



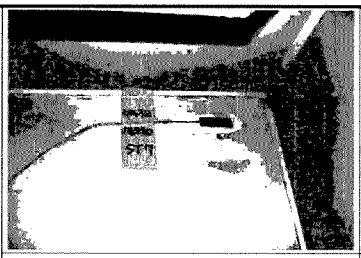
<그림 2.7.2> 게이지 부착위치

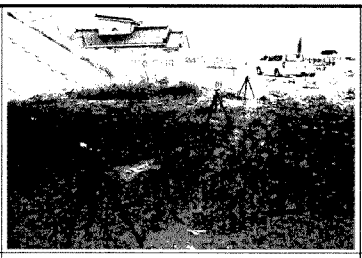
<표 2.7.3> 각 단면별 게이지 부착현황

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
⊕	Steel Strain Gauge	변형률 측정	휨
▲	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

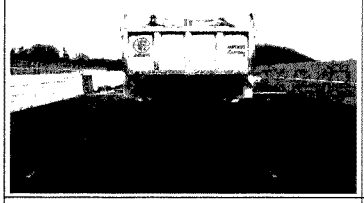
부착경간	구 분		부착위치	측정내용
S3 L/2지점 (A-A 단면)	변위계	DT1	G1 하연 중앙	최대변위
		DT2	G2 하연 중앙	최대변위
		DT3	G3 하연 중앙	최대변위
	변형률계	ST1	G1 좌측 상연	최대변형률
		ST2	G1 좌측 하연	최대변형률
		ST3	G1 우측 하연	최대변형률
		ST4	G2 좌측 상연	최대변형률
		ST5	G2 좌측 하연	최대변형률
		ST6	G2 우측 하연	최대변형률
		ST7	G3 좌측 하연	최대변형률
		ST8	G3 우측 하연	최대변형률
		ST9	G3 우측 상연	최대변형률
	가속도계	ACC	좌측 방호벽	진동가속도

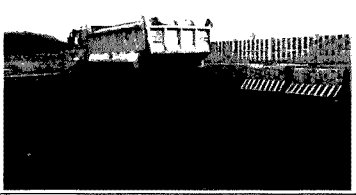
관련사진

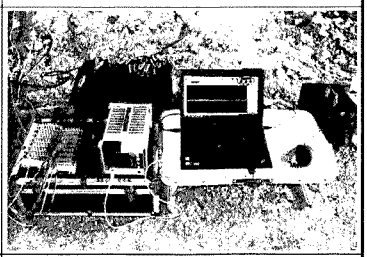

변형률계 설치 현황


처짐계 설치 현황


가속도계 설치현황


정적재하시험


동적재하시험

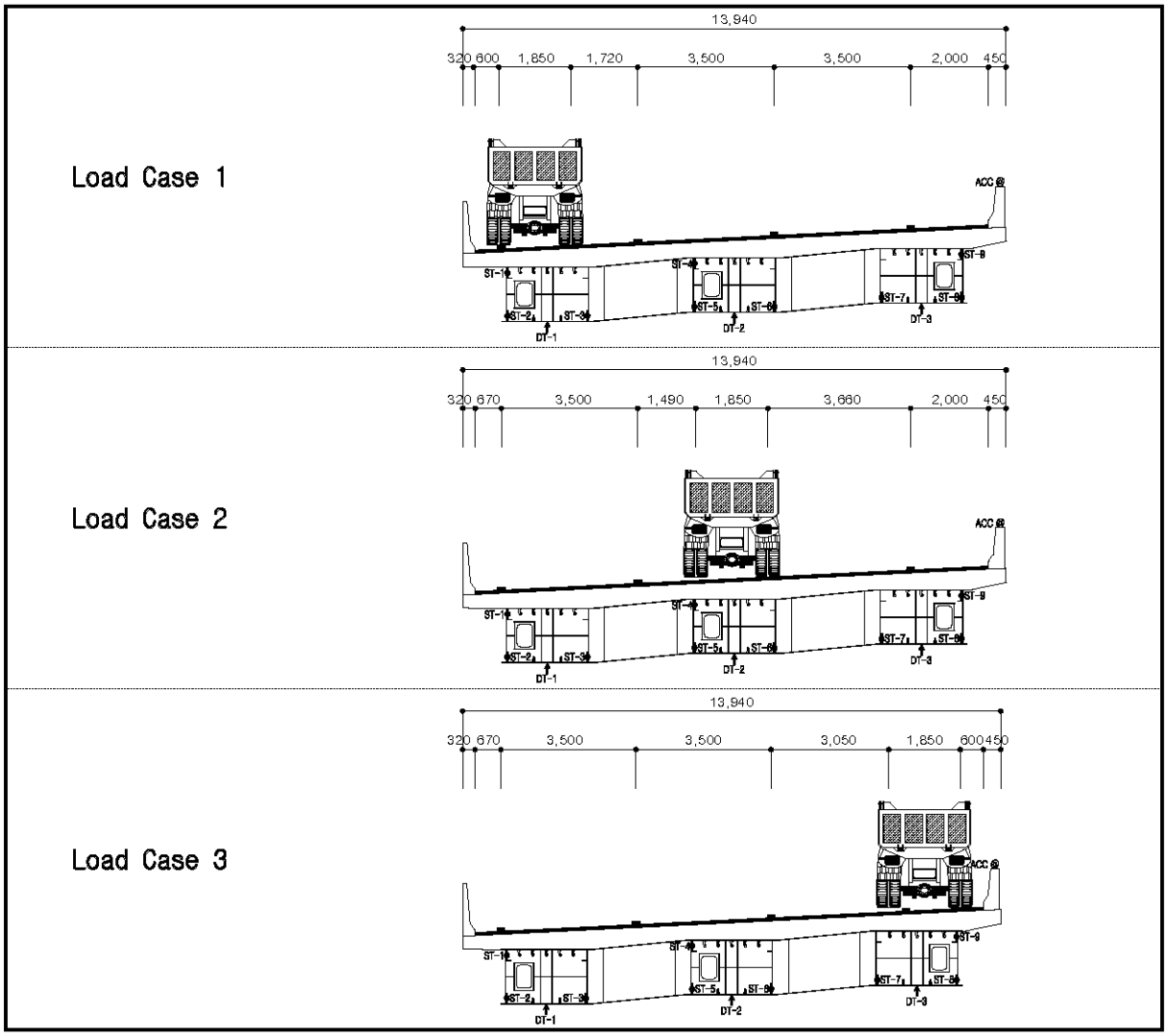

데이터 수집 현황

<그림 2.7.3> 게이지 부착 상태

2.7.2 재하시험 결과

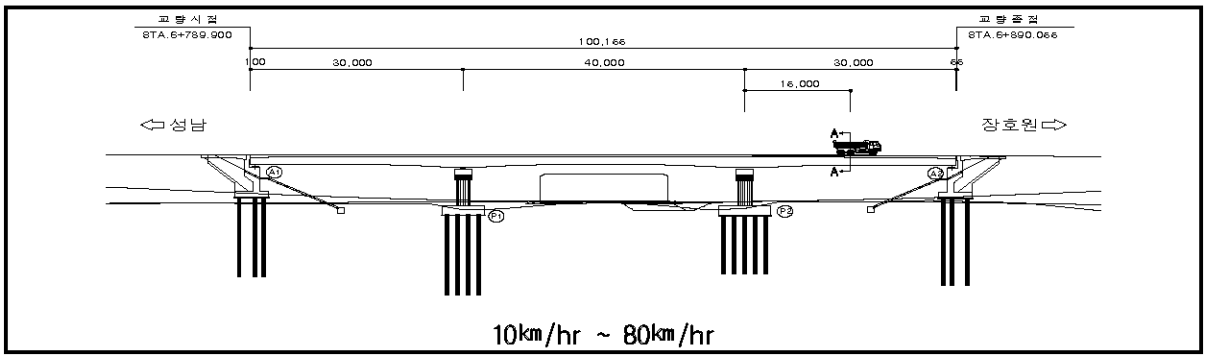
가. Load Case별 재하위치

정적 재하시험의 경우 시험차량 1대를 이용하여 <그림 2.7.4>와 같이 LC 1 ~ LC 3까지 대상교량의 각 측점에 대한 최대응답을 얻고 대칭성을 가지도록 시점(A1)에서 종점(A2)방향으로 진행하며 시험차량을 재하 하였다.



<그림 2.7.4> 정적재하시험 위치별 Load Case

동적 재하시험의 경우 정적 재하시험과 동일한 차량을 이용하여 <그림 2.7.5>와 같이 시속 10km/hr부터 시작하여 80km/hr까지 현장의 여건을 고려하여 시험차량의 최대속도까지 주행하도록 하여 동적시험을 실시하였으며, 주행방향은 시점(A1)에서 종점(A2)방향으로 진행하며 시험차량을 주행하였다.



<그림 2.7.5> 동적재하시험 시험구간

나. 정적 재하시험 결과

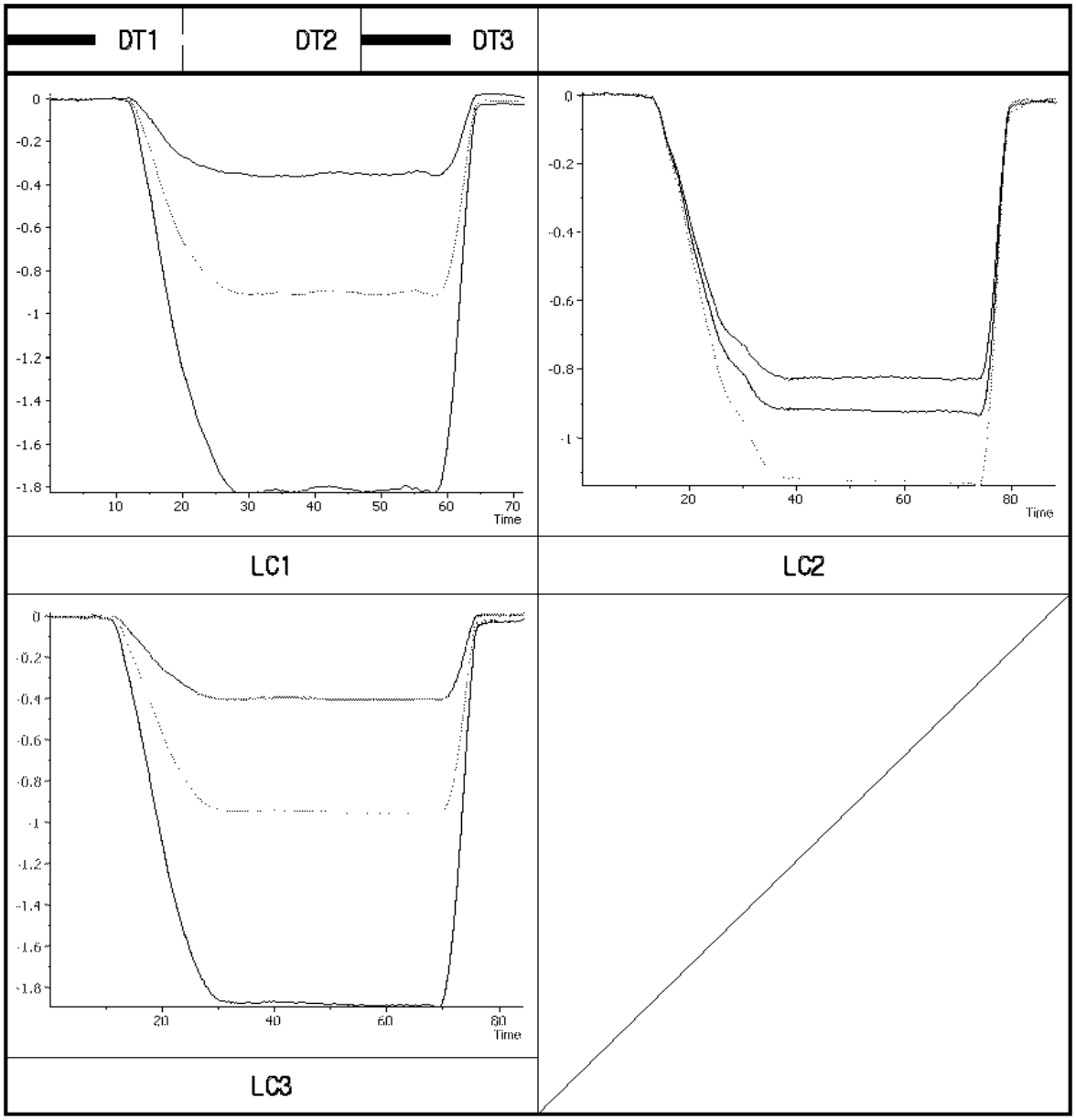
1) 처짐 측정결과

대상 교량의 각 측정위치에 대한 처짐 측정결과는 <표 2.7.4>,<그림 2.7.6>과 같다.

<표 2.7.4> 처짐 측정결과

(단위 : ㎜, - : 처짐, + : 상승)

구 분		DT1	DT2	DT3	비고
S3	LC1	-1.808	-0.899	-0.345	
	LC2	-0.825	-1.121	-0.918	
	LC3	-0.401	-0.951	**-1.879**	



<그림 2.7.6> 처짐 측정결과

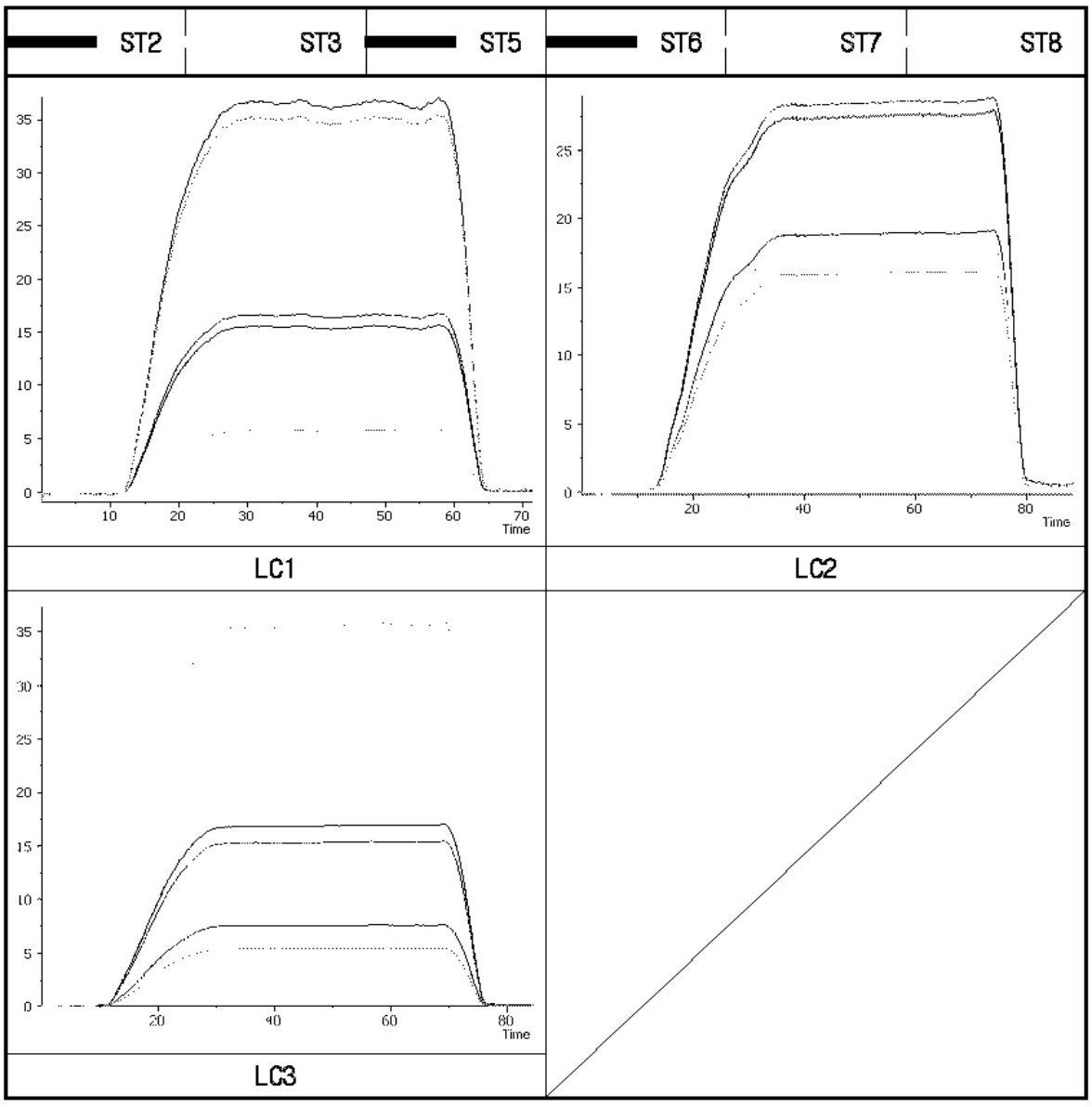
2) 변형률 측정결과

대상 교량의 각 측정위치에 대한 변형률 측정결과는 <표 2.7.5>,<그림 2.7.7>과 같다.

<표 2.7.5> 변형률 측정결과

(단위 : ㎛, - : 압축, + : 인장)

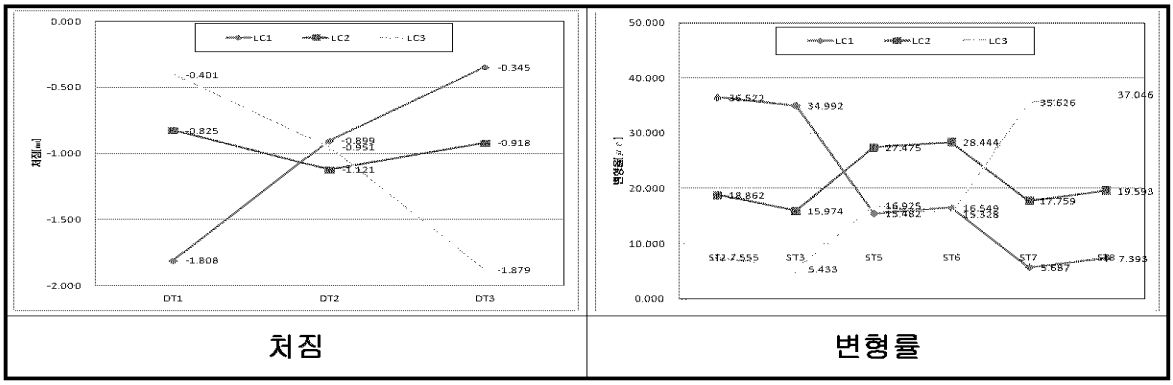
구 분		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	비고
S3	LC1	-8.486	36.522	34.992	-3.774	15.482	16.549	5.687	7.393	-1.797	
	LC2	-4.315	18.862	15.974	-6.473	27.475	28.444	17.759	19.593	-4.809	
	LC3	-1.766	7.555	5.433	-3.974	16.925	15.328	35.626	37.046	-9.096	



<그림 2.7.7> 변형률 측정결과

3) 대칭성 분석

대칭성이란 대칭구조의 교량부재에 하중을 재하하면 측정 결과는 대칭성을 보여주게 된다는 것이다. 즉, 현장에서 측정된 데이터를 이용하여 현 상태의 교량이 시공 시 설계도면에 따라 시공이 되었는지의 검증유무 및 현 상태의 거동특성을 데이터의 대칭성 분석을 통하여 판단할 수가 있다.



처짐 변형률

<그림 2.7.8> 처짐 및 변형률 대칭성 분석 - S3

<그림 2.7.8>과 같이 횡방향에 대한 대칭성 분석결과 하중의 분배상태가 대칭적으로 나타나고 있어 횡방향에 대한 구조물의 거동은 양호한 것으로 평가되었다.

다. 동적 재하시험 결과

1) 재하차량 주행 방향 및 속도

동적 재하시험 시 재하차량의 주행 방향은 시점(A1)에서 종점(A2)방향으로 주행토록 하였으며, 10km/hr에서 부터 주행 가능한 최대속도(80km/hr)까지 측정하였다.

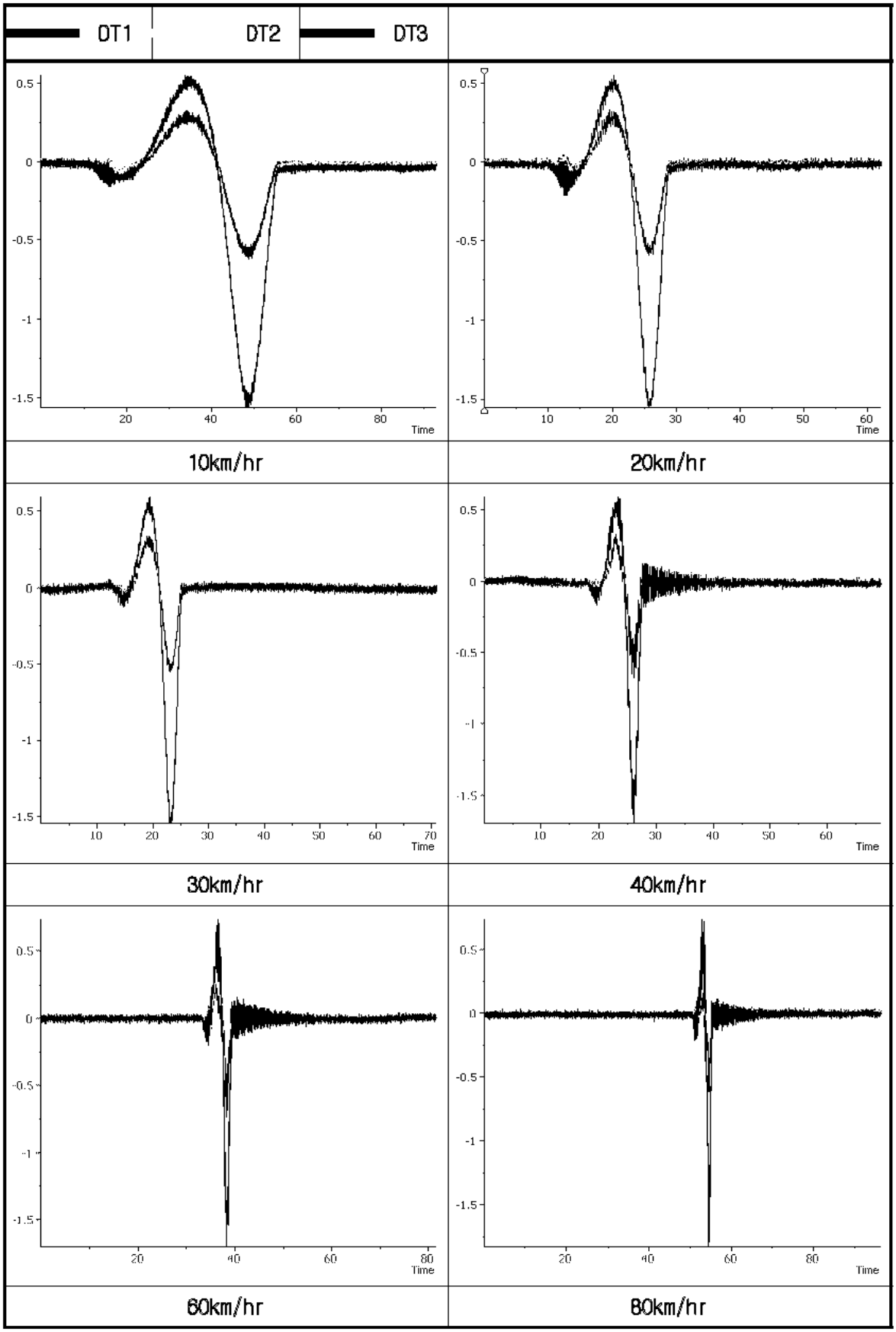
2) 동적 처짐 측정 결과

동적 재하시험 측정 결과 처짐에 대한 측정 결과는 <표 2.7.6>, <그림 2.7.9>와 같다.

<표 2.7.6> 동적 처짐 측정결과

(단위 : mm)

구 분		DT1	DT2	DT3	비 고
S3	10km/hr	-0.621	-1.110	-1.567	
	20km/hr	-0.588	-1.068	-1.555	
	30km/hr	-0.555	-1.025	-1.550	
	40km/hr	-0.677	-1.153	-1.703	
	60km/hr	-0.738	-1.179	-1.703	
	80km/hr	-0.721	-1.169	-1.834	

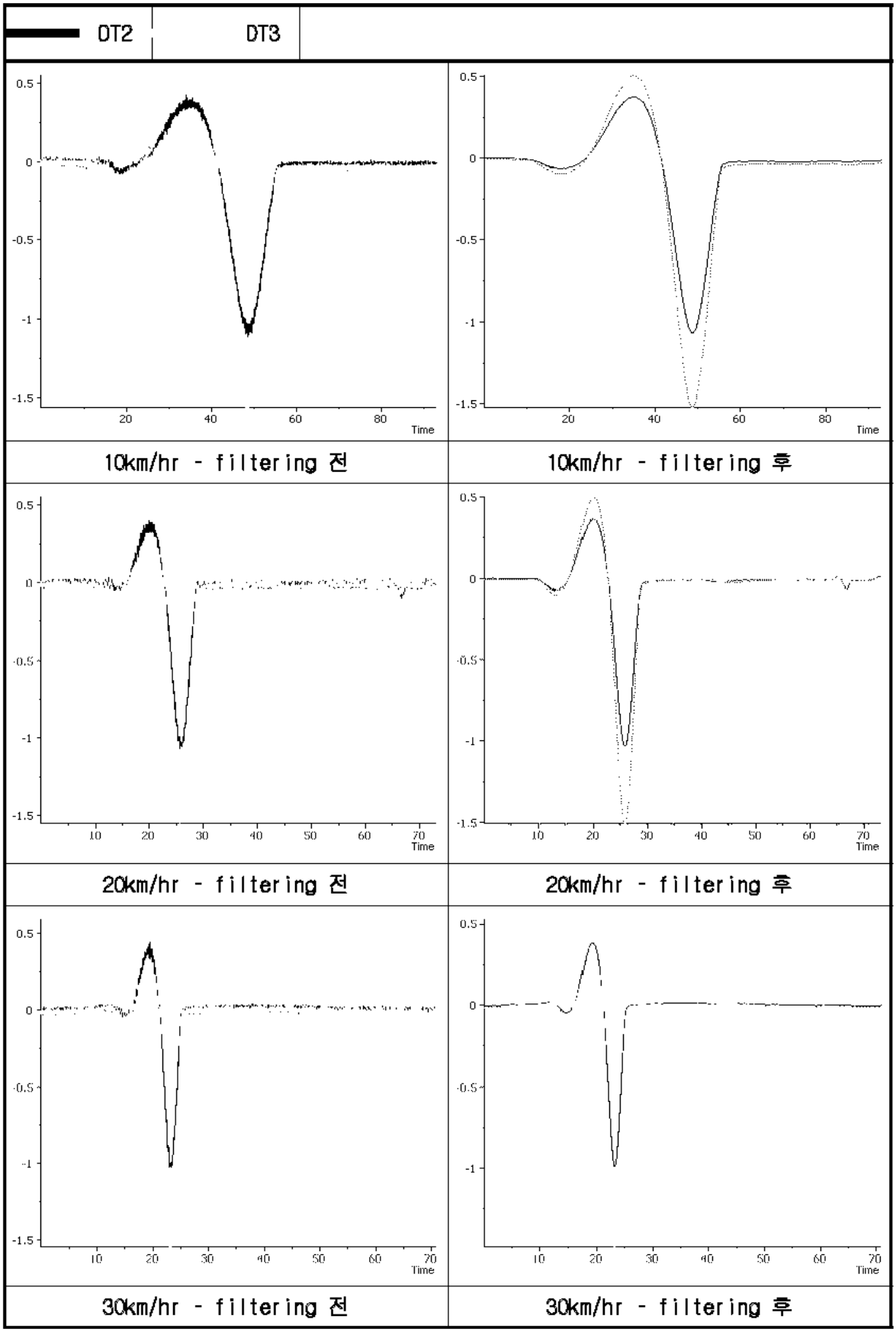


<그림 2.7.9> 동적 처짐 측정 결과

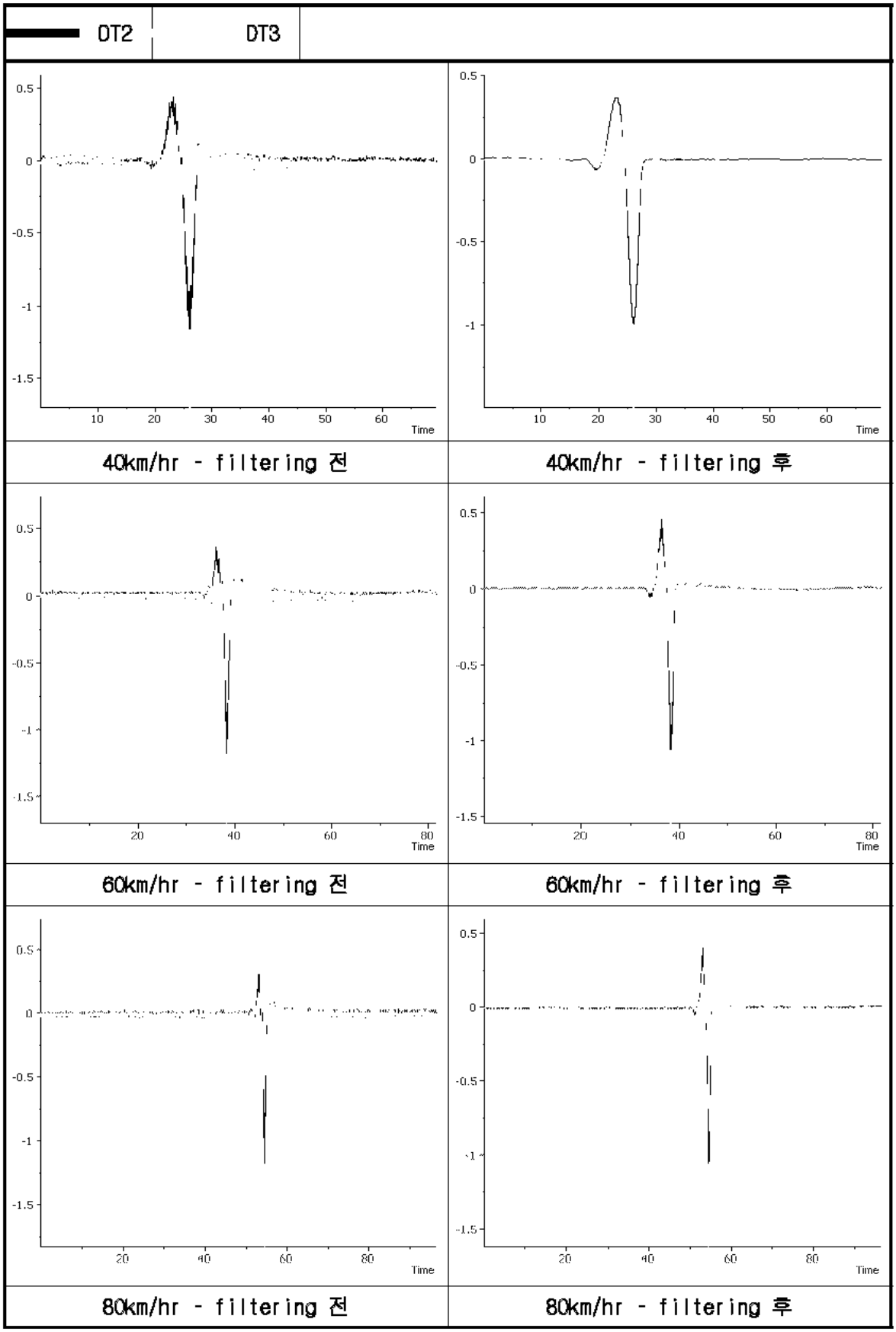
3) 충격계수 산정결과 및 분석

<표 2.7.7> 충격계수 산정결과 및 분석

구 분		DT2	DT3	비 고
10km/hr	D_{dyn}	-1.110	-1.567	
	D_{sta}	-1.063	-1.524	
	D.L.F	1.044	1.028	
	i	0.044	0.028	
20km/hr	D_{dyn}	-1.068	-1.555	
	D_{sta}	-1.029	-1.511	
	D.L.F	1.038	1.029	
	i	0.038	0.029	
30km/hr	D_{dyn}	-1.025	-1.550	
	D_{sta}	-0.985	-1.486	
	D.L.F	1.041	1.043	
	i	0.041	0.043	
40km/hr	D_{dyn}	-1.153	-1.703	
	D_{sta}	-0.988	-1.498	
	D.L.F	1.167	1.137	
	i	**0.167**	0.137	
60km/hr	D_{dyn}	-1.179	-1.703	
	D_{sta}	-1.057	-1.550	
	D.L.F	1.115	1.099	
	i	0.115	0.099	
80km/hr	D_{dyn}	-1.169	-1.834	
	D_{sta}	-1.056	-1.627	
	D.L.F	1.107	1.127	
	i	0.107	0.127	
최대 충격계수 산정 결과		◦ 주행시험에 의한 실측 최대 충격계수는 40km/hr 주행 시 DT2에서 0.167로 측정됨		



<그림 2.7.10> 충격계수 산정결과 및 분석



<그림 2.7.10> 충격계수 산정결과 및 분석 (계속)

교량의 노면상태 및 차량의 주행속도, 지간장, 고정하중과 활하중의 비, 구조적 특성 등 다양한 인자들에 의하여 정적하중보다 교량에 더 큰 영향을 줄 수 있는 활하중에 의한 충격영향 정도를 파악하기 위해 동적주행시험 시 측정된 처짐값을 이용하여 충격계수를 구하였다. 처짐값의 측정치가 작을 때는 노이즈의 영향이 크므로 차량 주행위치에 인접해 있는 처짐 게이지를 사용해 충격계수를 산정하였으며, 실측 최대충격계수는 이론 충격계수 산정값 이내로 확인되었다.

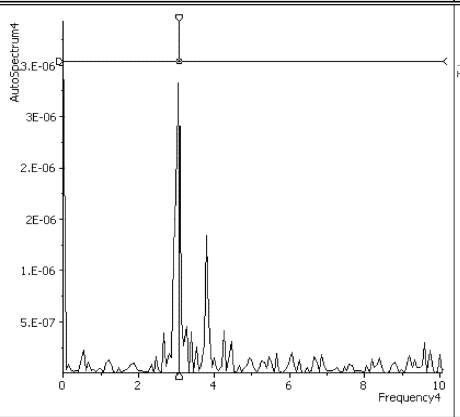
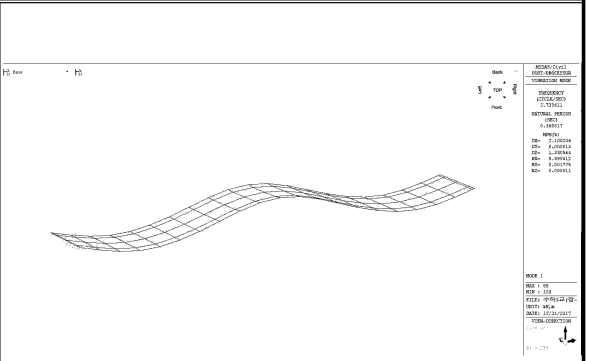
<표 2.7.8> 이론 충격계수(i)와의 비교

이론 충격계수 산정값	실측 충격계수 산정값	비 고
	S3	
$i = \frac{15}{40 + L} = \frac{15}{40 + 30.0} = 0.214$	0.167	$i_{이론} > i_{실측}$ (0.214 > 0.167)

4) 고유진동수 분석

진동데이터의 스팩트럼 해석이란 불규칙한 진동파형을 Fourier 변환하여 시간영역의 데이터를 진동수 영역의 데이터로 바꾸고, 진동파형에 포함되어있는 진동수 성분의 강도(F.F.T)를 구하는 것을 말한다. 교량에 설치한 가속도계로부터 재하차량이 측정경간을 벗어나 영향을 주지 않는 자유진동상태의 가속도 응답곡선을 F.F.T분석을 실시한 후 고유진동수를 구하였다. 구조물의 진동특성은 구조물의 질량과 강성에 관계되나 해석 시 이상화된 해석모델과 달리 실제 구조물은 기하학적 형상이나 지지조건 및 부부재 등에 따라 매우 복잡한 진동을 하게 된다. 측정고유진동수 및 해석고유진동수를 비교한 결과 실제치와 이론치가 유사한 상태로서 구조물의 강성은 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

<표 2.7.9> 고유진동수 분석

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>측정 고유진동수(Hz)</th><th>해석 고유진동수(Hz)</th></tr>
<tr><th>속도</th><th>ACC</th><th rowspan="2"></th><th rowspan="2"></th></tr>
<tr><td>10km/hr</td><td>2.865</td></tr>
<tr><td>20km/hr</td><td>2.998</td><td rowspan="5"> 
</td><td rowspan="5">  </td></tr>
<tr><td>30km/hr</td><td>2.931</td></tr>
<tr><td>40km/hr</td><td>3.064</td></tr>
<tr><td>60km/hr</td><td>3.064</td></tr>
<tr><td>80km/hr</td><td>2.998</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.865 ~ 3.064 Hz (평균 2.987 Hz)</td><td>2.734 Hz</td></tr>
</table>

2.7.3 재하시험 결과고찰

수하3교 장호원방향의 3경간에 재하시험을 실시하였으며, 교량형식은 STEEL BOX GIRDER교로서 시험경간 선정은 대상교량의 구조적 특성 및 차량통제 등을 고려하여 구조적으로 불리하고 Gauge 부착 및 측정 장비의 설치, 시험차량의 가속거리 등의 현장여건을 종합적으로 고려하여 구간을 선정하였다.

정적재하시험 결과, 하향 처짐은 최대 -1.879㎜로 측정되었으며, 변형률 측정결과는 최대 37.046㎛/m로 측정되었다.

또한, 대칭성분석결과 하중의 분배상태가 대칭적으로 나타나고 있어 횡방향에 대한 구조물의 거동은 양호한 것으로 평가되었다.

동적 재하시험 시 재하차량의 주행 방향은 시점(A1)에서 종점(A2)방향으로 주행토록 하였으며, 10㎞/hr에서부터 주행 가능한 최대속도(80㎞/hr)까지 측정하였다. 동적 재하시험 결과, 실측 최대충격계수는 이론 충격계수 산정값 이내로 확인되었으며, 측정고유진동수 및 해석고유진동수를 비교한 결과, 실제치와 이론치가 유사한 상태로서 구조물의 강성은 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

2.8 구조해석 및 내하력 평가

2.8.1 개 요

가. 교량제원

1) 교량등급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)

2) 교량형식 : 합성형 STEEL BOX GIRDER 교

3) 교량연장 : L = 50.000 m

4) 교량폭원 : B = 15.600 m

5) 주형제원 : B = 2.4000 m , H = 2.500 m

6) 사 각 : 96.0°

나. 하중

1) 고정하중

① 철근 콘크리트 : wc1 = 25.000 kN/㎥

② 무근 콘크리트 : wc2 = 23.500 kN/㎥

③ 강 재 : ws = 78.500 kN/㎥

④ ASPHALT 포장 : wa = 23.000 kN/㎥

2) 활하중

① D B - 2 4 : Pr = 96.000 kN

: Pf = 24.000 kN

② D L - 2 4 : Wl = 12.700 kN/m

: Pm = 108.000 kN

: Ps = 156.000 kN

③ 충격계수 : I = 15 / (40 + L) ≤ 0.3

다. 사용재료

1) 콘크리트

설계기준강도 : fck = 27 MPa

탄성계수 : Ec = 25000 MPa

2) 철근(SD40)

철근항복강도 : fy = 400 MPa

탄성계수 : Es = 200000 MPa

3) 강재

주부재 : SM490B 사용 (상판, 하판, 복부판, 상부종리브, 하부종리브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 솔플레이트)

부부재 : SM 400B 사용 (지점부외 다이아프램, 수직보강재, 횡리브, 세로보, 가로보)

탄성계수 : Es = 210000 MPa

라. 허용응력

1) 허용인장응력 (MPa)

강종 / 판두께(mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	140	190	210	260	220[260]
40 초과 75 이하	130	175(190)	200(210)	250(260)	
75 초과 100 이하			195(210)	245(260)	

2) 국부좌굴을 고려하지 않는 허용 축방향 압축응력 (MPa)

강종 / 판두께 (mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	$140 : \ell/r \le 20$ $140-0.84(\ell/r-20) : 20 < \ell/r \le 93$ $\frac{1200000}{6700+(\ell/r)^2} : 93 < \ell/r$	$190 : \ell/r \le 15$ $190-1.3(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \le 80$ $\frac{1200000}{5000+(\ell/r)^2} : 80 < \ell/r$	$210 : \ell/r \le 14$ $210-1.5\cdot(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \le 76$ $\frac{1200000}{4,500+(\ell/r)^2} : 76 < \ell/r$	$260 : \ell/r \le 18$ $260-2.2(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \le 67$ $\frac{1200000}{3500+(\ell/r)^2} : 67 < \ell/r$	$220 : \ell/r \le 15$ $220-1.6(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \le 74$ $\frac{1200000}{4200+(\ell/r)^2} : 74 < \ell/r$
40 초과 75 이하	$130 : \ell/r \le 20$ $130-0.75(\ell/r-20) : 20 < \ell/r \le 97$ $\frac{1200000}{7300+(\ell/r)^2} : 97 < \ell/r$	$175 : \ell/r \le 15$ $175-1.1(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \le 83$ $\frac{1200000}{5300+(\ell/r)^2} : 83 < \ell/r$	$200 : \ell/r \le 14$ $200-1.4(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \le 78$ $\frac{1200000}{4700+(\ell/r)^2} : 78 < \ell/r$	$250 : \ell/r \le 18$ $250-2.1(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \le 69$ $\frac{1200000}{3600+(\ell/r)^2} : 69 < \ell/r$	
75 초과 100 이하			$195 : \ell/r \le 14$ $195-1.3(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \le 79$ $\frac{1200000}{4900+(\ell/r)^2} : 79 < \ell/r$	$245 : \ell/r \le 18$ $245-2.2(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \le 69$ $\frac{1200000}{3700+(\ell/r)^2} : 69 < \ell/r$	
비 고	ℓ : 부재의 유효좌굴길이 (mm) r : 부재 총단면의 단면회전반경 (mm)				

3) 허용 휨압축응력 (MPa)

① 압축플랜지가 콘크리트상판 등에 직접 고정되어 있는 경우 및 상자형 단면, π형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우

강종 / 판두께(㎜)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	140	190	210	260	220[260]
40 초과 75 이하	130	175	200(210)	250(260)	
75 초과 100 이하			195(210)	245(260)	

② ①이외의 경우

강종 / 판두께(㎜)		SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA570
Aw/Ac ≤2	40 이하	140 : ℓ/b≤4.5 140-2.4(ℓ/b-4.5): 4.5< ℓ/r ≤30	190 : ℓ/b ≤4.0 190-3.8(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤30	210 : ℓ/b ≤3.5 210-4.4(ℓ/b-3.5): 3.5< ℓ/b ≤27	260 : ℓ/b ≤5.0 260-6.6(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤25
	40 초과 70 이하	130 : ℓ/b≤5.0 130-2.2(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤30	175 : ℓ/b ≤4.0 175-3.5(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤30	200 : ℓ/b ≤4.0 200-4.2(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤27	250 : ℓ/b ≤5.0 250-6.2(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤25
	75 초과 100 이하			195 : ℓ/b ≤4.0 195-4.0(ℓ/b-4.0): 4.0< ℓ/b ≤27	245 : ℓ/b ≤5.0 245-6.0(ℓ/b-5.0): 5.0< ℓ/b ≤25
Aw/Ac >2	40 이하	140 : ℓ/b≤9/k 140-1.2(kℓ/b-9): 9/k < ℓ/b ≤30	190 : ℓ/b ≤8/k 190-1.9(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤30	210 : ℓ/b ≤7/k 210-2.2(kℓ/b-7): 7/k< ℓ/b ≤27	260 : ℓ/b ≤10/k 260-3.3(kℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤25
	40 초과 75 이하	130 : ℓ/b≤10/k 130-11(kℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤30	175 : ℓ/b ≤8/k 175-1.75(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤30	200 : ℓ/b ≤8/k 200-2.1(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤27	250 : ℓ/b ≤10/k 250-3.1(ℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤25
	75 초과 100 이하			195 : ℓ/b ≤8/k 195-2.0(kℓ/b-8): 8/k< ℓ/b ≤27	245 : ℓ/b ≤10/k 245-3.0(kℓ/b-10): 10/k< ℓ/b ≤25
비 고		Aw : 복부판의 총 단면적 ㎟) Ac : 압축플랜지의 총 단면적 (㎟) ℓ : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (㎜) b : 압축플랜지의 폭 (㎜) K : √[3 + Aw/(2·Ac)]			

4) 허용전단응력 (MPa)

강종 / 판두께(㎜)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	80	110	120	150	130[150]
40 초과 75 이하	75	100(110)	115(120)	145(145)	
75 초과 100 이하			110(120)	140(145)	

5) 항복응력 (MPa)

강종 / 판두께(㎜)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	240	320	360	460	380[460]
40 초과 75 이하	220	300(320)	340(360)	440(460)	
75 초과 100 이하			330(360)	430(460)	

마. 설계방법

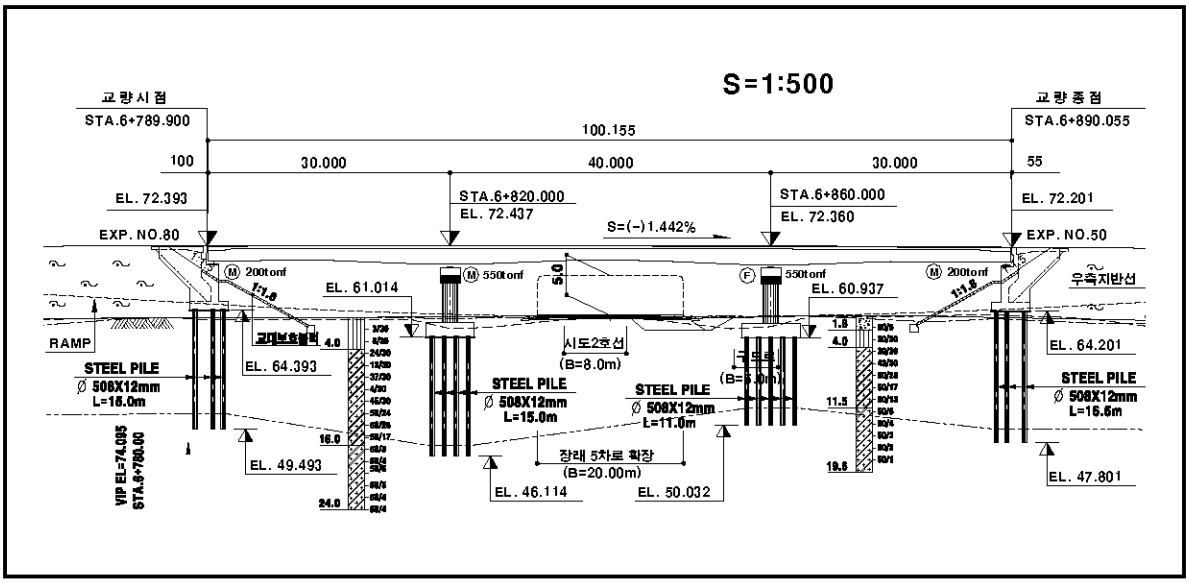
1) 바 닥 판 : 극한강도 설계법

2) Steel Box Girder : 허용응력 설계법

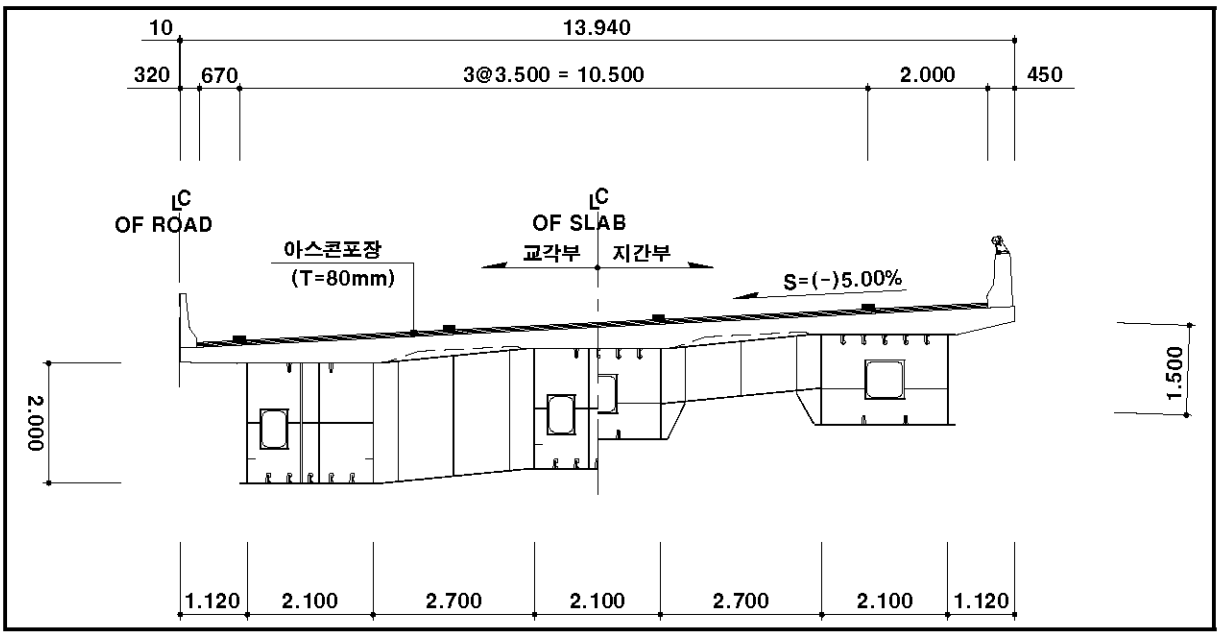
2.8.2 구조해석

가. 검토단면

1) 종단면도

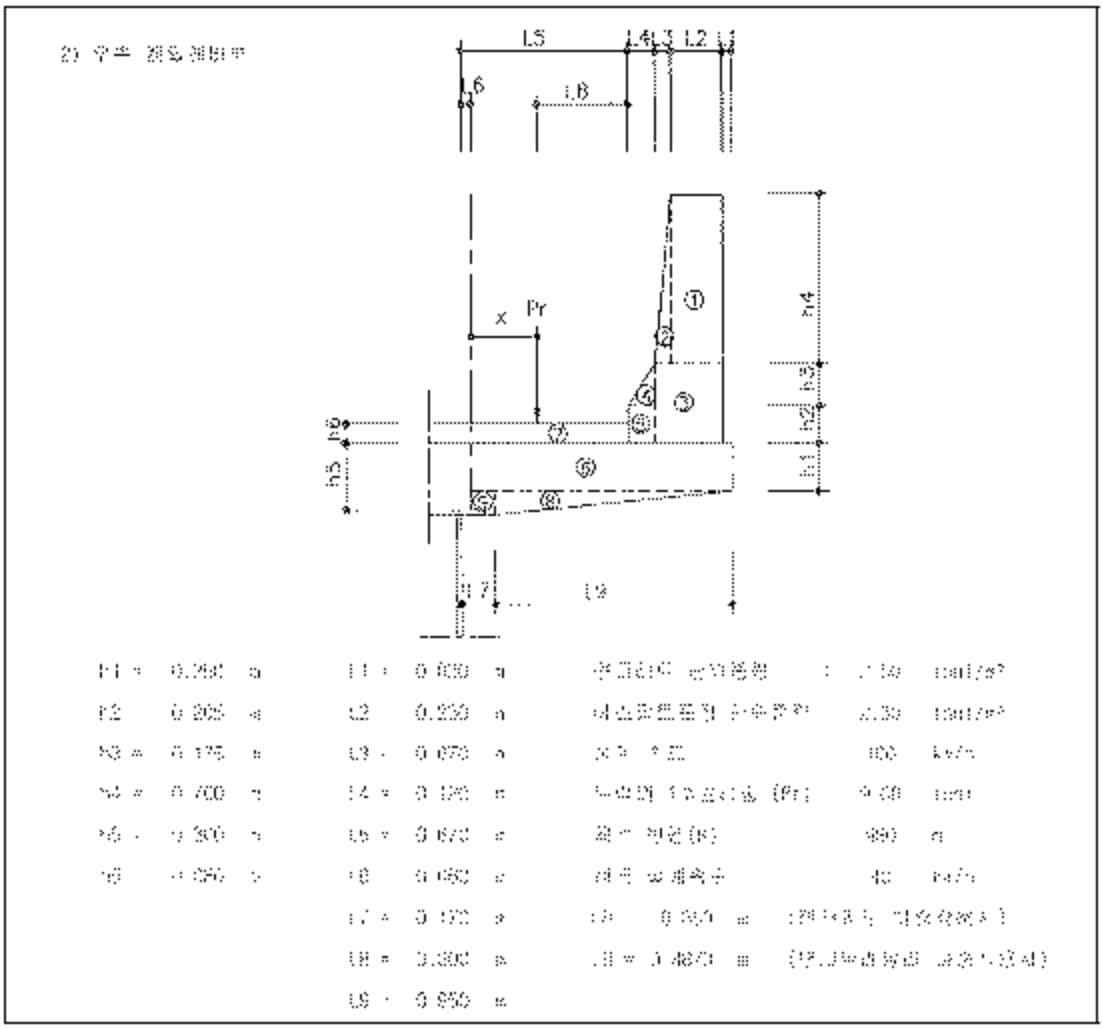


2) 횡단면도



나. 바닥판 검토

1) 켄틸레버부



① 고정하중

NO.	산 식			거리 (m)	모멘트 (tf · m)
1	0.23 × 0.7 × 2.5	=	0.403	0.915	0.369
2	½ ×0.07 × 0.7 × 2.5	=	0.061	0.777	0.047
3	0.3 × 0.38 × 2.5	=	0.285	0.8880	0.251
4	½ × 0.12 × 0.175 × 2.5	=	0.026	0.690	0.018
5	0.12 × 0.205 × 2.5	=	0.062	0.670	0.042
6	1.06 × 0.25 × 2.5	=	0.663	0.530	0.351
7	0.61 × 0.08 × 2.3	=	0.112	0.305	0.034
8	½ ×0.95 ×0.05 × 2.5	=	0.059	0.427	0.025
9	0.11 × 0.05 ×2.5	=	0.014	0.055	0.0008
계			1.685		1.138

∴ Md = 11.38 kN · m

② 활하중(DB-24 : Pr = 96 kN)

- 윤하중 분포폭

E = 0.8·X + 1.14 = 0.8·0.31 + 1.14 = 1.388

여기서, X = 0.310m

- 충격계수

i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 0.31) = 0.372> 0.3

∴ i = 0.3

M(I+i) = Pr / E·X·(1 + I)

= (96 / 1.388) x 0.31 x (1 + 0.3) = 27.87 kN·m/m

③ 차량 충돌 하중

㉠ 수평충돌력 H가 노면상 1m 높이에 교축을 따라 1m마다 작용시)

$H = (V / 60)^2 \times 7500 + 2500$

$= (100 / 60)^2 \times 7500 + 2500 = 23.3kN/m$

작용높이 h = 1.08 m

Mco = 23.3 x 1.08 = 25.20 kN·m/m

④ 탱크궤도 하중 (탱크 총중량 :W = 600kN) 궤도 접지 길이 = 4.50 m

여기서 X= 0.260 m

Pr = (W / 2) / L = (60 / 2) / 4.5 = 66.67 KN/M

충격계수=0.15 (충격계수는 활화중의 15%를 고려한다.)

MI+i = Pr • X • (1 + I)

= 6.667 x 0.26 x 1.2384 x (1 + 0.15) = 19.93KN*M/M

⑤ 탱크 트레일러 하중 (700 KN : Pr = 90 KN)

윤하중 분포 폭

E = 0.8• X + 1.14 = 0.8 × 0.123 + 1.14 = 1.238m

여기서 X = 0.1230 m

MI+i = Pr x X / (1 + I)

= 9 x 0.123 / 1.2384 x (1 + 0.15) = 10.28KN*M/M

⑥ 원심하중 - 활하중 재하위치에서 연직으로 작용

ⓐ 일반 활하중 작용시

CF = 0.79 X (V² / R) (%) = 0.79 X (100 X 60 / 980) (%) = 8.061 (%)

Pcf = (Pr / E) X 8.061 / 100 = 5.58 kN/m

Mcf = 5.58 X 0.31 = 1.730 kN·m/m

ⓑ 탱크 하중 작용시

CF = 0.79 X (V² / R) (%) = 0.79 X (60 X 60 / 980) (%) = 1.290 (%)

Pcf = Pr x 1.29 / 100 = 0.860 kN/m

Mcf = 0.86 X 0.26 = 0.22 kN·m/m

ⓒ 탱크트레일러 하중 작용시

CF = 0.79 X (V² / R) (%) = 0.79 X (60 X 60 / 980) (%) = 1.290 (%)

Pcf = Pr / E x 1.29 / 100 = 0.94 kN/m

Mcf = 0.94 X 0.123 = 0.120 kN·m/m

⑦ 풍하중

교량 폭원 = 13.940 m

교량 총높이 D = 3.380 m

B/D = 4.124 <8 이므로

Pw = [400 - 20 (B/D)]D = 343kg/m

Mw =3.430 kN/m x 0.690 m = 2.37 kN·m/m

⑧ 하중조합(MAX)

Mu1 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i + 1.3 Mcf (일반 활하중 작용시)

= 1.3 x 1.138 + 1.3 x 2.787 + 1.3 x 0.173

= 76.96 kN·m/m

Mu2 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf + 1.3 Mco (일반 활하중 작용시)

= 1.3 x 1.138 + 1.3 x 2.787 + 1.3 x 0.173 + 1.3 x 2.52

= 86.03 kN·m/m

Mu3 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf + 0.65 Mco (일반 활하중 작용시)

= 1.3 x 1.138 + 1.3 x 2.787 + 1.3 x 0.173 + 0.65 x 0.237

= 54.81 kN·m/m

Mu4 = 1.2 Md + 1.2 Mw + 1.2 Mco

= 1.2 x 1.138 + 1.2 x 0.237 + 1.2 x 2.52

= 46.74 kN·m/m

Mu5 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf

= 1.3 x 1.138 + 1.3 x 1.993 + 1.3 x 0.022

= 40.99 kN·m/m

Mu6 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mcf

= 1.3 x 1.138 + 1.3 x 1.028 + 1.3 x 0.012

= 28.31 kN·m/m

⑨ 바닥판의 최소두께 (X ≤ 0.25인 경우)

hmin = (8·L + 23) = {(8 X 0.31) + 23} = 255mm > 220 → 300mm 사용

⑩ 단면 검토

fck = 27MPa, fy = 400MPa

Mu =86.03 kN·m

b = 1000mm, h = 300mm

d' = 60mm, d = 240mm

Φf = 0.85

Mmax. c = 0.75 x 6000/(6000+fy) x d = 10.8cm > c=a/0.85 = 3.258cm

Mmax. a = 0.85 x c, 9.18cm > a = fy x As/0.85xfckxb = 2.769cm

jd = d-a/2 = 22.62cm

C = 0.85xfck x a x b = 635.5kN, T = As x fy = 635.5kN

∴ ΦMn = Φfy x As x jd = 122.22 kN·m > Mu = 86.0 kN·m ---O.K

2) 지간 중앙부

① 고정하중

-철근콘크리트 : 0.250 m × 25.000 kN/㎥ = 6.250 kN/㎡

-아스팔트포장 : 0.080 m × 23.000 kN/㎥ = 1.840 kN/㎡

Wd = 8.090 kN/㎡

계산지간 L = 2.580 m 바닥판 지점의 수 n = 6

Md = (1 / 10) · Wd · L^2 = (1/10) × 8.090 × 2.580^2 = 5.390 kN · m

② 활하중(DB-24 : Pr = 96 kN)

- 충격계수

i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 2.580) = 0.352 > 0.3

∴ i = 0.3

M(l+i) = ((L+0.6) / 9.6) · Pr · (1 + I)

= ((2.58/0 + 0.6)/9.6) × 96 × (1 + 0.3) = 41.34 kN · m

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 41.34 = 33.07 kN · m/m

③ 탱크궤도 하중 (탱크 총중량 :W = 600KN) 궤도 접지 길이 = 4.50 m

Pr = (W / 2) / L = (60 / 2) / 4.5 = 66.67 KN/M

충격계수=0.15 (충격계수는 활화중의 15%를 고려한다.)

MI+i = Pr • ((L+0.6)/9.6) • (1 + I)

= 6.667 x ((2.58+0.6)/9.6) x (1 + 0.15) = 25.40KN.M/M

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 25.40 = 20.32 kN · m/m

③ 탱크 트레일러 하중 (700 KN : Pr = 90 KN)

충격계수 i=0.15

MI+i = Pr • ((L+0.6)/9.6) • (1 + I)

= 9 x ((2.58+0.6)/9.6) x (1 + 0.15) = 34.28KN*M/M

- 연속바닥판이므로

M(l+i) = 0.8 × 34.28 = 27.42 kN · m/m

③ 원심하중

일반 활하중 작용 시

$CF = 0.79\frac{V^2}{R}\% = 0.79\frac{100^2}{980}\% = 8.061\%$

(P / E) L / 4 = (L + 0.6) P / 9.6

∴ E = 2.4L / (L + 60) = 1.777

Pcf = Pr × 8.06 / 100 = 7.740 kN/m

Mcf = ((2.58 + 0.6)/9.6 ×0.774 = 2.560m/m

- 연속바닥판이므로

M(I+i) = 0.8 × 0.256 = 2.05 kN · m/m

탱크하중 작용시

$CF = 0.79\frac{V^2}{R}\% = 0.79\frac{40^2}{980}\% = 1.290\%$

Pcf = Pr × 1.290 / 100 = 0.860 kN/m

Mcf = ((2.58 + 0.6)/9.6) ×0.086 = 0.280 kN · m/m

- 연속바닥판이므로

M(I+i) = 0.8 × 0.280 = 0.220 kN · m/m

탱크레일러 하중 작용시

$CF = 0.79\frac{V^2}{R}\% = 0.79 \quad \frac{40^2}{980}\% = 1.290\%$

Pcf = (Pr / E) × 1.290 / 100 = 1.160 kN/m

Mcf = ((2.58 + 0.6)/9.6) ×1.16 = 0.380 kN · m/m

- 연속바닥판이므로

M(I+i) = 0.8 × 0.380 = 0.300 kN · m/m

④ 하중조합(MAX)

Mu1 = 1.3 Md + 2.15 MI+i + 1.3 Mcf

= 80.77 kN · m/m

⑤ 바닥판의 최소두께 (X ≤ 0.25인 경우)

hmin = (30·L + 130) = 207mm > 220 m → 250mm 사용

⑥ 단면 검토

fck = 27MPa , fy = 400MPa

Mu = 80.77 kN·m

b = 1000mm, h = 250mm

d' = 40mm, d = 210mm

Φf = 0.85

Mmax. c = 0.75 x 6000/(6000+fy) x d = 9.45cm > c=a/0.85 = 3.258cm

Mmax. a = 0.85 x c, 8.03cm > a = fy x As/0.85xfckxb = 2.769cm

jd = d-a/2 = 19.62cm

C = 0.85xfck x a x b = 635.5kN, T = As x fy = 635.5kN

∴ ΦMn = Φfy x As x jd = 106.00kN·m > Mu = 80.8 kN·m ---O.K

다. Steel Box Girder 검토(장호원) 단면4

1) 작용하중 산정

① 합성전 고정하중(슬래브자중)

② 합성후 고정하중(방호벽, 중분대, 아스콘)

③ 활하중 : DB-24(윤하중), DL-24 (차선하중)

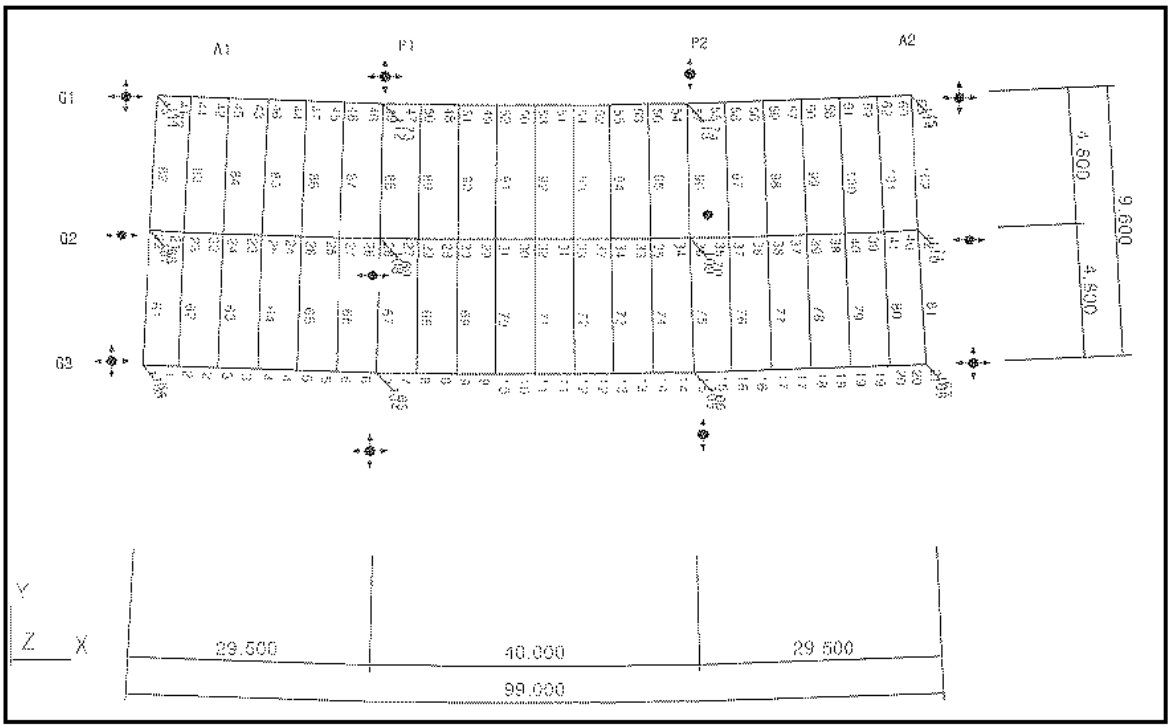
④ 충격계수 : $i = \frac{15}{40+L} \leq 0.3 \quad \rightarrow \quad \frac{15}{40+29.5} = 0.216$

(제1지간)

⑤ 주형별 작용하중

강재자중 : 각종 보강재 및 현장이음재 등의 부부재 하중으로 주부재자중을 35% 할증 적용

2) 모델링



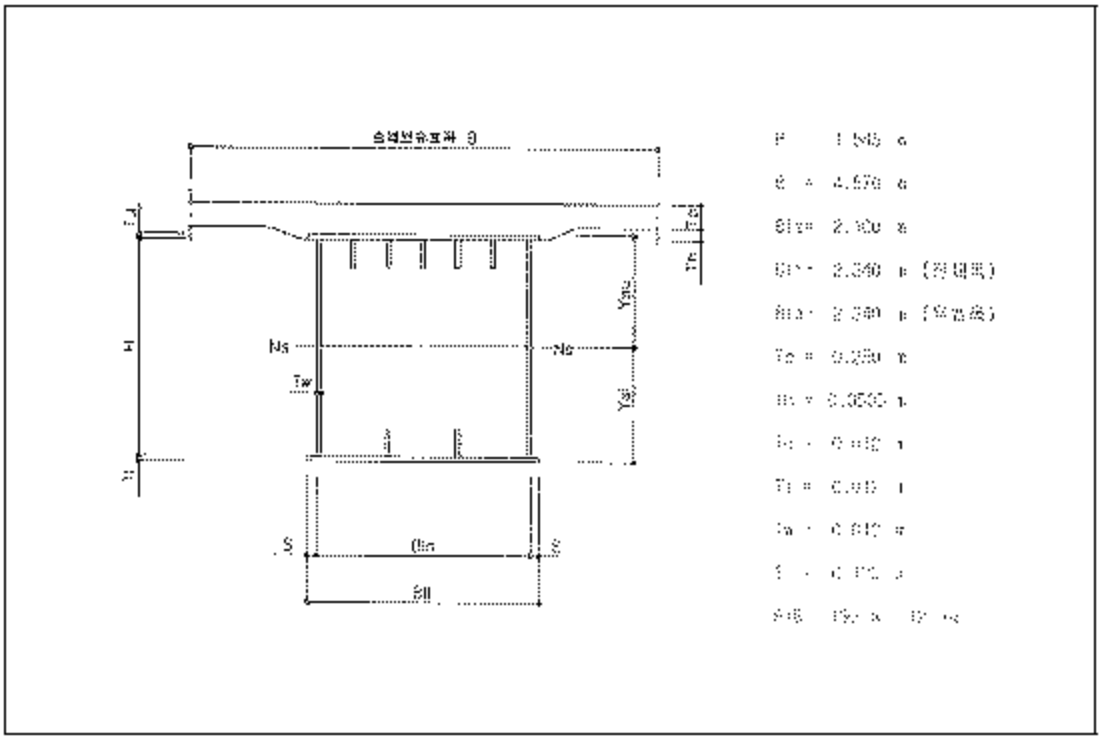
3) 부재력 요약

① 단면-4

부재력	거더 번호	합성전 고정하중		합성후 고정하중	활하중	지점침하	합 계	위 치
		Steel	Concrete					
모멘트 (kN·m)	G1	399.2	1219.8	427.1	2738.72	113.5	5919.9	절점46에서 1.25M
	G2	405.8	1245.5	420.5	2578.2	114.7	5797.2	절점25에서 1.26M
	G3	403.5	1267.1	552.5	2719.9	113.3	6076.1	절점 4에서 1.27M
전단력 (kN)	G1	74.1	225.1	76.9	355.61	73.1	804.8	절점46에서 1.25M
	G2	73.7	225.2	88.0	329.53	72.5	788.9	절점25에서 1.26M
	G3	73.8	228.4	90.1	347.23	70.0	810.12	절점 4에서 1.27M
비틀림 (kN·m)	G1	-9.3	-23.5	8.11	-277.7	-7.1	-309.5	절점46에서 1.25M
	G2	-4.1	-24.0	-33.5	-401.2	-9.0	-471.76	절점25에서 1.26M
	G3	0.7	-18.7	-54.5	-309.4	-6.9	-388.79	절점 4에서 1.27M

4) 응력검토

① 단면(4)



② 단면 제원 및 특성

구 분	B(mm)	H(mm)	A(mm)	y(mm)	A*y(mm3)	A*y2(mm4)	Ix(mm4)
1-UPPER FLANGE	2340.0	12.0	28080	778.50	21860300	170182280000	337000
5-UPPER RIB	12.0	130.0	7800	707.5	5518500	3904339000	10985000
WEB	12.0	1545.0	37080	0.00	0	0	7375907000
2-LOWER RIB	14.0	130.0	7800	-707.5	-5518500	390439000	10985000
1-LOWER FLANGE	2600.0	28.0	28080	-778.5	-21860300	17018228000	337000
강단면 합계			108840		0	41845133000	7398551000
1-RC SLAB	4570.0	250.0	1142500	947.5	1082518800	1025686516000	5950521000

* As=108840 mm^2, Ac=1142500 mm^2

구 분	합성전	구 분	합성후
Is' (mm4)	49243685000	Av(mm2)	251652.5
		Ic/n(mm4)	743815000
δs(mm)	0	dv(mm)	947.50
		dvc(mm)	409.79
Is(mm4)	49243685000		
		dvs(mm)	537.71
Ysu(mm)	784.50	Yvcu(mm)	284.79
		Yvcl(mm)	284.79
Ysl(mm)	-784.50	Yvsu(mm)	246.79
		Yvsl(mm)	-1322.21
F(mm2)	3288384.0	Iv(mm4)	105438827000

5) 검토결과

① 전단 및 비틀림

υ = (Ss + Sv) / Aw + (Msct + Mvt) / (2 · Fv · Tw)

= 26.774 MPa < υa = 110 MPa --------- O.K

② 조합응력의 검토

- 하중1 : 합성전 - 하중2 : 합성후
- 하중3 : 크리프 - 하중4 : 건조수축
- 하중5 : 온도차 - 하중6 : 활하중

하중 조합	Steel			
	작용응력(MPa)		허용 응력(MPa)	
	상연	하연	상연	하연
1	26.614	-26.614	169.850	190.000
1+2	36.925	-81.859	169.850	190.000
1+2+3	38.965	-81.113	195.328	190.000
1+2+3+4	53.550	-76.278	195.328	190.000
1+2+3+4+5	69.2832	-69.652	220.805	190.000
1+2-3+4-5+6	37.816	-82.904	220.805	190.000
1+2+3+4+5+6	87.576	-146.115	220.805	190.000
1+2-3-4+5+6	70.952	-151.696	220.805	190.000

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음.

③ 합성응력의 검토

(상 연) $[\frac{f}{f_a}]^2+[\frac{\upsilon}{\upsilon_a}]^2=[\frac{87.576}{220.805}]^2+[\frac{26.774}{110.000}]^2$

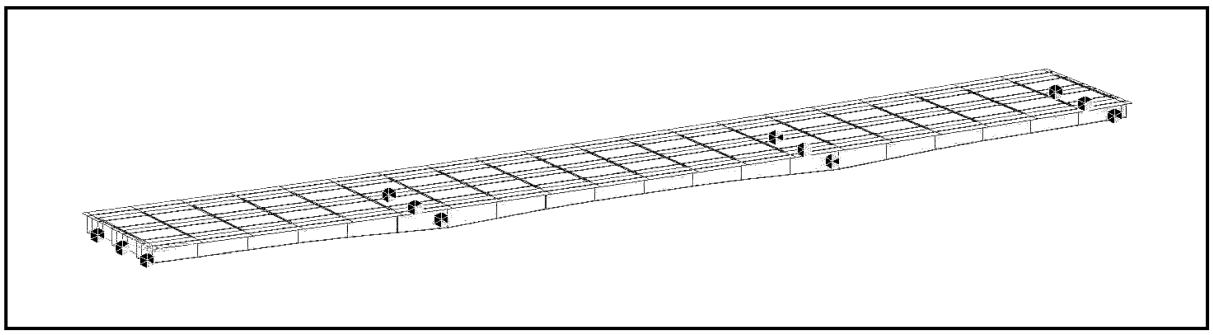
= 0.1502 + 0.059 = 0.2092 < 1.2 --------- O.K

(하 연) $[\frac{f}{f_a}]^2+[\frac{\upsilon}{\upsilon_a}]^2=[\frac{-151.696}{190}]^2+[\frac{27.378}{110.000}]^2$

= 0.637 + 0.062 = 0.699 < 1.2 --------- O.K

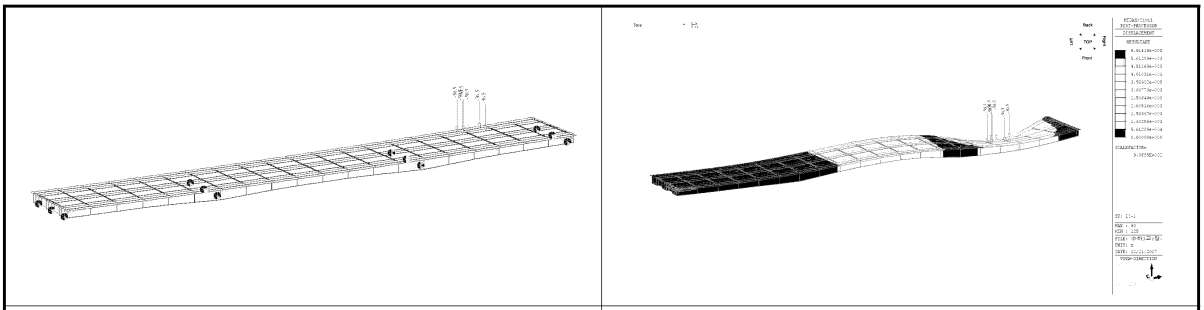
라. 시험차량에 의한 처짐해석

시험차량에 의한 구조해석은 이론적인 계산 처짐값과 현장 재하시험에서 측정된 실측 처짐값을 비교하여 응답비를 산출하기 위해 범용 프로그램인 MIDAS/Civil을 이용하여 모델링을 하였으며, 각각의 LOAD CASE별 처짐치와 실측치를 비교하였다.



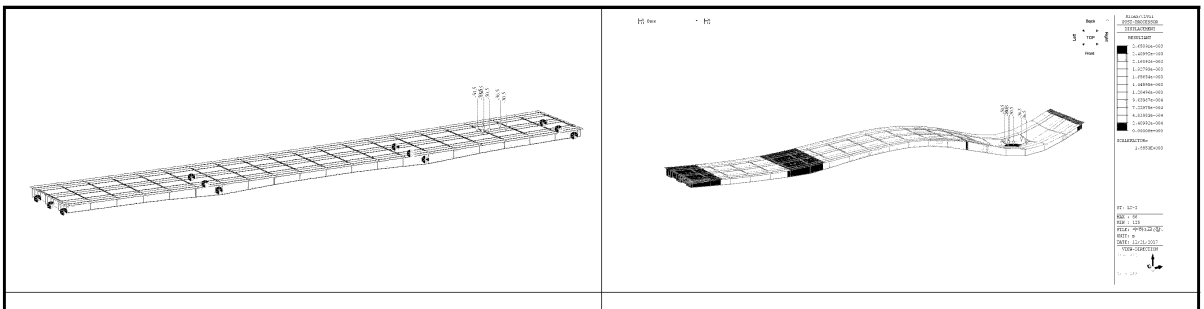
1) CASE별 하중 재하도 및 처짐도

① LOAD CASE 1



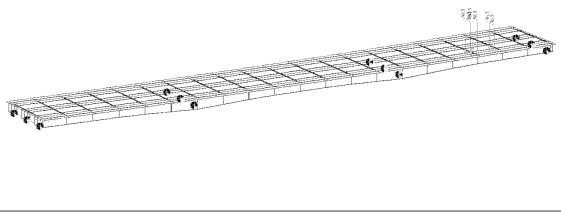
LOAD CASE 1 재하도	LOAD CASE 1 처짐도

② LOAD CASE 2

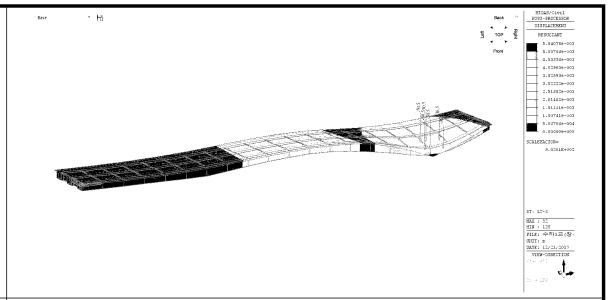


LOAD CASE 2 재하도	LOAD CASE 2 처짐도

③ LOAD CASE 3



LOAD CASE 3 재하도



LOAD CASE 3 처짐도

2) Load Case별 응력보정계수 산정

재하시험 결과로부터 산출한 실측 및 이론적인 응력 값의 관계 및 실측 처짐과 재하 경우별 구조해석에 의한 이론적인 처짐의 관계를 비교하여 응답비를 산출하였다.

구 분 (mm)			DT1	DT2	DT3
S1	Load Case 1	실측치	-1.808	-0.899	-0.345
		이론치	-3.723	-2.060	-1.076
		응답비	2.059	2.291	3.119
	Load Case 2	실측치	-0.825	-1.121	-0.918
		이론치	-1.954	-2.651	-2.017
		응답비	2.368	2.365	2.197
	Load Case 3	실측치	-0.401	-0.951	-1.879
		이론치	-1.059	-2.080	-3.810
		응답비	2.641	2.187	**2.028**

3) 응력보정계수

내하력 평가시 응력보정계수 적용은 재하시험 차량의 후륜축과 동일한 위치에서의 이론적인 처짐 값과 실측된 처짐 값이 실제 거동과 유사한 지점에서의 응답비를 적용하였으며, 응답비 및 충격계수를 고려한 처짐 보정계수(Ks)를 적용하였다. 응력보정계수는 변형률의 실측치와 계산치로 구하는 것이 일반적이지만, 처짐에 비해 변형률의 측정값에 포함된 오차가 크며, 여러 가지 요인에 의하여 국부적인 응력의 변동이 크게 발행하는 경우가 있으므로 교량의 전반적인 거동을 나타내는 처짐으로 구할 수도 있다.

본 과업에 해당되는 교량의 경우 변형률 측정결과에 비해 처짐의 측정결과가 신뢰성이 높은 것으로 판단되어 처짐으로 응답보정계수(KS)를 구하였으며, 하중 CASE에 따른 응답비중 최소값을 적용하였다.

○ K_s : 응력보정계수 $= \dfrac{\delta_{계산}(\epsilon_{계산})}{\delta_{실측}(\epsilon_{실측})} \cdot \dfrac{1+i(계산)}{1+i(실측)}$

$$= 2.028 \times \frac{1+0.214}{1+0.167} = 2.110$$

2.8.3 내하력 평가

가) 허용응력법에 의한 내하력 평가

1) 내하율 평가

허용 응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 D+L(1+i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.00이 된다. 사용재료의 허용응력은 강재의 경우 사용재료에 따라 항복응력, 콘크리트의 경우 실제 압축강도를 사용하여 도로교 표준시방서 규정에 의거 부재종류에 따라 결정한다.

허용 응력법에 의한 교량부재의 내하율은 다음 식으로 계산한다.

$$\cdot\ R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$$

여기서, f_a = 재료의 허용응력

f_d = 설계 사하중 응력(활하중 이외의 응력)

f_l = 설계 활하중 응력

i = 실측 충격계수

구 분		f_a	f_d	$f_l(1+i)$	$R.F$
ST.BOX Girder	상연	220.805	69.283	18.293	8.28
	하연	-190.0	-82.044	-48.317	2.23

2) 기본 내하력 산정

$P_o = R.F \times P_r$

여기서, Pr : 설계하중

구 분		내하율	설계하중	기본내하력
ST.BOX Girder	상연	8.28	DB-24	198.7
	하연	2.23	DB-24	53.6

3) 공용 내하력 산정

$$P = P_o \times K_s$$

여기서, $K_s = \frac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \times \frac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$

구 분		내하율	응력보정계수(K_s)	기본내하력 (=24 x RF)	공용내하력
ST.BOX Girder	상연	8.28	1.134	198.7	53.6
	하연	2.23		53.6	

나. 강도설계법에 의한 내하력 평가

1) 내하율 평가

강도 설계법에 의한 교량부재의 내하율 산정 시 하중조합으로는 1.3D + 2.15L (1.0 + i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15가 된다. 단면강도는 단면의 현재 상태, 즉 재료강도와 단면손실 등을 고려하여 도로교 표준시방서의 공칭강도와 강도감소계수에 따라 계산한다. 사하중과 활하중에 의한 단면력은 현재 적용하고 있는 사하중과 현행 도로교 표준시방서의 설계 활하중(DB 또는 DL 하중)을 사용하여 구조해석을 수행한 후 구한다.

강도 설계법에 의한 내하율은 다음과 같다.

- $P = P_r \times R.F \times K_s$ P_r = 설계하중
- $R.F = \dfrac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l}$

여기서, ϕ = 강도 감소계수(= 0.85)

γ_d = 사하중 계수(= 1.3)

γ_l = 활하중 계수(= 2.15)

M_n = 공칭 모멘트

M_d = 사하중 모멘트

M_l = 활하중 모멘트(실측 충격계수 고려)

구 분	ϕM_n	M_d	$M_l(1+i)$	$R.F$
캔틸레버부(우측)	122.22	11.38	27.87	1.793
지간중앙부	106.0	5.390	33.07	1.392

2) 기본 내하력 산정

구 분	내하율	설계하중	기본내하력
캔틸레버부(우측)	1.793	DB-24	43.0
지간중앙부	1.392	DB-24	33.4

다. 내하력 평가결과

구 분		내하율	응답보정계수	기본내하력	공용내하력
ST.BOX Girder	상연	8.28	2.11	198.7	53.6
	하연	2.23		53.6	
바닥판	캔틸레버부(우측)	1.793	-	43.0	33.4
	지간중앙부	1.392		33.4	

내하력 평가 결 과	수하3교(장호원방향)에 대한 허용응력 설계법에 의한 주형 부재의 공용 내하력을 산정한 결과, 주형 모두 DB-24 이상으로 통과하중에 대한 여유를 확보하고 있는 것으로 산출되었으며, 강도 설계법에 의한 바닥판의 내하력 평가도 설계하중인 DB-24 이상으로 통과하중에 대한 여유를 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

라. 안전성 평가

구조물의 안전성 평가는 주요 구조부재의 정밀육안검사, 비파괴 현장시험 및 재료시험의 결과를 토대로 종합적으로 이루어져야 한다. 현재 도로교와 철도교는 강교의 경우 허용응력설계법, 콘크리트교는 강도설계법으로 설계되고 있다. 안전성 검토는 대상 교량의 설계개념을 따라 일관성이 유지되도록 평가하는 것을 원칙으로 한다.

1) 안전성평가 기준

등급	안전성평가 기준	비 고
A	SF > 1.0	· 허용응력 설계법 SF(안전율) = 허용응력 / 발생응력 = $\frac{fa}{f_{d+l}}$ · 강도설계법 SF(안전율) = 설계강도 / 소요강도 = $\frac{\Phi Mn}{Mu}$
B	0.9 ≤ SF < 1 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	0.9 ≤ SF <1	
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

※ 안전성평가등급은 통합시설물까지는 소문자(a, b, c, d)로 표기하고 전체시설물에 대해서만 (A, B, C, D, E)로 표기함.

2) 안전성평가 결과

① 주형

구 분		fa(허용응력) (MPa)	fs(발생응력) (MPa)	최소 안전율(SF)	안전성 평가등급
ST.BOX Girder	상연	220.805	87.576	2.521	A
	하연	-190.0	-151.696	1.252	A
평 가 결 과					
·수하3교(장호원방향)에 대한 안전성평가 결과 주형의 안전율(SF)이 1.00이상으로서 구조적으로 안전한 것으로 평가되었다.					

② 바닥판

구 분	ΦMn(설계강도) (kN·m)	Mu(소요강도) (kN·m)	최소 안전율(SF)	안전성 평가등급
캔틸레버부(우측)	122.2	86.0	1.421	A
지간중앙부	106.0	80.8	1.311	A
평 가 결 과				
·수하3교(장호원방향)에 대한 안전성평가 결과 바닥판의 안전율(SF)이 1.00이상으로서 구조적으로 안전한 것으로 평가되었다.				

2.9 종합평가 및 안전등급 지정

2.9.1 종합평가

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되며, 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교하여 최저평가결과를 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

평가구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태평가	0.093	A	
안전성 평가	1.252	A	
종합평가	-	A	
종합평가 결과	수하3교(장호원방향)의 종합평가 결과 "A등급"		

2.9.2 안전등급

수하3교(장호원방향)에 대한 종합평가 결과 전체 시설물에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 "A등급"인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2.10 종합결론

가. 본 시설물은 경기도 이천시 신둔면 도암리에 위치한 STEEL BOX GIRDER교 교량으로서 총연장은 100.0m(30+40+30)이고 양방향 중 장호원방향 폭은 13.94m(편도 3차로)의 시설물로 안전관리에 관한 특별법상 2종 시설물에 해당되며, 각 부재에 대한 정밀 외관조사 및 재료시험 등을 실시하였다.

나. 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 일부 부재에 균열, 망상균열, 백태, 도장들뜸 등이 조사되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

다. 점검대상 교량인 수하3교(장호원방향)에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 교량의 상태를 판단한 결과, 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, 비파괴시험 결과 콘크리트 압축강도, 철근배근 상태 등은 설계치를 만족하는 것으로 확인되었다.

라. 교량의 받침장치에 대한 이동량 및 연단거리를 측정한 결과 수축·신장에 따른 여유량과 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

마. 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 “A등급”으로 분석되어 수하3교(장호원방향)은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 것으로 평가되었다.

바. 향후 교량의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 지속적인 유지관리가 요구된다.

구분	균열폭	보수방안	비고
균열 및 백태	0.3mm미만	표면보수	
망상균열	-	표면처리	
도장탈락	-	재도장	
실란트 열화	-	재시공	

제 Ⅲ편 터널편

제1장 봉현터널 성남방향

제2장 봉현터널 장호원방향

제3장 정개터널 성남방향

제4장 정개터널 장호원방향

제 1장 봉현터널(성남방향)

1.1 시설물 현황

1.2 외관조사

1.3 재료시험

1.4 GPR 탐사

1.5 시설물의 상태평가

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.7 종합결론

제 1 장 봉현터널(성남방향)

1.1 시설물 현황

1.1.1 개요

본 시설물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리에 위치한 터널로서 총연장 L=259.0m(시점개착:22.0m, NATM:234.0m, 종점개착:3.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)로 구성되어 있다.

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 터널부재 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다.

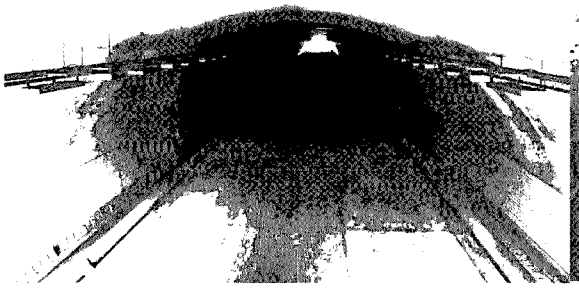
본 시설물의 터널 천정부 높이는 약 8m로 고소 작업차를 이용하여 외관조사를 수행하였다.



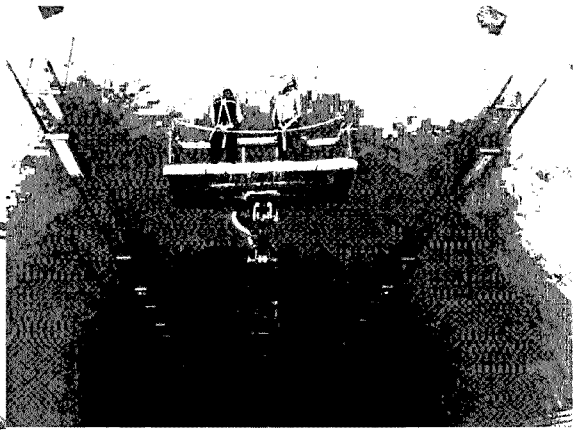
<시점 전경>



<종점 전경>



<내부 전경>

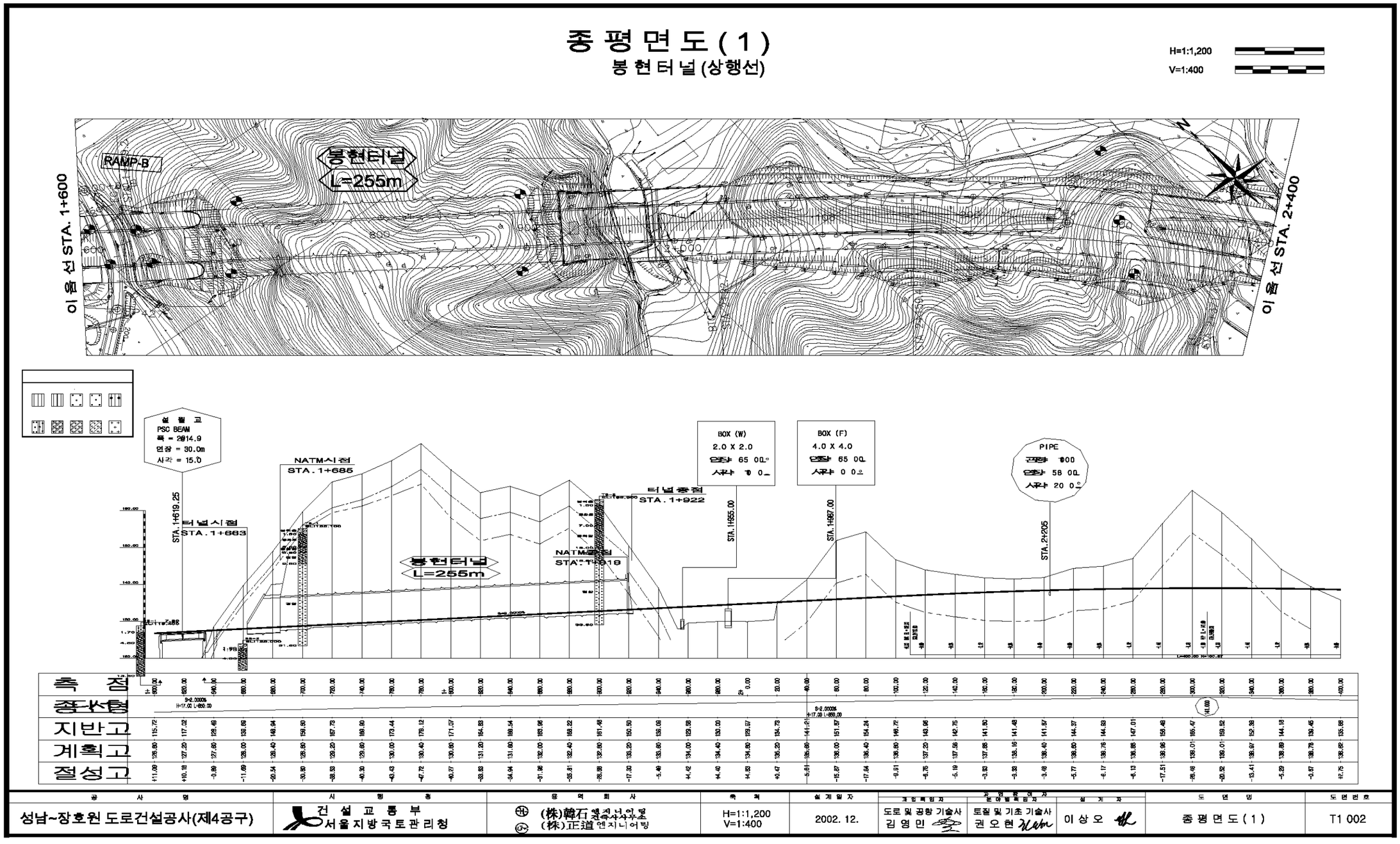


<고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>

<표 1.1.1> 대상구조물 현황표

구 분		내 용	구 분	내 용
시설물명		봉현터널(성남방향)	시설물번호	-
준공년도		2017년 12월	관리번호	-
시설물위치		경기도 광주시 곤지암읍 봉현리		
터널형식		NATM	노선명(이정)	성남~장호원
제원	연장	L = 259.0m(시점개착:22.0m, NTAM:234.0m, 종점개착:3.0m) 시점 : STA.1km663.000, 종점 : STA.1km922.000		
	폭	B = 14.519m(편도3차로)		
	높이	H = 9.002m		
갱문형식		시점 : 원통절개식 종점 : 면벽식	종단경사	(+)2.0%
환기방식		자연환기	편경사	2.0%

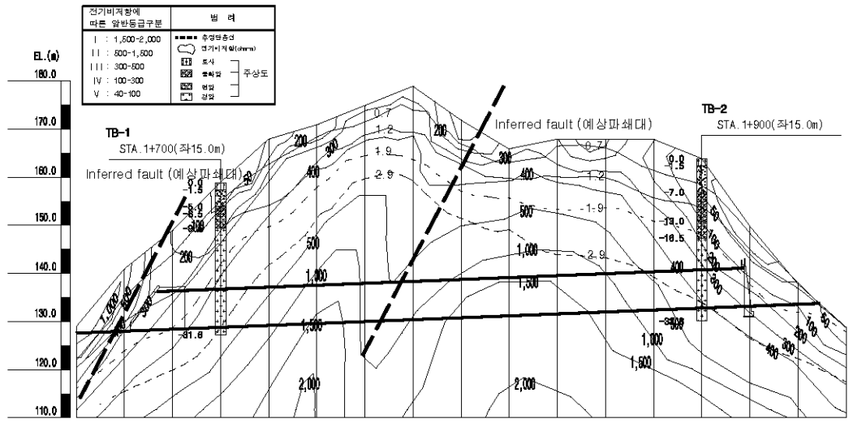
1.1.2 관련도면



<그림 1.1.1> 종평면도

지보패턴 개요도(1)

성 남 방 향 (상행선)



측 점	1+640.00	660.00	680.00	700.00	720.00	740.00	760.00	780.00	800.00	820.00	840.00	860.00	880.00	900.00	920.00	940.00	960.00
탄성파 탐사	0.0~0.7	0.7~1.2	1.2~1.9	1.9~2.9	2.9~4.2										1.9~2.9		
암반상태평가	<3	3~14	14~28	28~49	49~76								28~49		14~28	3~14	
비 고	지극히불량	극히불량-매우불량	극히불량-매우불량	매우불량-불량	불량~양호								매우불량-불량		극히불량-매우불량	극히불량	
전기비저항	500~1,500	300~500	100~300	300~600	600~1,600				1,600~2,000			600~1,600		300~600		100~300	
암반등급		IV(26m)		III(35m)	II(36m)	III(6m)	II(101m)						III(28m)	IV(16m)		V(17m)	
비 고					고비저항대분포 암반상태양호 예상	저비저항 이상대 (추정단층)	고비저항대 분포 암반상태양호예상										

구간별	측점(STA.)	1+683	685	705	725	745	765	785	872	899	919	922
지보 TYPE	지보 TYPE	개착터널	VI	V	III	II	III	II	V	VI		
	연장 (m)	22	20	20	20	20	20	87	27	20	3	

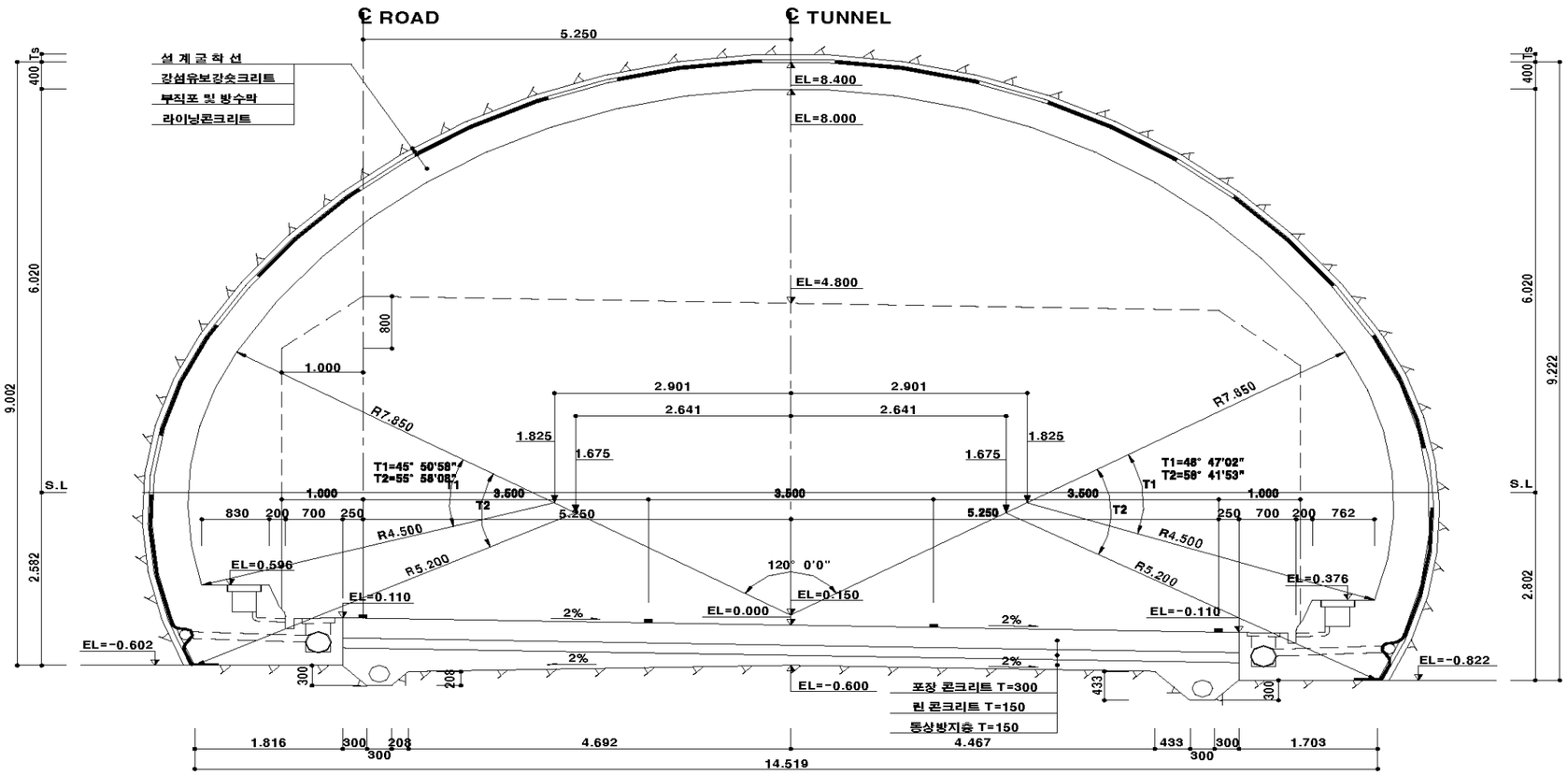
NOTE

1. 본 지보패턴 분류는 설계시 시추조사 및 물리탐사 결과에 의한 분류로써, 시공시 현장막장상태가 설계시의 조건과 상이할 때에는 지질여건에 맞게 감독원과 협의하여 암반분류와 지보패턴을 조정하여야 한다.

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	관련책임자	분야별책임자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(주)韓石 엔지니어링 건축사사무소 / (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 명 민	토질 및 기초 기술사 권 오 현	이 상 오	지보패턴 개요도 (2)	T1 006

<그림 1.1.2> 지보패턴개요도

표 준 단 면 도 (1)



숏크리트 치수표

지 보 패 턴	숏트리트 두께(mm)	비 고
TYPE-1	80	일 반
TYPE-2	120	강 섬 유
TYPE-3	120	강 섬 유
TYPE-4	160	강 섬 유
TYPE-5	160	강 섬 유
TYPE-6	200	강 섬 유

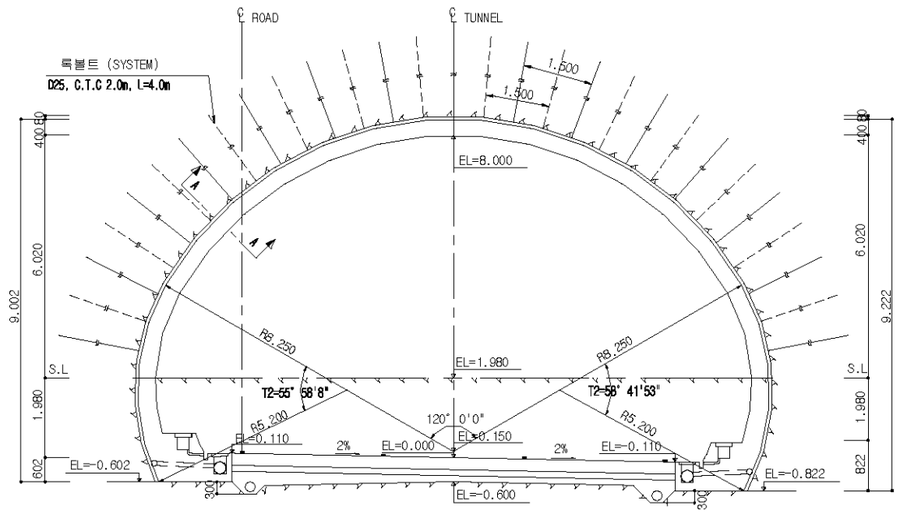
NOTE
1. 숏크리트 두께 TS는 지보패턴에 따라 변화시켜야 한다.
2. 원배수관 PVC PIPE ø50과 ø100은 시점부에서 3M를 이격하여 매치블록하며 평면상에서 종점지점에 설치되지 않도록한다.
3. 터널 하부에서 발생되는 용수가 포장층으로 침투되지 않도록 선택층을 지하배수공(파형아연도강관 ø250)으로 유도처리토록 한다.

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	주 요 책 임 자			도 면 명	도면번호
					과업책임자	분야별책임자	설 계 자		
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	㈜韓石 엔지니어링 (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초기술사 권 오 현	이 상 오	표 준 단 면 도 (1)	T1 011

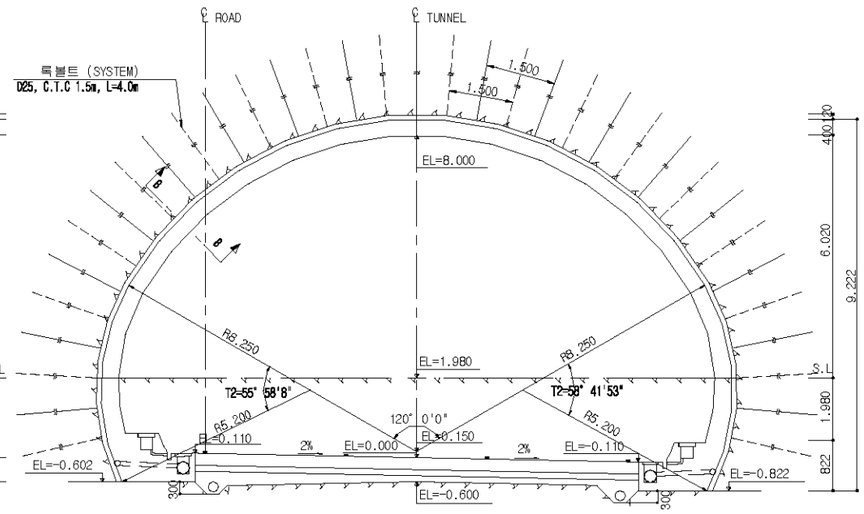
<그림 1.1.3> 표준단면도 (1)

표 준 지 보 공 도 (1)

TYPE-1

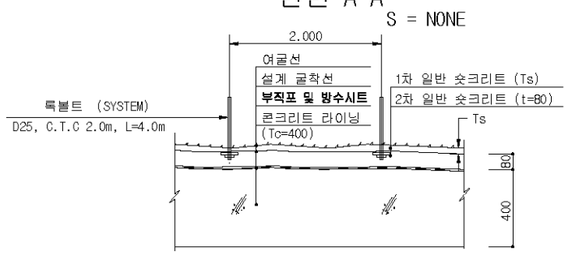


TYPE-2



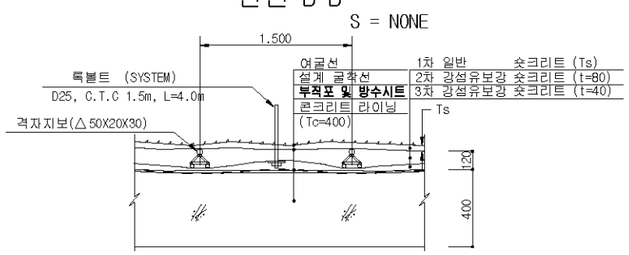
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

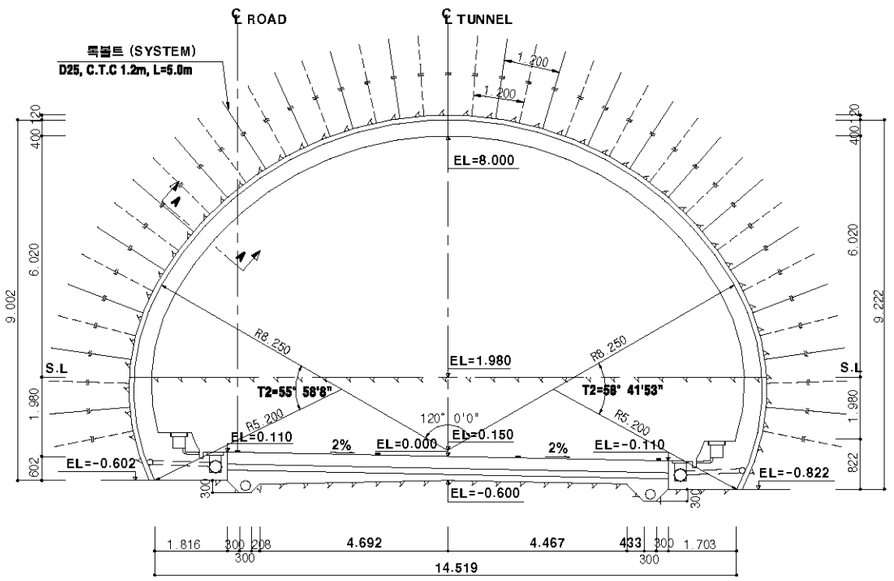
구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (㎡)			록볼트 (EA)		방수시트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (㎥)	비 고
	설계굴착		여 굴		계				L=4.000m				
	상 부	하 부	상 부	하 부		상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
TYPE-1	78.403	41.528	2.251	0.556	122.737	3.438	0.803	4.241	5.750	1.500	28.839	11.289	
TYPE-2	79.298	41.751	2.266	0.556	123.871	3.170	0.742	3.912	7.667	4.000	28.839	11.289	

공사명	시행청	용역회사	축척	설계일자	설계책임자	분야별책임자	설계자	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(주)韓石 엔지니어링 종합건축사사무소 / (주)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초 기술사 권 오 현	이 상 오	표준 지보공도 (1)	T1 013

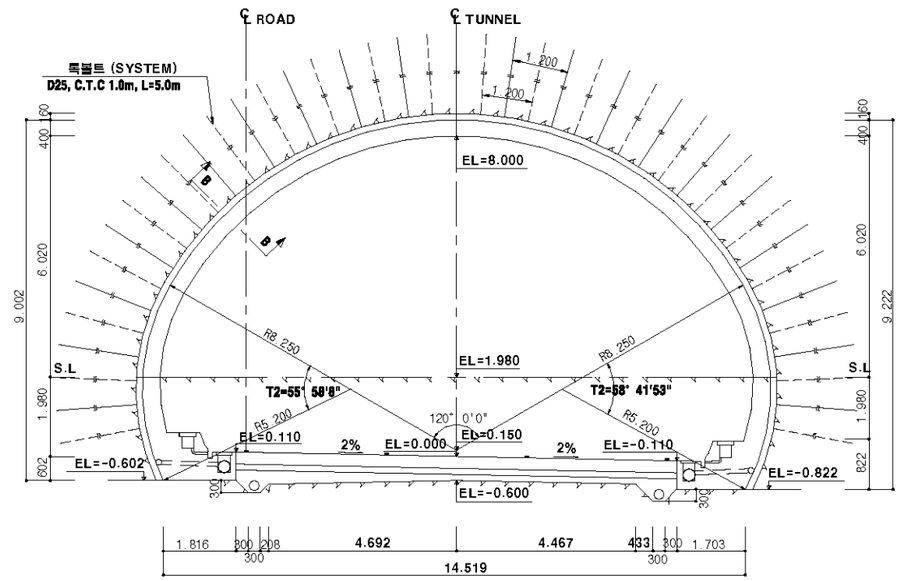
<그림 1.1.4> 표준지보공(1)

표준지보공도(2)

TYPE-Ⅲ

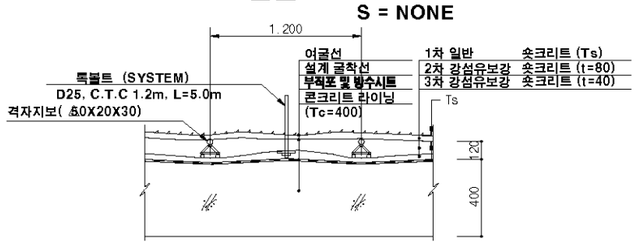


TYPE-4



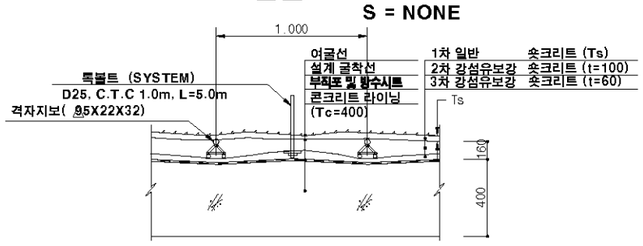
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

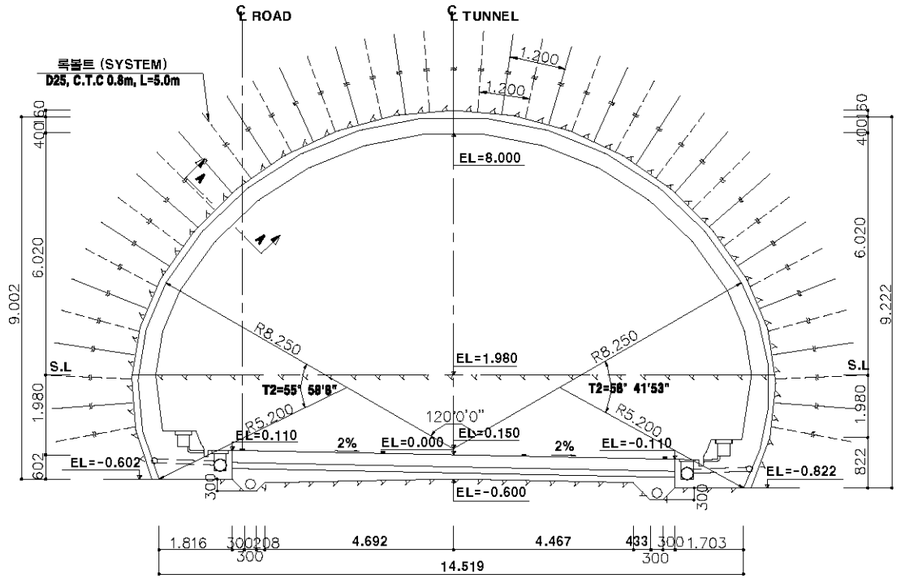
구 분	굴 착 (m³)					숏크리트 (m³)			록볼트 (EA)		방수시트 (m²)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (m³)	비 고
	설계굴착		여 굴		계				L=5.000m				
	상 부	하 부	상 부	하 부		상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
TYPE-3	79.298	41.751	3.409	0.833	125.291	3.182	0.741	3.923	12.083	5.833	28.915	11.922	
TYPE-4	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	14.500	7.000	28.992	12.557	

공사명	시행청	용역회사	축척	설계일자	책임기술자	설계책임자	설계자	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	㈜韓石 정종산사부소 / (주)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김영민	토질 및 기초 기술사 권오현	이상오	표준 지보공도 (2)	T1 014

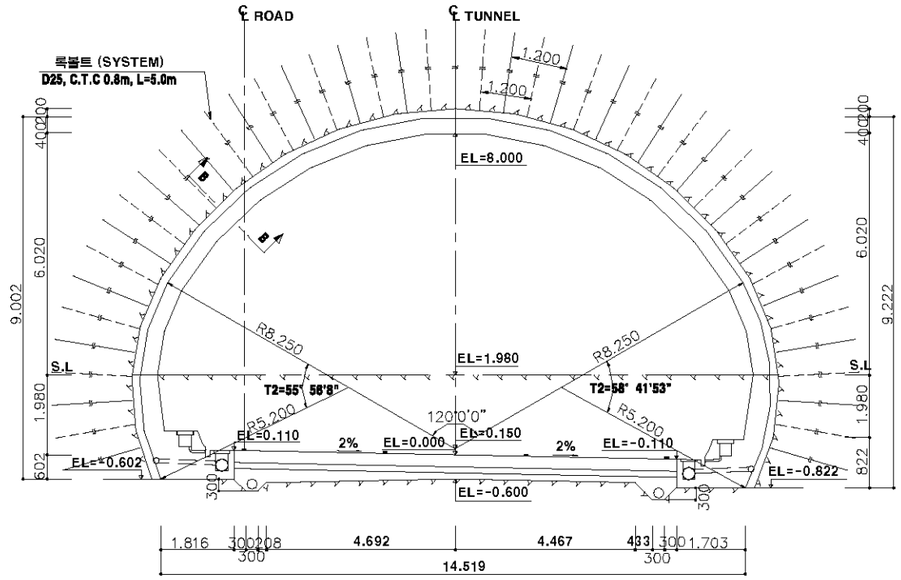
<그림 1.1.5> 표준지보공(2)

표준지보공도(3)

TYPE-5

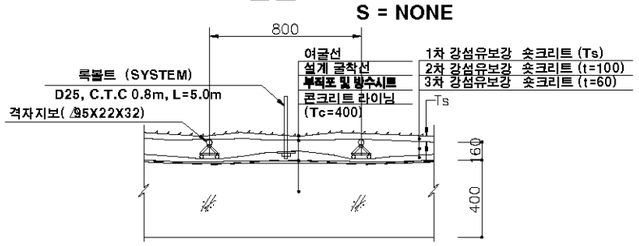


갱구부 보강구간



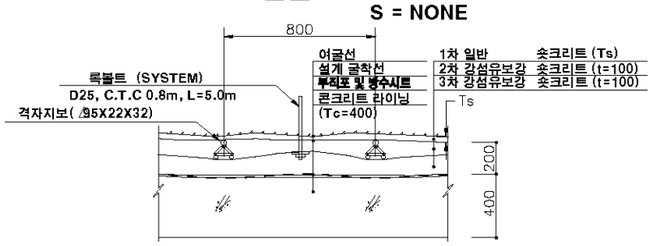
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (㎥)			록 볼 트 (EA)		방 수 시 트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (㎥)	비 고
	설계굴착		여 굴		계				L=5.000m				
	상부	하부	상부	하부		상부	하부	계	상 부	측 벽			
TYPE-5	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	18.125	8.750	28.992	12.557	
TYPE-6	81.109	42.195	4.610	1.110	129.024	2.731	0.616	3.347	18.125	10.000	28.992	12.557	

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	책임기술자	분야별책임자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초 기술사 권 오 현	이 상 오	표준 지보공도 (3)	T1 015

<그림 1.1.6> 표준지보공(3)

1.2 외관조사

1.2.1 상세외관조사

가. 시·종점부 갱문

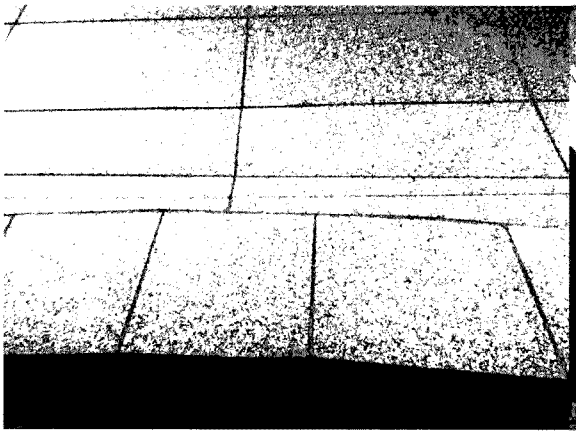
본 터널의 시점 갱문형식은 원통절개식, 종점 갱문형식은 면벽식으로 시공된 상태이며, 외관조사결과 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.



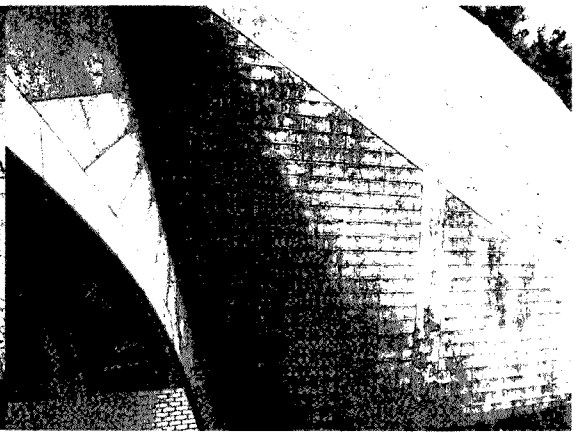
< 시점갱문 상태 양호 >



< 종점갱문 상태 양호 >



< 종점갱문 면벽 상태 양호 >



< 종점갱문 날개벽 상태 양호 >

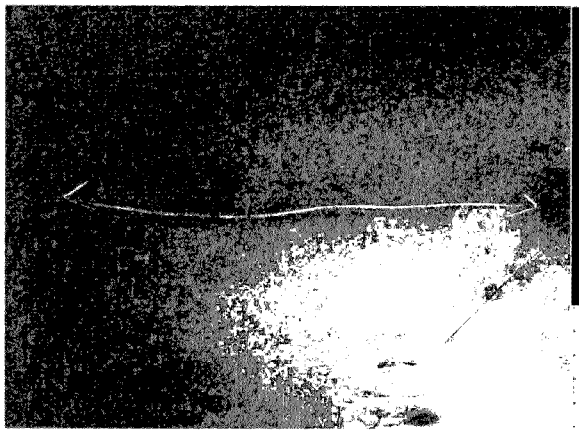
나. 콘크리트 라이닝

콘크리트라이닝은 두께가 40cm이고 지보패턴별로 Ⅰ~Ⅳ는 무근으로, Ⅴ 및 갱구부 보강구간은 철근콘크리트로 시공되어 있다.

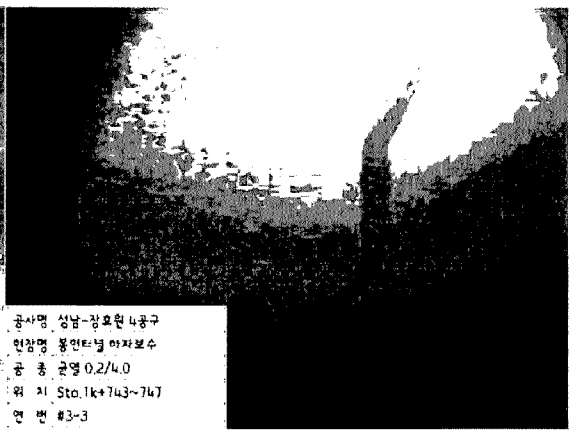
외관조사결과 콘크리트라이닝의 누수, 백태는 발생되지 않았으나, 일부 구간에 천정부 종방향균열, 보수부 들뜸 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 손상부위에 대해서는 대부분 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

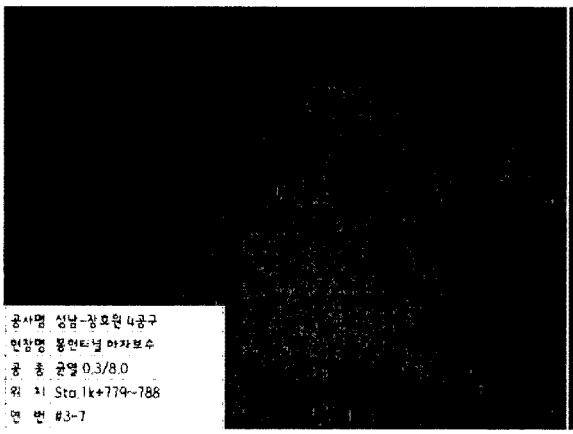
구 분	손상 내용	합계	단위	비고
천정부	균열(0.3mm미만)	2.8/5	m/ea	
	균열(0.3mm이상)	8.0/1	m/ea	보수완료
벽체	균열(0.3mm미만)	4.5/3	m/ea	보수 완료
	거푸집 미제거	1	ea	보수 완료



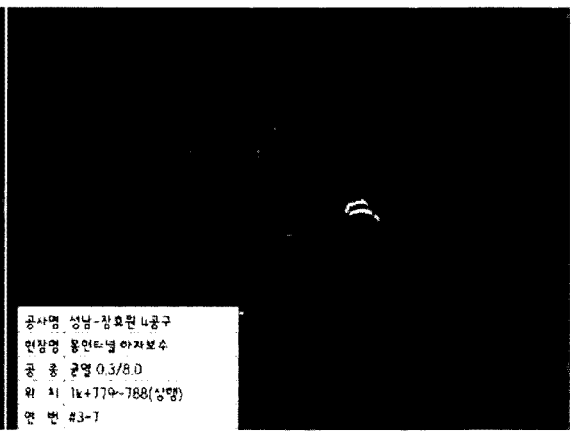
< STA.1km745 천정부 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >



< STA.1km775 균열 >



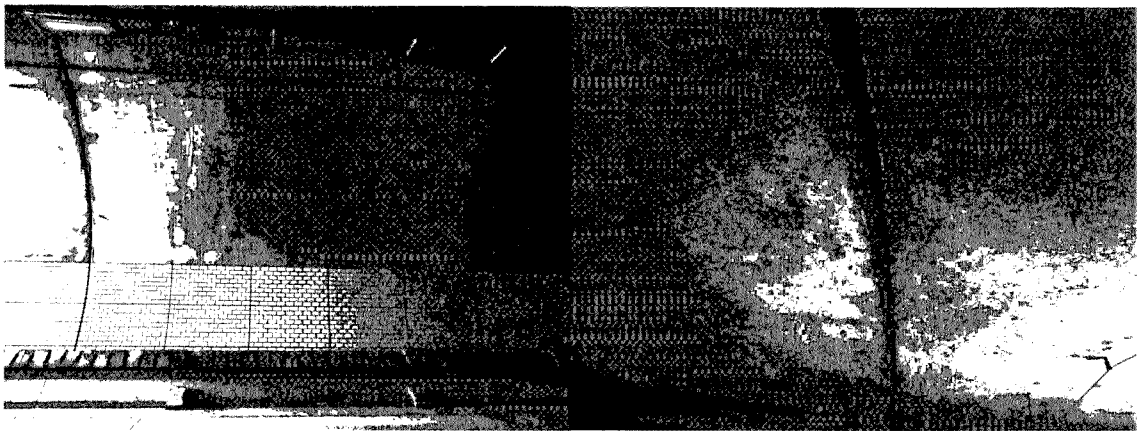
< 균열 보수 완료 >

다. 신축이음부

신축이음부는 NATM구간 9m간격으로 시공되어 있으며, 실란트 시공상태는 양호하나 일부 구간에 신축이음 주변에 콘크리트 박리, 박락, 파손, 마감불량 등이 발생되어 있는 것으로 확인되었다.

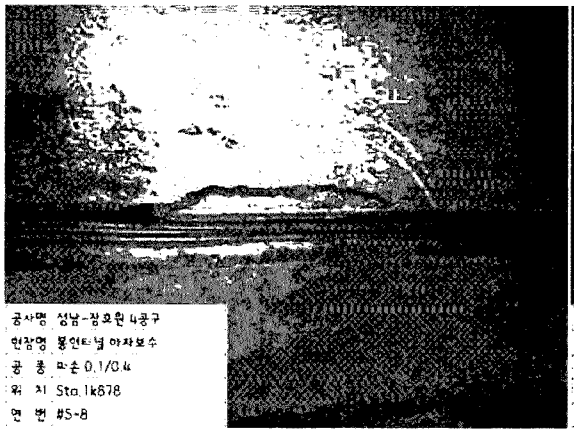
- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수는 대부분 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
신축이음부	박리	0.33/12	㎡/ea	보수 완료
	박락	0.3/1	㎡/ea	
	파손	0.2425/9	㎡/ea	보수 완료
	마감 불량	0.1/1	㎡/ea	

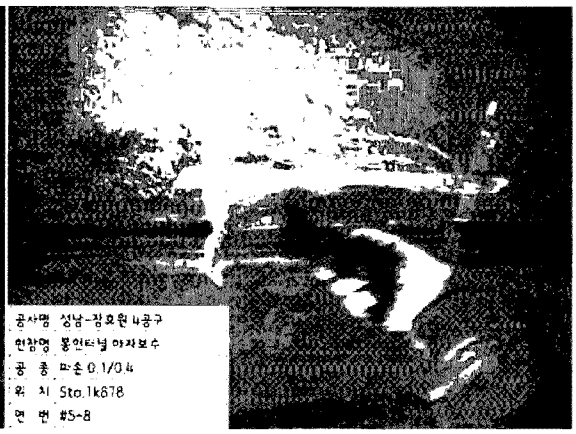


< 신축이음 전경 >

< STA.1km680 신축이음 상태 양호 >



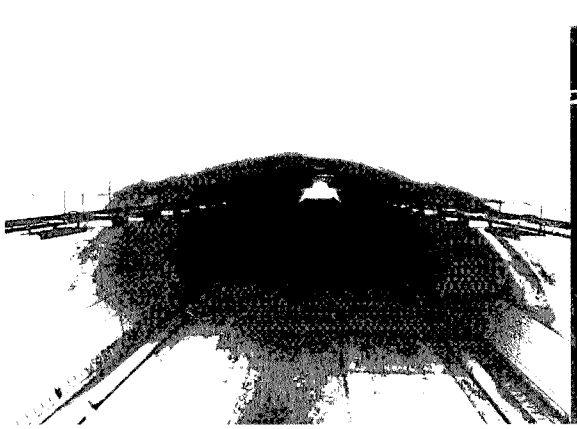
< STA.1km878 신축이음부 파손 상태 >



< 파손 보수 완료 >

라. 바닥부(포장부)

터널 바닥부는 콘크리트 포장으로 시공된 상태이며, 함몰, 단차 및 요철 등 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.



< 콘크리트 포장 상태 양호>



< 콘크리트 포장 상태 양호>

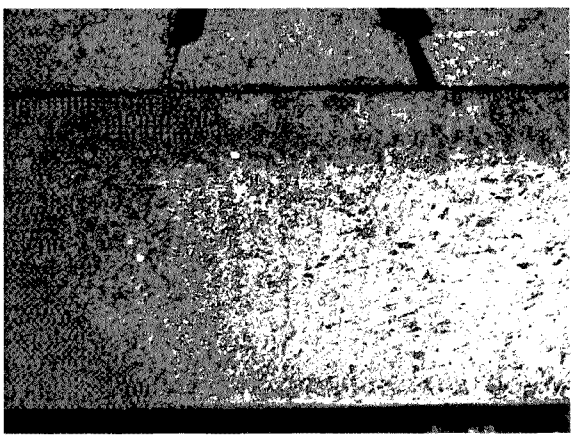
마. 공동구 및 배수시설

터널 내 좌·우측벽체 하단부에 공동구가 시공되어있으며 도로부 노면배수를 위해 도로 양쪽 가장자리에 배수구가 설치되어 있다.

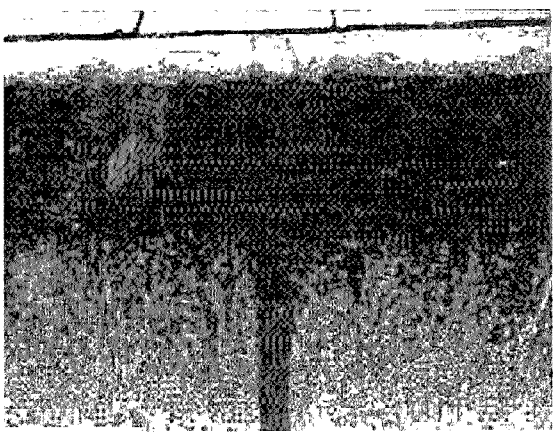
외관조사결과 공동구에는 일부 균열이 발생된 상태이며, 배수구에는 이물질이 퇴적되어 있는 상태인 것으로 확인되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수, 이물질 제거를 완료한 것으로 확인되었다.

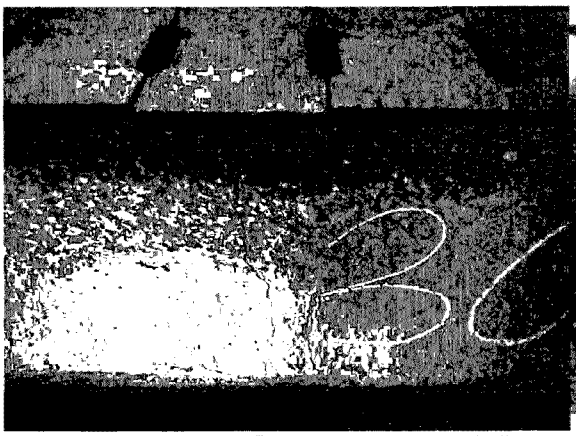
구 분	손상 내용	합계	단위	비고
공동구 및 배수 시설	균열(0.3mm미만)	6.5/16	m/ea	보수 완료



< STA.1km714 좌측 공동구 균열 상태 >



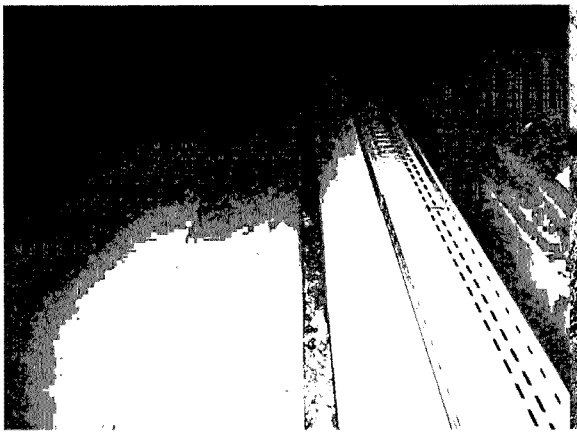
< 균열 보수 완료 >



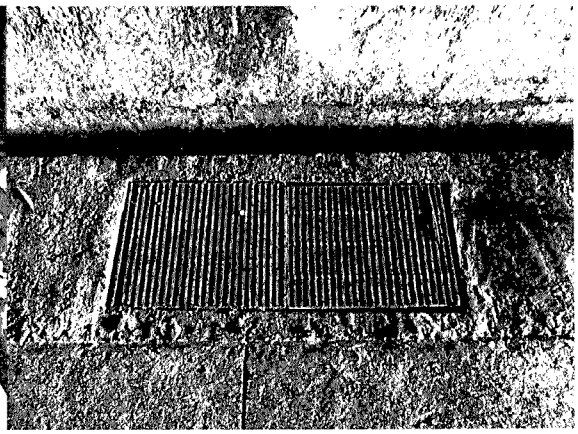
< STA.1km916 우측 공동구 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >



< STA.1km850 좌측 배수구내
이물질 퇴적 상태 >



< 이물질 제거 완료 >

1.3 재료 시험

1.3.1 재료 시험 현황

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 품질상태와 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험, 철근배근탐사 을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.

1.3.2 콘크리트 강도 시험

가. 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과

측정위치	평균치	신뢰 범위	재평균 (R)	타격 각도 (°)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_0)	압축강도 (MPa)		재령 계수 (α)	보정 압축강도 (MPa)		비고
							재료 학회	건축 학회		재료 학회	건축 학회	
STA.1k+755 천정	50.4	40.3~60.4	50.4	90	-3.10	47.3	42.0	43.6	0.63	26.5	27.5	
STA.1k+895 천정	50.8	40.6~61.0	50.8	90	-3.10	47.7	42.6	43.9	0.63	26.8	27.7	
평 균										26.7	27.6	

나. 반발경도법에 의한 압축강도 평가 및 고찰

1) 압축강도 평가

측정위치	측정강도(A)		설계기준 강도(B)	A/B*100		비 고
	재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
콘크리트 라이닝	26.7 MPa	27.6 MPa	24 MPa	111.3 %	115.0%	

2) 고찰

콘크리트 비파괴강도 측정을 시행한 결과, 콘크리트라이닝의 추정강도는 26.7~27.6MPa로 측정되어 설계기준 강도인 24.0MPa이상으로 확인되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석된다.

1.3.3 철근배근 탐사

가. 철근배근 측정

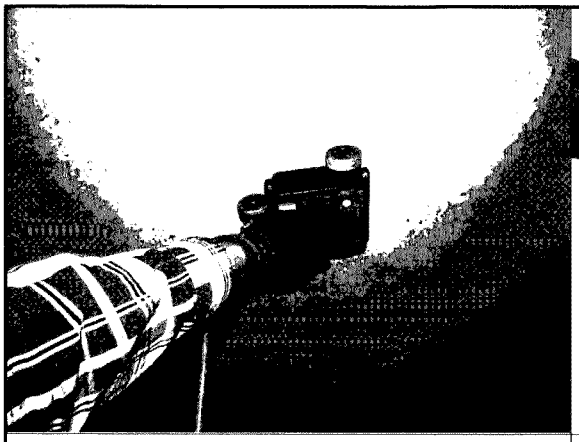
측정위치	배근종류	설 계(mm)		측 정(mm)		비 고
		간격	피복두께	간격	피복두께	
STA.1k+675 천정	종방향철근	145	89.5	143	92	
	횡방향철근	150	70.5	156	70	
STA.1k+910 천정	종방향철근	145	89.5	149	90	
	횡방향철근	150	70.5	150	71	
STA.1k+916 천정	종방향철근	145	89.5	154	94	
	횡방향철근	150	70.5	151	71	

나. 고찰

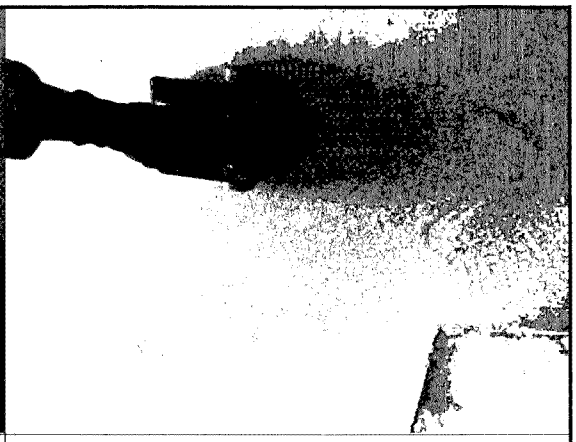
Oko-2 Georadar를 이용하여 철근배근탐사를 시행하였으며, 측정 결과 철근배근 간격, 피복두께는 설계치를 만족하는 것으로 확인되어 철근의 배근 상태는 양호한 것으로 측정된다.



STA.1k+755 천정부 반발경도 측정	STA.1k+895 천정부 반발경도 측정



STA. 1k+675
천정부 철근배근탐사 시험



STA. 1k+910
천정부 철근배근탐사 시험

1.3.4 재료시험 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="2">종 류</th><th>결 과</th><th>검 토</th></tr>
<tr><td>콘크리트 강도 시험</td><td>반발 경도법</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th colspan="4">측정강도(A)</th><th rowspan="2">설계 기준 강도 (B)</th><th colspan="2">A/B*100</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th colspan="2">재료학회</th><th colspan="2">건축학회</th><th>재료 학회</th><th>건축 학회</th></tr>
<tr><td>STA. 1k+755 천정</td><td>26.5</td><td>MPa</td><td>27.5</td><td>MPa</td><td rowspan="2">24 MPa</td><td>110.4%</td><td>114.6%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA. 1k+895 천정</td><td>26.8</td><td>MPa</td><td>27.7</td><td>MPa</td><td>111.7%</td><td>115.4%</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>콘크리트 강도 양호한 상태임</td></tr>
<tr><td colspan="2">철근 배근 탐사 시험</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th rowspan="2">배근종류</th><th colspan="2">설 계(mm)</th><th colspan="2">측 정(mm)</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>간격</th><th>피복두께</th><th>간격</th><th>피복두께</th></tr>
<tr><td rowspan="2">STA. 1k+675 천정</td><td>종방향철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>143</td><td>92</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>156</td><td>70</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA. 1k+910 천정</td><td>종방향철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>149</td><td>90</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>150</td><td>71</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA. 1k+916 천정</td><td>종방향철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>154</td><td>94</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>151</td><td>71</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>철근배근 양호한 상태임</td></tr>
</table>

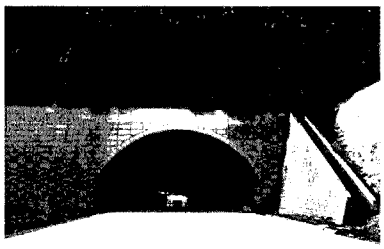
1.4 G.P.R 탐사

1.4.1 개요

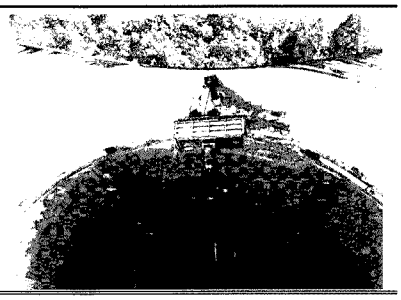
본 G.P.R 탐사는『성남-장호원 도로건설공사』제4공구 봉현터널 성남방향에 대해 초기점검 용역의 본선 터널구간에 대해 콘크리트 라이닝 경계부 공동 유무 및 두께 등 시공 적정성을 파악하여 향후 유지관리 효용성과 구조물의 안정성 증진을 위한 기초자료를 제공하기 위해 실시하였다.



시점전경



종점전경



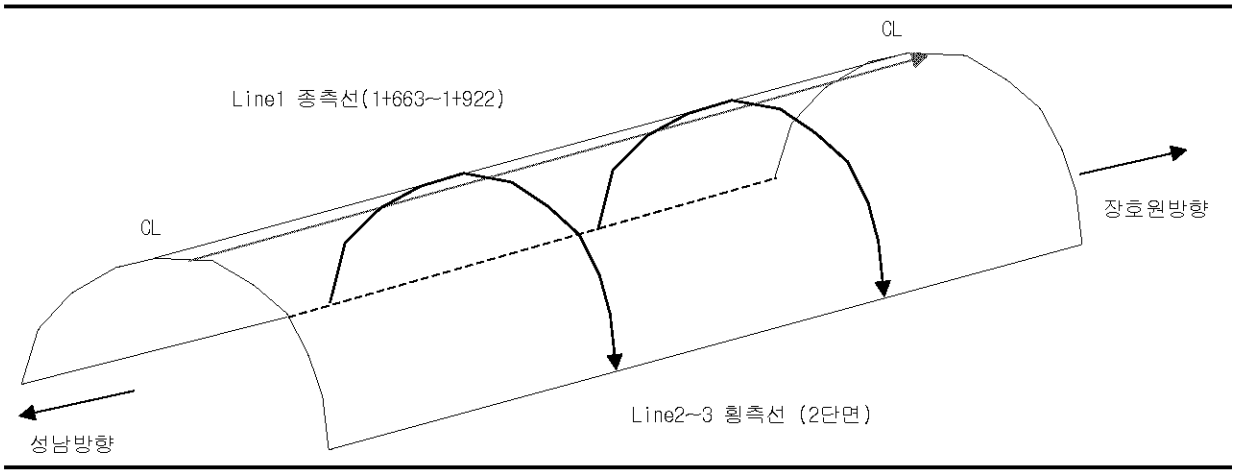
탐사전경

1.4.2 탐사측선 선정

본 G.P.R 탐사측선은 시점(STA.1+663)인 성남방향에서 종점(STA.1+922)인 장호원방향(터널의 천단부 및 아치부에 대해)으로 종·횡방향탐사(∑L=약 275m, 3측선)를 실시하였으며, 본 탐사에 적용된 측정안테나의 중심파수는 약 400~900㎒ 대역 2종을 사용하였다.

<표 1.4.1> G.P.R 탐사측선

구분	측선	대상	탐사구간(STA)	탐사연장	비고
봉현터널 성남방향	종방향	천단부	1+663~1+922(S2~S28)	약 259m	
	횡방향	천단부	S7, S20	약 16m (8m/1회)	
누 계			∑L=약 275m(3측선)		



<그림 1.4.1> 탐사 측선도

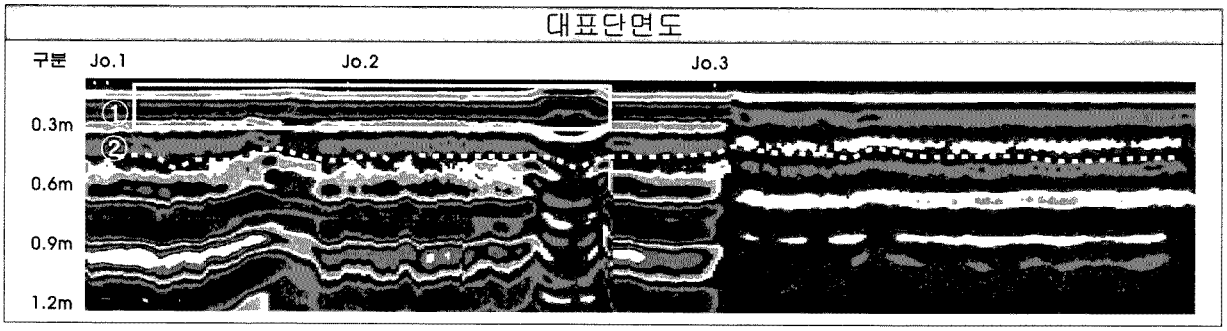
1.4.3 G.P.R 탐사결과

가. 개착구간

개착구간에서 조사된 수직철근은 약 @110~140mm【(dc:80~100mm,) (설계:약 @125mm, dc:80mm)】이며, 수평철근은 약 @135~160mm【(dc:80~105mm), (설계:약 @150mm, dc:80mm)】로서, 콘크리트 라이닝 두께는 약 420~500mm 내외의 적정한 상태로 분석되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복(dc)	간격	피복(dc)		
Open Cut 구간	개착 구간	1+663~1+685	125(수직)	80	110~140	80~95	약 22	양호
			150(수평)	80	135~160	80~100		
		1+919~1+922	125(수직)	80	110~135	80~100	약 3	양호
			150(수평)	80	140~160	80~105		

○ 대표단면분석(개착부시점),(Jo.1~Jo.3)



구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @150mm, d:80~100mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:420~500mm 내외	건전

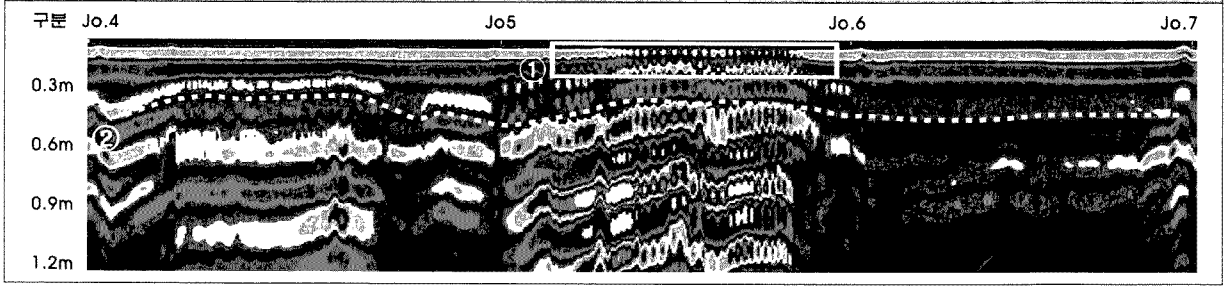
나. PD5~6 암질구간(보강철근구간)

본 구간은 풍화암과 풍화토를 기반암으로 하는 Patten 5~6 구간의 보강철근 구간으로서, 수직철근은 약 @140~165mm【(dc:50~80mm,) (설계:@150mm, dc:50mm)】이며, 수평철근은 약 @130~170mm【(dc:50~90mm), (설계:@147mm, dc:50mm)】내외로서 콘크리트 라이닝 두께는 약 400~550mm 가량으로 조사되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복(dc)	간격	피복(dc)		
NATM 구간	PD-5	1+705~1+725	150(수직)	50	142~160	50~75	약 20	양호
			147(수평)	50	137~158	50~75		
		1+872~1+899	150(수직)	50	142~156	50~75	약 27	양호
			147(수평)	50	135~165	50~70		
	PD-6	1+685~1+705	150(수직)	50	140~160	50~80	약 20	양호
			147(수평)	50	130~168	50~90		
		1+899~1+919	150(수직)	50	145~165	50~80	약 20	양호
			147(수평)	50	135~170	50~85		

○ 대표단면분석(PD-6), (Jo.4~Jo.7)

대표단면도



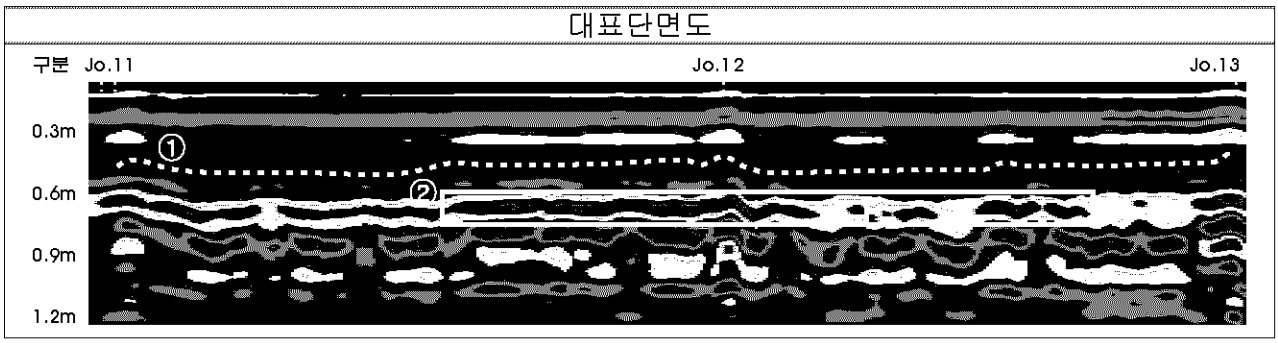
구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @150mm, d: 50~90mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:400~550mm 내외	건전

다. PD2~6 암질구간(지보구간)

본 구간은 보통암, 연암, 풍화암 및 풍화토질의 PD2~6(∑L=234m)의 구간으로서 지보시공간격은 약 C.T.C 0.7~1.7m이며, 설치심도는 약 410~650mm 가량으로서 전반적으로 설계도서의 구간별 시공패턴에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	시공연장 (m)	설계간격 (m)	조사치(m)		비고
					조사간격	설치심도	
NATM 구간	PD-2	1+745～1+765 외 1구간	약 107	1.5	1.2～1.7	0.4～0.6	L=약 234m
	PD-3	1+725～1+745 외 1구간	약 40	1.2	1.0～1.5	0.4～0.6	
	PD-5	1+705～1+725 외 1구간	약 47	0.8	0.8～1.0	0.4～0.6	
	PD-6	1+685～1+705 외 1구간	약 40	0.8	0.7～1.0	0.4～0.6	
결과	C.T.C : 약 0.7～1.7m 내외 / d : 약 410～650mm 내외						
	지보재 시공간격 및 설치심도의 시공성은 적정한 것으로 분석됨						

○ 대표단면분석(PD-2), (Jo.11～Jo.13)



구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:410~500mm 내외	건전
② 지보구간	C.T.C 약 1.2~1.7m(d:600mm내외)	건전

라. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

본선 NATM 구간의 2차 콘크리트 라이닝 경계부에 발생한 이상구간(공동)은 조사되지 않은 상태로 분석되었으며, 콘크리트 라이닝 두께는 각 시공 패턴별 설계두께 【PD-2～6(400mm)】를 상회(약 400～550mm내외)하는 수준으로 조사되었다.

1.4.4 고찰

본 G.P.R 탐사는 『성남-장호원 도로건설공사』 제 4 공구 봉현터널 성남방향에 대해 향후 유지관리 효용성과 구조물의 안전성 증진을 위한 기초자료를 제공하기 위해 탐사를 실시하였다.

봉현터널의 전반적인 콘크리트 라이닝 품질과 타설두께 및 각 시공패턴별 시공성은 적정한 상태이며 2차 콘크리트 라이닝 응력집중에 따른 균열 등 내구성에 영향을 미치는 영향은 미약할 것으로 분석되었다.

가. 개착구간

개착구간 【(시점 STA.1+663～1+685, 종점 STA.1+919～1+922), (∑L=25m)】의 보강철근은【수직: 약 @110～140mm(dc:80～100mm), 수평: 약 @135～160mm(dc:80～105mm)】이며, 콘크리트 라이닝 두께는 약 420～500mmmm 내외로서 설계도서(400mm)에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

나. PD5～6 암질구간(보강철근구간)

NATM 구간의 보강철근【수직: 약 @140～165mm(dc:50～80mm), 수평: 약 @130～170mm (dc:50～90mm)】시공상태는 양호한 상태로 분석된다.

다. PD2～6 암질구간(지보구간)

구간별 시공패턴 (PD2～6), (∑L=234m)의 지보재 시공간격은 C.T.C 약 0.7～1.7m, 설치심도는 약 410～650mm 가량으로서, 적정한 시공상태로 분석된다.

라. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

천단부의 1, 2차 콘크리트 라이닝 경계부 공동으로 추정되는 이상신호는 조사되지 않은 양호한 상태로 분석되며, 2차 콘크리트 라이닝 응력집중에 따른 균열 등 내구성에 영향을 미치는 영향은 미약할 것으로 평가된다.

구분	내용				평가
	발생개소	길이(L)	평균두께(t)	분포심도(d)	
NATM 구간 (STA.1+685～1+919)	특이사항 없음				양호

1.5 시설물의 상태평가

1.5.1 개 요

본 터널에 대한 외관조사 결과를 바탕으로 세부지침(한국시설안전공단 - 2017.01)을 이용하여 터널의 상태등급을 산정하였다. 상태평가 등급 산정은 각 길이를 환산한 가중치를 적용하여 가중산술평균 방법으로 평가하였으며, 터널 갱구부에 비탈면 또는 옹벽 등이 존재하는 경우 상태평가기준은 본 세부지침에서 설정하고 있는 상태평가기준을 각각 적용하여 실시하였다.

1.5.2 상태평가 결과

<표 1.5.1> 기본시설 - 철근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝									터널주변					결함점수 합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	철근 노출	재료 분리	탄산화 시험						
결함 점수	2.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0

결 함 지 수	0.047
상태평가등급	a

<표 1.5.2> 기본시설 - 무근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝							터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화				배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리						
결함 점수	1.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	1.43

결 함 지 수	0.042
상태평가등급	a

<표 1.5.3> 전체 터널의 상태평가 결과 산정

터널명	구분	결함지수	평가등급	연장(m)	연장비	결함지수× 연장비
봉현터널 성남방향 (기본 시설물)	철근콘크리트	0.047	a	25	0.097	0.005
	무근콘크리트	0.04	a	234	0.903	0.038
	Σ합 계			259	1.000	**0.04**

결 함 지 수	0.04
상태평가등급	A

본 터널의 상태등급평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설 안전공단, 2017.01)」에 의거 각 부재에 대해 각각 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 항목과 내구성 요소인 탄산화 측정치 항목을 포함하여 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 결함지수는 0.04로서 상태평가 등급은 **"A"** 등급(0 < x < 0.15)의 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었다.

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 종합평가

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되며, 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교하여 최저평가결과를 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

평가구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태평가	0.04	A	
안전성 평가	-	-	
종합평가	-	A	
종합평가 결과	봉현터널(성남방향)의 종합평가 결과 “A등급"		

1.6.2 안전등급

중구터널(상주방향)에 대한 종합평가 결과 전체 시설물에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A등급"인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

1.7 종합결론

가. 본 대상구조물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리에 위치한 터널로서 NATM형식에 총 연장 L=259.0m(시점개착:22.0m, NATM:234.0m, 종점개착:3.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)의 시설물로 안전관리에 관한 특별법상 1종 시설물에 해당되며, 각 부재에 대한 정밀 외관조사 및 재료시험을 실시하였다.

나. 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 콘크리트 라이닝에 균열, 보수부 들뜸, 신축이음부에 콘크리트 박리, 박락, 파손, 마감불량, 공동구에 균열, 배수구에 이물질퇴적 등의 손상이 발생되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 대부분 완료된 것으로 확인되었다.

다. 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 품질 상태는 양호한 것으로 판단된다.

라. 점검대상 터널인 봉현터널(성남방향)에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, G.P.R 탐사결과 철근보강 상태 및 라이닝 두께는 설계치를 대체로 만족하는 것으로 확인되었으며, 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간은 없는 것으로 조사되었다.

마. 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 “A등급”으로 분석되어 봉현터널(성남방향)은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 것으로 평가되었다

바. 향후 터널의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 지속적인 유지관리가 요구된다.

구분	균열폭	보수방안	비고
균열	0.3㎜미만	표면보수	
	0.3㎜이상	주입보수	
보수부 들뜸, 마감불량	-	표면보수	
박리, 박락, 파손	-	단면복구	
거푸집 미제거	-	제거	
이물질퇴적	-	제거	

제2장 봉현터널(장호원방향)

2.1 시설물 현황

2.2 외관조사

2.3 재료시험

2.4 GPR 탐사

2.5 시설물의 상태평가

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

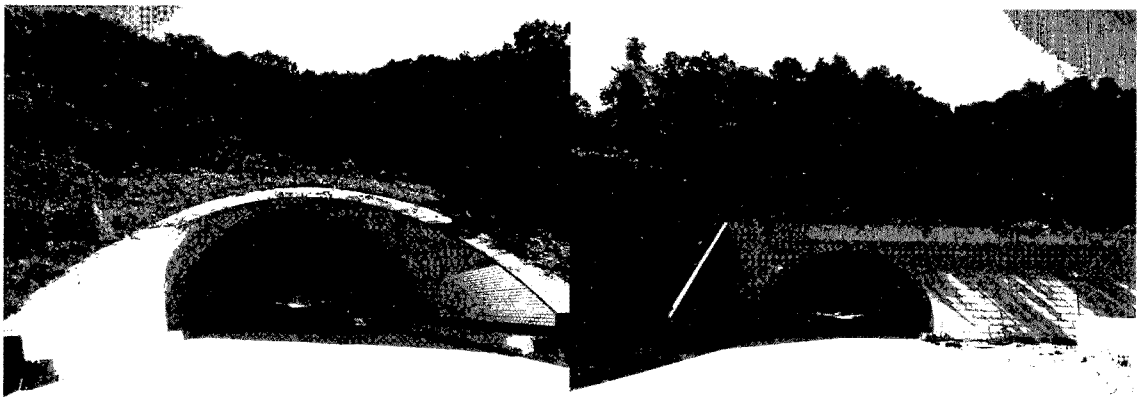
2.7 종합결론

제 2 장 봉현터널(장호원방향)

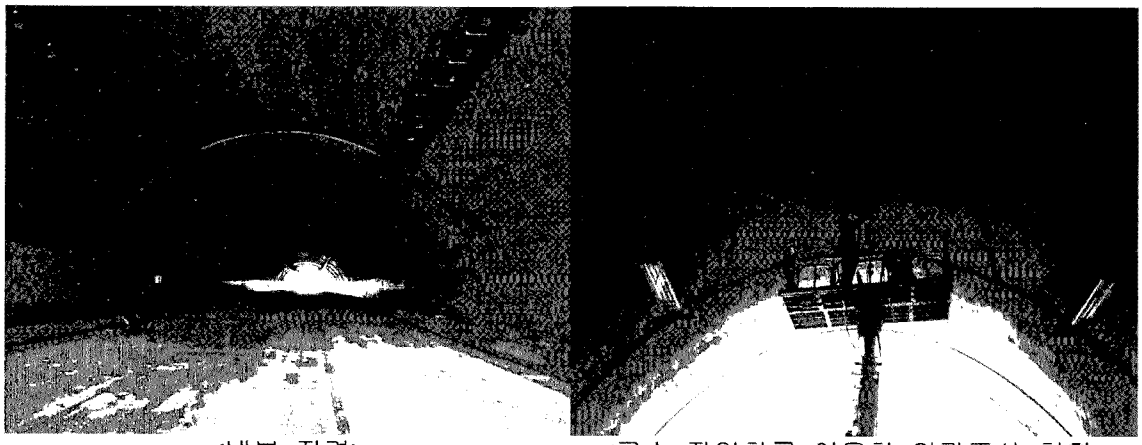
2.1 시설물 현황

2.1.1 개요

본 시설물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리에 위치한 터널로서 총연장 L=259.0m (시점개착:34.0m, NATM:222.0m, 종점개착:3.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)로 구성되어 있다. 상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 터널부재 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 본 시설물의 터널 천정부 높이는 약 9m로 고소 작업차를 이용하여 외관조사를 수행하였다.



<시점 전경> <종점 전경>

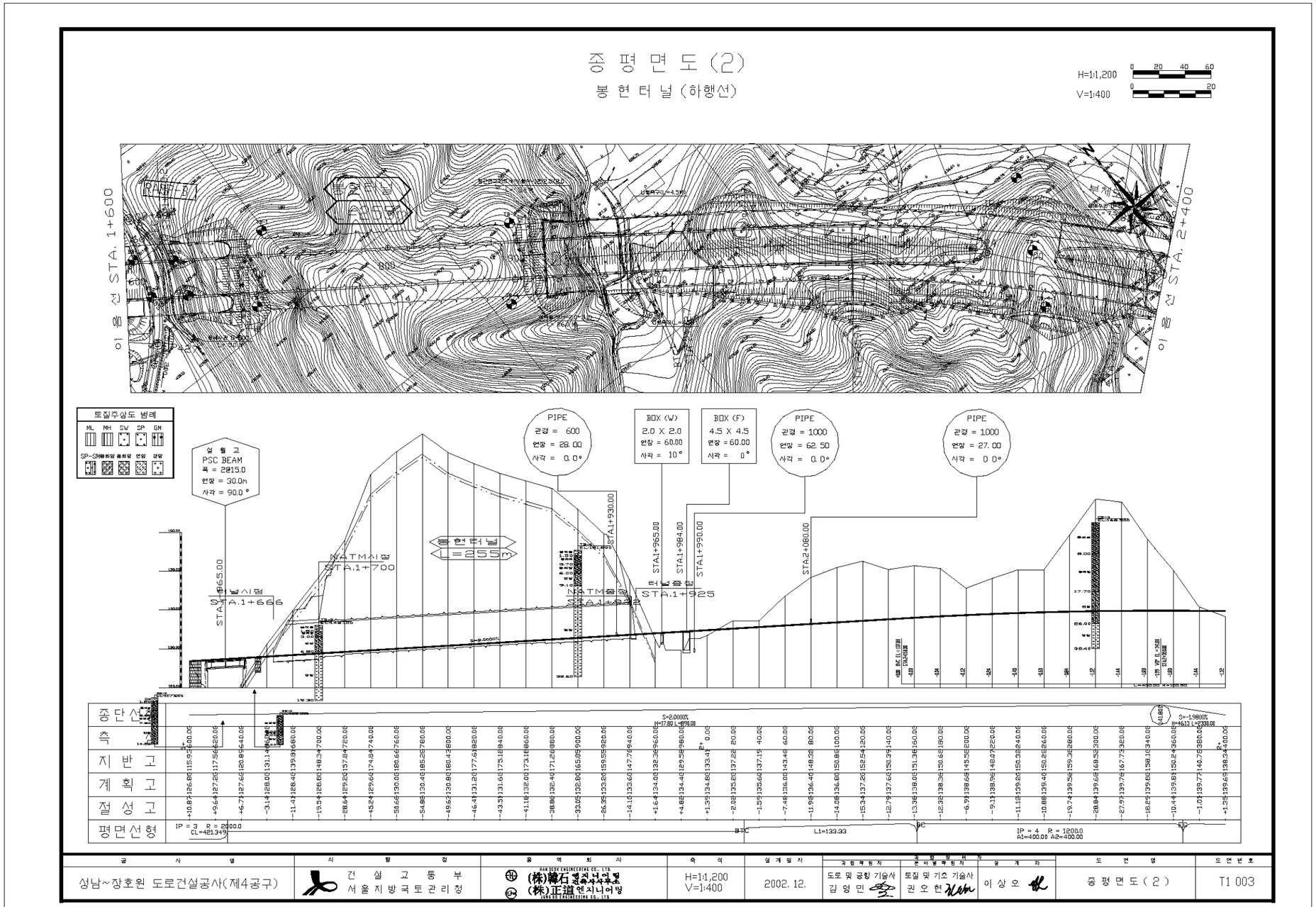


<내부 전경> <고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>

<표 2.1.1> 대상구조물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>봉현터널(장호원방향)</td><td>시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017년 12월</td><td>관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="3">경기도 광주시 곤지암읍 봉현리</td></tr>
<tr><td colspan="2">터널형식</td><td>NATM</td><td>노선명(이정)</td><td>성남~장호원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제원</td><td>연장</td><td colspan="3">L = 259.0m(시점개착:34.0m, NTAM:222.0m, 종점개착:3.0m)
시점 : STA.1km666.000, 종점 : STA.1km925.000</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="3">B = 14.519m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td colspan="3">H = 9.002m</td></tr>
<tr><td colspan="2">갱문형식</td><td>시점 : 원통절개식
종점 : 면벽식</td><td>종단경사</td><td>(+)2.0%</td></tr>
<tr><td colspan="2">환기방식</td><td>자연환기</td><td>편경사</td><td>2.0%</td></tr>
</table>

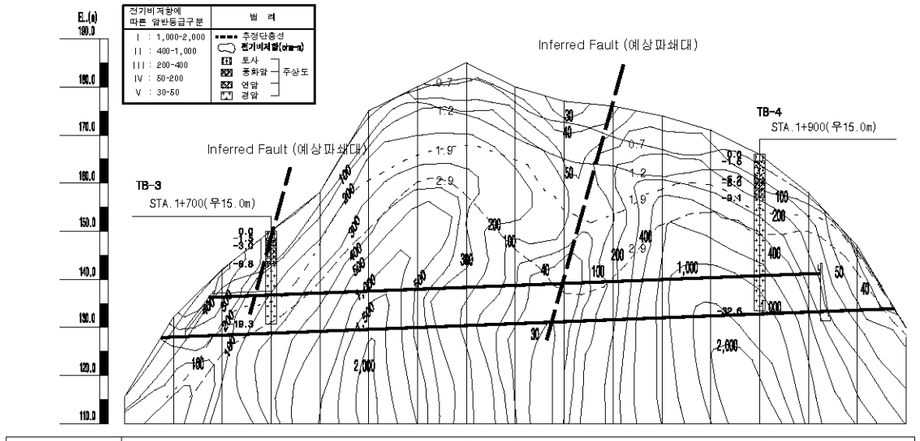
2.1.2 관련도면



<그림 2.1.1> 종평면도

지보패턴 개요도 (2)

장 호 원 방 향 (하행선)



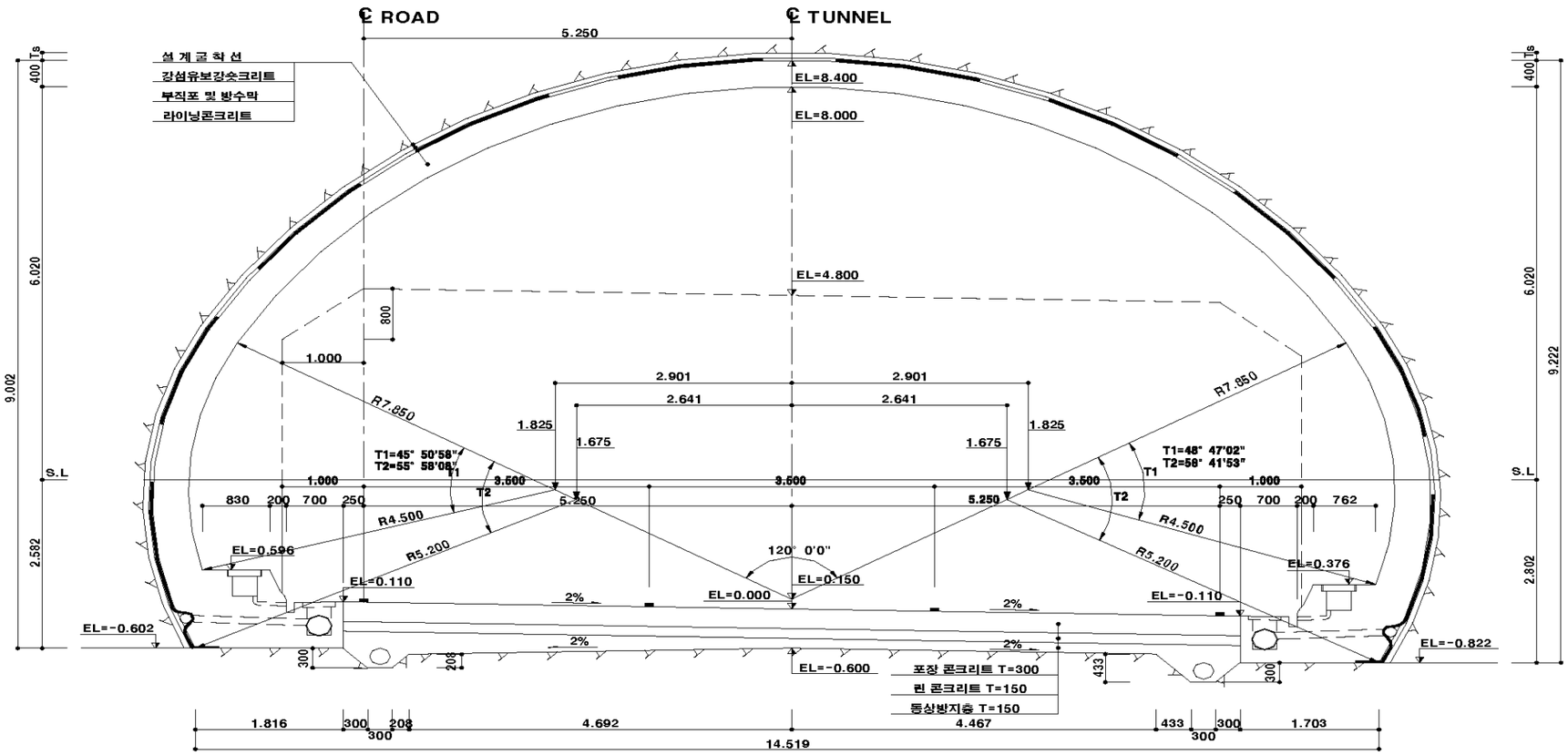
측 점	1+640.00	660.00	680.00	700.00	720.00	740.00	760.00	780.00	800.00	820.00	840.00	860.00	880.00	900.00	920.00	940.00	960.00
탄성파 탐사			0.7~1.2	1.2~1.9	1.9~2.9						2.9~4.2						
암반상태평가				3~14	14~28	28~49		49~76			28~49		49~76			28~49	
비 고				극히불량	극히불량 매우불량	매우불량 ~ 불량		불량~양호			매우불량 ~ 불량		불량~양호			매우불량 ~불량	
전기비저항	400~1,000	200~400	50~200	200~400	400~1,000	1,000~2,000	600~1,000	200~400	60~200	30~60	200~400	50~200	400~1,000	1,000~2,000	600~1,000	200~400	60~200	50~60
암반등급			III (10m)	IV (15m)	III (20m)	II (16m)	I (9m)	II (16m)	III (17m)	IV (14m)	V(30m)	IV (12m)	III (10m)	II (12m)	I(39m)	II (17m)	III (8m)	IV (14m)	V (13m)
비 고						고비저항 분포 양호한암반상태					저비저항이상대 (추정단층)			양호한암반상태				

구간별 지보 TYPE	측점(STA.)	1+ 666	700	720	740	770	785	800	835	845	855	875	902	922	925
	지보 TYPE		개착터널	VI	IV	II	III	IV	V	IV	III	II	V	VI	개착터널
	연장 (m)		34	20	20	30	15	15	35	10	10	20	27	20	3

공사명	시행청	담당회사	축척	설계일자	관리책임자	책임기술자	설계자	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 건축사사무소 / (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초 기술사 권 오 현	이 상 오	지보패턴 개요도 (2)	T1 007

<그림 2.1.2> 지보패턴개요도

표 준 단 면 도 (1)



숏크리트 치수표

지 보 패 턴	숏트리트 두께(mm)	비 고
TYPE-1	80	일 반
TYPE-2	120	강 섬 유
TYPE-3	120	강 섬 유
TYPE-4	160	강 섬 유
TYPE-5	160	강 섬 유
TYPE-6	200	강 섬 유

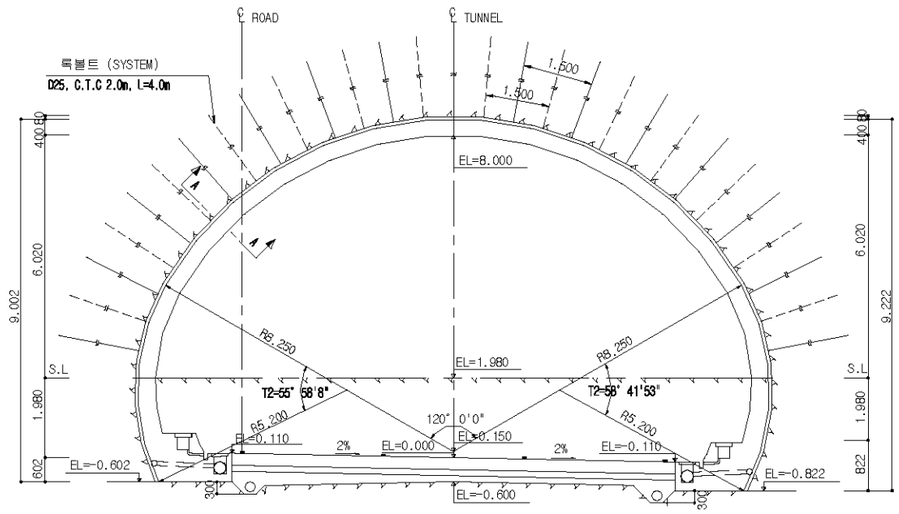
NOTE
1. 숏크리트 두께 TS는 지보패턴에 따라 변화시켜야 한다.
2. 침배수관 PVC PIPE φ50과 φ100은 시점부에서 3M를 이격하여 배치토록하며 평면상에서 동일지점에 설치되지 않도록한다.
3. 터널 하부에서 발생되는 용수가 포장층으로 침투되지 않도록 선택층을 지하배수공(파형이면도감관 φ250)으로 유도처리토록 한다.

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	책임기술자	공동기술자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	(株)韓石 (株)正道	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초기술사 권 오 현	이 상 오	표 준 단 면 도 (1)	T1 011

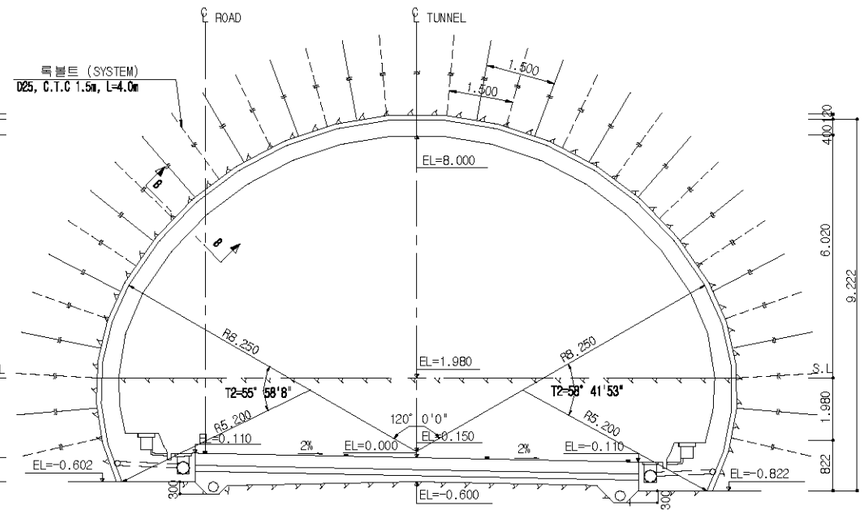
<그림 2.1.3> 표준단면도 (1)

표 준 지 보 공 도 (1)

TYPE-1

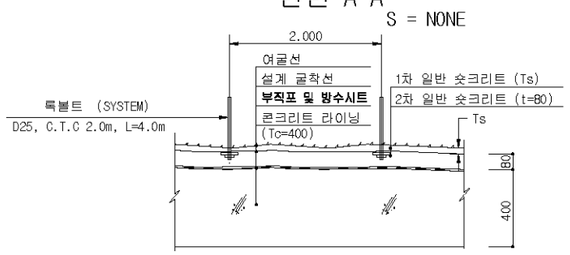


TYPE-2



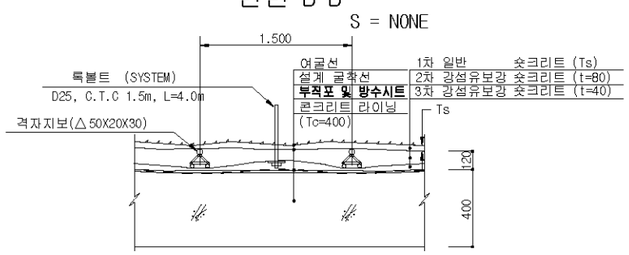
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

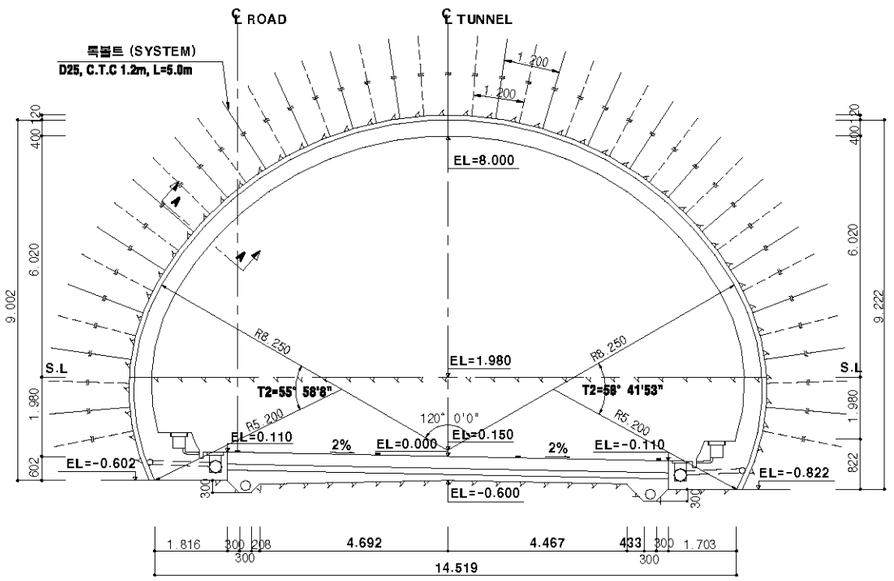
구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (㎡)			록볼트 (EA) L=4.000m		방수시트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (㎥)	비 고
	설계굴착		여 굴		계								
	상 부	하 부	상 부	하 부		상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
TYPE-1	78.403	41.528	2.251	0.556	122.737	3.438	0.803	4.241	5.750	1.500	28.839	11.289	
TYPE-2	79.298	41.751	2.266	0.556	123.871	3.170	0.742	3.912	7.667	4.000	28.839	11.289	

공사명	시행청	용역회사	축척	설계일자	설계책임자	분야별책임자	설계자	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	㈜韓石 엔지니어링 종합건축사사무소 / (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초 기술사 권 오 현	이 상 오	표준 지보공도 (1)	T1 013

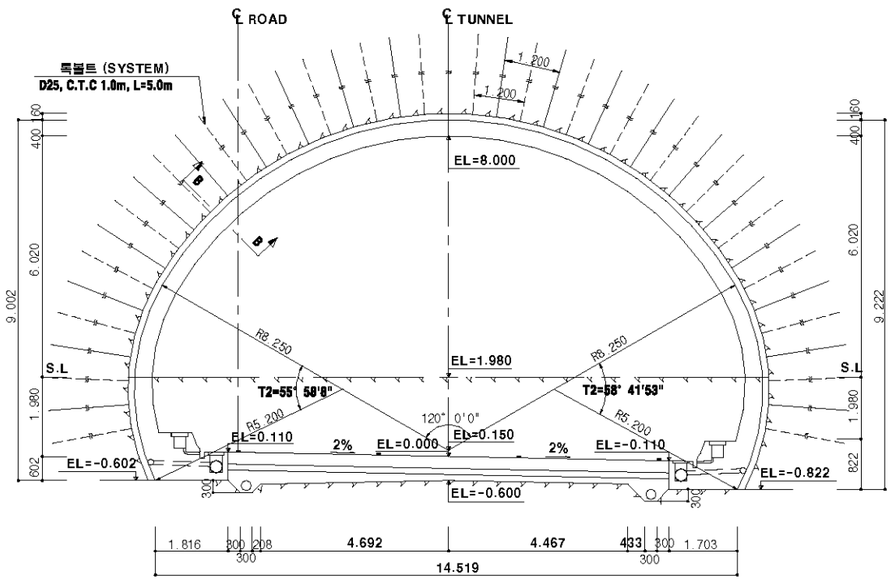
<그림 2.1.4> 표준지보공(1)

표준지보공도(2)

TYPE-Ⅲ

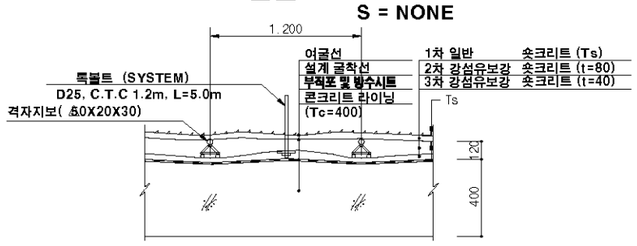


TYPE-4



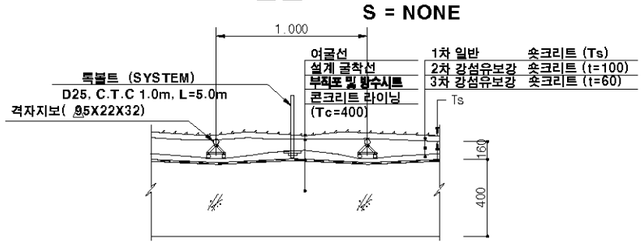
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

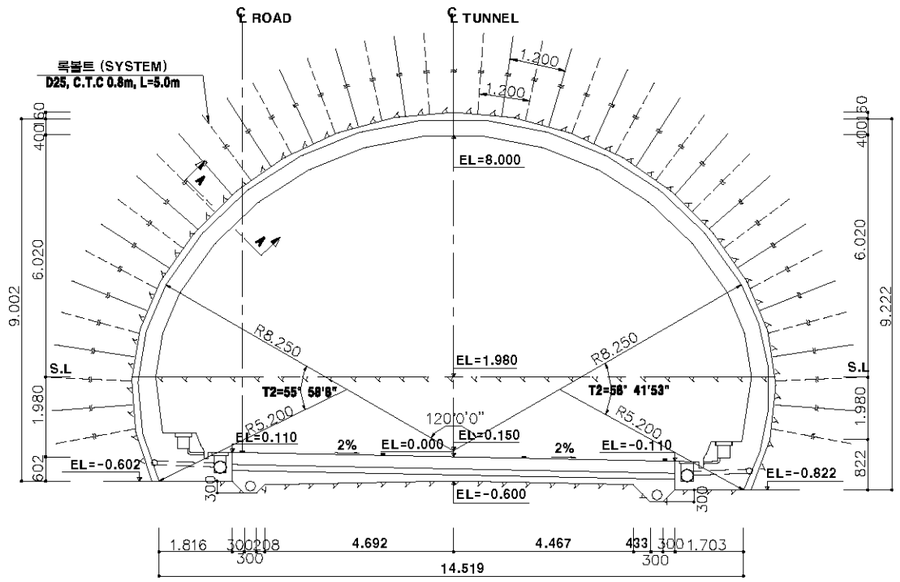
구 분	굴 착 (m³)					숏크리트 (m³)			록볼트 (EA) L=5.000m		방수시트 (m²)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (m³)	비 고
	설계굴착		여 굴		계								
	상 부	하 부	상 부	하 부		상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
TYPE-3	79.298	41.751	3.409	0.833	125.291	3.182	0.741	3.923	12.083	5.833	28.915	11.922	
TYPE-4	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	14.500	7.000	28.992	12.557	

공사명	시행청	용역회사	축척	설계일자	책임기술자	설계책임자	설계자	도면명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건설교통부 서울지방국토관리청	(株)韓石 정종수사무소 / (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김영민	토질 및 기초 기술사 권오현	이상오	표준 지보공도 (2)	T1 014

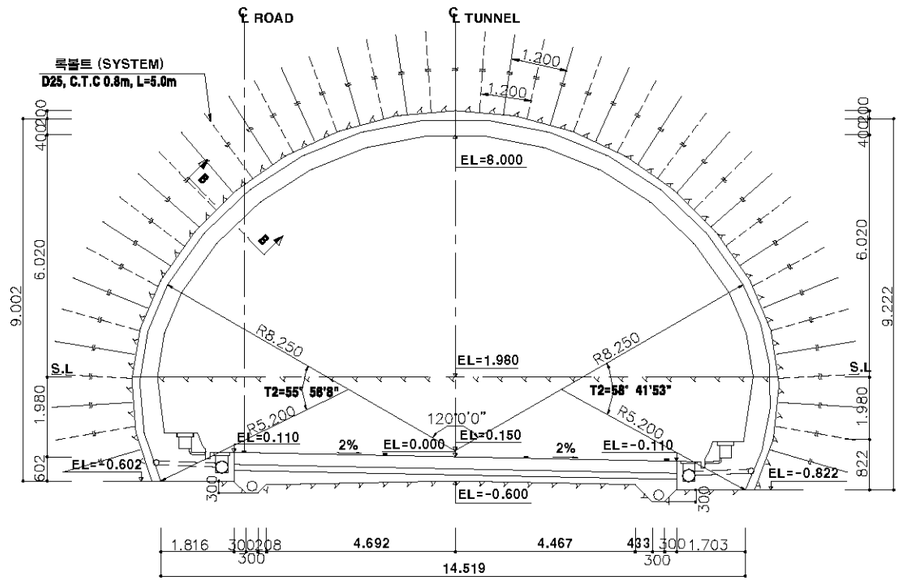
<그림 2.1.5> 표준지보공(2)

표준지보공도(3)

TYPE-5

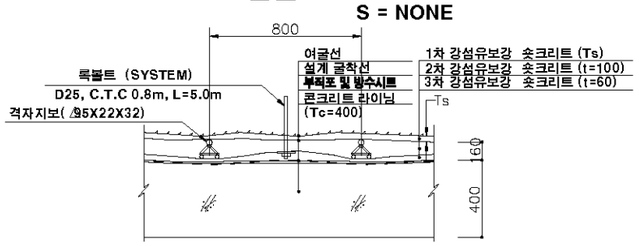


갱구부 보강구간



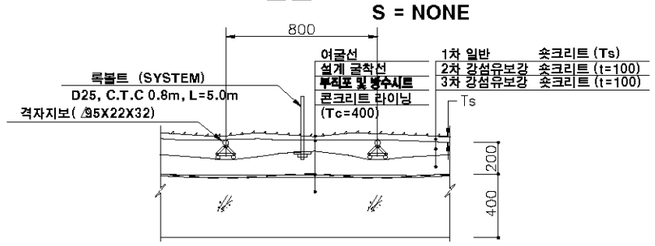
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (㎥)			록 볼 트 (EA)		방 수 시 트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (㎥)	비 고
	설계굴착		여 굴		계				L=5.000m				
	상부	하부	상부	하부		상부	하부	계	상 부	측 벽			
TYPE-5	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	18.125	8.750	28.992	12.557	
TYPE-6	81.109	42.195	4.610	1.110	129.024	2.731	0.616	3.347	18.125	10.000	28.992	12.557	

공 사 명	시 행 청	용 역 회 사	축 척	설계일자	책임기술자	분야별책임자	설 계 자	도 면 명	도면번호
성남~장호원 도로건설공사(제4공구)	건 설 교 통 부 서울지방국토관리청	(株)韓石 엔지니어링 (株)正道엔지니어링	H=1:1,200 V=1:400	2002. 12.	도로 및 공항 기술사 김 영 민	토질 및 기초 기술사 권 오 현	이 상 오	표준 지보공도 (3)	T1 015

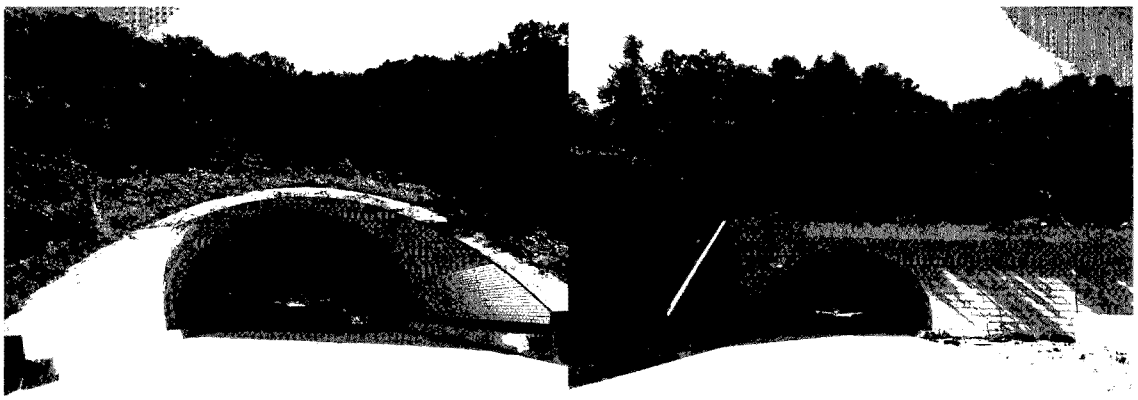
<그림 2.1.6> 표준지보공(3)

2.2 외관조사

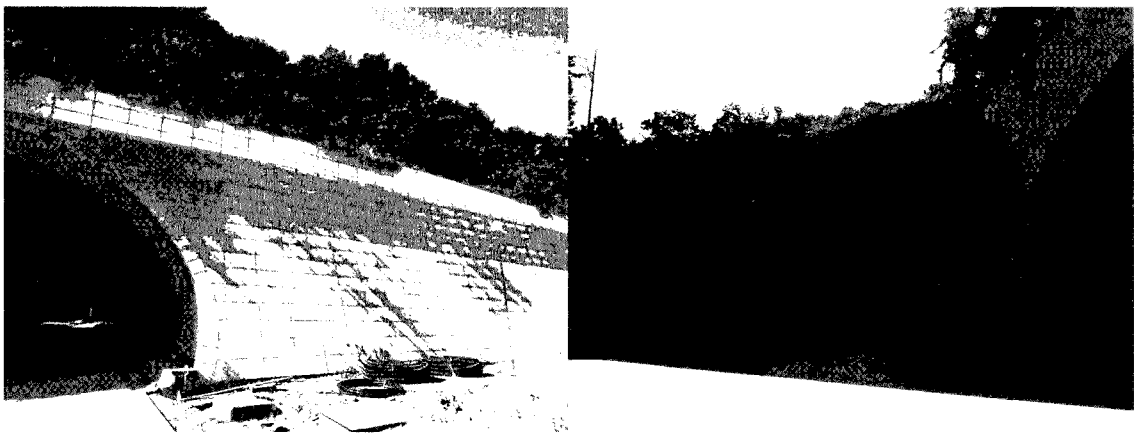
2.2.1 상세외관조사

가. 시·종점부 갱문

본 터널의 시점 갱문형식은 원통절개식, 종점 갱문형식은 면벽식으로 시공된 상태이며, 외관조사결과 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.



< 시점갱문 상태 양호 > < 종점갱문 상태 양호 >



< 종점갱문 면벽 상태 양호 > < 종점갱문 날개벽 상태 양호 >

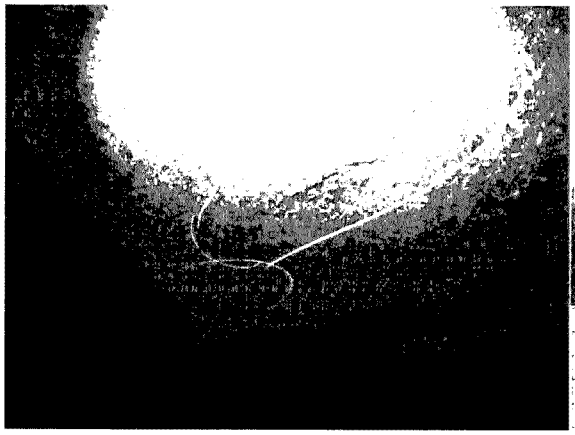
나. 콘크리트 라이닝

콘크리트라이닝은 두께가 40㎝이고 지보패턴별로 Ⅰ~Ⅳ는 무근으로, Ⅴ 및 갱구부 보강구간은 철근콘크리트로 시공되어 있다.

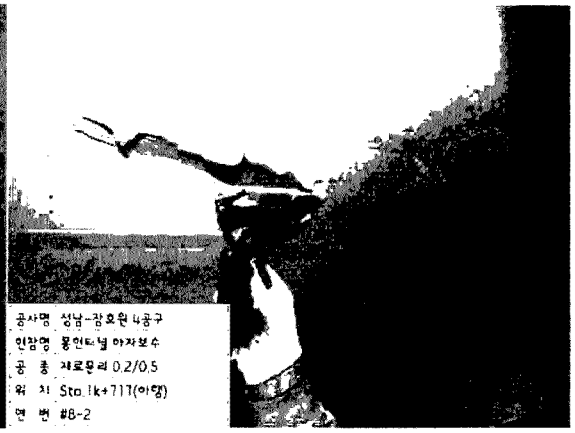
외관조사결과 콘크리트라이닝의 누수, 백태는 발생되지 않았으나, 일부 구간에 균열, 망상균열, 재료 분리, 보수부 들뜸 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수는 대부분 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
천정부	균열(0.3㎜미만)	6.0/15	m/ea	
	균열(0.3㎜이상)	32.0/4	m/ea	보수 완료
	망상균열	2.25/1	㎡/ea	
	재료분리	0.1/1	㎡/ea	
	보수부 들뜸	40.0/5	m/ea	
벽체	균열(0.3㎜미만)	0.3/1	m/ea	



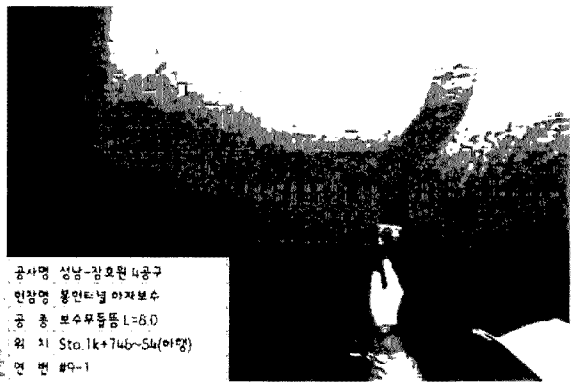
< STA.1km717 천정부 균열 상태 >



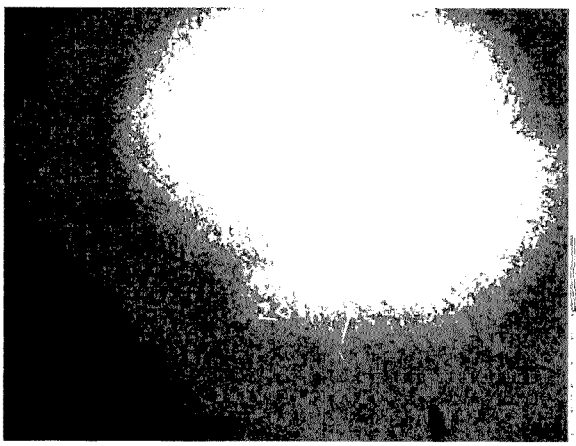
< 균열 보수 완료 >



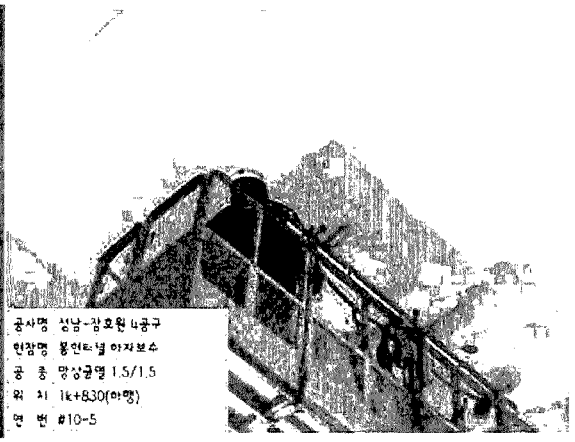
< STA.1km746 천정부 종방향 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >



< STA.1km830 천정부 망상 균열 상태 >



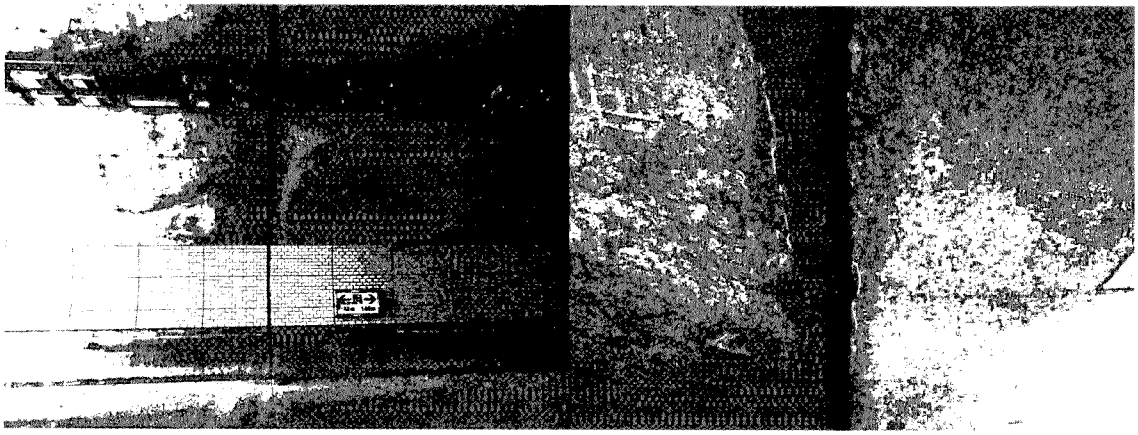
< 망상균열 보수 완료 >

다. 신축이음부

신축이음부는 NATM구간 9m간격으로 시공되어 있으며, 실란트 시공상태는 양호하나 일부 구간 신축이음 주변에 소규모 콘크리트 파손이 발생되어 있는 상태이다.

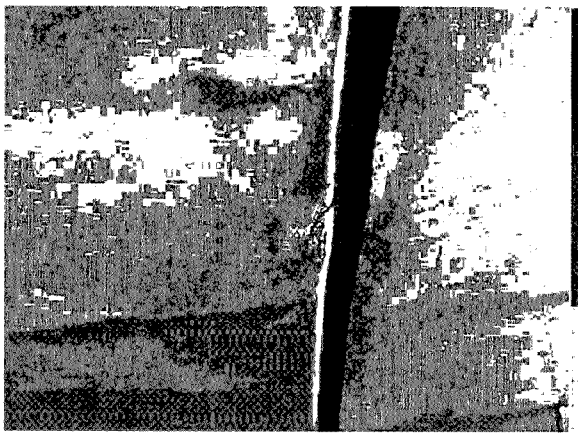
- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
신축이음부	파손	0.045/3	㎡/ea	보수완료

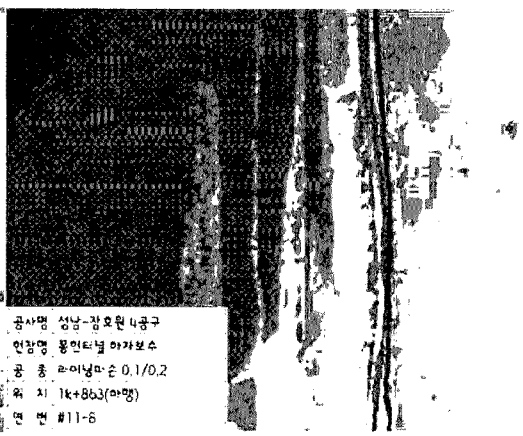


< 신축이음 전경 >

< STA.1km692 신축이음 상태 양호 >



< STA.1km863 신축이음 주변 파손 상태 >



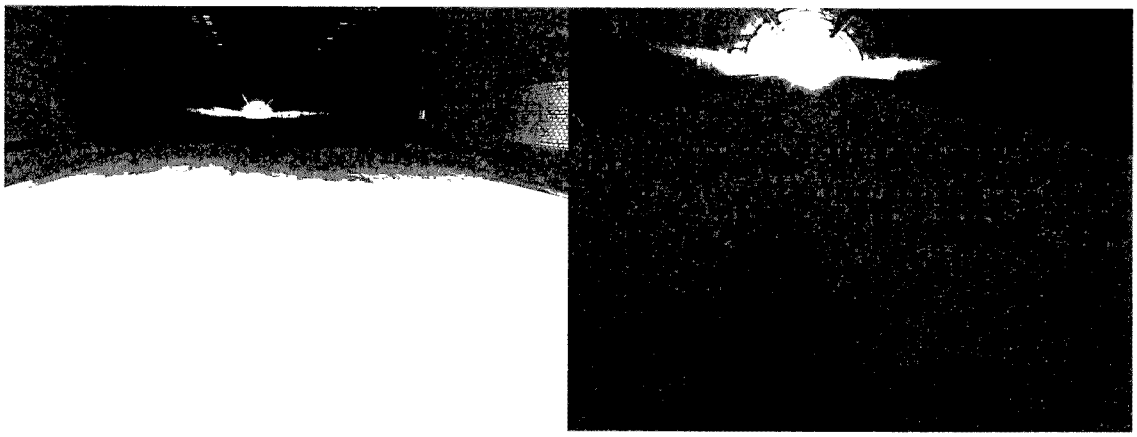
< 파손 보수 완료 >

라. 바닥부(포장부)

터널 바닥부는 콘크리트 포장으로 시공된 상태이며, 함몰, 단차 및 요철 등은 조사되지 않았으나, STA.1km690 지점에 콘크리트 포장 파손이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
바닥부	파손	0.02/1	㎡/ea	보수완료



< 콘크리트 포장 상태 양호>

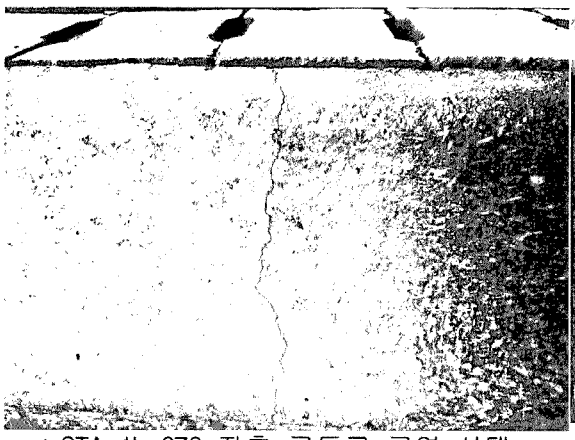
< 콘크리트 포장 상태 양호>

마. 공동구 및 배수시설

터널 내 좌·우측벽체 하단부에 공동구가 시공되어 있으며 도로부 노면배수를 위해 도로 양쪽 가장자리에 배수구가 설치되어 있다.

외관조사결과 배수구는 상태가 양호하나, 공동구에는 일부 균열이 발생된 상태인 것으로 확인되었다.

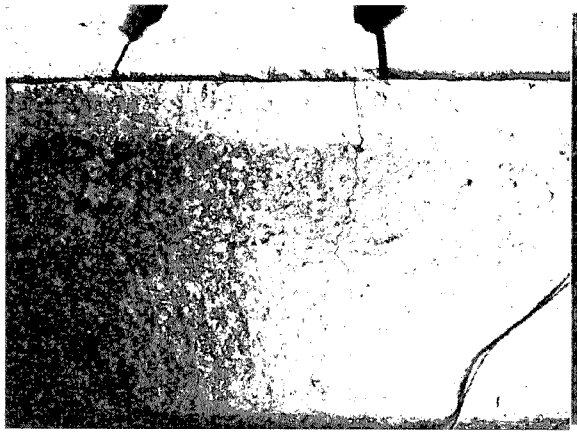
- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 완료한 것으로 확인되었다.



< STA.1km672 좌측 공동구 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >



< STA.1km920 좌측 공동구 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >

2.3 재료 시험

2.3.1 재료 시험 현황

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 품질상태와 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험, 철근배근탐사 및 탄산화 시험을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.

2.3.2 콘크리트 강도 시험

가. 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과

측정위치	평균치	신뢰 범위	재평균 (R)	타격 각도 (°)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_0)	압축강도 (MPa)		재령 계수 (α)	보정 압축강도 (MPa)		비고
							재료 학회	건축 학회		재료 학회	건축 학회	
STA.1k+830 천정	51.1	40.9~61.3	51.1	90	-3.02	48.1	43.1	44.2	0.63	27.1	27.8	
STA.1k+920 천정	51.7	41.4~62.0	51.7	90	-3.02	48.7	43.8	44.6	0.63	27.6	28.1	
평 균										27.4	28.0	

나. 반발경도법에 의한 압축강도 평가 및 고찰

1) 압축강도 평가

측정위치	측정강도(A)		설계기준 강도(B)	A/B*100		비 고
	재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
콘크리트 라이닝	27.4 MPa	28.0 MPa	24 MPa	114.2 %	116.7 %	

2) 고찰

콘크리트 비파괴강도 측정을 시행한 결과, 콘크리트라이닝의 추정강도는 27.4~28.0MPa로 측정되어 설계기준 강도인 24.0MPa이상으로 확인되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석된다.

2.3.3 철근배근 탐사

가. 철근배근 측정결과

측정위치	배근종류	설 계(mm)		측 정(mm)		비 고
		간격	피복두께	간격	피복두께	
STA.1k+672 천정	종방향철근	145	89.5	145	93	
	횡방향철근	150	70.5	150	72	
STA.1k+680 천정	종방향철근	145	89.5	148	93	
	횡방향철근	150	70.5	156	75	
STA.1k+915 천정	종방향철근	145	89.5	149	91	
	횡방향철근	150	70.5	151	75	

나. 고찰

Oko-2 Georadar를 이용하여 철근배근탐사를 시행하였으며, 측정 결과 철근배근 간격, 피복두께는 설계치를 만족하는 것으로 확인되어 철근의 배근 상태는 양호한 것으로 측정된다.

2.3.4 측정사진



STA.1k+830 천정 천정부 반발경도 측정	STA.1k+915 천정부 철근배근탐사 시험

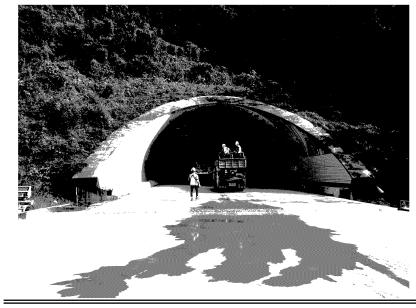
2.3.5 재료시험 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="2">종 류</th><th>결 과</th><th>검 토</th></tr>
<tr><td>콘크리트 강도 시험</td><td>반발 경도법</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th colspan="2">측정강도(A)</th><th rowspan="2">설계 기준 강도 (B)</th><th colspan="2">A/B*100</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>재료학회</th><th>건축학회</th><th>재료 학회</th><th>건축 학회</th></tr>
<tr><td>STA.1k+830 천정</td><td>27.1 MPa</td><td>27.8 MPa</td><td rowspan="2">24 MPa</td><td>112.9 %</td><td>115.8 %</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.1k+920 천정</td><td>27.6 MPa</td><td>28.1 MPa</td><td>115.0 %</td><td>117.1 %</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>콘크리트 강도 양호한 상태임</td></tr>
<tr><td colspan="2">철근 배근 탐사 시험</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th rowspan="2">배근종류</th><th colspan="2">설 계(mm)</th><th colspan="2">측 정(mm)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>간격</th><th>피복두께</th><th>간격</th><th>피복두께</th></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.1k+672 천정</td><td>종방향철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>145</td><td>93</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>150</td><td>72</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.1k+680 천정</td><td>종방향철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>148</td><td>93</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>156</td><td>75</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.1k+915 천정</td><td>종방향철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>149</td><td>91</td><td></td></tr>
<tr><td>횡방향철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>151</td><td>75</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>철근배근 양호한 상태임</td></tr>
</table>

2.4 G.P.R 탐사

2.4.1 개요

본 G.P.R 탐사는『성남-장호원 도로건설공사』제 4 공구 봉현터널 장호원방향에 대해 초기점검 용역의 본선 터널구간에 대해 콘크리트 라이닝 경계부 공동 유무 및 두께 등 시공 적정성을 파악하여 향후 유지관리 효용성과 구조물의 안정성 증진을 위한 기초자료를 제공하기 위해 실시하였다.



시점전경



종점전경



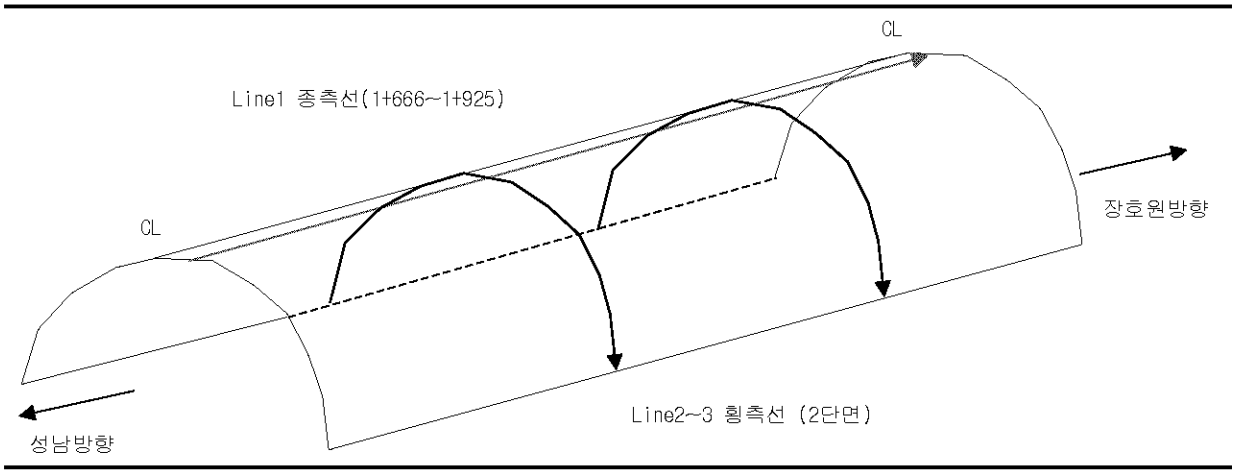
탐사전경

2.4.2 탐사측선 선정

본 G.P.R 탐사측선은 시점(STA.1+666)인 성남방향에서 종점(STA.1+925)인 장호원방향(터널의 천단부 및 아치부에 대해)으로 종·횡방향탐사(∑L=약 275m, 3측선)를 실시하였으며, 본 탐사에 적용된 측정안테나의 중심파수는 약 400~900㎒ 대역 2종을 사용하였다.

<표 2.4.1> G.P.R 탐사측선

구분	측선	대상	탐사구간(STA)	탐사연장	비고
봉현터널 성남방향	종방향	천단부	1+666~1+925(S1~S28)	약 259m	
	횡방향	천단부	S10, S21	약 16m (8m/1회)	
누 계			∑L=약 275m(3측선)		



<그림 2.4.1> 탐사 측선도

2.4.3 G.P.R 탐사결과

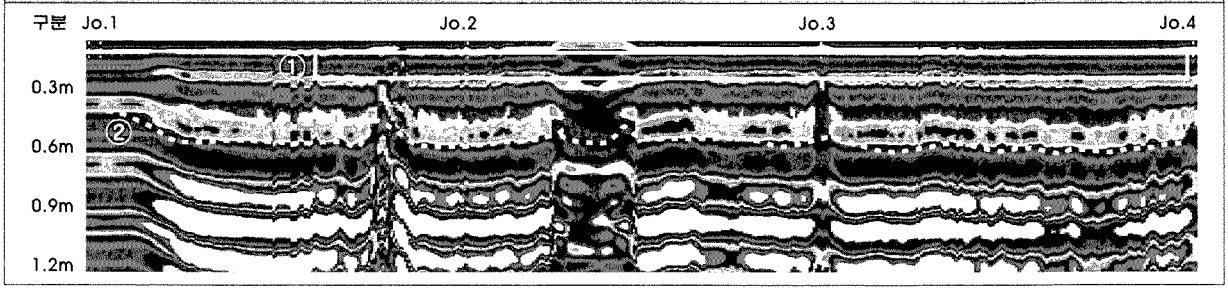
가. 개착구간

개착구간에서 조사된 수직철근은 약 @110~140mm【(dc:80~100mm,) (설계:@125mm, dc:80mm)】이며, 수평철근은 약 @135~165mm【(dc:80~100mm), (설계:@150mm, dc:80mm)】로서, 콘크리트 라이닝 두께는 약 400~500mm 내외의 적정한 상태로 분석되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복(dc)	간격	피복(dc)		
Open Cut 구간	개착 구간	1+666~1+700	125(수직)	80	115~140	80~95	약 34	양호
			150(수평)	80	140~160	80~100		
		1+922~1+925	125(수직)	80	110~137	80~100	약 3	양호
			150(수평)	80	135~165	80~95		

○ 대표단면분석(개착부시점),(Jo.1~Jo.4)

대표단면도



구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @150mm, d:80~95mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:410~500mm 내외	건전

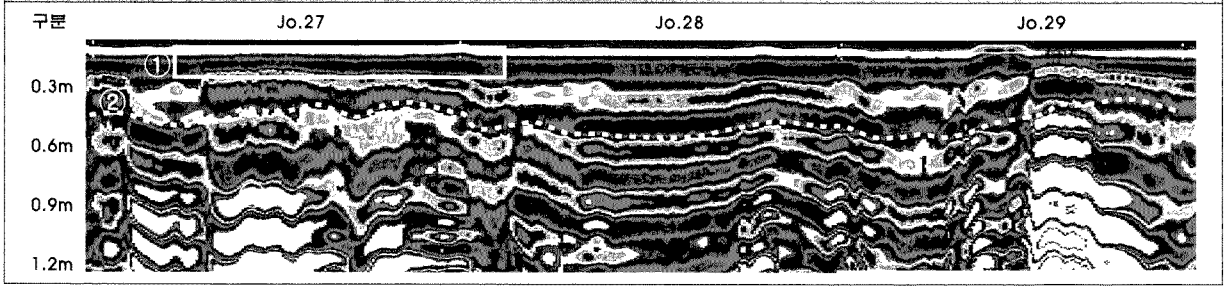
나. PD5~6 암질구간(보강철근구간)

본 구간은 풍화암과 풍화토를 기반암으로 하는 Patten 5~6 구간의 보강철근 구간으로서, 수직철근은 약 @140~165mm【(dc:50~80mm,) (설계:@150mm, dc:50mm)】이며, 수평철근은 약 @135~165mm【(dc:50~85mm), (설계:@147mm, dc:50mm)】내외로서 콘크리트 라이닝 두께는 약 410~550mm 내외로 조사되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복(dc)	간격	피복(dc)		
NATM 구간	PD-5	1+800~1+835	150(수직)	50	140~160	50~80	약 35	양호
			147(수평)	50	135~158	50~75		
		1+875~1+902	150(수직)	50	140~157	50~75	약 27	양호
			147(수평)	50	135~160	50~75		
	PD-6	1+700~1+720	150(수직)	50	143~162	50~80	약 20	양호
			147(수평)	50	130~165	50~80		
		1+902~1+922	150(수직)	50	143~165	50~80	약 20	양호
			147(수평)	50	135~165	50~85		

○ 대표단면분석(PD-5), (Jo.27~Jo.29)

대표단면도



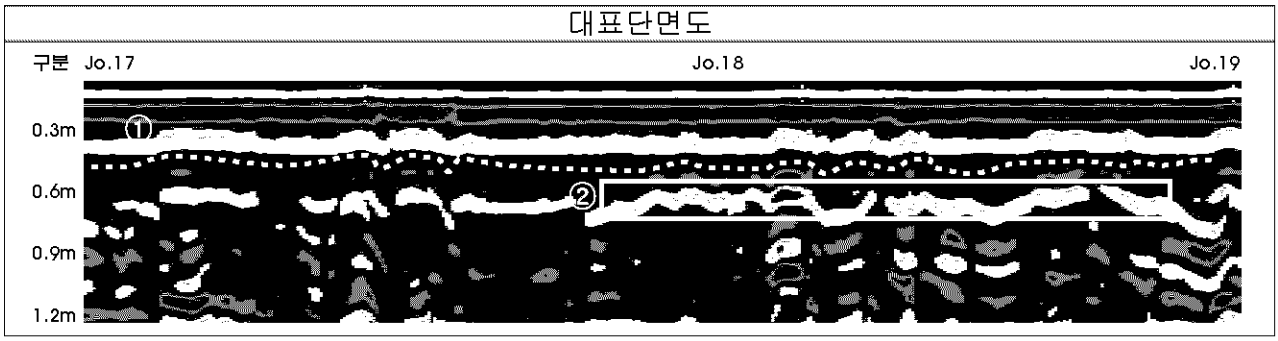
구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @197mm, d:60~100mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:410~550mm 내외	건전

다. PD2~6 암질구간(지보구간)

본 구간은 보통암, 연암, 풍화암 및 풍화토질의 PD2~6(∑L=222m)의 구간으로서 지보시공간격은 약 C.T.C 0.7~1.7m이며, 설치심도는 약 420~650mm 가량으로서 전반적으로 설계도서의 구간별 시공패턴에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	시공연장 (m)	설계간격 (m)	조사치(m)		비고
					조사간격	설치심도	
NATM 구간	PD-2	1+740～1+770 외 1구간	약 50	1.5	1.2～1.7	0.4～0.6	L=약 222m
	PD-3	1+770～1+785 외 1구간	약 25	1.2	1.0～1.4	0.4～0.6	
	PD-4	1+720～1+740 외 2구간	약 45	1.0	0.9～1.2	0.4～0.6	
	PD-5	1+800～1+835 외 1구간	약 62	0.8	0.8～1.0	0.4～0.6	
	PD-6	1+700～1+720 외 1구간	약 40	0.8	0.7～1.0	0.4～0.6	
결과	C.T.C : 약 0.7～1.7m 내외 / d : 약 420～650mm 내외						
	지보재 시공간격 및 설치심도의 시공성은 적정한 것으로 분석됨						

○ 대표단면분석(PD-5), (Jo.17～Jo.19)



구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:420~500mm 내외	건전
② 지보구간	C.T.C 약 1.2~1.7m(d:580mm내외)	건전

라. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

본선 NATM 구간의 2차 콘크리트 라이닝 경계부에 발생한 이상구간(공동)은 조사되지 않은 상태로 분석되었으며, 콘크리트 라이닝 두께는 각 시공 패턴별 설계두께 【PD-2～6(400mm)】를 상회(약 410～550mm내외)하는 수준으로 조사되었다.

2.4.4 고찰

본 G.P.R 탐사는 『성남-장호원 도로건설공사』 제 4 공구 봉현터널 장호원방향에 대해 향후 유지관리 효용성과 구조물의 안전성 증진을 위한 기초자료를 제공하기 위해 탐사를 실시하였다.

봉현터널의 전반적인 콘크리트 라이닝 품질과 타설두께 및 각 시공패턴별 시공성은 적정한 상태이며 2차 콘크리트 라이닝 응력집중에 따른 균열 등 내구성에 영향을 미치는 영향은 미약할 것으로 분석되었다.

가. 개착구간

개착구간 【(시점 STA.1+666～1+700, 종점 STA.1+922～1+925), (∑L=37m)】의 보강철근은【수직: 약 @110～140mm(dc:80～100mm), 수평: 약 @135～165mm(dc:80～100mm)】이며, 콘크리트 라이닝 두께는 약 410～500mm 내외로서 설계도서(400mm)에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

나. PD5～6 암질구간(보강철근구간)

NATM 구간의 보강철근【수직:약 @140～165mm(dc:50～80mm), 수평: 약 @135～165mm (d:50～85mm)】시공상태는 양호한 상태로 분석된다.

다. PD2～6 암질구간(지보구간)

구간별 시공패턴 (PD2～6),(∑L=222m)의 지보재 시공간격은 C.T.C 약 0.7～1.7m, 설치심도는 약 420～650mm 가량으로서, 적정한 시공상태로 분석된다.

라. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

본선 NATM 구간의 2차 콘크리트 라이닝 경계부에 발생한 이상구간(공동)은 조사되지 않은 상태로 분석되었으며, 콘크리트 라이닝 두께는 각 시공 패턴별 설계두께【PD-2～6(400mm)】를 상회(약 410～550mm내외)하는 수준으로 조사되었다.

구분	내용				평가
	발생개소	길이(L)	평균두께(t)	분포심도(d)	
NATM 구간 (STA.1+700～1+922)	특이사항 없음				양호

2.5 시설물의 상태평가

2.5.1 개 요

본 터널에 대한 외관조사 결과를 바탕으로 세부지침(한국시설안전공단 - 2017.01)을 이용하여 터널의 상태등급을 산정하였다. 상태평가 등급 산정은 각 길이를 환산한 가중치를 적용하여 가중산술평균 방법으로 평가하였으며, 터널 갱구부에 비탈면 또는 옹벽 등이 존재하는 경우 상태평가기준은 본 세부지침에서 설정하고 있는 상태평가기준을 각각 적용하여 실시하였다.

2.5.2 상태평가 결과

<표 2.5.1> 기본시설 - 철근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝									터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	철근 노출	재료 분리	탄산화 시험						
결함 점수	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2

결 함 지 수	0.047
상태평가등급	a

<표 2.5.2> 기본시설 - 무근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝							터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화				배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리						
결함 점수	1.429	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	1.429

결 함 지 수	0.042
상태평가등급	a

<표 2.5.3> 전체 터널의 상태평가 결과 산정

터널명	구분	결함지수	평가등급	연장(m)	연장비	결함지수× 연장비
봉현터널 장호원방향 (기본 시설물)	철근콘크리트	0.047	a	37	0.143	0.007
	무근콘크리트	0.042	a	222	0.857	0.036
	Σ합 계			259	1.000	**0.043**

결 함 지 수	0.04
상태평가등급	A

본 터널의 상태등급평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설 안전공단, 2017.01)」에 의거 각 부재에 대해 각각 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 항목과 내구성 요소인 탄산화 측정치 항목을 포함하여 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 결함지수는 0.04로서 상태평가 등급은 **"A"** 등급(0 < x < 0.15)의 "문제점이 없는 최상의 상태" 인 것으로 평가되었다.

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.6.1 종합평가

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되며, 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교하여 최저평가결과를 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

평가구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태평가	0.04	A	
안전성 평가	-	-	
종합평가	-	A	
종합평가 결과	봉현터널(장호원방향)의 종합평가 결과 “A등급"		

2.6.2 안전등급

봉현터널(장호원방향) 에 대한 종합평가 결과 전체 시설물에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A등급"인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2.7 종합결론

가. 본 대상구조물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리에 위치한 터널로서 총연장 L=259.0m(시점개착:34.0m, NATM:222.0m, 종점개착:3.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)의 시설물로 안전관리에 관한 특별법상 1종 시설물에 해당되며, 각 부재에 대한 정밀 외관조사 및 재료시험을 실시하였다.

나. 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 콘크리트 라이닝에 균열, 망상균열, 재료분리, 신축이음부에 파손, 바닥 콘크리트 포장면에 파손, 공동구에 균열 등의 손상이 발생되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 대부분 완료된 것으로 확인되었다.

다. 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회 하는 것으로 나타나 콘크리트 품질 상태는 양호한 것으로 판단된다.

라. 점검대상 터널인 봉현터널(장호원방향)에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, G.P.R 탐사결과 철근보강 상태 및 라이닝 두께는 설계치를 대체로 만족하는 것으로 확인되었으며, 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간은 없는 양호한 것으로 평가되었다.

마. 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 “A등급”으로 분석되어 봉현터널(장호원방향)은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 것으로 평가되었다

바. 향후 터널의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 지속적인 유지관리가 요구된다.

구분	균열폭	보수방안	비고
균열	0.3mm미만	표면보수	
	0.3mm이상	주입보수	
보수부 들뜸	-	표면보수	
망상균열	-	표면보수	
재료분리	-	표면보수	
파손	-	단면복구	

제3장 정개터널(성남방향)

3.1 시설물 현황

3.2 외관조사

3.3 재료시험

3.4 GPR 탐사

3.5 시설물의 상태평가

3.6 종합평가 및 안전등급 지정

3.7 종합결론

제 3 장 정개터널(성남방향)

3.1 시설물 현황

3.1.1 개요

본 시설물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리에 위치한 터널로서 총연장 L=1920.0m(시점개착:40.0m, NATM:1840.0m, 종점개착:40.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)로 구성되어 있다.

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 터널부재 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다.

본 시설물의 터널 천정부 높이는 약 8m로 고소 작업차를 이용하여 외관조사를 수행하였다.



<시점 전경> <종점 전경>

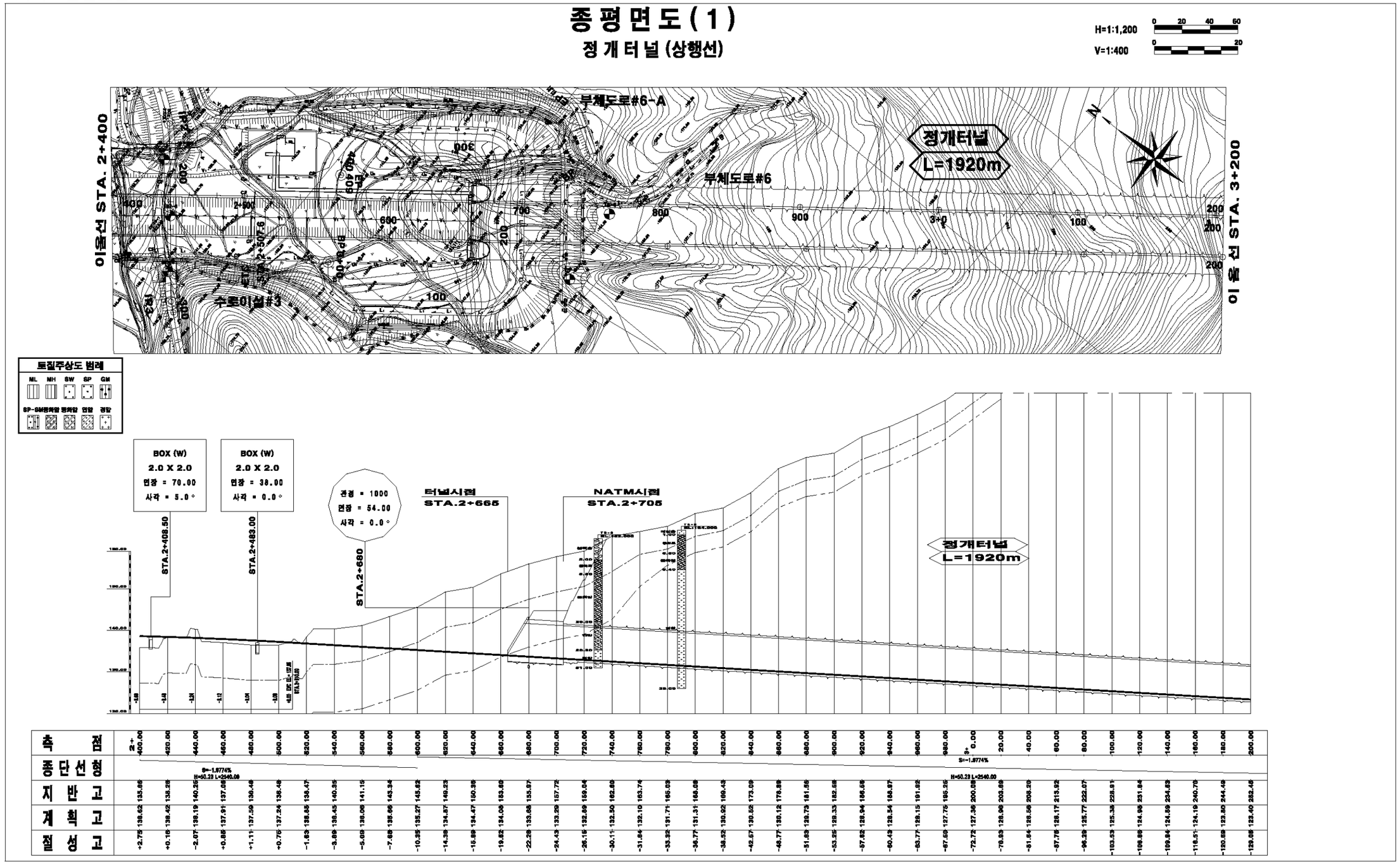


<내부 전경> <고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>

<표 3.1.1> 대상구조물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>정개터널(성남방향)</td><td>시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017년 12월</td><td>관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="3">경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리</td></tr>
<tr><td colspan="2">터널형식</td><td>NATM</td><td>노선명(이정)</td><td>성남~장호원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제원</td><td>연장</td><td colspan="3">L = 1920.0m(시점개착:40.0m, NTAM:1840.0m, 종점개착:40.0m)
시점 : STA.2km665, 종점 : STA.4km585</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="3">B = 14.519m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td colspan="3">H = 9.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">갱문형식</td><td>시점 : 원통절개식
종점 : 원통절개식</td><td>종단경사</td><td>(-)1.9774%</td></tr>
<tr><td colspan="2">환기방식</td><td>기계식환기</td><td>편경사</td><td>2.0%</td></tr>
</table>

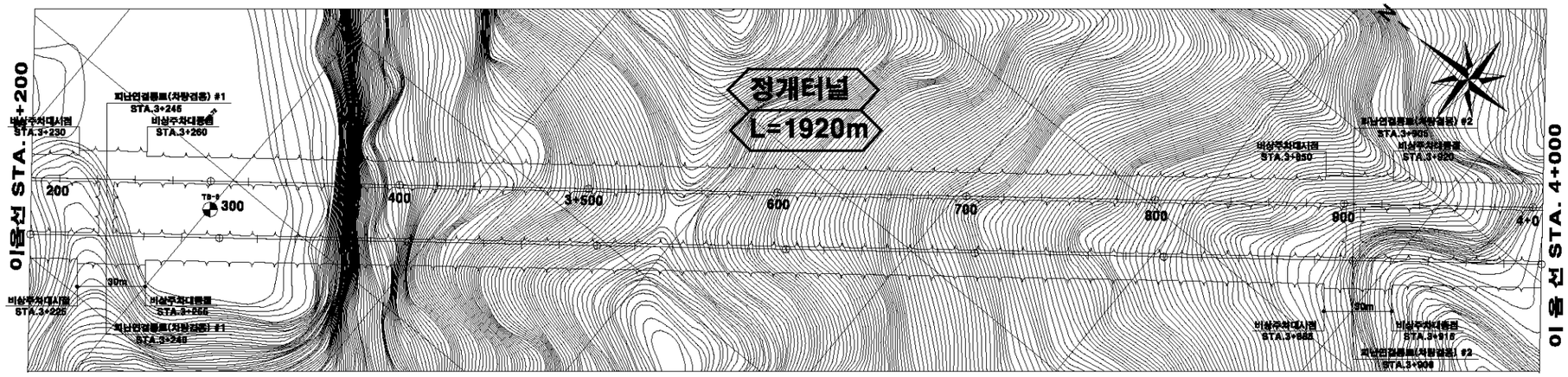
3.1.2 관련도면

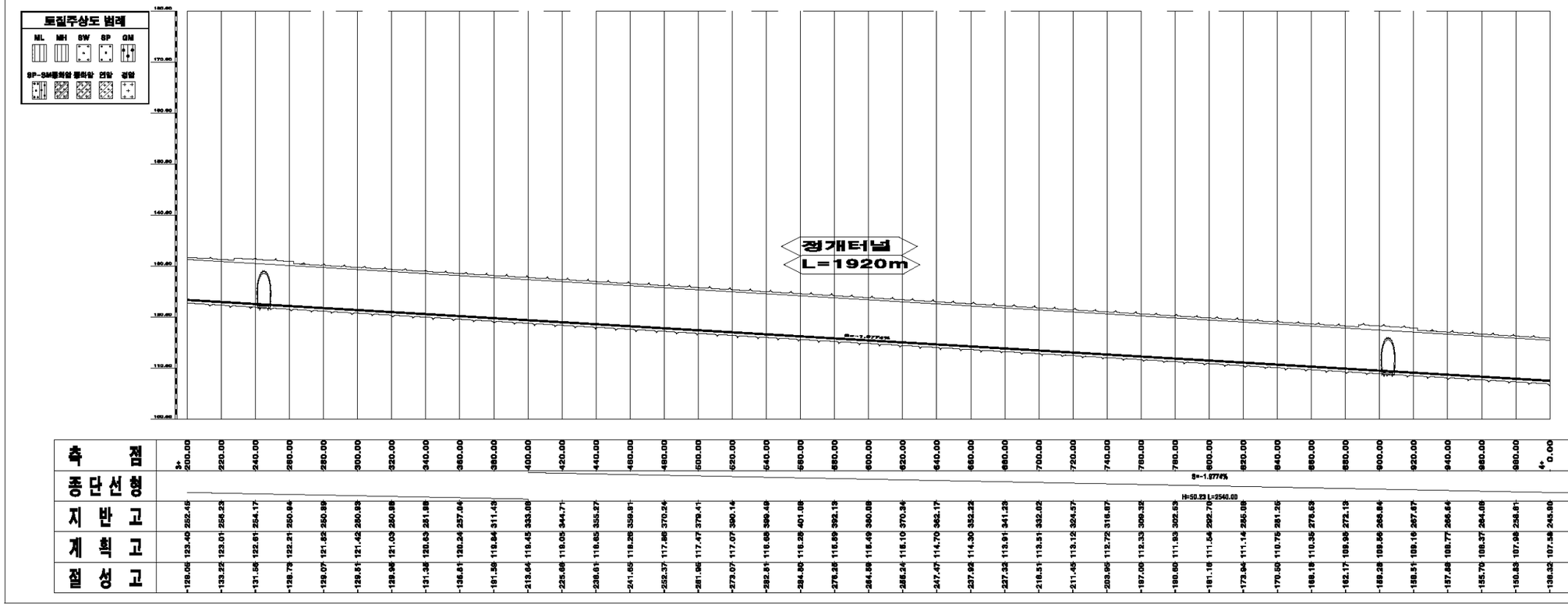


<그림 3.1.1> 종평면도(1)

종 평 면 도 (3)

정 개 터 널 (상행선)

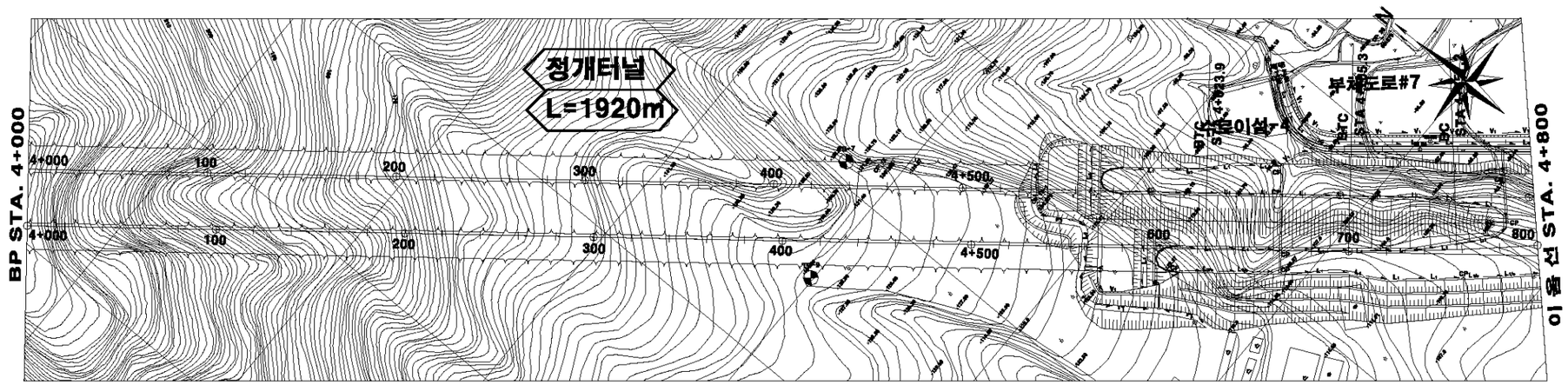


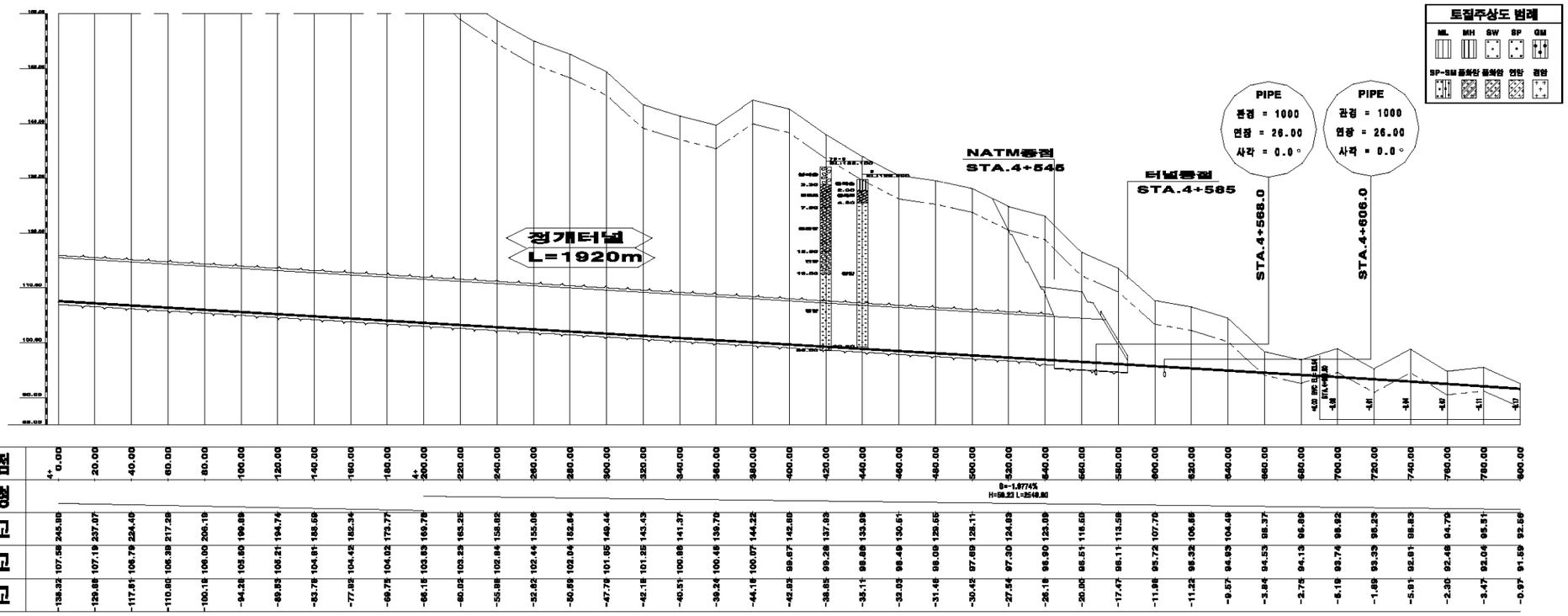


<그림 3.1.2> 종평면도(2)

종 평 면 도 (5)

정 개 터 널 (상행선)

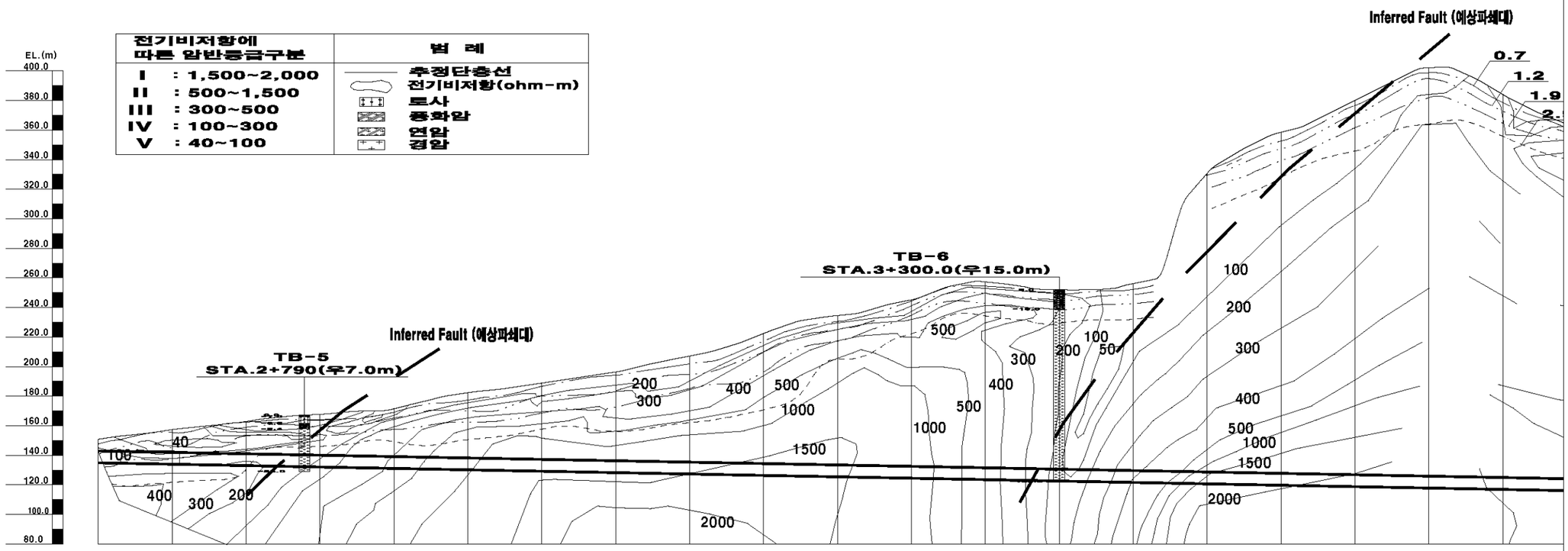




<그림 3.1.3> 종평면도(3)

지보패턴 개요도 (1)

성 남 방 향 (상행선)



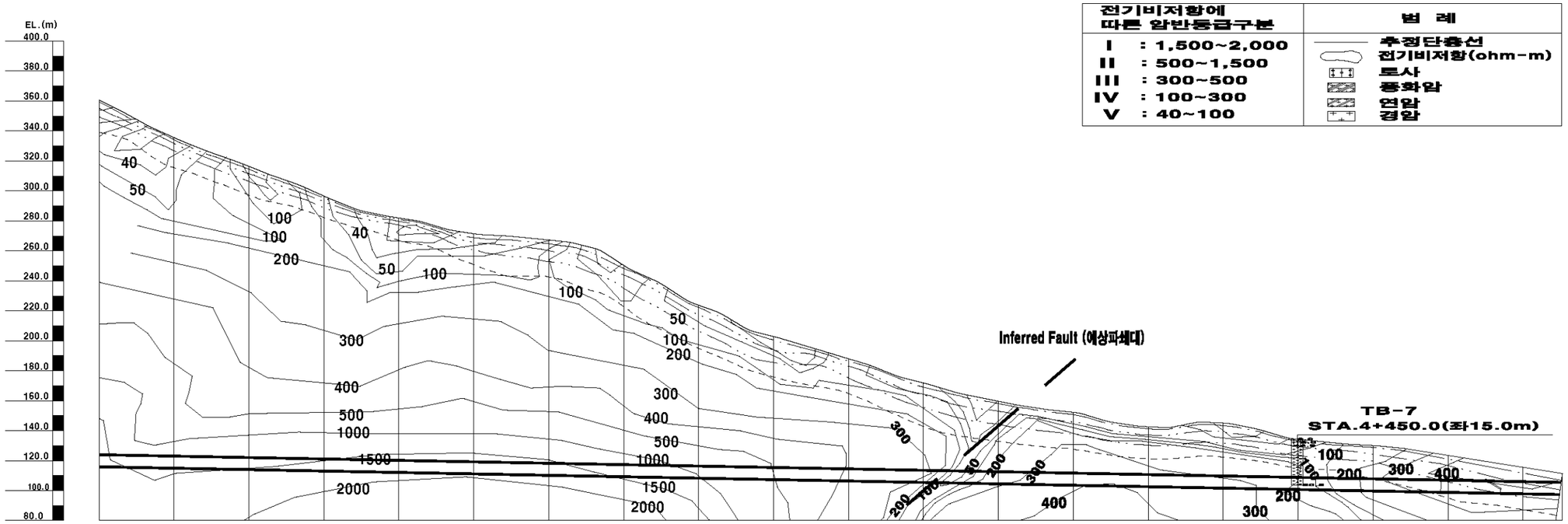
측 점	2+650.00	700.00	750.00	800.00	850.00	900.00	950.00	3+000.00	050.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00	600.00
탄성파 탐사	1.2~1.9	1.9~2.9	2.9~4.2														2.9~4.2			
암반상태 평가	14~28	28~49	49~79														49~79			
비 고	극히불량 ~매우불량	매우불량 ~불량	불량~매우양호														불량~매우양호			
전 기 비 저 항	100~300		300~500		500~1,500			1,500~2,000		500~1,500			300~500	100~300		300~500	500~1,500		1,500~2,000	
암 반 등 급	IV (15m)	V(63m)	IV(88m)		III(56m)		II(206m)			I(81m)		III(74m)	II(43m)	IV (26m)	V (26m)	III(44m)	II (20m)		I(255m)	
비 고			저비저항 이상대	단층파쇄대										저비저항 이상대 (단층파쇄대)						

구간별 지보 TYPE	측점(STA.)	2+ 665	705	725	745	820	875	3+ 080	160	230	260	275	295	315	340	380	400
	지보TYPE	개착터널	VI	V	IV	III	II	I	II	비상주차대	II	IV	V	IV	III	II	I
	연장(m)	40	20	20	75	55	205	80	70	30	15	20	20	25	40	20	255

<그림 3.1.4> 지보패턴개요도(1)

지보패턴 개요도 (2)

성 남 방 향 (상행선)



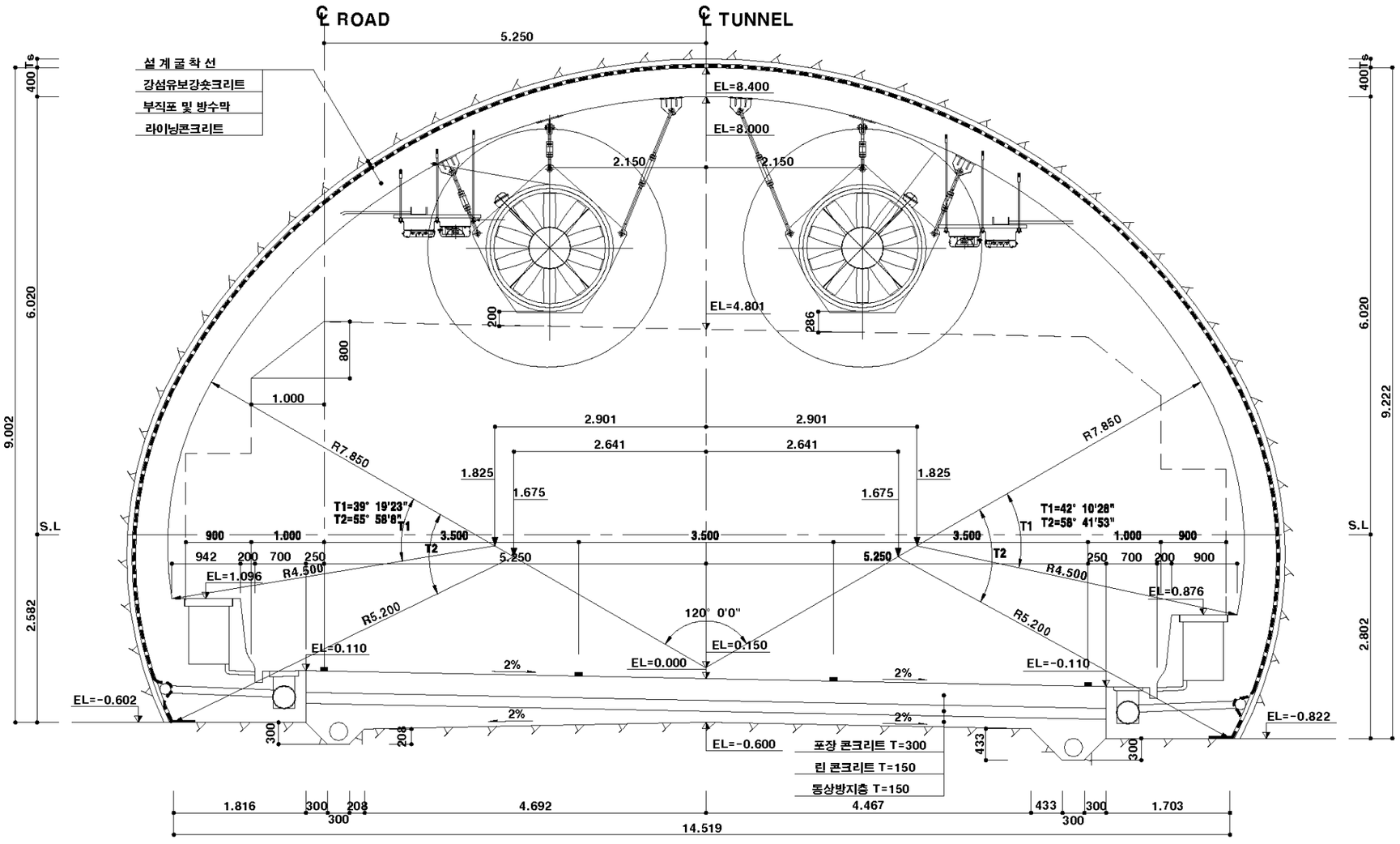
전기비저항에 따른 암반등급구분	범 례
Ⅰ : 1,500~2,000	추정단층선
Ⅱ : 500~1,500	전기비저항(ohm-m)
Ⅲ : 300~500	토사
Ⅳ : 100~300	풍화암
Ⅴ : 40~100	연암
	경암

측 점	650.00	700.00	750.00	800.00	850.00	900.00	950.00	4+000.00	050.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00	600.00	625.00
탄성파 탐사	2.9~4.2																		1.9~2.9	1.2~1.9	
암반상태 평가	49~79																	28~49	14~28	3~14	
비 고	불량~매우양호																	매우불량~불량	극히불량~매우불량	극히불량	
전기비저항		500~1,500		1,500~2,000				500~1,500		300~500	100~300	40~100	100~300	300~500			100~300	40~100	100~300	300~500	
암반등급		Ⅱ(145m)		Ⅰ(161m)				Ⅱ(136m)		Ⅱ(106m)	Ⅳ(11m)	Ⅴ(19m)	Ⅳ(35m)	Ⅱ(126m)			Ⅳ(65m)	Ⅴ(9m)	Ⅳ(40m)	Ⅱ(116m)	
비 고											저비저항 이상대 (단층파쇄대)										

구간별 지보 TYPE	측점(STA.)	655	860	890	920	960	4+095	200	210	235	270	455	475	525	545	585
	지보TYPE	Ⅱ	Ⅰ	비상주차대	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	개착터널	
	연장(m)	145	90	30	40	135	105	10	25	35	185	20	50	20	40	

<그림 3.1.5> 지보패턴개요도(2)

표 준 단 면 도 (1)



숏크리트 치수표

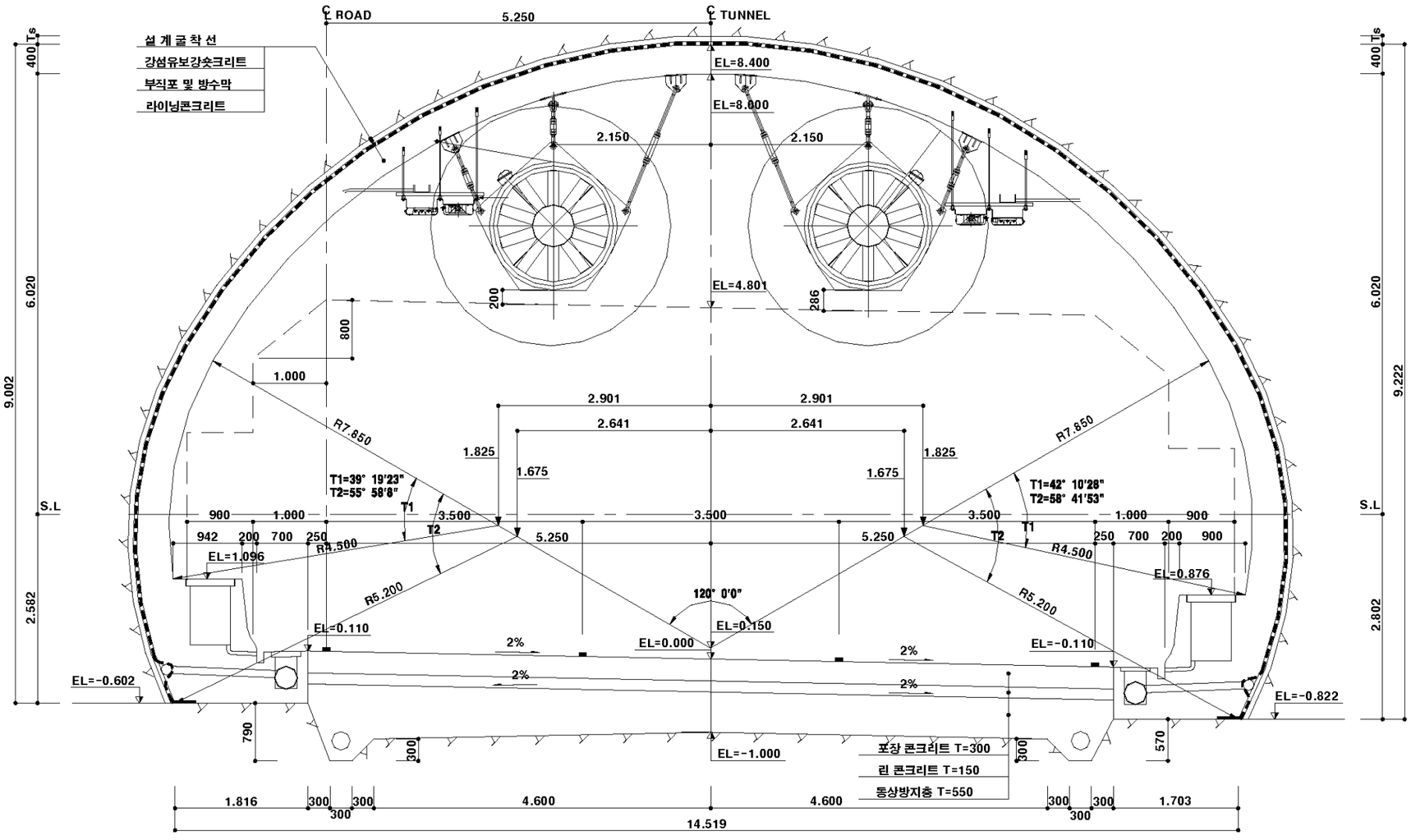
지 보 패 턴	숏트리트 두께(mm)	비 고
TYPE-1	80	일 반
TYPE-2	120	강 섬 유
TYPE-3	120	강 섬 유
TYPE-4	160	강 섬 유
TYPE-5	160	강 섬 유
TYPE-6	200	강 섬 유

NOTE

1. 숏크리트 두께 TS는 지보패턴에 따라 변화시켜야 한다.
2. 횡배수관 PVC PIPE φ50과 φ100은 시점부에서 3M를 이격 하여 배치토록하며 평면상에서 동일지점에 설치되지 않도록한다.
3. 터널 하부에서 발생되는 용수가 포장층으로 침투되지 않도록 선택층을 지하배수공(피형이연도강관 φ250)으로 유도처리토록 한다.

<그림 3.1.6> 표준단면도(1)

표 준 단 면 도 (2)
(동상방지층 구간)



숏크리트 치수표

지 보 패 턴	숏트리트 두께(mm)	비 고
TYPE-1	80	일 반
TYPE-2	120	강 섬 유
TYPE-3	120	강 섬 유
TYPE-4	160	강 섬 유
TYPE-5	160	강 섬 유
TYPE-6	200	강 섬 유

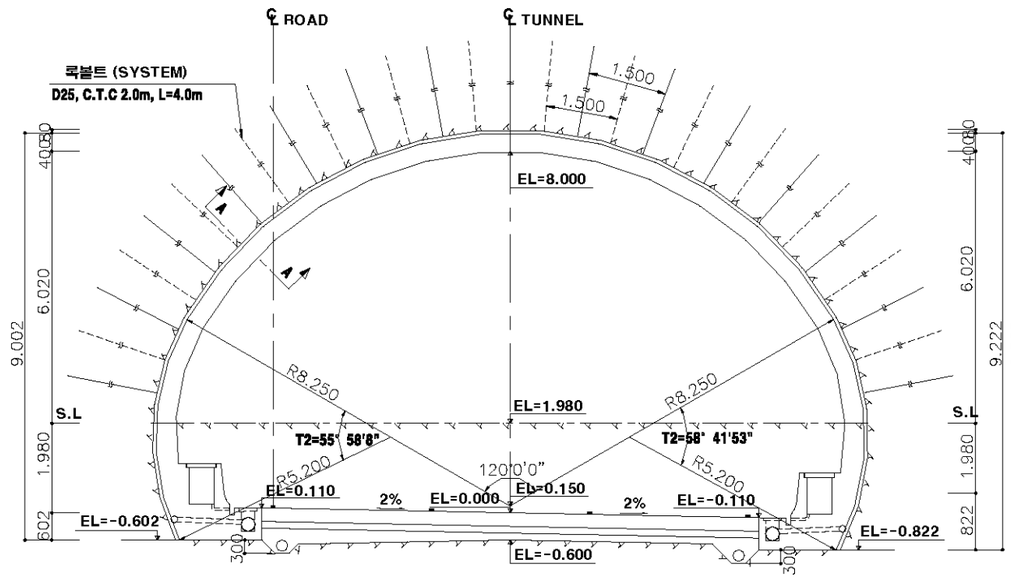
NOTE

1. 숏크리트 두께 TS는 지보패턴에 따라 변화시켜야 한다.
2. 횡배수관 PVC PIPE φ50과 φ100은 시점부에서 3M를 이격하여 배치토록하며 평면상에서 동일지점에 설치되지 않도록한다.
3. 터널 하부에서 발생되는 용수가 포장층으로 침투되지 않도록 선택층을 지하배수공(파형아연도강관 φ250)으로 유도처리토록 한다.

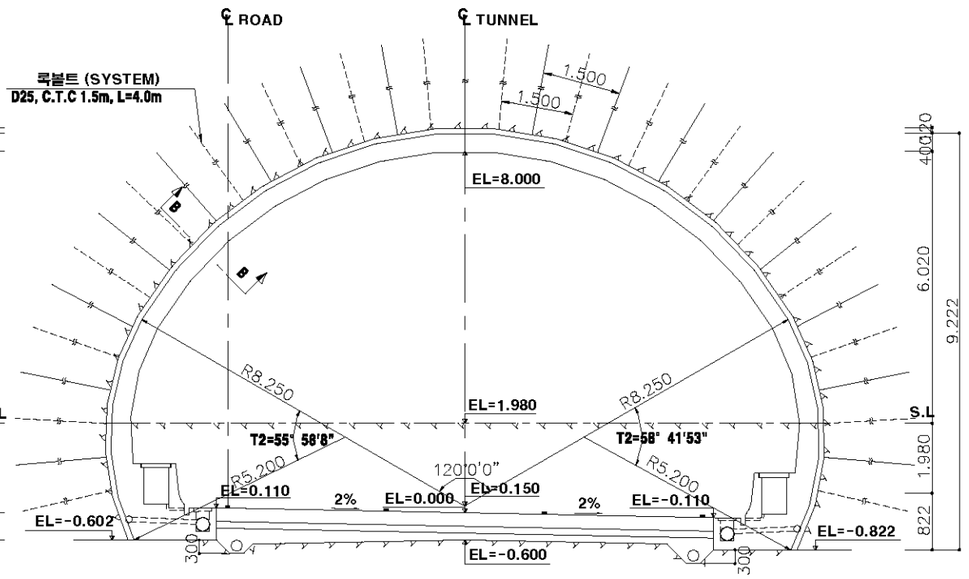
<그림 3.1.7> 표준단면도(2)

표준지보공도(1)

TYPE-1

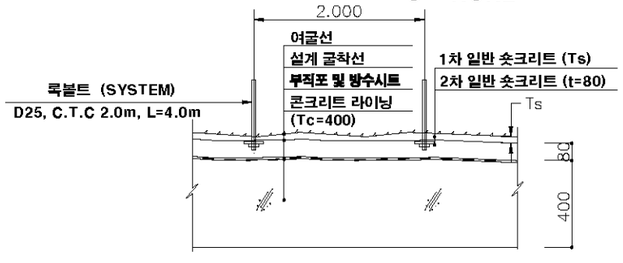


TYPE-2



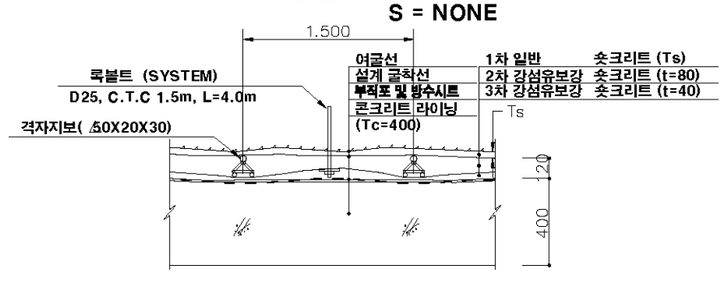
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

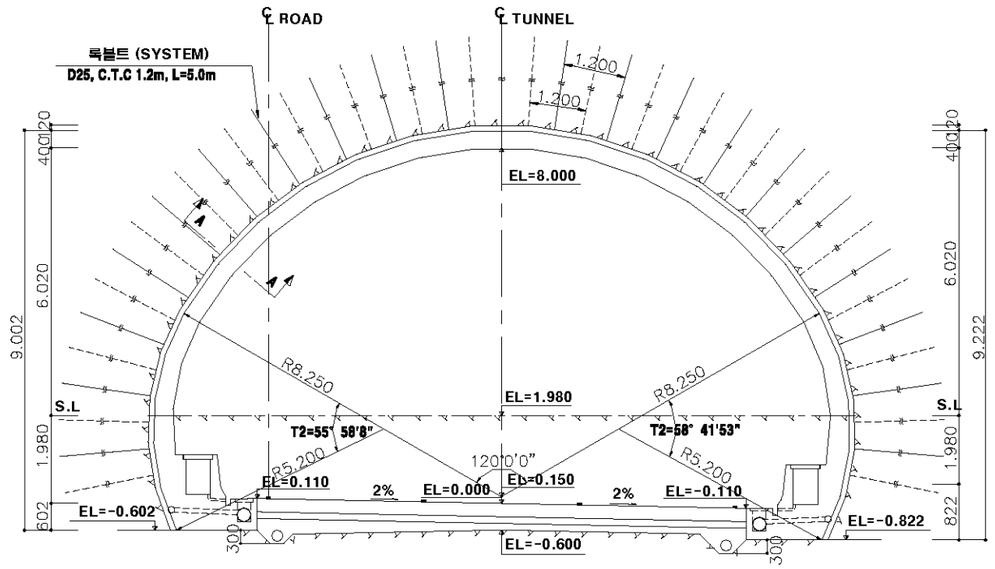
(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (㎥)			록볼트 (EA) L=4.000m		방수시트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (㎥)	비 고
	설계굴착		여 굴		계								
	상부	하부	상부	하부		상부	하부	계	상부	측 벽			
TYPE-1	78.403	41.528	2.251	0.556	122.738	3.438	0.803	4.241	5.750	1.500	28.839	10.750	
TYPE-2	79.298	41.751	2.266	0.566	123.881	3.170	0.742	3.912	7.667	4.000	28.839	10.750	

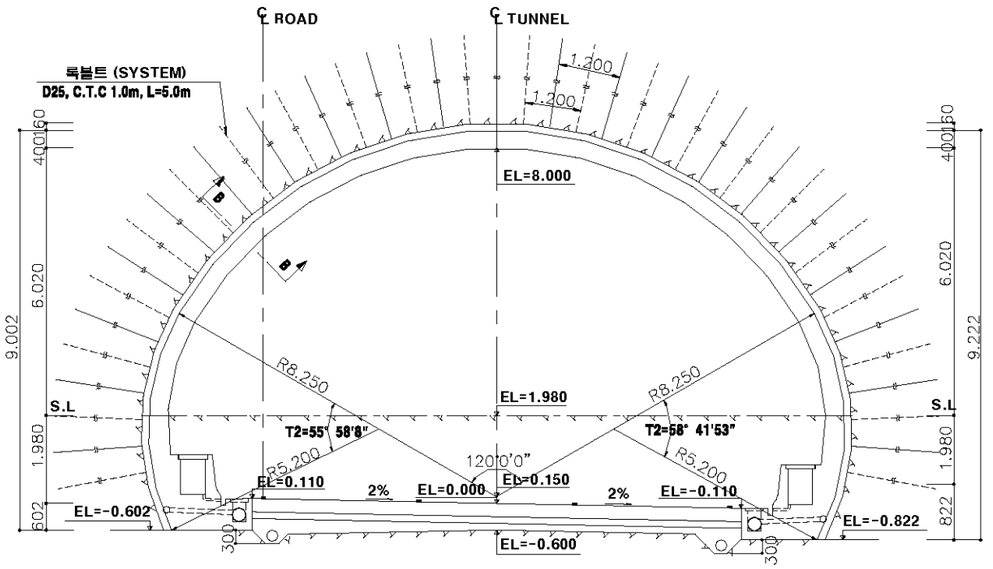
<그림 3.1.8> 표준지보공(1)

표준지보공도(2)

TYPE-3

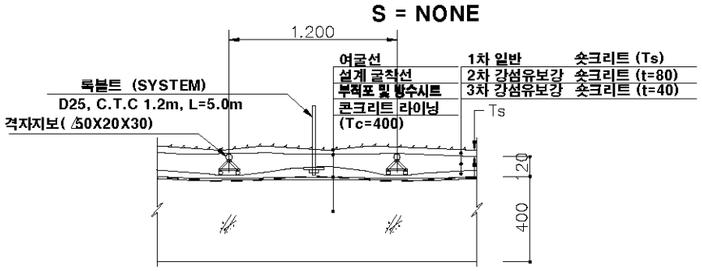


TYPE-4



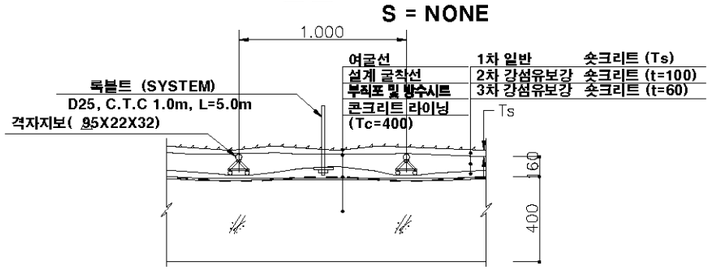
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

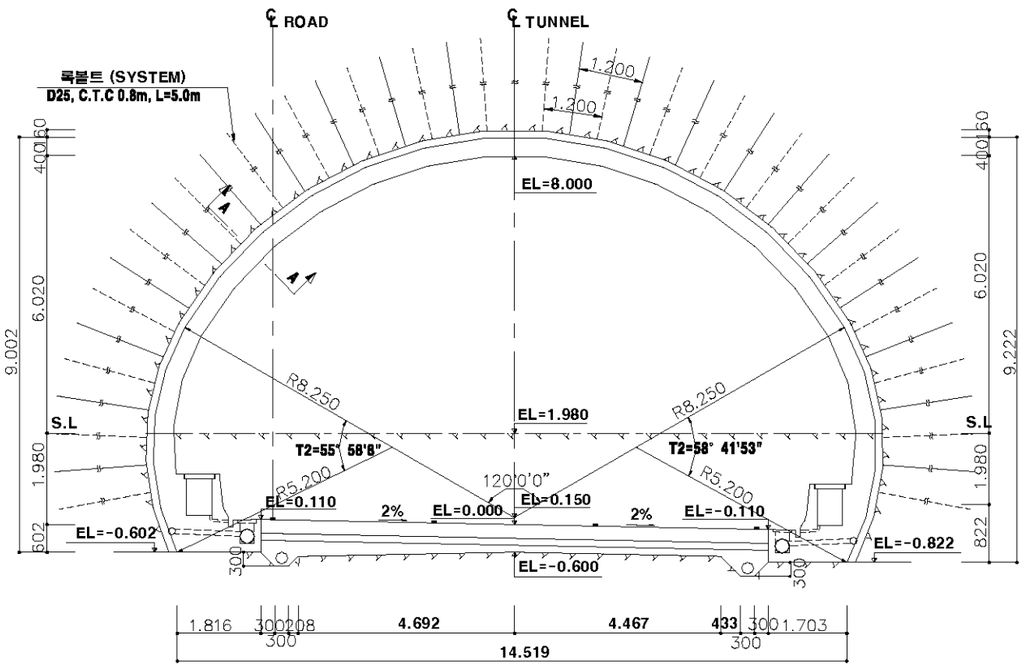
(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (m)			록 볼 트 (EA) L=5.000m		방 수 시 트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (m)	비 고
	설계굴착		여 굴		계	상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
	상 부	하 부	상 부	하 부									
TYPE-3	79.298	41.751	3.409	0.833	125.291	3.182	0.741	3.923	12.083	5.833	28.915	11.357	
TYPE-4	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	14.500	7.000	28.992	11.966	

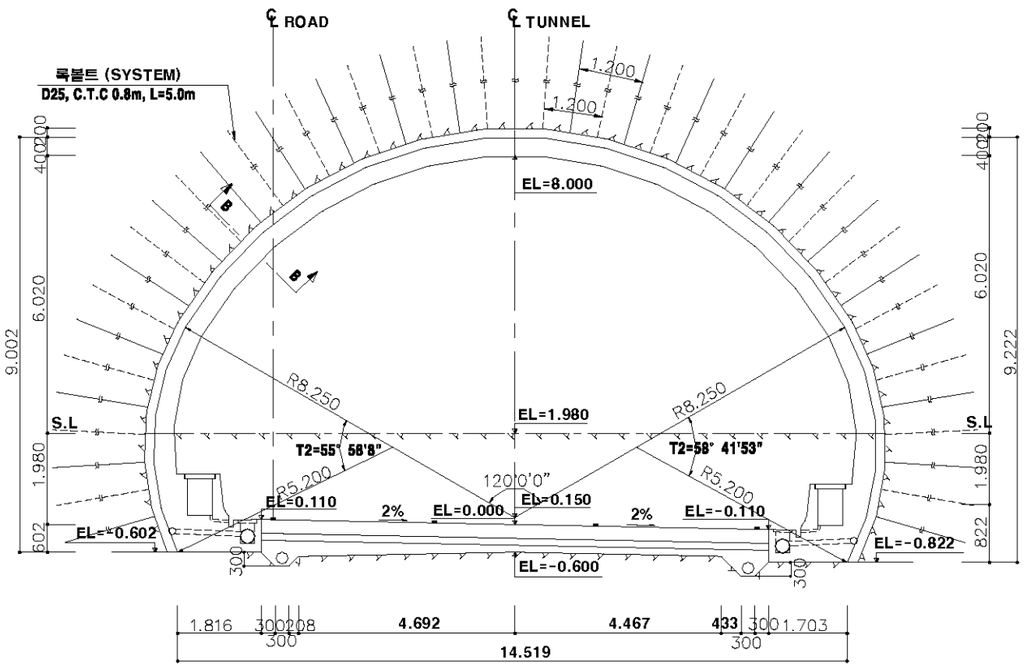
<그림 3.1.9> 표준지보공(2)

표 준 지 보 공 도 (3)

TYPE-5

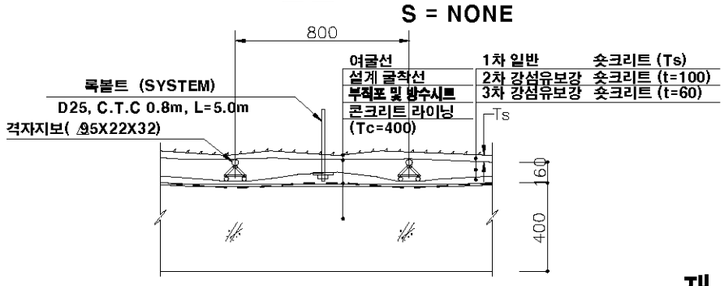


갱구부 보강구간



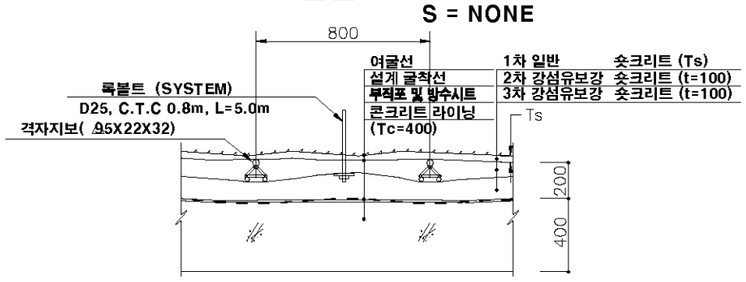
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (m)			록볼트 (EA) L=5.000m		방수시트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (m)	비 고
	설계굴착		여 굴		계	상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
	상 부	하 부	상 부	하 부									
TYPE-5	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	18.125	8.750	28.992	11.966	
TYPE-6	81.109	42.195	4.610	1.110	129.024	5.350	1.235	6.585	18.125	10.000	28.992	11.966	

<그림 3.1.10> 표준지보공(3)

3.2 외관조사

3.2.1 상세외관조사

가. 시·종점부 갱문

본 터널의 갱문형식은 원통절개식으로 시공된 상태이며, 외관조사결과 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.



< 시점갱문 상태 양호 > < 종점갱문 상태 양호 >

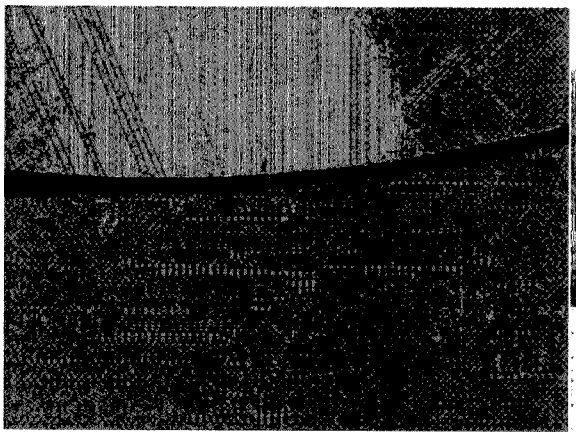
나. 콘크리트 라이닝

콘크리트라이닝은 두께가 40cm이고 지보패턴별로 Ⅰ~Ⅳ는 무근으로, Ⅴ 및 갱구부 보강구간은 철근콘크리트로 시공되어 있다.

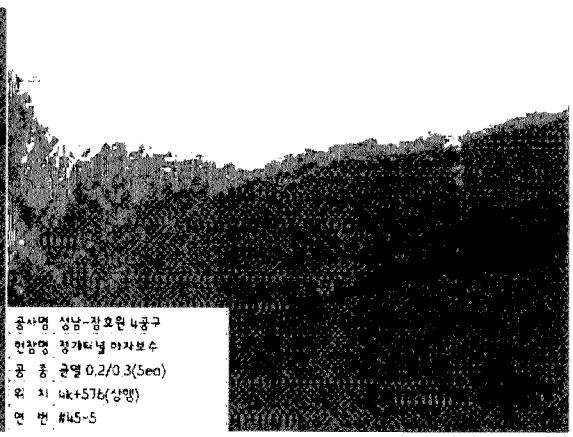
외관조사결과 콘크리트라이닝의 누수, 백태는 발생되지 않았으나, 일부 구간에 천정부 종방향균열, 보수부 들뜸 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수는 대부분 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
천정부	균열(0.3mm미만)	30.6/13	m/ea	
	균열(0.3mm이상)	8.0/1	m/ea	보수 완료
	보수부 들뜸	8.0/2	㎡/ea	
벽체	균열(0.3mm미만)	4.5/3	m/ea	
	거푸집 미제거	1	ea	



종점부 밸마우스 구간 천정부 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >



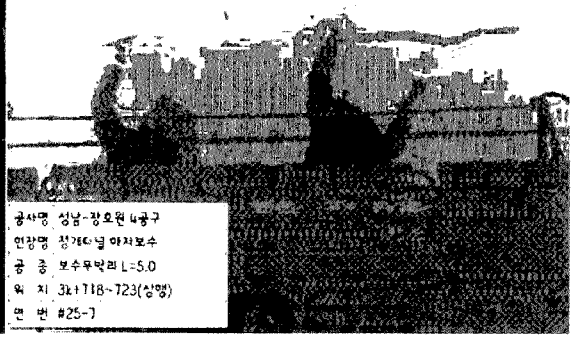
2k785m 천정부 종방향 균열 발생(0.2/9.0)



< 균열 보수 완료 >



3k720m 천정부 종방향 균열 발생(0.1/9.0)



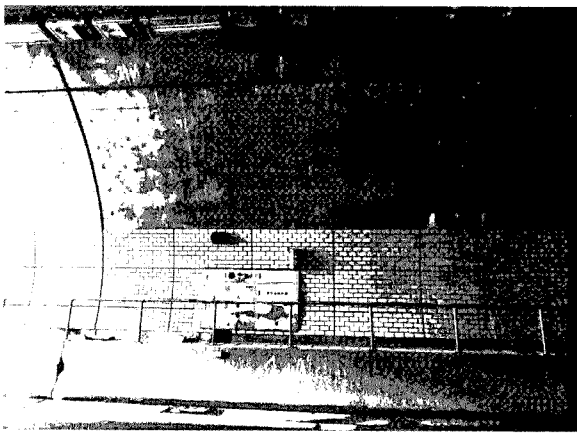
< 균열 보수 완료 >

다. 신축이음부

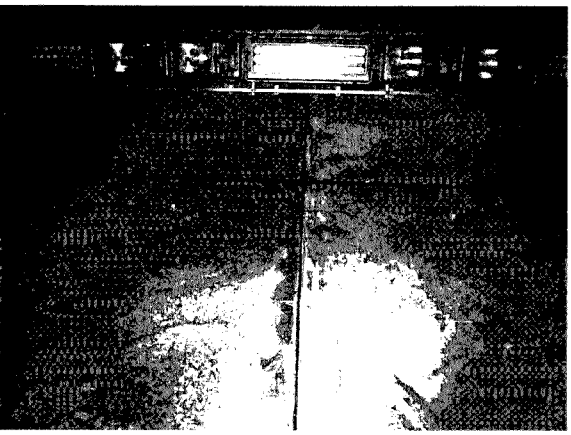
신축이음부는 NATM구간 9m간격으로 시공되어 있으며, 실란트 시공상태는 양호하나 일부 구간에 신축이음 주변에 콘크리트 박리, 박락, 파손, 마감불량 등이 발생되어 있는 것으로 확인되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 완료한 것으로 확인되었다.

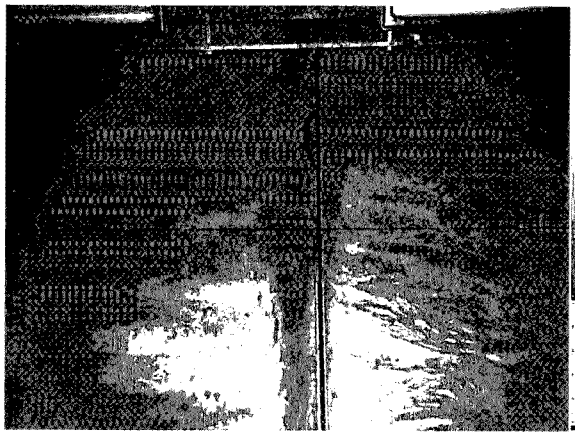
구 분	손상 내용	합계	단위	비고
신축이음부	박리	0.33/12	㎡/ea	보수 완료
	박락	0.2/1	㎡/ea	
	파손	0.06/9	㎡/ea	
	마감 불량	0.1/1	㎡/ea	



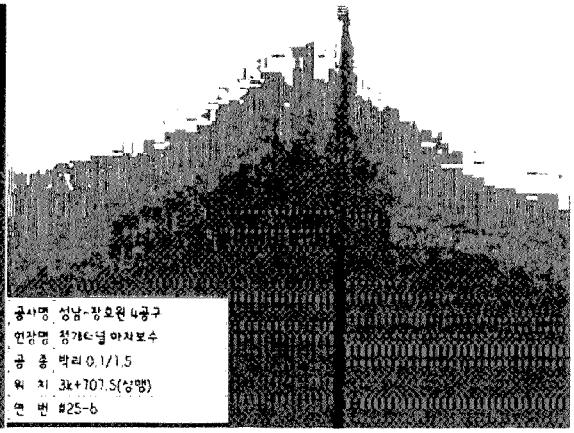
< 신축이음 전경 >



< STA.4k297m 신축이음 상태 양호 >



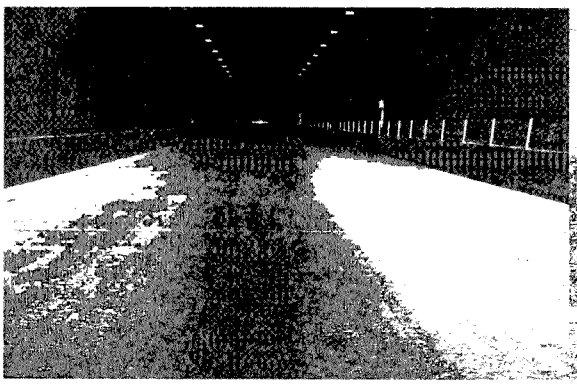
< STA.3k707m 신축이음부 파손 상태 >



< 파손 보수 완료 >

라. 바닥부(포장부)

터널 바닥부는 콘크리트 포장으로 시공된 상태이며, 함몰, 단차 및 요철 등 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 3k710m지점의 측구 주변에 그레이팅 설치를 위한 Block Out시 발생한 시공오차로 인한 단면손상은 보수가 완료된 것으로 확인된다.



< 콘크리트 포장 상태 양호>



<포장면 신축이음 시공 상태 양호>

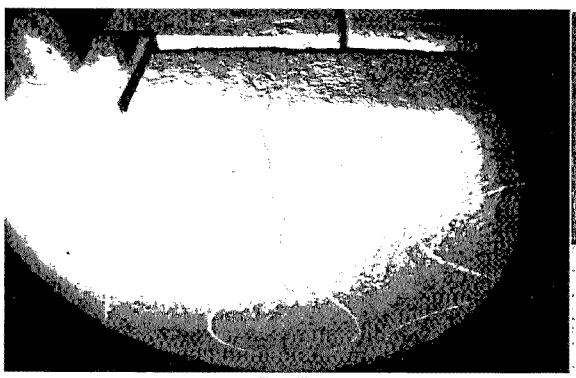
마. 공동구 및 배수시설

터널 내 좌·우측벽체 하단부에 공동구가 시공되어있으며 도로부 노면배수를 위해 도로 양쪽 가장자리에 배수구가 설치되어 있다.

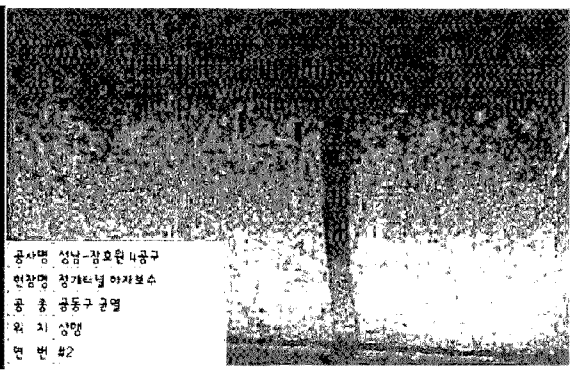
외관조사결과 공동구에는 일부 균열이 발생된 상태이며, 배수구에는 이물질이 퇴적되어 있는 상태인 것으로 확인되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수, 이물질 제거를 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
공동구 및 배수 시설	균열(0.3mm미만)	6.5/16	m/ea	보수 완료



< STA.4km200m 좌측 공동구 균열 상태 >



< 균열 보수 완료 >

3.3 재료 시험

3.3.1 재료 시험 현황

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 품질상태와 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험, 철근배근탐사 을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.

3.3.2 콘크리트 강도 시험

가. 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과

측정위치	평균치	타격각도(°)	보정치(ΔR)	보정경도(R_0)	압축강도(MPa)		재령계수(α)	보정 압축강도(MPa)		설계강도(MPa)
					재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
STA.2k+700 천정	50.1	90	-3.10	47.0	41.6	43.4	0.64	26.6	27.8	24
STA.3k+015 천정	48.9	90	-3.26	45.6	40.0	42.5	0.64	25.6	27.2	
STA.3k+245 천정	49.3	90	-3.18	46.1	40.6	42.8	0.64	26.0	27.4	
STA.3k+495 천정	49.5	90	-3.18	46.3	40.8	42.9	0.64	26.1	27.5	
STA.3k+900 천정	50.0	90	-3.18	46.8	41.4	43.3	0.64	26.5	27.7	
STA.4k+315 천정	50.2	90	-3.10	47.1	41.8	43.5	0.64	26.7	27.8	
STA.4k+460 천정	49.9	90	-3.18	46.7	41.3	43.2	0.65	26.9	28.1	

나. 반발경도법에 의한 압축강도 평가 및 고찰

1) 압축강도 평가

측정위치	측정강도(A)		설계기준강도(B)	A/B*100		비 고
	재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
콘크리트 라이닝	26.3 MPa	27.6 MPa	24 MPa	109.6 %	115.0%	

2) 고찰

콘크리트 비파괴강도 측정을 시행한 결과, 콘크리트라이닝의 추정강도는 26.7~27.6MPa로 측정되어 설계기준 강도인 24.0MPa이상으로 확인되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석된다.

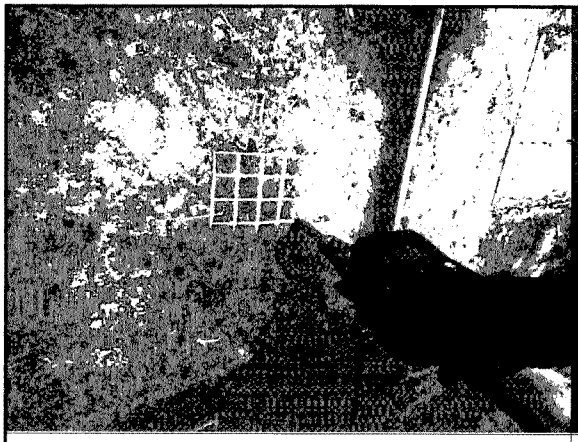
3.3.3 철근배근 탐사

가. 철근배근 측정

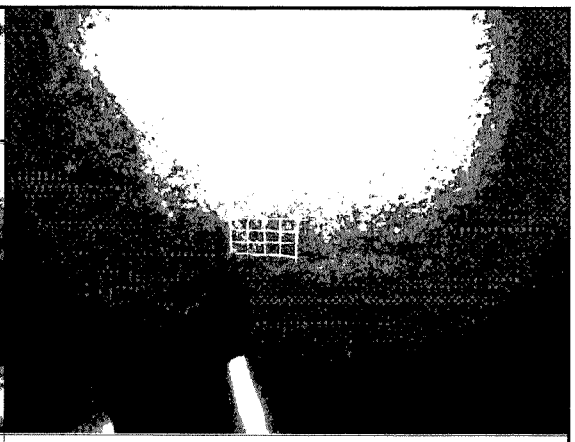
측정위치	배근종류	설 계(㎜)		측 정(㎜)		비 고
		간격	피복두께	간격	피복두께	
STA.2k+700 천정	주철근	145	89.5	148	96	
	배력철근	150	70.5	150	76	
STA.3k+245 천정	주철근	145	89.5	148	96	
	배력철근	150	70.5	156	74	
STA.4k+460 천정	주철근	145	89.5	146	93	
	배력철근	150	70.5	151	71	

나. 고찰

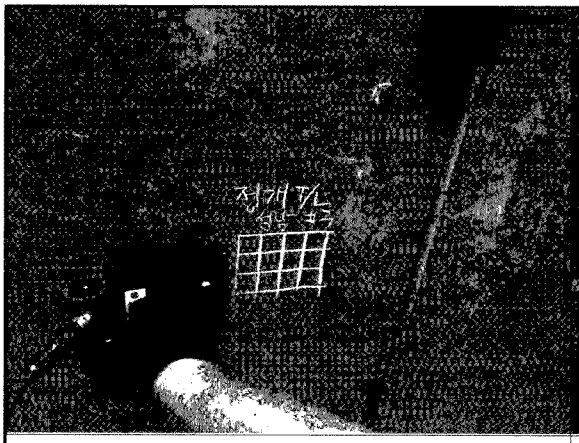
Oko-2 Georadar를 이용하여 철근배근탐사를 시행하였으며, 측정 결과 철근배근 간격, 피복두께는 설계치를 만족하는 것으로 확인되어 철근의 배근 상태는 양호한 것으로 측정된다.



STA.2k+700
천정부 반발경도 측정



STA.3k+245
천정부 반발경도 측정



STA.2k+700
천정부 철근배근탐사 시험



STA.4k+460
천정부 철근배근탐사 시험

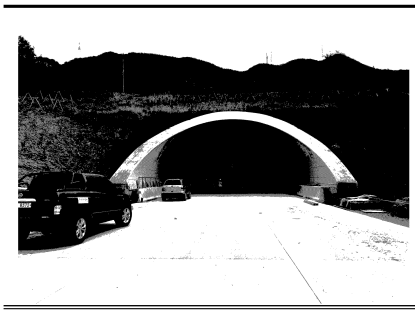
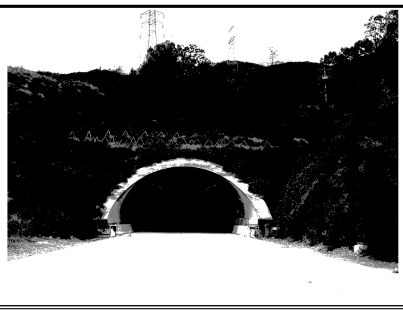
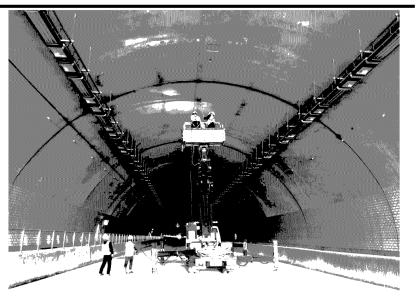
3.3.4 재료시험 결과 요약

<table>
<tr><th colspan="2">종 류</th><th>결 과</th><th>검 토</th></tr>
<tr><td>콘크리트 강도 시험</td><td>반발 경도법</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th colspan="2">측정강도(A) MPa</th><th rowspan="2">설계 기준 강도 (B)</th><th colspan="2">A/B*100</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>재료학회</th><th>건축학회</th><th>재료 학회</th><th>건축 학회</th></tr>
<tr><td>STA.2k+700 천정</td><td>26.6</td><td>27.8</td><td rowspan="8">24 MPa</td><td>110.8%</td><td>115.8%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+015 천정</td><td>25.6</td><td>27.2</td><td>106.7</td><td>113.3%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+245 천정</td><td>26.0</td><td>27.4</td><td>108.3%</td><td>114.2%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+495 천정</td><td>26.1</td><td>27.5</td><td>108.8</td><td>114.6</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+900 천정</td><td>26.5</td><td>27.7</td><td>110.4</td><td>115.4</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.4k+315 천정</td><td>26.7</td><td>27.8</td><td>111.3</td><td>115.8</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.4k+460 천정</td><td>26.9</td><td>28.1</td><td>112.1</td><td>117.1</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>콘크리트 강도 양호한 상태임</td></tr>
<tr><td colspan="2">철근 배근 탐사 시험</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th rowspan="2">배근종류</th><th colspan="2">설 계(mm)</th><th colspan="2">측 정(mm)</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>간격</th><th>피복두께</th><th>간격</th><th>피복두께</th></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.2k+700 천정</td><td>주철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>148</td><td>96</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>150</td><td>76</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.3k+245 천정</td><td>주철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>148</td><td>96</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>156</td><td>74</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.4k+460 천정</td><td>주철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>146</td><td>93</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>151</td><td>71</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>철근배근 양호한 상태임</td></tr>
</table>

3.4 G.P.R 탐사

3.4.1 개요

본 G.P.R 탐사는『성남-장호원 도로건설공사』제 4 공구 정개터널 성남방향에 대해 초기점검 용역의 본선 터널구간에 대해 콘크리트 라이닝 경계부 공동 유무 및 두께 등 시공 적정성을 파악하여 향후 유지관리 효용성과 구조물의 안정성 증진을 위한 기초자료를 제공하기 위해 실시하였다.

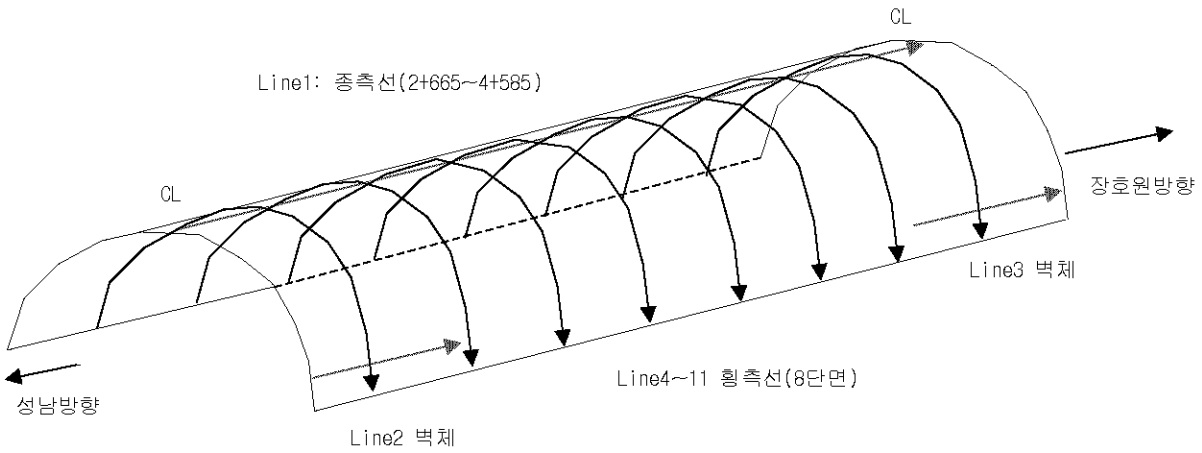
		
시점전경	종점전경	탐사전경

3.4.2 탐사측선 선정

본 G.P.R 탐사측선은 시점(STA.2+665)인 성남방향에서 종점(STA.4+585)인 장호원방향(터널의 천단부 및 아치부에 대해)으로 종·횡방향탐사(∑L=약 2145m, 11측선)를 실시하였으며, 본 탐사에 적용된 측정안테나의 중심파수는 약 400~900㎒ 대역 2종을 사용하였다.

<표 3.4.1> G.P.R 탐사측선

구분	측선	대상	탐사구간(STA)	탐사연장	비고
정개터널 성남방향	종방향	천단부	2+665~4+585(S1~S220)	약 1920m	∑L=2081m (3측선)
		아치부	2+665~2+727(S1~S7)	약 62m	
			4+486~4+585(S210~S220)	약 99m	
	횡방향	천단부	S10, S25, S40, S86, S100, S130, S150, S181	약 64m (8m/1회)	∑L=64m (8측선)
누 계			∑L=약 2145m(11측선)		


CL
Line1: 종측선(2+665~4+585)
CL
장호원방향
Line3 벽체
Line4~11 횡측선(8단면)
성남방향
Line2 벽체

<그림 3.4.1> 탐사 측선도

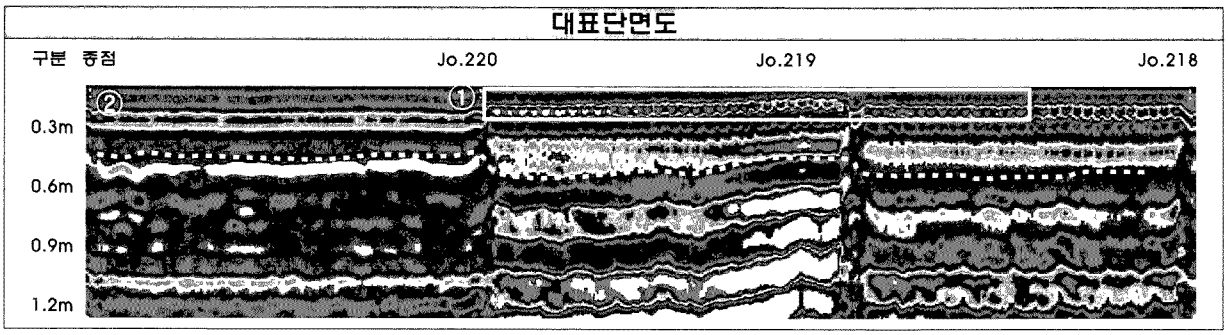
3.4.3 G.P.R 탐사결과

가. 개착구간

개착구간에서 조사된 수직철근은 약 @105~135mm【(dc:80~100mm), (설계:@125mm, dc:80mm)】이며, 수평철근은 약 @135~170mm【(dc:80~100mm), (설계:@150mm, dc:80mm)】로서, 콘크리트 라이닝 두께는 약 420~550mm 내외로 분석되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복(dc)	간격	피복(dc)		
Open Cut 구간	개착 구간	2+665~2+705	125(수직)	80	115~135	80~95	약 40	양호
			150(수평)	80	135~165	80~95		
		4+545~4+585	125(수직)	80	105~135	80~100	약 40	양호
			150(수평)	80	140~170	80~100		

○ 대표단면분석(개착부종점),(Jo.218~종점)



구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @195mm, d:80~100mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:420~550mm 내외	건전

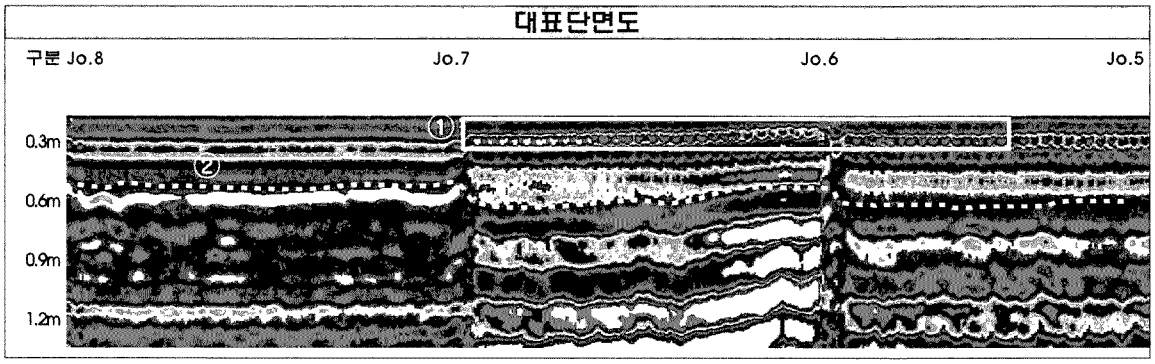
나. PD5~6 암질구간, 비상주차대(보강철근구간)

본 구간은 비상주차대와 풍화토를 기반암으로 하는 Patten 5~6 구간의 보강철근 구간으로서, 수직철근은 약 @130~170mm【(dc:50~95mm,) (설계:@150mm, dc:50mm)】이며, 수평철근은 약 @130~170mm【(dc:50~95mm), (설계:@147mm,

dc:50mm)】 내외로 조사되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복 (dc)	간격	피복 (dc)		
NATM 구간	PD-5	2+725~2+745 외 4구간	150(수직)	50	130~165	50~90	약 115	양호
			147(수평)	50	130~170	50~90		
	PD-6	2+705~2+725 외 1구간	150(수직)	50	130~170	50~90	약 40	양호
			147(수평)	50	130~170	50~95		
	비상주 차대	3+230~3+260 외 1구간	150(수직)	50	135~165	50~95	약 60	양호
			147(수평)	50	135~170	50~95		

○ 대표단면분석(PD-6), (Jo.5~Jo.8)



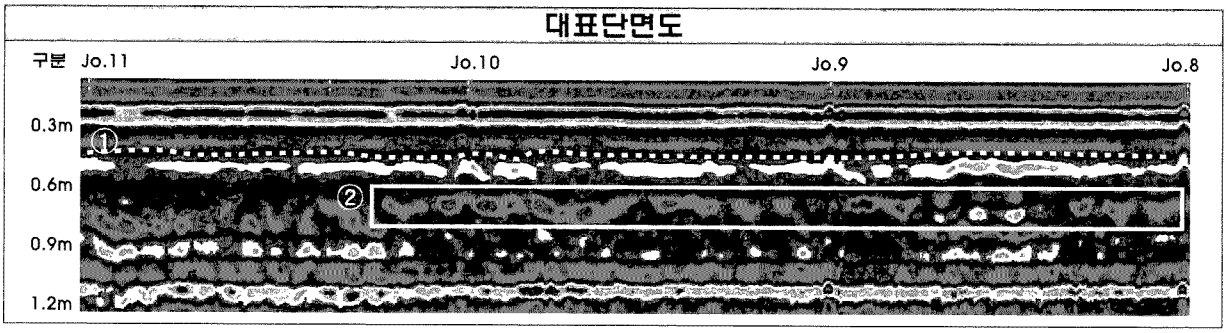
구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @150mm, d:50~80mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:410~550mm 내외	건전

다. PD2~6 암질구간(지보구간)

본 구간은 비상주차대구간과 연암, 풍화토 및 풍화암질의 PD2~6(∑L=1375m)의 구간으로서 지보시공간격은 약 C.T.C 0.6~1.7m이며, 설치심도는 약 410~650mm 가량으로서 전반적으로 설계도서의 구간별 시공패턴에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

구분	시공패턴	구간(STA)	시공연장 (m)	설계 간격 (m)	조사치(m)		비고
					조사 간격	설치 심도	
NATM 구간	PD-2	2+875~3+080 외 4구간	약 575	1.5	1.2~1.7	0.4~0.6	L=약 1375m
	PD-3	2+820~2+875 외 4구간	약 400	1.2	1.0~1.4	0.4~0.6	
	PD-4	2+745~2+820 외 6구간	약 185	1.0	0.9~1.2	0.4~0.6	
	PD-5	2+725~2+745 외 3구간	약 115	0.8	0.7~1.0	0.4~0.6	
	PD-6	2+705~2+725 외 1구간	약 40	0.8	0.6~1.0	0.4~0.6	
	비상주차대	3+230~3+260 외 1구간	약 60	1.5	1.3~1.5	0.4~0.6	
결과	C.T.C : 약 0.6~1.7m 내외 / d : 약 410~650mm 내외						
	지보재 시공간격 및 설치심도의 시공성은 적정한 것으로 분석됨						

○ 대표단면분석(PD-2), (Jo.8~Jo.11)

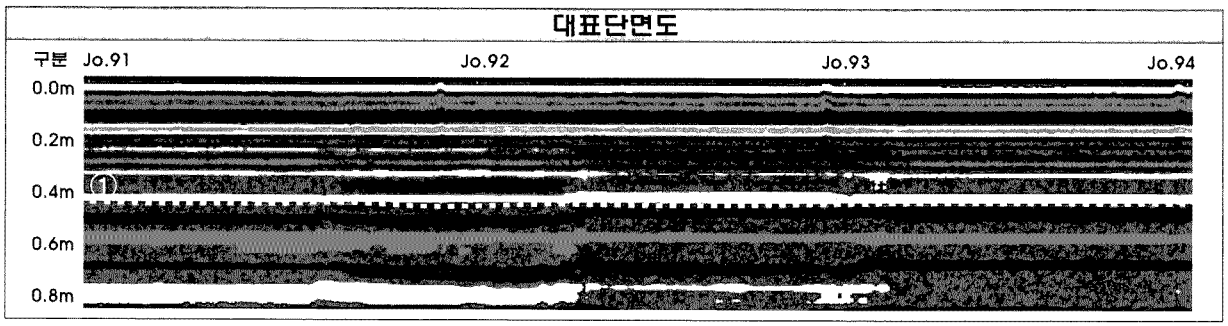


구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:410~450mm 내외	건전
② 지보구간	C.T.C 약 0.7~1.0m(d:550mm내외)	건전

라. PD1 암질구간(무지보구간)

NATM 구간의 무근 및 무지보 시공구간은(Patten 1) 경암질의 암석강도를 보유한 구간으로 모암의 기반암의 변형성 및 강도저하에 영향을 미치는 경계부 공동이나 콘크리트 라이닝 두께 부족은 조사되지 않은 상태로서 조사된 콘크리트 라이닝 두께는 패털별 설계두께【PD1(400mm)】를 상회(약 420~470mm내외)하는 수준의 적정한 상태로 조사되었다.

○ 대표단면분석(PD-1), (Jo.91~Jo.94)



구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:420~460mm 내외	건전

마. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

본선 NATM 구간의 2차 콘크리트 라이닝 경계부에 발생한 이상구간(공동)은 조사되지 않은 상태로 분석되었으며, 콘크리트 라이닝 두께는 각 시공 패턴별 설계두께【PD-2~6(400mm)】를 상회(약 400~550mm내외)하는 수준으로 조사되었다.

3.4.4 고찰

정개터널의 전반적인 콘크리트 라이닝 품질과 타설두께 및 각 시공패턴별 시공성은 적정한 상태이며 2차 콘크리트 라이닝 응력집중에 따른 균열 등 내구성에 영향을 미치는 영향은 미약할 것으로 분석되었다.

가. 개착구간

개착구간 【(시점 STA.2+665~2+705, 종점 STA.4+545~4+585), (∑L=80m)】의 보강철근은【수직:약 @105~135mm(dc:80~100mm), 수평:약 @135~170mm(dc:80~100mm)】이며, 콘크리트 라이닝 두께는 약 420~550mm 내외로서 설계도서(400mm)에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

나. PD2~6 암질구간, 비상주차대(보강철근구간)

NATM 구간의 보강철근【수직:약 @130~170mm(dc:50~95mm), 수평:약 @130~170mm(d:50~95mm)】시공상태는 양호한 상태로 분석된다.

다. PD2~6 암질구간, 비상주차대(지보구간)

구간별 시공패턴 (PD2~6, 비상주차대),(∑L=1375m)의 지보재 시공간격은 C.T.C 약 0.6~1.7m, 설치심도는 약 410~650mm 가량으로서, 적정한 시공상태로 분석된다.

라. PD1 암질구간(무지보구간)

경암질의 암석강도를 보유한 기반암 구간의 무근 및 무지보 시공구간(PD-1)(∑L=465m)의 콘크리트 라이닝 두께는 약 420~470mm 내외로 비교적 설계도서(설계:400mm)에 준한 양호한 상태로 조사되었다.

마. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

본선 NATM 구간의 2차 콘크리트 라이닝 경계부에 발생한 이상구간(공동)은 조사되지 않은 상태로 분석되었으며, 콘크리트 라이닝 두께는 각 시공 패턴별 설계두께【PD-2~6(400mm)】를 상회(약 410~550mm내외)하는 수준으로 조사되었다.

구분	내용				평가
	발생개소	길이(L)	평균두께(t)	분포심도(d)	
NATM 구간 (STA.2+705~4+545)	특이사항 없음				양호

3.5 시설물의 상태평가

3.5.1 개 요

본 터널에 대한 외관조사 결과를 바탕으로 세부지침(한국시설안전공단 - 2017.01)을 이용하여 터널의 상태등급을 산정하였다. 상태평가 등급 산정은 각 길이를 환산한 가중치를 적용하여 가중산술평균 방법으로 평가하였으며, 터널 갱구부에 비탈면 또는 옹벽 등이 존재하는 경우 상태평가기준은 본 세부지침에서 설정하고 있는 상태평가기준을 각각 적용하여 실시하였다.

3.5.2 상태평가 결과

<표 3.5.1> 기본시설 - 철근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝									터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	철근 노출	재료 분리	탄산화 시험						
결함 점수	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

결 함 지 수	0.023
상태평가등급	a

<표 3.5.2> 기본시설 - 무근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝							터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화				배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리						
결함 점수	1.774	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	1.774

결 함 지 수	0.052
상태평가등급	a

<표 3.5.3> 전체 터널의 상태평가 결과 산정

터널명	구분	결함지수	평가등급	연장(m)	연장비	결함지수× 연장비
정개터널 성남방향 (기본 시설물)	철근콘크리트	0.023	a	80	0.042	0.001
	무근콘크리트	0.052	a	1840	0.958	0.050
	Σ합 계			1920	1.000	**0.051**

결 함 지 수	0.051
상태평가등급	A

본 터널의 상태등급평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설 안전공단, 2017.01)」에 의거 각 부재에 대해 각각 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 항목과 내구성 요소인 탄산화 측정치 항목을 포함하여 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 결함지수는 0.05로서 상태평가 등급은 **"A"** 등급(0 < x < 0.15)의 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었다.

3.6 종합평가 및 안전등급 지정

3.6.1 종합평가

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되며, 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교하여 최저평가결과를 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

평가구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태평가	0.05	A	
안전성 평가	-	-	
종합평가	-	A	
종합평가 결과	정개터널(성남방향)의 종합평가 결과 "A등급"		

3.6.2 안전등급

정개터널(성남방향)에 대한 종합평가 결과 전체 시설물에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 "A등급"인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

3.7 종합결론

가. 본 대상구조물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리에 위치한 터널로서 NATM 형식에 총연장 L=1920.0m(시점개착:40.0m, NATM:1840.0m, 종점개착:40.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)의 시설물로 안전관리에 관한 특별법상 1종 시설물에 해당되며, 각 부재에 대한 정밀 외관조사 및 재료시험을 실시하였다.

나. 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 콘크리트 라이닝에 균열, 보수부 들뜸, 신축이음부에 콘크리트 박리, 박락, 파손, 마감불량, 공동구에 균열, 배수구에 이물질퇴적 등의 손상이 발생되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 대부분 완료된 것으로 확인되었다.

다. 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 품질 상태는 양호한 것으로 판단된다.

라. 점검대상 터널인 정개터널(성남방향)에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, G.P.R 탐사결과 철근보강 상태 및 라이닝 두께는 설계치를 대체로 만족하는 것으로 확인되었으며, 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간은 없는 것으로 조사되었다.

마. 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 “A등급”으로 분석되어 정개터널(성남방향)은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 것으로 평가되었다

바. 향후 터널의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 지속적인 유지관리가 요구된다.

구분	균열폭	보수방안	비고
균열	0.3㎜미만	표면보수	
	0.3㎜이상	주입보수	
보수부 들뜸, 마감불량	-	표면보수	
박리, 박락, 파손	-	단면복구	
거푸집 미제거	-	제거	
이물질퇴적	-	제거	

제4장 정개터널(장호원방향)

4.1 시설물 현황

4.2 외관조사

4.3 재료시험

4.4 GPR 탐사

4.5 시설물의 상태평가

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.7 종합결론

제 4 장 정개터널(장호원방향)

4.1 시설물 현황

4.1.1 개요

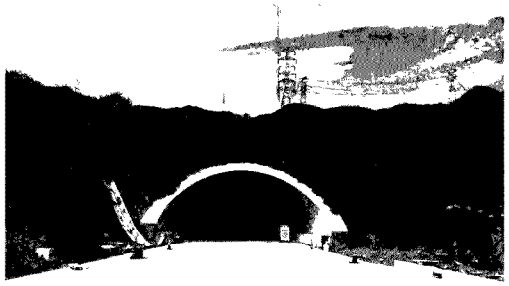
본 시설물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리에 위치한 터널로서 총연장 L=1950.0m(시점개착:40.0m, NATM:1870.0m, 종점개착:40.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)로 구성되어 있다.

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 터널부재 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다.

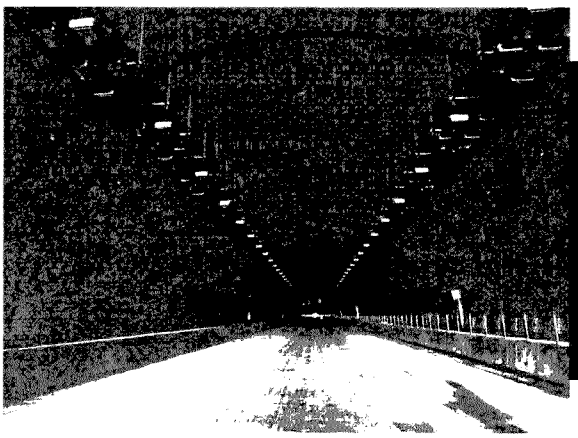
본 시설물의 터널 천정부 높이는 약 8m로 고소 작업차를 이용하여 외관조사를 수행하였다.



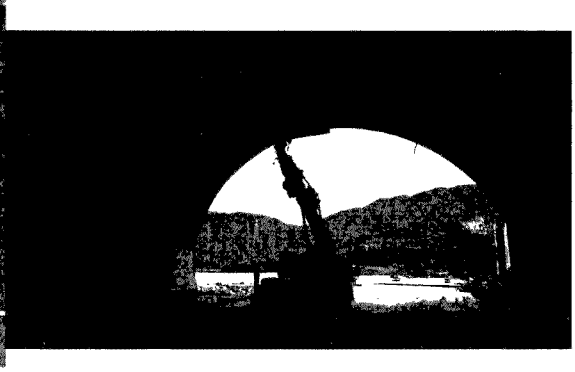
<시점 전경>



<종점 전경>



<내부 전경>

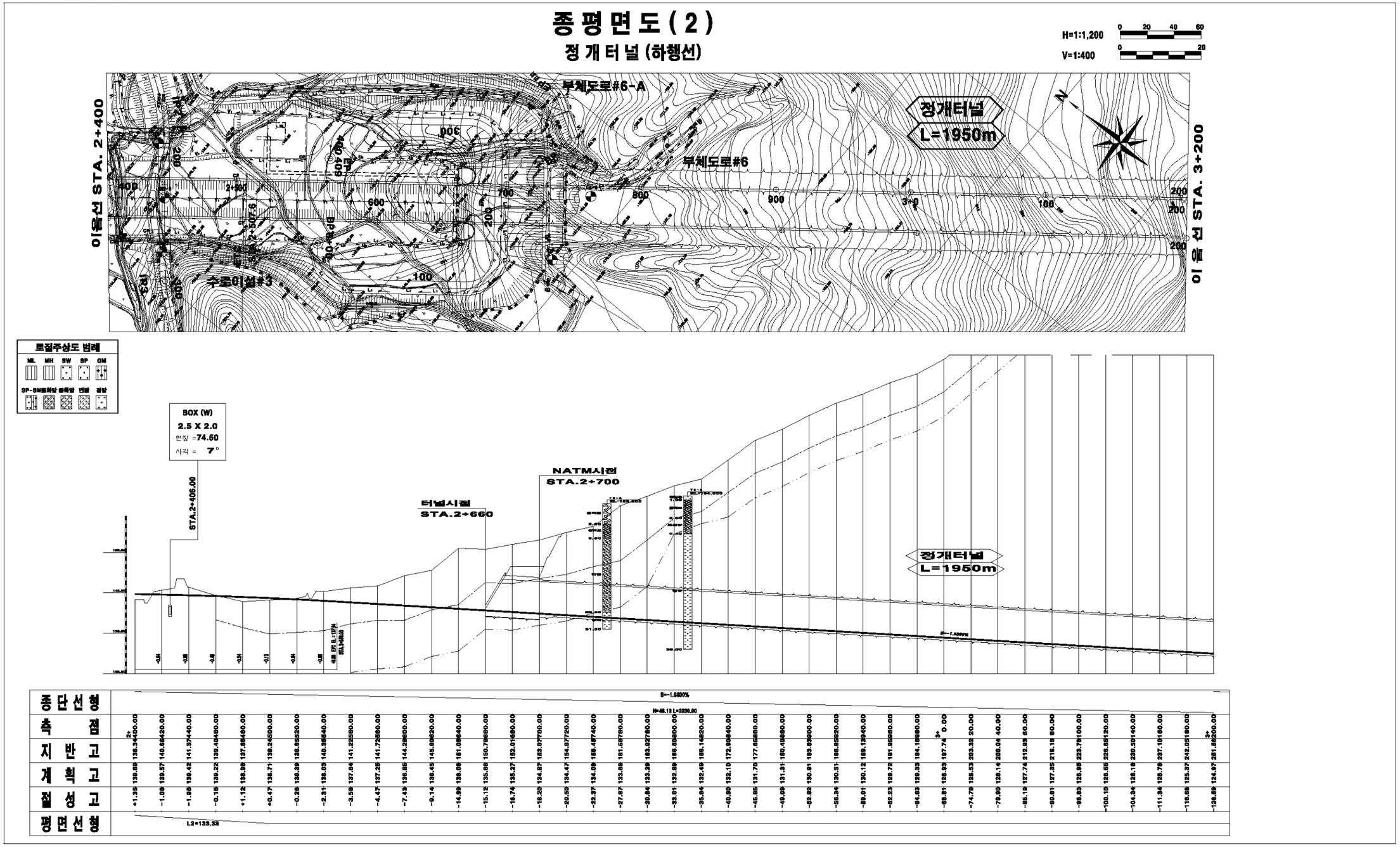


<고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>

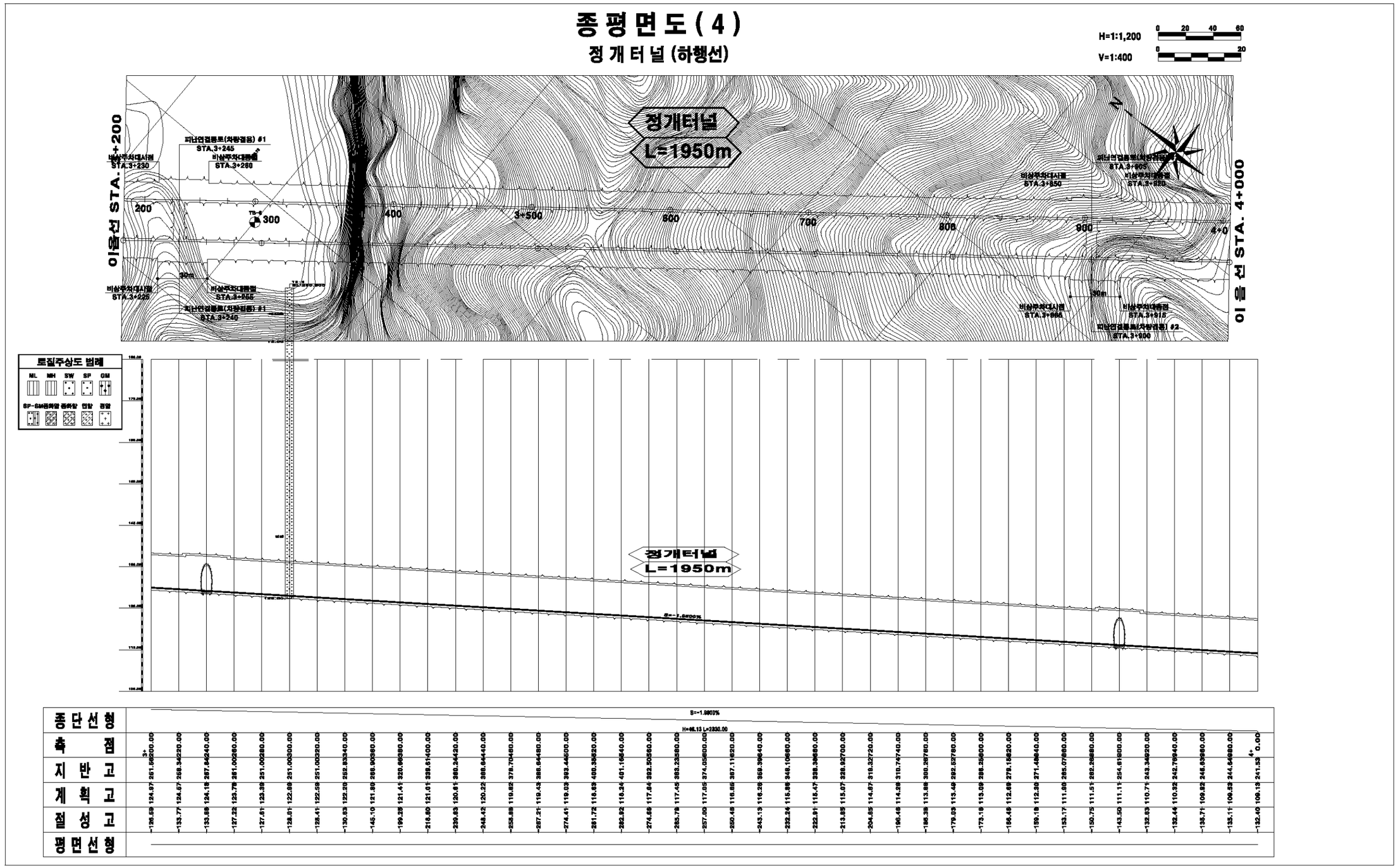
<표 4.1.1> 대상구조물 현황표

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>정개터널(장호원방향)</td><td>시설물번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2017년 12월</td><td>관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="3">경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리</td></tr>
<tr><td colspan="2">터널형식</td><td>NATM</td><td>노선명(이정)</td><td>성남~장호원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제원</td><td>연장</td><td colspan="3">L = 1950.0m(시점개착:40.0m, NTAM:1870.0m, 종점개착:40.0m)
시점 : STA.2km660, 종점 : STA.4km610</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="3">B = 14.519m(편도3차로)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td colspan="3">H = 9.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">갱문형식</td><td>시점 : 원통절개식
종점 : 원통절개식</td><td>종단경사</td><td>(-)1.98%</td></tr>
<tr><td colspan="2">환기방식</td><td>기계식환기</td><td>편경사</td><td>2.0%</td></tr>
</table>

2.1.2 관련도면



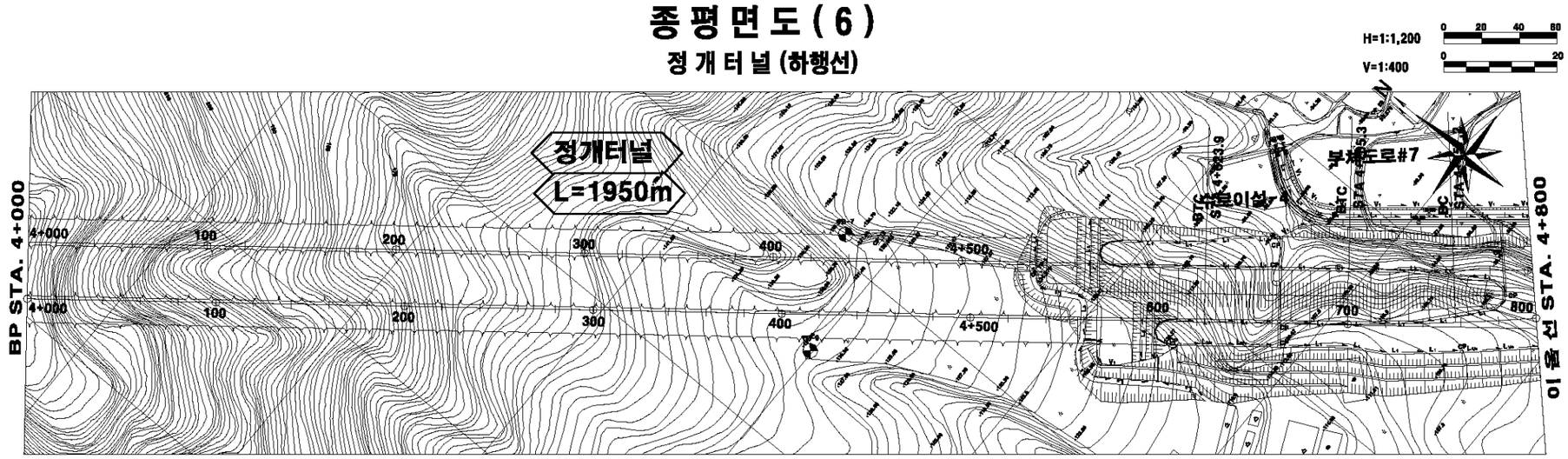
<그림 4.1.1> 종평면도(1)

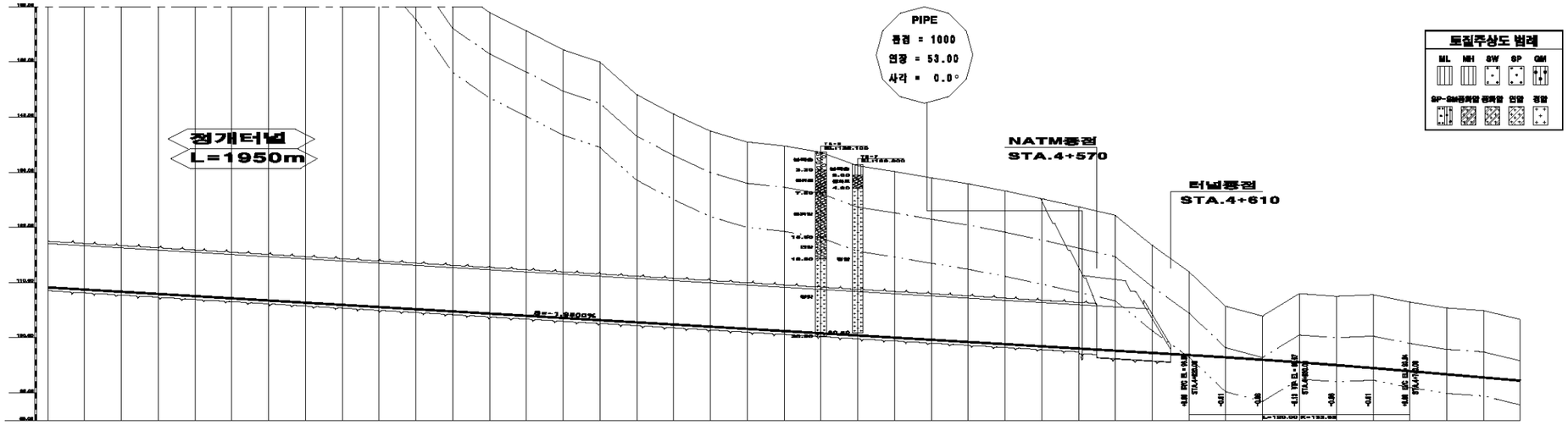

종평면도(4)
정개터널(하행선)
H=1:1,200
V=1:400
0 20 40 60
0 20
정개터널
L=1950m
이울선 STA. 4+000
이울선 STA. +200
토질주상도 범례
ML MH SW SP GM
SP-SM풍화암 풍화암 연암 경암
종단선형
측점
지반고
계획고
절성고
평면선형

<그림 4.1.2> 종평면도(2)

종 평 면 도 (6)

정 개 터 널 (하행선)

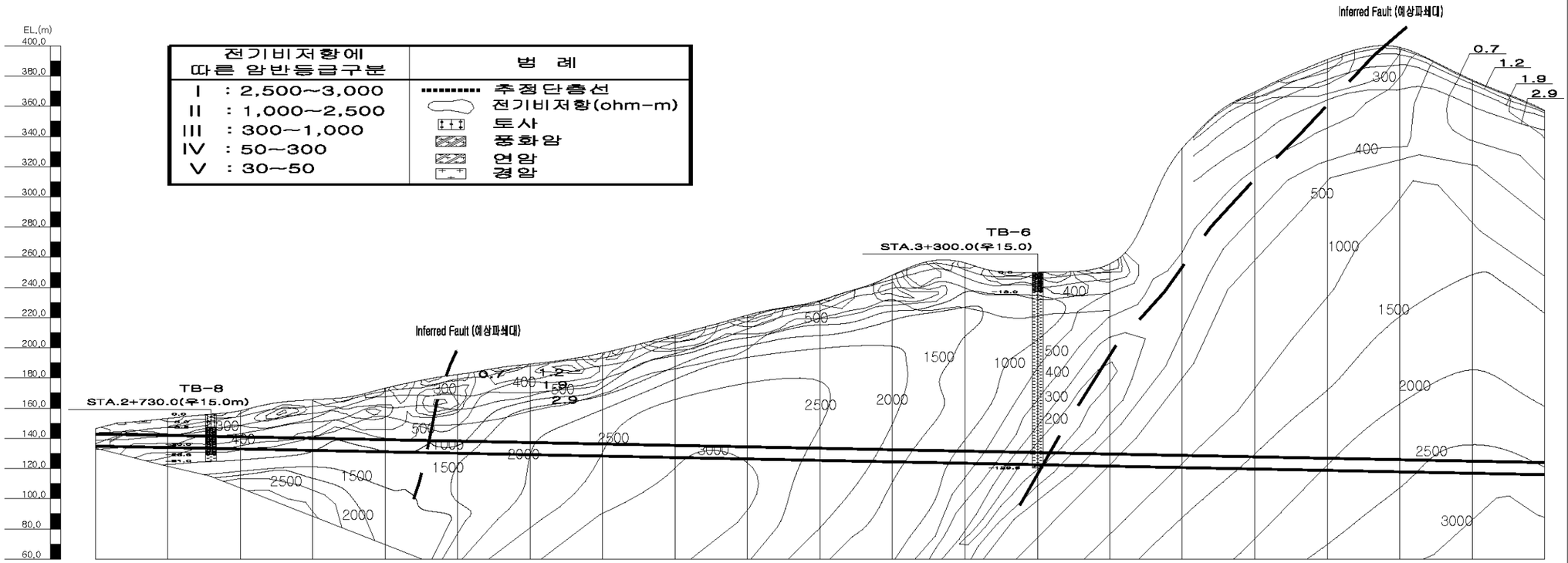




<그림 4.1.3> 종평면도(3)

지보패턴 개요도 (3)

장 호 원 방 향 (하행선)



측 점	2+650.00	700.00	750.00	800.00	850.00	900.00	950.00	3+000.00	050.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00	600.00	650.00
탄성파 탐사		1.2~1.9	1.9~2.9				2.9~4.2												2.9~4.2		
암반상태 평가		3~14	14~28	28~49			49~79												49~79		
비 고		극히불량	매우불량~불량				불량-매우양호												불량-매우양호		
전기비저항		300~1,000			1,000~2,500			2,500~3,000			1,000~2,500		300~1,000	50~300	300~1,000		1,000~2,500			2,500~3,000	
암반등급		Ⅳ (14m)	Ⅲ(241m)			Ⅱ(98m)		Ⅰ(138m)			Ⅱ(102m)		Ⅲ (41m)	Ⅳ (38m)	Ⅲ(81m)		Ⅱ(164m)			Ⅰ(77m)	
비 고		절리상태불량			터널상부에 절리가 많이 분포			암반상태양호						절리상태 양호 단층교차지점							

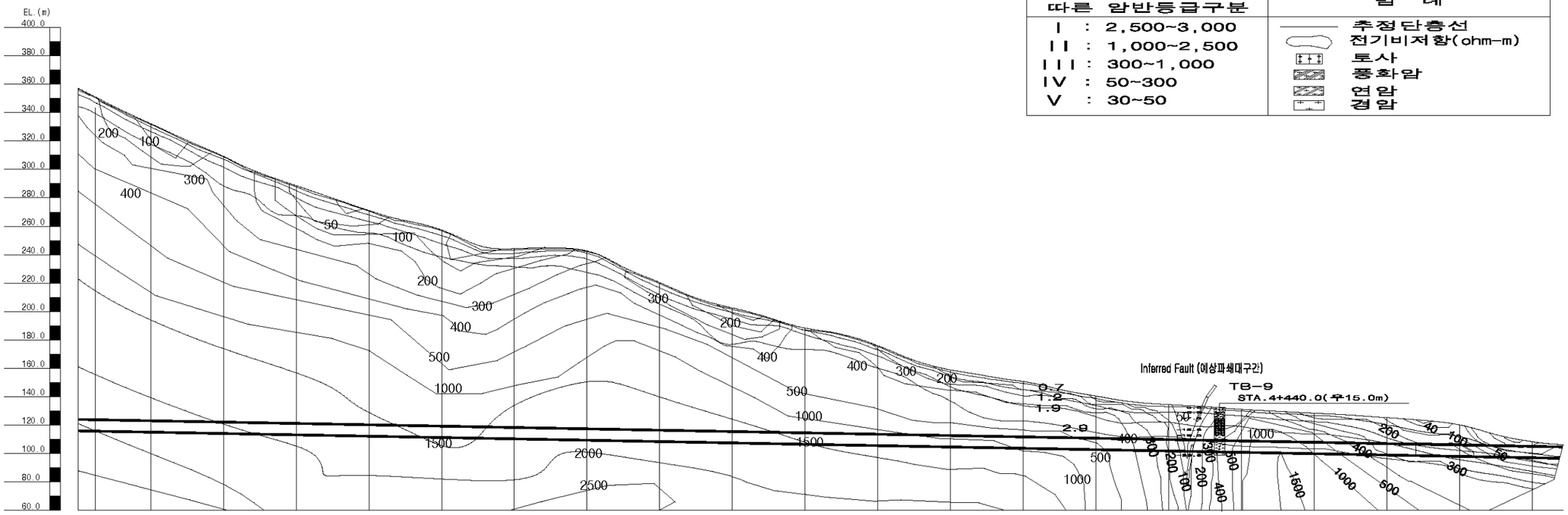
구간별 지보 TYPE	측점(STA.)	2+	660	700	720	740	760	840	905	3+	005	140	225	255	280	325	405	570	645
	지보TYPE		개착터널	Ⅵ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ		Ⅰ	Ⅱ	비상주차대	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
	연장(m)		40	20	20	20	80	65	100		135	85	30	25	45	80	165	75	

<그림 4.1.4> 지보패턴개요도(1)

지보패턴 개요도 (4)

장 호 원 방 향 (하행선)

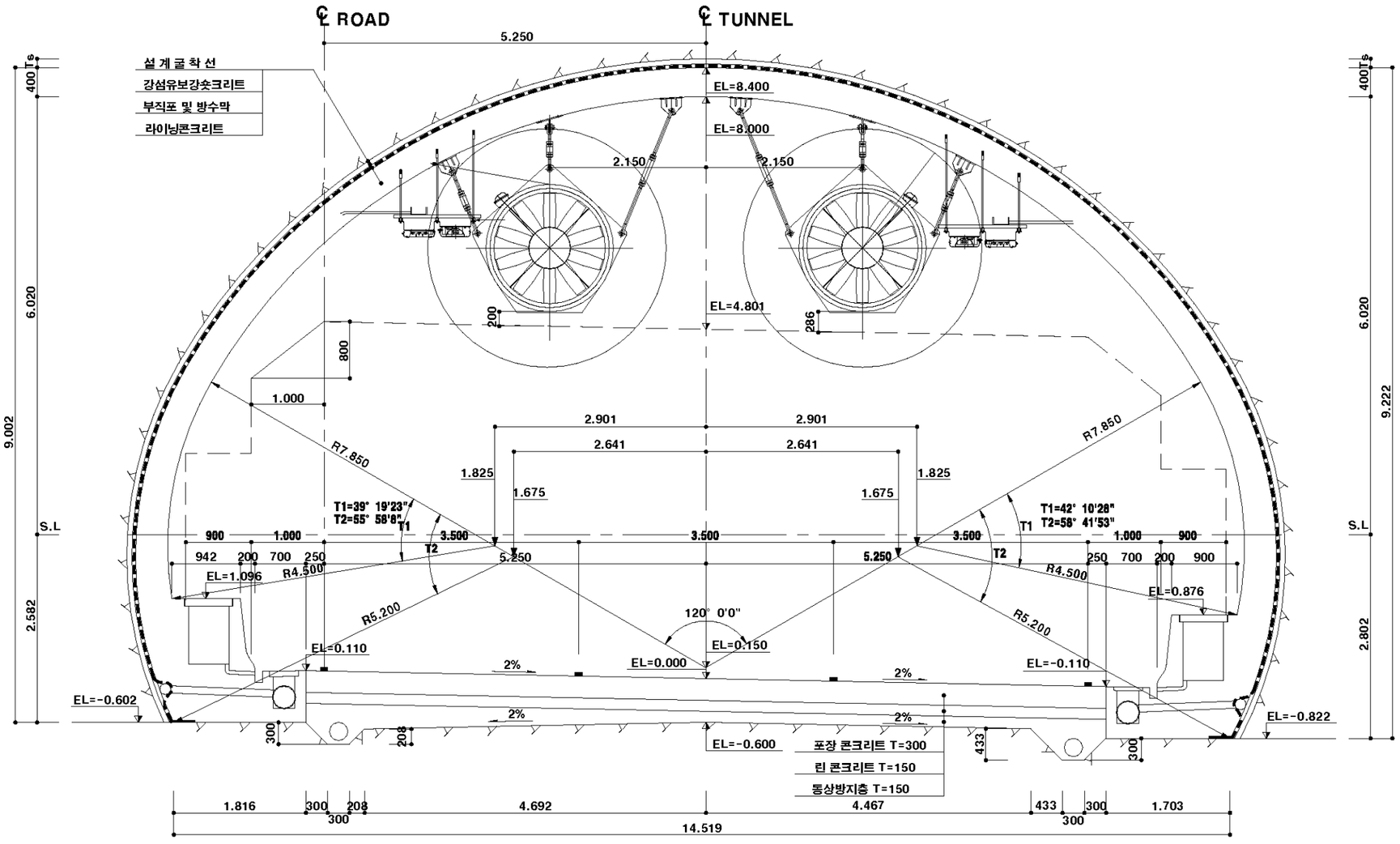
전기비저항에 따른 암반등급구분	범 례
Ⅰ : 2,500~3,000	추정단층선
Ⅱ : 1,000~2,500	전기비저항(ohm-m)
Ⅲ : 300~1,000	토사
Ⅳ : 50~300	풍화암
Ⅴ : 30~50	연암
	경암



측 점	650.00	700.00	750.00	800.00	850.00	900.00	950.00	4+000.00	050.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00	600.00	650.00
탄성파 탐사	2.9~4.2																		1.9~2.9	1.2~1.9	0.7~1.2
암방상태 평가	49~79																28~49		14~28	3~14	<3
비 고	불량-매우양호																매우불량-불량		~매우불량 극히불량		심히 불량
전 기 비 저 항	1,000~2,500													300~1,000		50~ 300 30~50	1,000~2,500 300~1,000		300~1,000	50~300	30~50
암 반 등 급	Ⅱ(586m)													Ⅱ(156m)		Ⅳ Ⅳ Ⅲ Ⅱ Ⅴ Ⅴ Ⅱ (21m) (16m) (25m) (34m)		Ⅱ(48m)		Ⅳ(78m)	Ⅴ(63m)
비 고	공비정활불풍 암반상태불량															저비저항 이상대 단층파쇄지점 (4m)				저비저항이상대 암반상태불량	
구간별 지보 TYPE 측점(STA.)						885	915						속 230			880 890 900 910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000 1010					
구간별 지보 TYPE 지보TYPE	Ⅱ					비상주차대				Ⅱ				Ⅲ		Ⅳ Ⅴ Ⅳ Ⅲ Ⅱ Ⅲ			Ⅳ	Ⅵ	개착터널
구간별 지보 TYPE 연장(m)	240					30				315				150		20 20 20 20 30 40			20	20	40

<그림 4.1.5> 지보패턴개요도(2)

표준단면도(1)



숏크리트 치수표

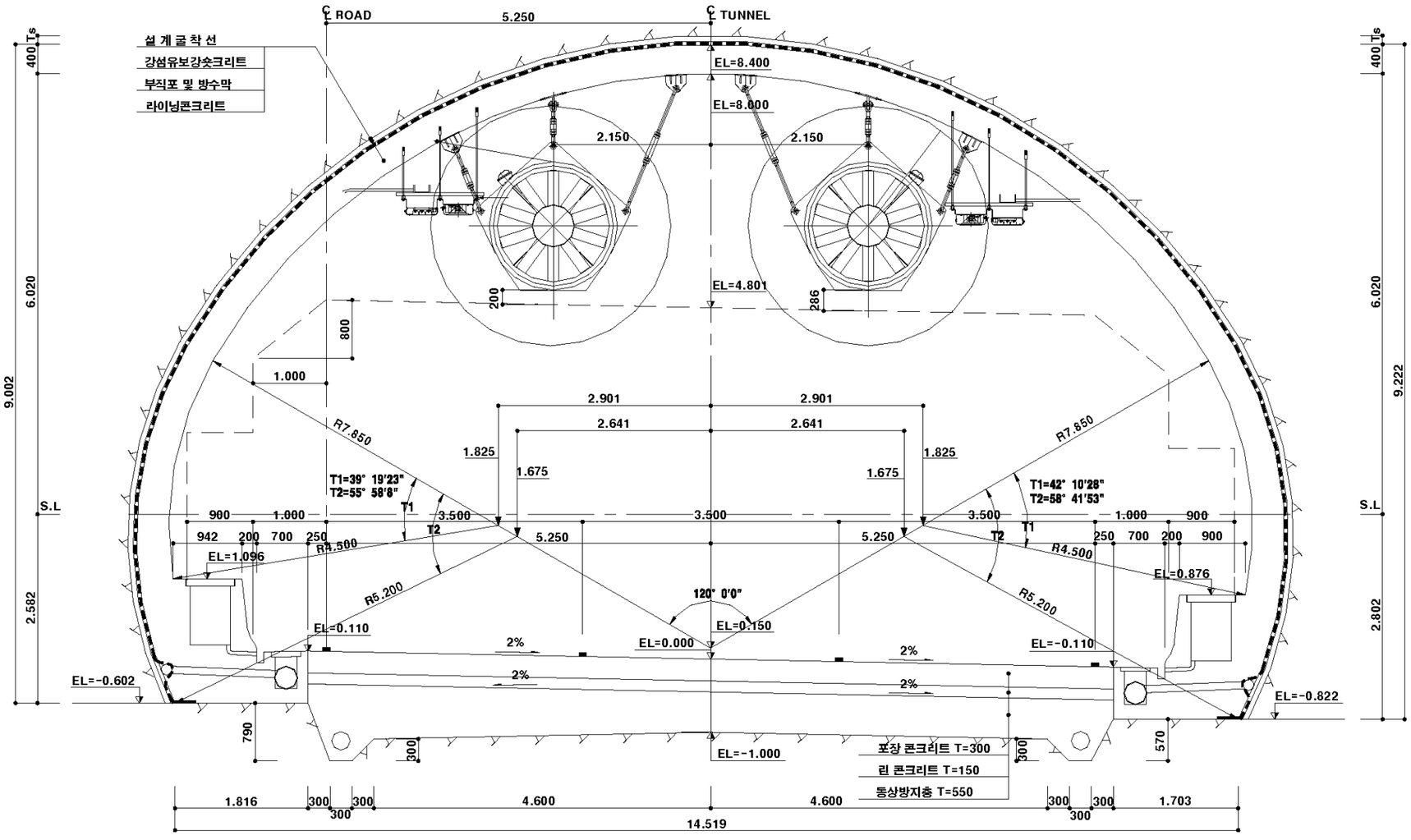
지보패턴	숏트리트 두께(mm)	비 고
TYPE-1	80	일 반
TYPE-2	120	강섬유
TYPE-3	120	강섬유
TYPE-4	160	강섬유
TYPE-5	160	강섬유
TYPE-6	200	강섬유

NOTE

1. 숏크리트 두께 TS는 지보패턴에 따라 변화시켜야 한다.
2. 횡배수관 PVC PIPE φ50과 φ100은 시점부에서 3M를 이격하여 배치토록하며 평면상에서 동일지점에 설치되지 않도록한다.
3. 터널 하부에서 발생되는 용수가 포장층으로 침투되지 않도록 선택층을 지하배수공(피형이연도강관 φ250)으로 유도처리토록 한다.

<그림 4.1.6> 표준단면도(1)

표 준 단 면 도 (2)
(동상방지층 구간)



숏크리트 치수표

지 보 패 턴	숏트리트 두께(mm)	비 고
TYPE-1	80	일 반
TYPE-2	120	강 섬 유
TYPE-3	120	강 섬 유
TYPE-4	160	강 섬 유
TYPE-5	160	강 섬 유
TYPE-6	200	강 섬 유

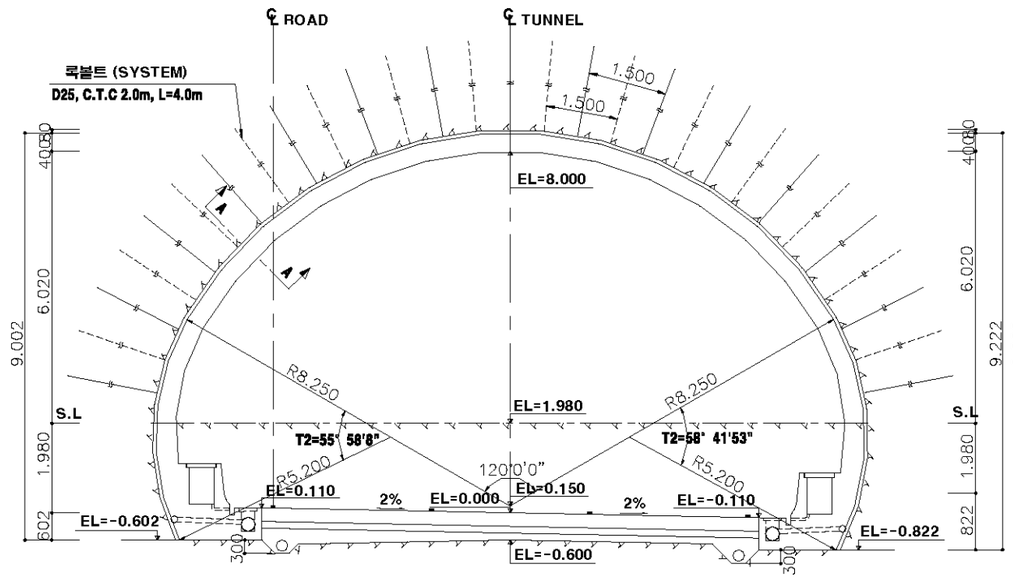
NOTE

1. 숏크리트 두께 TS는 지보패턴에 따라 변화시켜야 한다.
2. 횡배수관 PVC PIPE φ50과 φ100은 시점부에서 3M를 이격하여 배치토록하며 평면상에서 동일지점에 설치되지 않도록한다.
3. 터널 하부에서 발생되는 용수가 포장층으로 침투되지 않도록 선택층을 지하배수공(파형아연도강관 φ250)으로 유도처리토록 한다.

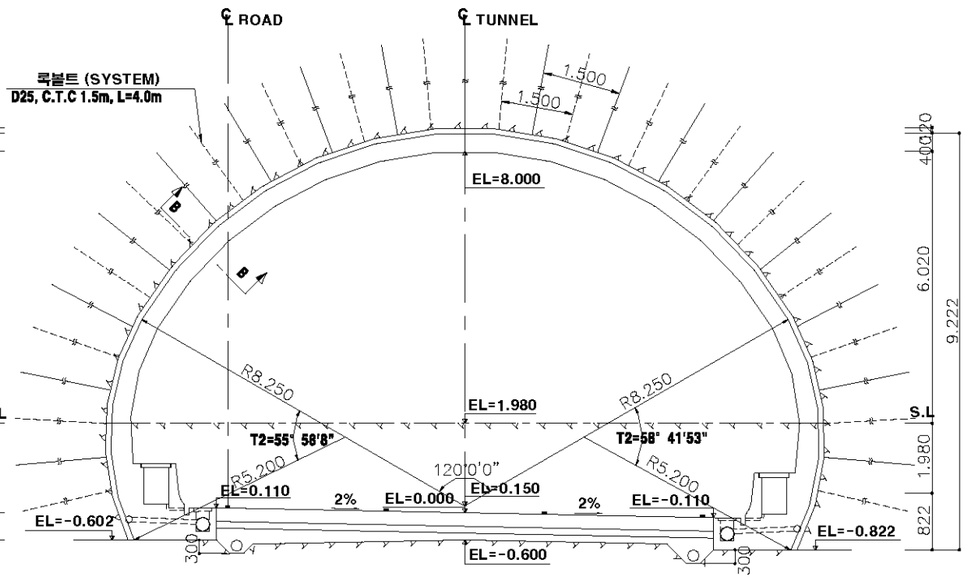
<그림 4.1.7> 표준단면도(2)

표준지보공도(1)

TYPE-1

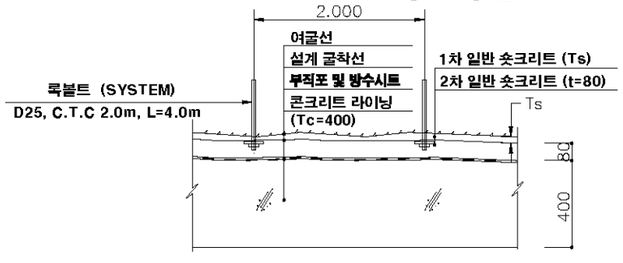


TYPE-2



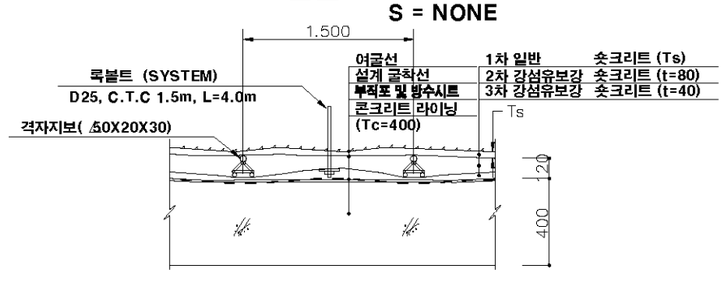
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

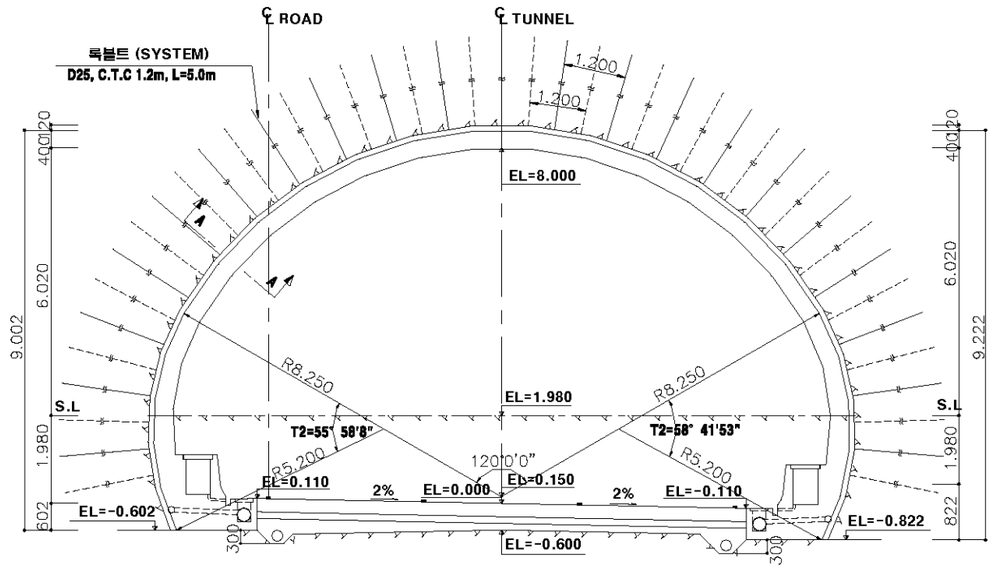
(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (㎥)			록볼트 (EA) L=4.000m		방수시트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (㎥)	비 고
	설계굴착		여 굴		계								
	상부	하부	상부	하부		상부	하부	계	상부	측 벽			
TYPE-1	78.403	41.528	2.251	0.556	122.738	3.438	0.803	4.241	5.750	1.500	28.839	10.750	
TYPE-2	79.298	41.751	2.266	0.566	123.881	3.170	0.742	3.912	7.667	4.000	28.839	10.750	

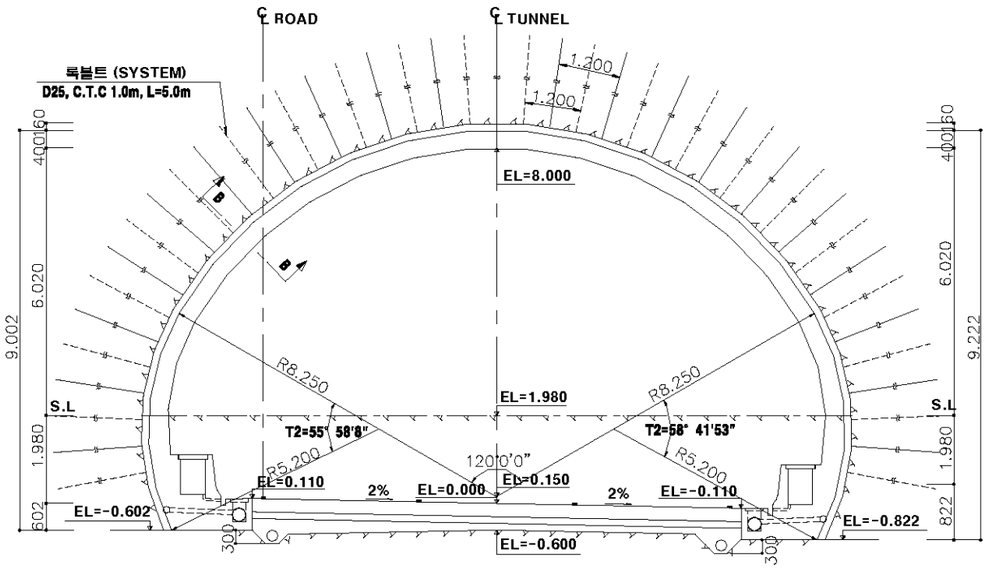
<그림 4.1.8> 표준지보공(1)

표준지보공도(2)

TYPE-3

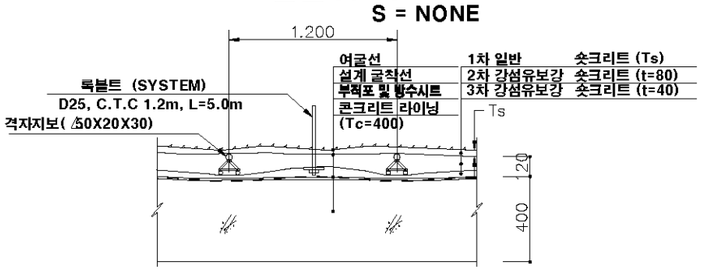


TYPE-4



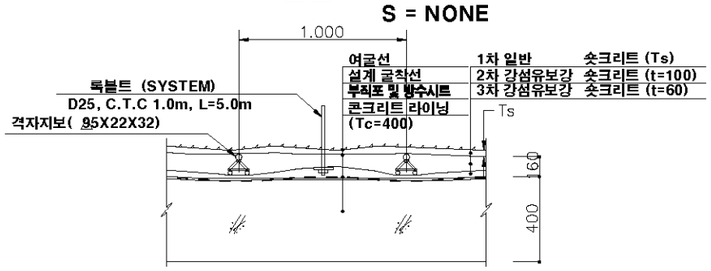
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

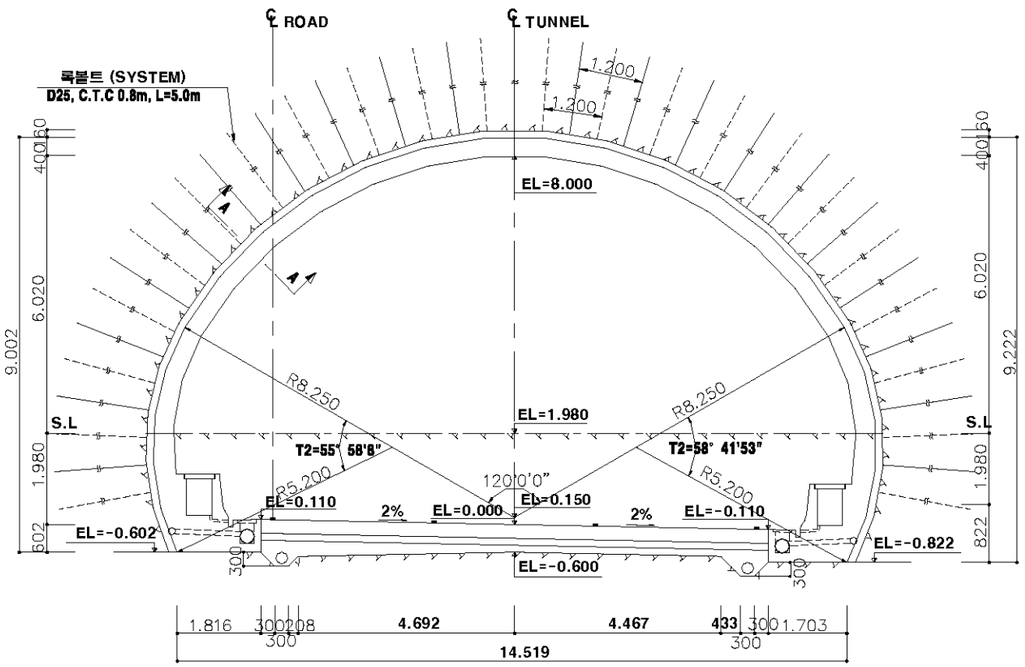
(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (m)			록 볼 트 (EA) L=5.000m		방 수 시 트 (㎡)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm²) (m)	비 고
	설계굴착		여 굴		계	상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
	상 부	하 부	상 부	하 부									
TYPE-3	79.298	41.751	3.409	0.833	125.291	3.182	0.741	3.923	12.083	5.833	28.915	11.357	
TYPE-4	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	14.500	7.000	28.992	11.966	

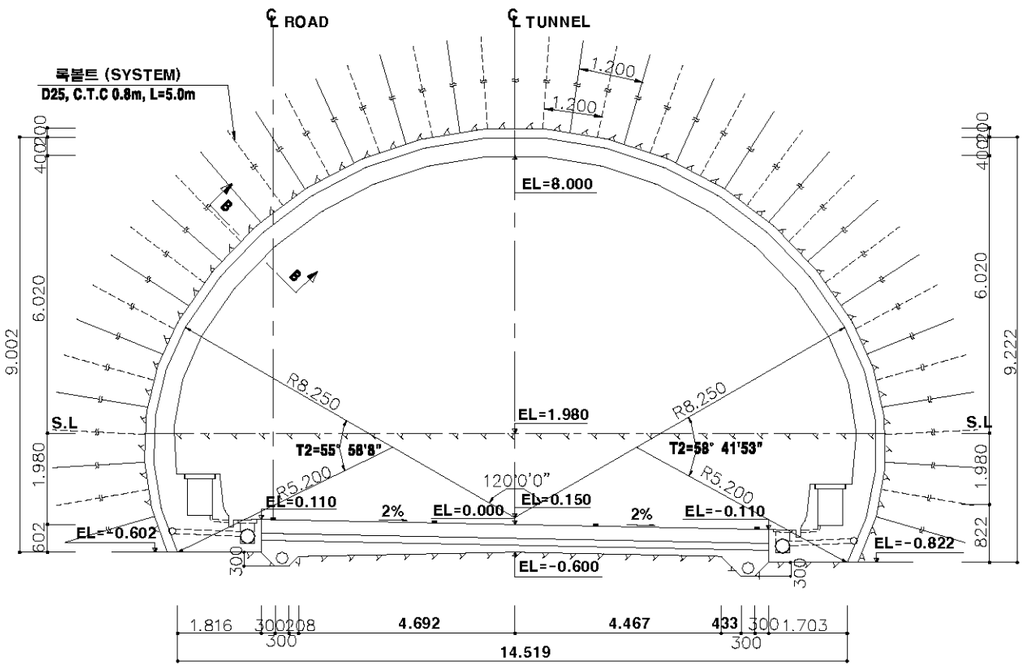
<그림 4.1.9> 표준지보공(2)

표 준 지 보 공 도 (3)

TYPE-5

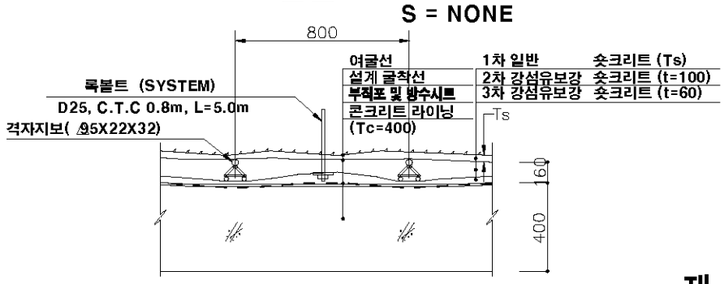


갱구부 보강구간



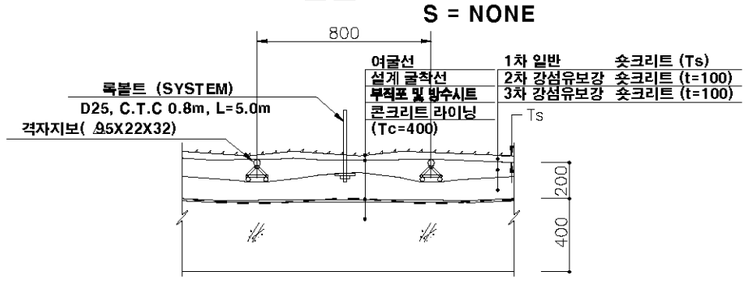
단면 A-A

S = NONE



단면 B-B

S = NONE



재 료 표

(1M당)

구 분	굴 착 (㎥)					숏크리트 (m)			록볼트 (EA) L=5.000m		방수시트 (m)	콘크리트 라이닝 (fck=240kgf/cm) (m)	비 고
	설계굴착		여 굴		계								
	상 부	하 부	상 부	하 부		상 부	하 부	계	상 부	측 벽			
TYPE-5	80.201	41.973	4.587	1.110	127.871	4.270	0.988	5.258	18.125	8.750	28.992	11.966	
TYPE-6	81.109	42.195	4.610	1.110	129.024	5.350	1.235	6.585	18.125	10.000	28.992	11.966	

<그림 4.1.10> 표준지보공(3)

4.2 외관조사

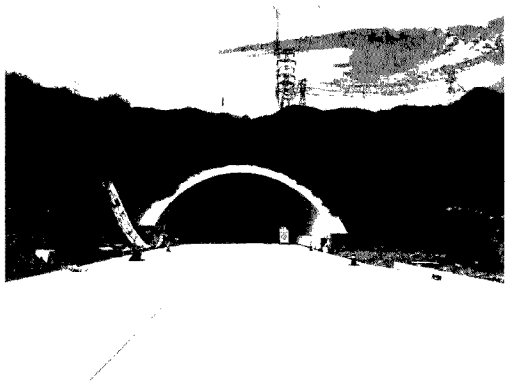
4.2.1 상세외관조사

가. 시·종점부 갱문

본 터널의 갱문형식은 원통절개식으로 시공된 상태이며, 외관조사결과 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.



<시점 갱문 상태 양호>



<종점 갱문상태 양호>

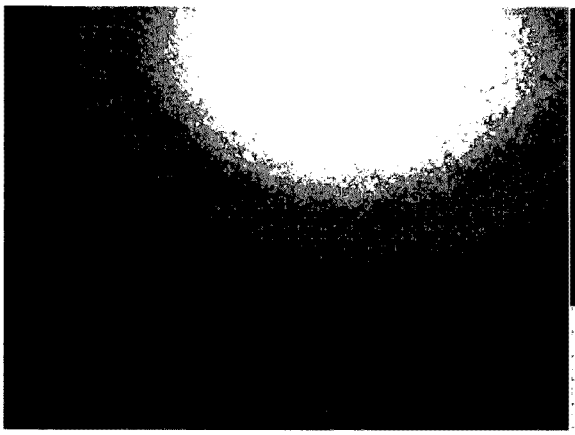
나. 콘크리트 라이닝

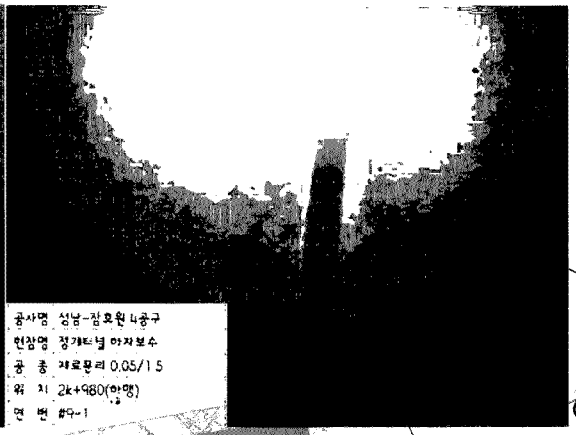
콘크리트라이닝은 두께가 40cm이고 지보패턴별로 Ⅰ~Ⅳ는 무근으로, Ⅴ 및 갱구부 보강구간은 철근콘크리트로 시공되어 있다.

외관조사결과 콘크리트라이닝의 누수, 백태는 발생되지 않았으나, 일부 구간에 천정부 종방향균열, 보수부 들뜸 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 대부분 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
천정부	균열(0.3mm미만)	1.6/4	m/ea	
	균열(0.3mm이상)	8.0/1	m/ea	보수 완료
	보수부 들뜸	8.0/2	㎡/ea	
벽체	균열(0.3mm미만)	4.5/3	m/ea	
	거푸집 미제거	1	ea	





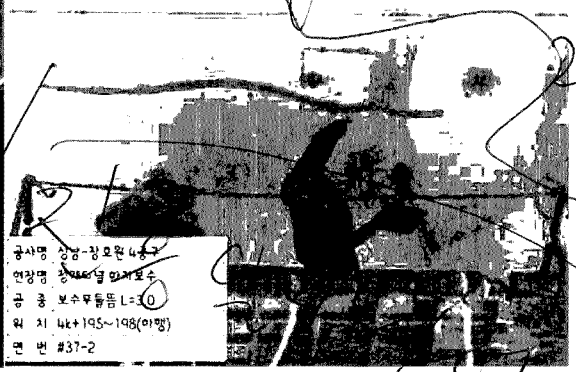
2k980m 천정부 종방향 균열 발생(0.2/9.0) < 균열 보수 완료 >





3k765m 균열 보수부 재균열(0.2/5.0) < 균열 보수 완료 >





4k195m 천정부 균열 보수부 들뜸 < 보수 완료 >

다. 신축이음부

신축이음부는 NATM구간 9m간격으로 시공되어 있으며, 실란트 시공상태는 양호하나 일부 구간에 신축이음 주변에 콘크리트 박리, 박락, 파손, 마감불량 등이 발생되어 있는 것으로 확인되었다.

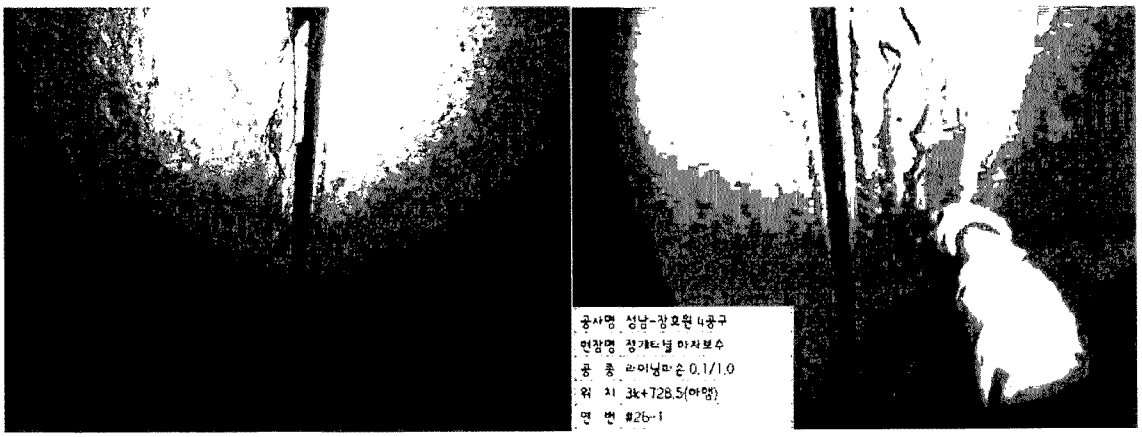
- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수를 완료한 것으로 확인되었다.

구 분	손상 내용	합계	단위	비고
신축이음부	박리	0.33/12	㎡/ea	보수 완료
	박락	0.2/1	㎡/ea	
	파손	0.2425/9	㎡/ea	
	마감 불량	0.1/1	㎡/ea	



< 신축이음 전경 >

< STA.2k208m 신축이음 반월형 균열 >

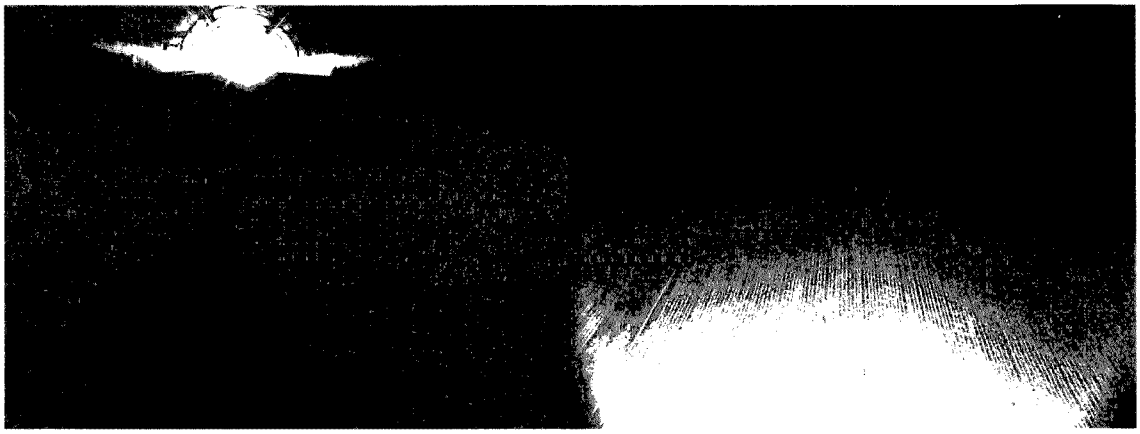


< STA.3k728m 신축이음부 박락 상태 >

< 박락 보수 완료 >

라. 바닥부(포장부)

터널 바닥부는 콘크리트 포장으로 시공된 상태이며, 함몰, 단차 및 요철 등 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 3k710m지점의 측구 주변에 그레이팅 설치를 위한 Block Out시 발생한 시공오차로 인한 단면손상은 보수가 완료된 것으로 확인된다.



< 콘크리트 포장 상태 양호>

<포장면 신축이음 시공 상태 양호>

마. 공동구 및 배수시설

터널 내 좌·우측벽체 하단부에 공동구가 시공되어있으며 도로부 노면배수를 위해 도로 양쪽 가장자리에 배수구가 설치되어 있다.

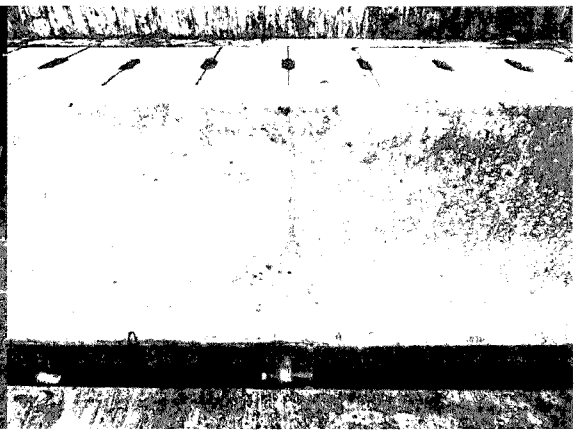
외관조사결과 공동구에는 일부 균열이 발생된 상태이며, 배수구에는 이물질이 퇴적되어 있는 상태인 것으로 확인되었다.

- 점검 후 관찰된 손상부위에 대한 보수, 이물질 제거를 완료한 것으로 확인되었다.

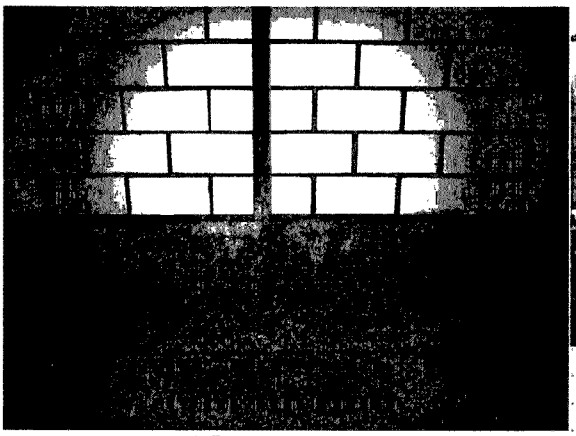
구 분	손상 내용	합계	단위	비고
공동구 및 배수 시설	균열(0.3mm미만)	6.5/16	m/ea	보수 완료



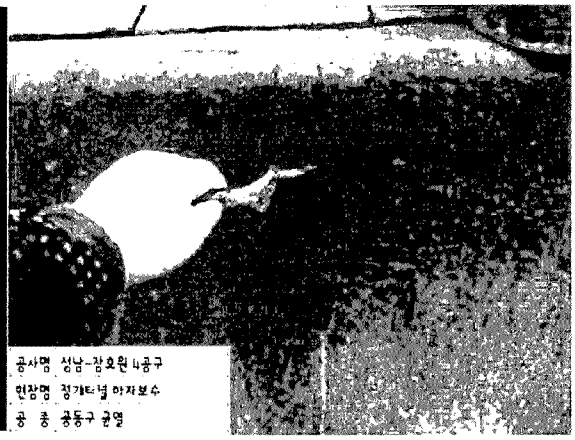
공동구 전경



시점부 공동구 수직균열



STA.2k970m 좌측 공동구와 라이닝 접촉면 균열



공동구 균열 보수 완료

4.3 재료 시험

4.3.1 재료 시험 현황

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대해 콘크리트 품질상태와 압축강도를 파악하기 위하여 반발경도시험, 철근배근탐사 을 수행하여 콘크리트의 품질 및 내구성을 평가하였다.

4.3.2 콘크리트 강도 시험

가. 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과

측정위치	평균치	신뢰 범위	재평균 (R)	타격 각도 (°)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (R_0)	압축강도 (MPa)		재령 계수 (α)	보정 압축강도 (MPa)		설계강도 (MPa)
							재료 학회	건축 학회		재료 학회	건축 학회	
STA.2k+670 천정	49.0	39.2~58.7	49.0	90	-3.26	45.7	40	42.5	0.64	25.6	27.2	24
STA.3k+190 천정	49.8	39.9~59.8	49.8	90	-3.18	46.6	41.2	43.2	0.64	26.4	27.6	
STA.3k+535 천정	50.4	40.3~60.5	50.4	90	-3.10	47.3	42.1	43.6	0.64	26.9	27.9	
STA.3k+885 천정	49.6	39.7~59.5	49.6	90	-3.18	46.4	41.0	43.0	0.64	26.2	27.5	
STA.3k+980 천정	49.9	39.9~59.9	49.9	90	-3.18	46.7	41.3	43.2	0.64	26.5	27.7	
STA.4k+235 천정	49.7	39.7~59.6	49.7	90	-3.18	46.5	41.0	43.0	0.64	26.3	27.5	
STA.4k+500 천정	50.7	40.5~60.8	50.7	90	-3.10	47.6	42.4	43.8	0.64	27.1	28.0	
STA.4k+585 천정	49.5	39.6~59.4	49.5	90	-3.18	46.3	40.8	42.9	0.64	26.1	27.5	

나. 반발경도법에 의한 압축강도 평가 및 고찰

1) 압축강도 평가

측정위치	측정강도(A)		설계기준 강도(B)	A/B*100		비 고
	재료학회	건축학회		재료학회	건축학회	
콘크리트 라이닝	26.4 MPa	27.6 MPa	24 MPa	110 %	115 %	

2) 고찰

콘크리트 비파괴강도 측정을 시행한 결과, 콘크리트라이닝의 추정강도는 26.4~27.6MPa로 측정되어 설계기준 강도인 24.0MPa이상으로 확인되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 분석된다.

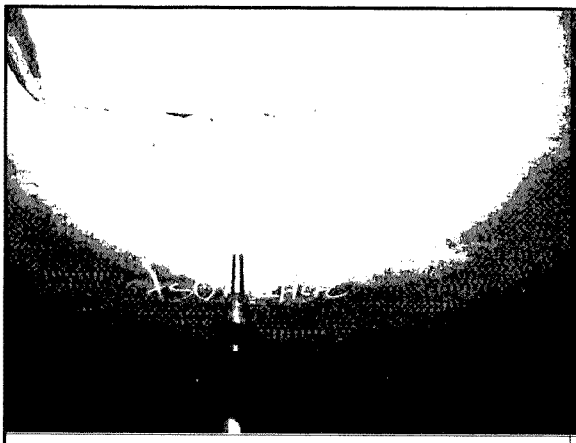
4.3.3 철근배근 탐사

가. 철근배근 측정

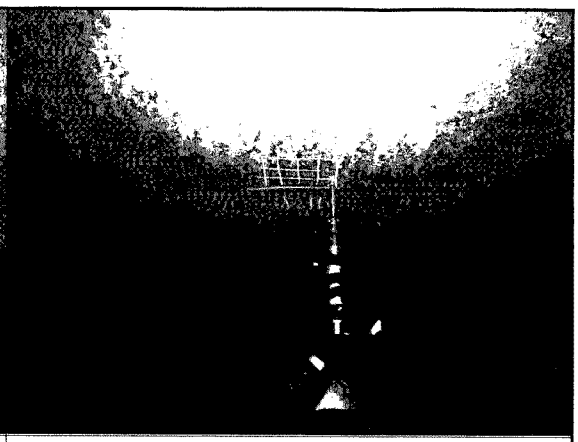
측정위치	배근종류	설 계(mm)		측 정(mm)		비 고
		간격	피복두께	간격	피복두께	
STA.2k+670m 천정	종방향철근	150	70.5	150	75	
	횡방향철근	145	89.5	150	92	
STA.3k+190m 천정	종방향철근	150	70.5	151	73	
	횡방향철근	145	89.5	143	92	
STA3k+885m 천정	종방향철근	150	70.5	153	75	
	횡방향철근	145	89.5	149	92	
STA.4k+500m 천정	종방향철근	150	70.5	157	72	
	횡방향철근	145	89.5	144	93	

나. 고찰

Oko-2 Georadar를 이용하여 철근배근탐사를 시행하였으며, 측정 결과 철근배근 간격, 피복두께는 설계치를 만족하는 것으로 확인되어 철근의 배근 상태는 양호한 것으로 측정된다.



STA.3k+190m
천정부 반발경도 측정



STA.3k+885m
천정부 반발경도 측정



STA.3k+190m
천정부 철근배근탐사 시험



STA.4k+500
천정부 철근배근탐사 시험

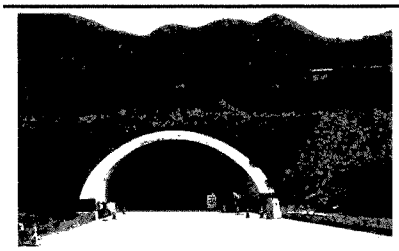
4.3.4 재료시험 결과 요약

<table>
<tr><th>종 류</th><th colspan="2">결 과</th><th>검 토</th></tr>
<tr><td>콘크리트 강도 시험</td><td>반발 경도법</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th colspan="2">측정강도(A) MPa</th><th rowspan="2">설계 기준 강도 (B)</th><th colspan="2">A/B*100</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>재료학회</th><th>건축학회</th><th>재료 학회</th><th>건축 학회</th></tr>
<tr><td>STA.2k+670 천정</td><td>25.6</td><td>27.2</td><td rowspan="8">24 MPa</td><td>106.7%</td><td>113.3%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+190 천정</td><td>26.4</td><td>27.6</td><td>110.0%</td><td>115.0%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+535 천정</td><td>26.9</td><td>27.9</td><td>112.1%</td><td>16.3%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+885 천정</td><td>26.2</td><td>27.5</td><td>109.1%</td><td>114.6%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.3k+980 천정</td><td>26.5</td><td>27.7</td><td>110.4%</td><td>115.4%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.4k+235 천정</td><td>26.3</td><td>27.5</td><td>109.6%</td><td>114.6%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.4k+500 천정</td><td>27.1</td><td>28.0</td><td>112.9%</td><td>116.7%</td><td></td></tr>
<tr><td>STA.4k+585 천정</td><td>26.1</td><td>27.5</td><td>108.8%</td><td>114.6%</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>콘크리트 강도 양호한 상태임</td></tr>
<tr><td>철근 배근 탐사 시험</td><td colspan="2">
<table>
<tr><th rowspan="2">측정위치</th><th rowspan="2">배근종류</th><th colspan="2">설 계(mm)</th><th colspan="2">측 정(mm)</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>간격</th><th>피복두께</th><th>간격</th><th>피복두께</th></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.2k+700 천정</td><td>주철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>150</td><td>75</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>150</td><td>92</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.3k+245 천정</td><td>주철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>151</td><td>73</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>143</td><td>92</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.4k+460 천정</td><td>주철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>153</td><td>75</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>149</td><td>92</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">STA.4k+460 천정</td><td>주철근</td><td>150</td><td>70.5</td><td>157</td><td>72</td><td></td></tr>
<tr><td>배력철근</td><td>145</td><td>89.5</td><td>144</td><td>93</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>철근배근 양호한 상태임</td></tr>
</table>

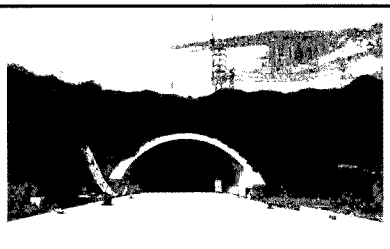
4.4 G.P.R 탐사

4.4.1 개요

본 G.P.R 탐사는 『성남-장호원 도로건설공사』 제4공구 정개터널 장호원방향에 대해 초기점검 용역의 본선 터널구간에 대해 콘크리트 라이닝 경계부 공동 유무 및 두께 등 시공 적정성을 파악하여 향후 유지관리 효용성과 구조물의 안정성 증진을 위한 기초자료를 제공하기 위해 실시하였다.



시점전경



종점전경



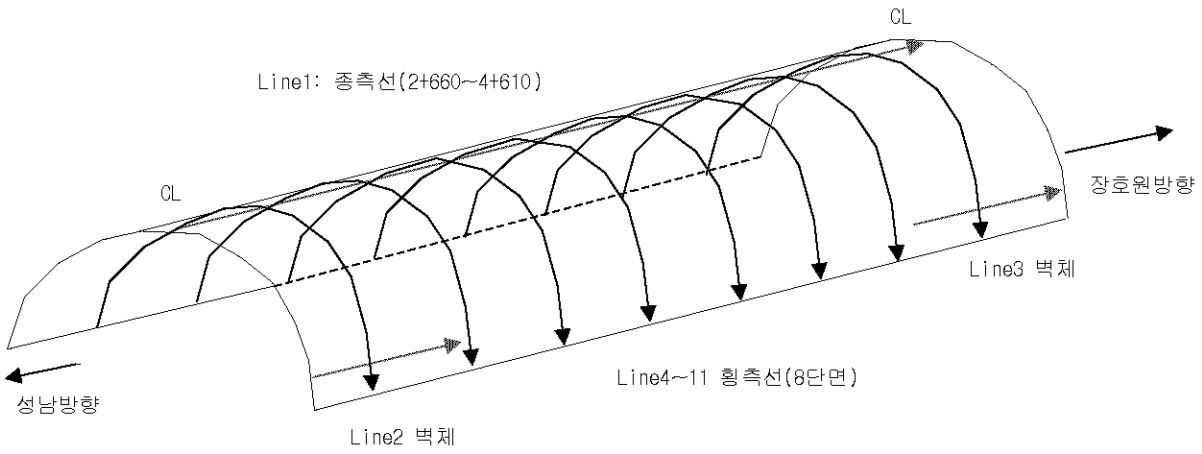
탐사전경

4.4.2 탐사측선 선정

본 G.P.R 탐사측선은 시점(STA.2+660)인 성남방향에서 종점(STA.4+585)인 장호원방향(터널의 천단부 및 아치부에 대해)으로 종·횡방향탐사(∑L=약 2199m, 11측선)를 실시하였으며, 본 탐사에 적용된 측정안테나의 중심파수는 약 400~900㎒ 대역 2종을 사용하였다.

<표 4.4.1> G.P.R 탐사측선

구분	측선	대상	탐사구간(STA)	탐사연장	비고
정개터널 성남방향	종방향	천단부	2+660~4+610(S1~S220)	약 1950m	∑L=2135m (3측선)
		아치부	2+669~2+750(S2~S10)	약 81m	
			4+479.5~4+583.5(S209~S220)	약 104m	
	횡방향	천단부	S16, S35, S58, S83, S100, S131, S160, S190	약 64m (8m/1회)	∑L=64m (8측선)
누 계			∑L=약 2199m(11측선)		


CL
Line1: 종측선(2+660~4+610)
CL
장호원방향
Line3 벽체
Line4~11 횡측선(8단면)
성남방향
Line2 벽체

<그림 4.4.1> 탐사 측선도

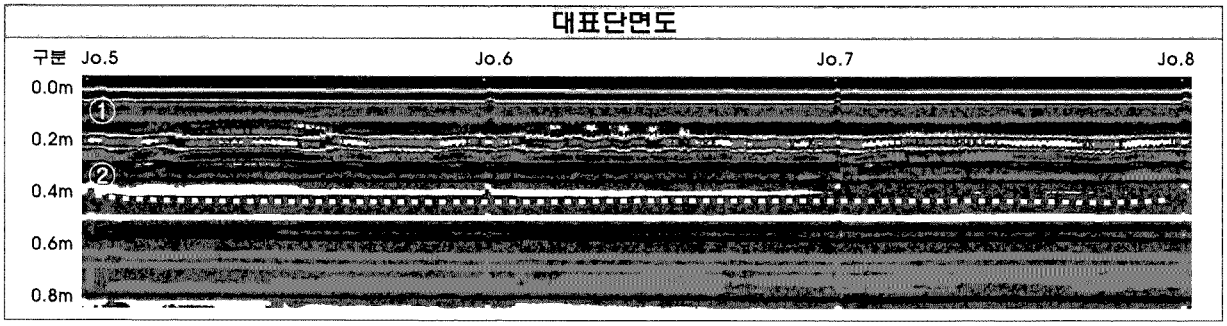
4.4.3 G.P.R 탐사결과

가. 개착구간

개착구간에서 조사된 수직철근은 약 @105~140mm【(dc:80~100mm), (설계:@125mm, dc:80mm)】이며, 수평철근은 약 @135~160mm【(dc:80~100mm), (설계:@150mm, dc:80mm)】로서, 콘크리트 라이닝 두께는 약 420~470mm 내외로 분석되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복(dc)	간격	피복(dc)		
Open Cut 구간	개착 구간	2+660~2+700	125(수직)	80	105~140	80~100	약 40	양호
			150(수평)	80	135~160	80~100		
		4+570~4+610	125(수직)	80	110~135	80~105	약 40	양호
			150(수평)	80	135~160	80~100		

○ 대표단면분석(개착부시점),(Jo.5~Jo.8)



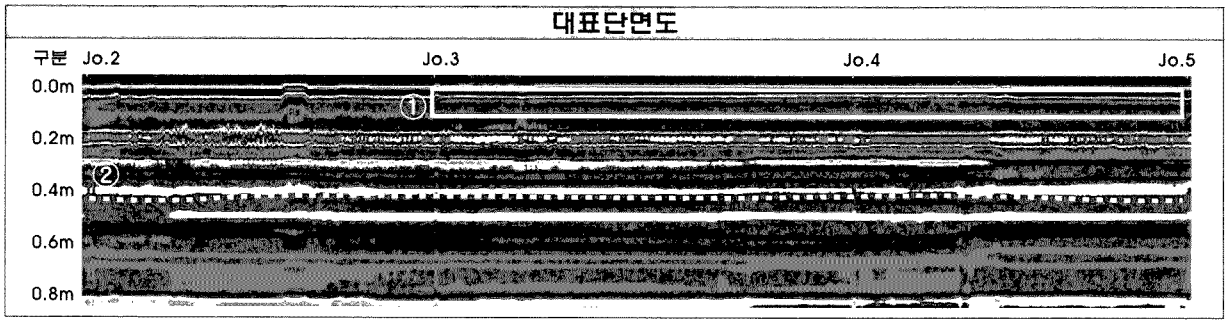
구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @150mm, d:80~130mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:420~460mm 내외	건전

나. PD5~6 암질구간, 비상주차대(보강철근구간)

본 구간은 비상주차대와 풍화토를 기반암으로 하는 Patten 5~6 구간의 보강철근 구간으로서, 수직철근은 약 @130~170mm【(dc:50~95mm,) (설계:@150mm, dc:50mm)】이며, 수평철근은 약 @130~170mm【(dc:50~95mm), (설계:@147mm, dc:50mm)】내외로 조사되었다.

구분	시공 패턴	구간(STA)	설계치(mm)		조사치(mm)		시공 연장 (m)	평가
			간격	피복 (dc)	간격	피복 (dc)		
NATM 구간	PD-5	2+720~2+740 외 2구간	150(수직)	50	130~165	50~95	약 40	양호
			147(수평)	50	135~170	50~95		
	PD-6	2+700~2+720 외 1구간	150(수직)	50	135~170	50~90	약 40	양호
			147(수평)	50	135~170	50~95		
	비상주 차대	3+225~3+255 외 1구간	150(수직)	50	130~165	50~95	약 60	양호
			147(수평)	50	135~170	50~95		

○ 대표단면분석(PD-6), (Jo.5~Jo.8)



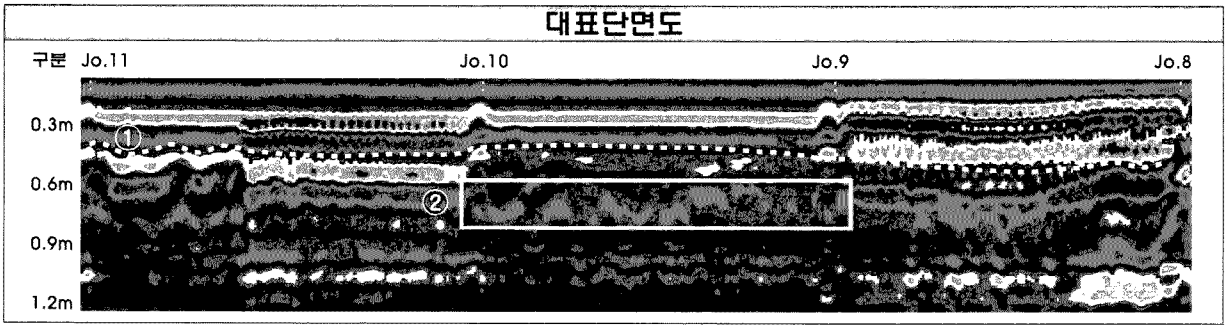
구 분	결 과	비 고
① 철근구간	약 @150mm, d:50~95mm 내외	건전
② 라이닝부	약 d:410~450mm 내외	건전

다. PD2~6 암질구간, 비상주차대(지보구간)

본 구간은 비상주차대구간과 연암, 풍화토 및 풍화암질의 PD2~6(∑L=1595m)의 구간으로서 지보시공간격은 약 C.T.C 0.6~1.7m이며, 설치심도는 약 410~650mm 가량으로서 전반적으로 설계도서의 구간별 시공패턴에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

구분	시공패턴	구간(STA)	시공연장 (m)	설계 간격 (m)	조사치(m)		비고
					조사 간격	설치 심도	
NATM 구간	PD-2	2+760~2+840 외 4구간	약 1015	1.5	1.2~1.7	0.4~0.6	L=약 1595m
	PD-3	3+255~3+280 외 4구간	약 315	1.2	1.0~1.4	0.4~0.6	
	PD-4	2+740~~2+760 외 6구간	약 125	1.0	0.9~1.2	0.4~0.6	
	PD-5	2+720~2+740 외 3구간	약 40	0.8	0.7~1.0	0.4~0.6	
	PD-6	2+700~2+720 외 1구간	약 40	0.8	0.6~1.0	0.4~0.6	
	비상주차대	3+225~3+255 외 1구간	약 60	1.5	1.3~1.5	0.4~0.6	
결과	C.T.C : 약 0.6~1.7m 내외 / d : 약 410~650mm 내외						
	지보재 시공간격 및 설치심도의 시공성은 적정한 것으로 분석됨						

○ 대표단면분석(PD-4), (Jo.8~Jo.11)



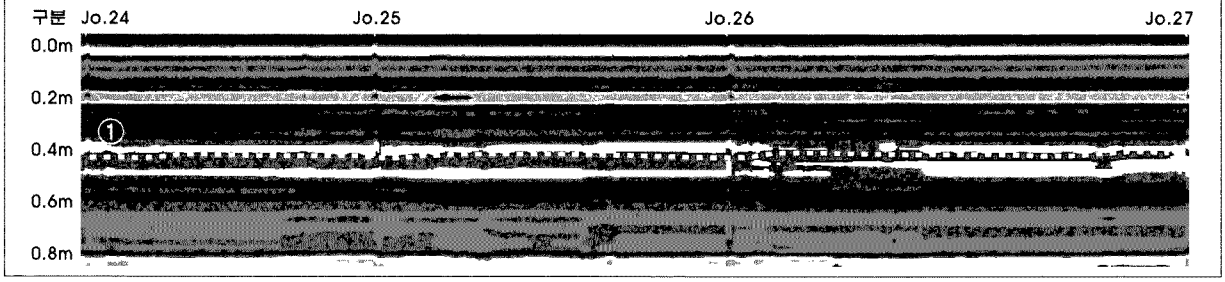
구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:430~550mm 내외	건전
② 지보구간	C.T.C 약 0.9~1.2m(d:630mm내외)	건전

라. PD1 암질구간(무지보구간)

NATM 구간의 무근 및 무지보 시공구간은(Patten 1) 경암질의 암석강도를 보유한 구간으로 모암의 기반암의 변형성 및 강도저하에 영향을 미치는 경계부 공동이나 콘크리트 라이닝 두께 부족은 조사되지 않은 상태로서 조사된 콘크리트 라이닝 두께는 패털별 설계두께【PD1(400mm)】를 상회(약 410~460mm내외)하는 수준의 적정한 상태로 조사되었다.

○ 대표단면분석(PD-1), (Jo.24~Jo.27)

대표단면도



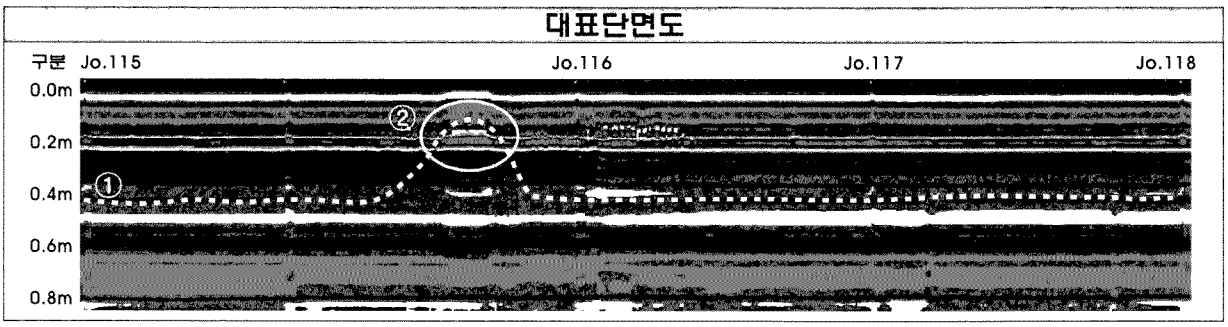
구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:410~460mm 내외	건전

마. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

콘크리트 라이닝 두께는 설계두께를 상회(약 410~480mm내외)하는 적정한 상태이며 2차 콘크리트 라이닝 경계부에 발생한 이상구간(공동)은 2개소로서 분포길이는 총 2.0m이며 분포심도는 약 200~260mm 가량으로 조사되었다.

구분	구간(STA)	공동길이(m)	분포심도(mm)	공동두께(mm)
터널 CL부	약 Jo.64 부근	약 0.5	약 210~260	약 50
	약 S115 3/4 부근	약 1.0	약 200~250	약 50
계	총 2개소 (∑L=약 1.5m, d:200~260mm)			

○ 대표단면분석(Jo.115~Jo.118)



구 분	결 과	비 고
① 라이닝부	약 d:200~450mm 내외	공동
② 이상구간	약 L=1.0m, d:200~270mm 내외	공동

4.4.4 고찰

정개터널의 장호원방향은 전반적인 콘크리트 라이닝 품질과 타설두께 및 각 시공패턴별 시공성은 적정한 상태이며 2차 콘크리트 라이닝 응력집중에 따른 균열 등 내구성에 영향을 미치는 영향은 미약할 것으로 분석되었다.

가. 개착구간

개착구간 【(시점 STA.2+660～2+700, 종점 STA.4+570～4+610), (∑L=80m)】의 보강철근은【수직:약 @105～140mm(dc:80～100mm), 수평:약 @135～160mm(dc:80～105mm)】이며, 콘크리트 라이닝 두께는 약 420～470mm 내외로서 설계도서(400mm)에 준한 적정한 상태로 조사되었다.

나. PD2～6 암질구간, 비상주차대(보강철근구간)

NATM 구간의 보강철근【수직:약 @130～170mm(dc:50～95mm), 수평:약 @130～170mm(d:50～95mm)】시공상태는 양호한 상태로 분석된다.

다. PD2～6 암질구간, 비상주차대(지보구간)

구간별 시공패턴 (PD2～6), 비상주차대(∑L=1595m)의 지보재 시공간격은 C.T.C 약 0.6～1.7m, 설치심도는 약 410～650mm 가량으로서, 적정한 시공상태로 분석된다.

라. PD1 암질구간(무지보구간)

경암질의 암석강도를 보유한 기반암 구간의 무근 및 무지보 시공구간(PD-1)(∑L=275m)의 콘크리트 라이닝 두께는 약 410～460mm 내외로 비교적 설계도서(400mm)에 준한 양호한 상태로 조사되었다.

마. 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간

천단부에 발생한 1, 2차 콘크리트 라이닝 경계부 공동으로 분석되는 이상신호 2개소, 터널장 대비 공동점유율은 약 0.01% 내외의 미소한 상태로서 이는 콘크리트 라이닝 설계두께의 1/4(100m)을 상회하는 양호한 수준으로 분석된다.

구분	내용				공동점유율 (%)
	발생개소	길이(L)	평균두께 (t)	분포심도 (d)	
NATM 구간 (STA.2+700～4+570)	2개소	∑L=약 1.5m	50mm	200～260mm	터널장의 약 0.01%내외

4.5 시설물의 상태평가

4.5.1 개 요

본 터널에 대한 외관조사 결과를 바탕으로 세부지침(한국시설안전공단 - 2017.01)을 이용하여 터널의 상태등급을 산정하였다. 상태평가 등급 산정은 각 길이를 환산한 가중치를 적용하여 가중산술평균 방법으로 평가하였으며, 터널 갱구부에 비탈면 또는 옹벽 등이 존재하는 경우 상태평가기준은 본 세부지침에서 설정하고 있는 상태평가기준을 각각 적용하여 실시하였다.

4.5.2 상태평가 결과

<표 4.5.1> 기본시설 - 철근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝									터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	철근 노출	재료 분리	탄산화 시험						
결함 점수	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

결 함 지 수	0.023
상태평가등급	a

<표 4.5.2> 기본시설 - 무근콘크리트 라이닝 상태평가등급 산정

항목	라이닝							터널주변					합계
	균열	누수	파손 및 손상	재질열화				배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리						
결함 점수	1.484	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	1.484

결 함 지 수	0.044
상태평가등급	a

<표 4.5.3> 전체 터널의 상태평가 결과 산정

터널명	구분	결함지수	평가등급	연장(m)	연장비	결함지수× 연장비
정개터널 장호원방향 (기본 시설물)	철근콘크리트	0.023	a	80	0.041	0.001
	무근콘크리트	0.044	a	1870	0.959	0.042
	Σ합 계			1950	1.000	**0.043**

결 함 지 수	0.04
상태평가등급	A

본 터널의 상태등급평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설 안전공단, 2017.01)」에 의거 각 부재에 대해 각각 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 항목과 내구성 요소인 탄산화 측정치 항목을 포함하여 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 결함지수는 0.04로서 상태평가 등급은 **"A"** 등급(0 < x < 0.15)의 "문제점이 없는 최상의 상태"인 것으로 평가되었다.

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.6.1 종합평가

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되며, 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교하여 최저평가결과를 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

평가구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태평가	0.04	A	
안전성 평가	-	-	
종합평가	-	A	
종합평가 결과	정개터널(장호원방향)의 종합평가 결과 "A등급"		

4.6.2 안전등급

정개터널(장호원방향)에 대한 종합평가 결과 전체 시설물에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 "A등급"인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C(보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D(미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E(불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

4.7 종합결론

가. 본 대상구조물은 경기도 광주시 곤지암읍 봉현리~지석리에 위치한 터널로서 NATM 형식에 총연장 L=1950.0m(시점개착:40.0m, NATM:1870.0m, 종점개착:40.0m), 폭 B=14.519m(편도 3차로)의 시설물로 안전관리에 관한 특별법상 1종 시설물에 해당되며, 각 부재에 대한 정밀 외관조사 및 재료시험을 실시하였다.

나. 과업대상 부재에 대한 정밀 외관조사 결과, 콘크리트 라이닝에 균열, 보수부 들뜸, 신축이음부에 콘크리트 박리, 박락, 파손, 마감불량, 공동구에 균열, 배수구에 이물질퇴적 등의 손상이 발생되었으나, 기 발생된 손상에 대하여 보수가 대부분 완료된 것으로 확인되었다.

다. 비파괴 장비를 이용한 내구성 조사 결과 각각의 측정치가 설계치를 상회하는 것으로 나타나 콘크리트 품질 상태는 양호한 것으로 판단된다.

라. 점검대상 터널인 정개터널(장호원방향)에 대하여 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의거 현재 터널의 상태를 판단한 결과, 외관상태는 안전성을 저해할 만한 손상이 없는 양호한 상태이며, G.P.R 탐사결과 철근보강 상태 및 라이닝 두께는 설계치를 대체로 만족하는 것으로 확인되었으며, 콘크리트 라이닝 경계부 이상구간은 약 1.5m 구간에 2개소 발생된 것으로 조사되었으나 전체 구간대비 0.01%로서 구조적인 안전성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단된다.

마. 상태평가 결과를 토대로 한 종합평가 등급은 “A등급”으로 분석되어 정개터널(장호원방향)은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 것으로 평가되었다

바. 향후 터널의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 지속적인 유지관리가 요구된다.

구분	균열폭	보수방안	비고
균열	0.3㎜미만	표면보수	
	0.3㎜이상	주입보수	
보수부 들뜸, 마감불량	-	표면보수	
박리, 박락, 파손	-	단면복구	
거푸집 미제거	-	제거	
이물질퇴적	-	제거	

제 Ⅳ편 사면편

제1장 STA.0+170~0+410 장호원방향

제2장 STA.2+030~2+390 장호원방향

제 1장 STA.0+170~0+410(장호원)

1.1 시설물 현황

1.2 외관조사

1.3 시험 및 분석

1.4 시설물의 상태평가

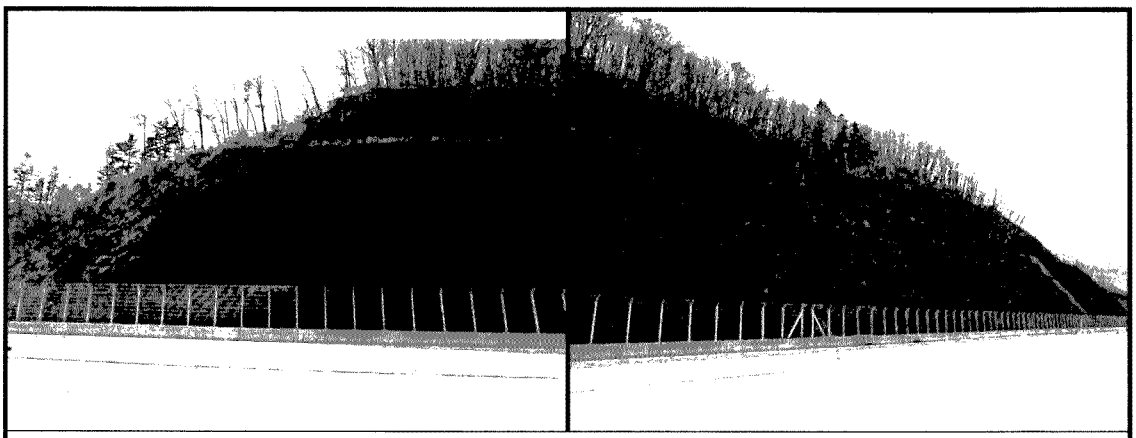
1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.6 종합결론

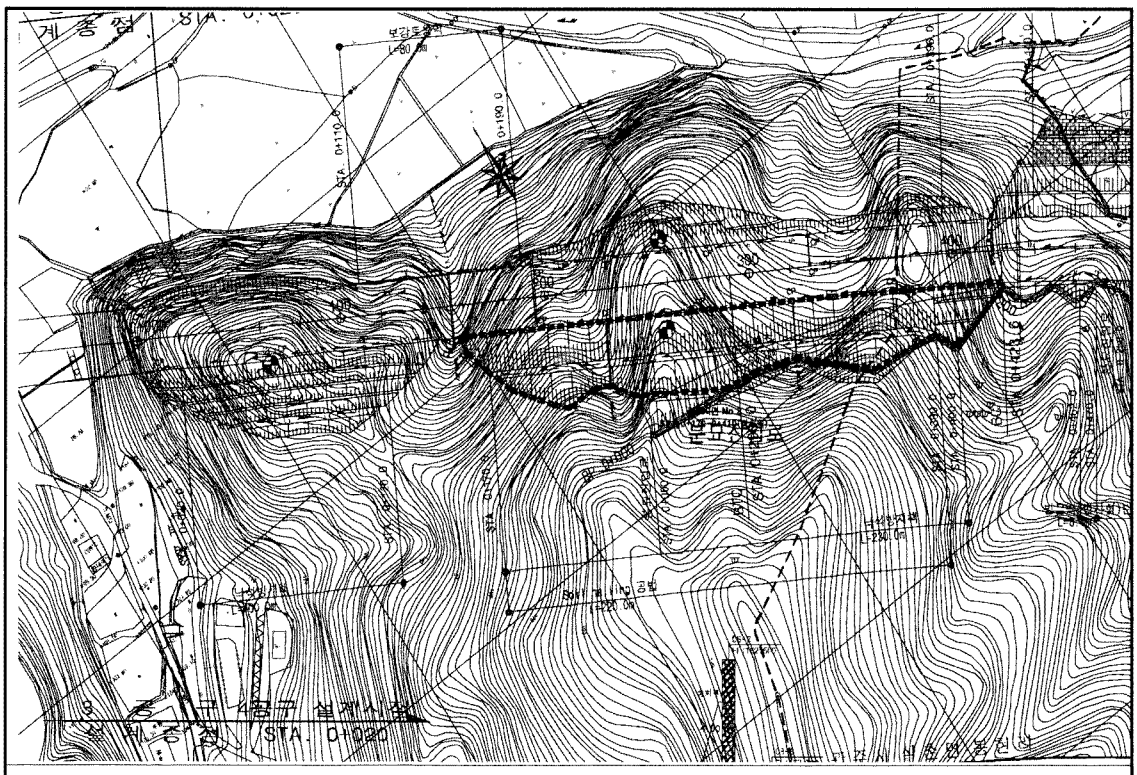
제1장 사면 STA.0+170~0+410 장호원

1.1 구조물 현황

1.1.1 전경사진



STA.0+170~0+410(장호원) 전경



위치도

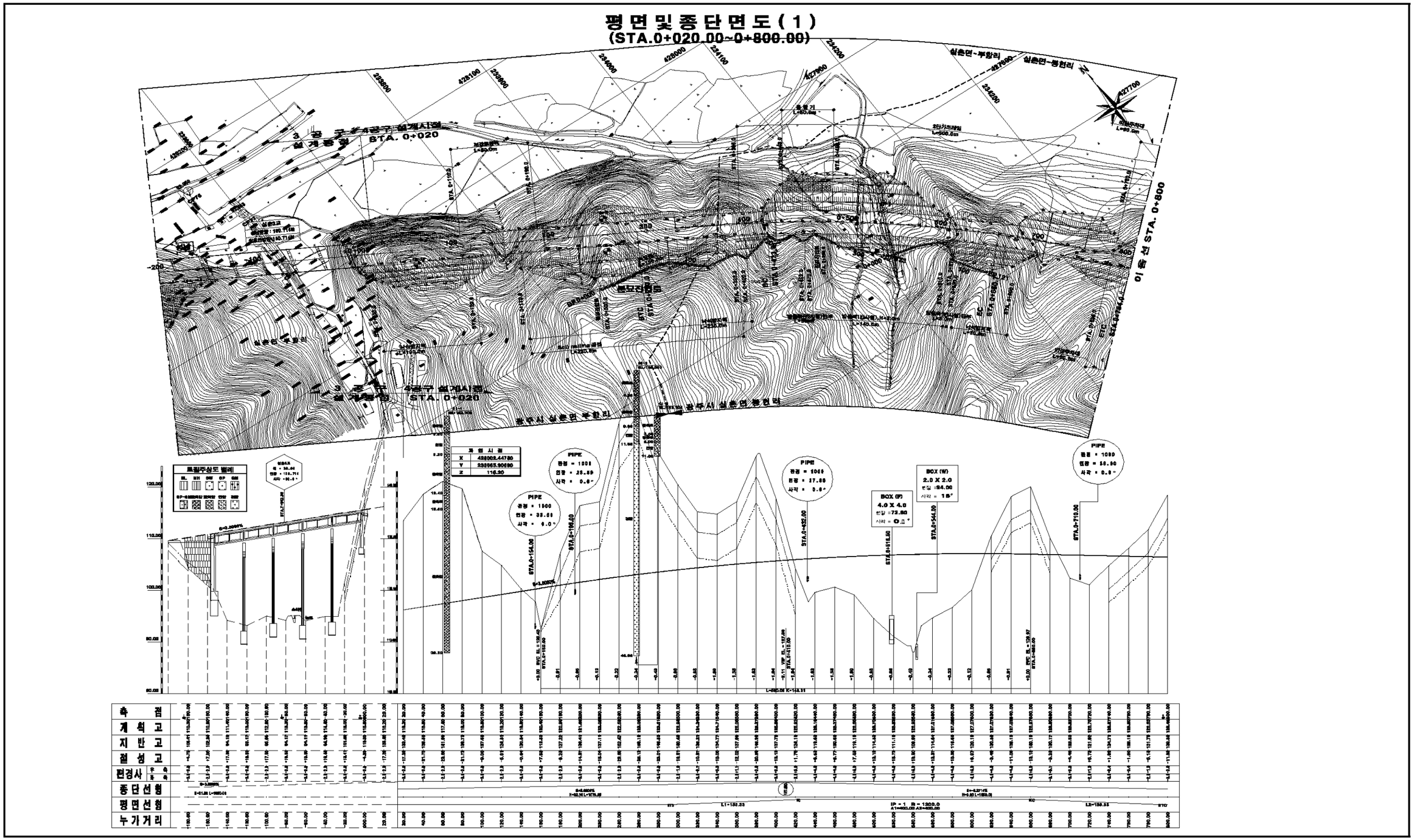
1.1.2 구조물 개요

본 시설물은 STA.0+170~0+410 장호원방향에 위치한 절토사면으로서 총연장 240m, 최대절토고 40.0m 정도로 구성되어 있으며, 현황 및 제원은 다음과 같다.

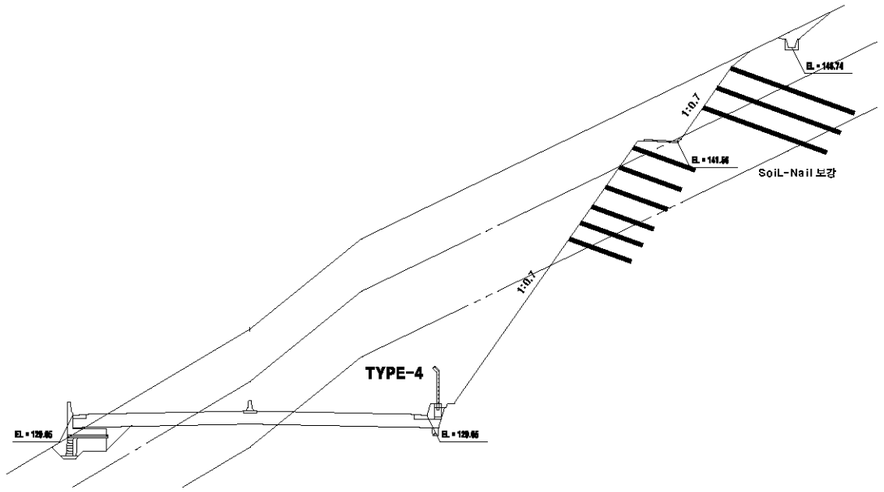
<표 3.1.1> 절토사면 현황표

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	성남~장호원 4공구 건설공사 STA.0+170~0+410 장호원방향		시설물 구분	절토사면(2종)
위 치	행정구역	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리		
제 원	연장(L)	240m	최대높이(H)	40.0m
	경사/방향	절취면 56/040	노선	성남~장호원
	구성물질	암반, 상부 토사	소단	2소단
관리주체	서울지방국토관리청		관리주체구분	공공
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	0+290 지점 계곡	상부 자연사면 경사	1:2.0 ~ 1:3.0
시공현황	준공년도	2017년 12월	시공자	삼환기업
	보강공법	Soil Nail		
	표면보호	낙석방지망, 녹생토		
	부대시설	L형 측구, 낙석방지책, 도수로		
비 고				

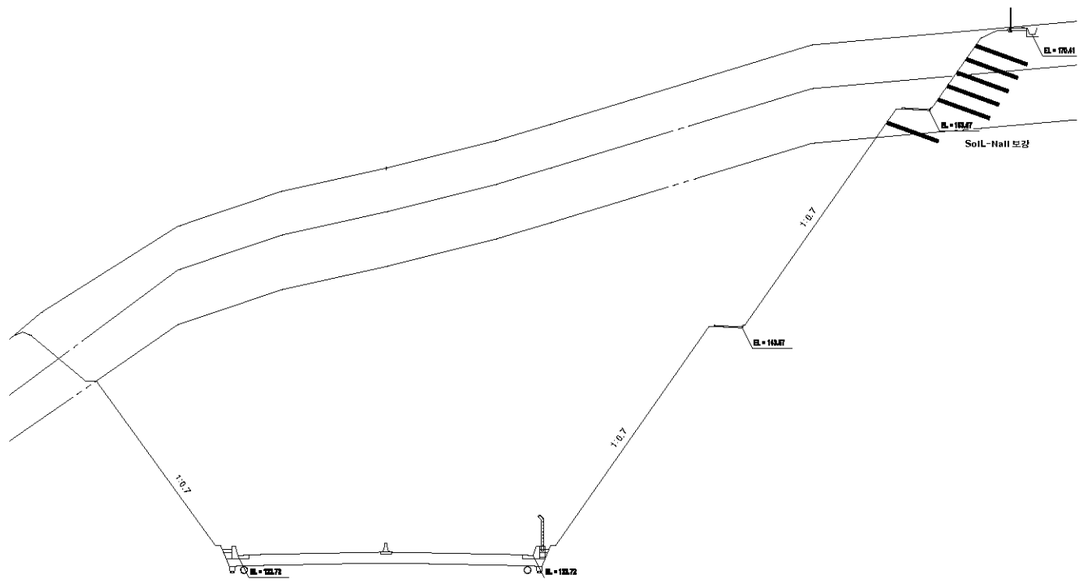
1.1.3 주요도면



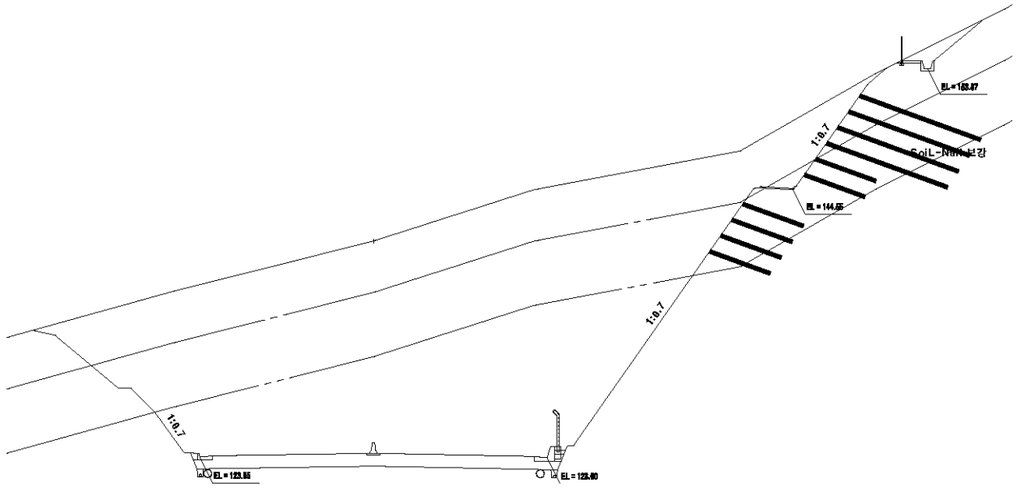
<그림 1.1.1> 종평면도



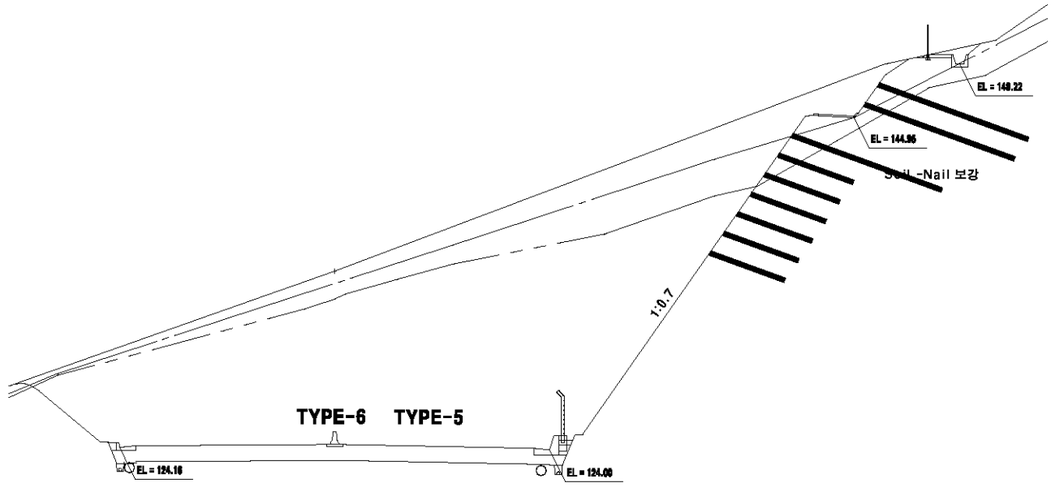
STA. 0+180



STA.0+280

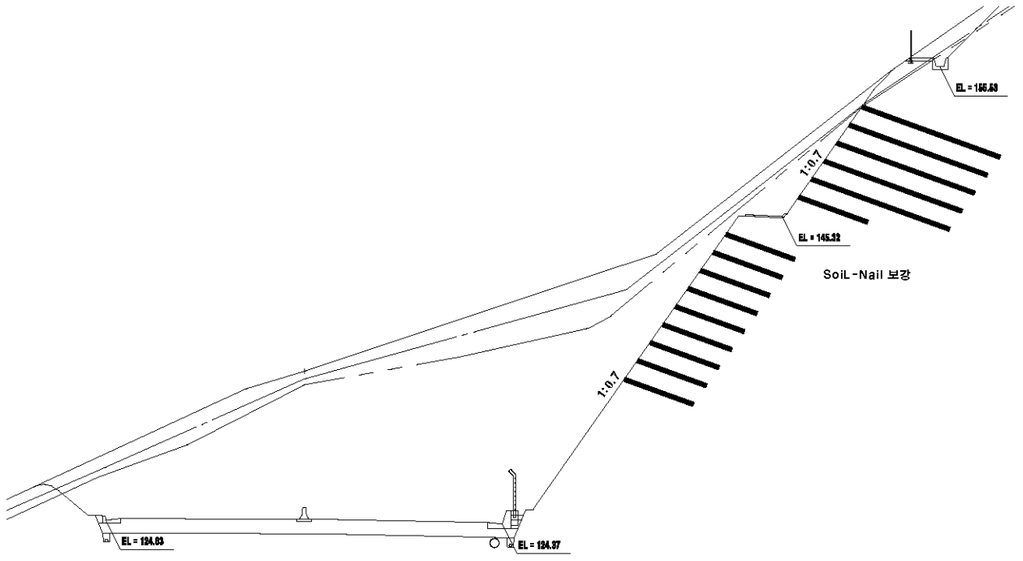


STA.0+300

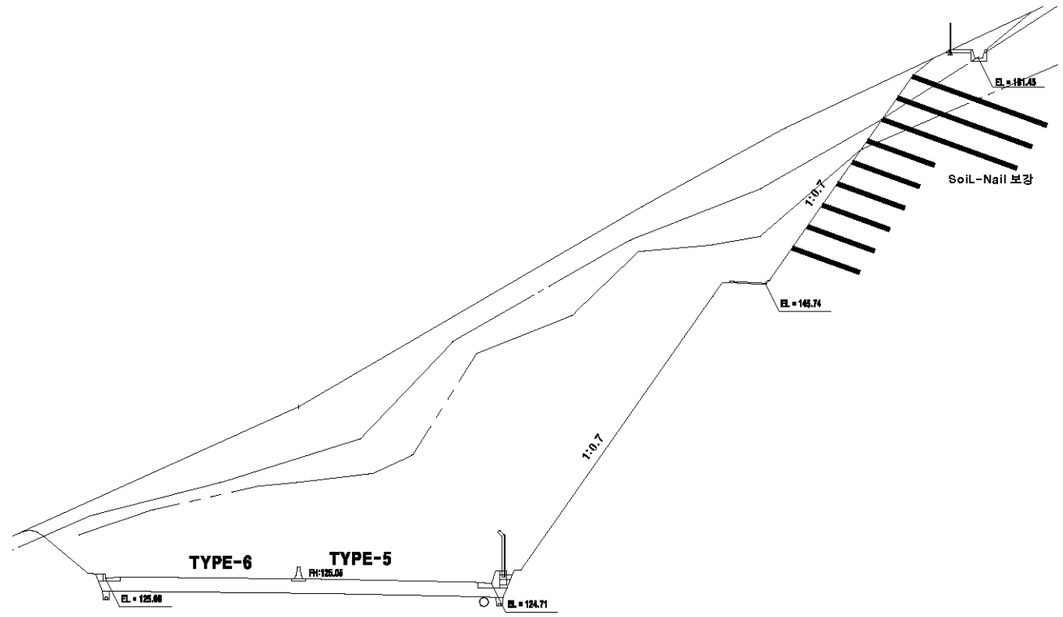


STA.0+320

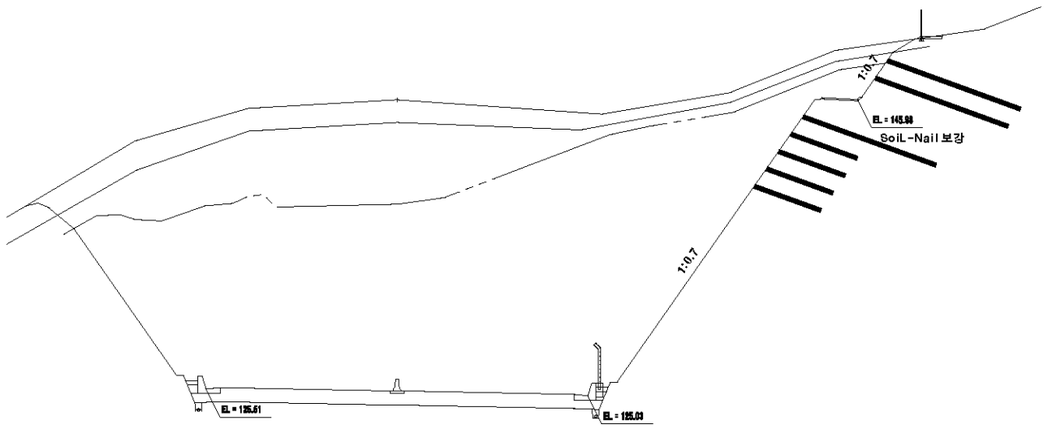
<그림 1.1.2> 횡단면도 (1)



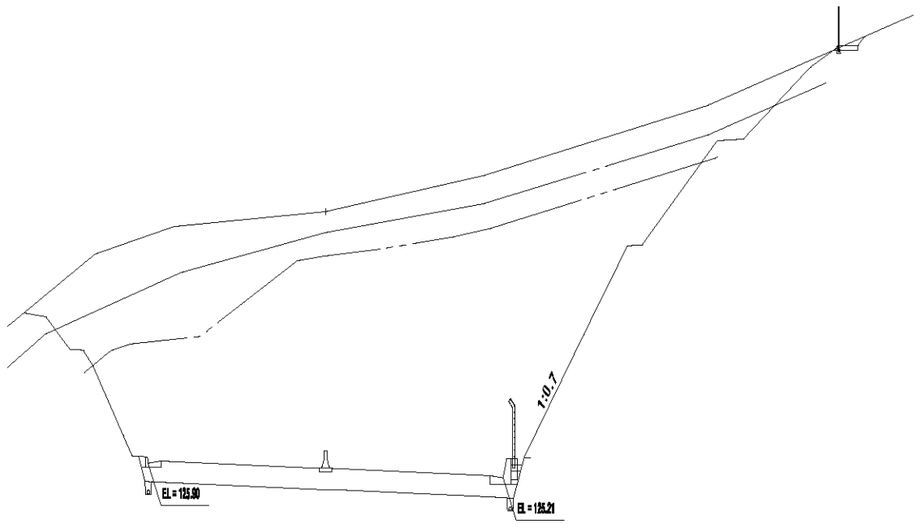
STA.0+340



STA.0+360



STA.0+380



STA.0+400

<그림 1.1.3> 횡단면도(2)

1.2 외관조사

1.2.1 시설물별 외관조사 결과

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 절토사면 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 세부지침에 따라 기본 시설물과 부대 시설물로 나누어 조사를 실시하였다.

가. STA. 0+170~0+300

1) 표면보호공 전 조사에 의하면 조사영역 내 절토암반(편마암) 사면은 절리가 발달되어 있는 상태로 종방향으로 파쇄대가 형성되어 있고 절리 및 파쇄대내 점토질이 협재 되어 있는 상태이다.
2) 절취면 상부는 완전풍화(CW)내지 심한풍화(HW), 하부는 보통풍화(MW)내지 약간풍화(SW)의 상태를 보이고 있다.
3) 절취면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.
4) 절토 암반층 내에는 파쇄대가 형성되어 지층간 차별적인 풍화의 진행으로 소규모 쐐기 파쇄 및 낙석위험이 내재되어 있는 상태이며, 하부 암반층에는 습하거나 일부 소규모 누수가 발생되고 있는 상태였다.
5) 본 영역 절취면의 경사/경사방향은 56/40이고 주절리면 경사/경사방향은 68/85, 78/35, 72/330, 75/45, 80/335, 35/70이며, 절리면 간극은 0.1~0.1mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 1.0~3.0m, 표면은 거침~약간거침으로 조사되었다.
6) 절취면 상부는 풍화잔류토(RS)내지 완전풍화(CW), 하부는 심한풍화(HW)내지 보통풍화(MW)의 상태를 보이고 있다.
7) 절취면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.
8) 표면보호공 상태 및 사면 하단에 설치된 낙석방지책의 설치 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

나. STA. 0+300~0+410

1) 표면보호공 시공전의 조사에 의하면 이 구간은 편마암이 분포하며, 절리가 발달되어 있는 상태로 종 방향으로 파쇄대가 형성되어 있고 절리 및 파쇄대내 점토질이 협재되어 있는 상태이다.
2) 절토면 상부는 완전풍화(CW)내지 심한풍화(HW), 하부는 보통풍화(MW)내지 약간풍화(SW)의 상태를 보이고 있다.
3) 절토면 상부에는 산마루측구가 시공 되어 있고 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.
4) 암반층에는 파쇄대가 형성되어 지층간 차별적인 풍화의 진행으로 소규모 누수 및 습한 상태를 유지하고 있으며, 일부 낙석위험이 내재되어 있는 상태였다.
5) 본 영역 절취면의 경사/경사방향은 56/45이고 주절리면 경사/경사방향은 42/76, 80/70, 60/155 등이며, 절리면 간극은 0.1~1.0mm, 간격 0.1~0.6m, 연장성 1.0~3.0m, 표면은 약간거침으로 조사되었다.
6) 표면보호공 상태 및 사면 하단에 설치된 낙석방지책의 설치 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

1.2.2 외관조사망도

절토사면 현황도 (A영역)

위 치	37°21'09.6"N 127°22'54.3"E (시점) 37°21'05.7"N 127°22'03.3"E (종점)	이정표	-	연 장	130m	높 이	42.8m	사면 방향	56/40

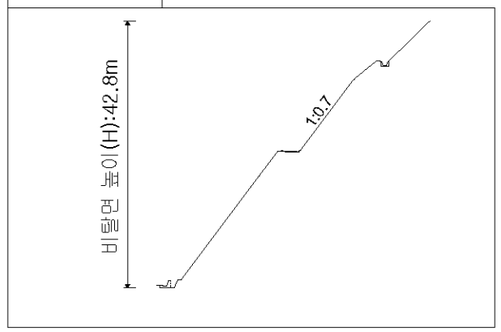
a영역 불연속면 자료
J1
75/45
A : A3
S : S3
P : P2
R : R2
B : 1.0X3.0X0.6
F : F4

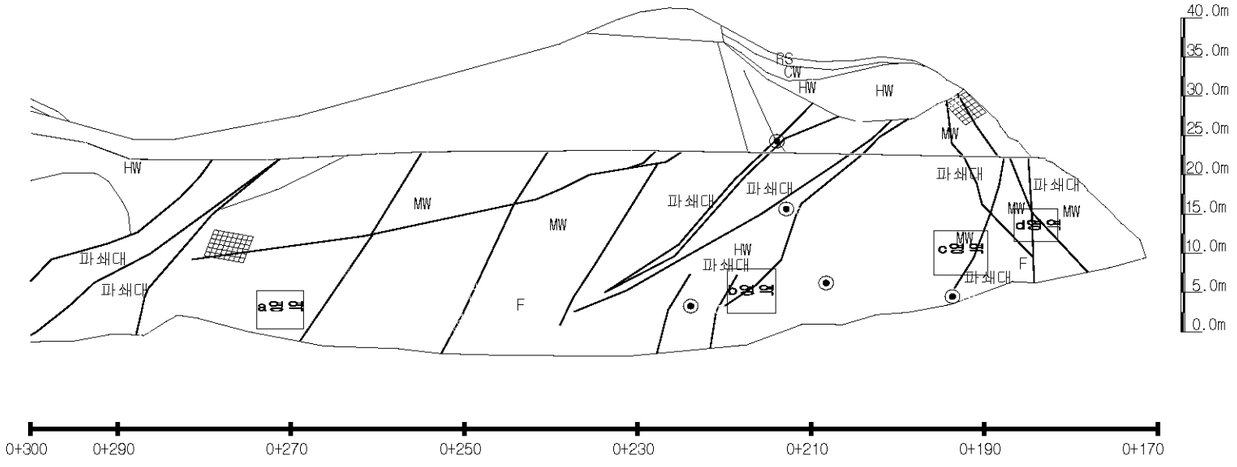
b영역 불연속면 자료
J1
53/85
A : A3
S : S2
P : P5
R : R2
B : 0.5X0.5X1.0
F : F4

c영역 불연속면 자료
J1
46/95
A : A3
S : S2
P : P4
R : R3
B : 0.3X0.5X1.0
F : F4

d영역 불연속면 자료
J1
68/85
A : A2
S : S2
P : P3
R : R2
B : 0.3X3.0X0.5
F : F4

<A-A 단면>





범 례

불연속면 특징		풍화정도	표시기호
A 불연속면 틈간격	R 불연속면 거칠기	CW 완전풍화	열리
S 불연속면 간격	B 암괴의 크기	HW 심한풍화	절리
P 불연속면 연장성	F 불연속면 충진물질	MW 보통풍화	역전된 절리
		SW 약한풍화	지하수용출구간
			단층

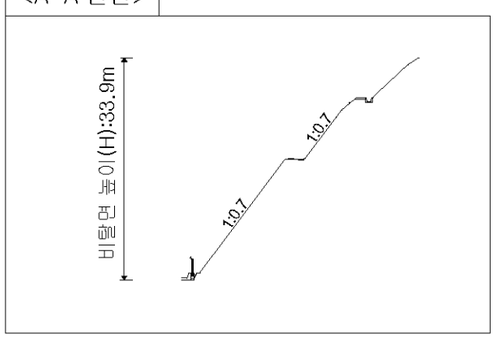
절토사면 현황도 (B영역)

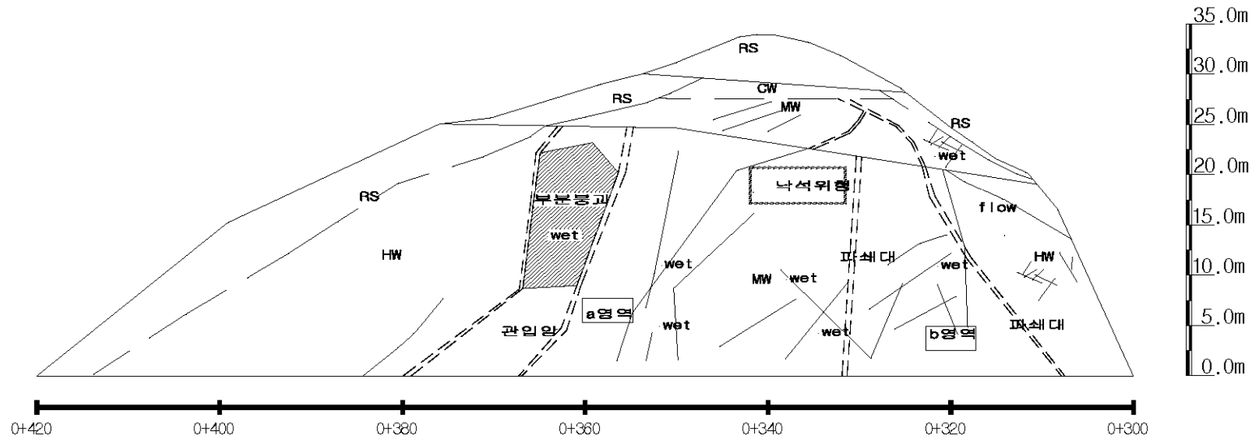
위 치	37°21'09.6"N 127°22'54.3"E (시점) 37°21'05.7"N 127°22'03.3"E (종점)	이정표	-	연 장	120m	높 이	33.9m	사면 방향	56/45

a영역 불연속면 자료
J1
42/76
A : A3
S : S3
P : P1
R : R3
B : 0.2X0.2X0.2
F : F5

b영역 불연속면 자료
J1
80/70
A : A3
S : S4
P : P2
R : R3
B : 0.1X0.3X0.5
F : F4

<A-A 단면>



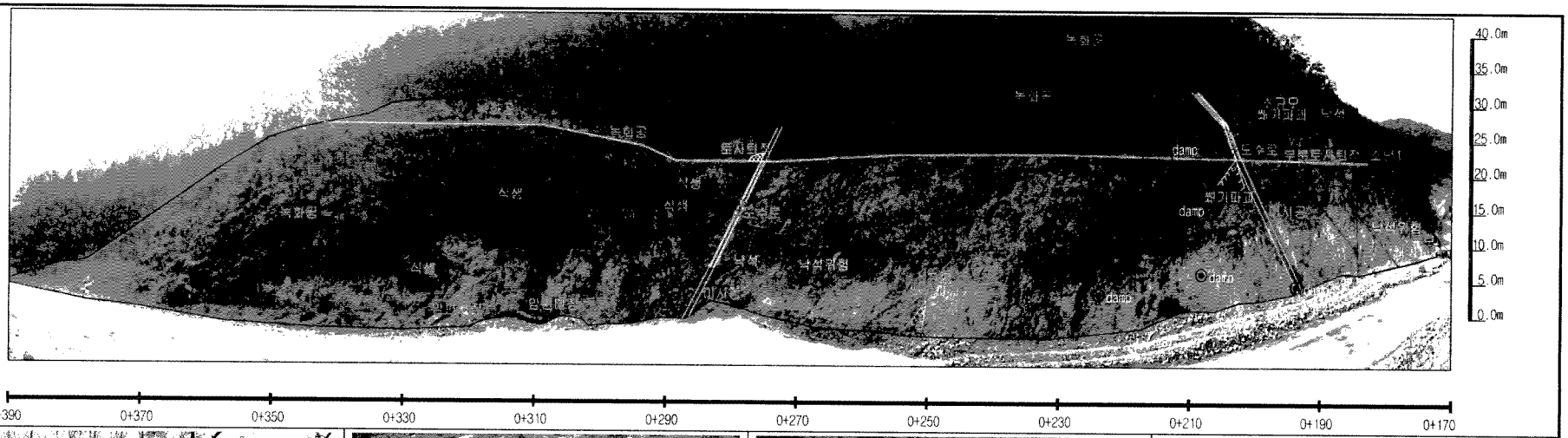


범 례

불연속면 특징		풍화정도	표시기호
A 불연속면 틈간격	R 불연속면 거칠기	CW 완전풍화	엽리
S 불연속면 간격	B 암괴의 크기	HW 심한풍화	절리
P 불연속면 연장성	F 불연속면 충진물질	MW 보통풍화	역전된 절리
		SW 약한풍화	지하수용출구간
			단층

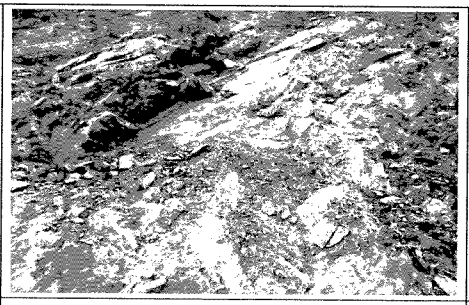
1.2.3 조사사진

가. 굴착시

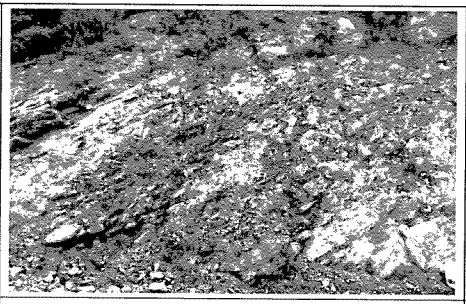




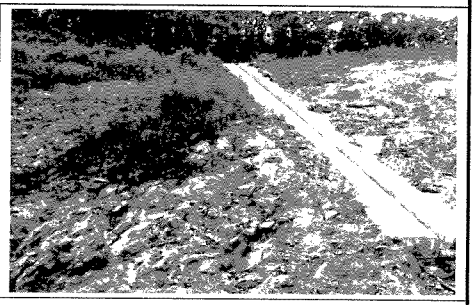
① 0+380 토사 구간 사진



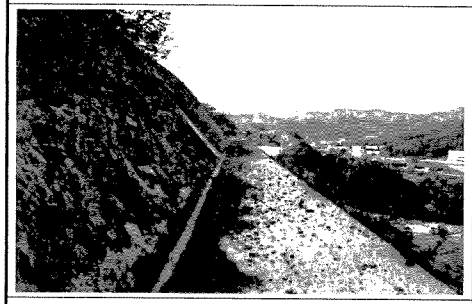
② 0+330 소규모 암반 탈락



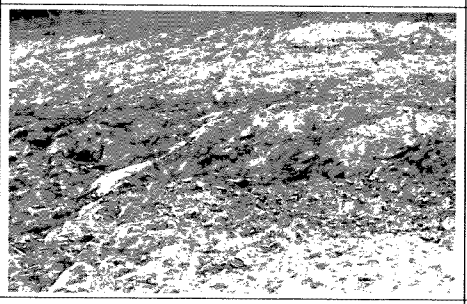
③ 0+310 불연속면 발달상태



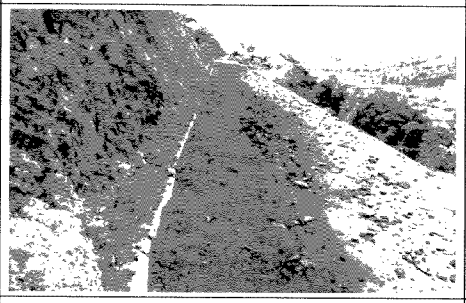
④ 0+290 도로수 시공상태



⑤ 0+310 소단 전경



⑥ 0+280 하단 암반 불연속면 상태

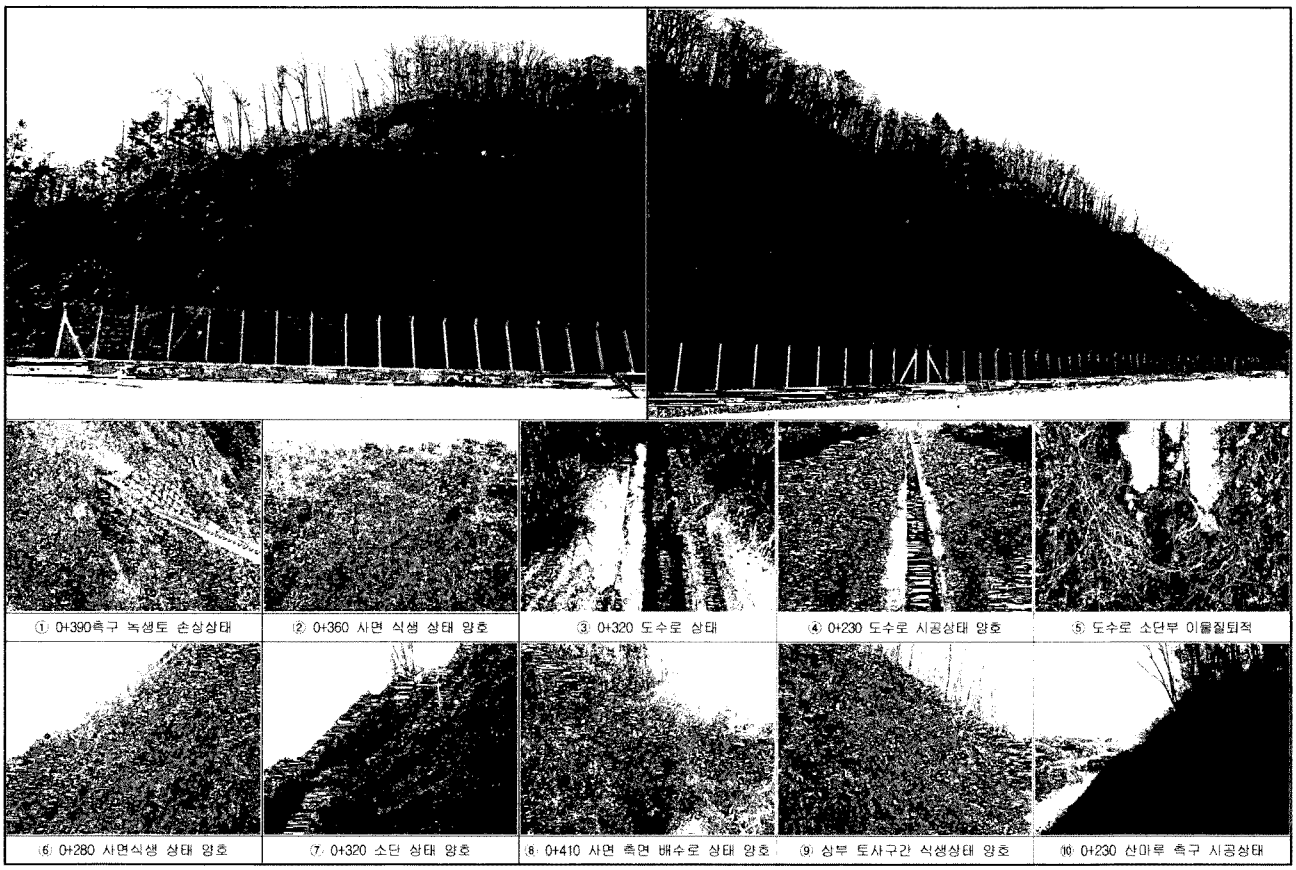


⑦ 0+250 소단 전경



⑧ 0+180 불연속면 상태

나. 초기점검시



① 0+390측구 녹생토 손상상태 ② 0+360 사면 식생 상태 양호 ③ 0+320 도수로 상태 ④ 0+230 도수로 시공상태 양호 ⑤ 도수로 소단부 이물질퇴적

⑥ 0+280 사면식생 상태 양호 ⑦ 0+320 소단 상태 양호 ⑧ 0+410 사면 측면 배수로 상태 양호 ⑨ 성부 토사구간 식생상태 양호 ⑩ 0+230 산마루 측구 시공상태

1.3 시험 및 분석

1.3.1 시험 현황

본 과업에서는 암반의 강도를 파악하기 위하여 반발경도시험을 수행하였다.

구 분	조사 항목	수량
암반강도	암반강도시험(반발경도법)	각 소단별 1회
토층심도율	토사와 암반사면의 구분	1회

1.3.2 절토사면의 분류

가. 절토사면의 분류

구 분		토층심도율	압축강도	블록크기비	주요 파괴유형	비고
토사사면		> 0.4	-	-	원호, 표층	
암반사면	연약암반사면	≤ 0.4	≤10 MPa	-	표면, 원호 평면, 쐐기	제3기층 등
	파쇄암반사면		>10 MPa	≤ 0.01	쐐기, 평면 원호, 전도	단층 파쇄대 등
	절리암반사면			> 0.01	쐐기, 평면 전도, 낙석	일반 암반사면
토층심도율이 0.2 ~ 0.4일 경우. 혼합 사면으로 규정하여 토사 사면과 암반 사면의 특성을 모두 고려할 필요가 있음						

나. 토층심도율(Soil depth Ratio:SR) = Soil Depth / Slope Heigh

SR = 4/40 = 0.10

다. 블록 크기비(Block size Ratio : BR) = Block size Index(Ib) / Slope Heigh

Ib = 각 절리군의 평균간격 (Si)/3 = (0.3+0.6+0.4) / 3

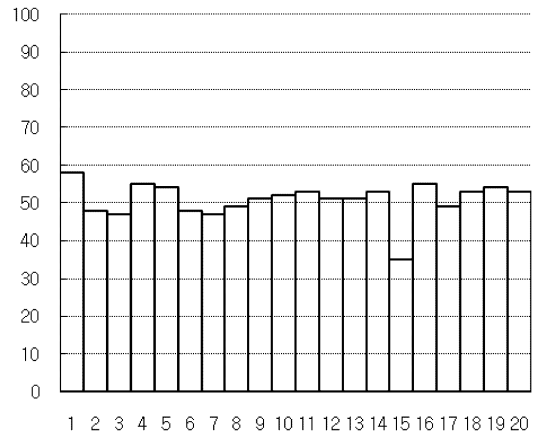
Br = 0.43/40= 0.011 > 0.01 → 절리암반사면

1.3.3 반발경도법에 의한 암반의 압축강도 측정

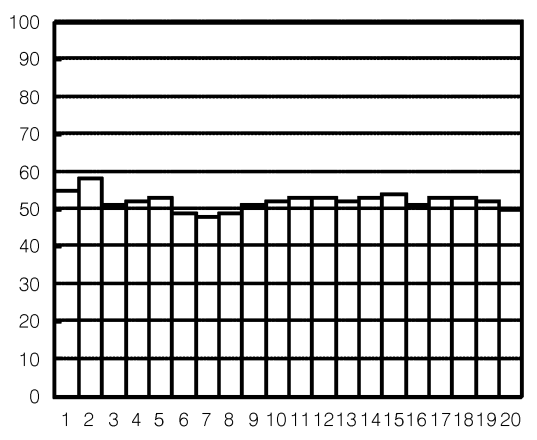
ROCK TEST HAMMER를 이용한 암반의 반발경도에 의한 일축압축강도는 경암으로 측정되었다.

가. 반발경도 측정결과

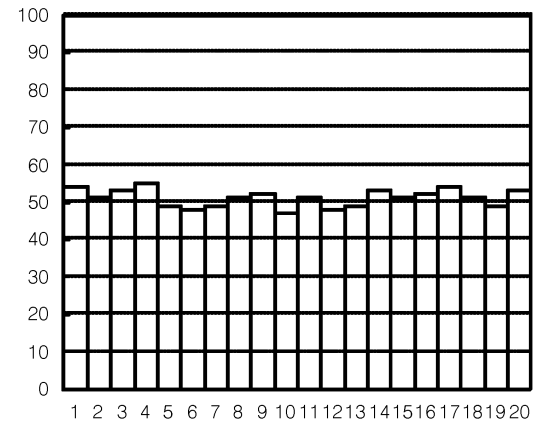
위 치	ROCK TEST HAMMER에 의한 암판정			비 고
	반발값 평균치(r)	일축압축 강도 추정(MPa)	암 판정	
STA 0+200 3단	50.8	80.5	경암	
STA 0+300 3단	52.1	99.5	경암	
STA 0+350 2단	51.0	92.7	경암	



STA. 0+200 3단 | 평균반발도 : 50.8



STA 0+300 3단 | 평균반발도 : 52.1



STA. 0+350 2단 | 평균반발도 : 51.0



사면 하단 암반 노출 상태

1.4 상태평가

1.4.1 개 요

본 절토사면에 대한 외관조사 결과를 바탕으로 세부지침(한국시설안전공단, 2010년 12월)에 의거 평가 프로그램을 이용하여 상태평가 등급을 산정하였다.

상태평가를 수행하기 위한 절토사면의 상태평가 단위 길이는 40m를 기준으로 각각의 SPAN별 결함지수를 산정하였다.

1.4.2 상태평가 결과

가. SPAN별 평가구분

사면유형	SPAN 구분	위치(STA.)	토층 심도율(SR)	비 고
절리암반사면	No.1	0+170 ~ 0+210	0.37	
	No.2	0+210 ~ 0+250		
	No.3	0+250 ~ 0+290		
	No.4	0+290 ~ 0+330		
	No.5	0+330 ~ 0+370		
	No.6	0+370 ~ 0+410		

나. 절리암반사면 상태평가 결과

No.	파괴징후			파괴현황	사면손상상태지수 (f1)	지반상태			사면형상	자연요인	인위요인			사면파괴요인지수 (f2)	평가단위결함지수 (f1+f2)	단위상태평가등급
	인장균열	지반변형	구조물변형	발생규모		절리주향	절리경사	절리상태	사면경사	강우 및 지하수	절취상태	배수조건	보호/보강상태			
1	0	0	0	1	0.04	2	1	3	1	1	1	1	0	0.19	0.14	a
2	0	0	0	1	0.04	1	1	2	1	2	2	1	0	0.19	0.14	a
3	0	0	0	1	0.04	-	-	1	1	1	1	1	1	0.12	0.09	a
4	0	0	0	1	0.04	3	-	1	1	1	1	1	1	0.17	0.13	a
5	0	0	0	2	0.08	3	-	2	1	2	1	1	0	0.19	0.16	b
6	0	0	0	0	0.0	1	1	-	1	1	1	1	1	0.13	0.09	a
평균	0	0	0	1.0	0.04	1.7	0.5	1.5	1.0	1.3	1.2	1.0	0.5	0.17	0.13	a

1. 평가지수	**0.13**
2. 상태평가 결과	**A 등급**

다. 고 찰

본 절토사면의 상태등급평가는 세부지침에 의거 지반특성 및 지질조건에 따라 절리암반사면으로 구분하여 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 항목과 설계 및 지반조사서 분석 결과를 포함하여 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 절토사면 결함지수는 0.13으로 평가됨에 따라 상태평가 등급은 “A” 등급”인 것으로 평가되었다.

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 종합평가

외관조사에 따른 상태평가등급을 종합평가등급으로 산정하였다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

상태평가등급	안전성평가등급	종합평가등급
A(0.13)	A	A

1.5.2 안전등급 지정

STA.0+170 ~ 0+410 장호원방향의 절토사면에 대한 종합평가 결과를 바탕으로 한 전체 시설물에 대한 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 **“A등급"**인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정 하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

1.6 종합결론

본 시설물은 성남~장호원 도로건설공사 4공구 현장의 STA.0+170 ~ 0+410 장호원방향에 위치한 절토사면으로서 총연장 240m, 최대높이 40m으로 이루어져 있다.

가. 표면보호공 전 조사에 의하면 조사영역 내 절토암반(편마암) 사면은 절리가 발달되어 있는 상태로 종방향으로 파쇄대가 형성되어 있고 절리 및 파쇄대내 점토질이 협재 되어 있는 상태이다.

나. 절취면 상부는 완전풍화(CW)내지 심한풍화(HW), 하부는 보통풍화(MW)내지 약간풍화(SW)의 상태를 보이고 있다.

다. 절취면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.

라. 절토 암반층 내에는 파쇄대가 형성되어 지층간 차별적인 풍화의 진행으로 소규모 쐐기파쇄 및 낙석위험이 내재되어 있는 상태이며, 하부 암반층에는 습하거나 일부 소규모 누수가 발생되고 있는 상태였다.

마. 본 영역 절취면의 경사/경사방향은 56/40이고 주절리면 경사/경사방향은 68/85, 78/35, 72/330, 75/45, 80/335, 35/70이며, 절리면 간극은 0.1~0.1mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 1.0~3.0m, 표면은 거침~약간거침으로 조사되었다.

바. 절취면 상부는 풍화잔류토(RS)내지 완전풍화(CW), 하부는 심한풍화(HW)내지 보통풍화(MW)의 상태를 보이고 있다.

사. 절취면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.

아. 표면보호공 상태 및 사면 하단에 설치된 낙석방지책의 설치 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

자. 상태평가 결과 “a 등급”으로 분석되었으며, 사면보강에 따른 안전성평가 결과 구조적 안전성을 확보한 것으로 분석됨에 따라, 절토사면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “A등급"인 것으로 판정되었다.

차. 향후 공용기간의 증가에 따른 풍화로 인해 사면이 변화되고 그 영향으로 사면 시설물도 변형 및 노후화가 진행될 수 있으므로 지속적인 유지보수가 필요할 것으로 판단된다.

제2장 STA.2+030~2+390(장호원)

2.1 시설물 현황

2.2 외관조사

2.3 시험 및 분석

2.4 시설물의 상태평가

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.6 종합결론

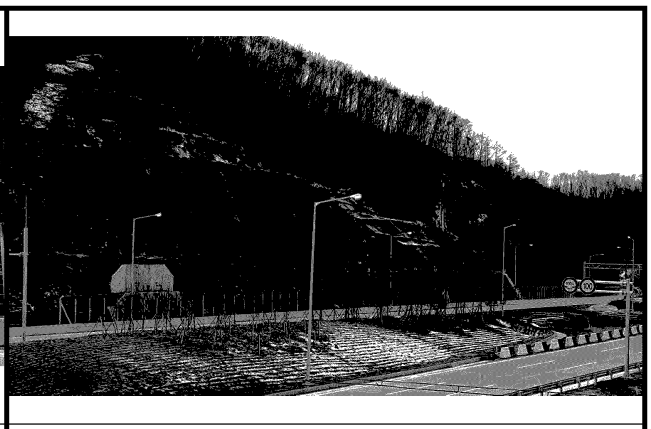
제2장 사면 STA.2+030~2+390 장호원

2.1 구조물 현황

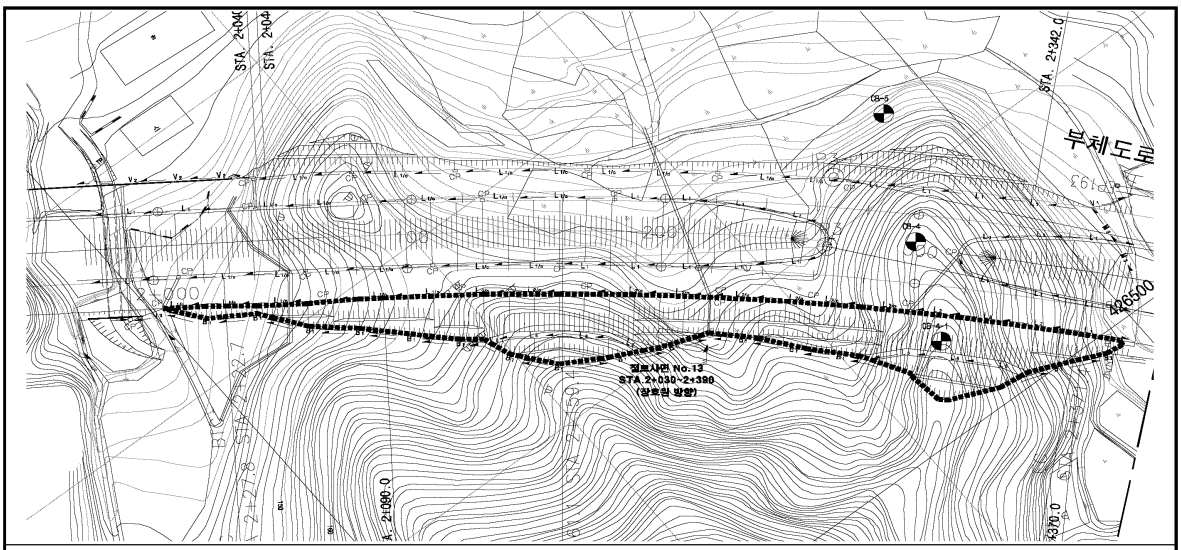
2.1.1 전경사진



STA.2+350~2+390



STA.2+030~2+350 전경



위치도

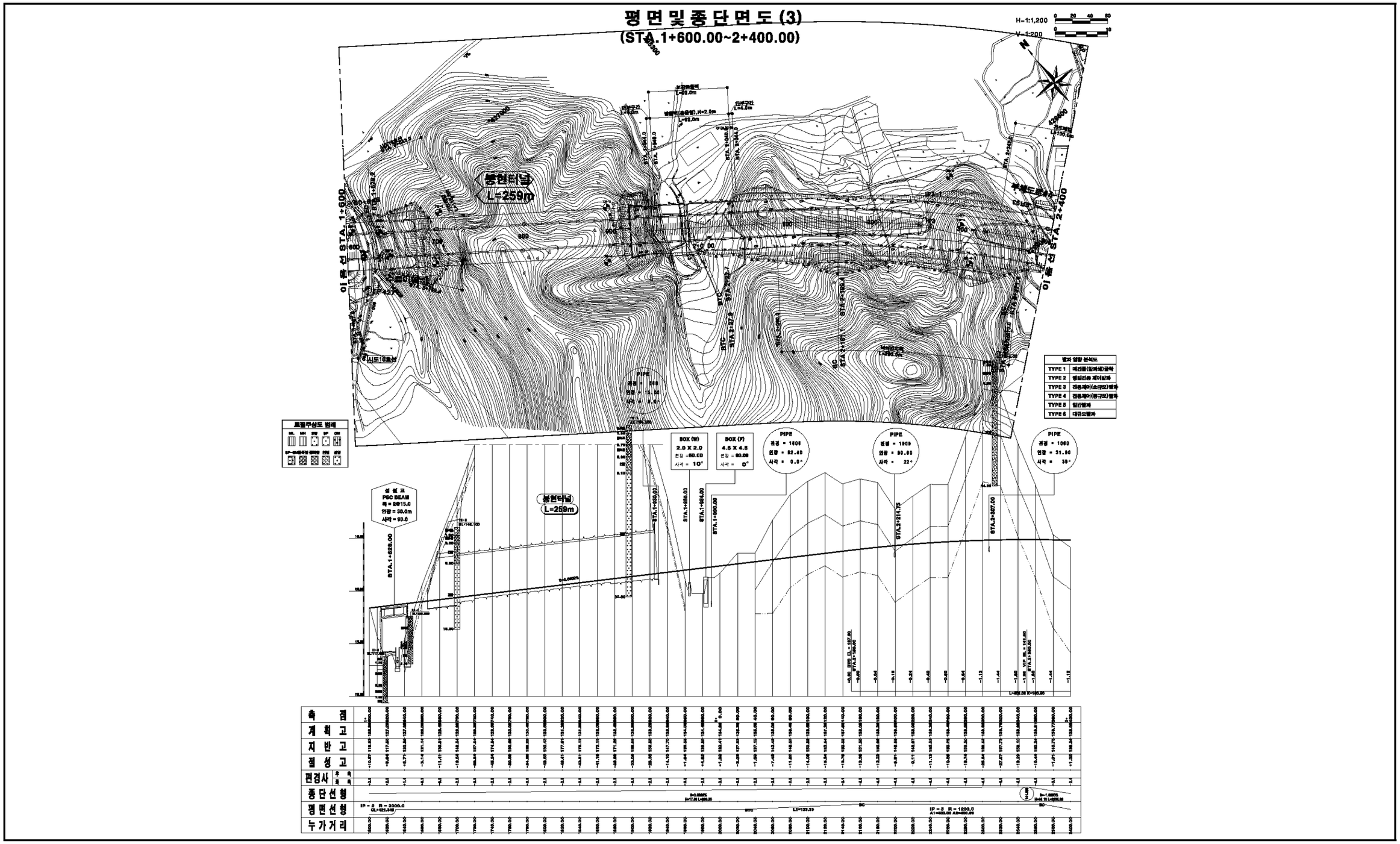
2.1.2 구조물 개요

본 시설물은 STA.2+030~2+390 장호원방향에 위치한 절토사면으로서 총연장 360m, 최대절토고 40.0m 정도로 구성되어 있으며, 현황 및 제원은 다음과 같다.

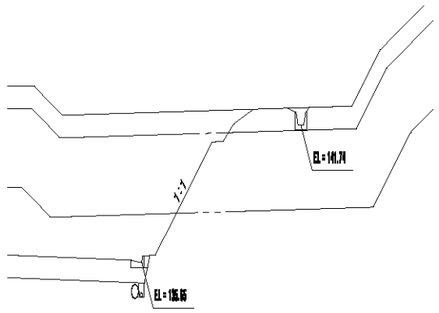
<표 2.1.1> 절토사면 현황표

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	성남~장호원 4공구 건설공사 STA.2+030~2+390 장호원방향		시설물 구분	절토사면(2종)
위 치	행정구역	경기도 광주시 곤지암읍 봉현리		
제 원	연장(L)	360m	최대높이(H)	35.0m
	경사/방향	절취면 50/050	노선	성남~장호원
	구성물질	암반, 상부 토사	소단	2소단
관리주체	서울지방국토관리청		관리주체구분	공공
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	2+220 지점 계곡	상부 자연사면 경사	1:3.0 ~ 1:3.5
시공현황	준공년도	2017년 12월	시공자	삼환기업
	보강공법			
	표면보호	낙석방지망, 녹생토		
	부대시설	L형 측구, 낙석방지책, 도수로		
비 고				

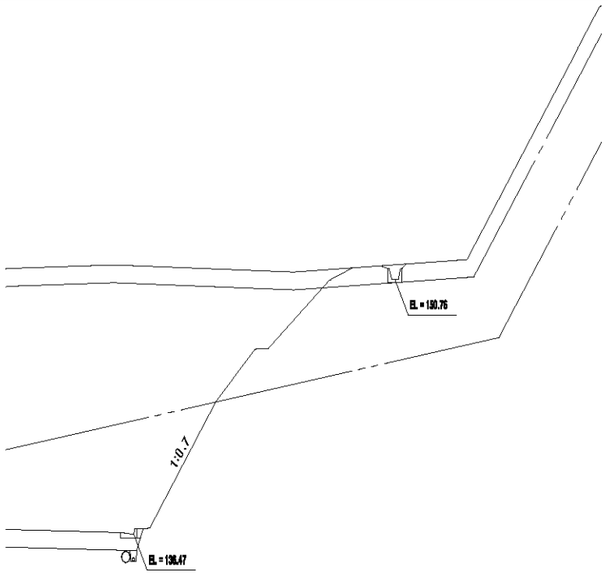
2.1.3 주요도면



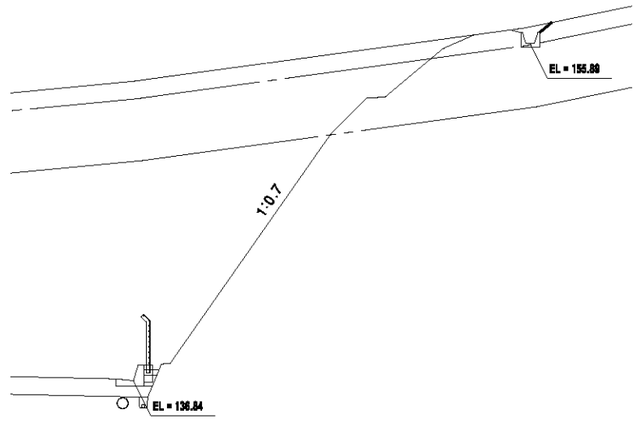
<그림 2.1.1> 종평면도



STA. 2+060

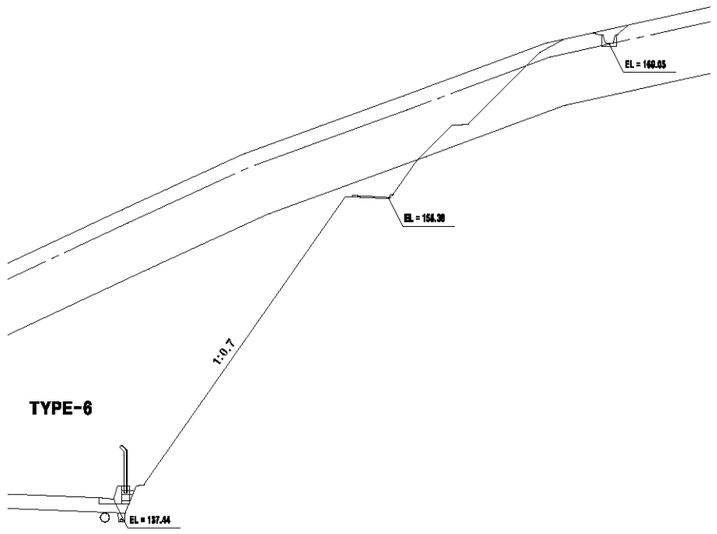


STA. 2+100

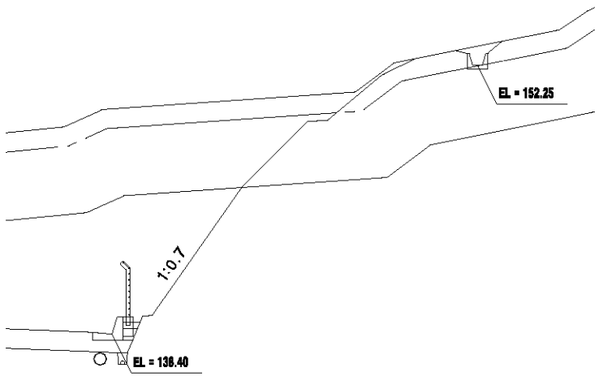


STA.2+120

STA.2+160

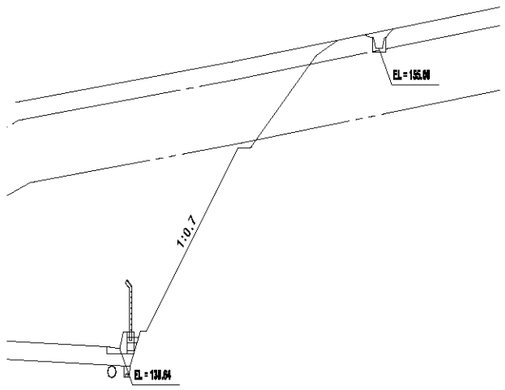


STA.2+200

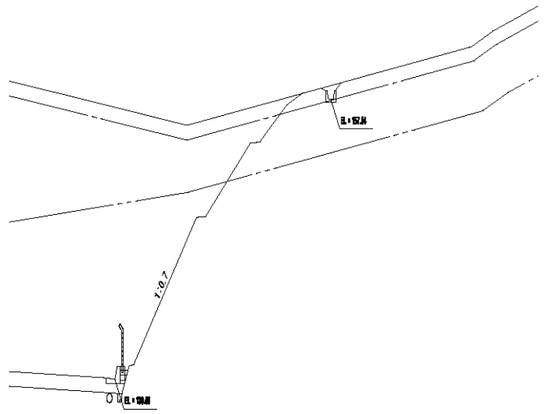


STA.2+220

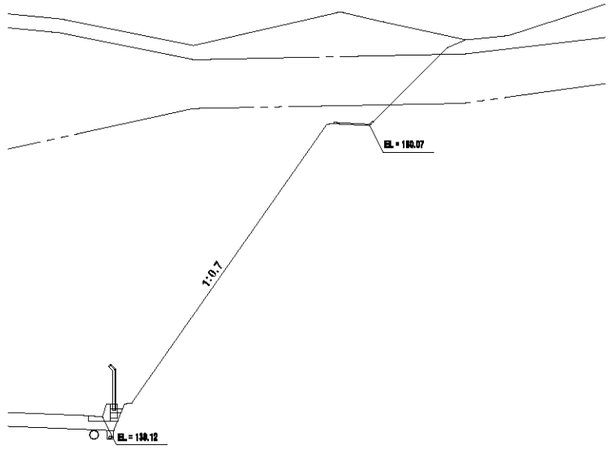
<그림 2.1.2> 횡단면도 (1)



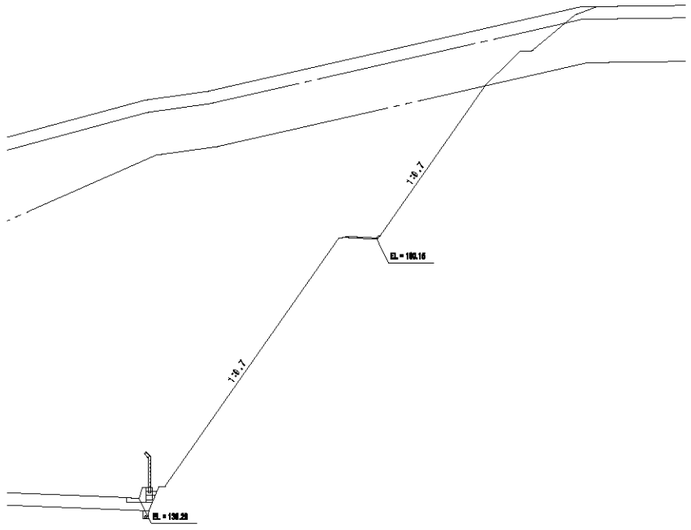
STA.2+240



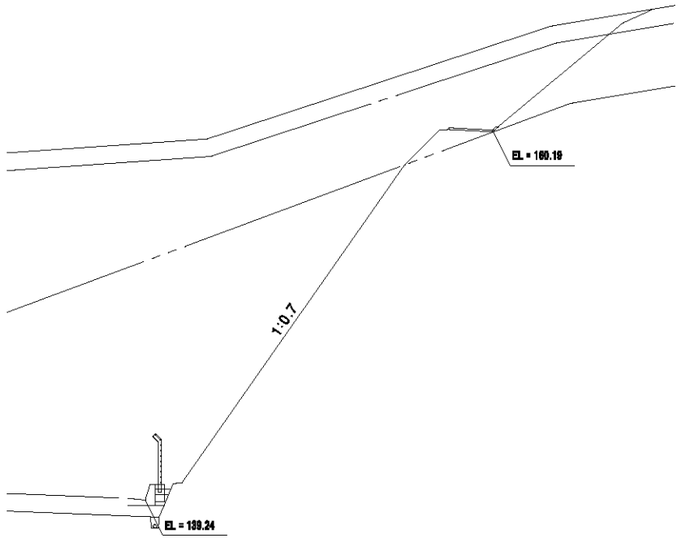
STA.2+280



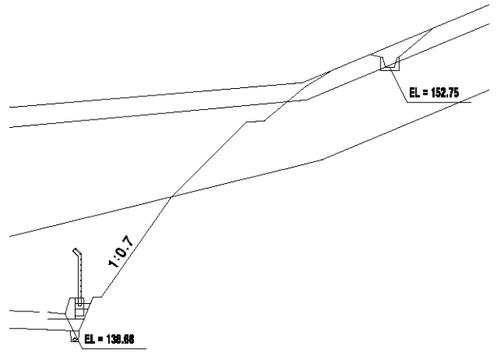
STA.2+300



STA.2+320



STA.2+340



STA.2+360

<그림 2.1.3> 횡단면도(2)

2.2 외관조사

2.2.1 시설물별 외관조사 결과

상세외관조사는 대상시설물의 위험요인 및 시설물의 상태를 평가하기 위한 목적으로 절토사면 전체에 대해 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 세부지침에 따라 기본 시설물과 부대 시설물로 나누어 조사를 실시하였다.

가. STA. 2+030~2+220

1) 표면보호공 전 조사에 의하면 상부로 풍화토 형성과 중, 하부로 심한 풍화된 암반 및 불연속면이 발달된 암반층이 분포하며, 절리가 발달되어 있는 상태로 지층 경계부에 풍화 파쇄대가 형성되어 있고 주변으로 풍화가 진행 중이다.
2) 절토면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 관찰되지 않았다.
3) 절토 후 응력해방, 대기노출에 따른 풍화 등의 영향에 의해 풍화 파쇄대 형성, 절리 이완 등이 발생된 상태로 향후 풍화촉진이 예상된다.
4) 본 영역 절토면의 경사/경사방향은 60/50이고 주 절리면의 경사/경사 방향은 70/060, 45/010, 80/188, 40/076, 75/300 등이며, 일부 절리면 간극은 0.1~3.0mm, 간격 0.6~2.0m, 연장성 1.0~3.0m, 표면은 약간 거침, 불연속면에 일부 충진물이 분포하는 것으로 조사되었다.
5) 2+160지점의 토사와 암반의 경계면에서는 침투수로 인한 간극수압의 증가로 소규모 슬라이딩이 발생되었으나 보수가 완료된 것으로 조사된다.
6) 표면보호공 상태 및 사면 하단에 설치된 낙석방지책의 설치 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

나. STA. 2+220~2+390

1) 표면보호공 시공전의 조사에 의하면 상부로 토사층과 중, 하부로 풍화된 모암(편마암)이 분포하며, 중, 하부로 풍화된 절리가 발달되어있는 상태이다.

2) 절토면 상부는 완전풍화(CW)내지 심한풍화(HW), 하부는 보통풍화(MW)내지 약간풍화(SW)의 상태를 보이고 있다.

3) 절토면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 하향경사 또는 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.

4) 편마층의 경계부에는 풍화 파쇄대(풍화암)가 형성되어 지층 간 차별적인 풍화의 진행으로 침식 및 소규모 낙석 위험이 내재되어 있는 상태이다.

5) 본 영역 절토면의 경사/경사방향은 50/50이고 주 절리면 경사/경사 방향은 40/080, 55/030, 35/110, 일부 절리면 간극은 0.1~4.0mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 0.5~1.0m, 표면은 거침~약간 거침으로 조사되었다.

6) 2+260, 2+320 지점의 풍화 파쇄대 구간에는 침투수로 인한 간극수압의 증대로 표면에서 소규모 슬라이딩이 발생되어 교란된 부분은 제거후 패널식옹벽 + 네일, 격자블록으로 보호공을 추가로 실시한 것으로 조사되었다.

7) 표면보호공의 식생상태는 양호한 것으로 조사되었다.

2.2.2 외관조사망도

절토사면 현황도(2+040~2+225, 장호원 방향)

위 치	37°20'31.0"N 127°23'53.1"E (시점) 37°20'23.5"N 127°24'04.1"E (종점)	이정표	-	연 장	185m	높 이	34.0m	사면 방향	60/50

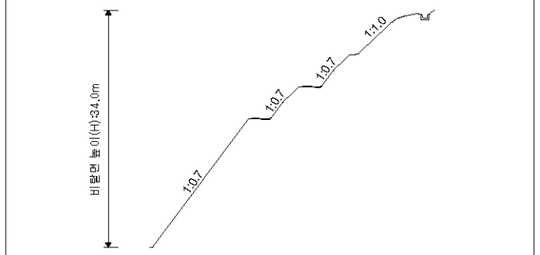
a 영역 불연속면 자료

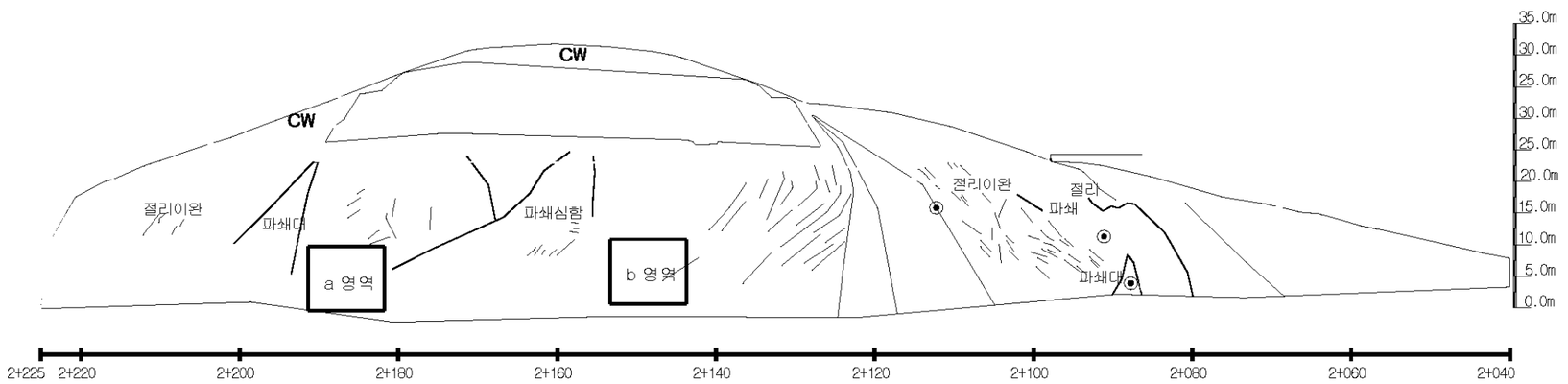
J1	J2
70/060	45/010
A : A3	A : A3
S : S2	S : S2
P : P2	P : P2
R : R3	R : R3
B : -	B : -
F : F4	F : F4

b 영역 불연속면 자료

J1	J2	J3
80/188	40/076	75/300
A : A4	A : A4	A : A4
S : S2	S : S2	S : S2
P : P3	P : P3	P : P3
R : R3	R : R3	R : R3
B : -	B : 1.0X0.2X0.2	B : 1.0X0.2X0.2
F : F4	F : F1	F : F1

<A-A 단면>





범 례

불연속면 특징

A 불연속면 틈간격
S 불연속면 간격
P 불연속면 연장성
R 불연속면 거칠기
B 암괴의 크기
F 불연속면 충진물질

풍화정도

CW 완전풍화
HW 심한풍화
MW 보통풍화
SW 약한풍화

표시기호

- 엽리
- 절리
- 역전된 절리
- 지하수용출구간
- 단층

절토사면 현황도(2+225~2+390, 장호원 방향)

위 치	37°20'31.0"N 127°23'53.1"E (시점) 37°20'23.5"N 127°24'04.1"E (종점)	이정표	-	연 장	165m	높 이	34.6m	사면 방향	50/50

a 영역 불연속면 자료
J1
40/080
A : A4
S : S3
P : P1
R : R3
B : 0.5X0.5X0.5
F : F1

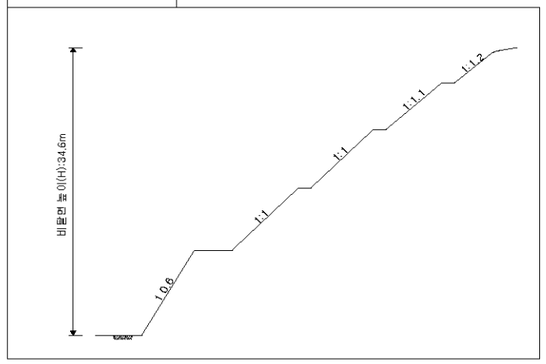
b 영역 불연속면 자료
J2
55/030
A : A2
S : S4
P : P1
R : R2
B : 0.2X0.3X0.5
F : F1

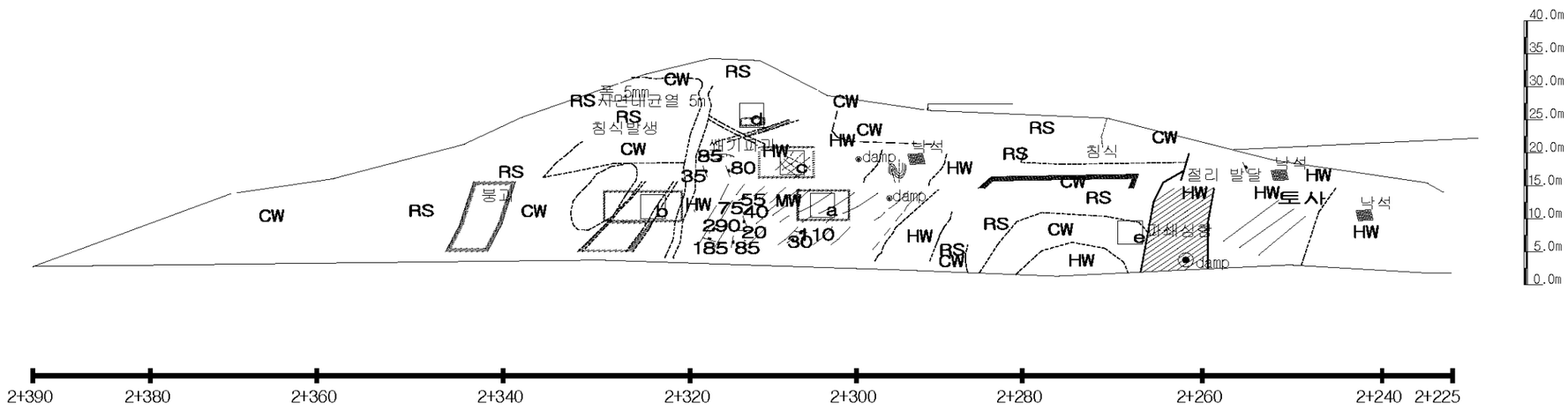
c 영역 불연속면 자료
J3
35/110
A : A4
S : S3
P : P1
R : R3
B : 0.2X0.2X0.2
F : F1

d 영역 불연속면 자료
J4
55/028
A : A4
S : S3
P : P1
R : R2
B : -
F : F1

e 영역 불연속면 자료
J5
/
A : A4
S : S5
P : P1
R : R3
B : -
F : F1

<A-A 단면>



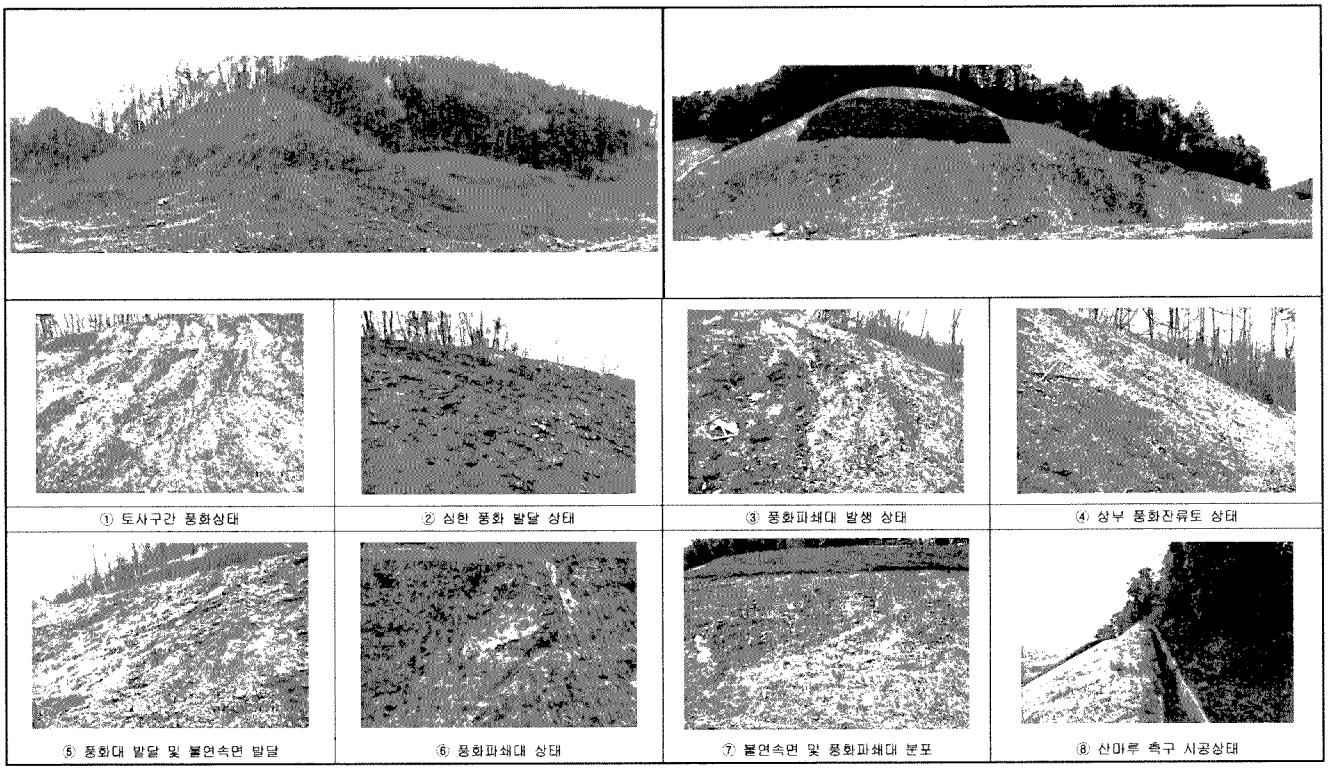


범 례

불연속면 특징		풍화정도	표시기호
A 불연속면 틈간격	R 불연속면 거칠기	CW 완전풍화	엽리
S 불연속면 간격	B 암괴의 크기	HW 심한풍화	절리
P 불연속면 연장성	F 불연속면 충진물질	MW 보통풍화	역전된 절리
		SW 약한풍화	지하수용출구간
			단층

2.2.3 조사사진

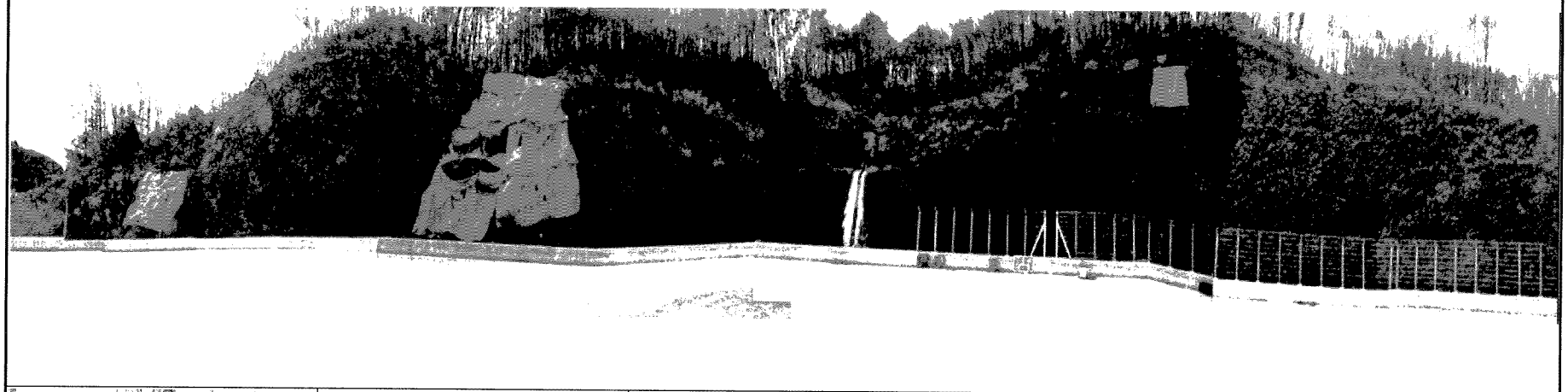
가. 굴착시

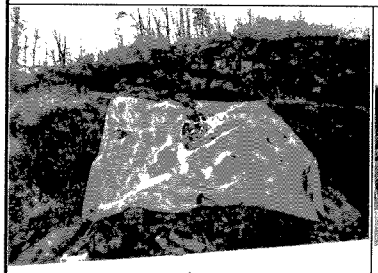


① 토사구간 풍화상태 ② 심한 풍화 발달 상태 ③ 풍화파쇄대 발생 상태 ④ 상부 풍화진류토 상태

⑤ 풍화대 발달 및 불연속면 발달 ⑥ 풍화파쇄대 상태 ⑦ 불연속면 및 풍화파쇄대 분포 ⑧ 산마루 측구 시공상태

나. 초기점검시

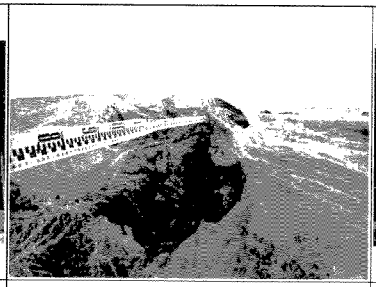




① 0+370 부분적인 쐐기파괴 발생



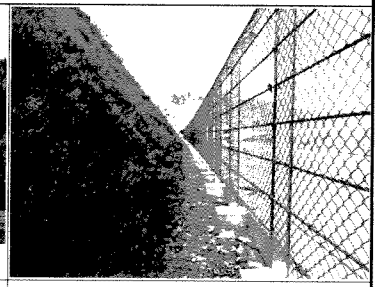
② 0+370 부분적인 보강상태



③ 2+230 풍화파쇄대 구간 침식상태



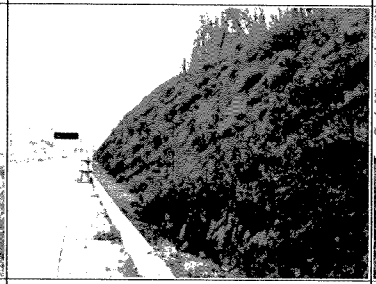
④ 2+230 풍화파쇄대 침식구간 격자블록 보호 상태



⑤ 낙석방지책 상태 양호



⑥ 2+160 사면식생 상태 양호



⑦ 2+000 식생 상태 양호



⑧ 2+320 소단 시공 상태

⑨ 계곡부 산마루 측구 시공 상태

⑩ 2+190 산마루 측구 시공상태

2.3 시험 및 분석

2.3.1 시험 현황

본 과업에서는 암반의 강도를 파악하기 위하여 반발경도시험을 수행하였다.

구 분	조사 항목	수량
암반강도	암반강도시험(반발경도법)	각 소단별 1회
토층심도율	토사와 암반사면의 구분	1회

2.3.2 절토사면의 분류

가. 절토사면의 분류

구 분		토층심도율	압축강도	블록크기비	주요 파괴유형	비고
토사사면		> 0.4	-	-	원호, 표층	
암반사면	연약암반사면	≤ 0.4	≤10 MPa	-	표면, 원호 평면, 쐐기	제3기층 등
	파쇄암반사면		>10 MPa	≤ 0.01	쐐기, 평면 원호, 전도	단층 파쇄대 등
	절리암반사면			> 0.01	쐐기, 평면 전도, 낙석	일반 암반사면
토층심도율이 0.2 ~ 0.4일 경우. 혼합 사면으로 규정하여 토사 사면과 암반 사면의 특성을 모두 고려할 필요가 있음						

나. 토층심도율(Soil depth Ratio:SR) = Soil Depth / Slope Heigh

SR = 2.0/35.0 = 0.06

다. 블록 크기비(Block size Ratio : BR) = Block size Index(Ib) / Slope Heigh

Ib = 각 절리군의 평균간격 (Si)/3 = (0.2+0.5+0.5) / 3

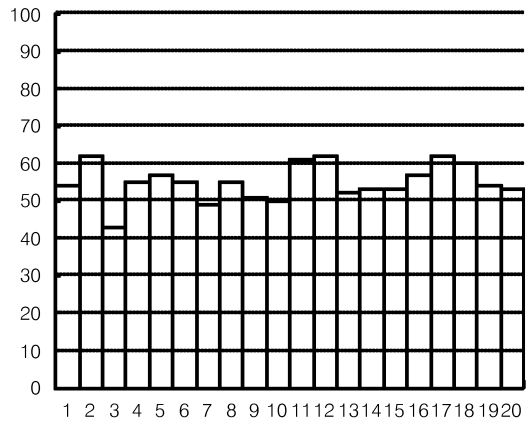
Br = 0.4/35= 0.011 > 0.01 → 절리암반사면

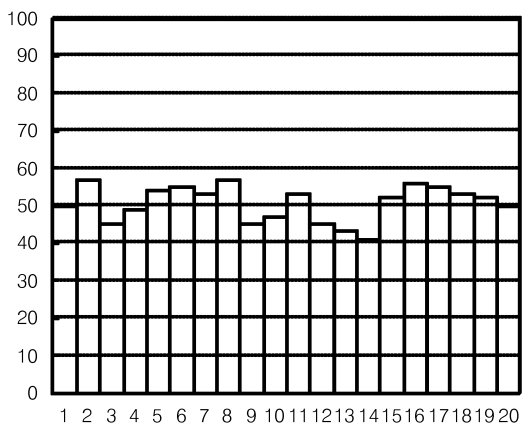
2.3.3 반발경도법에 의한 암반의 압축강도 측정

ROCK TEST HAMMER를 이용한 암반의 반발경도에 의한 일축압축강도는 경암으로 측정되었다.

가. 반발경도 측정결과

위 치	ROCK TEST HAMMER에 의한 암판정			비 고
	반발값 평균치(r)	일축압축 강도 추정(MPa)	암 판정	
STA 2+320 3단	54.9	122.5	경암	
STA 2+160 4단	50.6	88.6	경암	





STA 2+320 3단	평균반발도 : 54.9	STA 2+160 4단	평균반발도 : 50.6



반발경도 시험 광경

2.4 상태평가

2.4.1 개 요

본 절토사면에 대한 외관조사 결과를 바탕으로 세부지침(한국시설안전공단, 2010년 12월)에 의거 평가 프로그램을 이용하여 상태평가 등급을 산정하였다.

상태평가를 수행하기 위한 절토사면의 상태평가 단위 길이는 40~50m를 기준으로 각각의 SPAN별 결함지수를 산정하였다.

2.4.2 상태평가 결과

가. SPAN별 평가구분

사면유형	SPAN 구분	위치(STA.)	토층 심도율(SR)	비 고
절리암반사면	No.1	2+030 ~ 2+080	0.06	
	No.2	2+080 ~ 2+130		
	No.3	2+130 ~ 2+180		
	No.4	2+180 ~ 2+220		
	No.5	2+220 ~ 2+260		
	No.6	2+260 ~ 2+300		
	No.7	2+300 ~ 2+340		
	No.8	2+340 ~ 2+390		

나. 절리암반사면 상태평가 결과

No.	파괴징후			파괴현황	사면손상상태지수	지반상태			사면형상	자연요인	인위요인			사면파괴요인지수	평가단위결함지수	단위상태평가등급
	인장균열	지반변형	구조물변형	발생규모	(f1)	절리주향	절리경사	절리상태	사면경사	강우 및 지하수	절취상태	배수조건	보호/보강상태	(f2)	(f1+f2)	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0.12	0.08	a
2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0.12	0.08	a
3	0	1	0	1	0.04	3	0	1	2	1	1	1	1	0.19	0.14	a
4	0	1	0	1	0.04	3	0	1	2	1	1	1	1	0.19	0.14	a
5	0	0	0	2	0.08	3	1	1	2	1	1	1	1	0.21	0.17	b
6	0	1	0	1	0.04	3	1	1	1	1	1	1	1	0.19	0.14	a
7	0	1	0	1	0.04	0	1	1	1	1	1	1	1	0.13	0.11	a
8	0	1	0	2	0.08	3	1	1	1	1	1	1	1	0.19	0.16	b
평균	0	0.7	0	1.0	0.04	1.9	0.5	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.17	0.13	a

1. 평가지수	**0.13**
2. 상태평가 결과	**A 등급**

다. 고 찰

본 절토사면의 상태등급평가는 세부지침에 의거 지반특성 및 지질조건에 따라 절리암반사면으로 구분하여 실시하였으며, 육안조사에 의한 외관조사 항목과 설계 및 지반조사서 분석 결과를 포함하여 상태평가를 실시하였다. 이에 따른 상태평가 산정결과 절토사면 결함지수는 0.13으로 평가됨에 따라 상태평가 등급은 “A” 등급”인 것으로 평가되었다.

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.5.1 종합평가

외관조사에 따른 상태평가등급을 종합평가등급으로 산정하였다.

종합평가등급 = Min(상태평가등급, 안전성평가등급)

상태평가등급	안전성평가등급	종합평가등급
A(0.13)	A	A

2.5.2 안전등급 지정

STA.2+030 ~ 2+390 장호원방향의 절토사면에 대한 종합평가 결과를 바탕으로 한 전체 시설물에 대한 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태” 인 **“A등급"**인 것으로 판정되었다.

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정 하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2.6 종합결론

본 시설물은 성남~장호원 도로건설공사 4공구 현장의 STA.0+170 ~ 0+410 장호원방향에 위치한 절토사면으로서 총연장 240m, 최대높이 40m으로 이루어져 있다.

가. 표면보호공 전 조사에 의하면 조사영역 내 절토암반(편마암) 사면은 절리가 발달되어 있는 상태로 종방향으로 파쇄대가 형성되어 있고 절리 및 파쇄대내 점토질이 협재 되어 있는 상태이다.

나. 절취면 상부는 완전풍화(CW)내지 심한풍화(HW), 하부는 보통풍화(MW)내지 약간풍화(SW)의 상태를 보이고 있다.

다. 절취면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.

라. 절토 암반층 내에는 파쇄대가 형성되어 지층간 차별적인 풍화의 진행으로 소규모 쐐기파쇄 및 낙석위험이 내재되어 있는 상태이며, 하부 암반층에는 습하거나 일부 소규모 누수가 발생되고 있는 상태였다.

마. 본 영역 절취면의 경사/경사방향은 56/40이고 주절리면 경사/경사방향은 68/85, 78/35, 72/330, 75/45, 80/335, 35/70이며, 절리면 간극은 0.1~0.1mm, 간격 0.2~0.6m, 연장성 1.0~3.0m, 표면은 거침~약간거침으로 조사되었다.

바. 절취면 상부는 풍화잔류토(RS)내지 완전풍화(CW), 하부는 심한풍화(HW)내지 보통풍화(MW)의 상태를 보이고 있다.

사. 절취면 상부에는 산마루측구가 시공되어 있고 완만한 상향경사로 자연사면이 형성되어 있으며, 침식, 세굴, 인장균열 등의 손상은 발생되지 않았다.

아. 표면보호공 상태 및 사면 하단에 설치된 낙석방지책의 설치 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

자. 상태평가 결과 “a 등급”으로 분석되었으며, 사면보강에 따른 안전성평가 결과 구조적 안전성을 확보한 것으로 분석됨에 따라, 절토사면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “A등급"인 것으로 판정되었다.

차. 향후 공용기간의 증가에 따른 풍화로 인해 사면이 변화되고 그 영향으로 사면 시설물도 변형 및 노후화가 진행될 수 있으므로 지속적인 유지보수가 필요할 것으로 판단된다.

성남~장호원 도로건설공사 제4공구

초기점검 보고서

부 록

2017. 12

시 공 사 : 삼환기업(주)

점검기관 : (사) 한국건설안전협회

부 록

1. 사 진 첩
2. 외관조사 망도
3. Concrete test hammer Data
4. 철근배근 Data
5. GPR탐사 자료
6. 구조검토 Data
7. 상태평가 Data

1. 사 진 첩

1) 수하3교

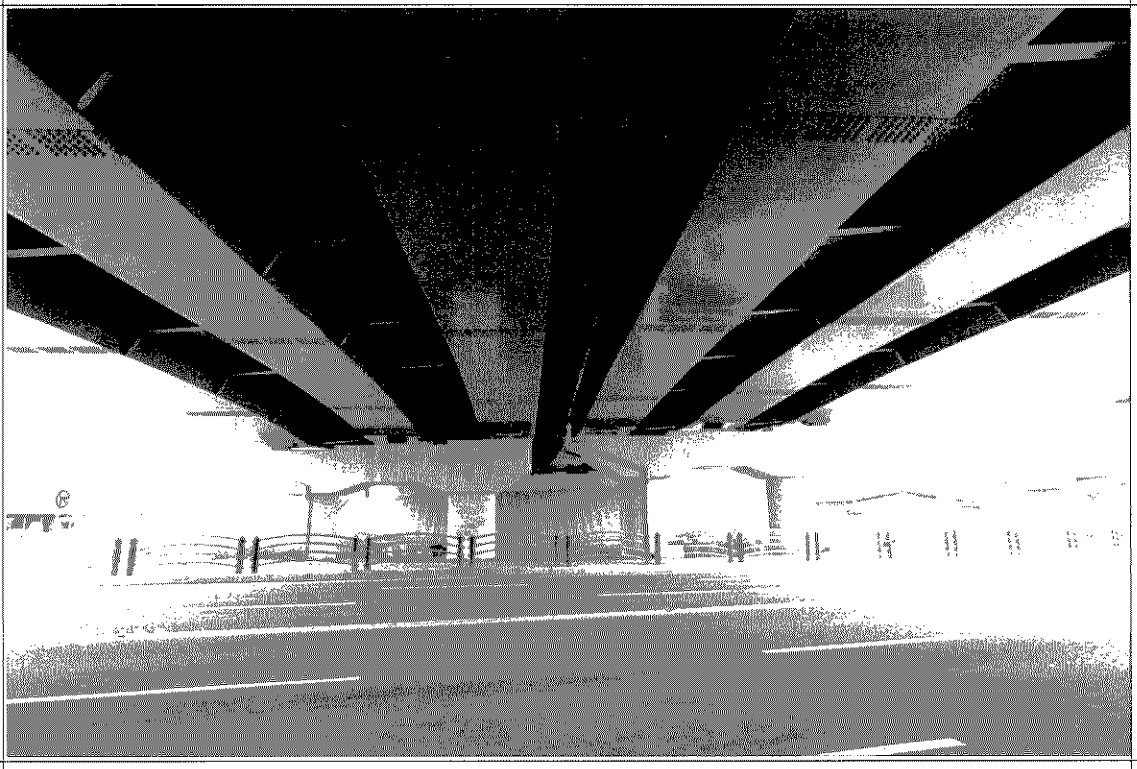
① 성남방향



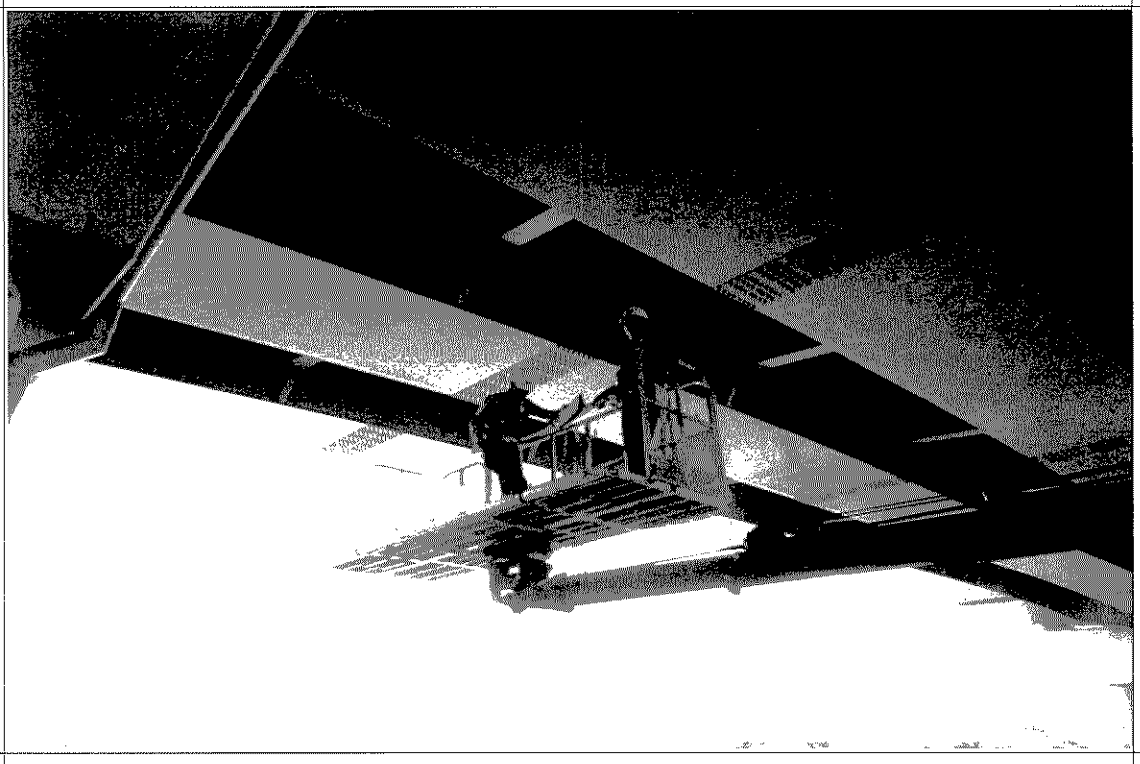
상부 전경



측면 전경

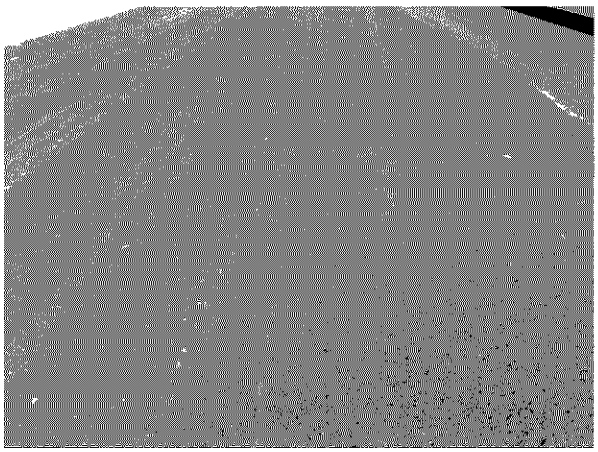


하부 전경

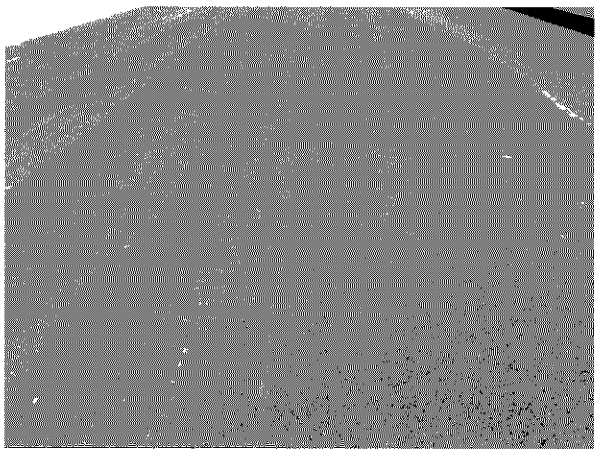


굴절차를 이용한 외관조사

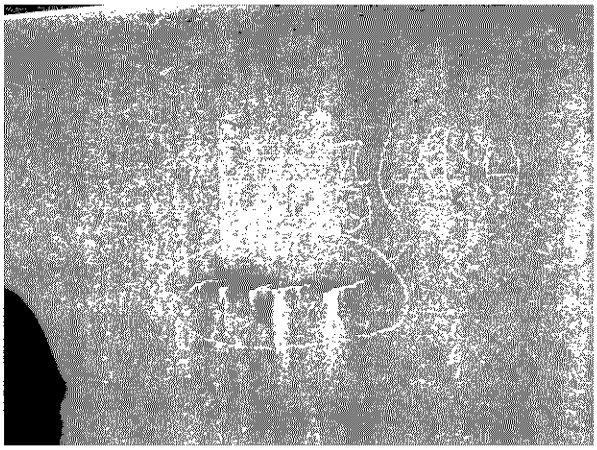
전경



위 치	교면 포장
내 용	전 경



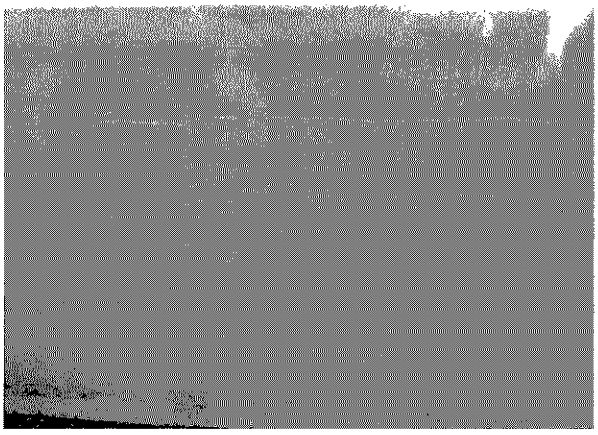
위 치	교면 포장
내 용	교면포장 상태 양호



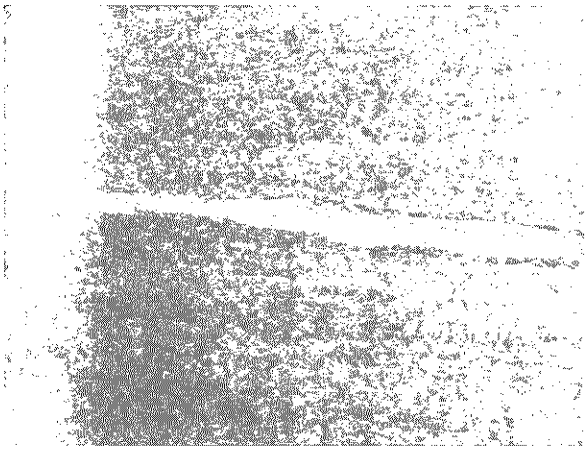
위 치	S1 방호벽
내 용	균열 및 백태 발생



위 치	S1 방호벽
내 용	균열 및 백태 보수작업 광경



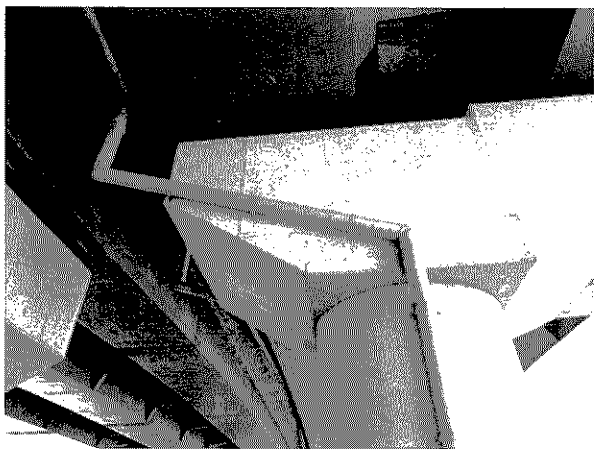
위 치	S3 방호벽
내 용	균열 발생



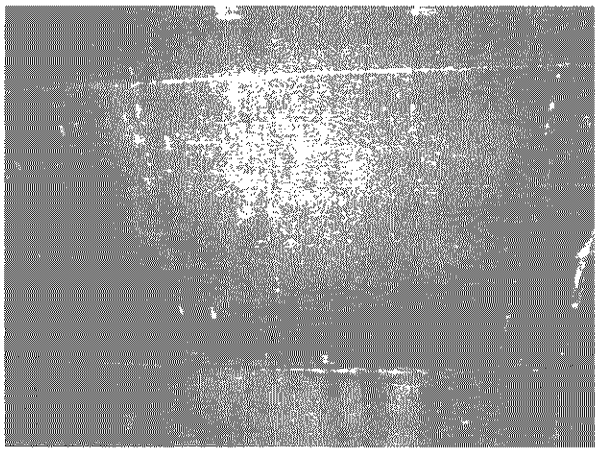
위 치	S3 방호벽
내 용	균열 보수 완료



위 치	배수관
내 용	시공 상태



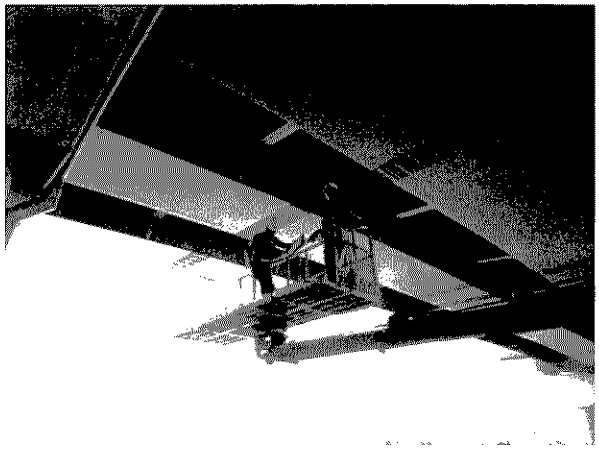
위 치	배수관
내 용	시공 상태



위 치	S1 바닥판하면
내 용	상태 양호



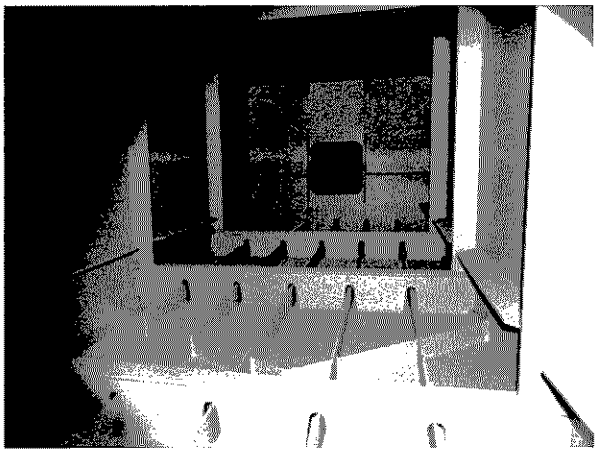
위 치	S2 바닥판하면
내 용	상태 양호



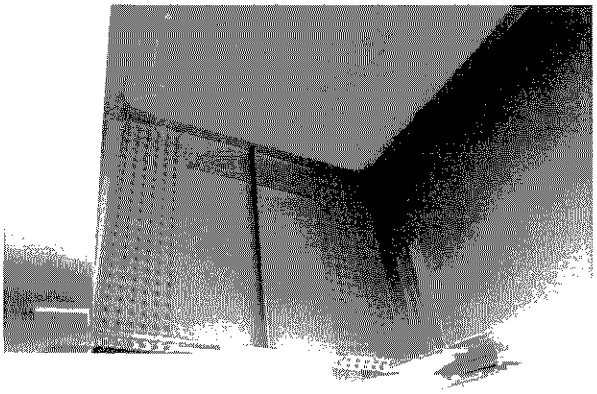
위 치	박스 외부
내 용	상태 양호



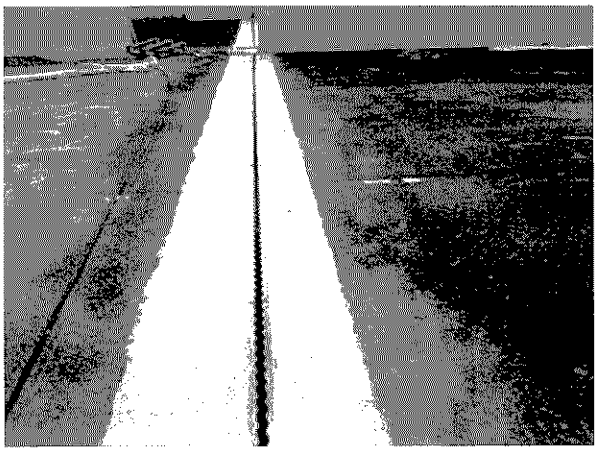
위 치	박스 외부
내 용	상태 양호



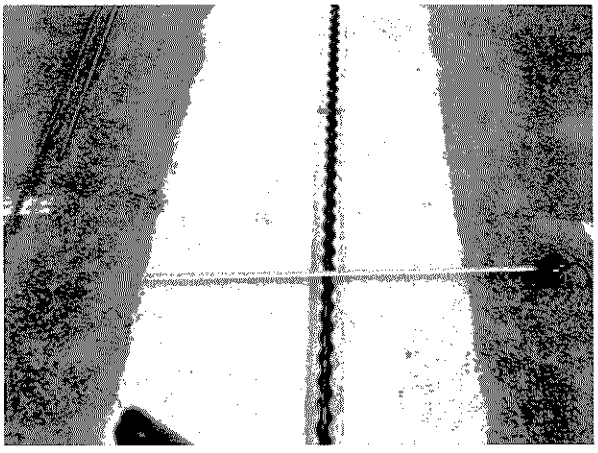
위 치	박스 내부
내 용	상태 양호



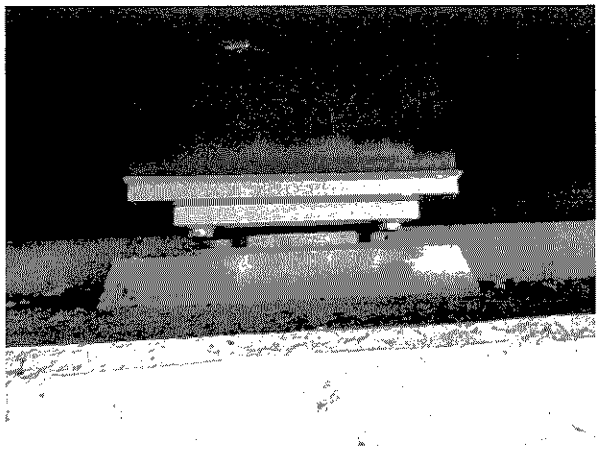
위 치	가로보
내 용	상태 양호



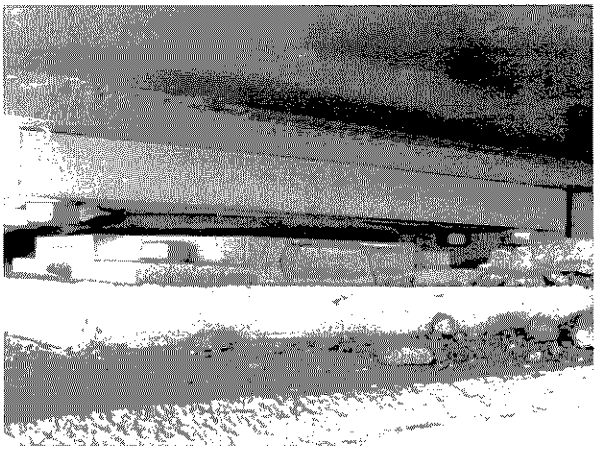
위 치	A2 신축이음장치
내 용	상태 양호



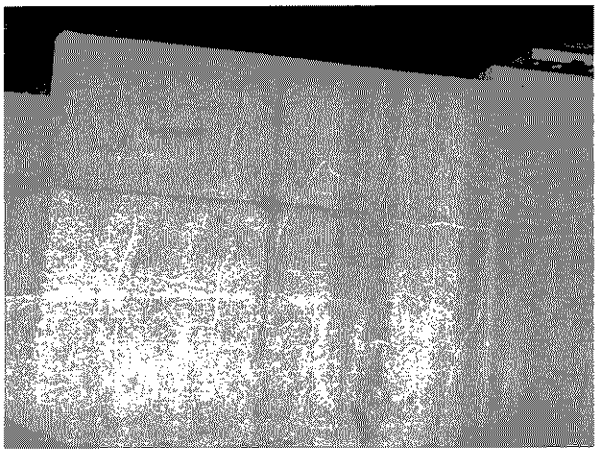
위 치	A2 신축이음장치
내 용	후타재 상태 양호



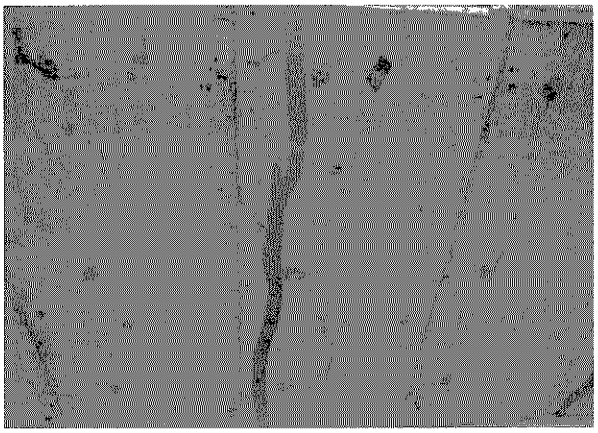
위 치	A2 교량받침
내 용	몰탈 파손 보수



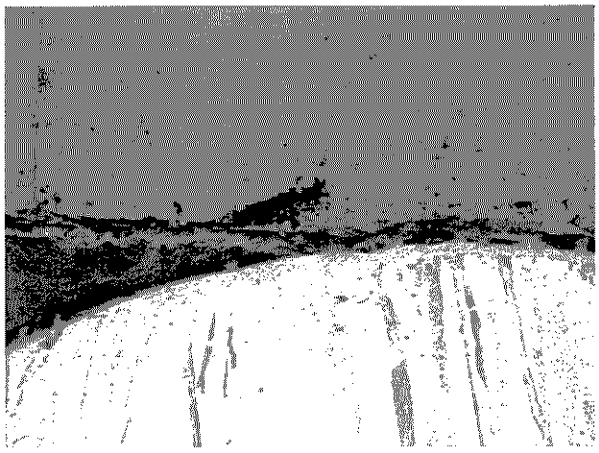
위 치	A2 교량받침
내 용	도장 탈락



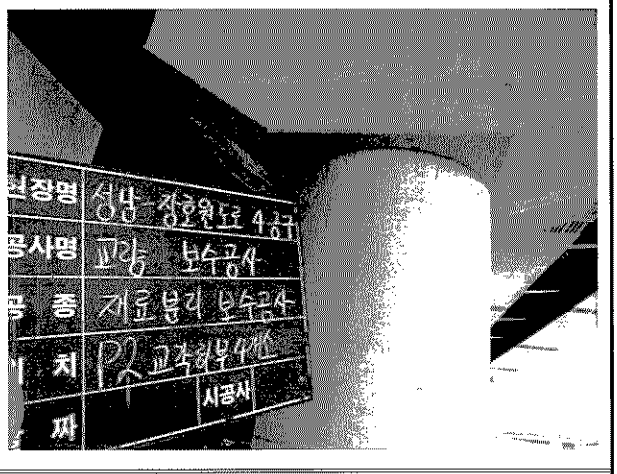
위 치	교대 A2 벽체
내 용	망상균열 발생



위 치	교대 A2 벽체
내 용	망상균열 보수



위 치	교각 P2
내 용	철근노출 발생

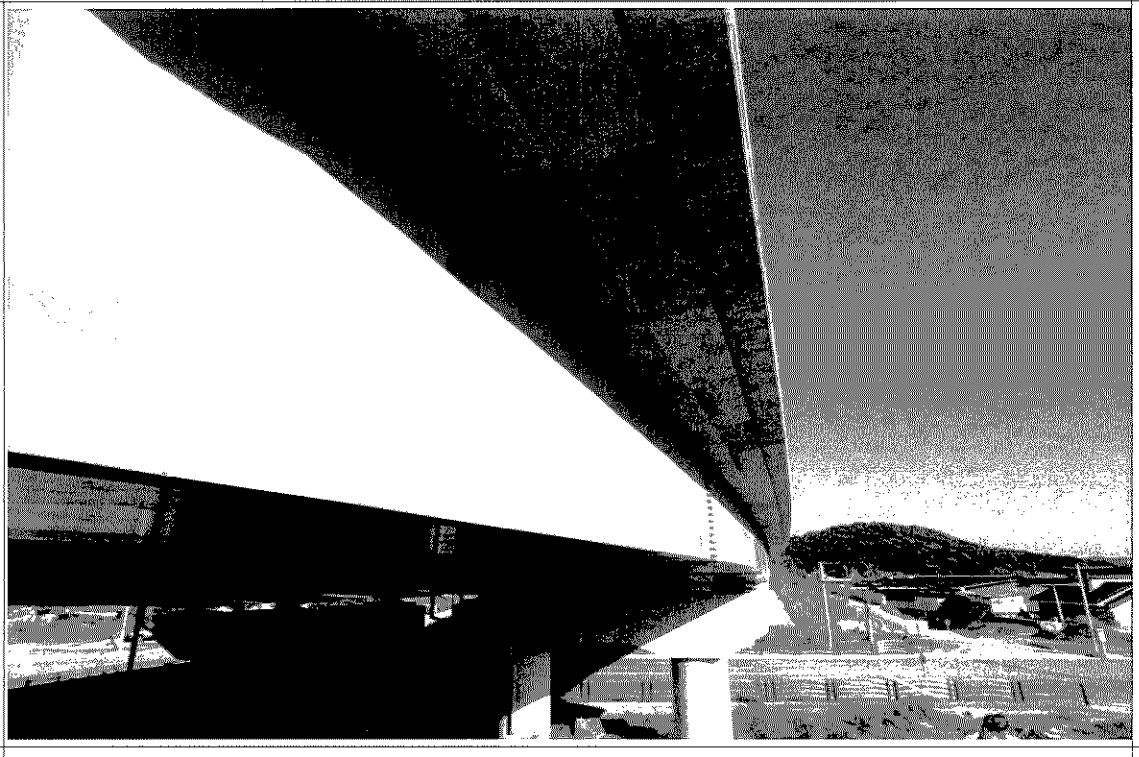


위 치	교각 P2
내 용	철근노출 보수

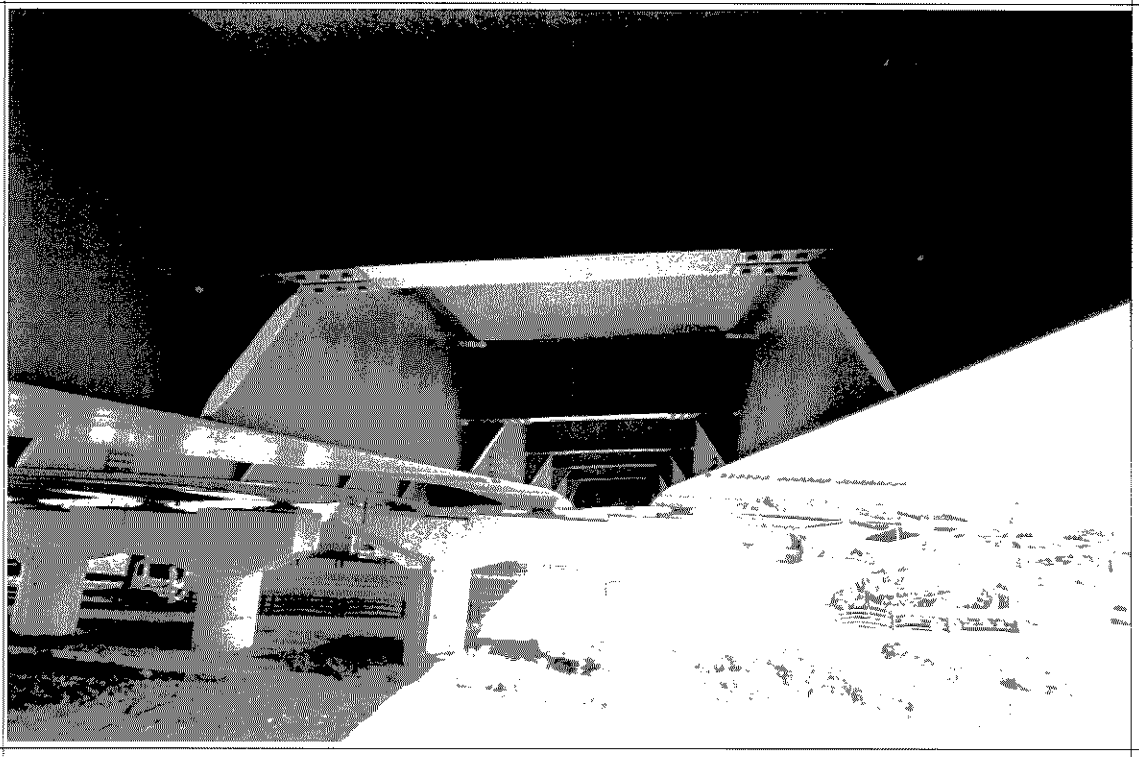
② 장호원방향



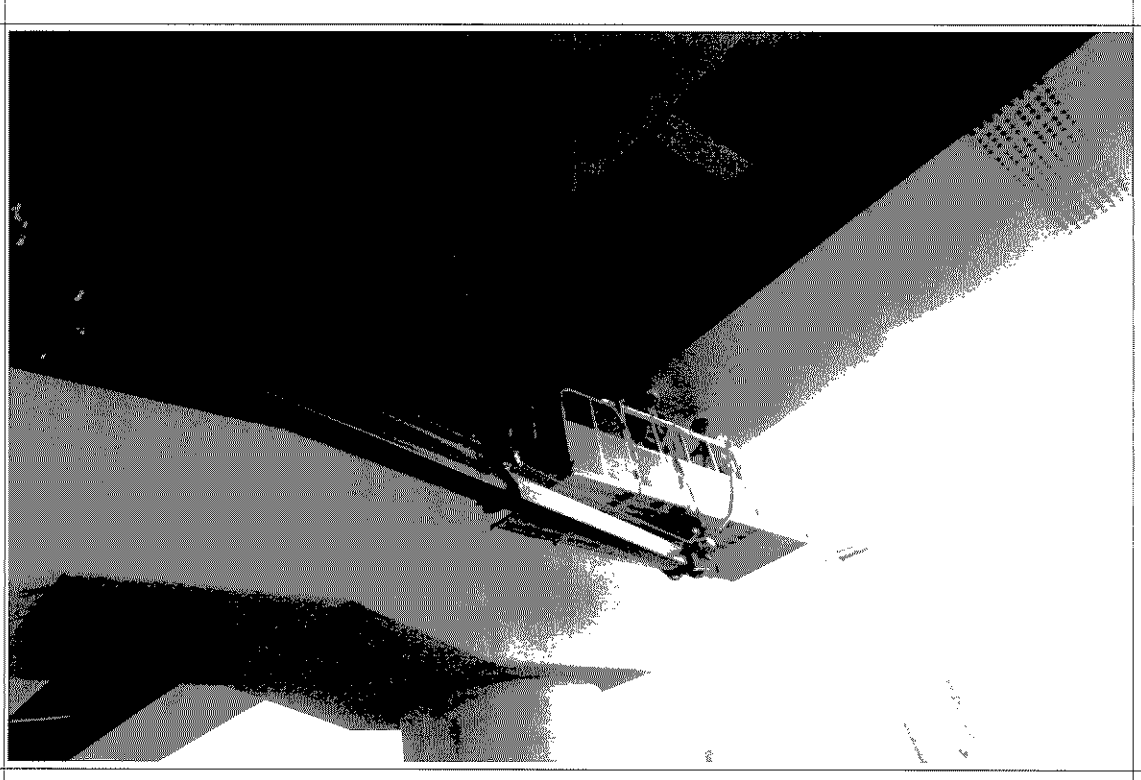
상부 전경



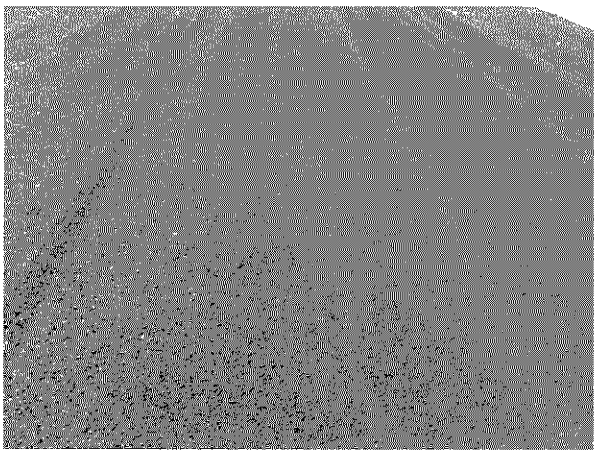
측면 전경



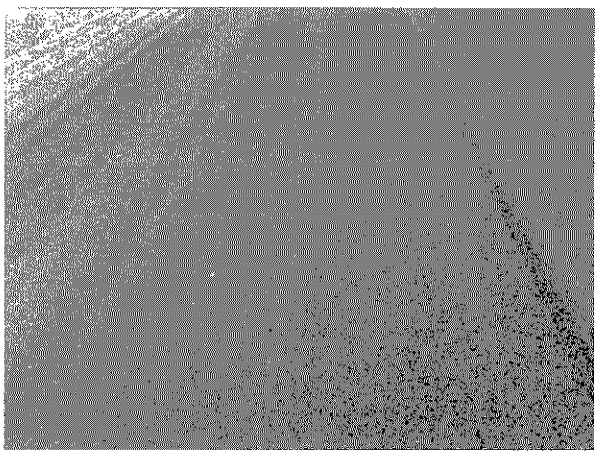
<하부 전경>



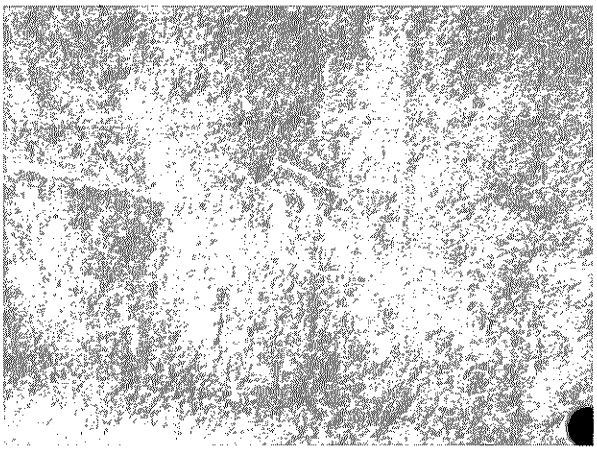
<점검차를 이용한 외관조사 현황>



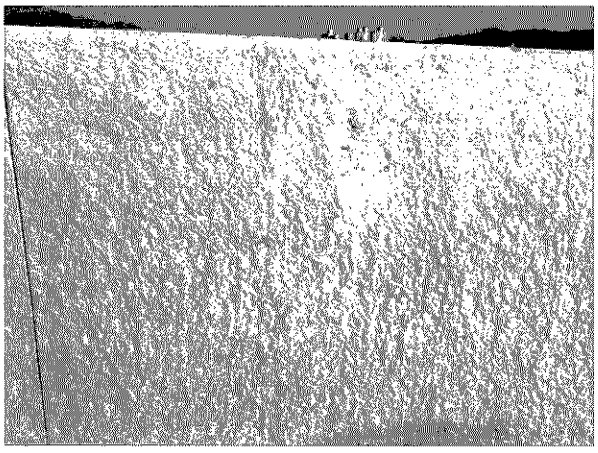
위 치	교면포장
내 용	상태 양호



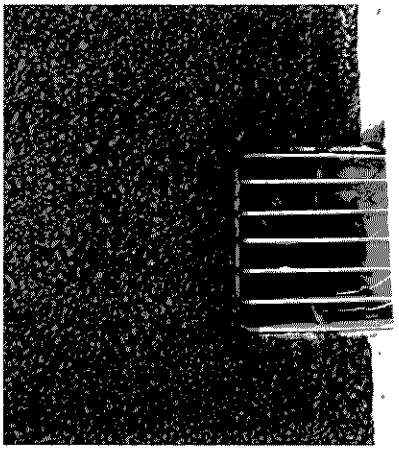
위 치	교면 포장
내 용	상태 양호



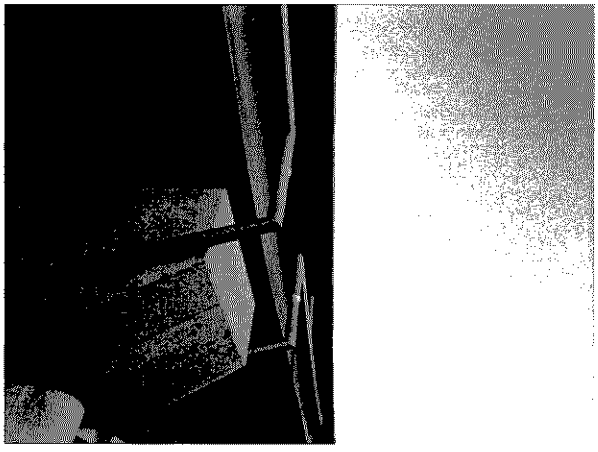
위 치	S2 중앙분리대
내 용	균열 백태 발생



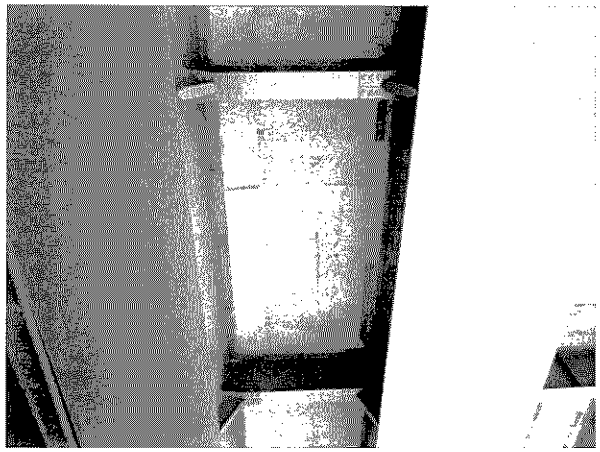
위 치	S2 중앙분리대
내 용	균열 백태 보수 완료



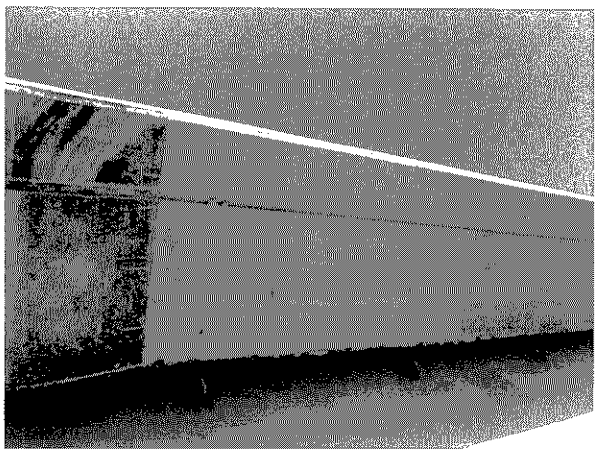
위 치	배수구
내 용	시공 상태



위 치	배수관
내 용	시공 상태



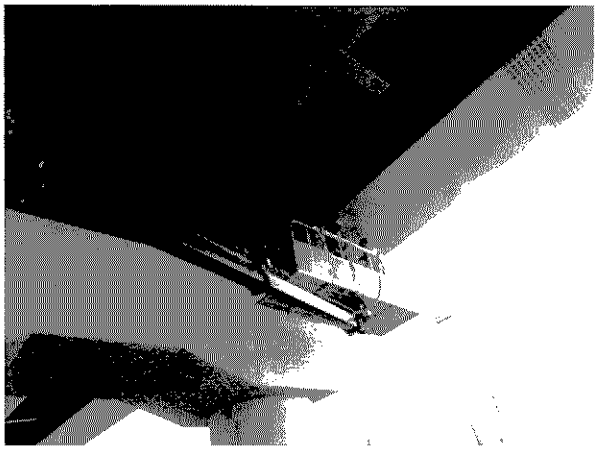
위 치	S1 바닥판하면
내 용	상태 양호



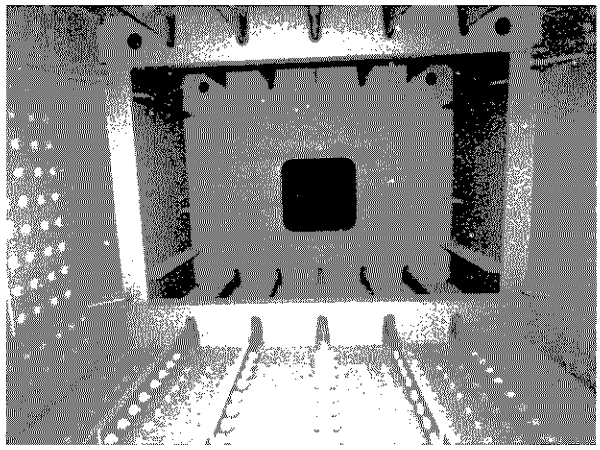
위 치	교S2 바닥판하면 캔틸레버부
내 용	상태 양호



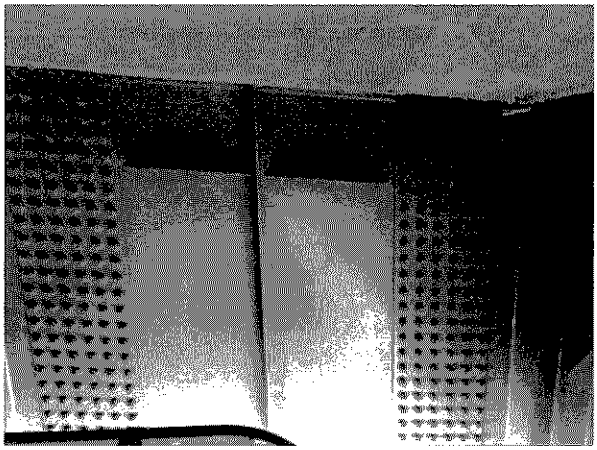
위 치	박스 외부
내 용	상태 양호



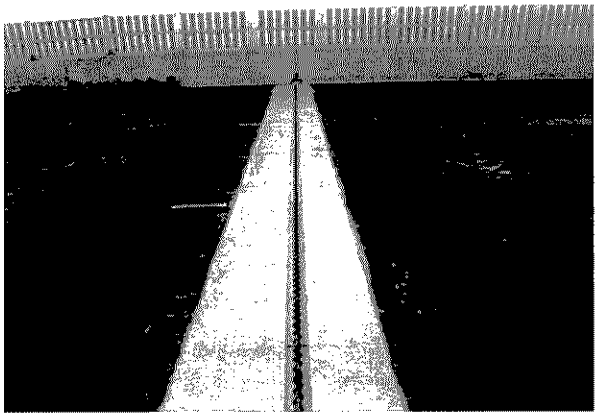
위 치	박스 외부
내 용	상태 양호



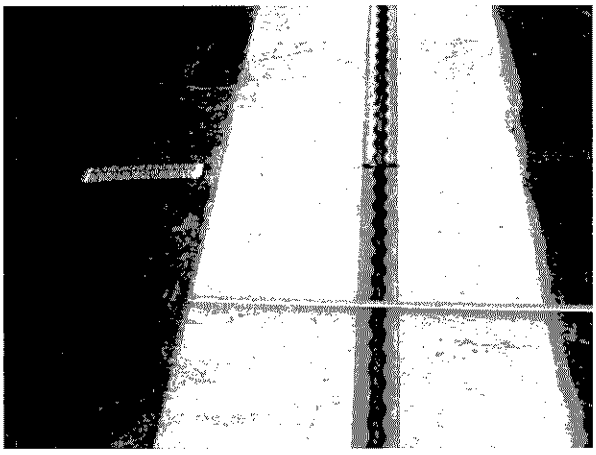
위 치	박스 내부
내 용	상태 양호



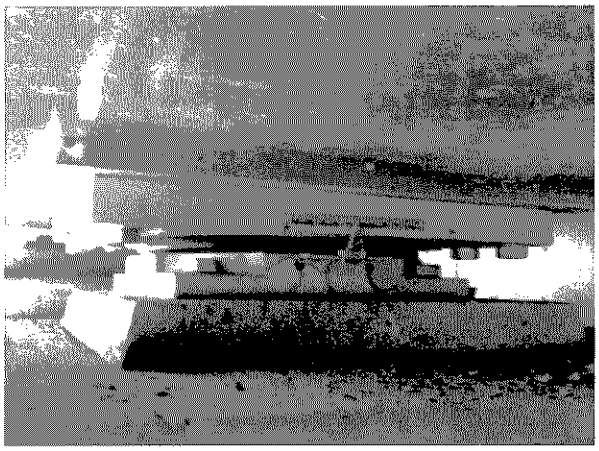
위 치	가로보
내 용	상태 양호



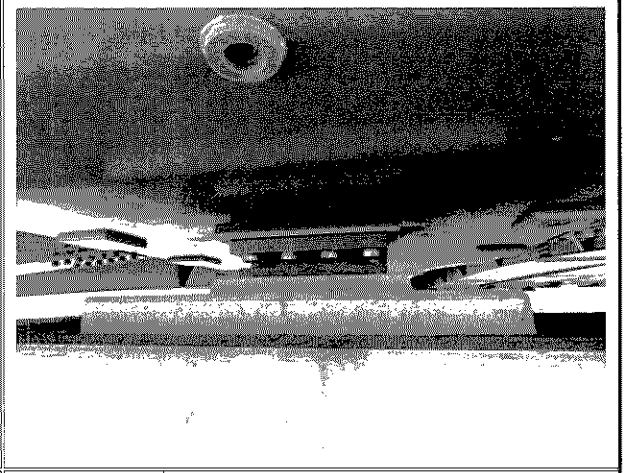
위 치	A2 신축이음장치
내 용	상태 양호



위 치	A2 신축이음장치 후타재
내 용	상태 양호



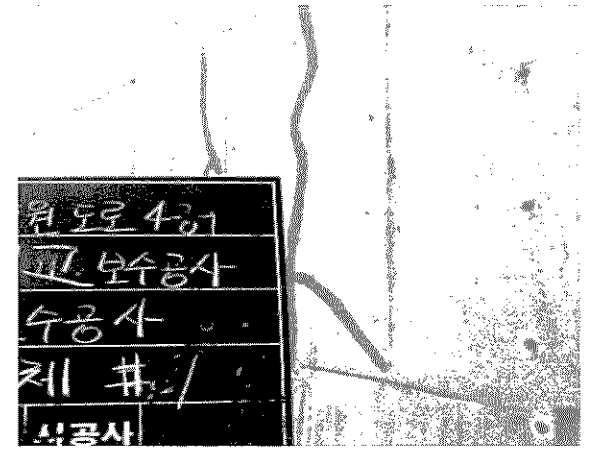
위 치	A1 교량받침
내 용	시공 전경



위치	P2 교량받침
내 용	시공 전경



위 치	교각 P1
내 용	망상균열 발생



교각 P1	S2 중앙분리대
내 용	망상균열 보수

2) 봉현터널

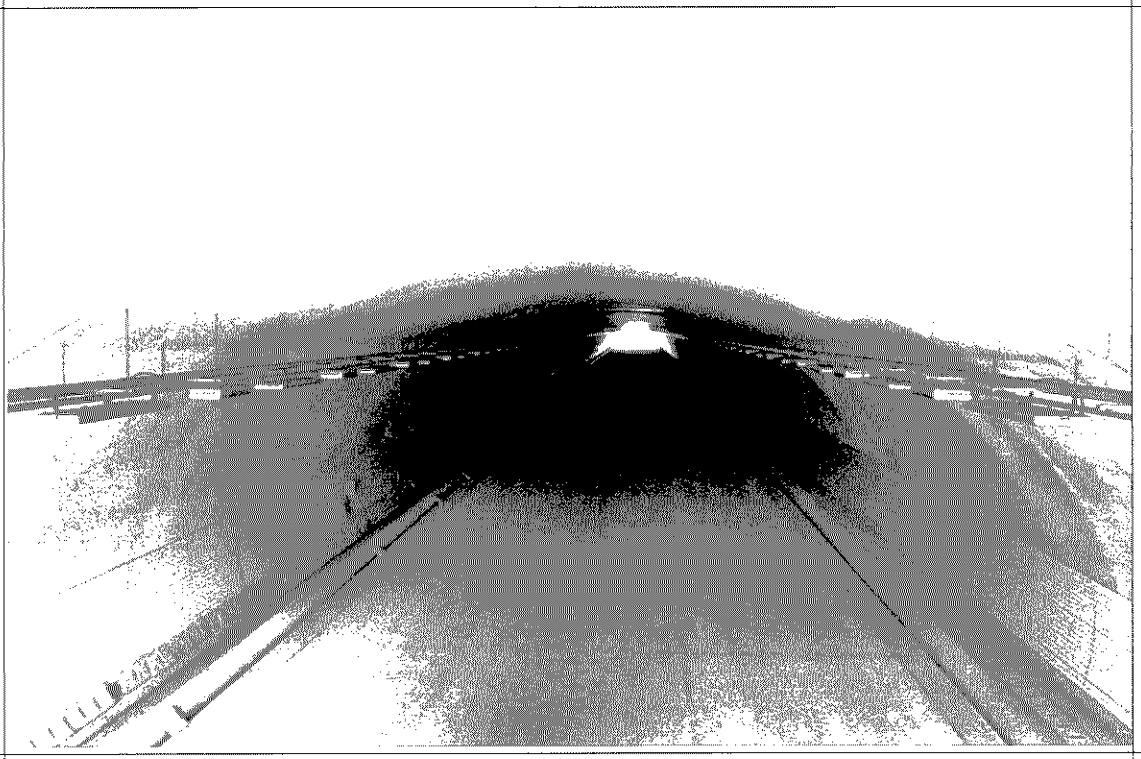
① 성남방향



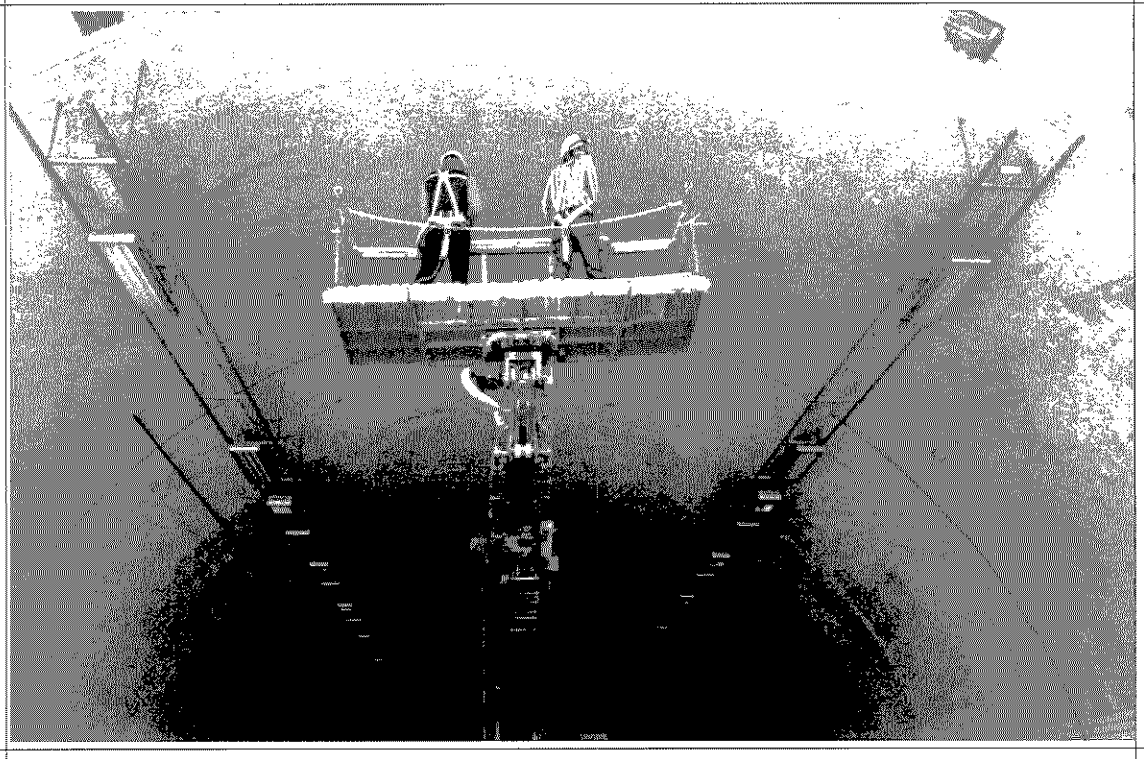
<시점 전경>



<종점 전경>



<내부 전경>



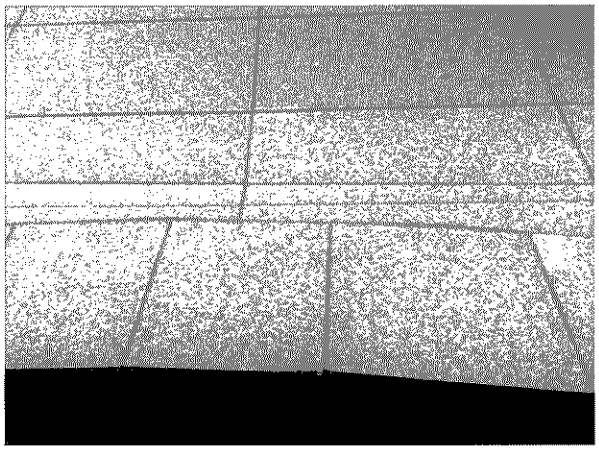
<고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>



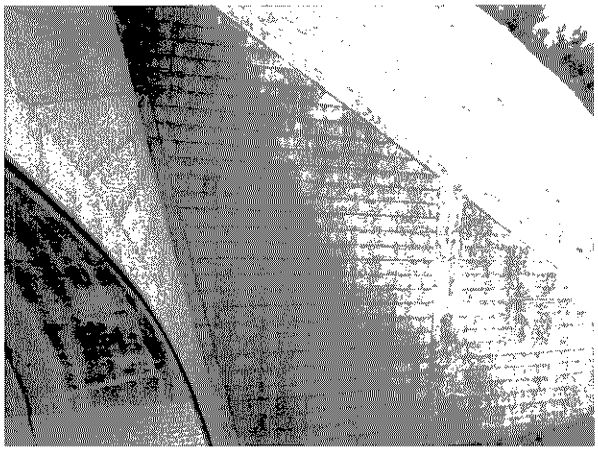
위 치	시점갱문
내 용	상태 양호



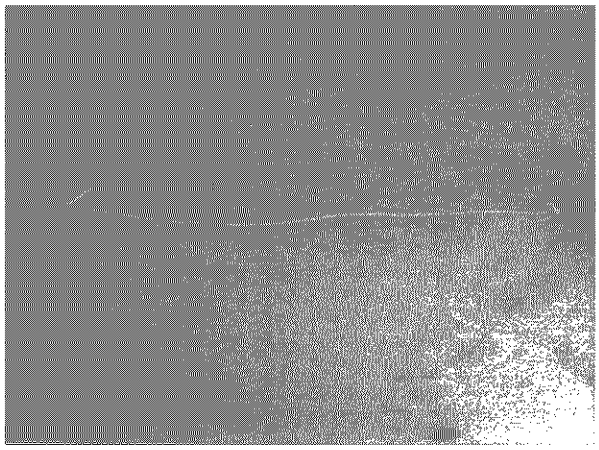
위 치	종점갱문
내 용	상태 양호



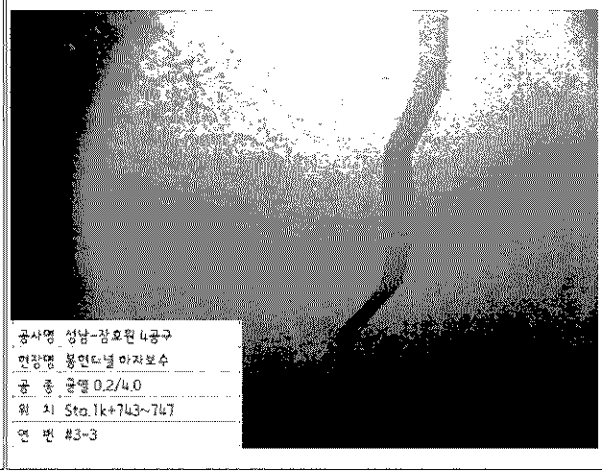
위 치	종점갱문 면벽
내 용	상태 양호



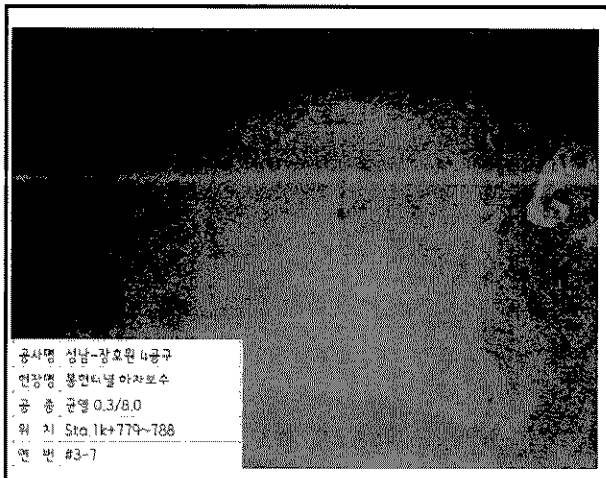
위 치	종점갱문 날개벽
내 용	상태 양호



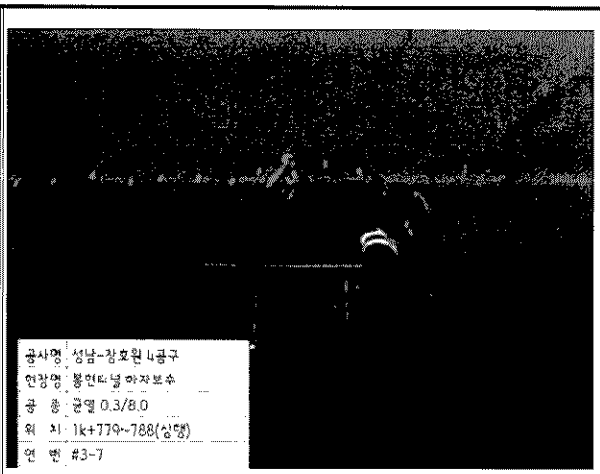
위 치	STA. 1km689 천정부
내 용	균열 상태



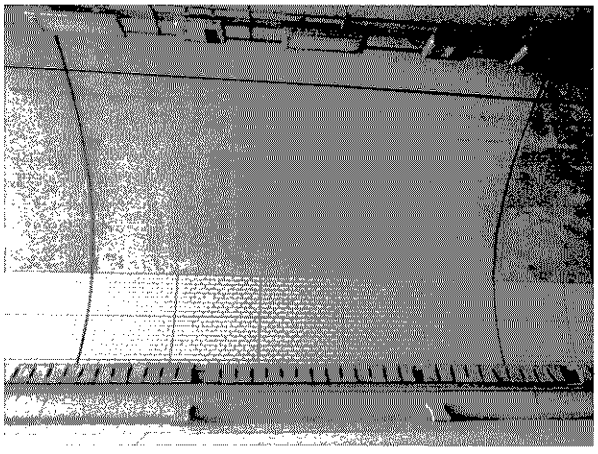
위 치	STA. 1km689 천정부
내 용	균열 보수 완료



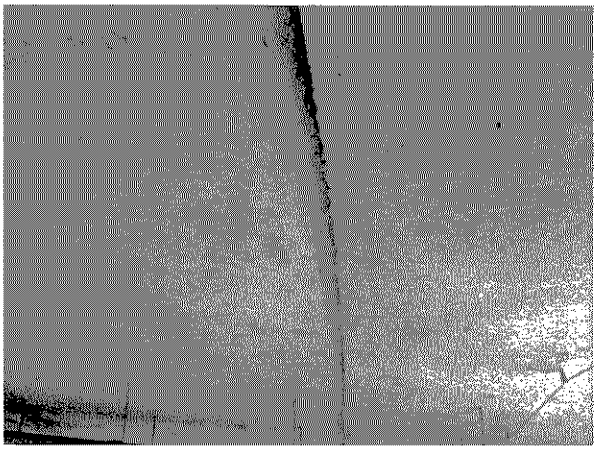
위 치	STA. 1km775
내 용	균열



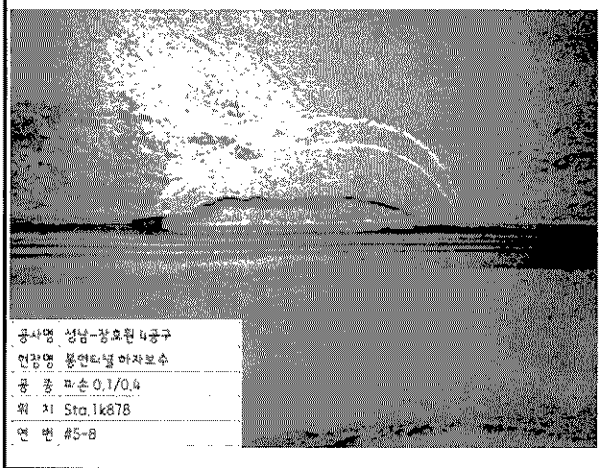
위 치	STA. 1km775
내 용	균열 보수 광경



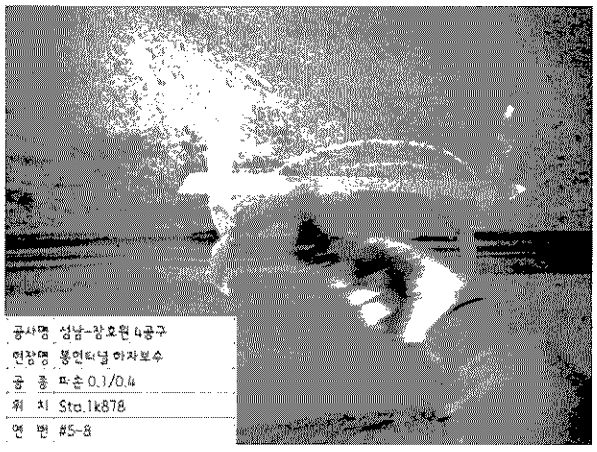
위 치	신축이음
내 용	전경



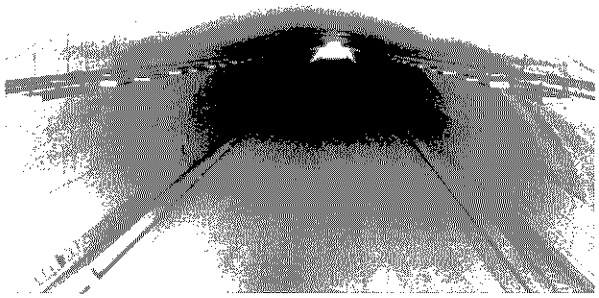
위 치	STA. 1km680 신축이음
내 용	상태 양호



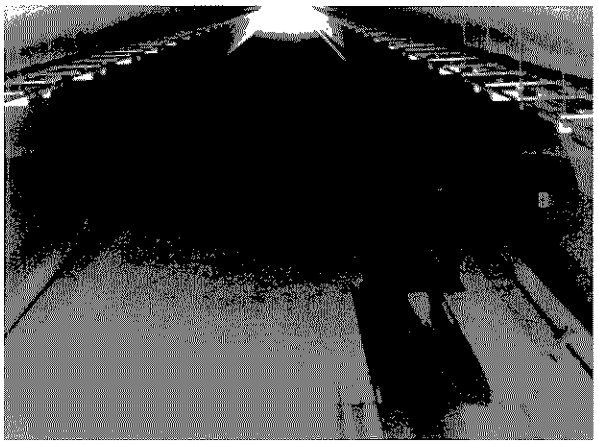
위 치	STA. 1km878 신축이음부
내 용	파손 상태



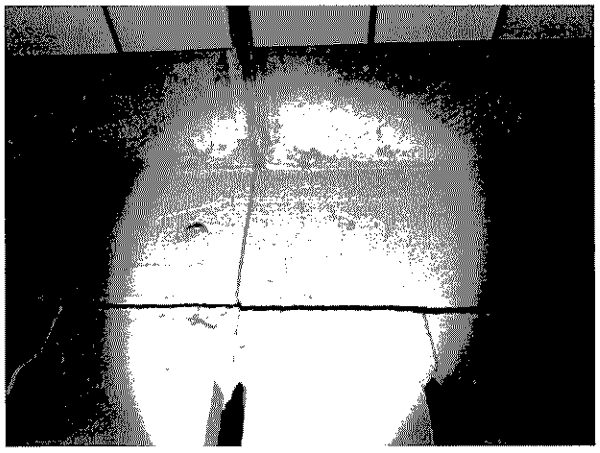
위 치	STA. 1km878 신축이음부
내 용	파손 보수 광경



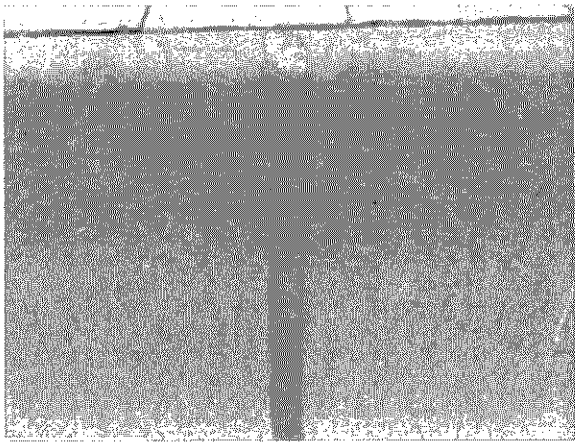
위 치	콘크리트 포장
내 용	상태 양호



위 치	콘크리트 포장
내 용	상태 양호



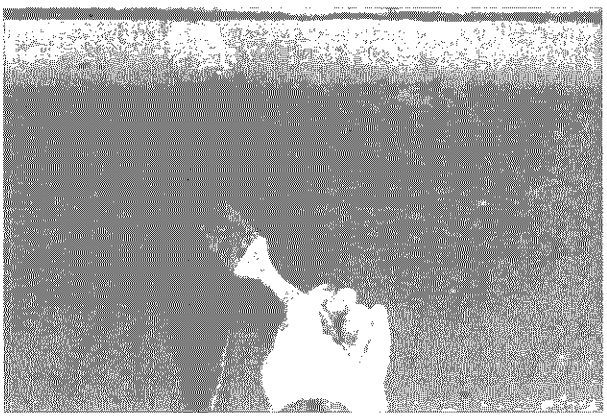
위 치	STA.1km714 좌측 공동구
내 용	균열 상태



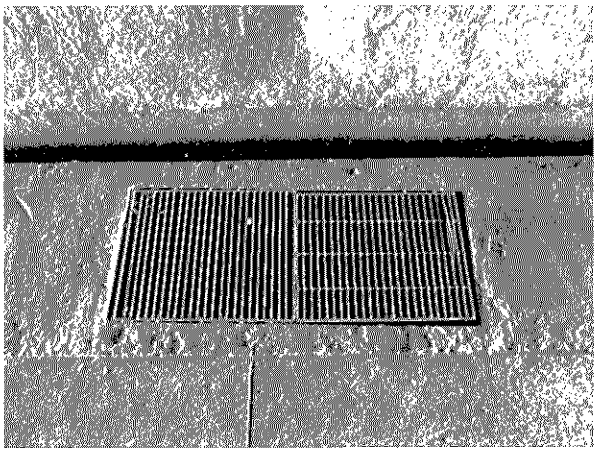
위 치	STA.1km714 좌측 공동구
내 용	균열 보수 완료



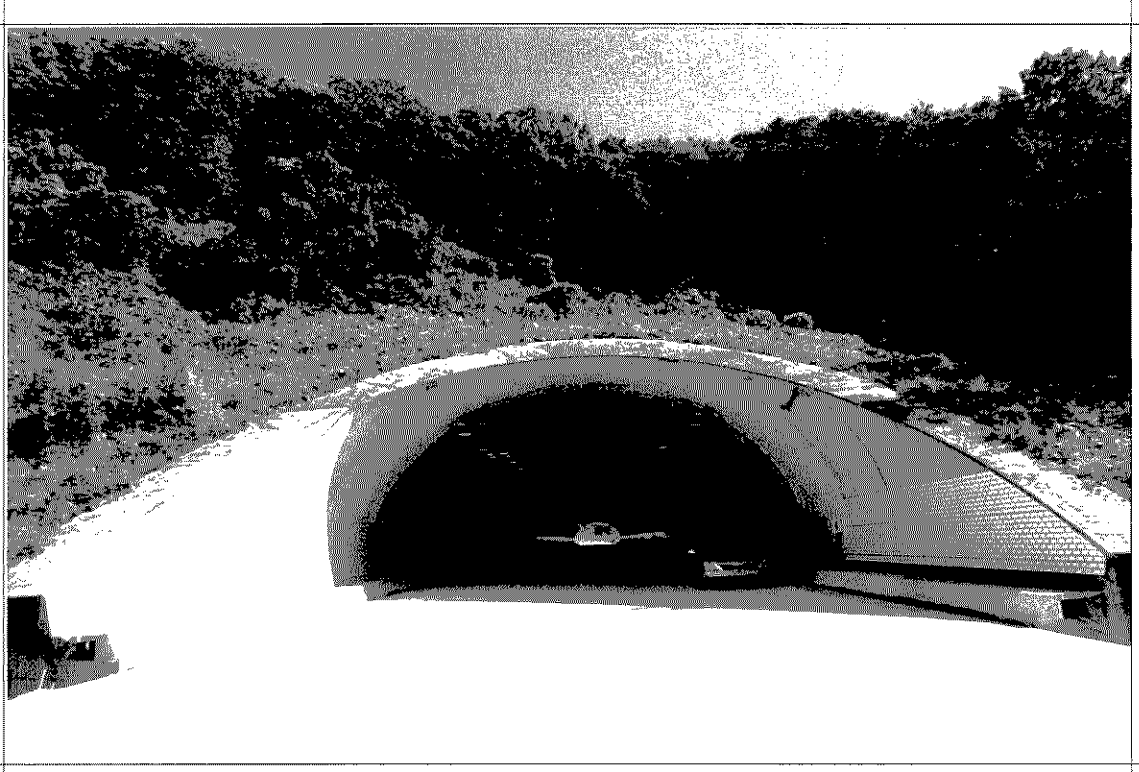
위 치	STA.1km916 우측 공동구
내 용	균열 상태



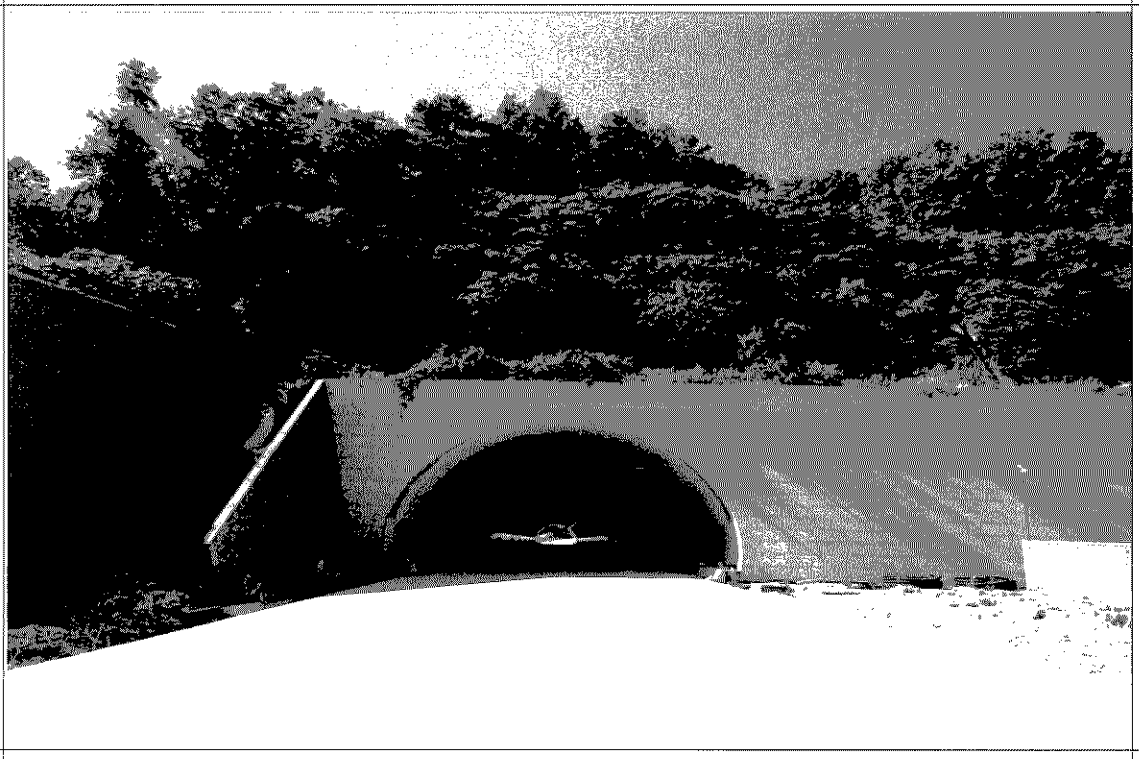
위 치	STA.1km916 우측 공동구
내 용	균열 보수 완료

			
위 치	STA.1km850 좌측 배수구내	위 치	좌측 배수구내
내 용	이물질 퇴적 상태	내 용	이물질 제거 완료

② 장호원방향



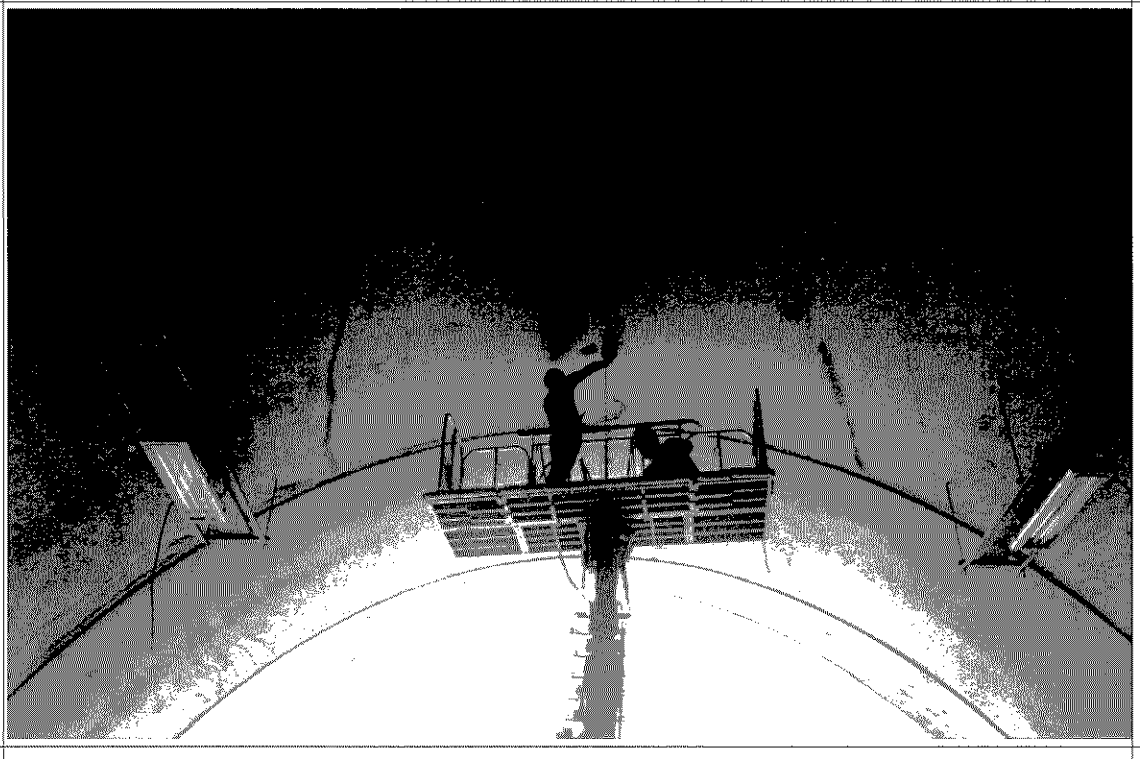
시점 전경



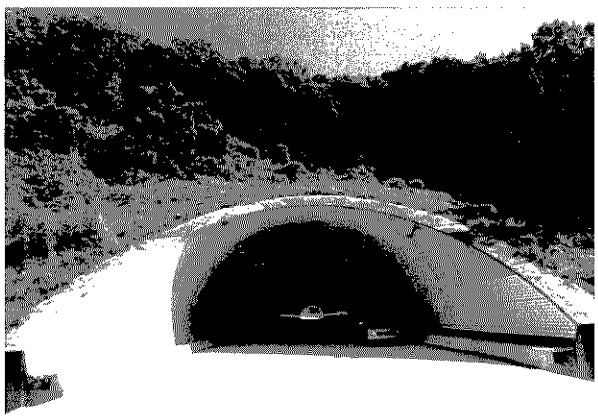
종점 전경



<내부 전경>



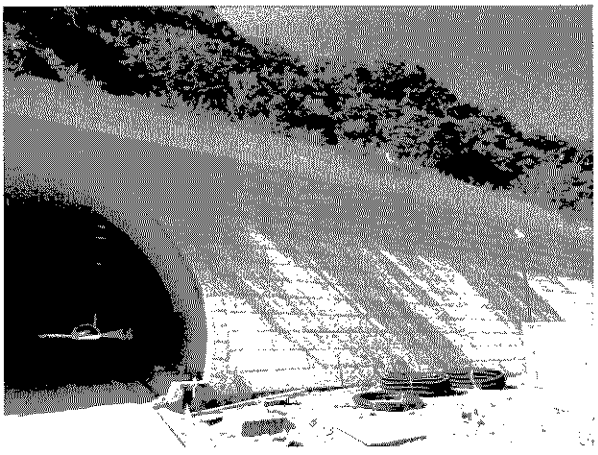
<고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>



위 치	시점갱문
내 용	상태 양호



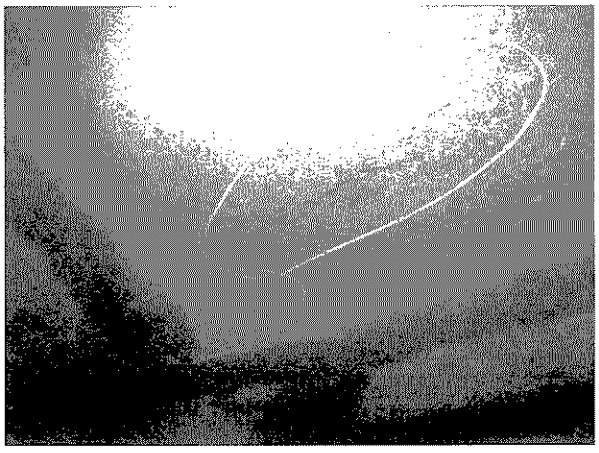
위 치	종점갱문
내 용	상태 양호



위 치	종점갱문 면벽
내 용	상태 양호



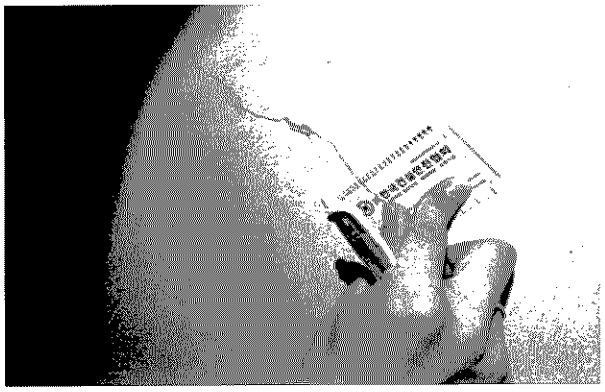
위 치	종점갱문 날개벽
내 용	상태 양호



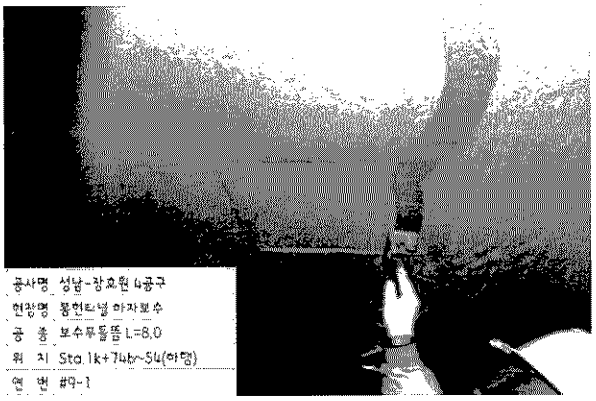
위 치	STA.1km715 천정부
내 용	균열 발생



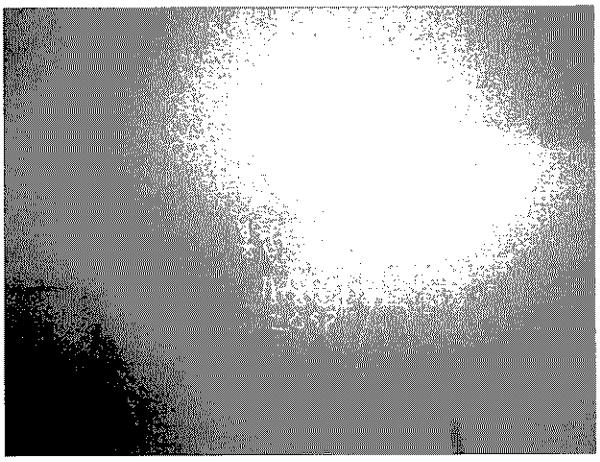
위 치	STA.1km715 천정부
내 용	균열보수 광경



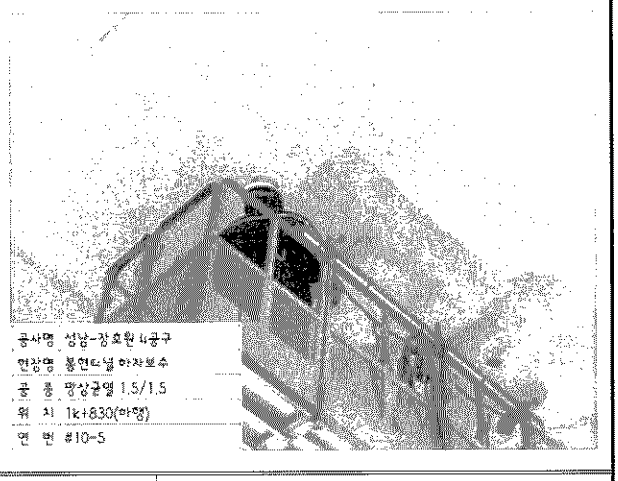
위 치	STA.1km746 천정부
내 용	종방향 균열 상태



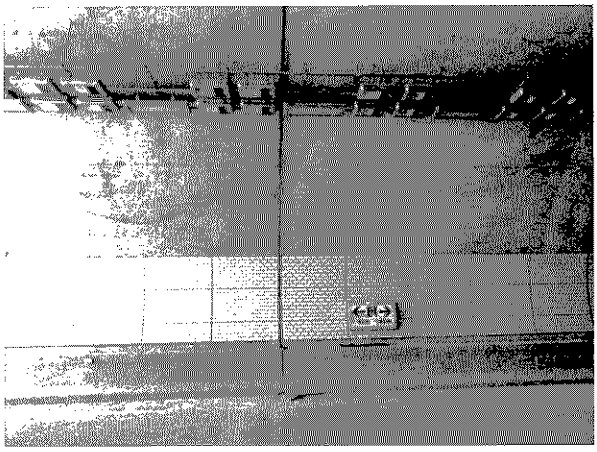
위 치	STA.1km746 천정부
내 용	균열 보수 광경



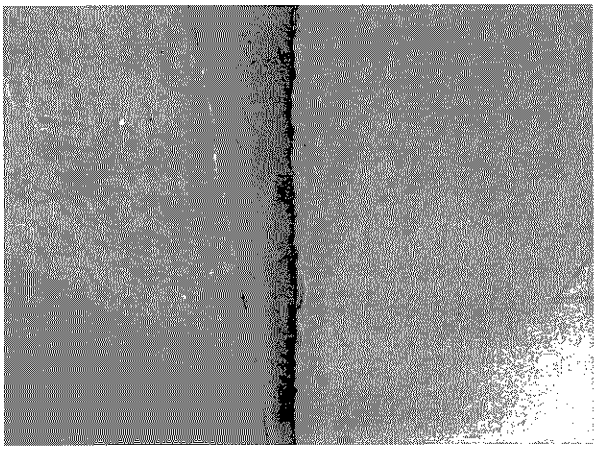
위 치	STA.1km830 천정부
내 용	망상 균열 상태



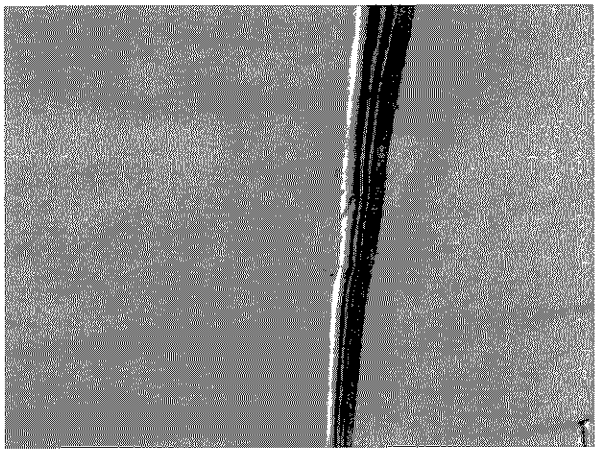
위 치	STA.1km830 천정부
내 용	망상균열 보수 광경



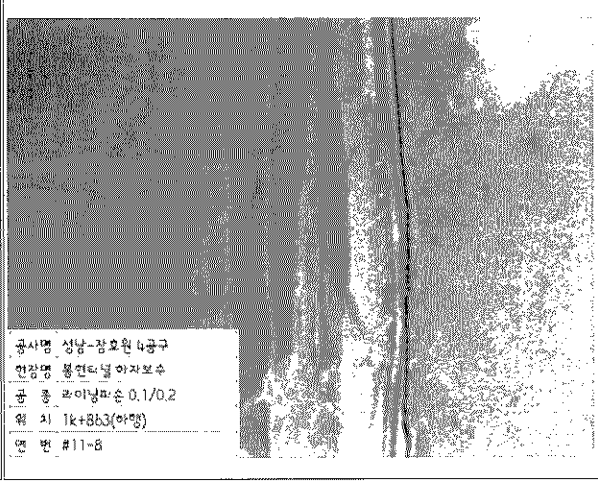
위 치	신축이음
내 용	전경



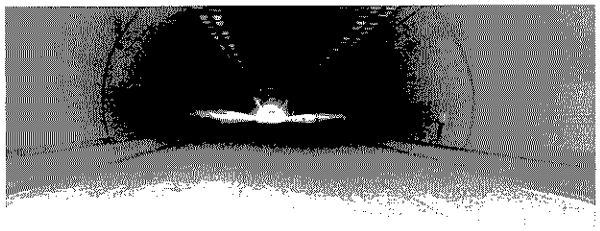
위 치	STA.1km692 신축이음
내 용	상태 양호



위 치	STA.1km863 신축이음
내 용	주변 파손 상태



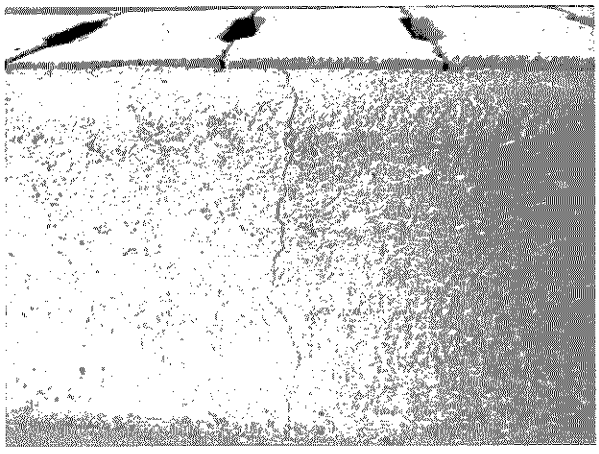
위 치	STA.1km863 신축이음
내 용	파손 보수 완료



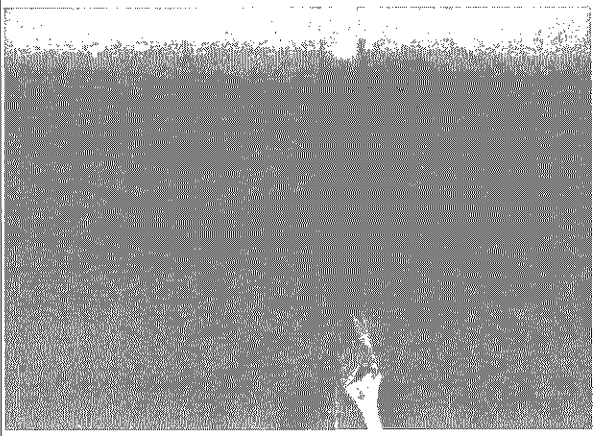
위 치	콘크리트 포장
내 용	상태 양호



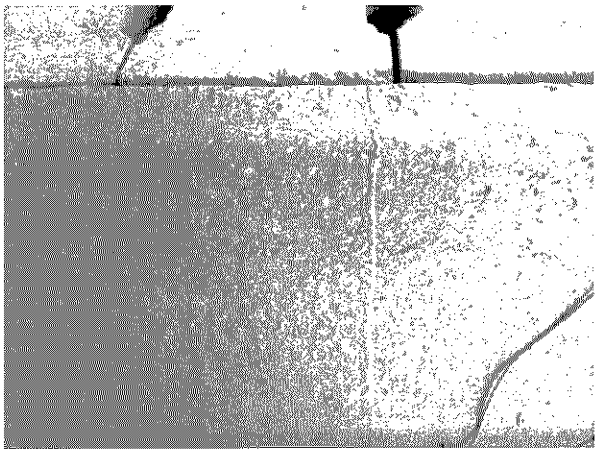
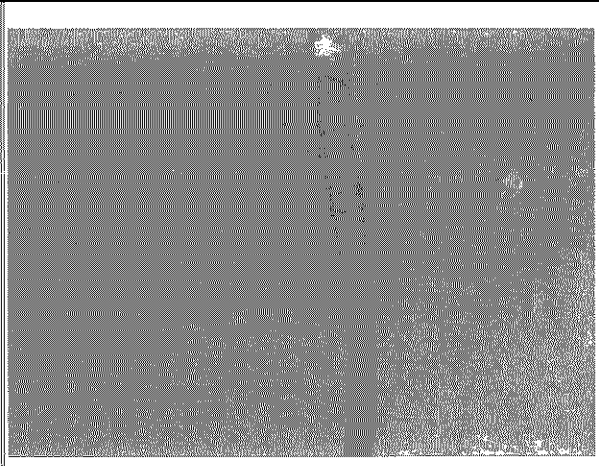
위 치	콘크리트 포장
내 용	상태 양호



위 치	STA.1km672 좌측 공동구
내 용	균열 상태

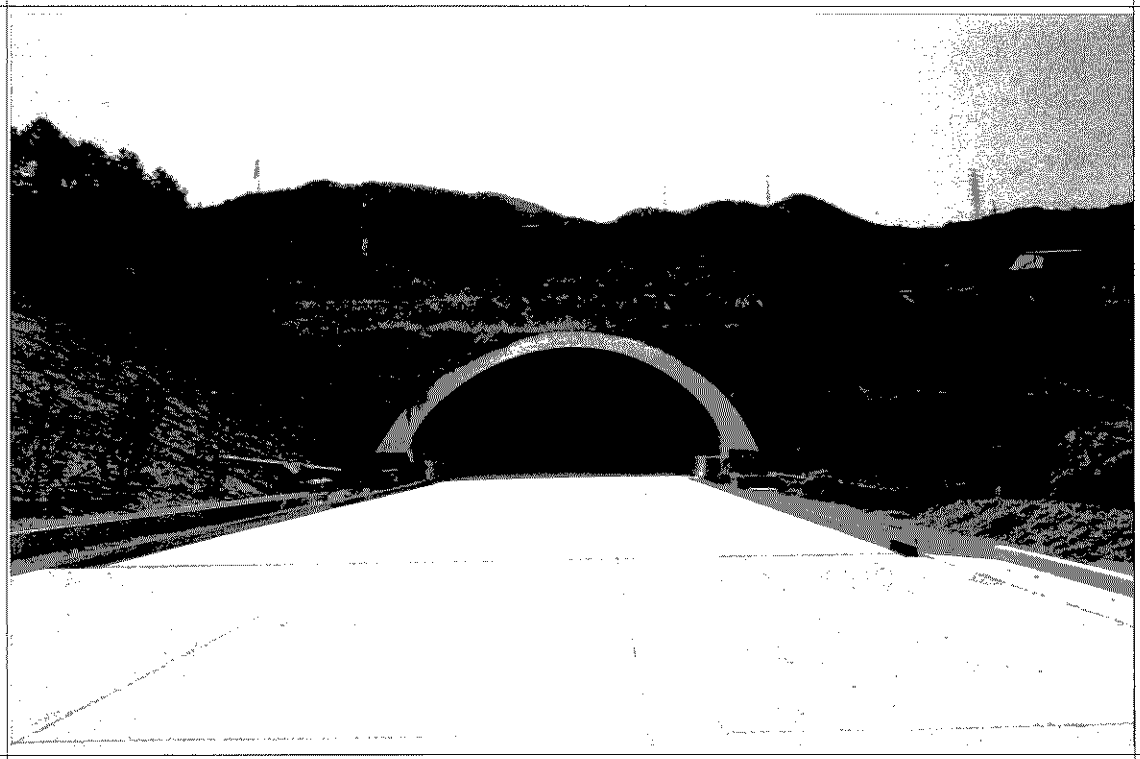


위 치	STA.1km672 공동구
내 용	균열 보수 광경

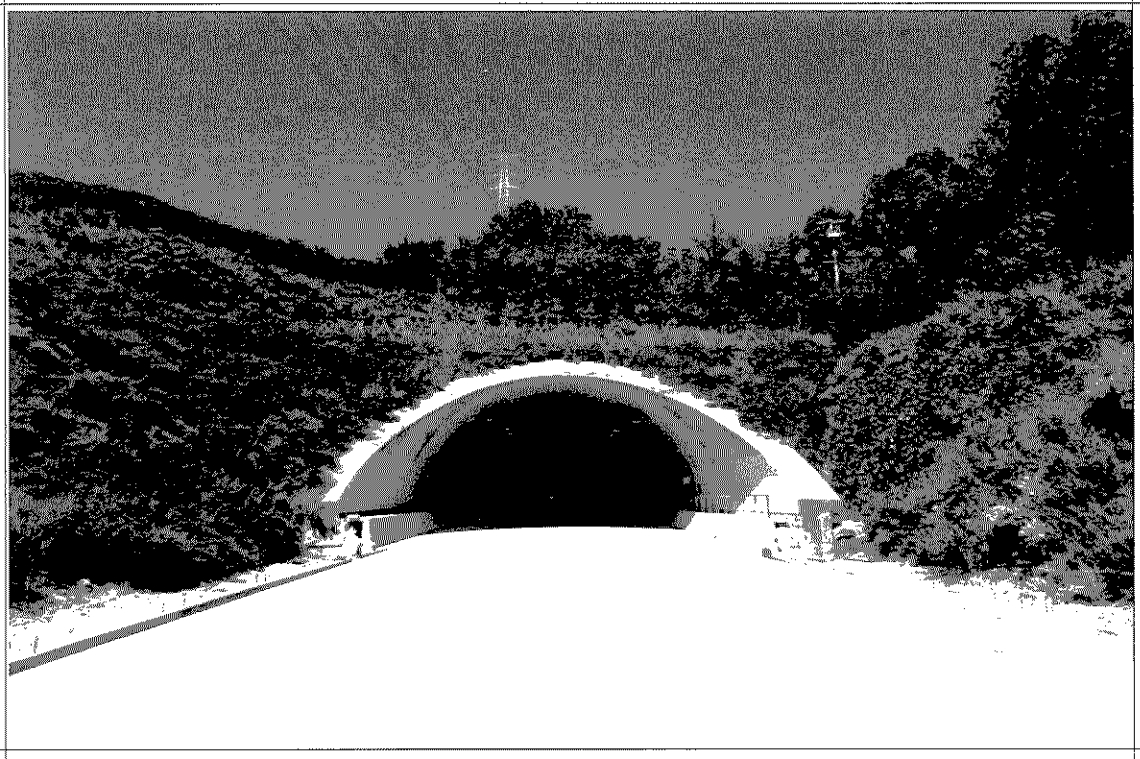
			
위 치	STA.1km920 좌측 공동구	위 치	STA.1km920 좌측 공동구
내 용	균열 상태	내 용	균열 보수 완료

3) 정개터널

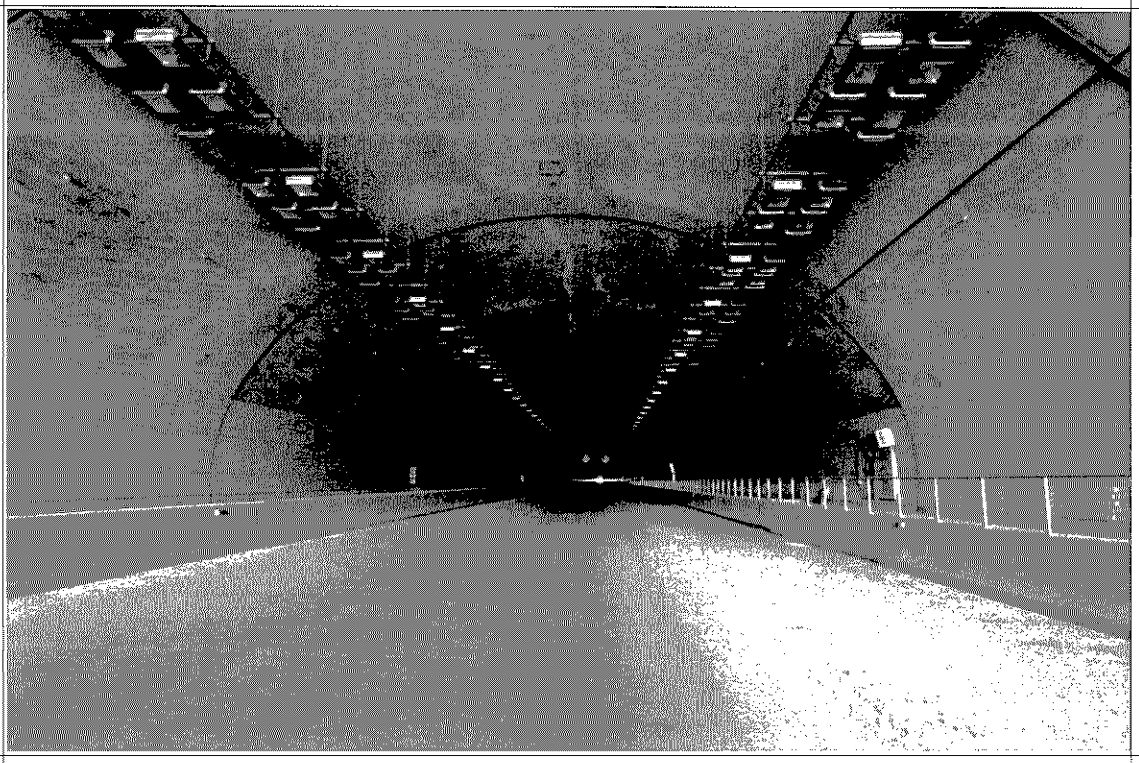
① 성남방향



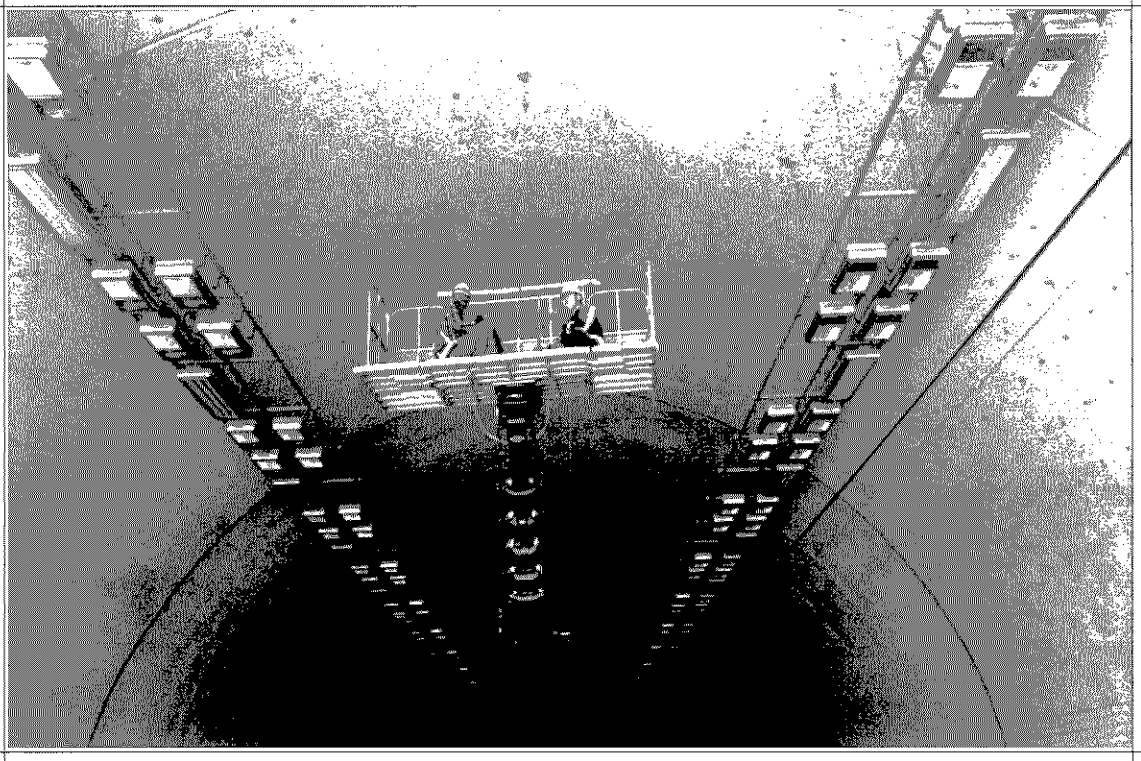
시점 전경



종점 전경



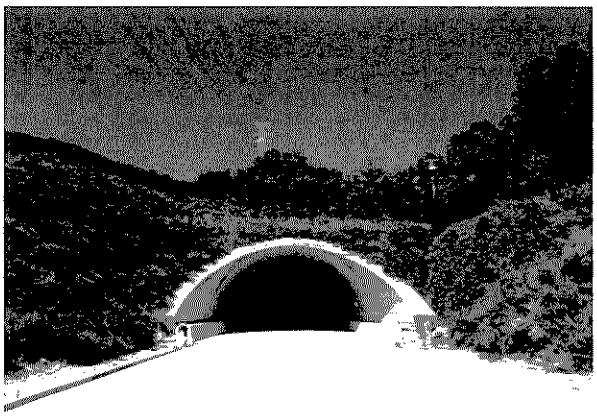
내부 전경



고소 작업차를 이용한 외관조사 현황



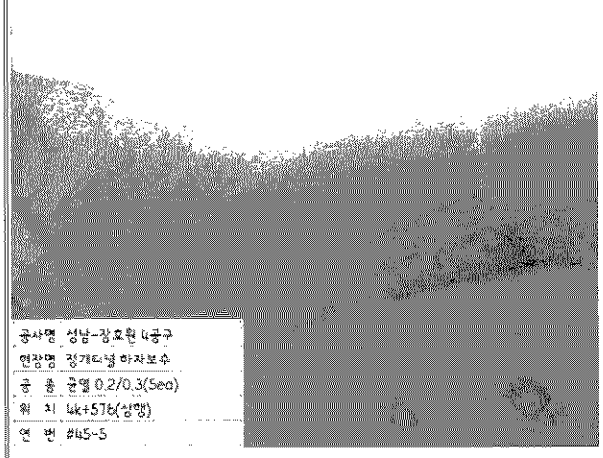
위 치	시점갱문
내 용	상태 양호



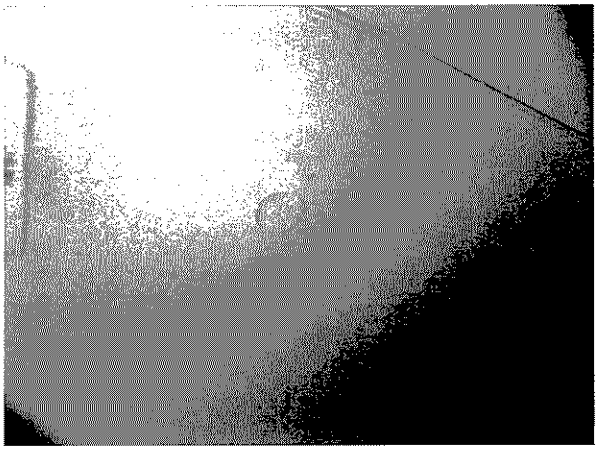
위 치	종점갱문
내 용	상태 양호



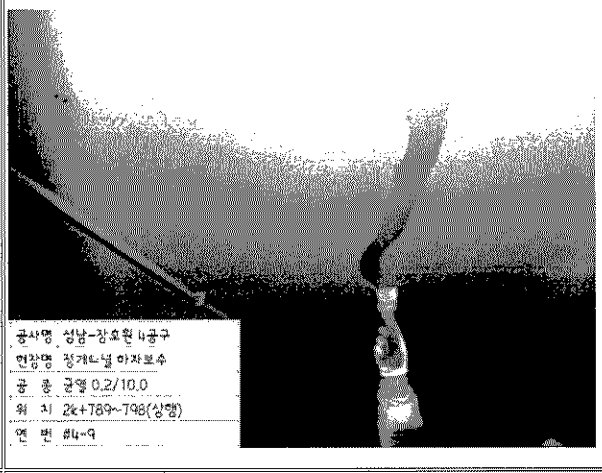
위 치	종점부 밸마우스 구간 천정부
내 용	균열 상태



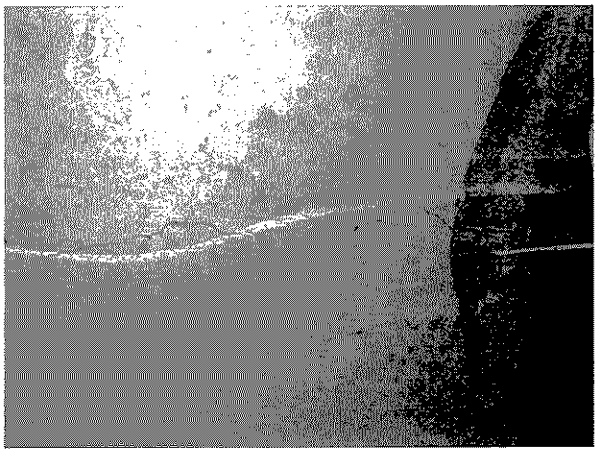
위 치	종점부 밸마우스 구간 천정부
내 용	균열 보수 완료



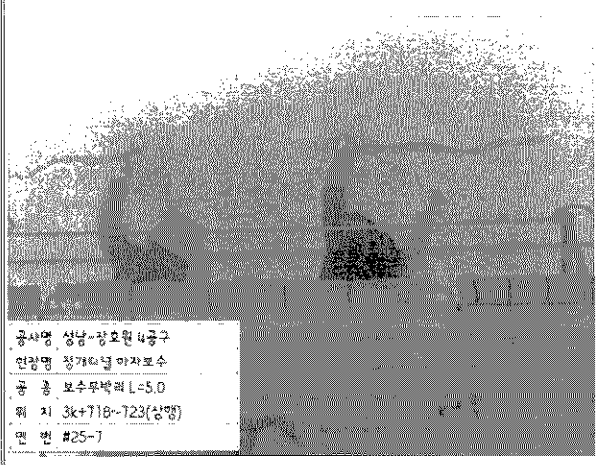
위 치	2k785m 천정부 종방향
내 용	균열 발생(0.2/9.0)



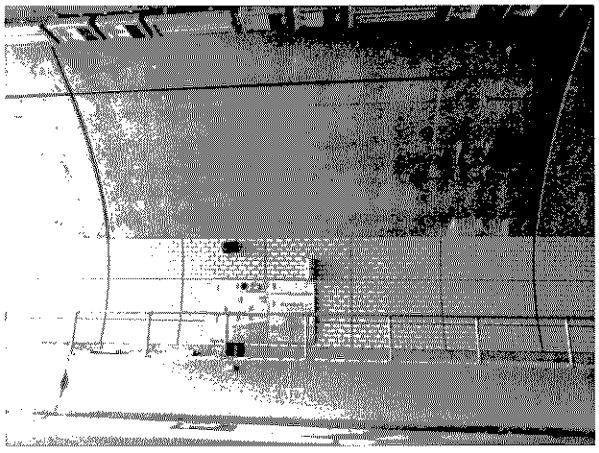
위 치	2k785m 천정부 종방향
내 용	균열 보수 광경



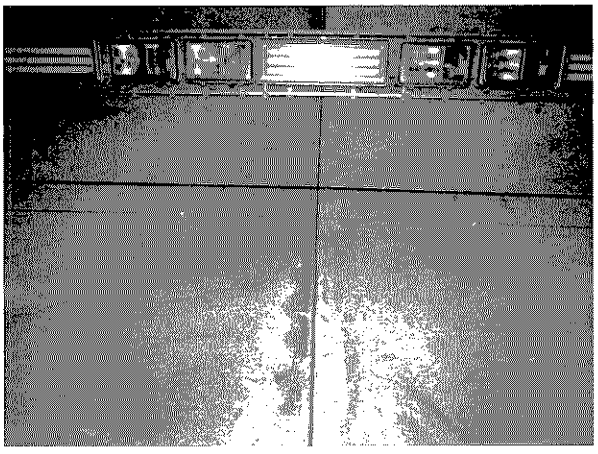
위 치	3k720m 천정부 종방향
내 용	균열 발생(0.1/9.0)



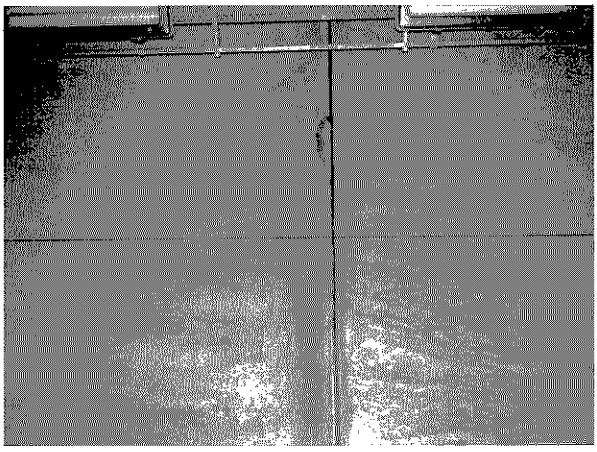
위 치	3k720m 천정부 종방향
내 용	균열 발생



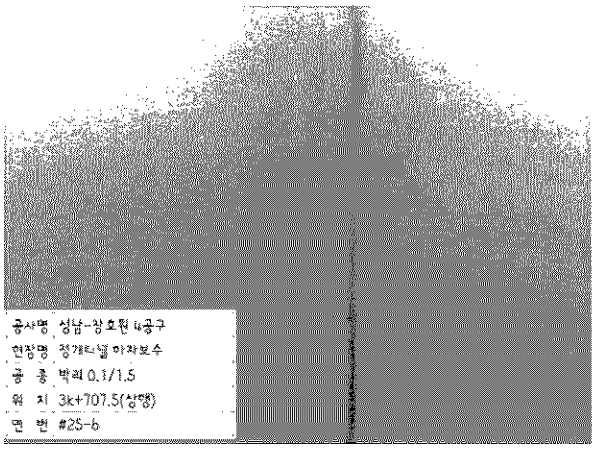
위 치	신축이음
내 용	반발경도시험



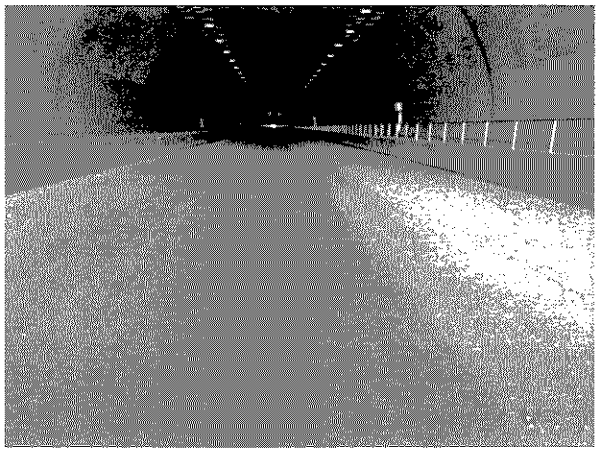
위 치	STA.4k297m 신축이음
내 용	상태 양호



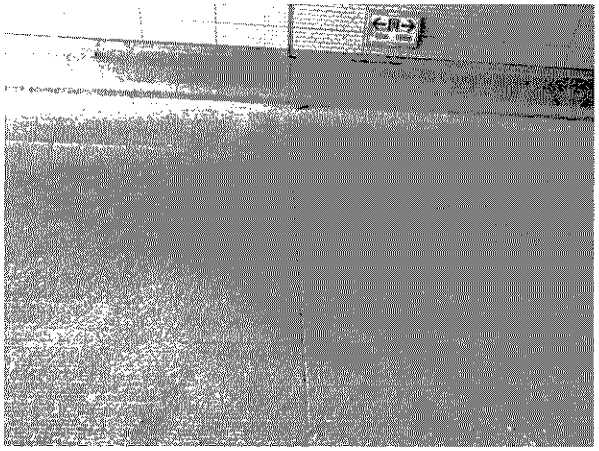
위 치	STA.3k707m 신축이음부
내 용	파손 상태



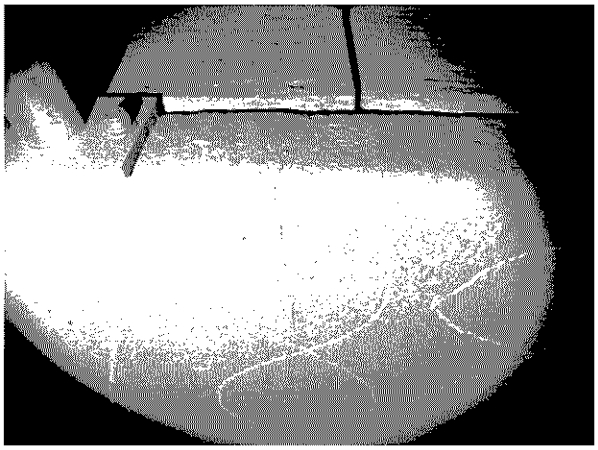
위 치	교대 A1 벽체
내 용	파손 보수 완료



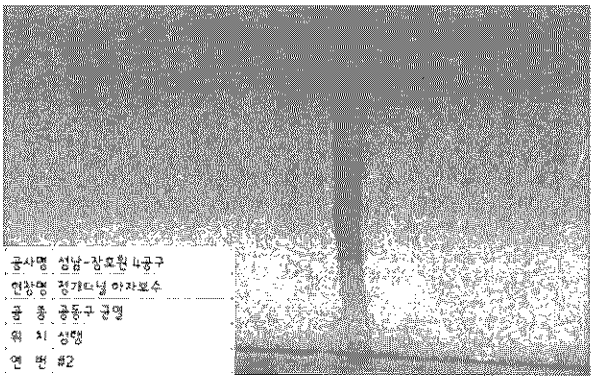
위 치	콘크리트 포장
내 용	상태 양호



위 치	포장면 신축이음 시공
내 용	전 경



위 치	STA.4km200m 좌측 공동구
내 용	공동구 균열

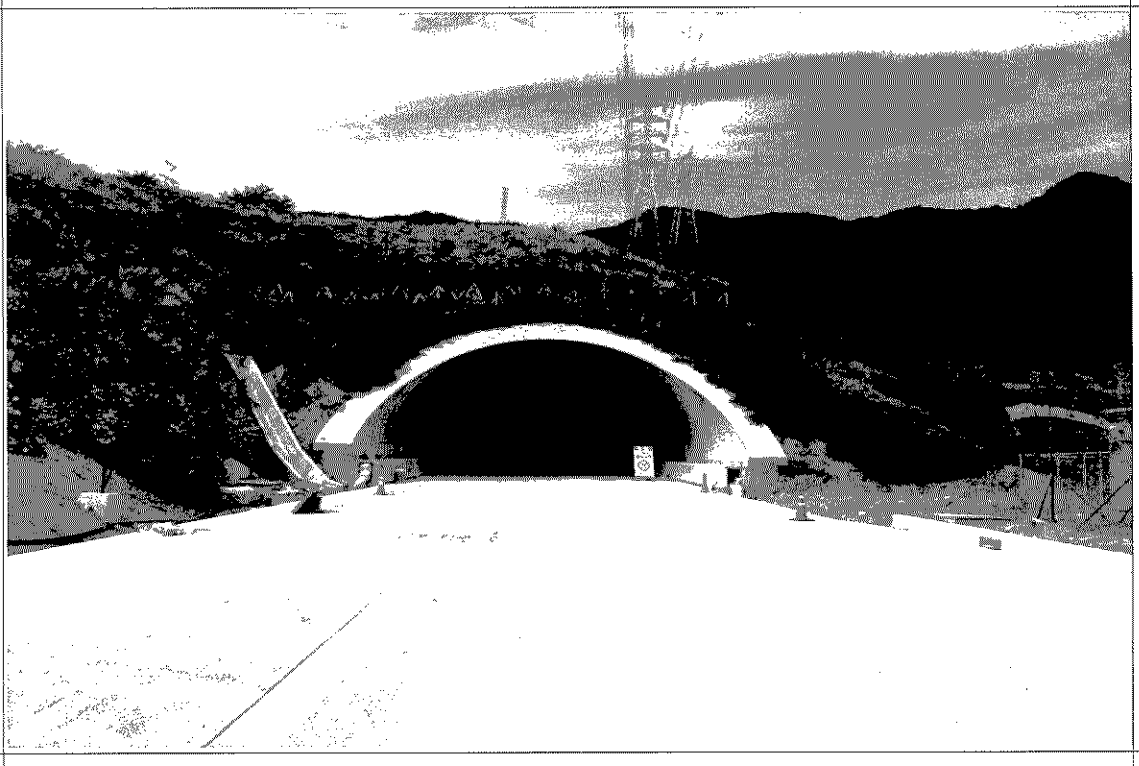


위 치	STA.4km200m 좌측 공동구
내 용	균열 보수 완료

② 장호원방향



<시점 전경>



<종점 전경>



<내부 전경>



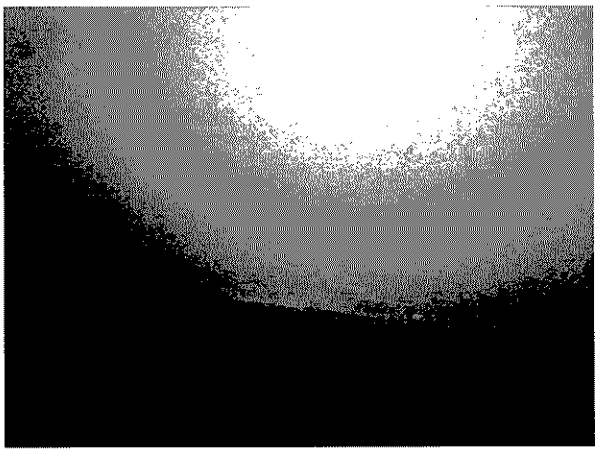
<고소 작업차를 이용한 외관조사 현황>



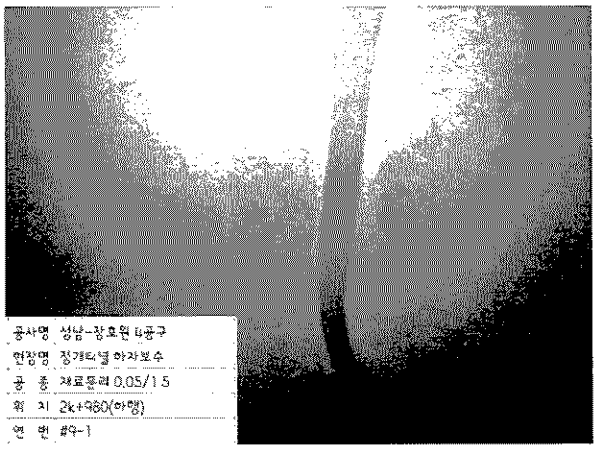
위 치	시점 갱문
내 용	상태 양



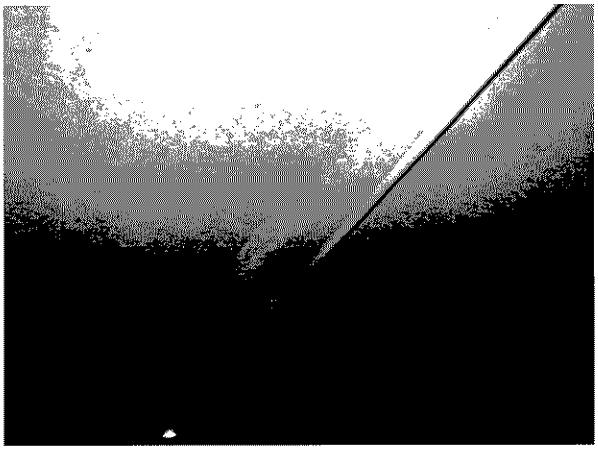
위 치	종점 갱문
내 용	상태 양호



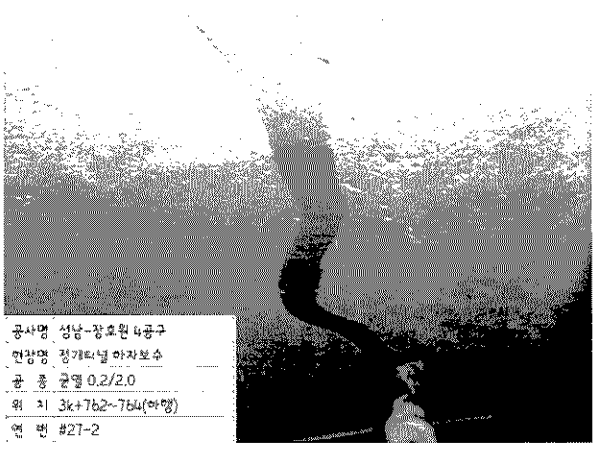
위 치	2k980m 천정부 종방향
내 용	균열 발생



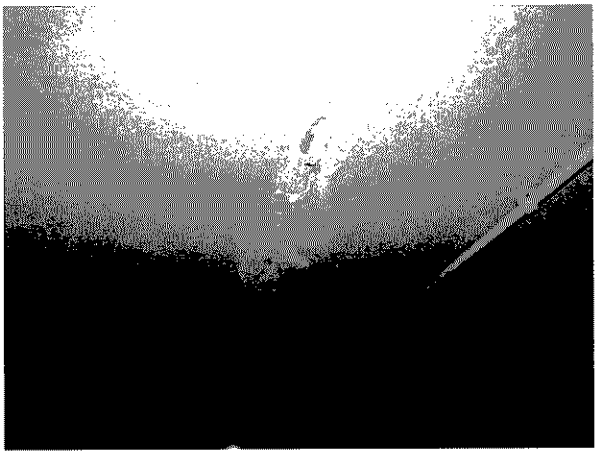
위 치	2k980m 천정부 종방향
내 용	균열 보수 완료



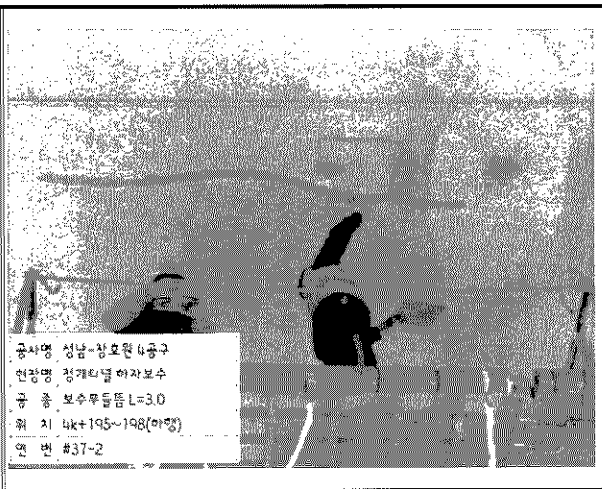
위 치	3k765m 천정부 균열
내 용	들뜸



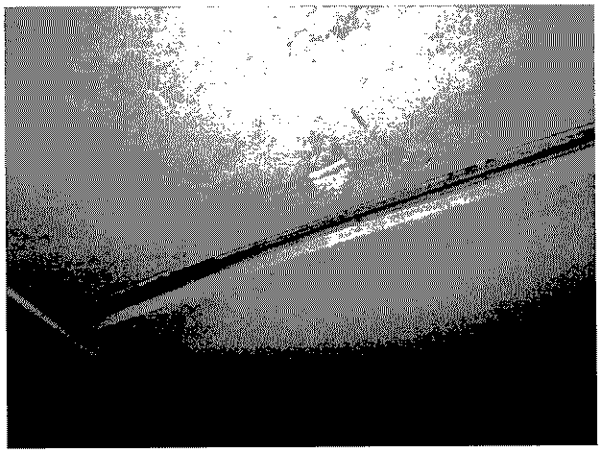
위 치	3k765m 천정부
내 용	균열 보수 광경



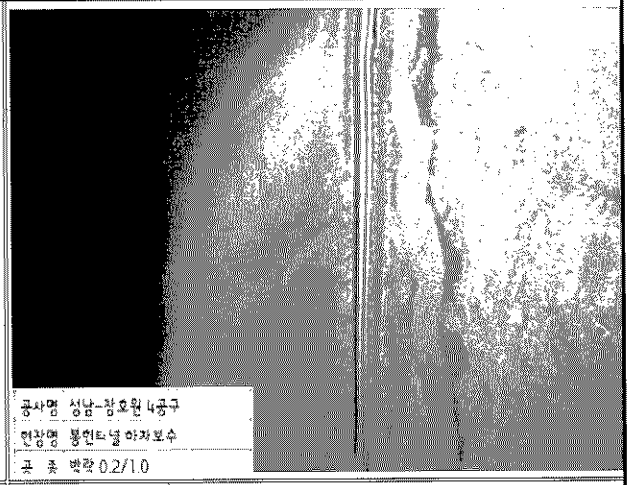
위 치	4k195m 천정부
내 용	균열 발생



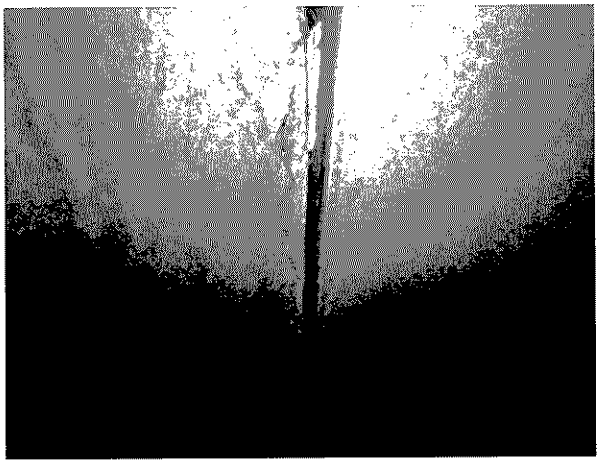
위 치	4k195m 천정부
내 용	균열 보수 완료



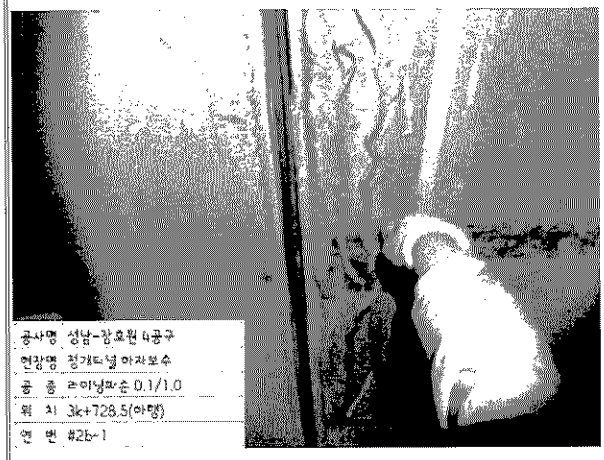
위 치	STA.2k208m 신축이음
내 용	균열



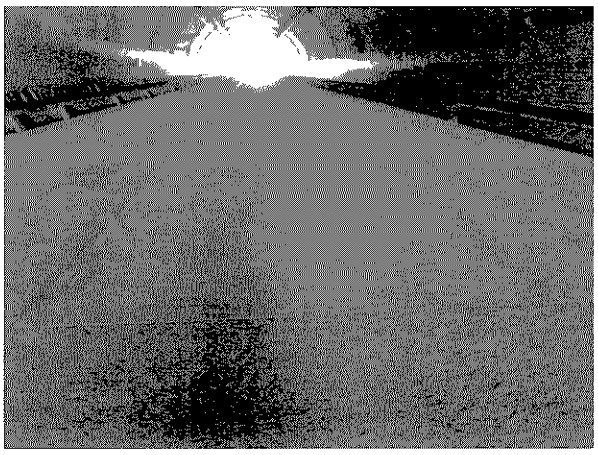
위 치	STA.2k208m 신축이음
내 용	반월형 균열 보수



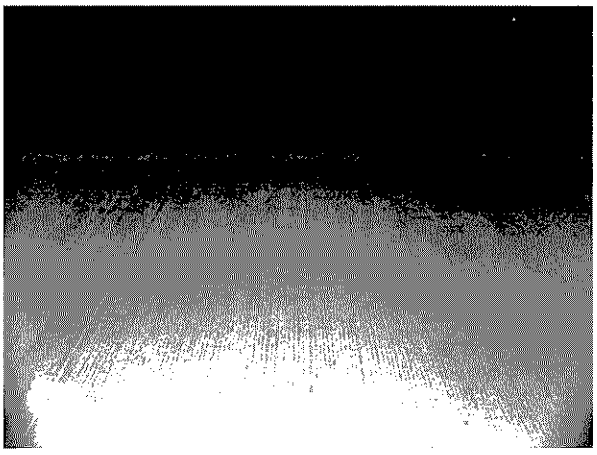
위 치	STA.3k728m 신축이음
내 용	박락 상태



위 치	배수관
내 용	시공 상태



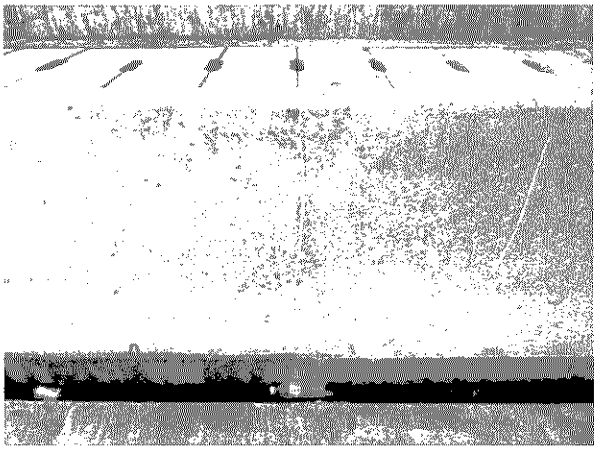
위 치	콘크리트 포장
내 용	상태 양호



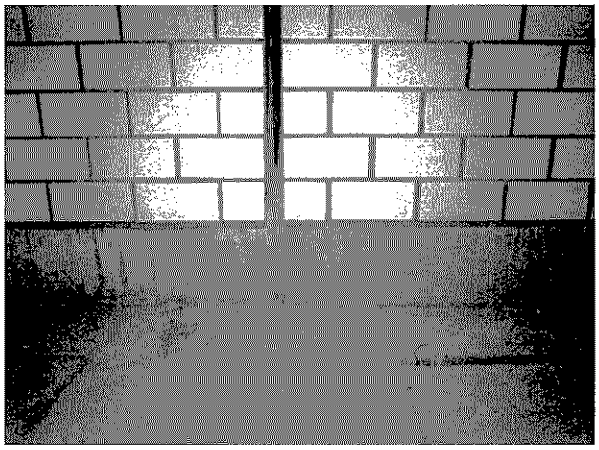
위 치	포장면 신축이음
내 용	시공 상태 양호



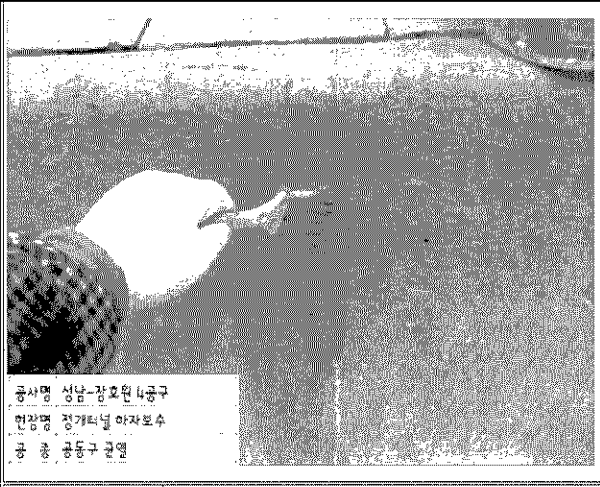
위 치	공동구
내 용	전경



위 치	시점부 공동구
내 용	수직균열



위 치	STA.2k970m 좌측 공동구와 라이닝 접촉면
내 용	균열



위 치	공동구
내 용	균열 보수 광경

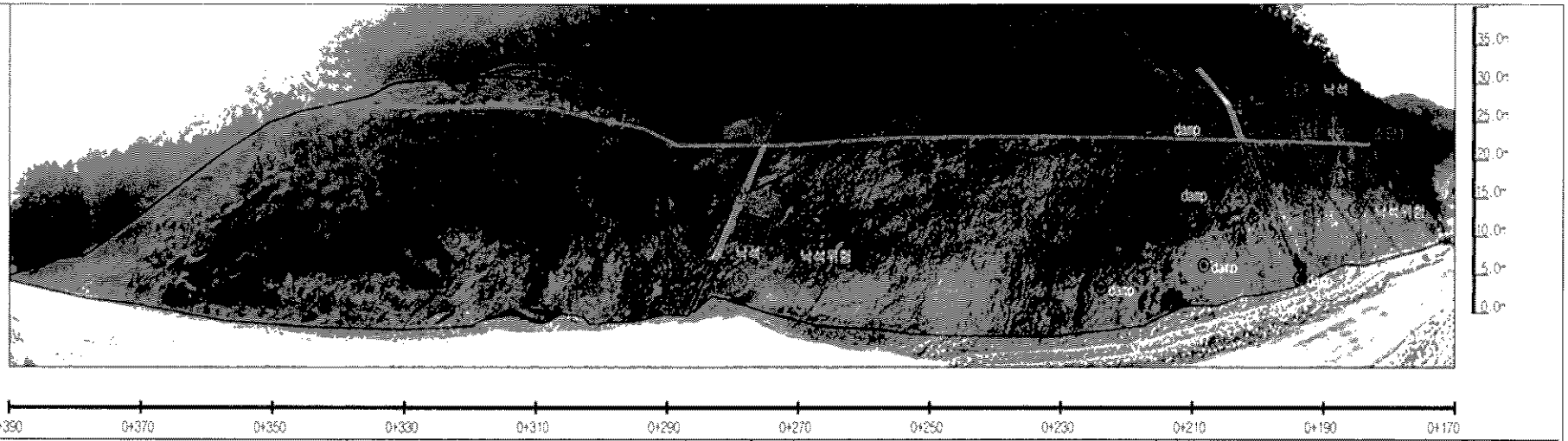
4) 사면 STA.0+170~0+410 장호원



상부 전경

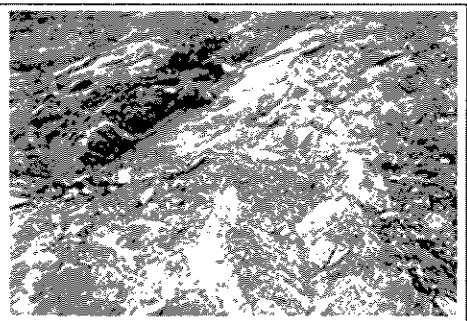


측면 전경

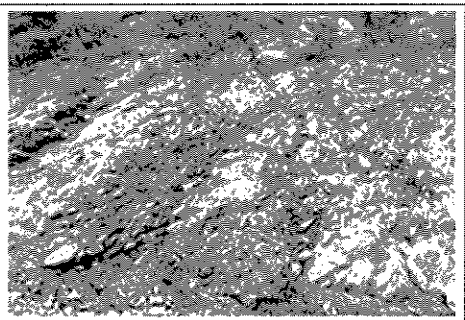




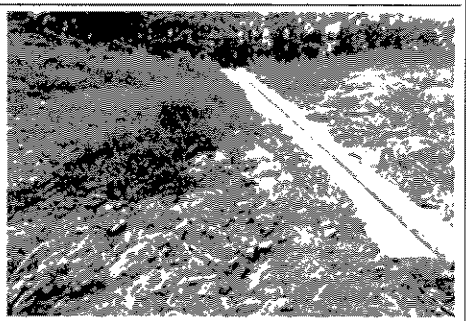
① 0+380 토사 구간 사진



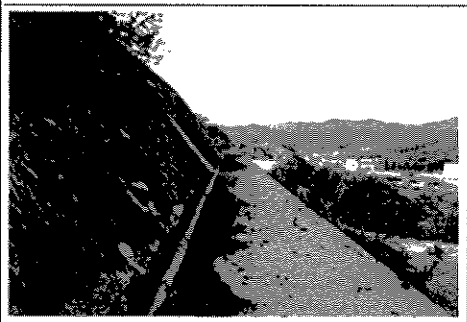
② 0+330 소규모 암반 탈락



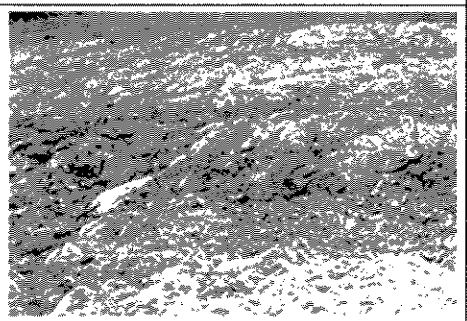
③ 0+310 불연속면 발달상태



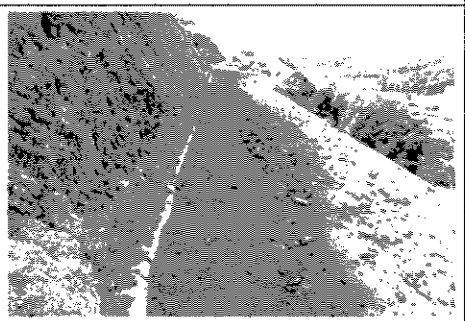
④ 0+290 도로수 시공상태



⑤ 0+310 소단 전경



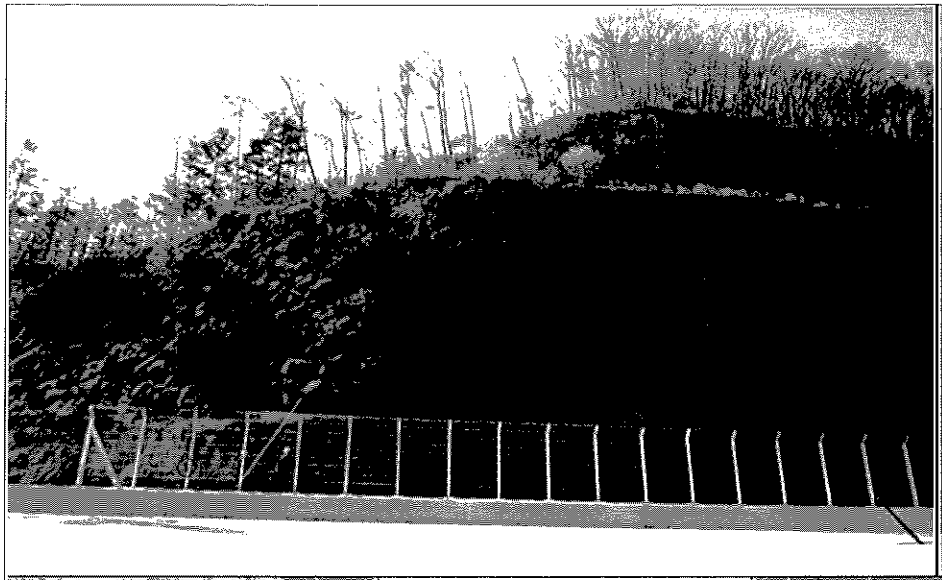
⑥ 0+280 하단 암반 불연속면 상태

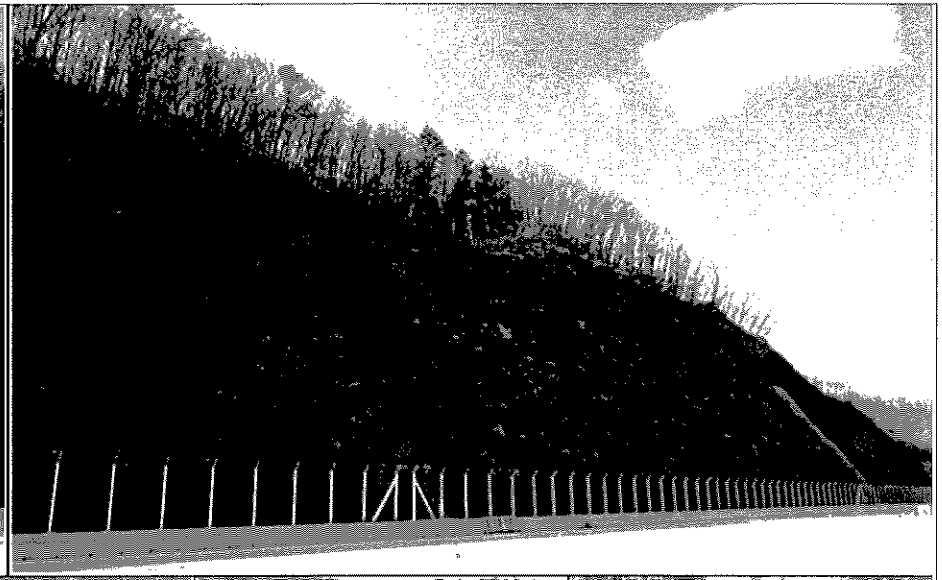


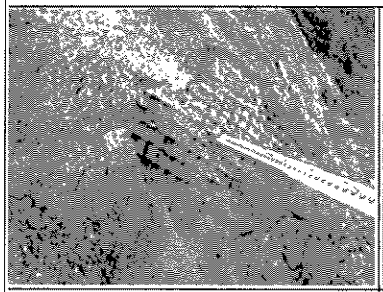
⑦ 0+250 소단 전경



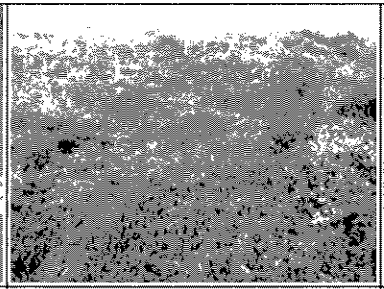
⑧ 0+180 불연속면 상태



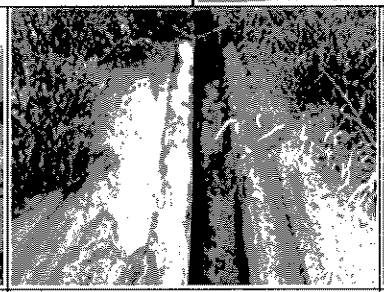




① 0+380측구 녹생토 손상상태



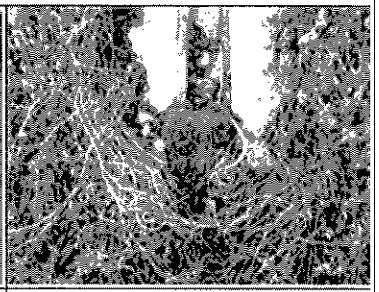
② 0+360 사면 식생 상태 양호



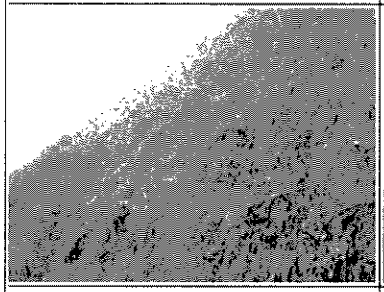
③ 0+320 도수로 상태



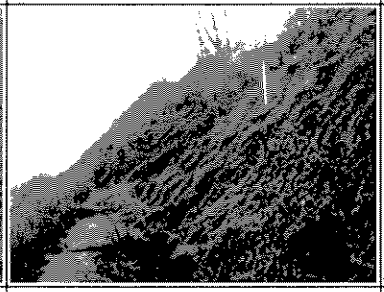
④ 0+230 도수로 시공상태 양호



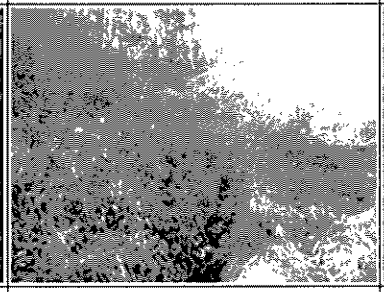
⑤ 도수로 소단부 이물질퇴적



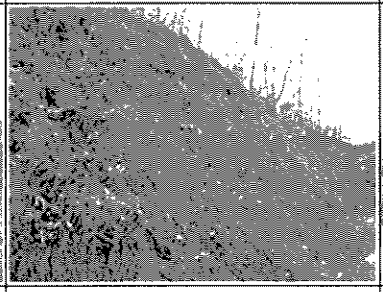
⑥ 0+280 사면식생 상태 양호



⑦ 0+320 소단 상태 양호



⑧ 0+410 사면 측면 배수로 상태 양호



⑨ 상부 토사구간 식생상태 양호



⑩ 0+230 산마루 측구 시공상태

5) 사면 STA.2+030~2+390 장호원



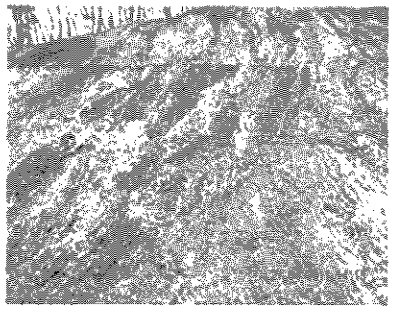
상부 전경



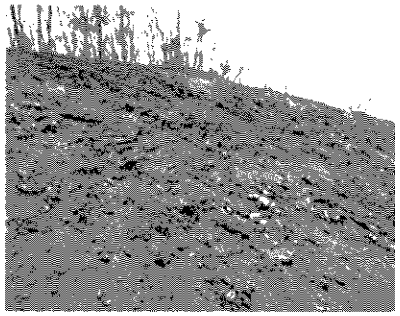
측면 전경



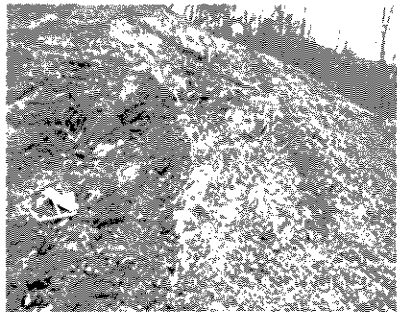




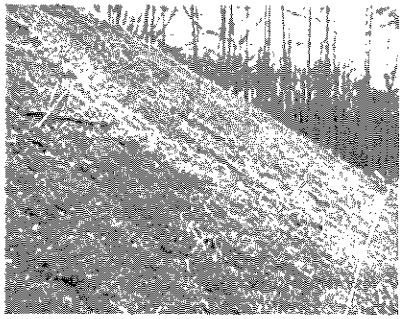
① 토사구간 풍화상태



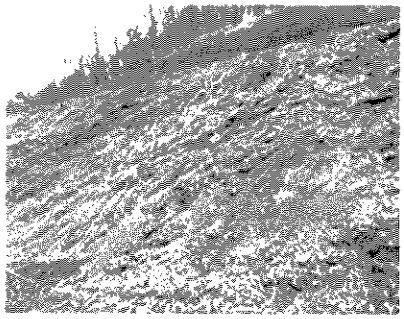
② 심한 풍화 발달 상태



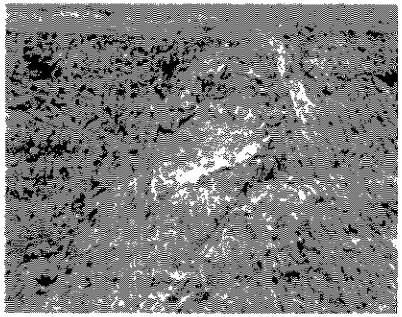
③ 풍화파쇄대 발생 상태



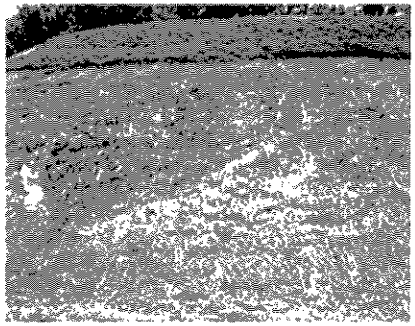
④ 상부 풍화잔류토 상태



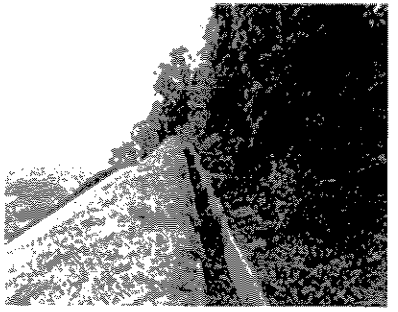
⑤ 풍화대 발달 및 불연속면 발달



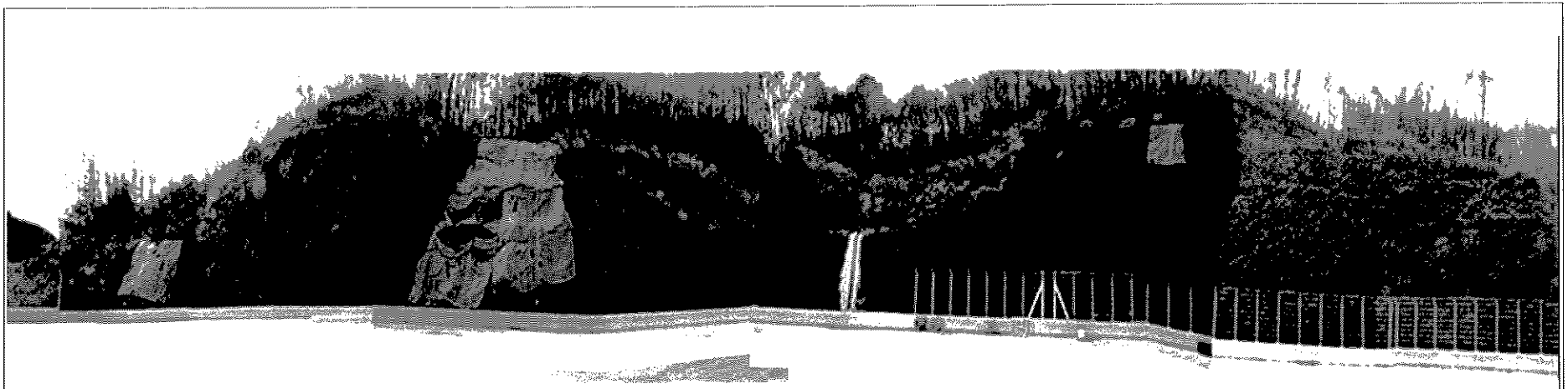
⑥ 풍화파쇄대 상태



⑦ 불연속면 및 풍화파쇄대 분포



⑧ 산마루 측구 시공상태

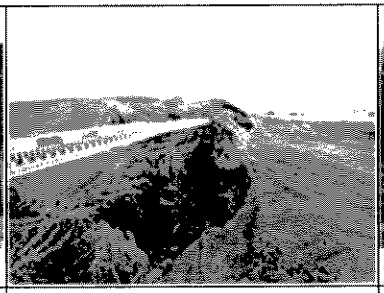




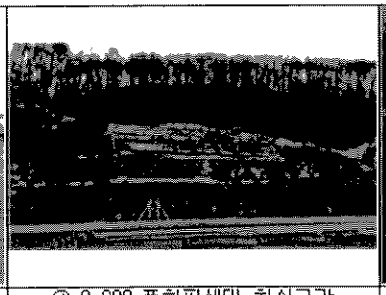
① 0+370 부분적인 쐐기파괴 발생



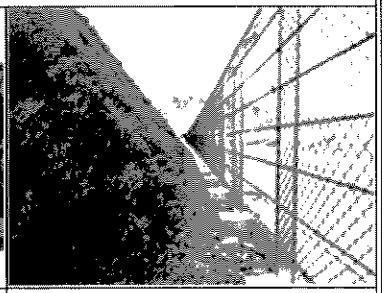
② 0+370 부분적인 보강상태



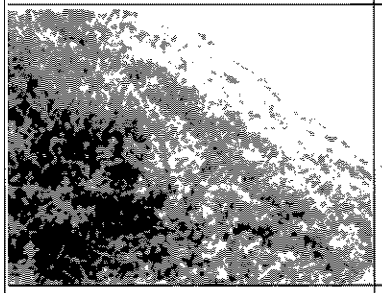
③ 2+230 풍화파쇄대 구간 침식상태



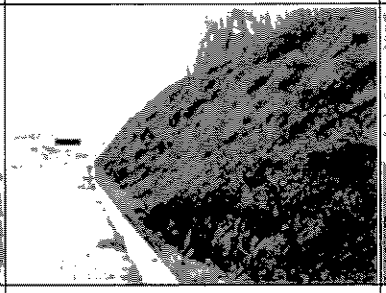
④ 2+230 풍화파쇄대 침식구간 격자블록 보호 상태



⑤ 낙석방지책 상태 양호



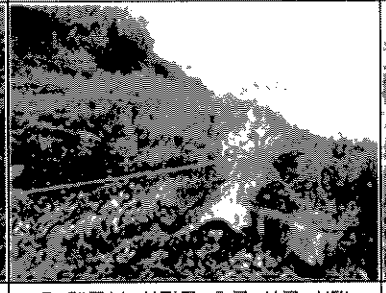
⑥ 2+160 사면식생 상태 양호



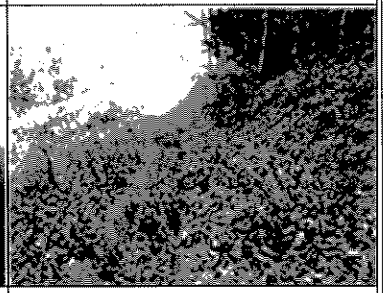
⑦ 2+000 식생 상태 양호



⑧ 2+320 소단 시공 상태



⑨ 계곡부 산마루 측구 시공 상태



⑩ 2+190 산마루 측구 시공상태

2. 외관조사 망도

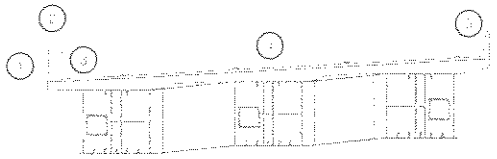
1) 수하3교

① 성남방향

KEY PLAN

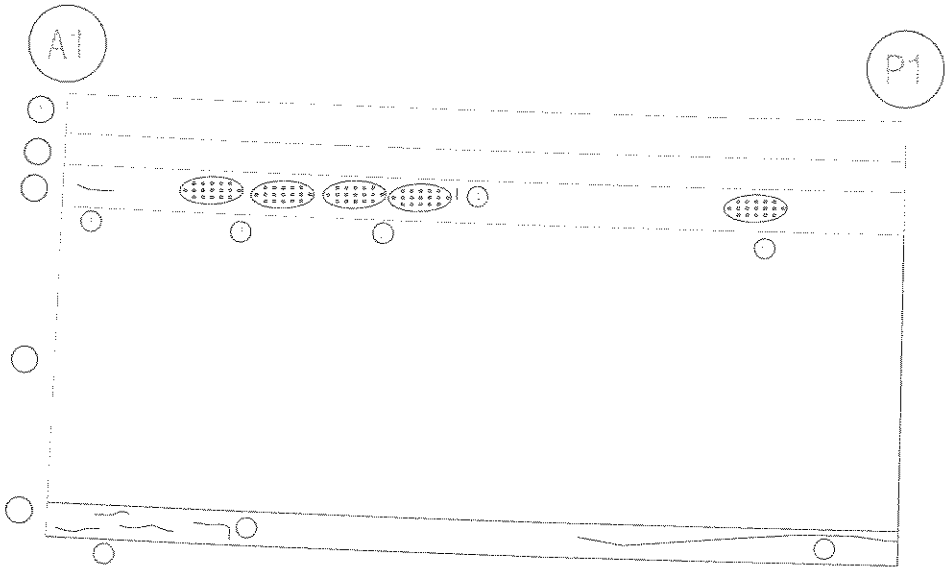


단면도



수하3교 (상행선)

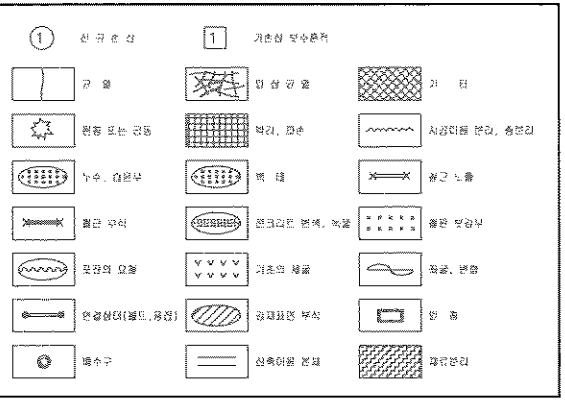
바닥판 상면(S1경간)



손상물량표

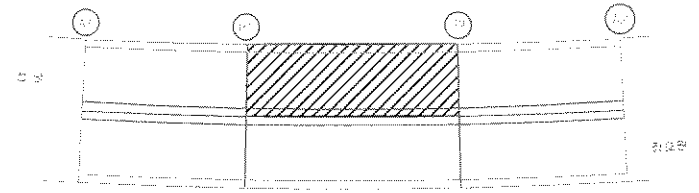
번 호	손 상 현 황	손 상 규 모					비 고
		폭(㎜)	길이(㎜)	너비(㎜)	면적(㎡)	개소	

범 례

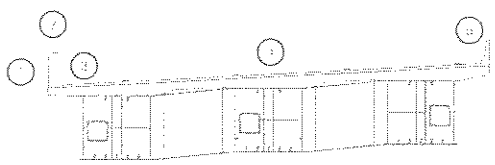


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 물 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	교면포장 S1	1

KEY PLAN



단면도

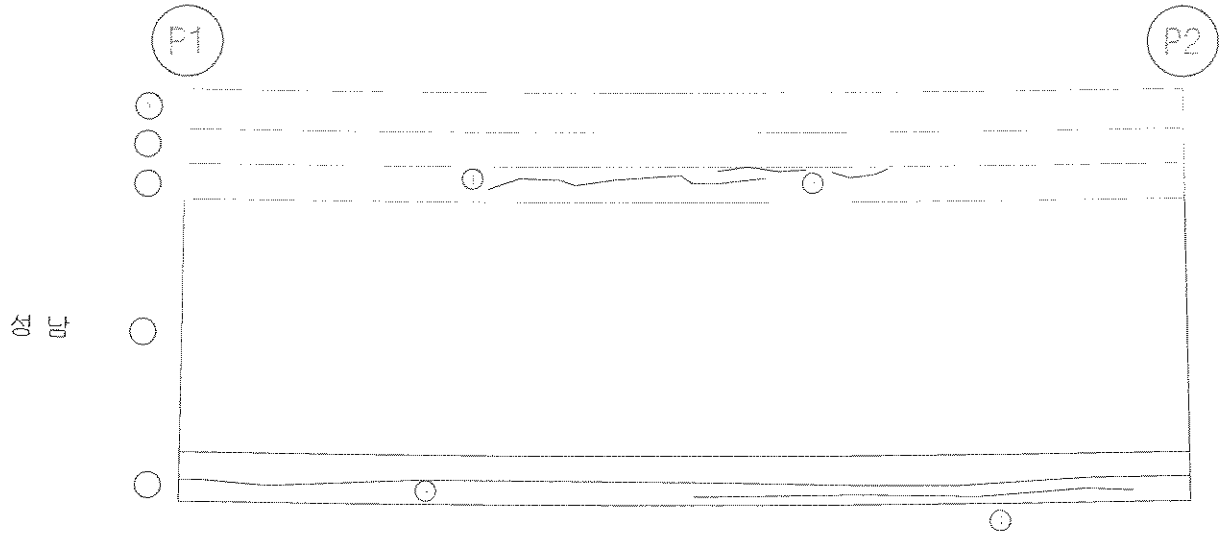


손상물량표

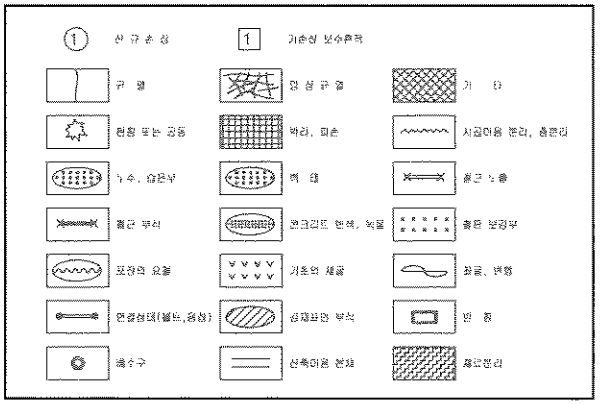
번호	손상유형	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①							
②							
③							
④							

수하3교 (상행선)

바닥판 상면(S2경간)



범 례

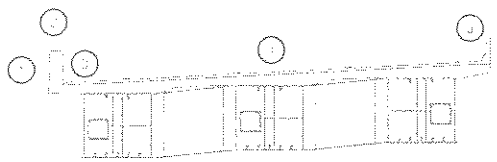


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	교면포장 S2	2

KEY PLAN

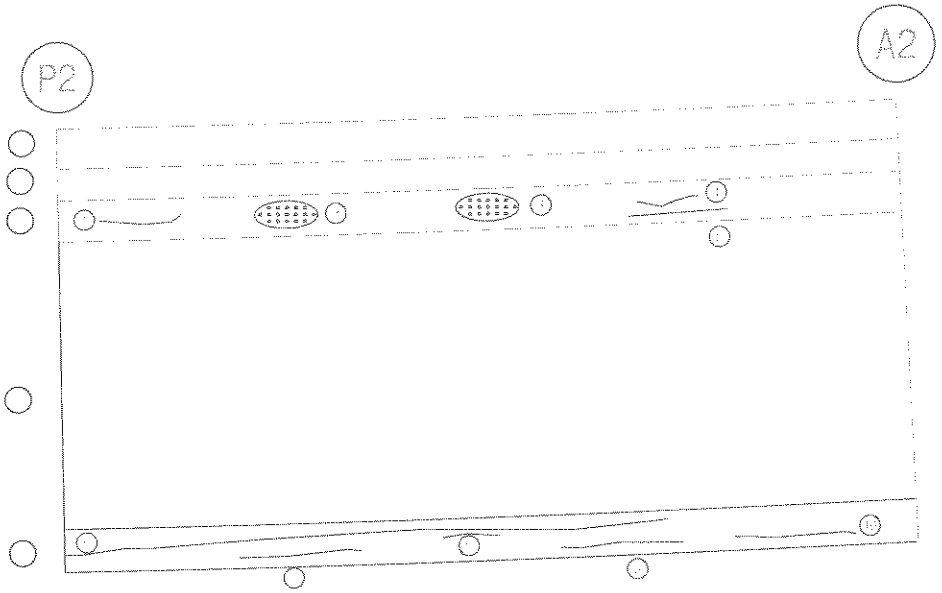


단면도



수하3교 (상행선)

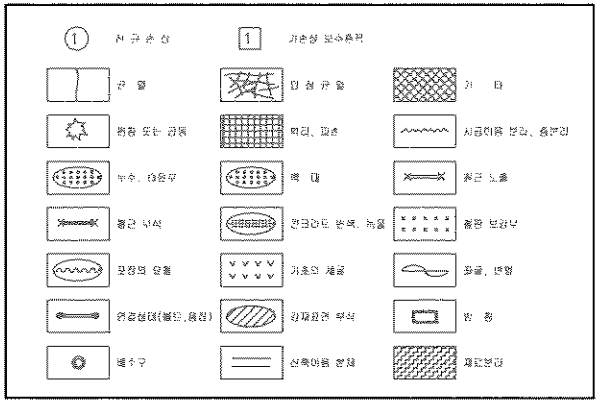
바닥판 상면(S3경간)



손상물량표

번호	손상현황	손상규모 폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	비고

범 례



관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	교면포장 S3	3

KEY PLAN

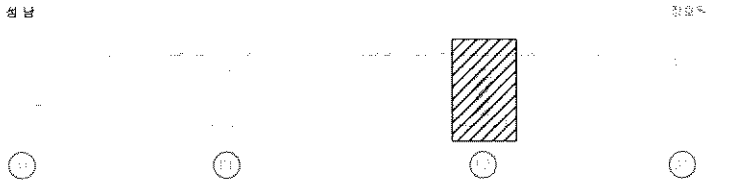


단면도

손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

KEY PLAN

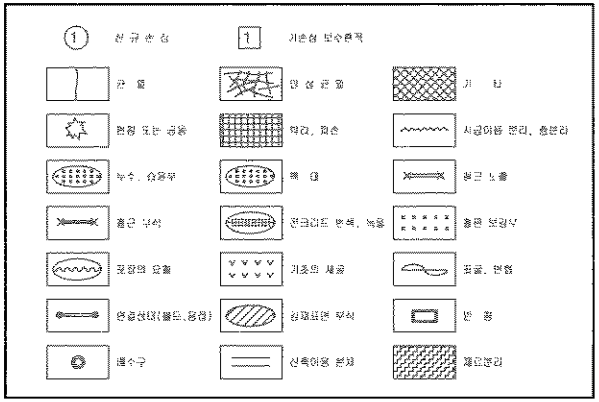


단면도

손상물량표

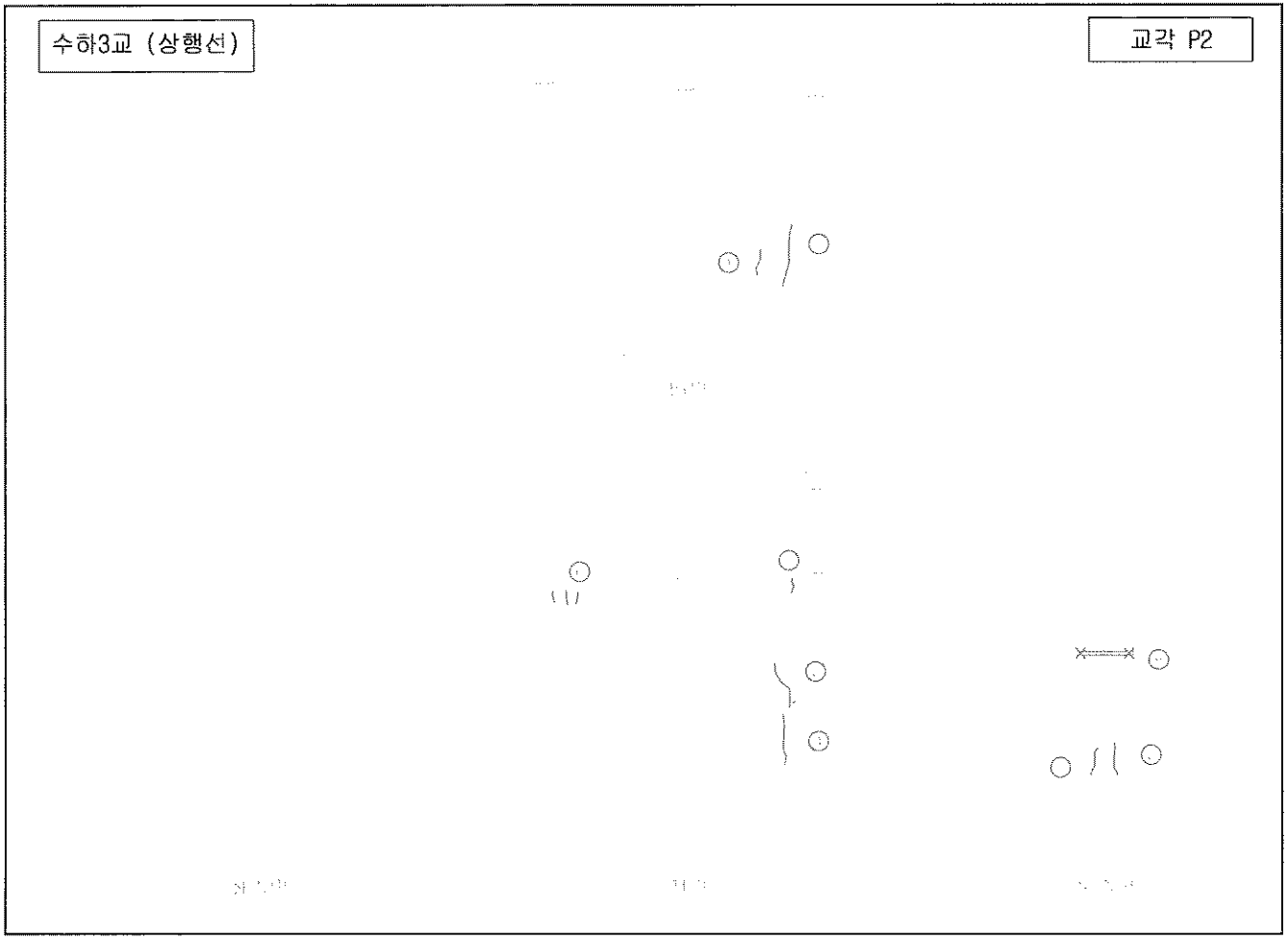
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범례



수하3교 (상행선)

교각 P2

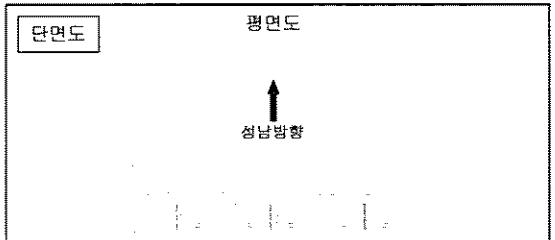


지 검 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	교각 P2	8

KEY PLAN

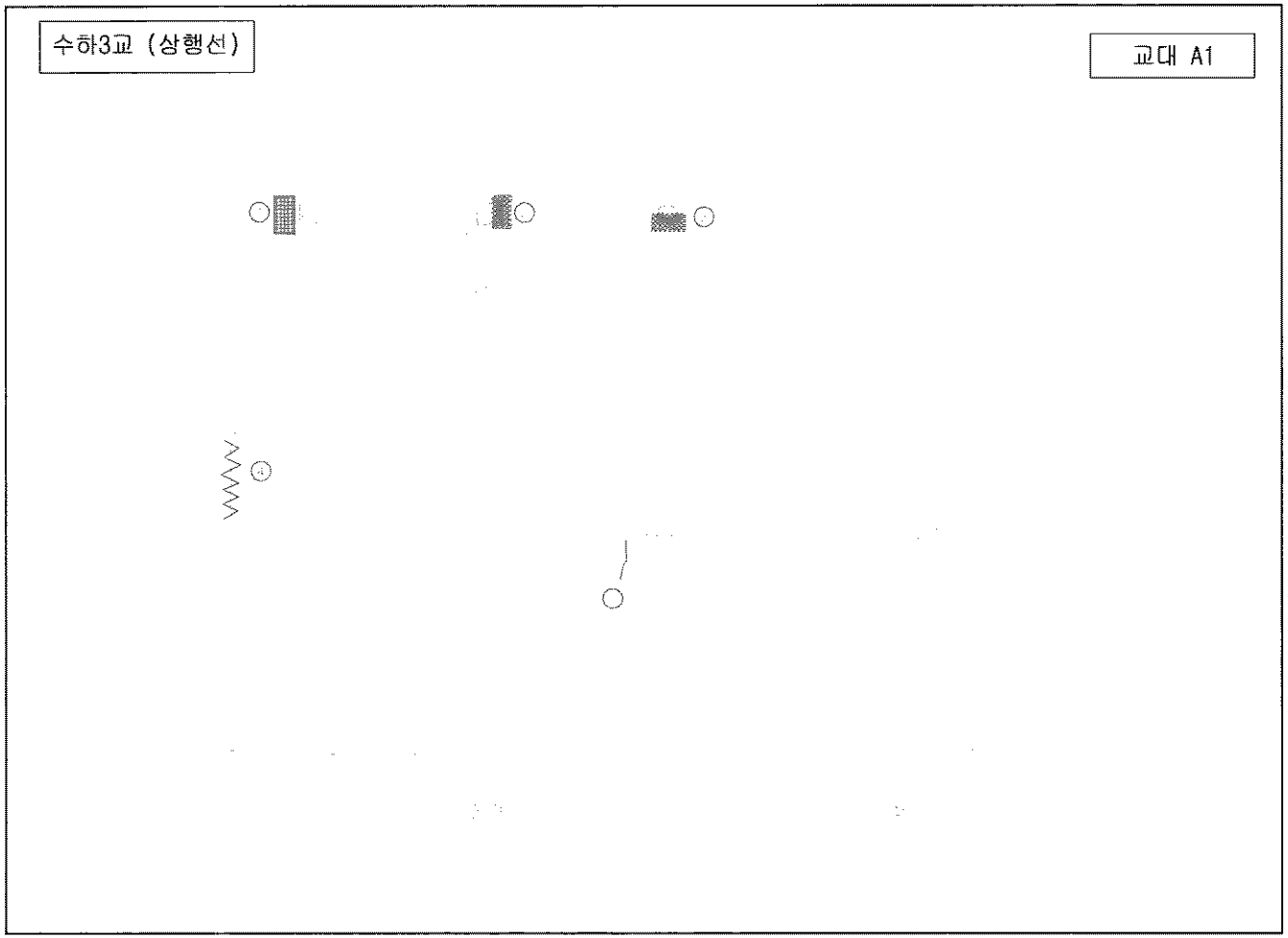


단면도



수하3교 (상행선)

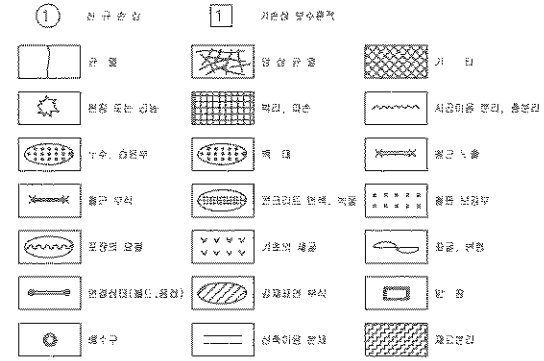
교대 A1



손상물량표

번호	손상단항	손상규모 폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	비고

범례

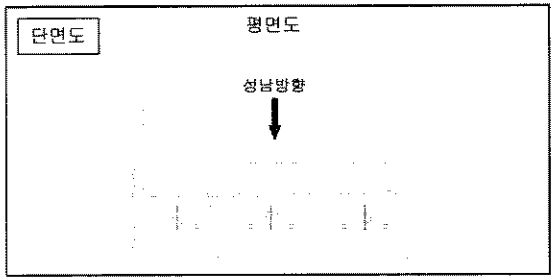


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	교대 A1	13

KEY PLAN

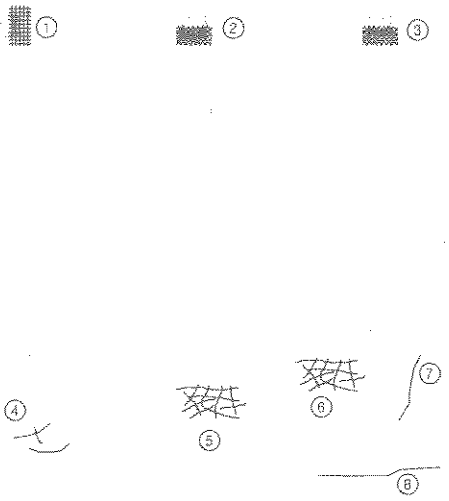


단면도



수하3교 (상행선)

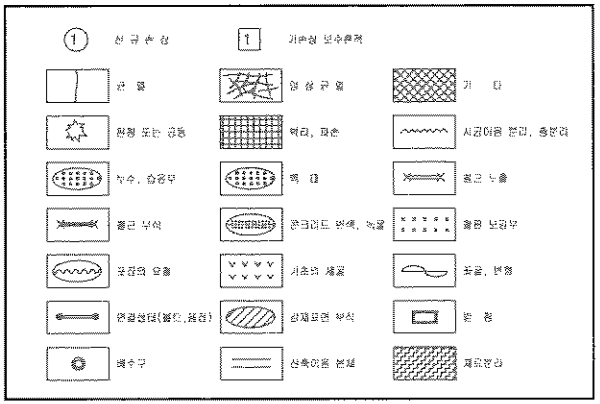
교대 A2



손상물량표

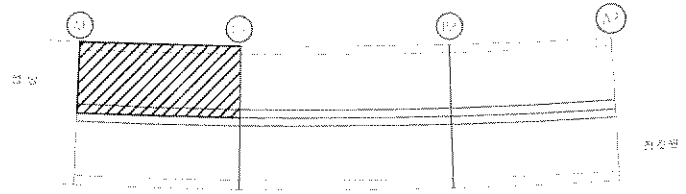
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

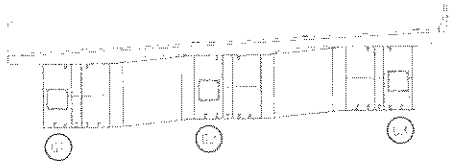


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	교대 A1	14

KEY PLAN

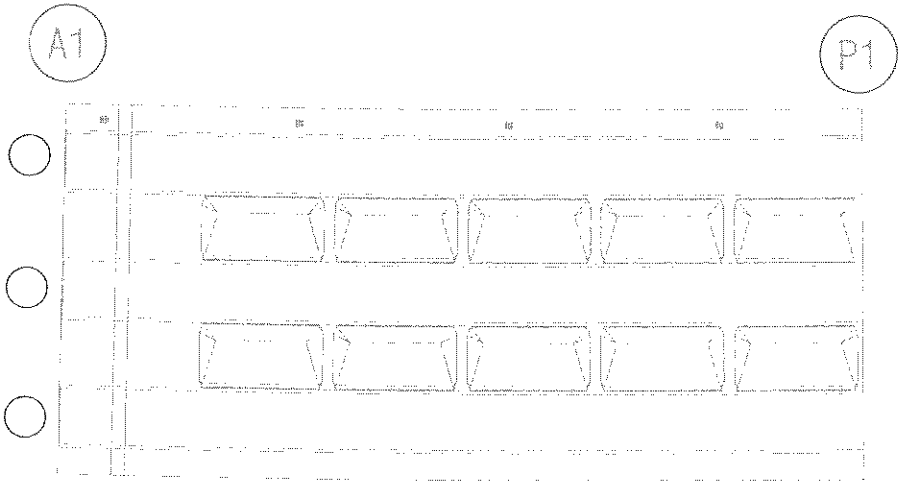


단면도



수하3교 (상행선)

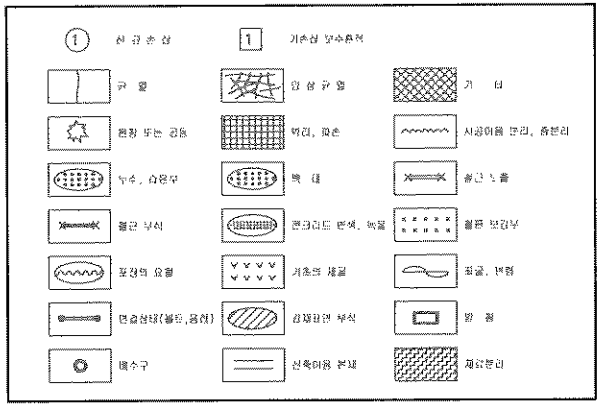
바닥판 하면 S1



손상물량표

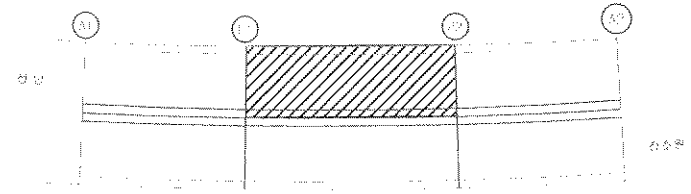
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

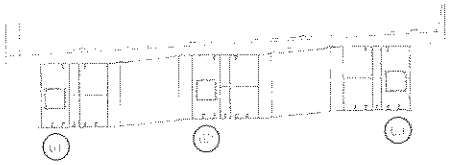


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	바닥판 하면(S1)	15

KEY PLAN

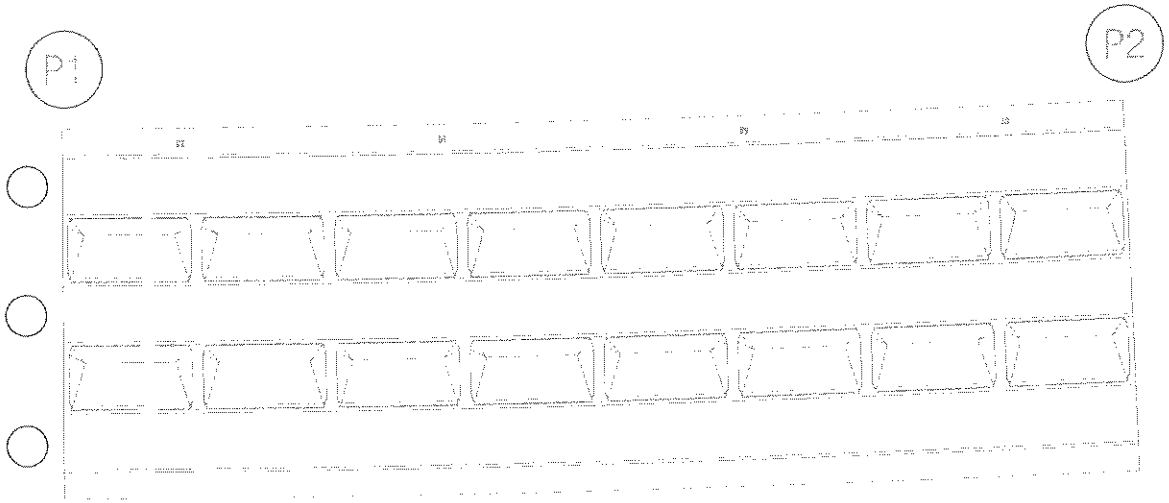


단면도



수하3교 (상행선)

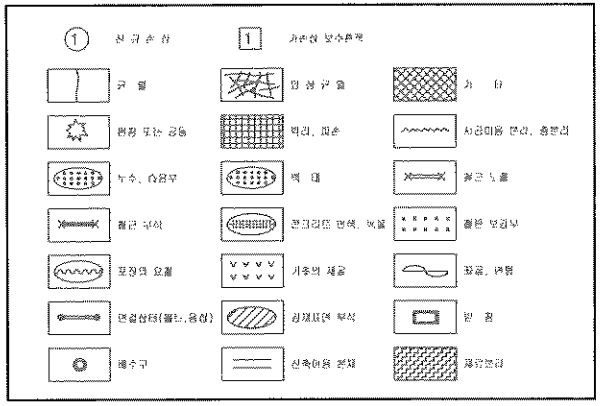
바닥판 하면 S2



손상물량표

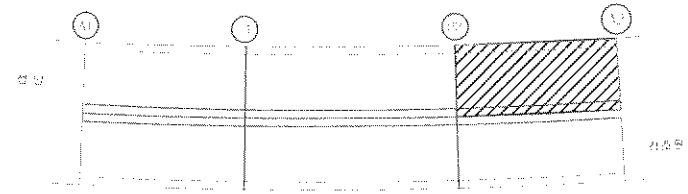
번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

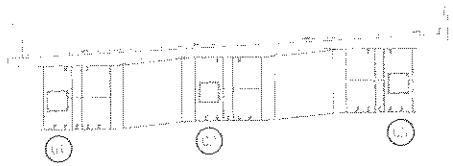


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	바닥판 하면(S2)	16

KEY PLAN

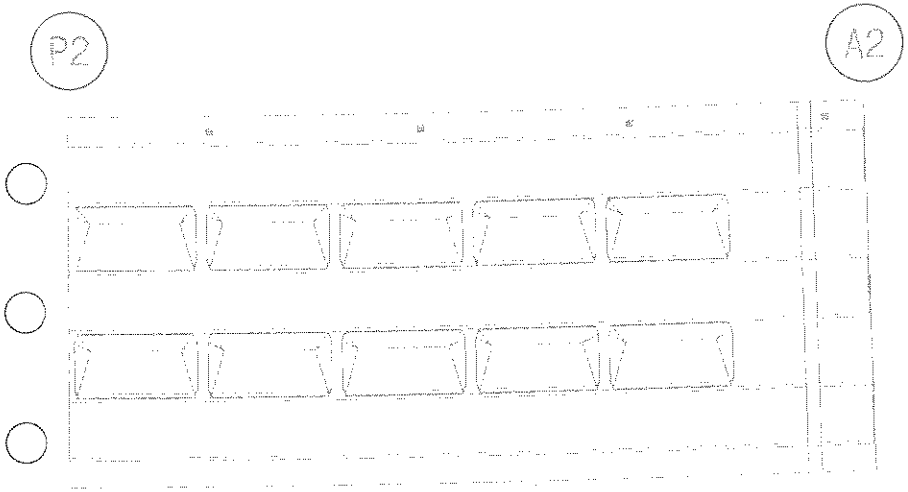


단면도



수하3교 (상행선)

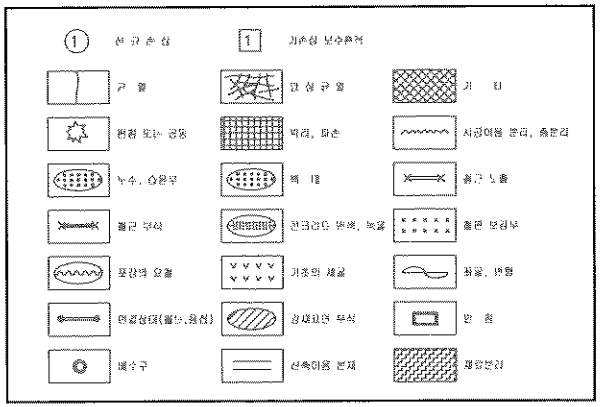
바닥판 하면 S3



손상물량표

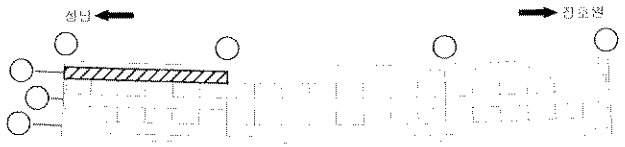
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

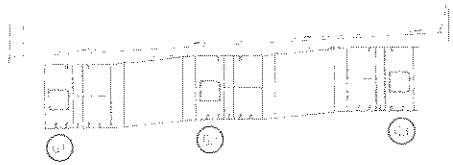


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조공명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	바닥판 하면(S3)	17

KEY PLAN



단면도

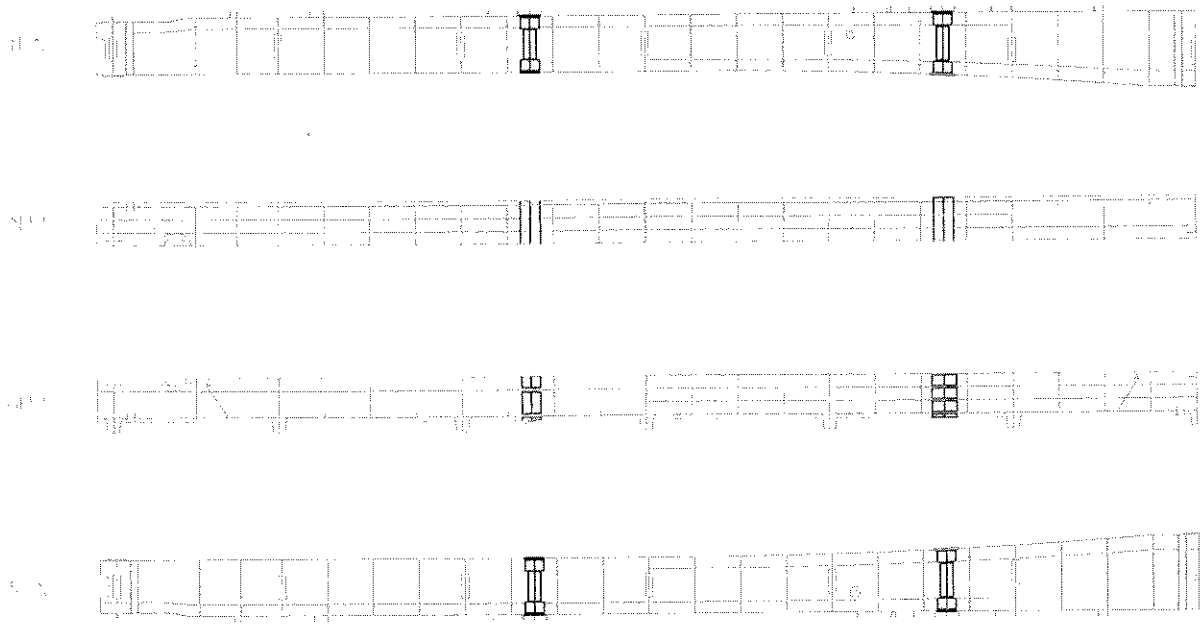


손상물량표

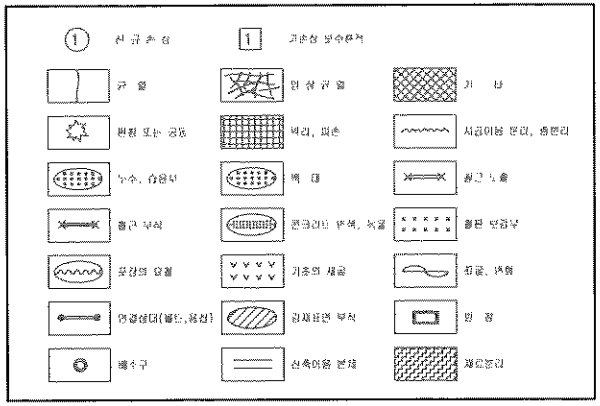
번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

수하3교 (상행선)

거더 내부 (G1)

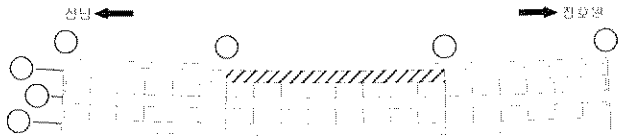


범 례

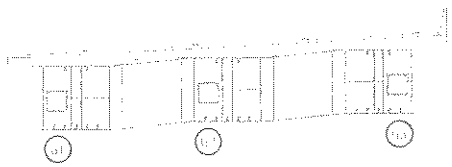


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G1)	21

KEY PLAN

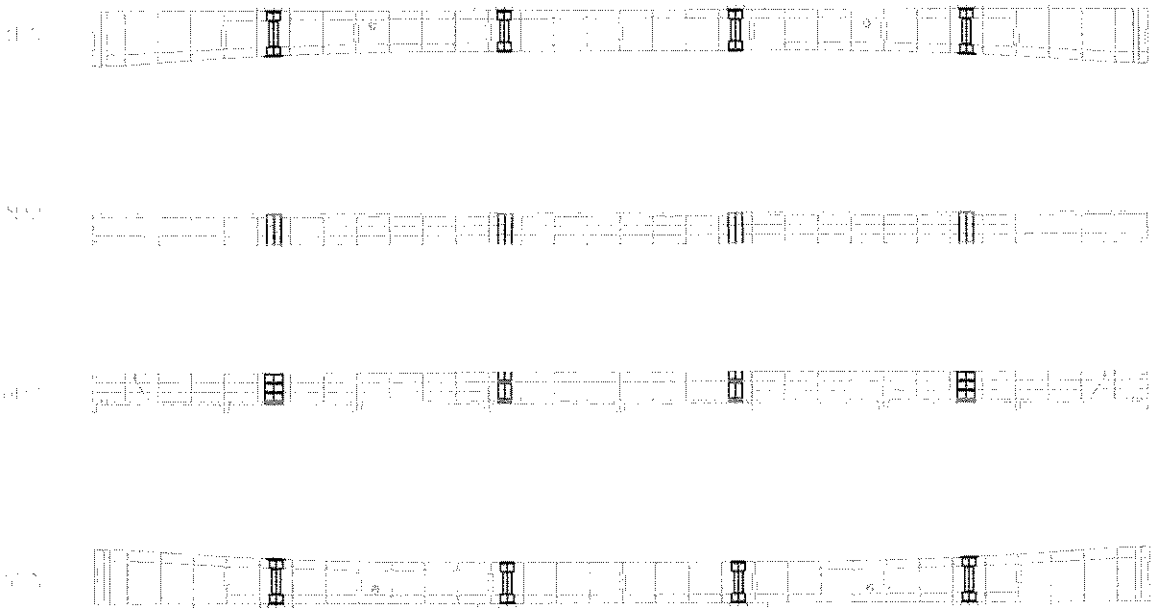


단면도



수하3교 (상행선)

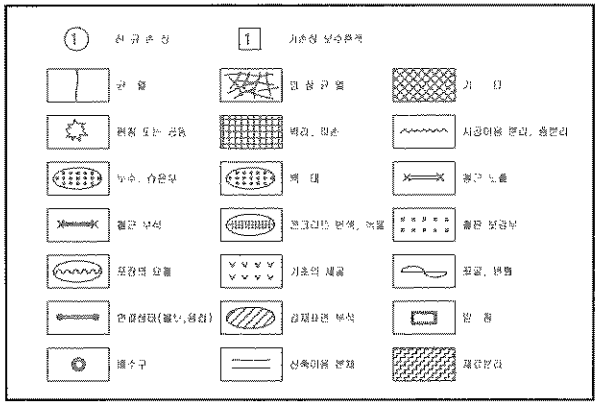
거더 내부 (G1)



손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범례

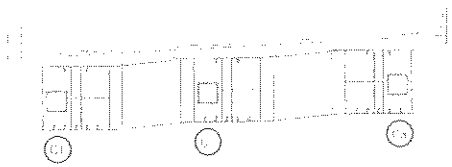


관리기관	노선명	시공사	진단기관	장대책임기술자	구조물명	노면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G1)	22

KEY PLAN

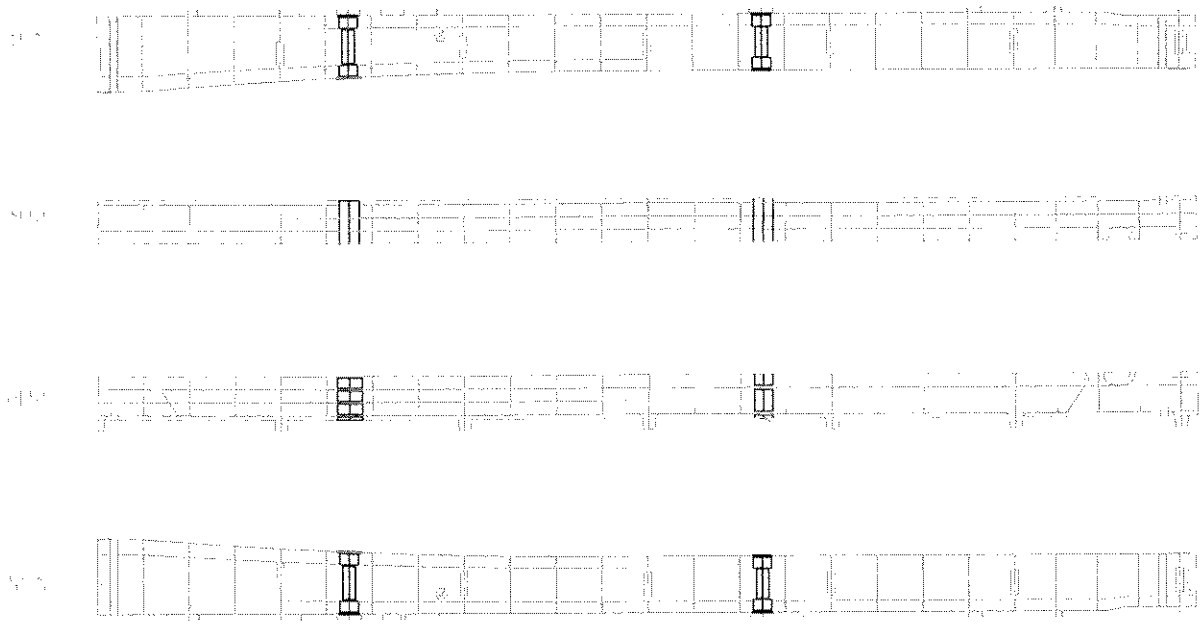


단면도



수하3교 (상행선)

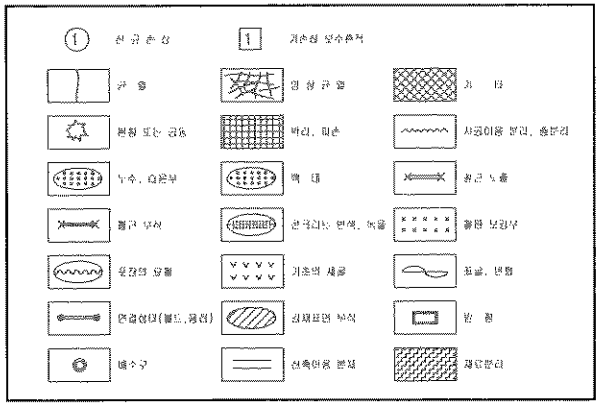
거더 내부 (G1)



손상물량표

번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

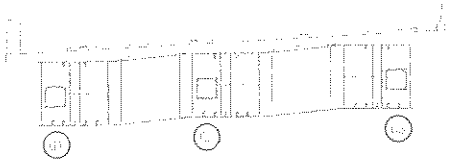


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	안 전 기 관	안전책임기술자	구 조 군 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G1)	23

KEY PLAN

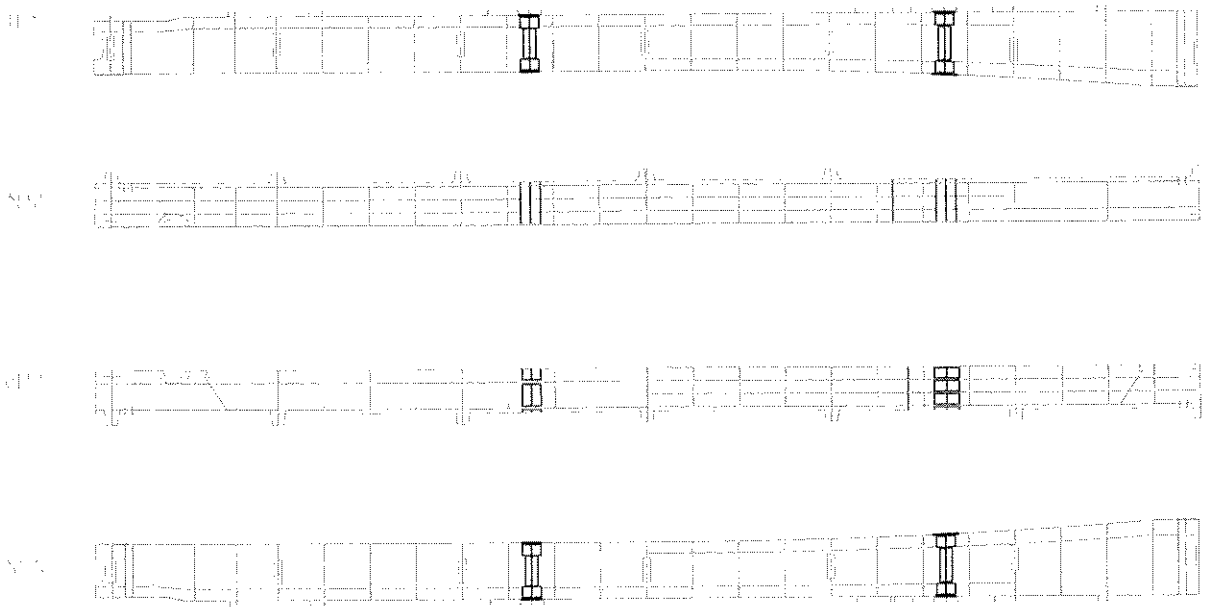


단면도



수하3교 (상행선)

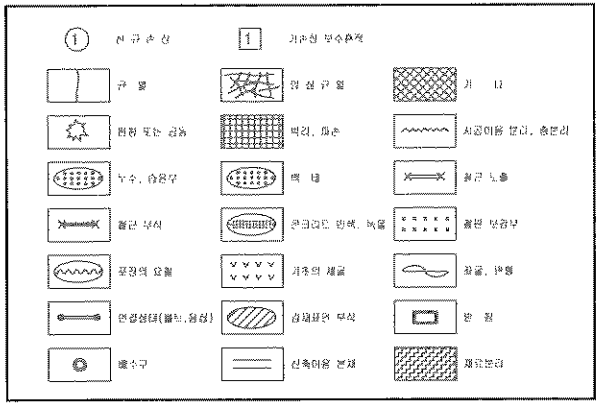
거더 내부 (G2)



손상물량표

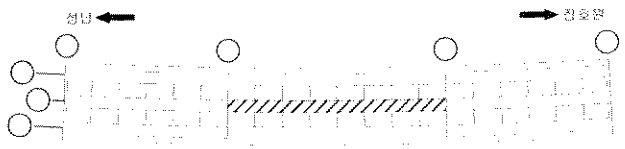
번호	손상명칭	수량규모 폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	비고

범례

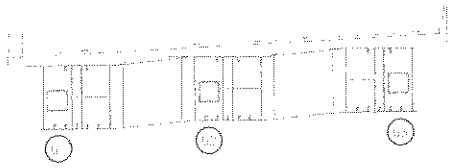


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G2)	24

KEY PLAN

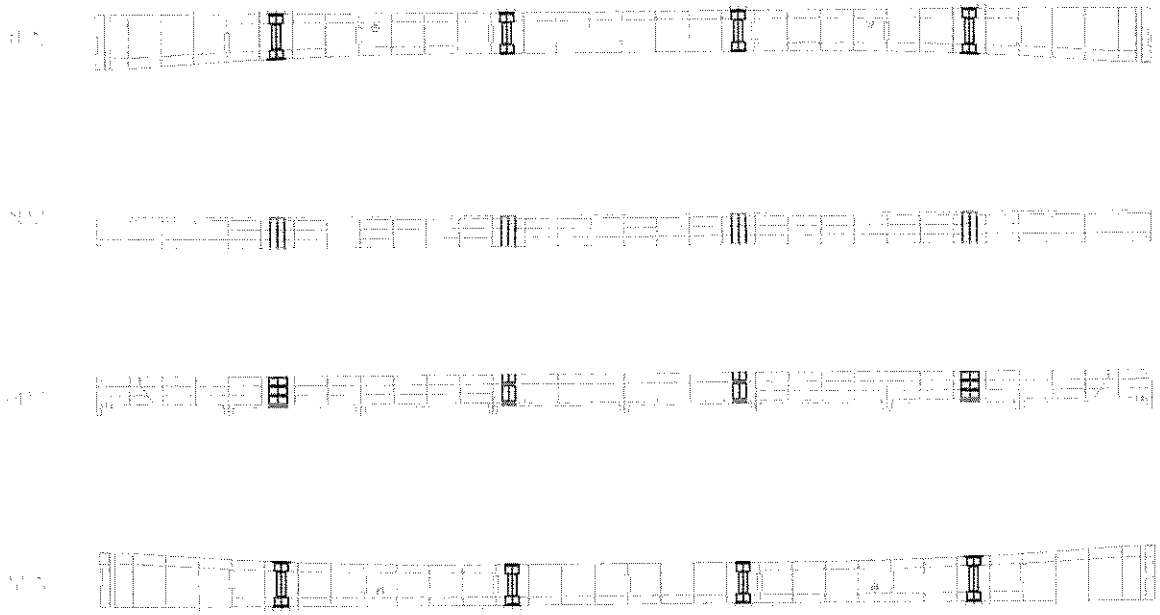


단면도



수하3교 (상행선)

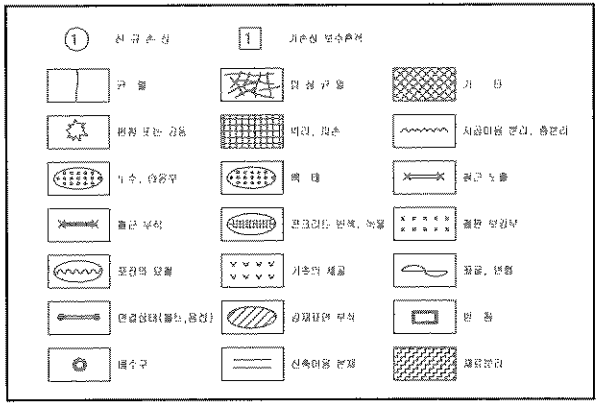
거더 내부 (G2)



손상물량표

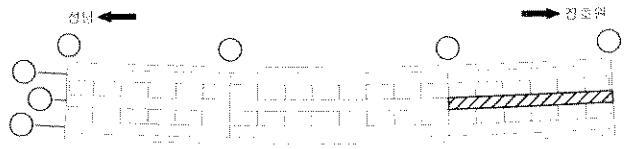
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

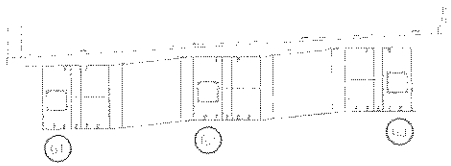


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G2)	25

KEY PLAN



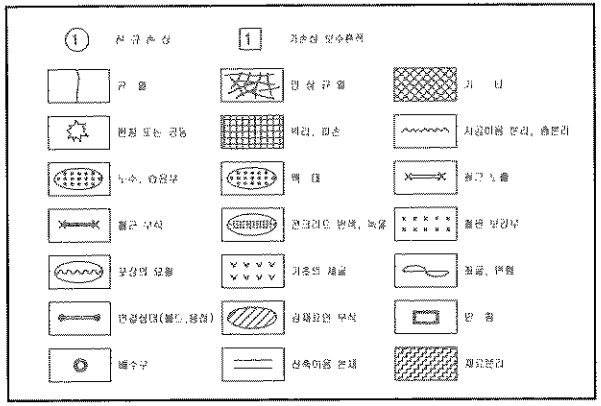
단면도



손상물량표

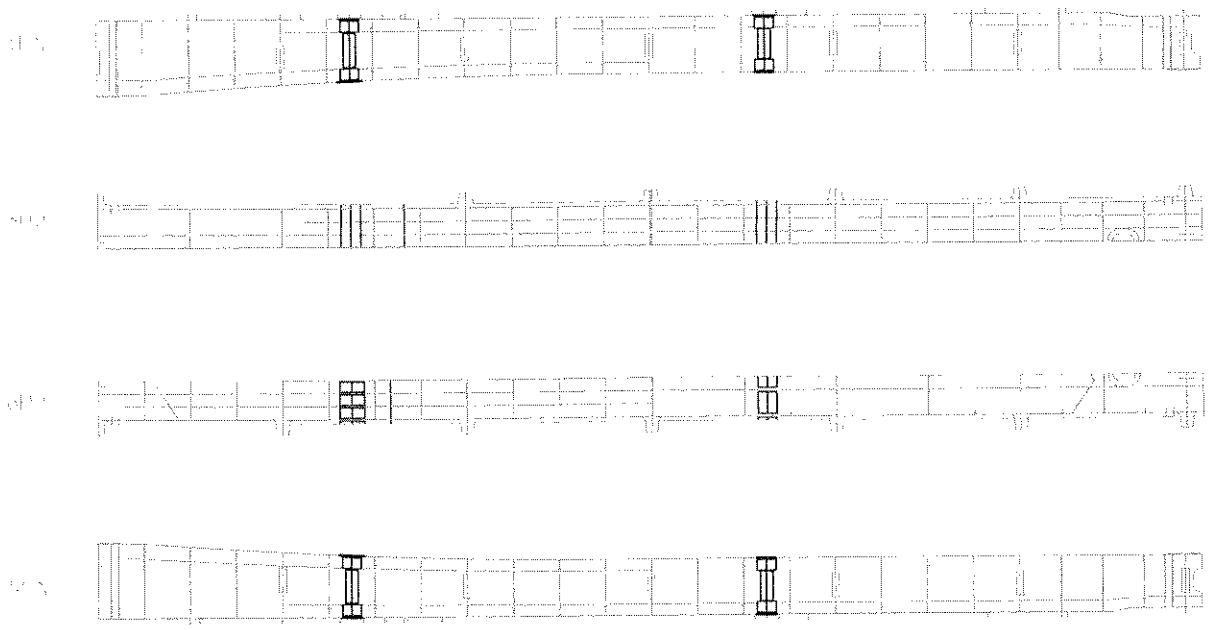
번호	손 상 현 황	손 상 규 모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례



수하3교 (상행선)

거더 내부 (G2)

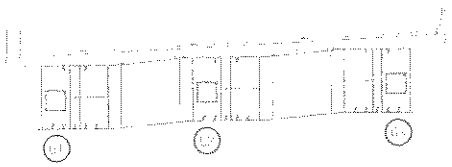


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	지단책임기술자	구 소 도 명	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G2)	26

KEY PLAN



단면도

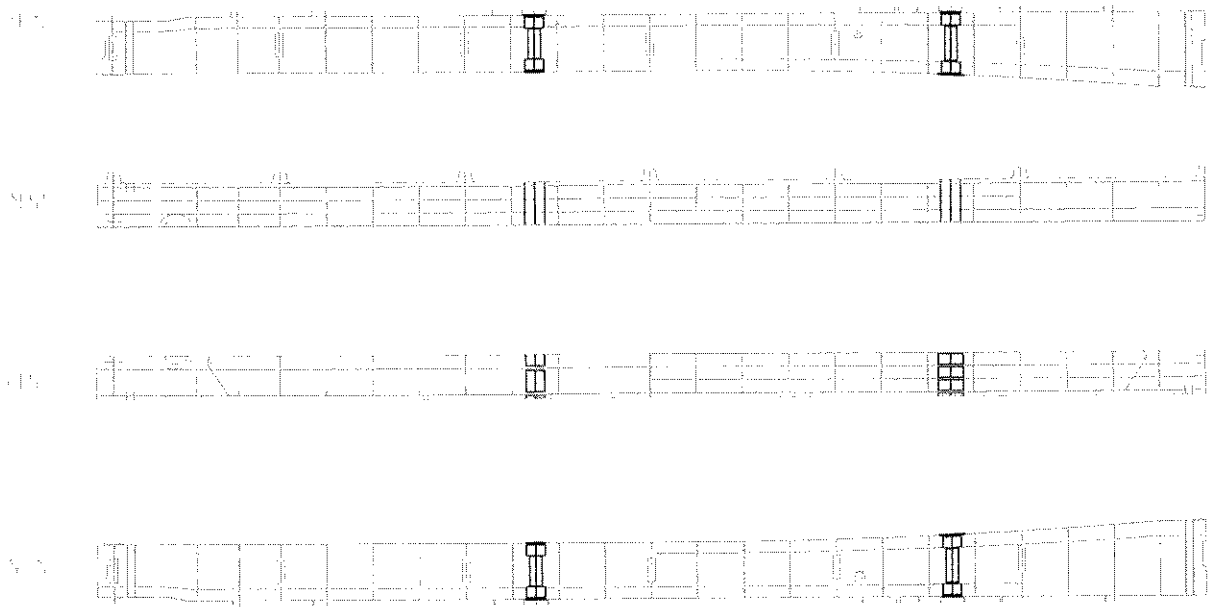


손상물량표

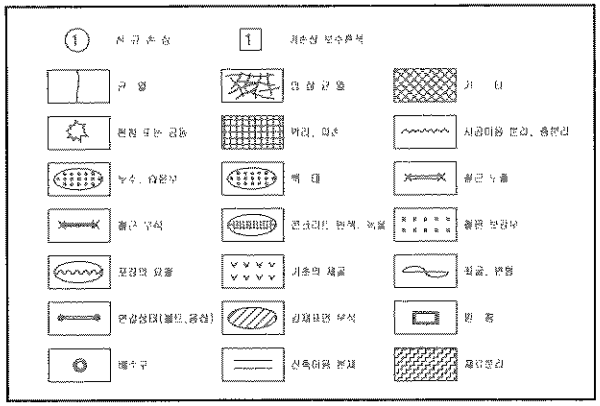
번호	손상위치	수량규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

수하3교 (상행선)

거더 내부 (G3)

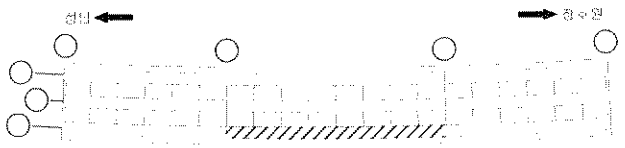


범 례

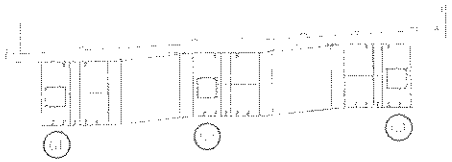


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G3)	27

KEY PLAN



단면도

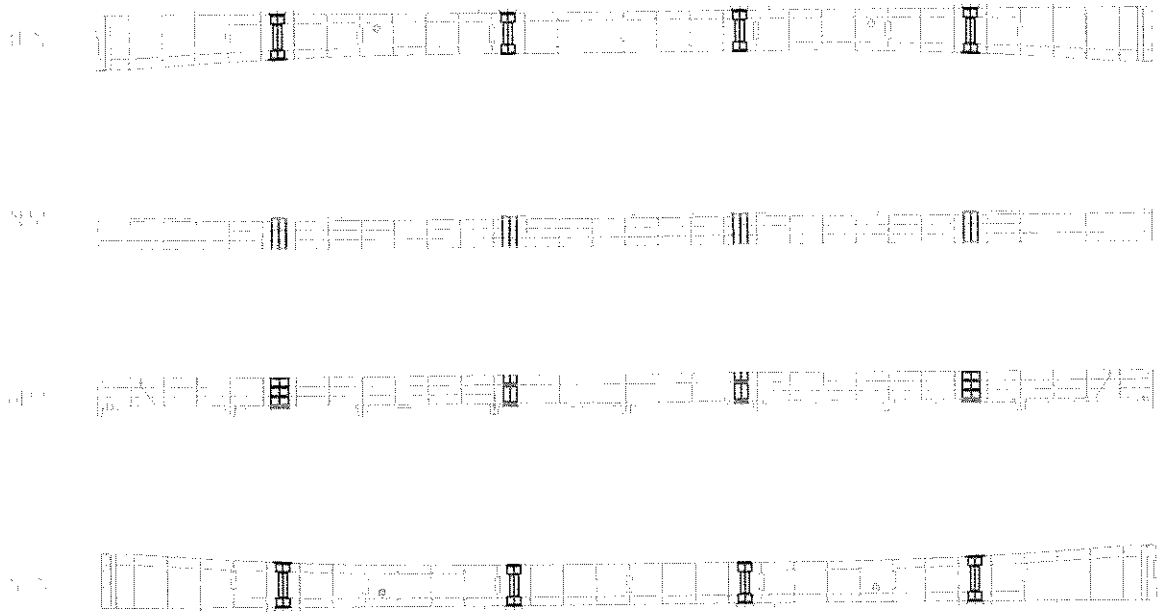


손상물량표

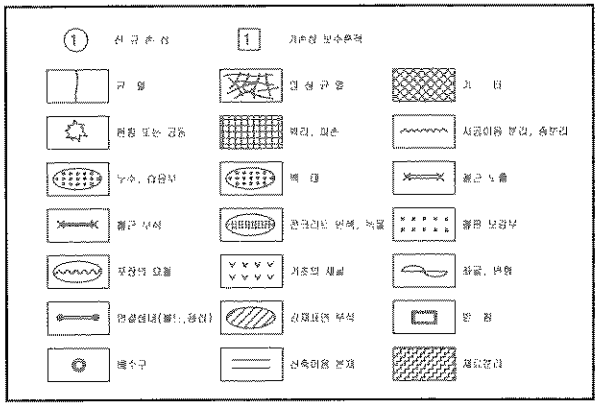
번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m^2)	개소	

수하3교 (상행선)

거더 내부 (G3)



범 례

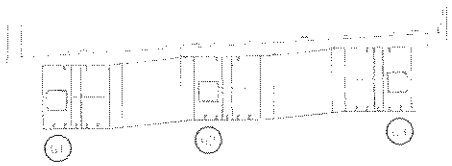


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G3)	28

KEY PLAN

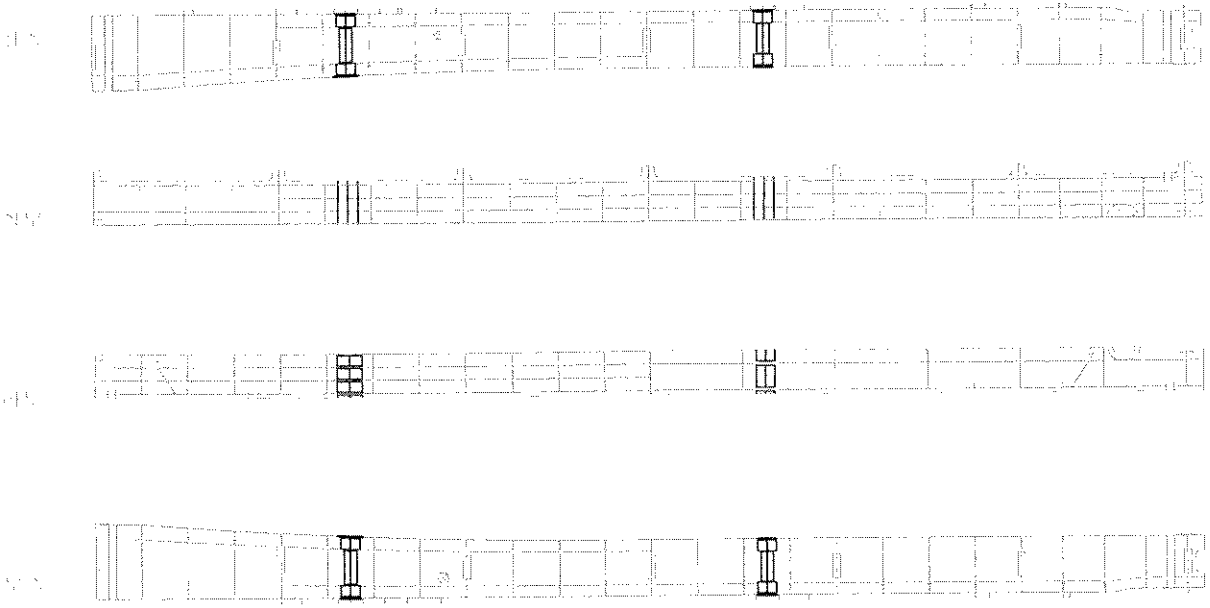


단면도



수하3교 (상행선)

거더 내부 (G3)



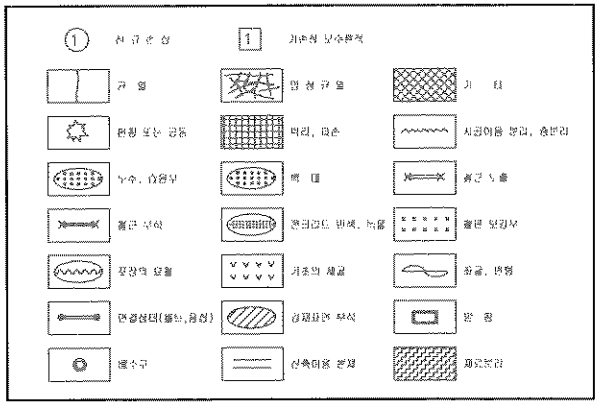
P2

A2

손상물량표

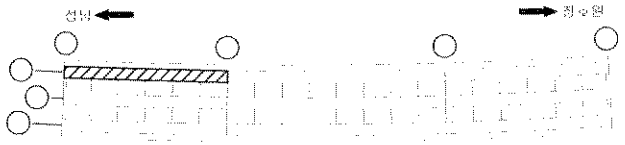
번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

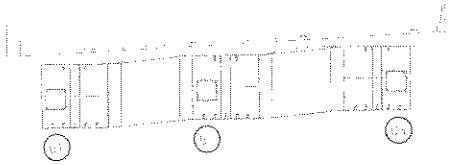


관리기관	노선명	시공사	진단기관	신덕책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 내부(G3)	29

KEY PLAN



단면도



수하3교 (상행선)

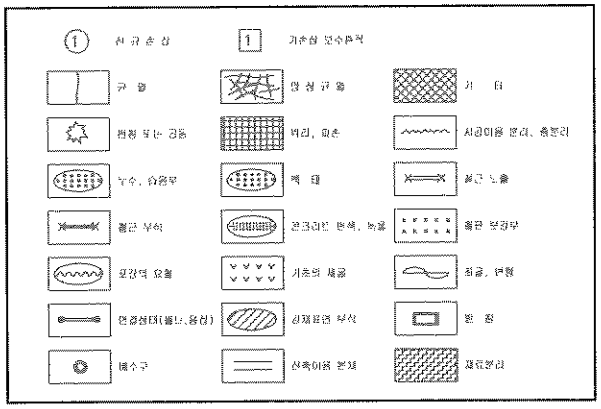
거더 외부 (G1)



손상물량표

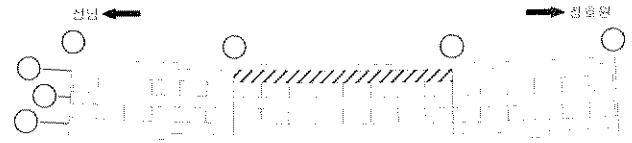
번호	손상부위	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

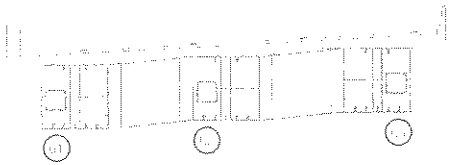


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G1)	39

KEY PLAN



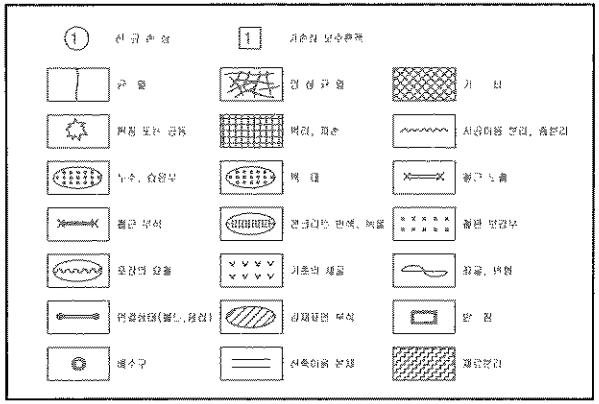
단면도



손상물량표

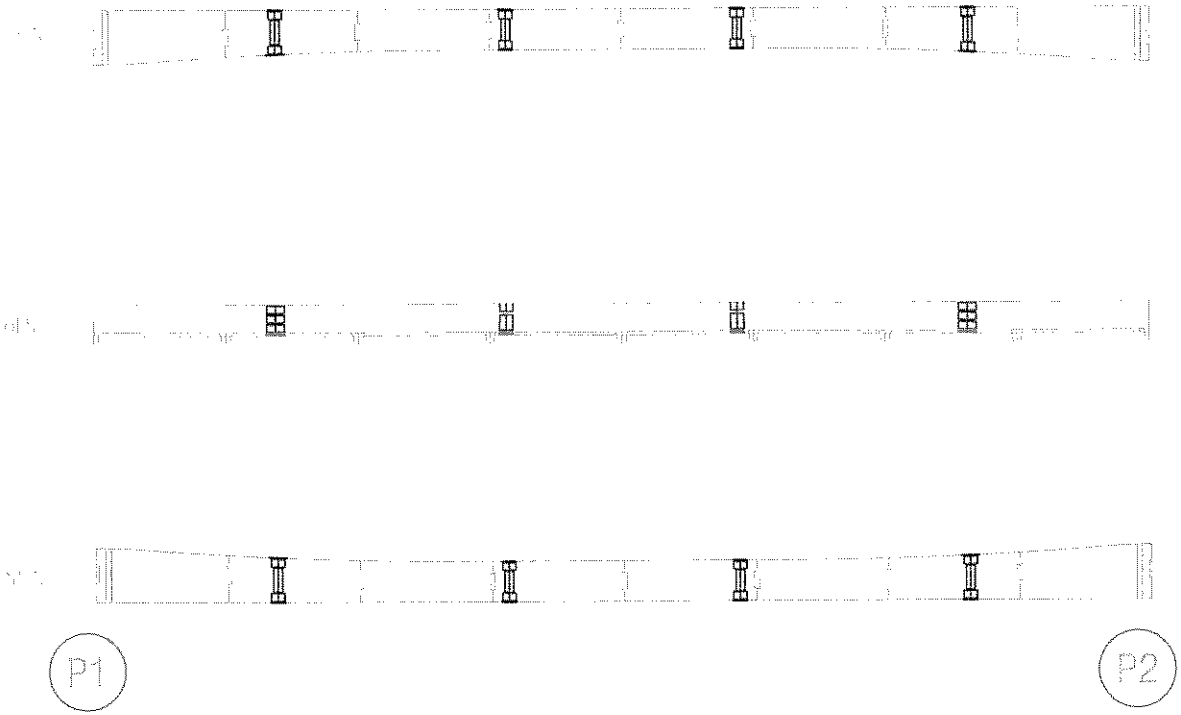
번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례



수하3교 (상행선)

거더 외부 (G1)

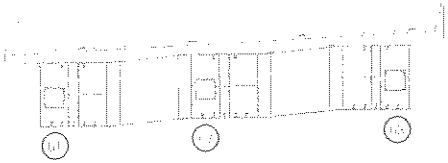


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 식	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G1)	40

KEY PLAN



단면도

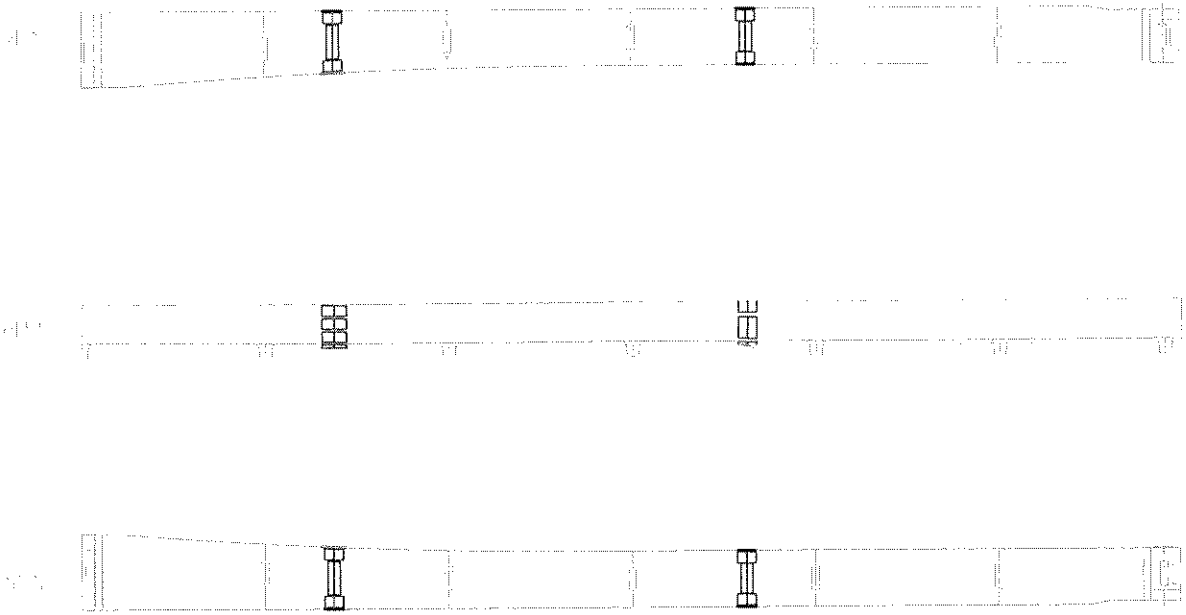


손상물량표

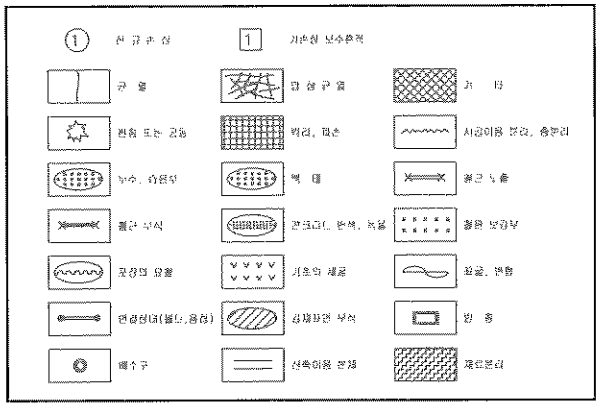
번호	손상원인	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m^2)	개소	

수하3교 (상행선)

거더 외부 (G1)



범 례

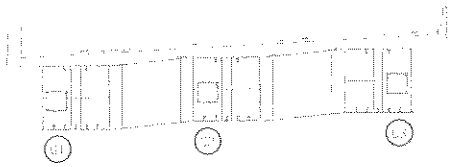


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형식	노면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G1)	41

KEY PLAN

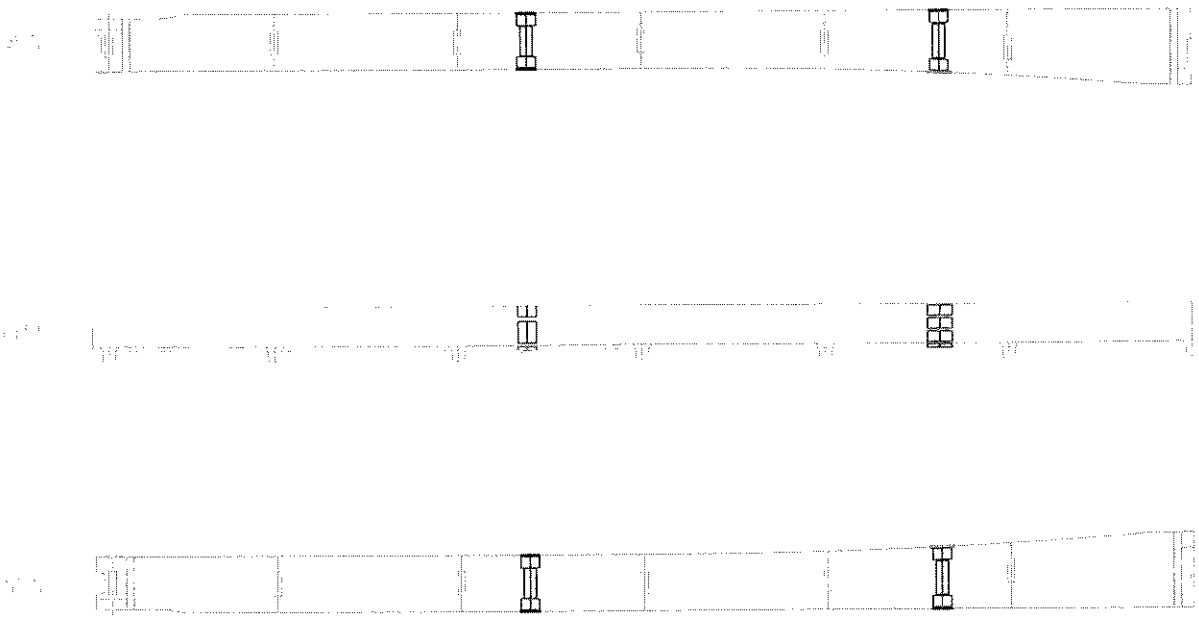


단면도



수하3교 (상행선)

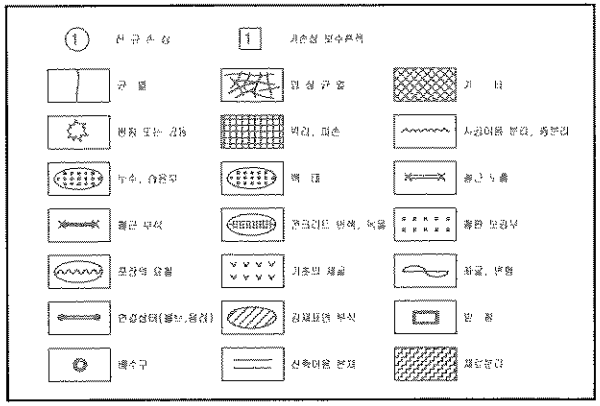
거더 외부 (G2)



손상물량표

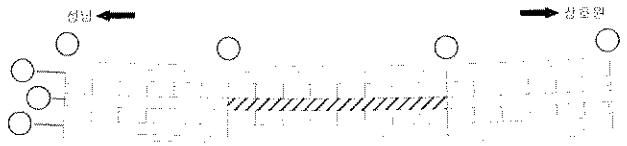
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

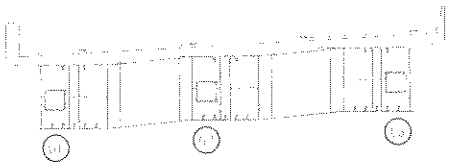


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G2)	42

KEY PLAN

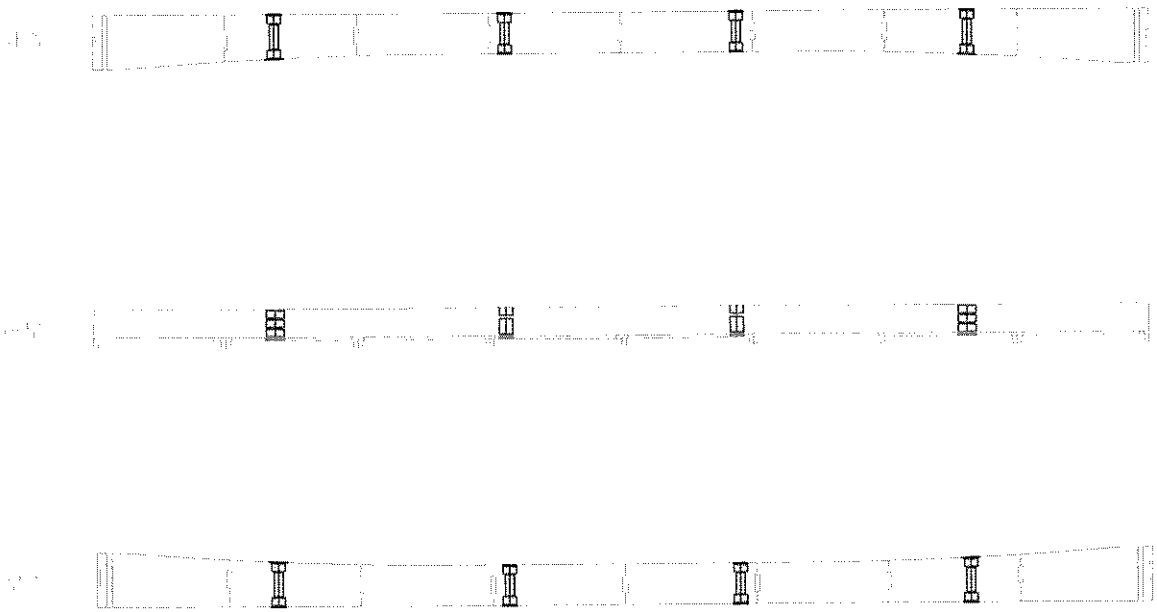


단면도



수하3교 (상행선)

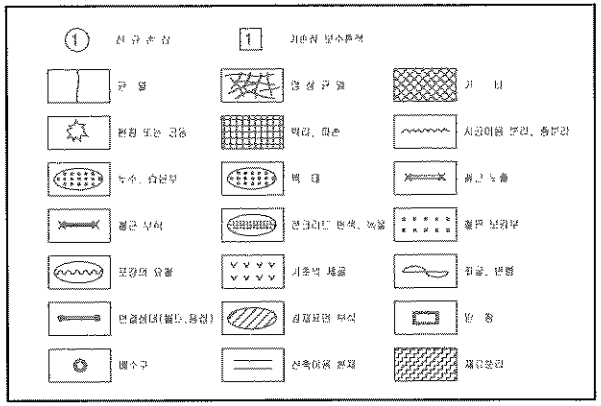
거더 외부 (G2)



손상물량표

번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

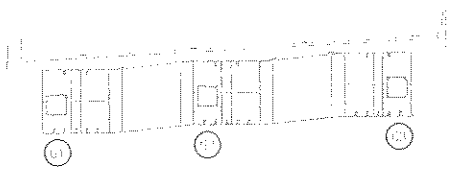


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G2)	43

KEY PLAN

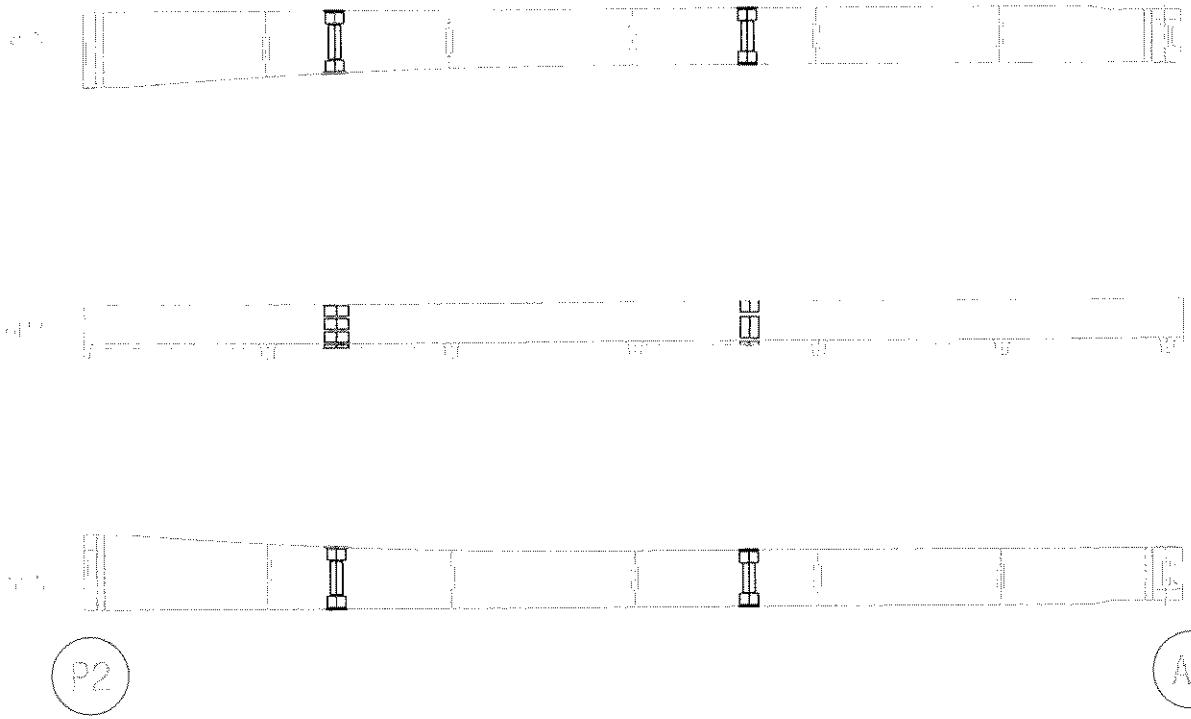


단면도



수하3교 (상행선)

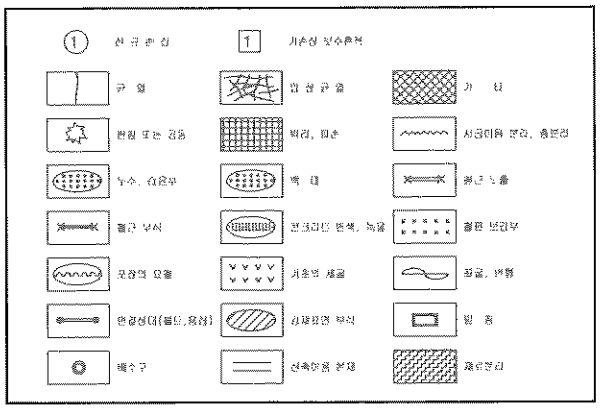
거더 외부 (G2)



손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

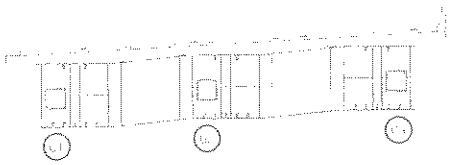


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 식	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G2)	44

KEY PLAN

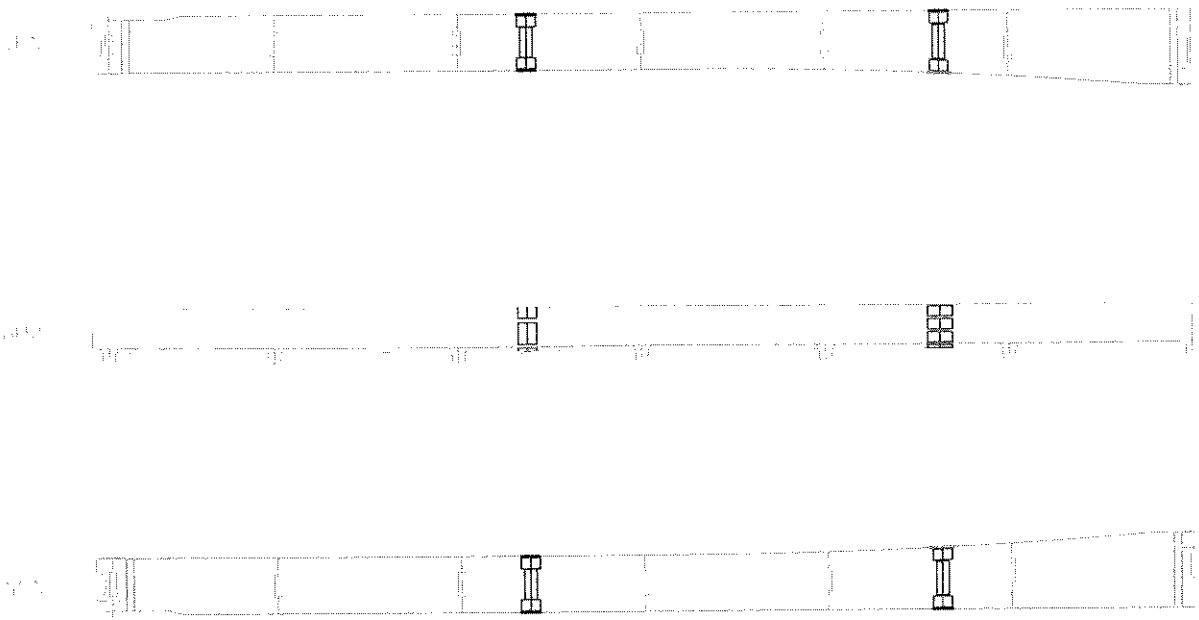


단면도



수하3교 (상행선)

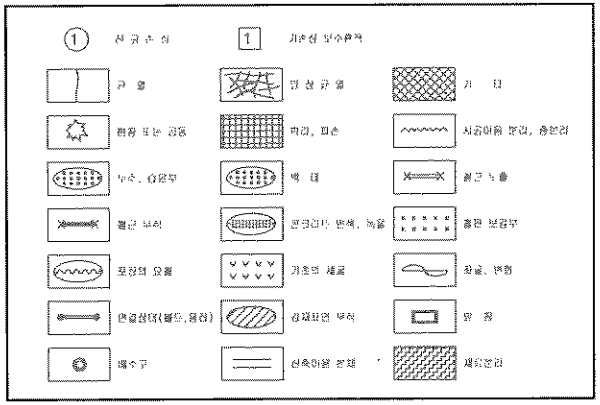
거더 외부 (G3)



손상물량표

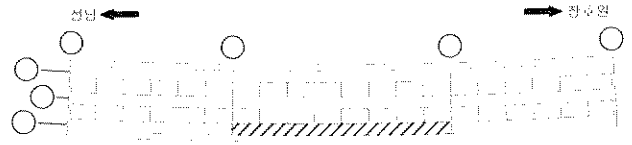
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

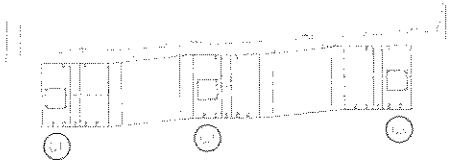


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G3)	45

KEY PLAN

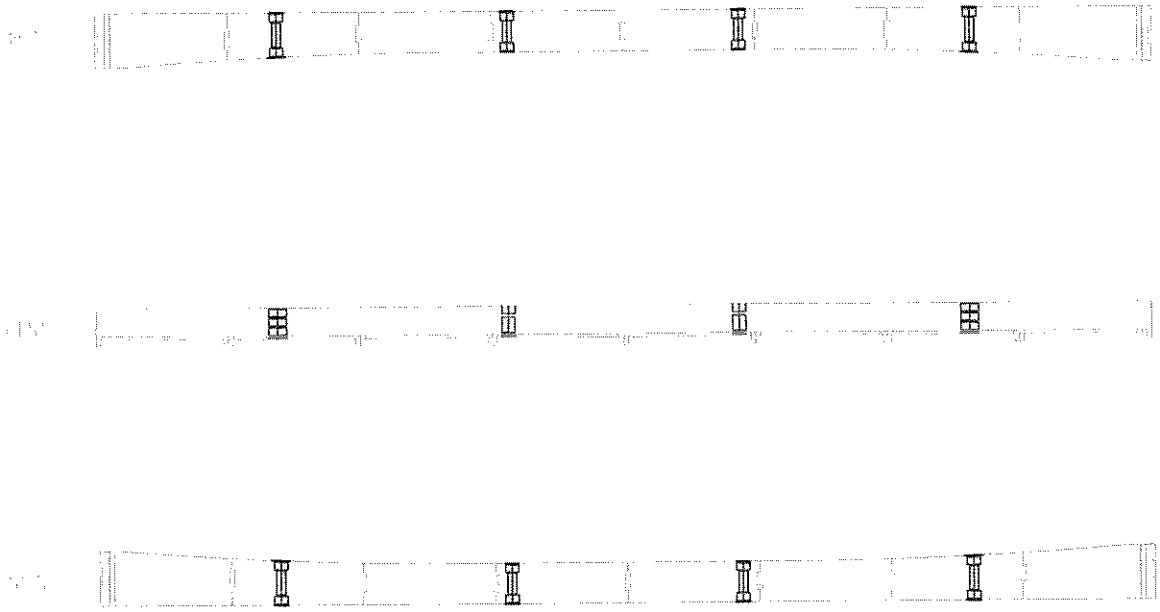


단면도



수하3교 (상행선)

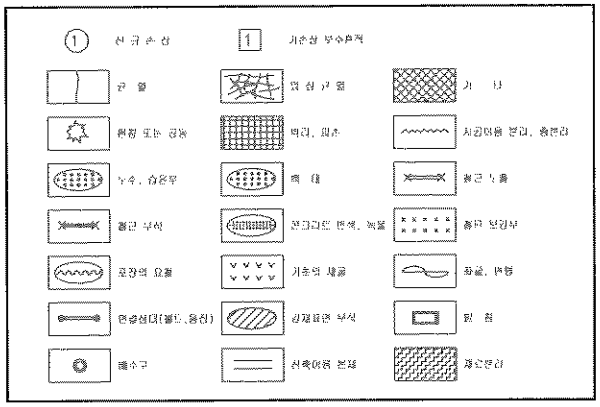
거더 외부 (G3)



손상물량표

번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

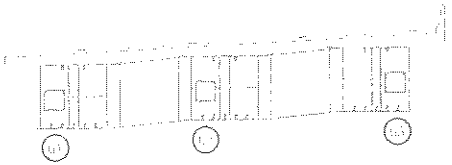


관리기관	노선명	시공사	진단기관	신단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G3)	46

KEY PLAN

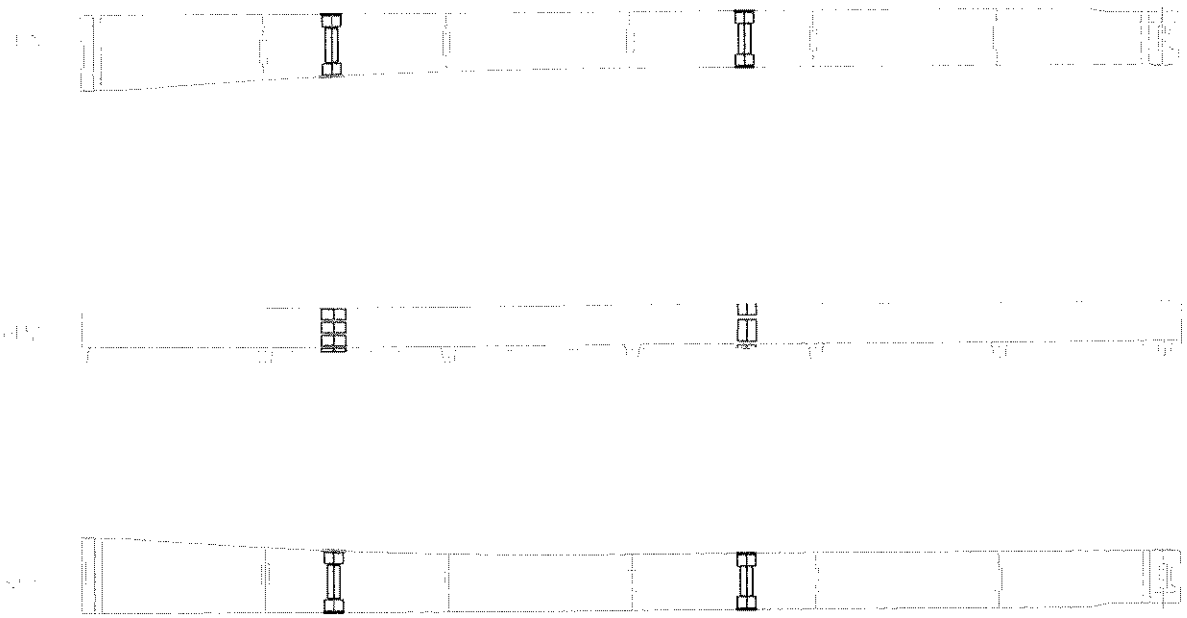


단면도



수하3교 (상행선)

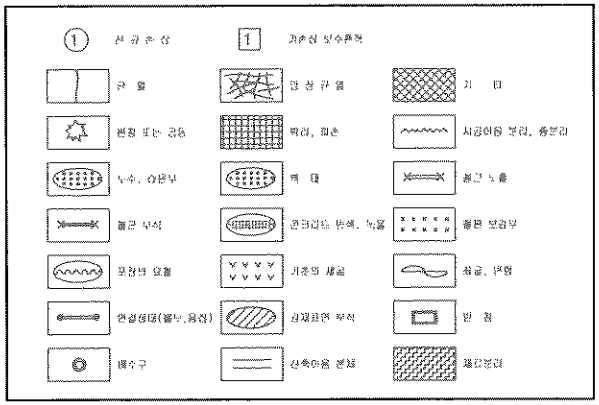
거더 외부 (G3)



손상물량표

번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

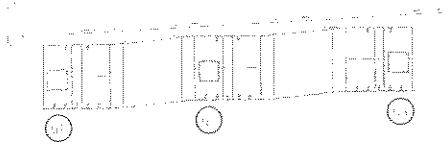


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 물 명	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	거더 외부(G3)	47

KEY PLAN

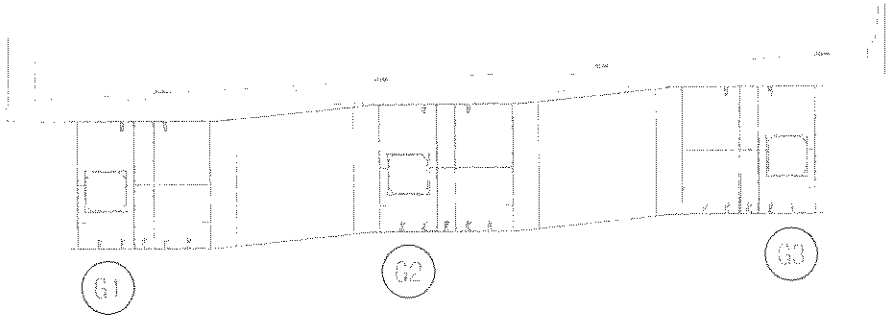


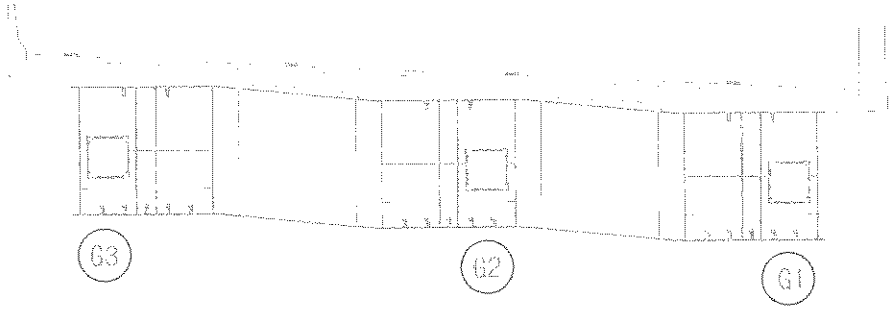
단면도



수하3교 (상행선)

격벽

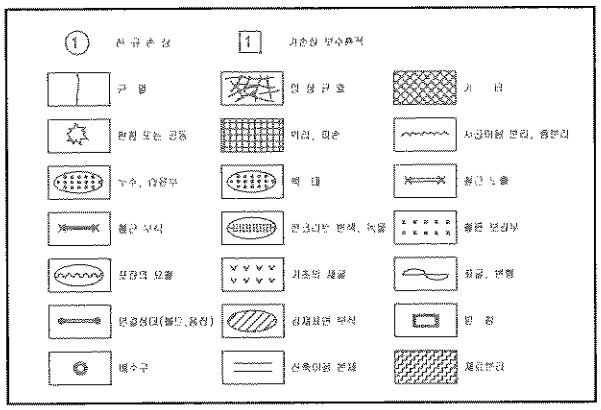




손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

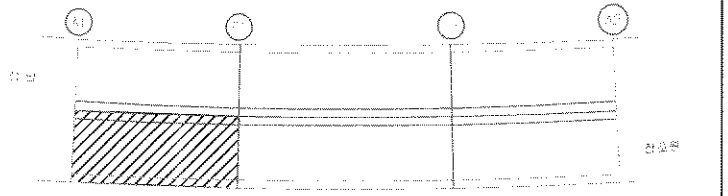
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	진단책임기술자	구조종별	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(상행선)	격벽(1)	57

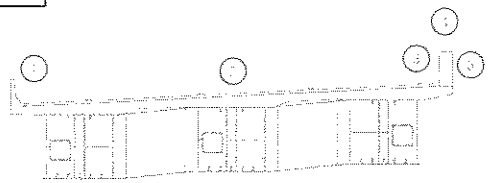
② 장호원방향

KEY PLAN



단면도

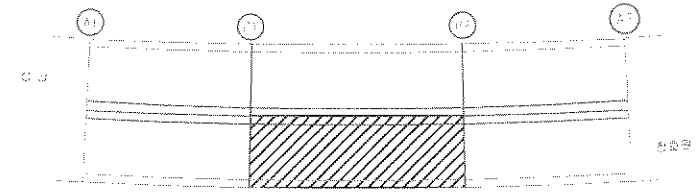
횡단면도



손상물량표

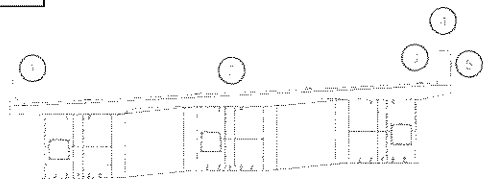
번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

KEY PLAN



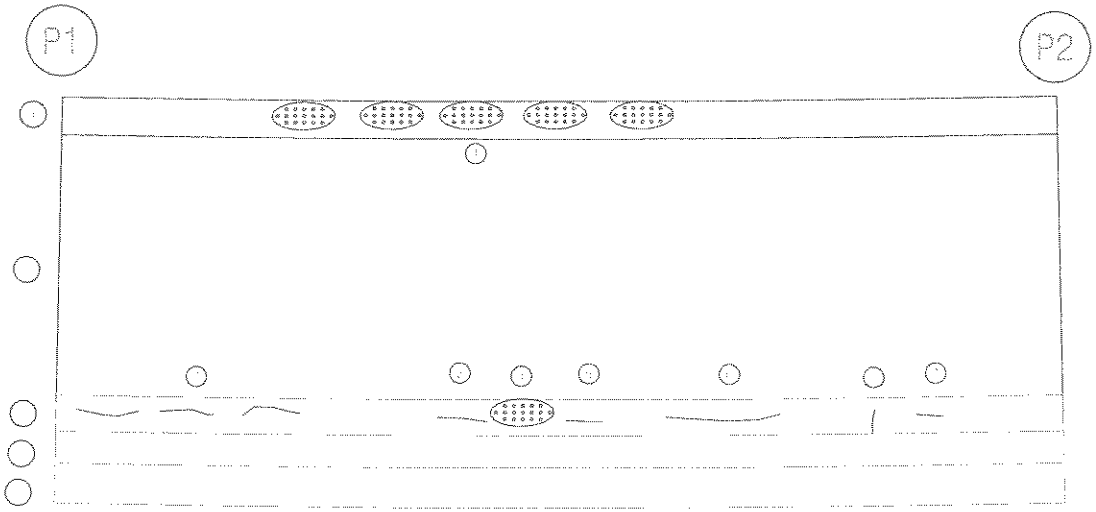
단면도

횡단면도



수하3교 (하행선)

바닥판 상면(S2경간)

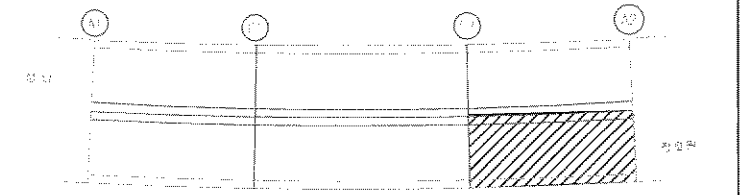


장호원

손상물량표

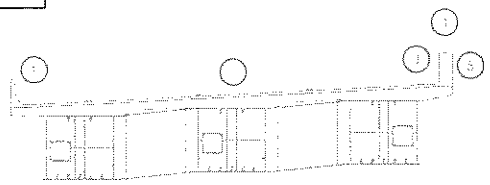
번호	손상 내용	손상 규모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

KEY PLAN



단면도

횡단면도

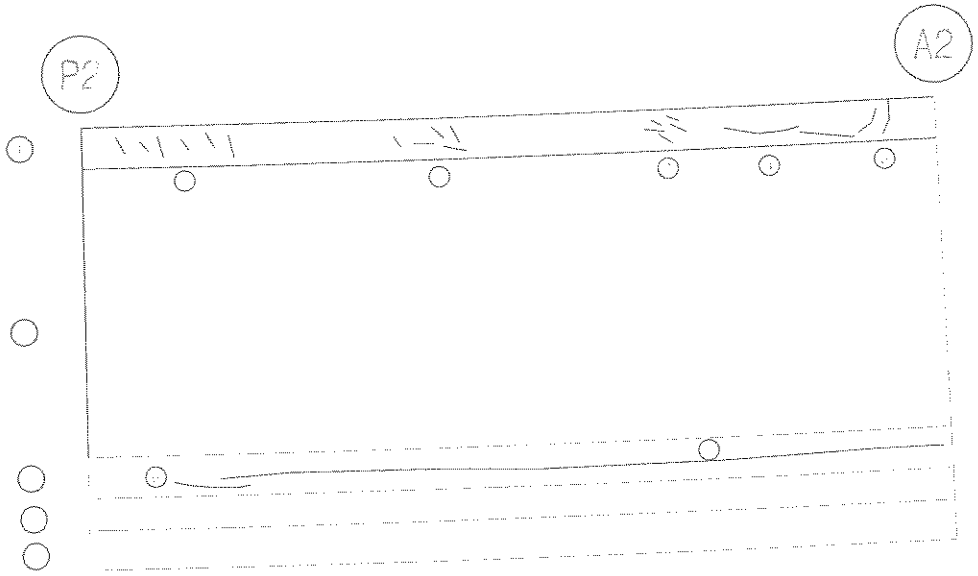


손상물량표

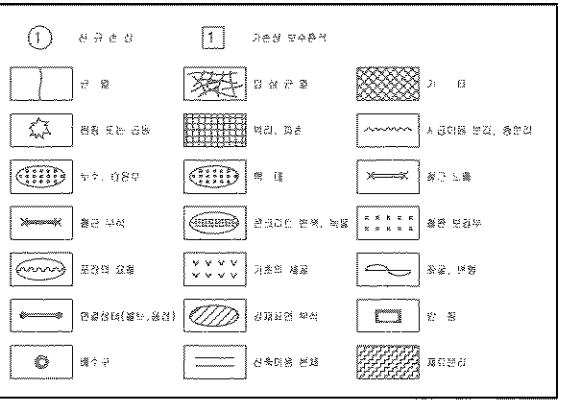
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
						1	
						1	

수하3교 (하행선)

바닥판 상면(S3경간)



범 례



관리기관	노선명	시공사	진단기관	상단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	상한기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	교면포장 S3	6

KEY PLAN

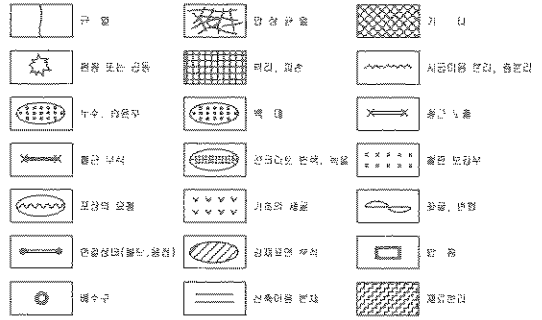


단면도

손상물량표

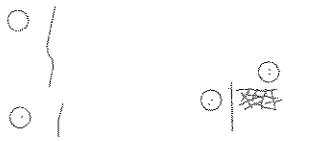
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
○						1	
○						1	
○						1	
○						1	
○						1	
○						1	

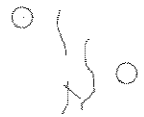
범 례



수하3교 (하행선)

교각 P1





관리기관	노선명	시공사	진단기관	점검책임기술자	구조설명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	교각 P1	9

KEY PLAN



단면도

수하3교 (하행선)

교각 P2



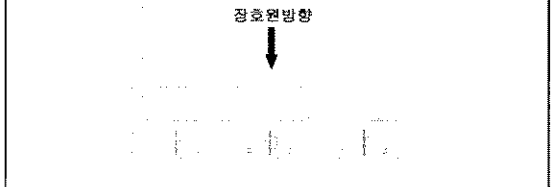
손상물량표

번호	손상현황	손실규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

KEY PLAN

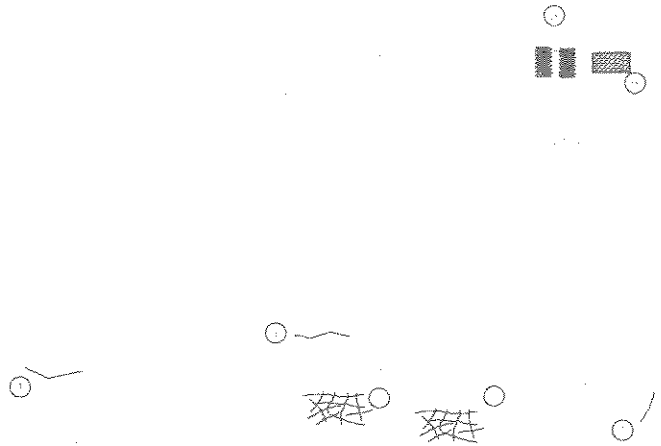


단면도



수하3교 (하행선)

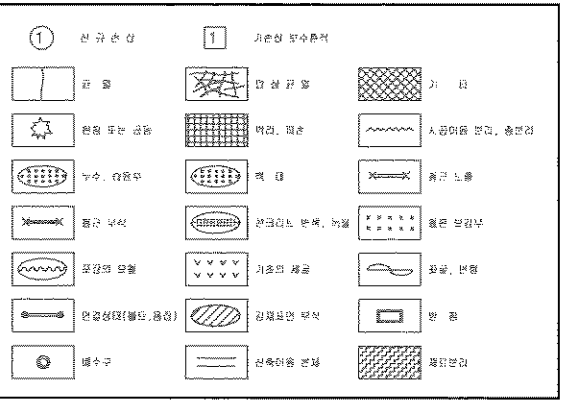
교대 A1



손상물량표

번 호	손 상 현 황	손 상 규 모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m^2)	개소	

범 례

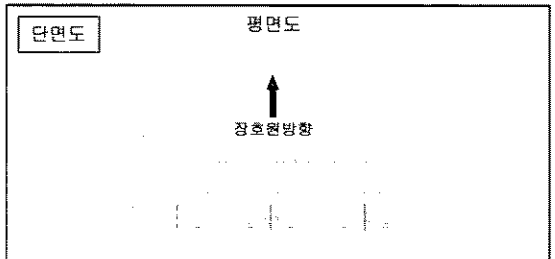


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	점검책임기술자	구 조 물 명	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	교대 A1	11

KEY PLAN

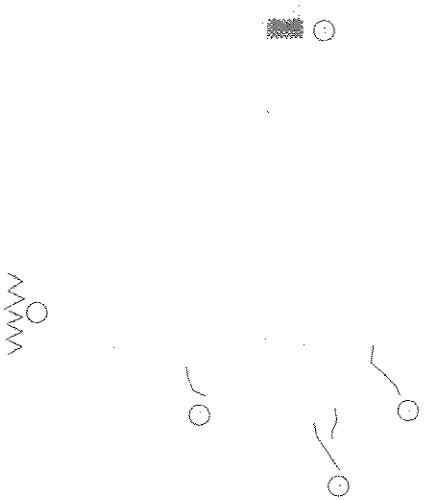


단면도



수하3교 (하행선)

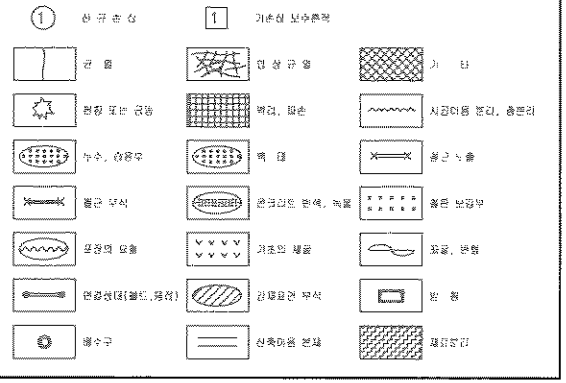
교대 A2



손상물량표

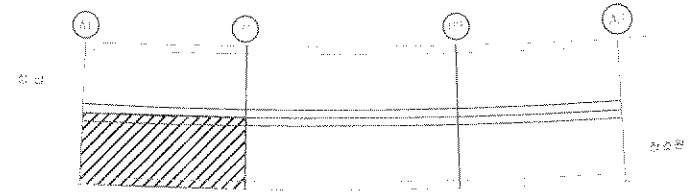
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m^2)	개소	
○							
○							
○							
○							
○							

범 례

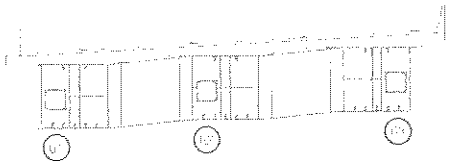


관리기관	노선명	시공사	진단기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	교대 A1	12

KEY PLAN

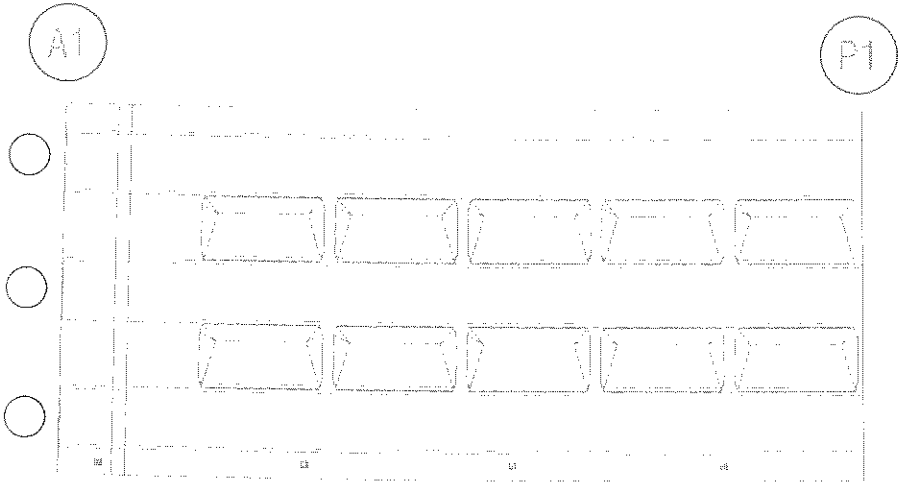


단면도



수하3교 (하행선)

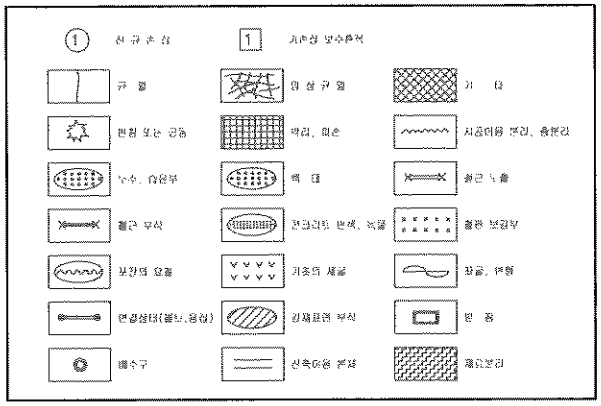
바닥판 하면 S1



손상물량표

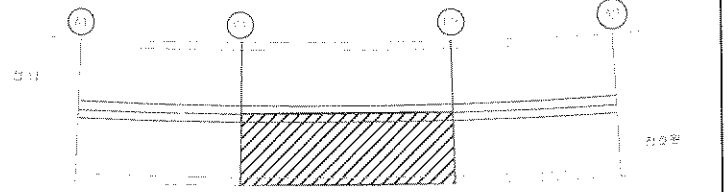
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

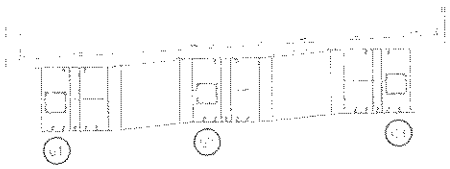


관리기관	노선명	시공사	진단기관	잔덕책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	바닥판 하면(S1)	18

KEY PLAN

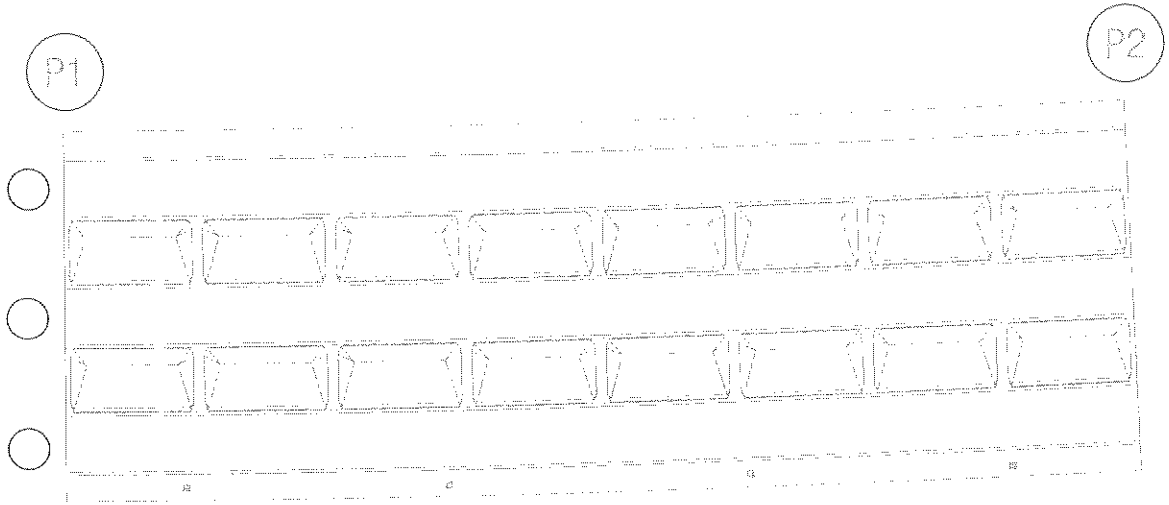


단면도



수하3교 (하행선)

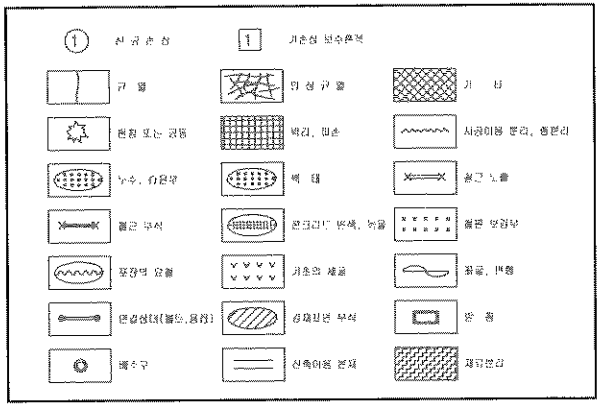
바닥판 하면 S2



손상물량표

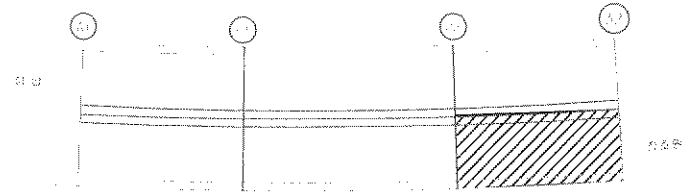
연 수	손 상 현 황	손 상 규 모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

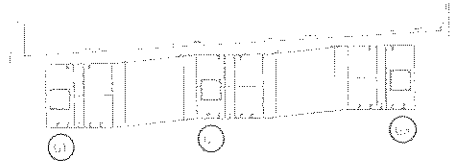


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 태	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	바닥판 하면(S2)	19

KEY PLAN

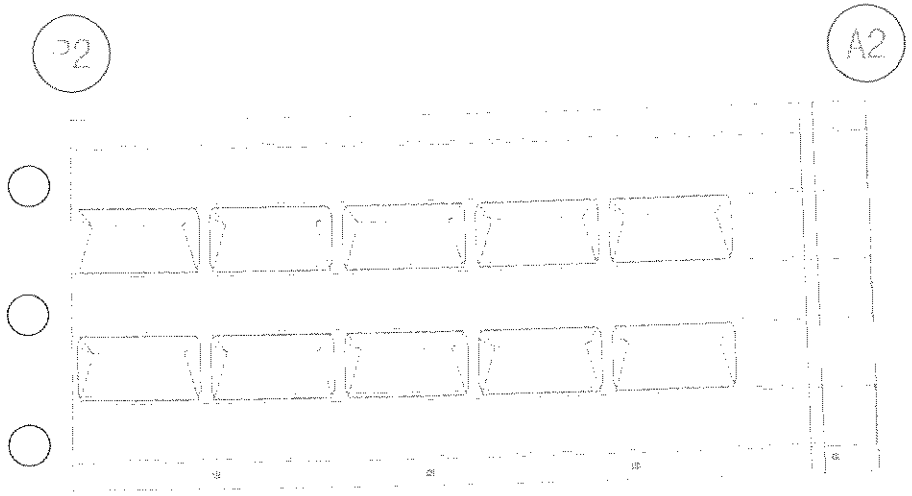


단면도



수하3교 (하행선)

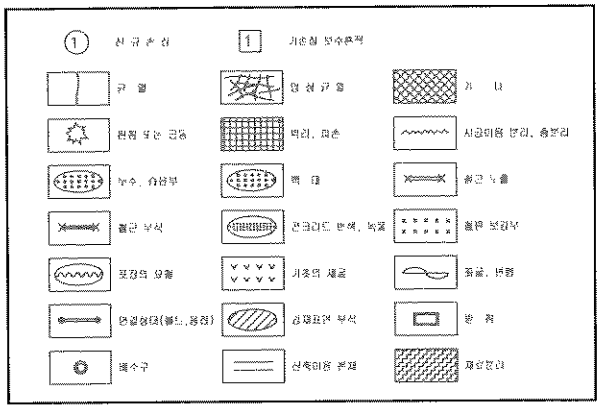
바닥판 하면 S3



손상물량표

번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

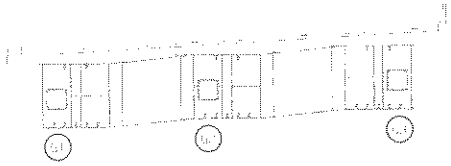


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	바닥판 하면(S3)	20

KEY PLAN

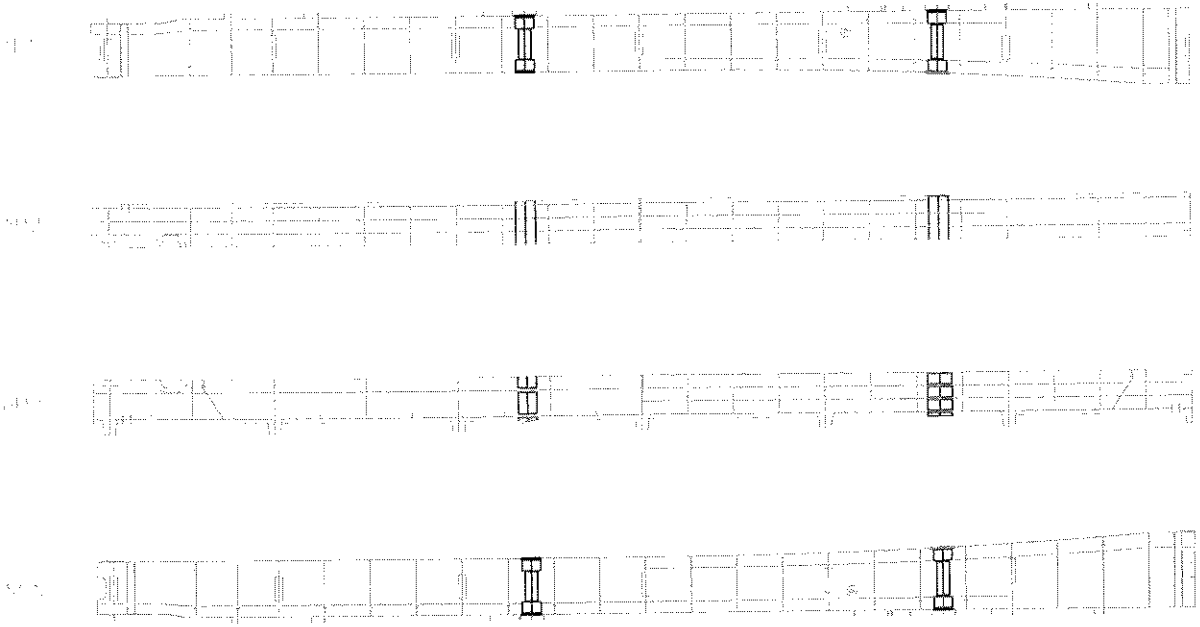


단면도



수하3교 (하행선)

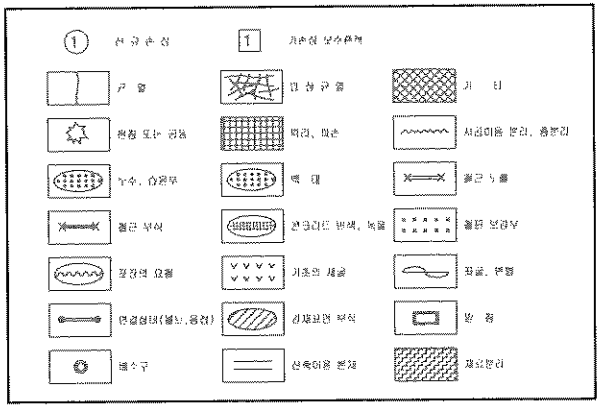
거더 내부 (G1)



손상물량표

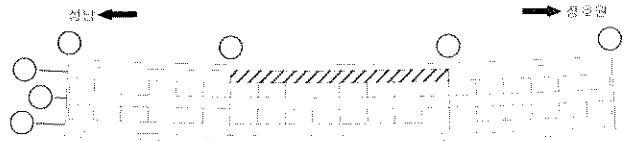
번호	손상 현황	손상 규모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

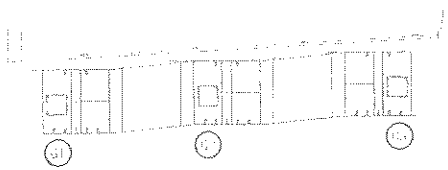


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 물 명	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더내부(G1)	30

KEY PLAN

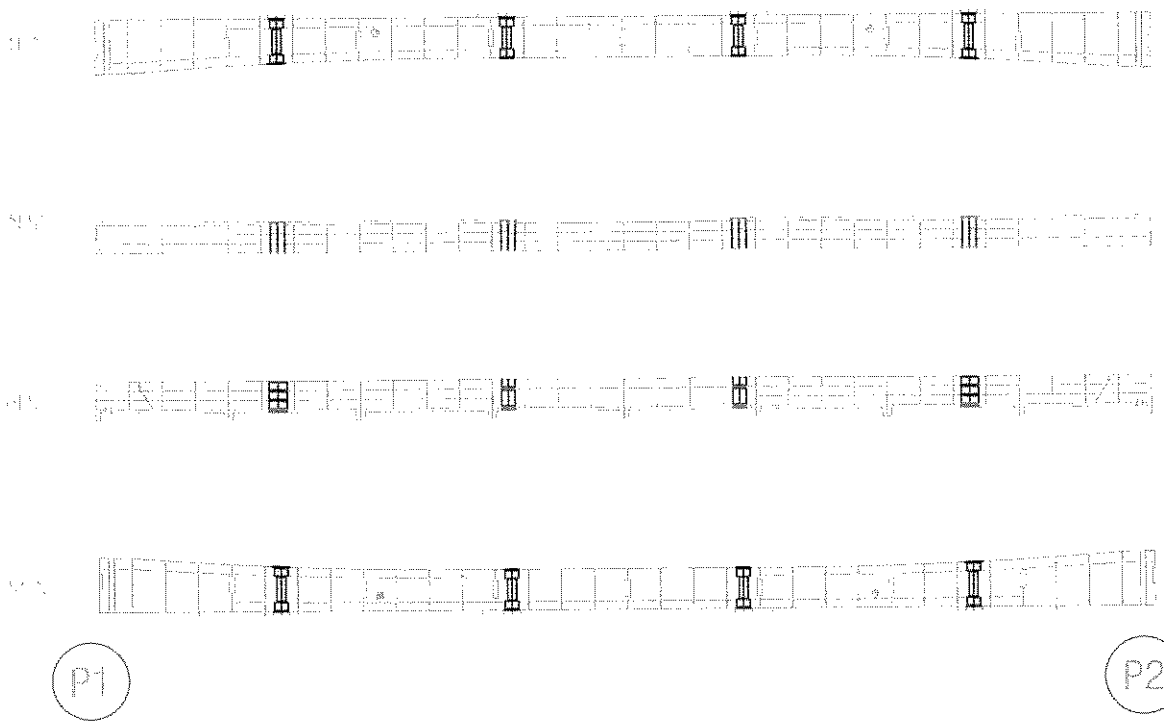


단면도



수하3교 (하행선)

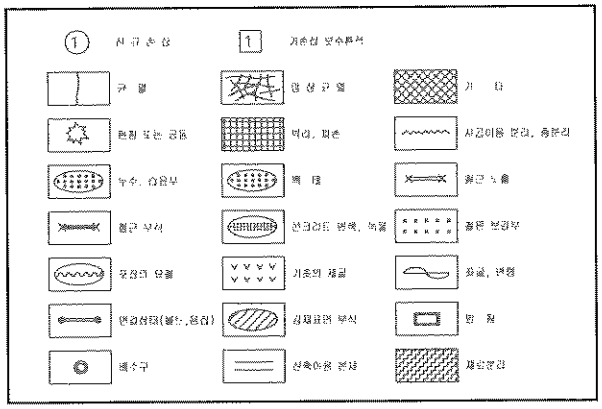
거더 내부 (G1)



손상물량표

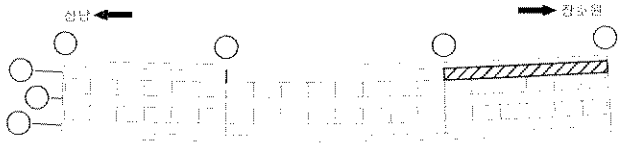
번호	손상내용	수량규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범례

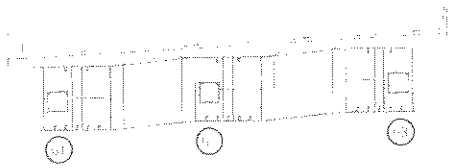


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형연	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G1)	31

KEY PLAN

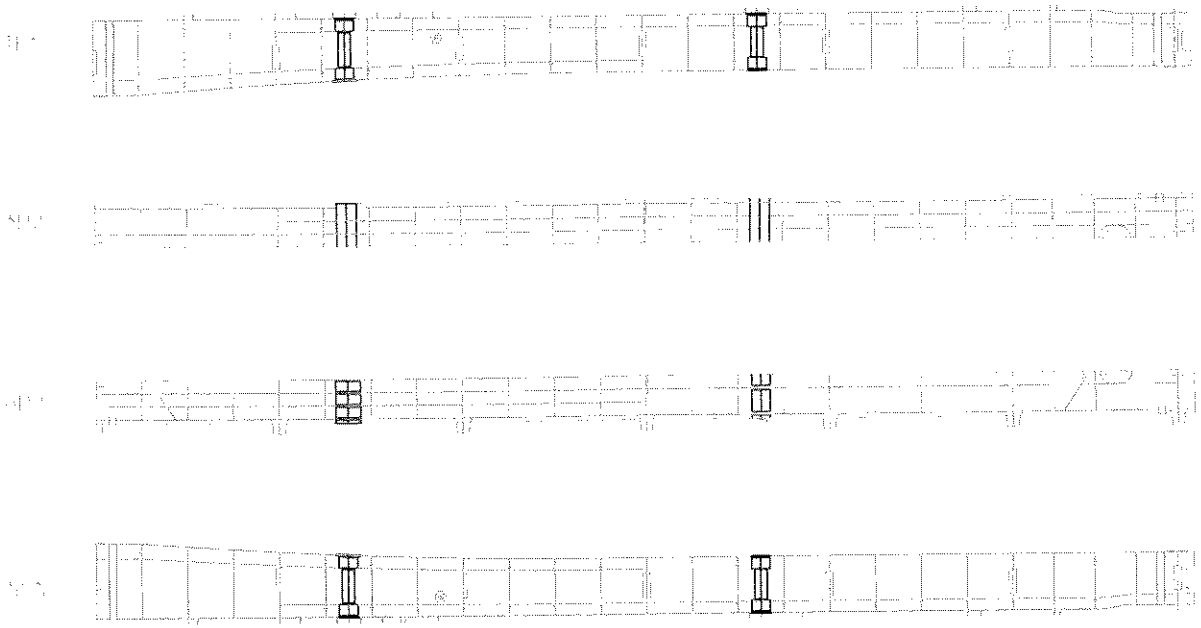


단면도



수하3교 (하행선)

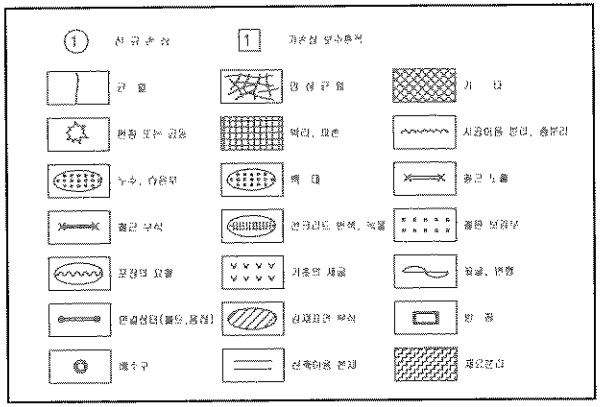
거더 내부 (G1)



손상물량표

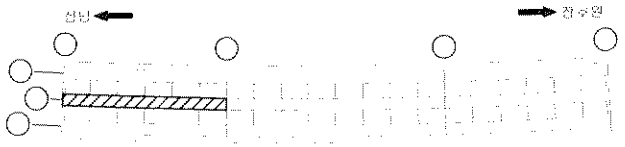
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범례

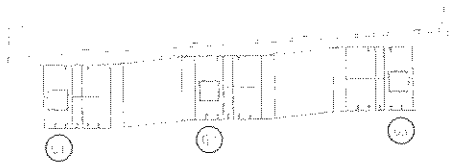


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G1)	32

KEY PLAN



단면도

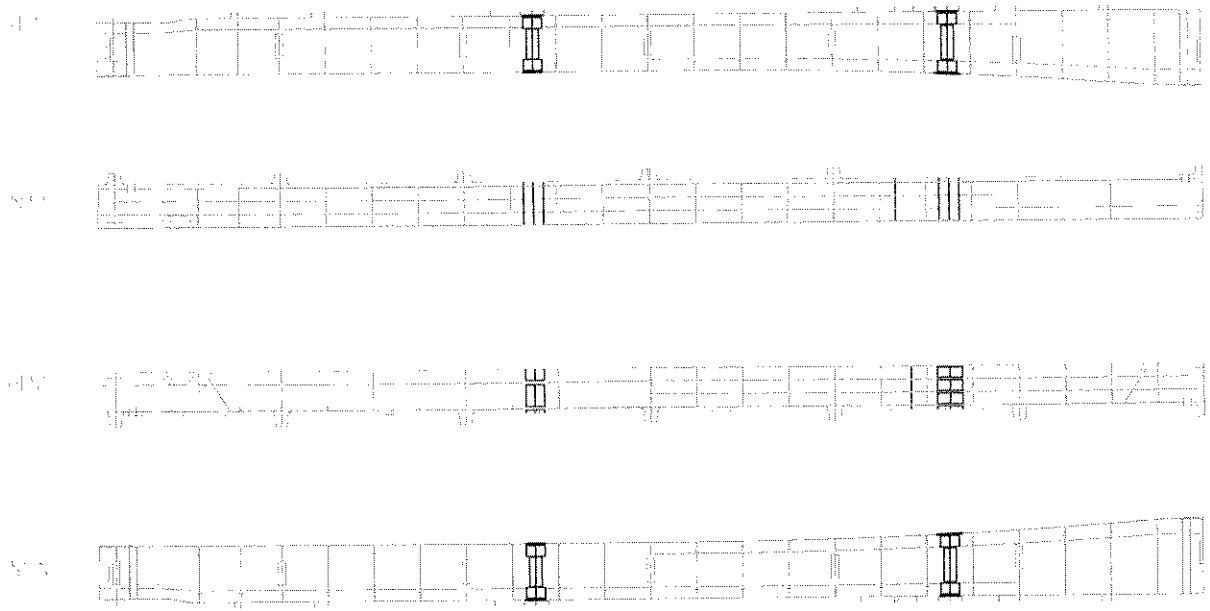


손상물량표

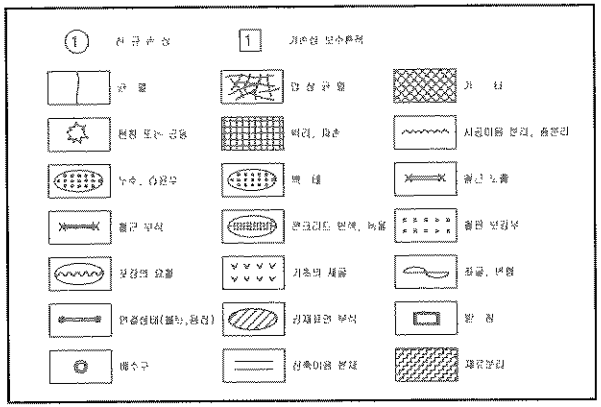
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

수하3교 (하행선)

거더 내부 (G2)

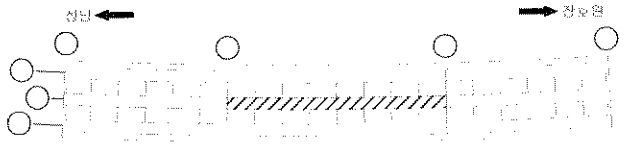


범 례

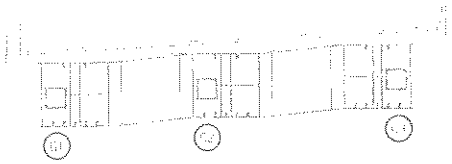


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G2)	33

KEY PLAN

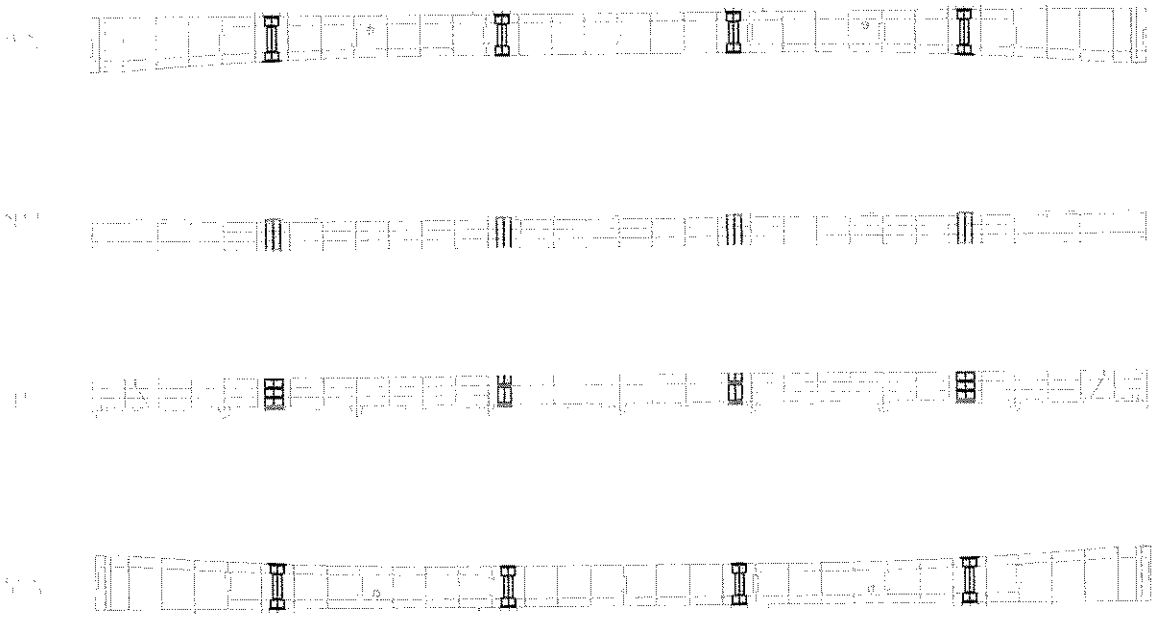


단면도



수하3교 (하행선)

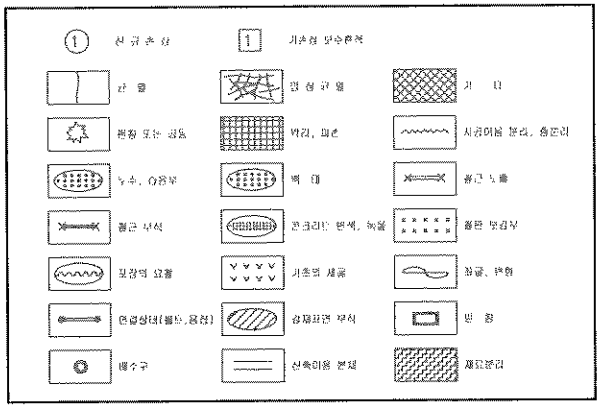
거더 내부 (G2)



손상물량표

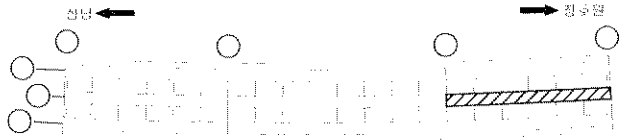
번호	손상단면	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

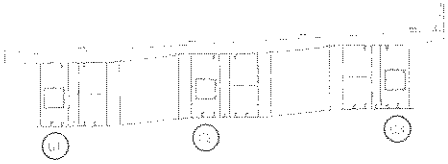


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G2)	34

KEY PLAN

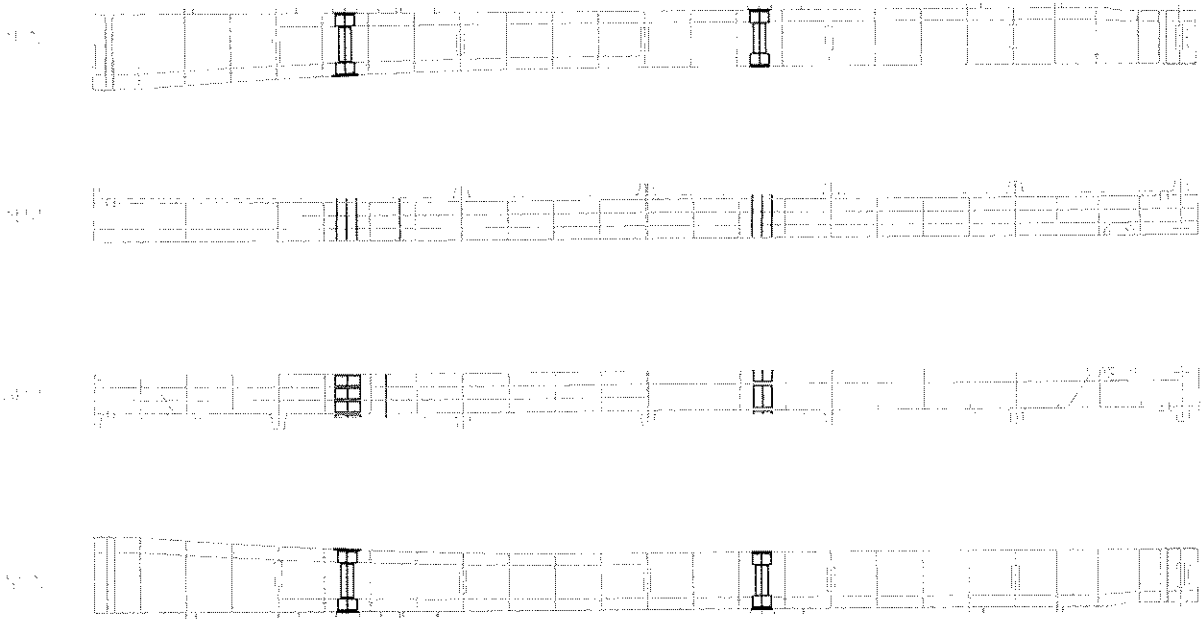


단면도



수하3교 (하행선)

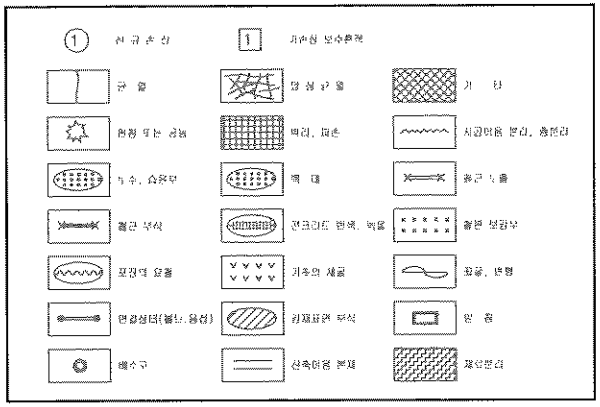
거더 내부 (G2)



손상물량표

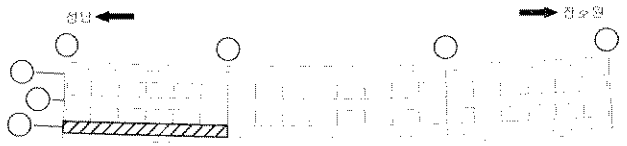
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

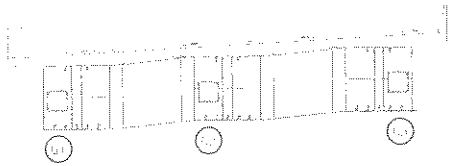


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G2)	35

KEY PLAN

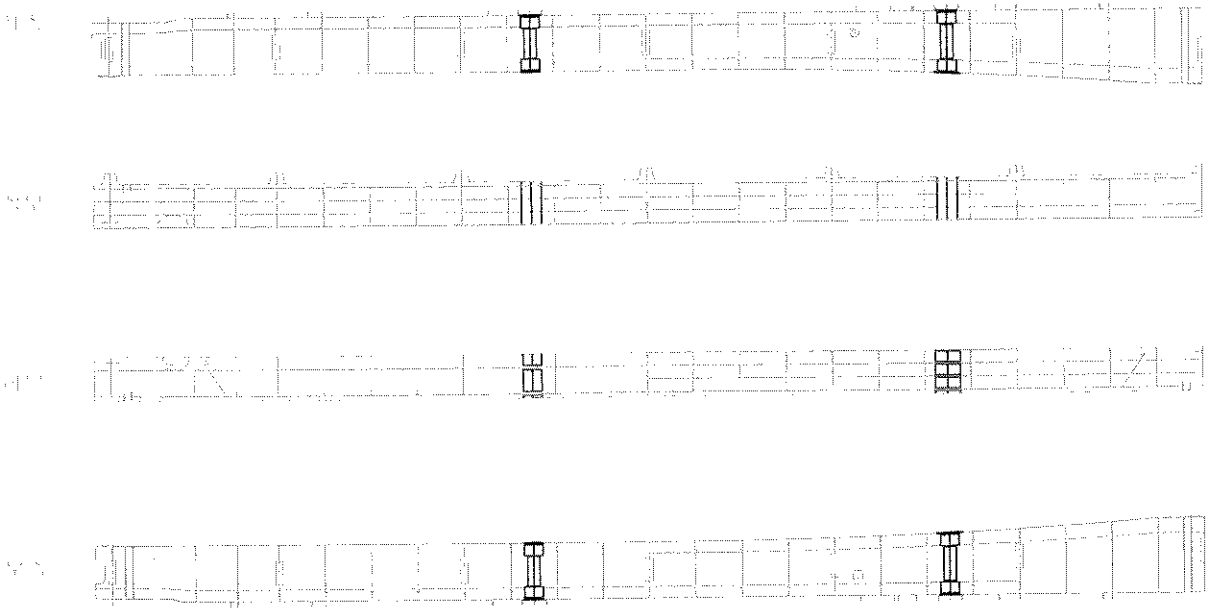


단면도



수하3교 (하행선)

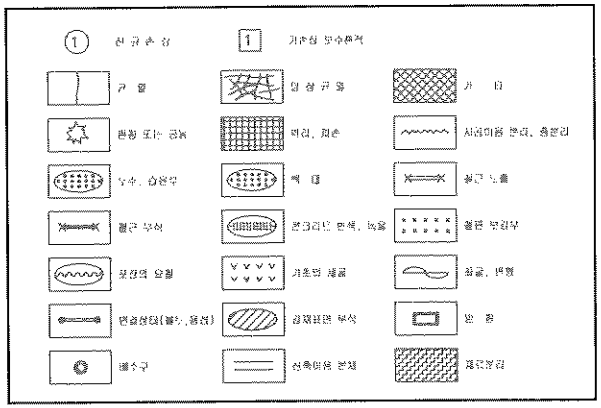
거더 내부 (G3)



손상물량표

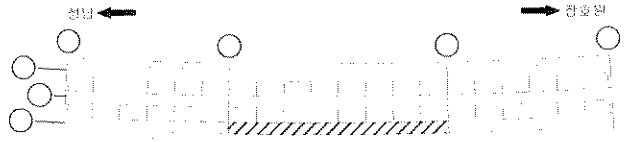
번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

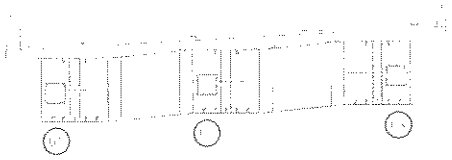


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G3)	36

KEY PLAN



단면도

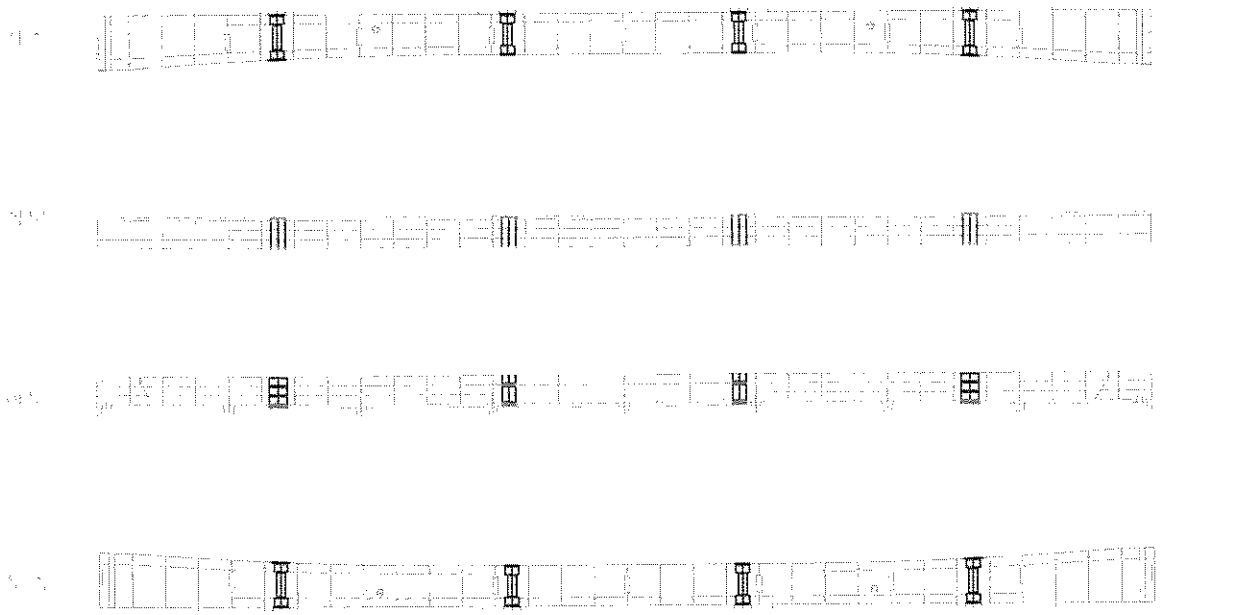


손상물량표

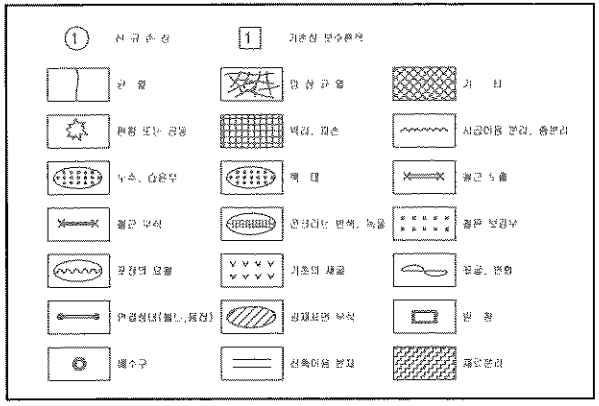
번호	손상 현황	손상규모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

수하3교 (하행선)

거더 내부 (G3)



범 례

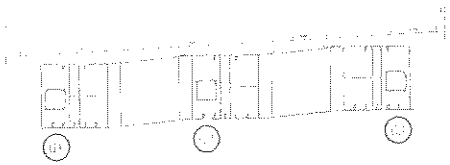


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 또 면	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 내부(G3)	37

KEY PLAN

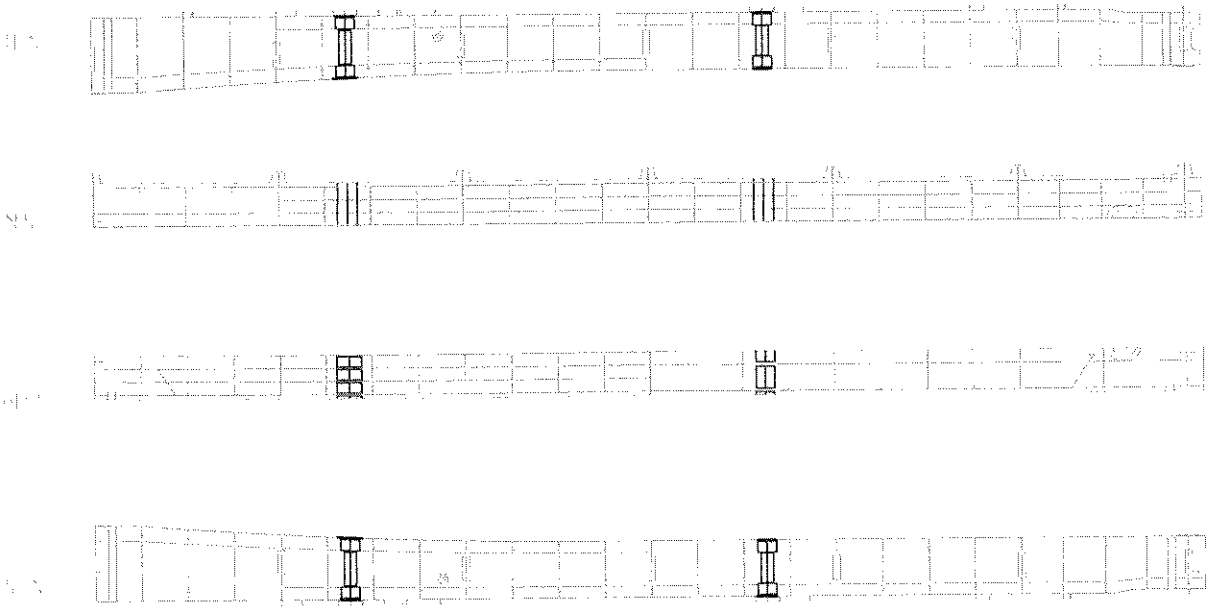


단면도



수하3교 (하행선)

거더 내부 (G3)



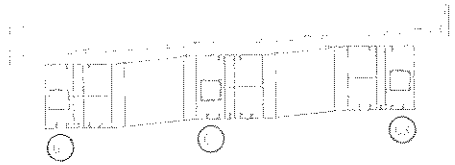
손상물량표

연번	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

KEY PLAN

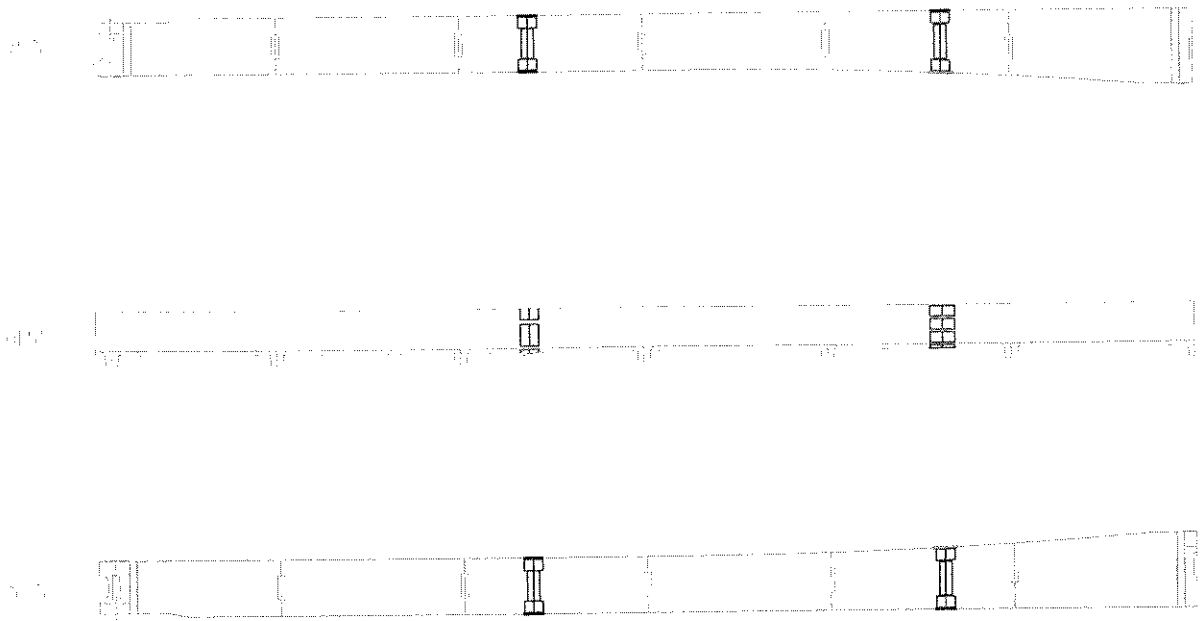


단면도



수하3교 (하행선)

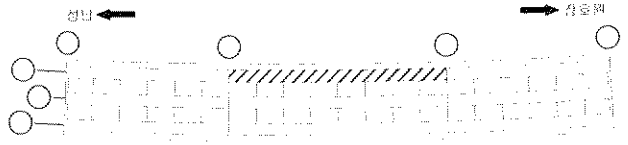
거더 외부 (G1)



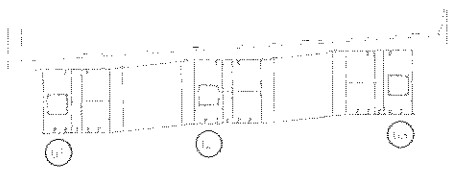
손상물량표

연 호	손 상 선 형	손 상 규 모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

KEY PLAN

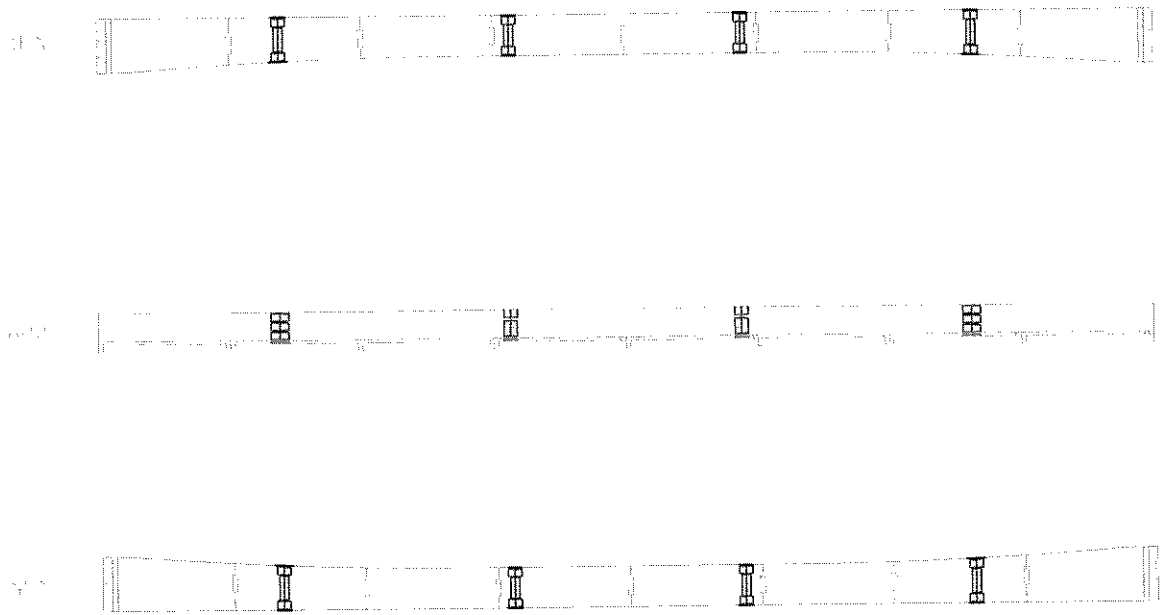


단면도



수하3교 (하행선)

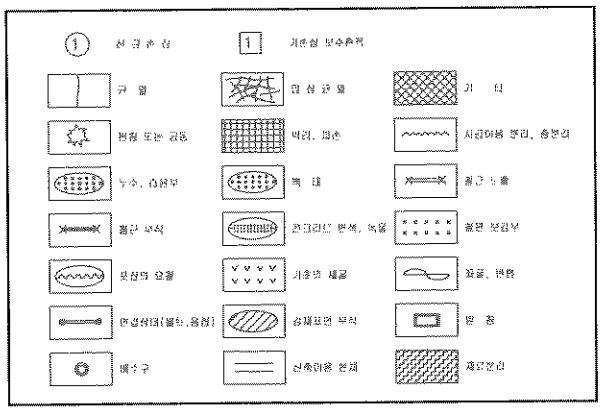
거더 외부 (G1)



손상물량표

번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

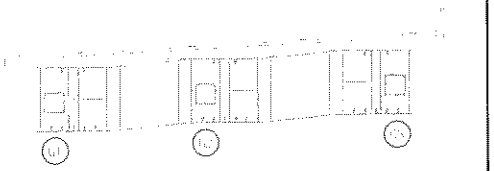


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G1)	49

KEY PLAN

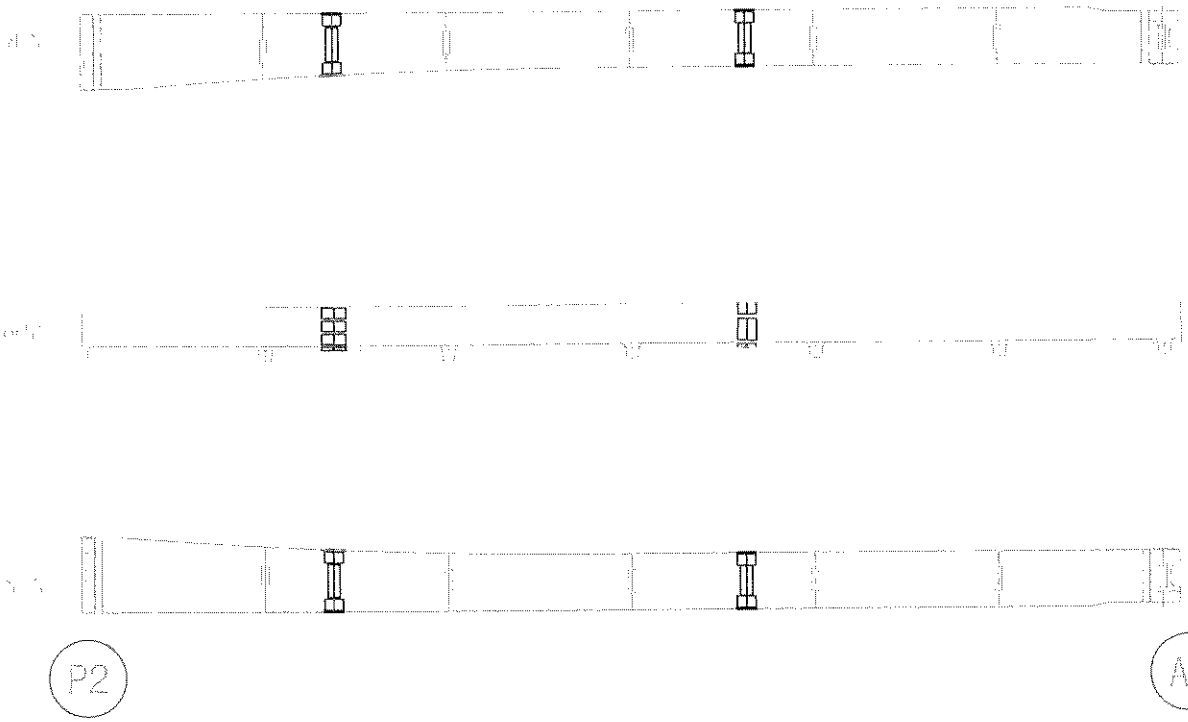


단면도



수하3교 (하행선)

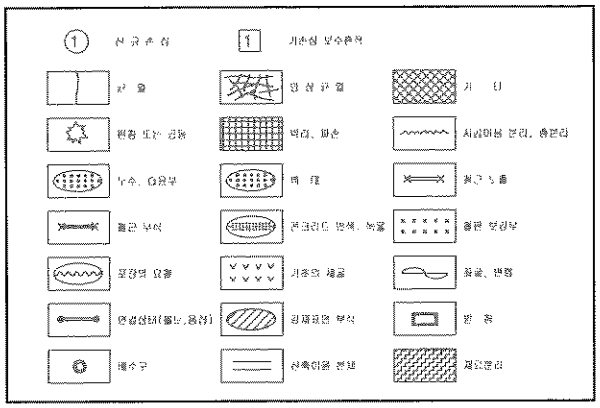
거더 외부 (G1)



손상물량표

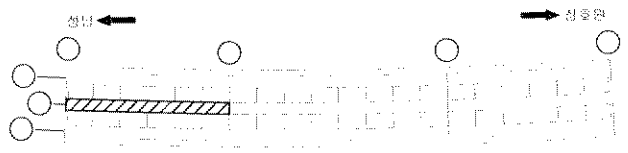
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

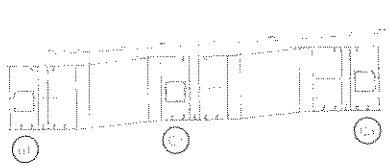


관리기관	노선명	시공사	설계기관	진단책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G1)	50

KEY PLAN



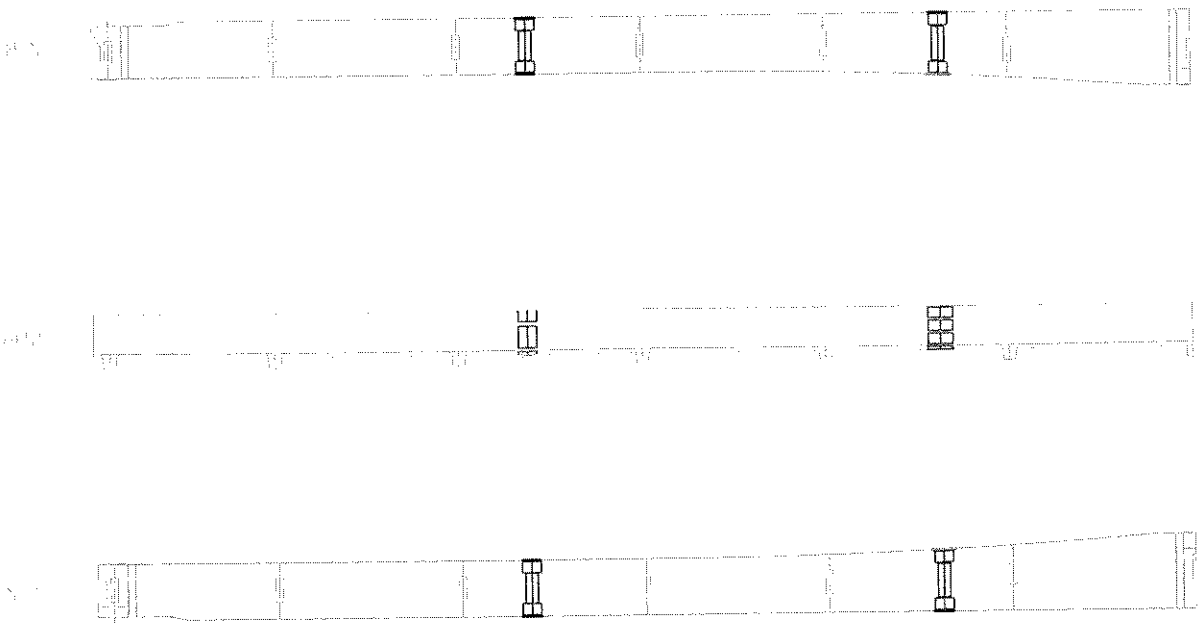
단면도



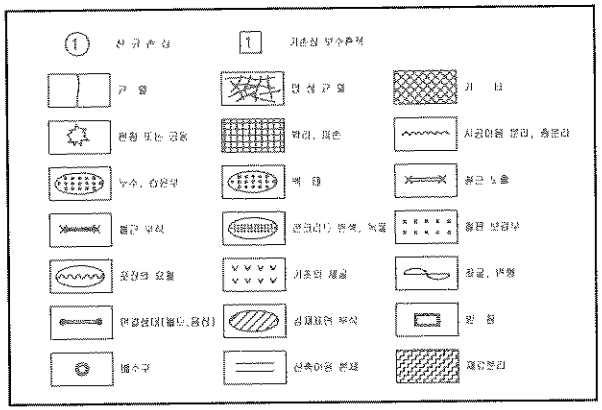
손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

수하3교 (하행선)

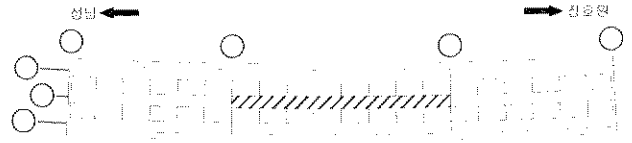


범 례

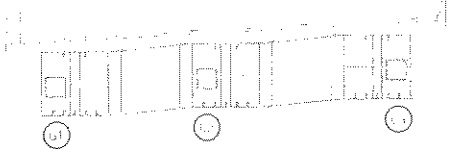


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G2)	51

KEY PLAN

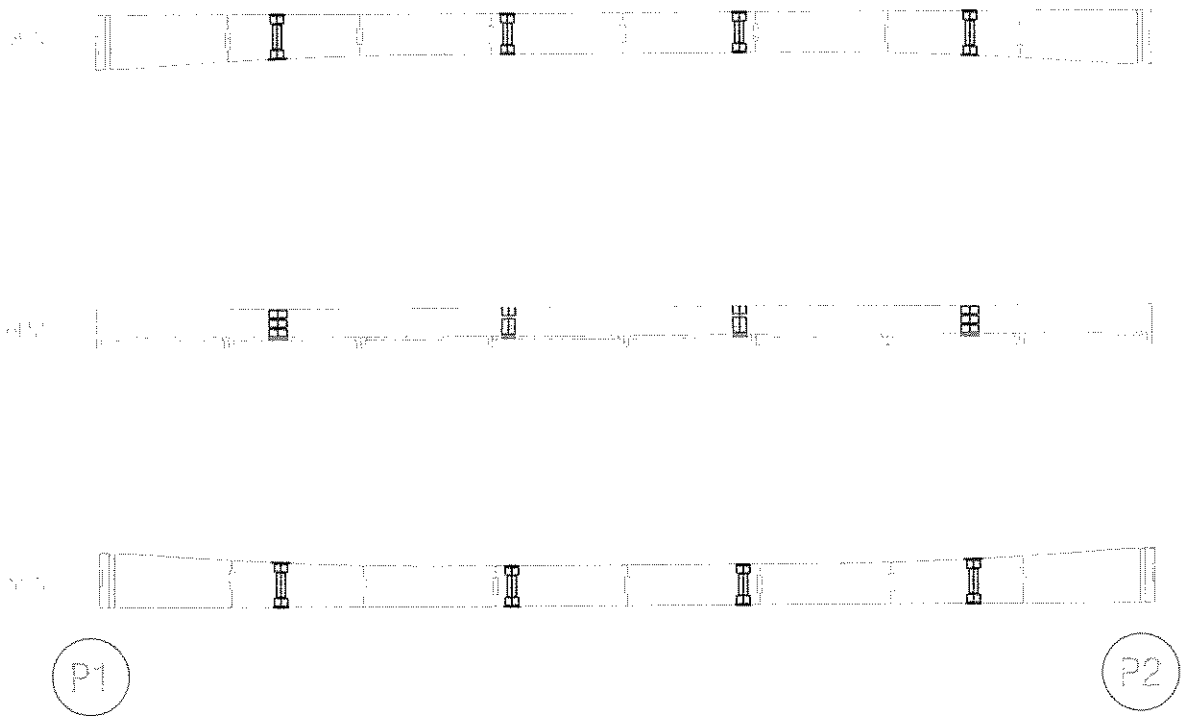


단면도



수하3교 (하행선)

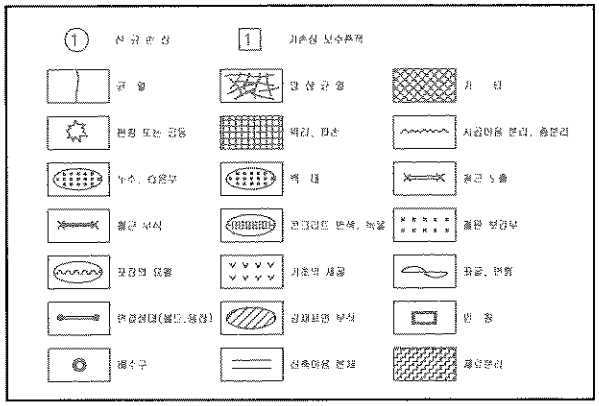
거더 외부 (G2)



손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범례

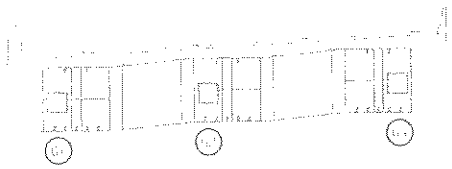


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G2)	52

KEY PLAN

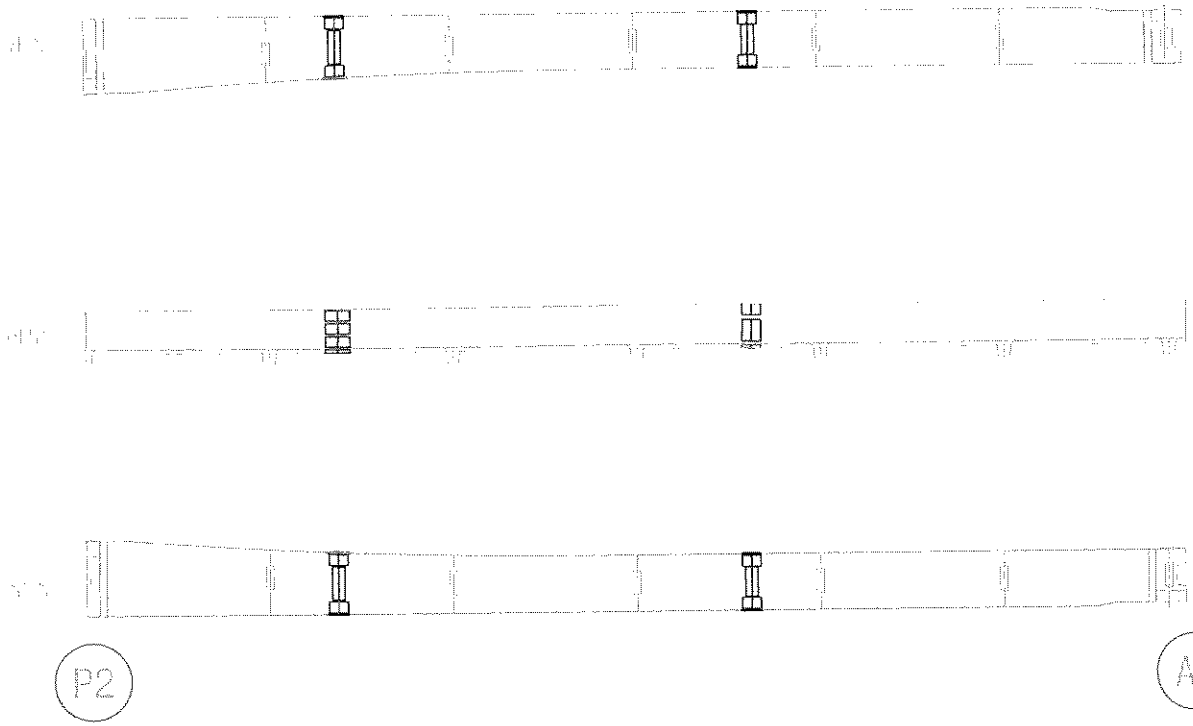


단면도



수하3교 (하행선)

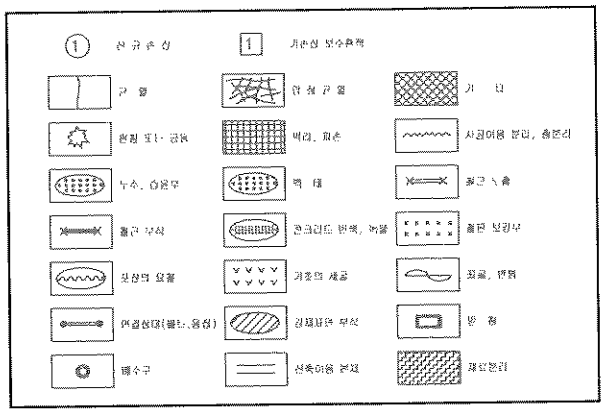
거더 외부 (G1)



손상물량표

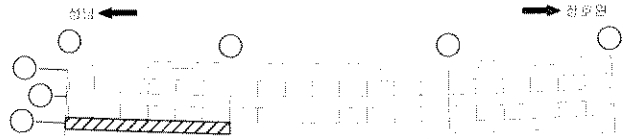
번호	손상위치	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

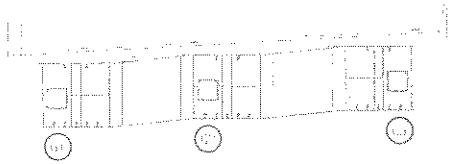


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G2)	53

KEY PLAN

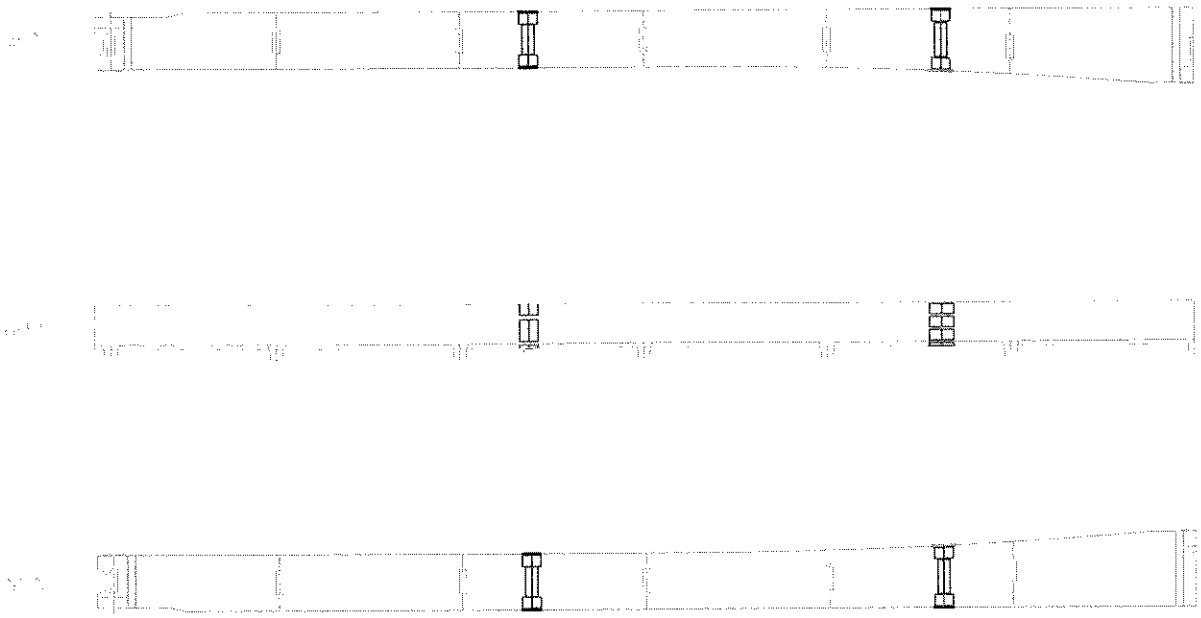


단면도



수하3교 (하행선)

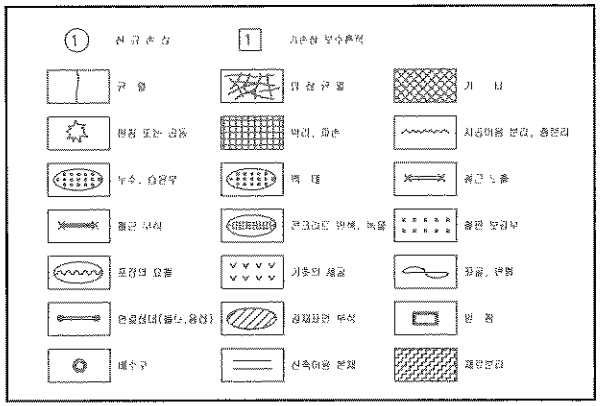
거더 외부 (G3)



손상물량표

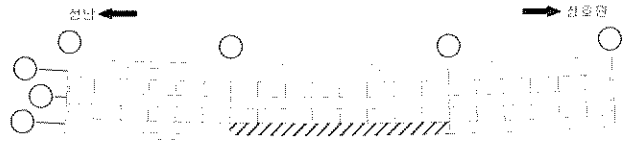
번호	손상내용	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

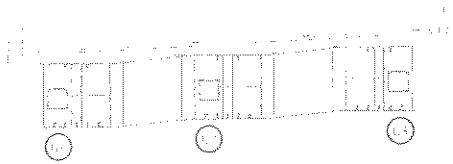


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G3)	54

KEY PLAN

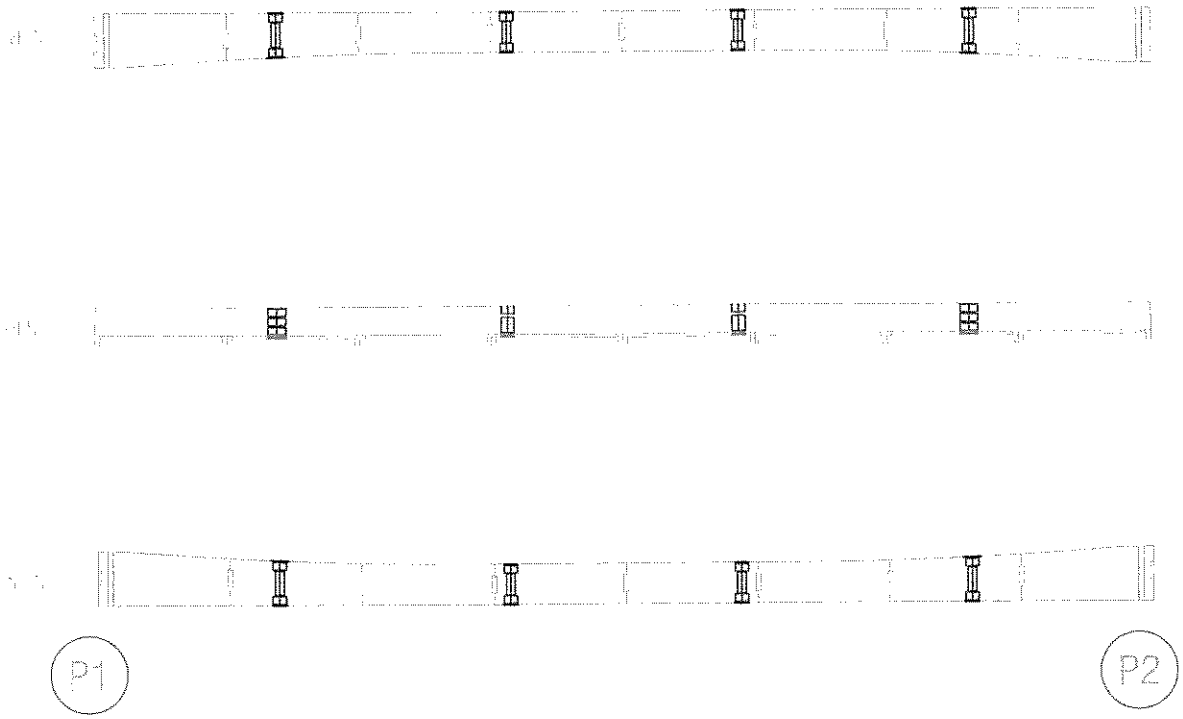


단면도



수하3교 (하행선)

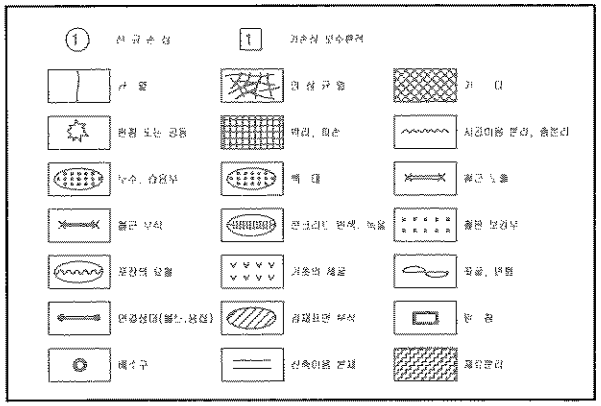
거더 외부 (G3)



손상물량표

번호	손상 현황	손상 규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

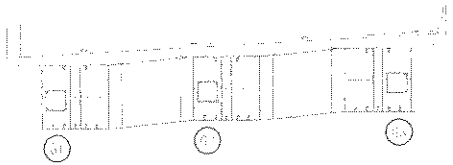


관리기관	노선명	시공사	진단기관	진단책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	상환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G3)	55

KEY PLAN

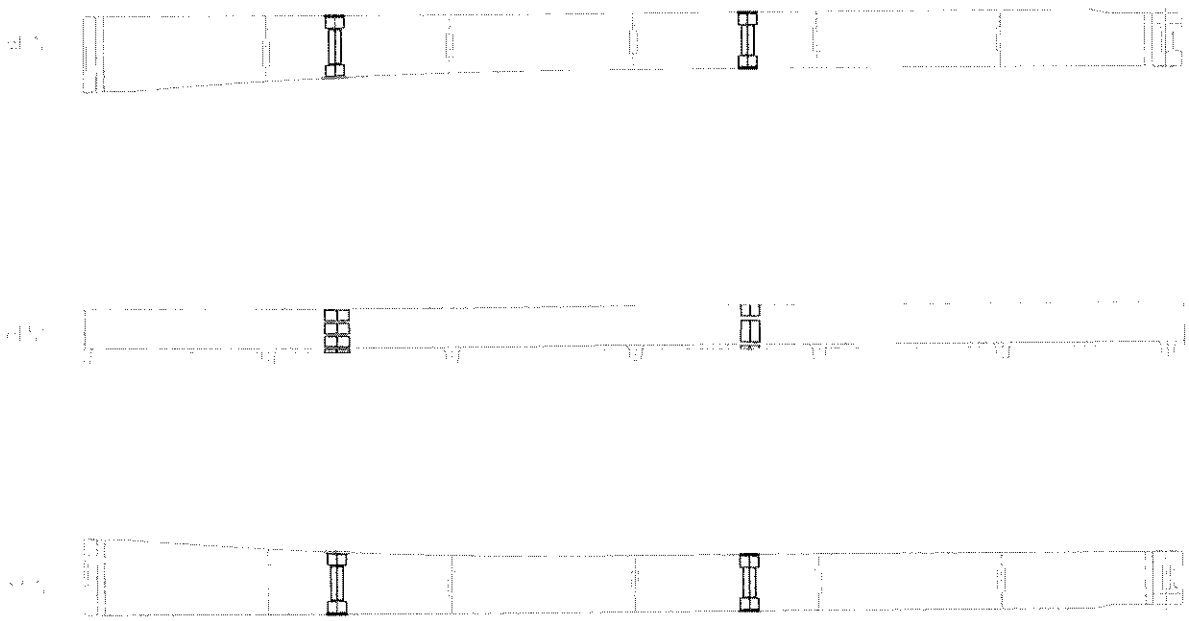


단면도



수하3교 (하행선)

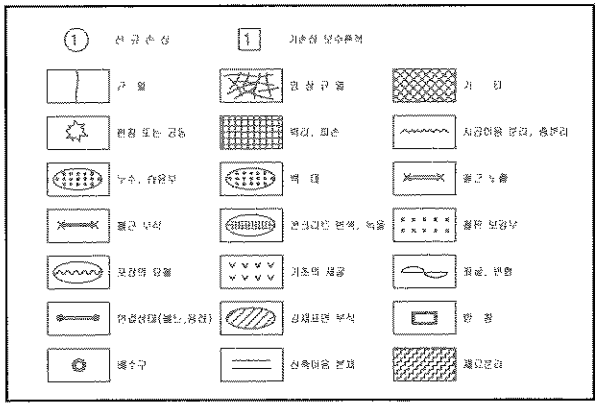
거더 외부 (G3)



손상물량표

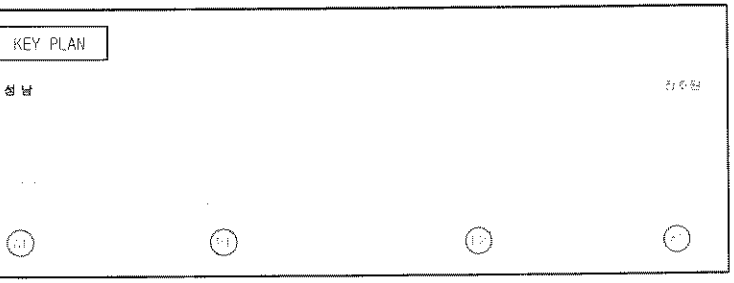
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

범 례

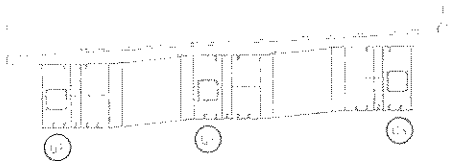


관리기관	노선명	시공사	진단기관	신년책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	거더 외부(G3)	56

KEY PLAN

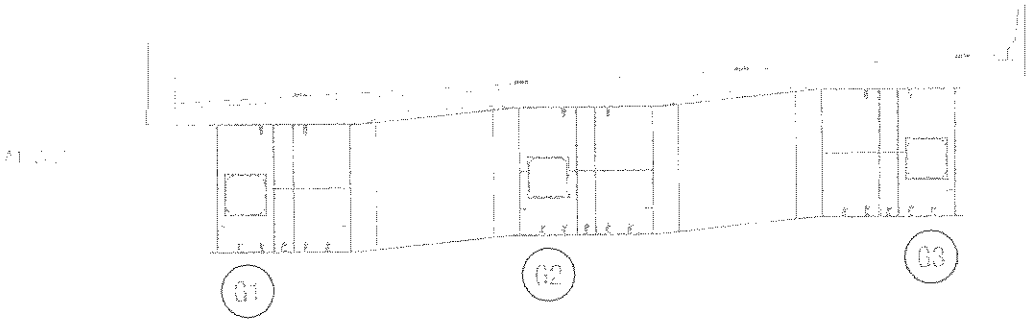


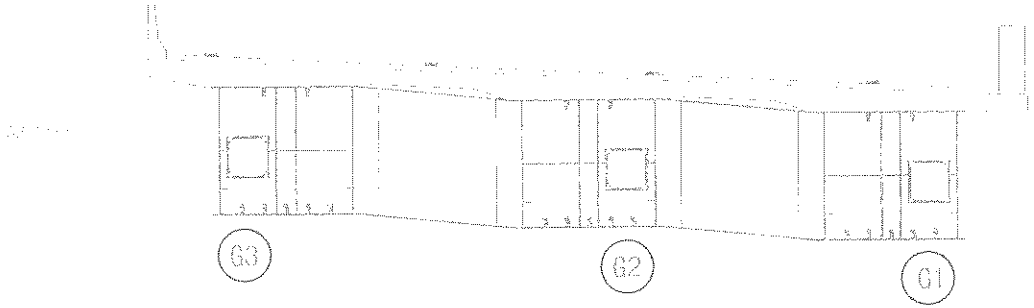
단면도



수하3교 (하행선)

격벽

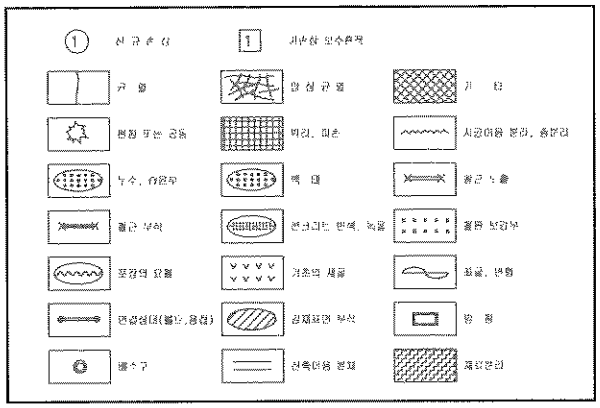




손상물량표

번 호	손 상 내 용	손상규모					비 고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

범 례

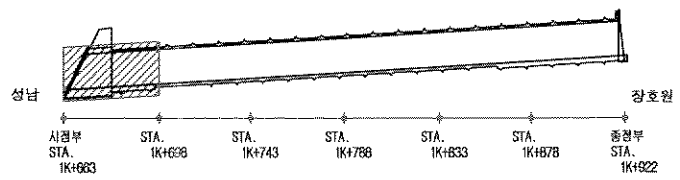


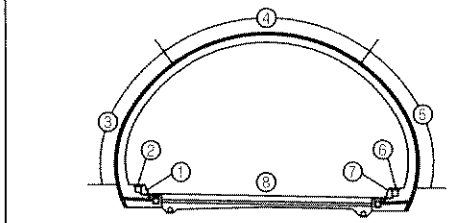
관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	진 단 기 관	진단책임기술자	구 조 형 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	수하3교(하행선)	격벽(2)	58

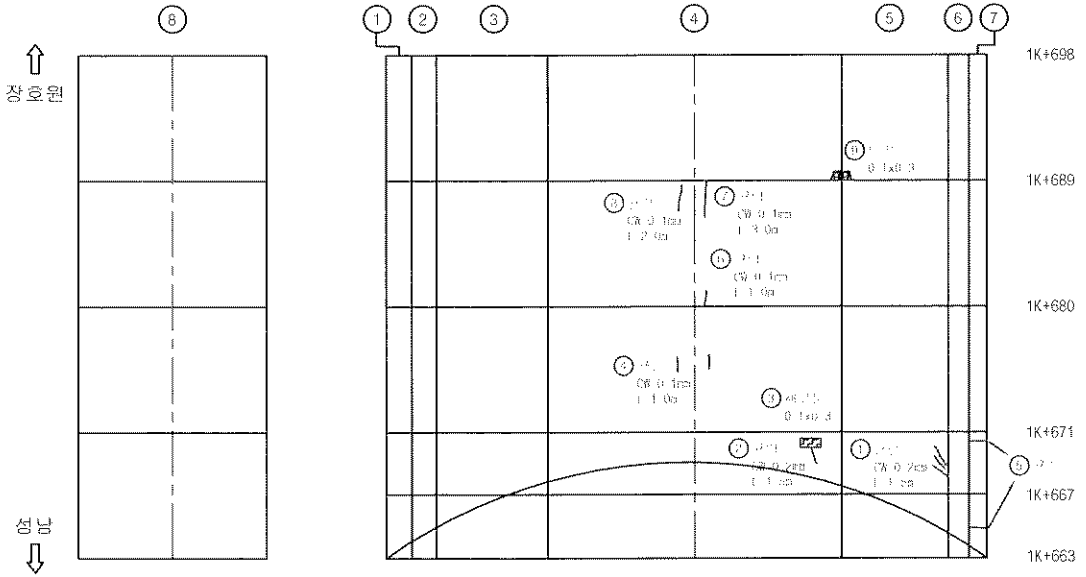
2) 봉현터널

① 성남방향

KEY PLAN



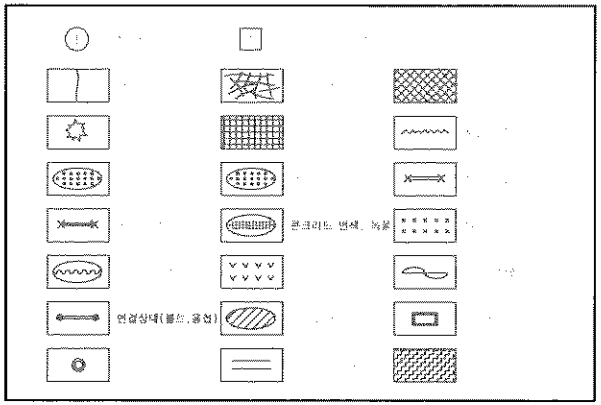




손상물량표

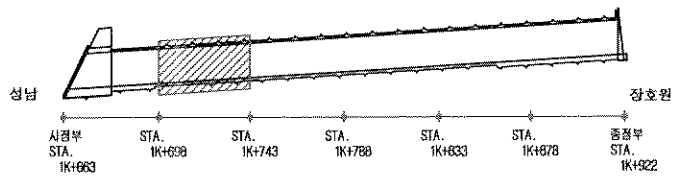
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.5			3	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.5			1	보수완료
③	재료분리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	1.0			2	
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	1.0			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	3.0			1	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	2.0			1	보수완료
⑨	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료

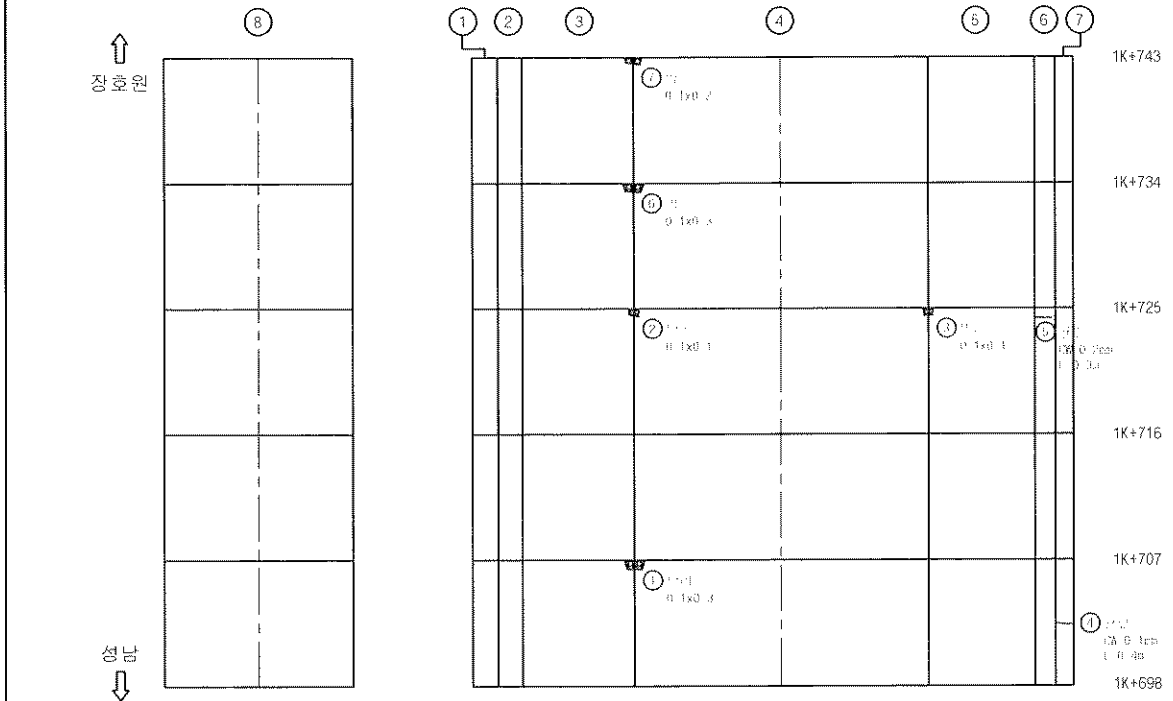
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검세밈기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (상행선)	STA. 1K+663~1K+698	1

KEY PLAN

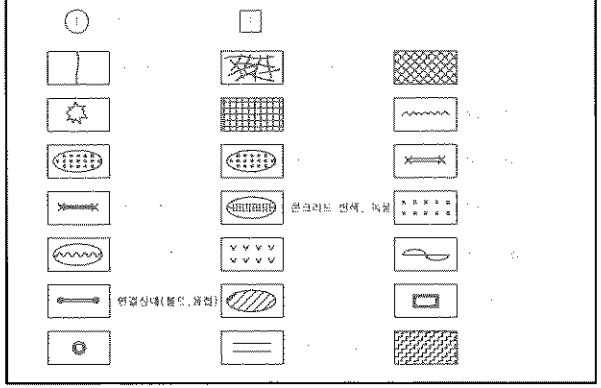




손상물량표

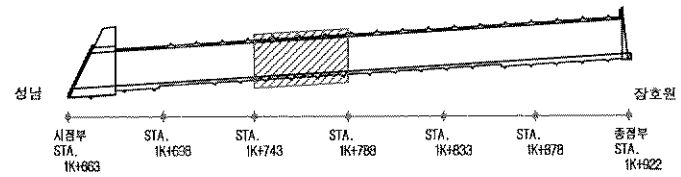
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
②	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
③	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.3			1	
⑥	박리		0.1	0.3	0.03	1	
⑦	박리		0.1	0.2	0.02	1	보수완료

범 례



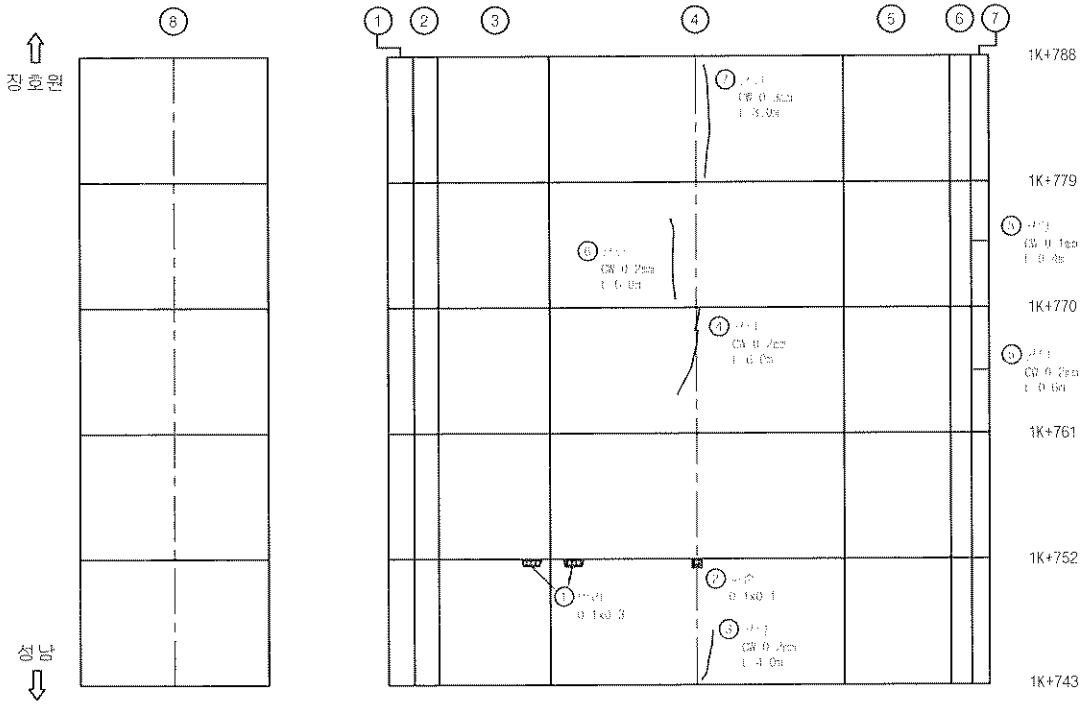
관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	노연명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (상행선)	STA. 1K+698~1K+743	2

KEY PLAN

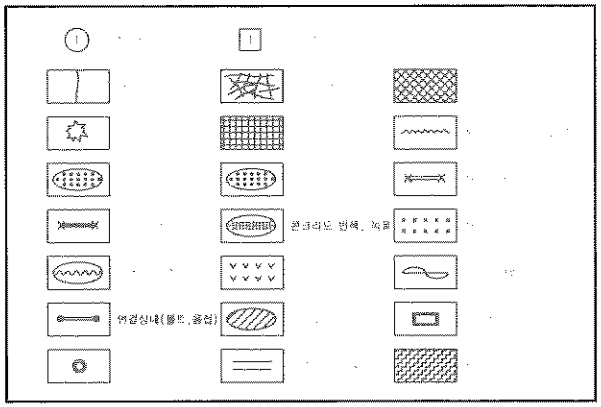


손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	박리		0.1	0.3	0.03	2	보수완료
②	파손		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	4.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	6.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.6			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	6.0			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 이상)	0.3	8.0			1	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

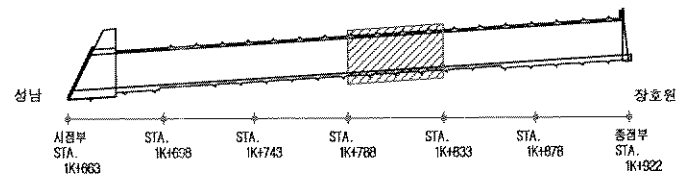


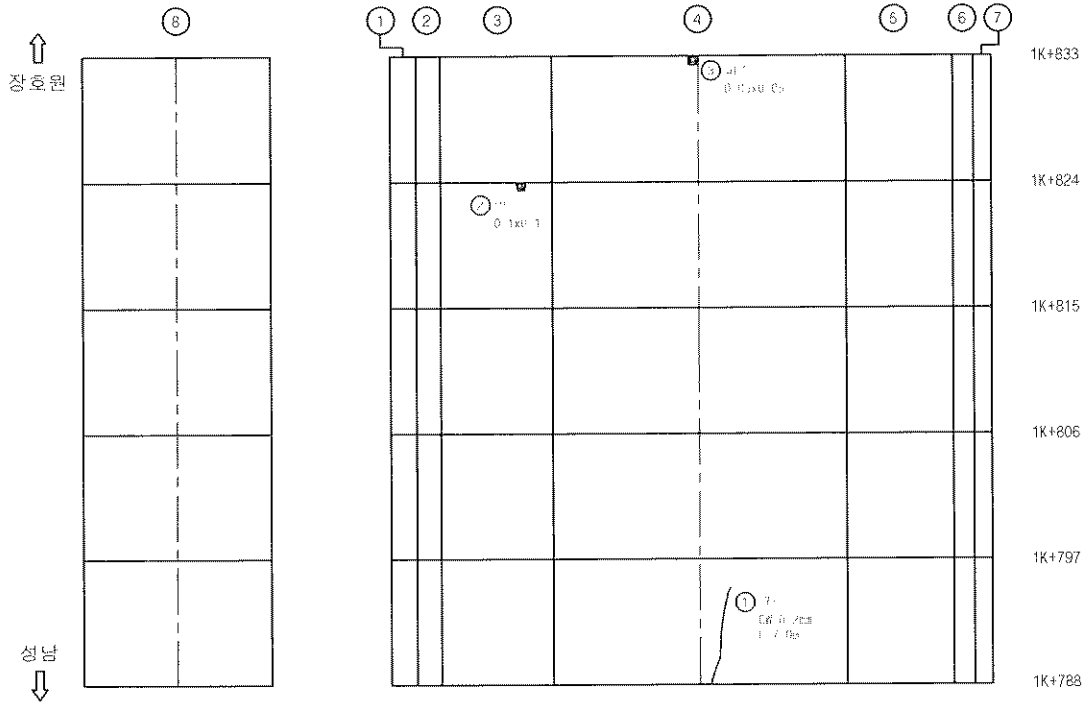
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (상행선)	STA.1K+743~1K+788	3

KEY PLAN

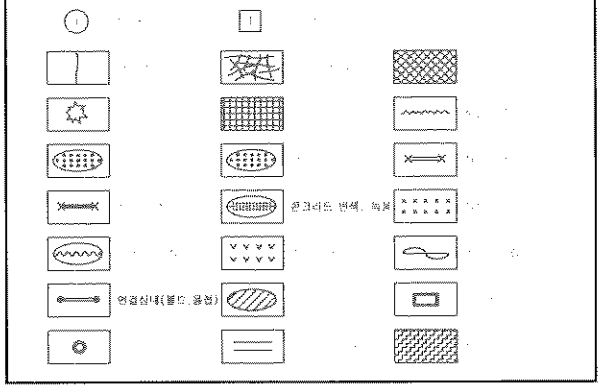




손상물량표

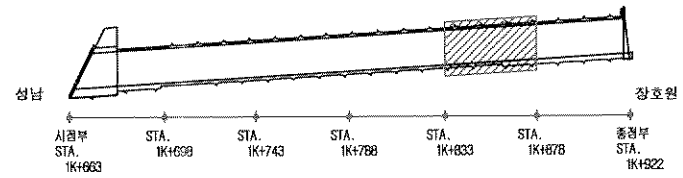
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	7.0			1	보수완료
②	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
③	파손		0.05	0.05	0.0025	1	보수완료

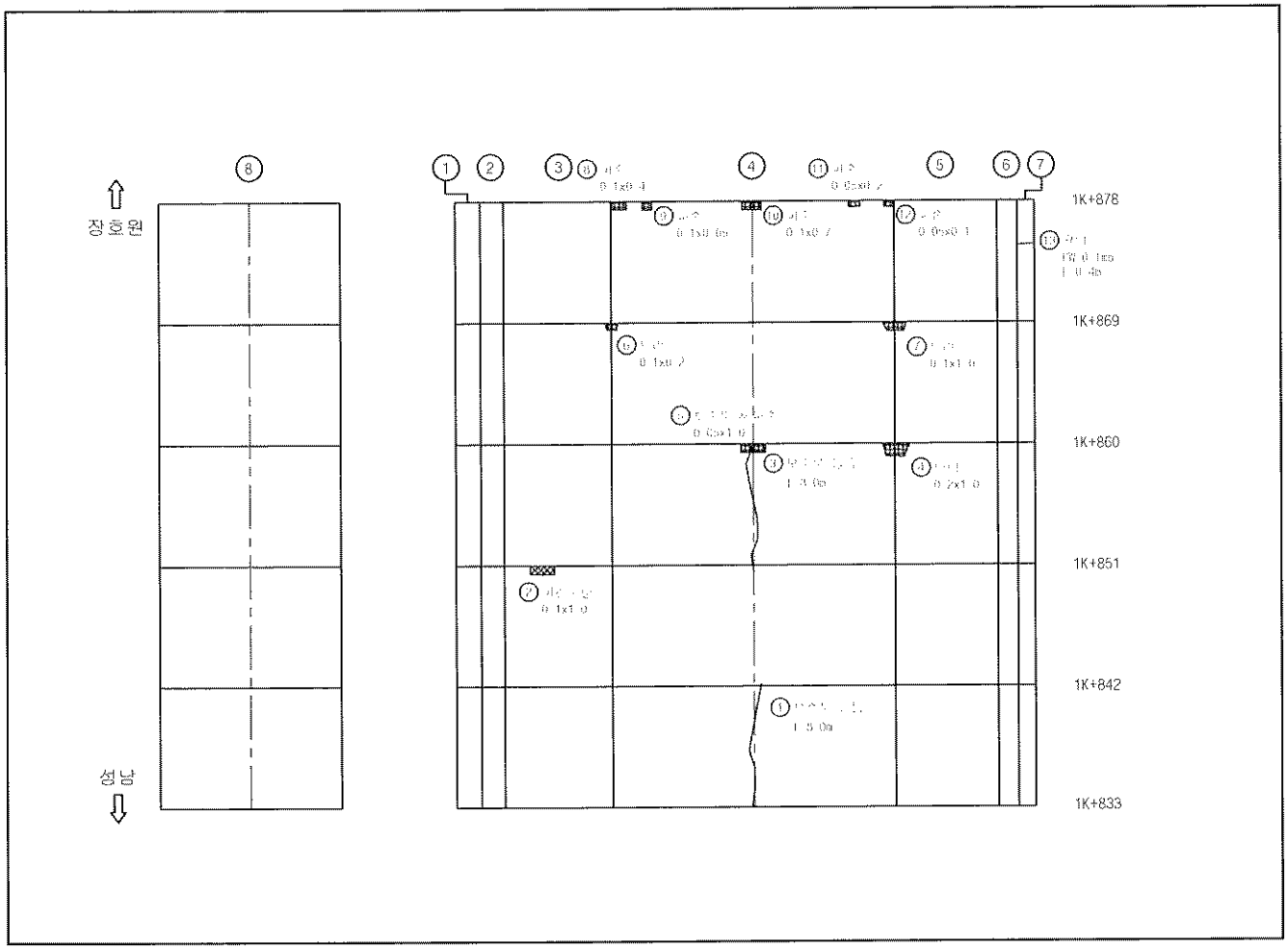
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형방	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (상행선)	STA. 1K+788~1K+833	4

KEY PLAN

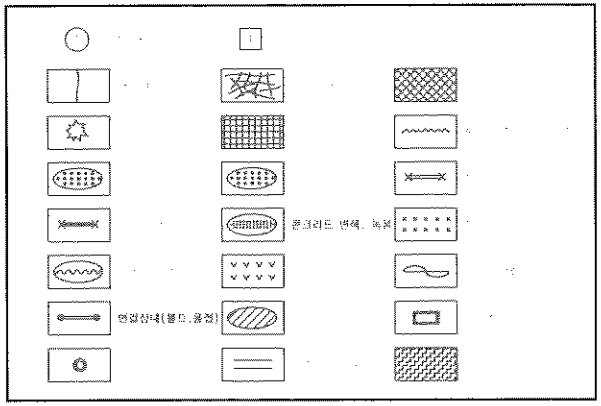




손상물량표

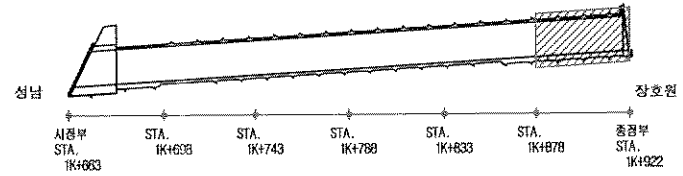
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	보수부 들뜸		8.0			1	보수완료
②	마감불량		0.1	1.0	0.1	1	보수완료
③	보수부 들뜸		8.0			1	보수완료
④	박락		0.2	1.0	0.2	1	보수완료
⑤	보수부 재파손		0.05	1.0	0.05	1	보수완료
⑥	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
⑦	박리		0.1	1.0	0.1	1	보수완료
⑧	파손		0.1	0.4	0.04	1	보수완료
⑨	파손		0.1	0.05	0.005	1	보수완료
⑩	파손		0.1	0.7	0.07	1	보수완료
⑪	파손		0.05	0.2	0.01	1	보수완료
⑫	파손		0.05	0.1	0.005	1	
⑬	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

범 례

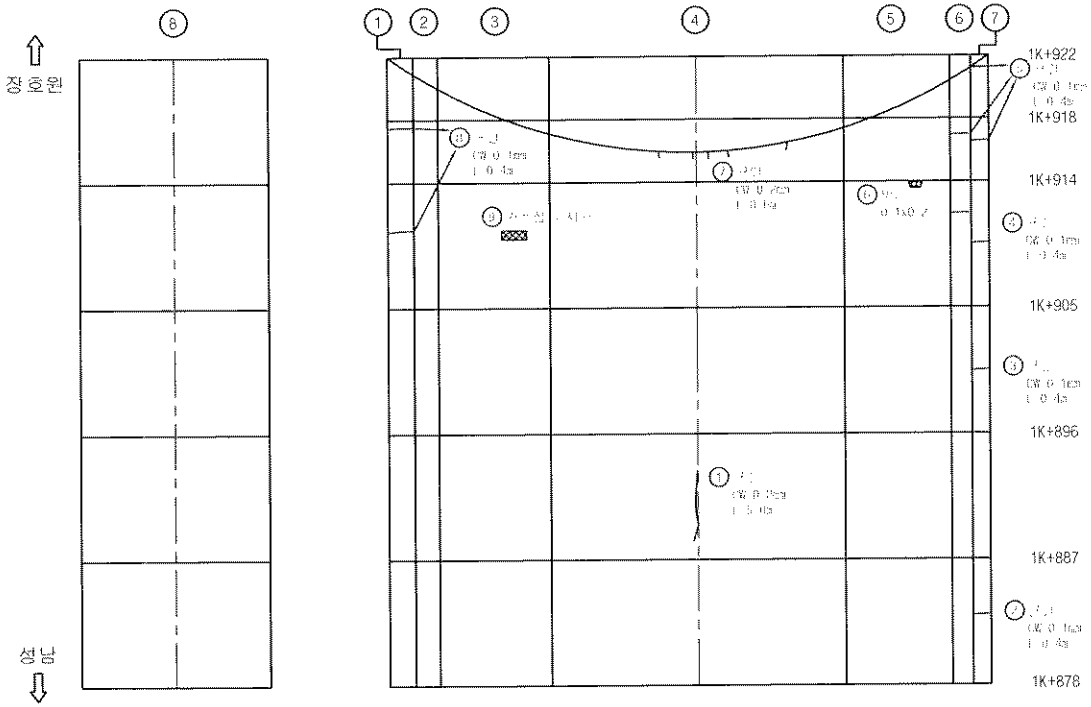


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (상행선)	STA. 1K+833~1K+878	5

KEY PLAN



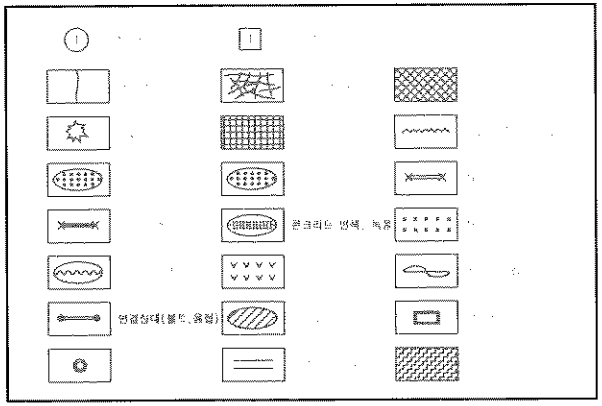
보수완료



손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	5.0			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			3	보수완료
⑥	박리		0.1	0.2	0.02	1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.6			5	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
⑨	거푸집 미제거					1	

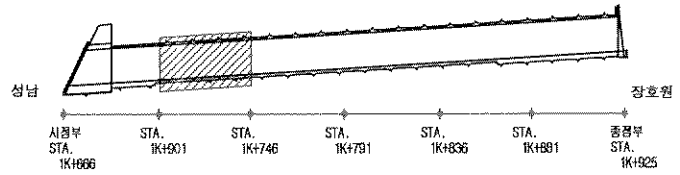
범 례

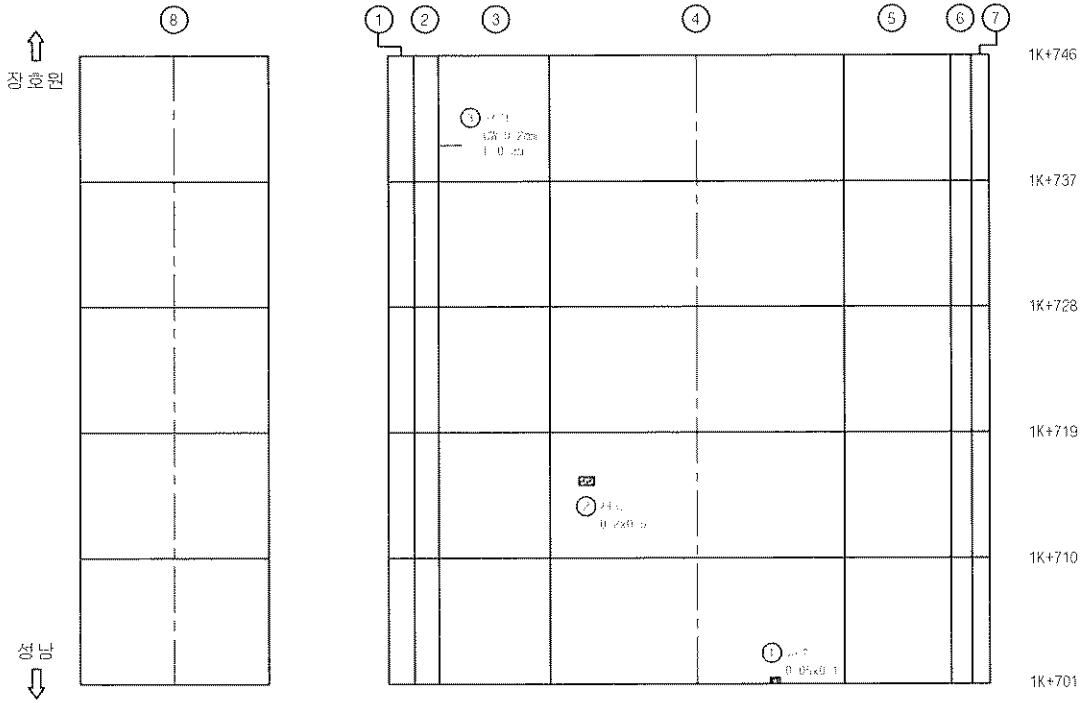


관리기관	노선명	시공사	심검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (상행선)	STA. 1K+878~1K+922	6

② 장호원방향

KEY PLAN

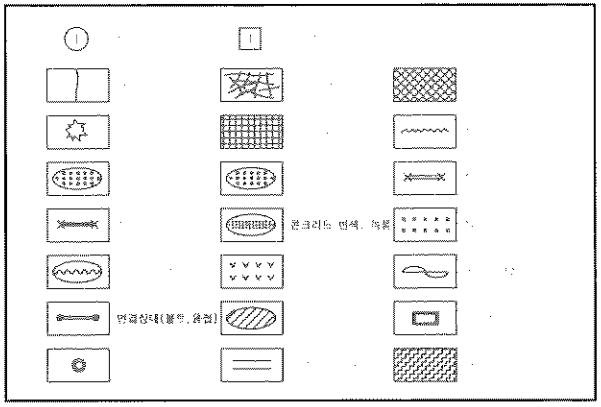




손상물량표

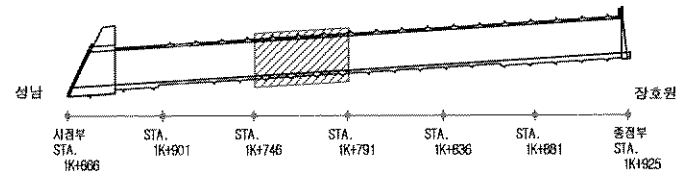
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	파손		0.05	0.1	0.005	1	보수완료
②	재료분리		0.2	0.5	0.1	1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.3			1	보수완료

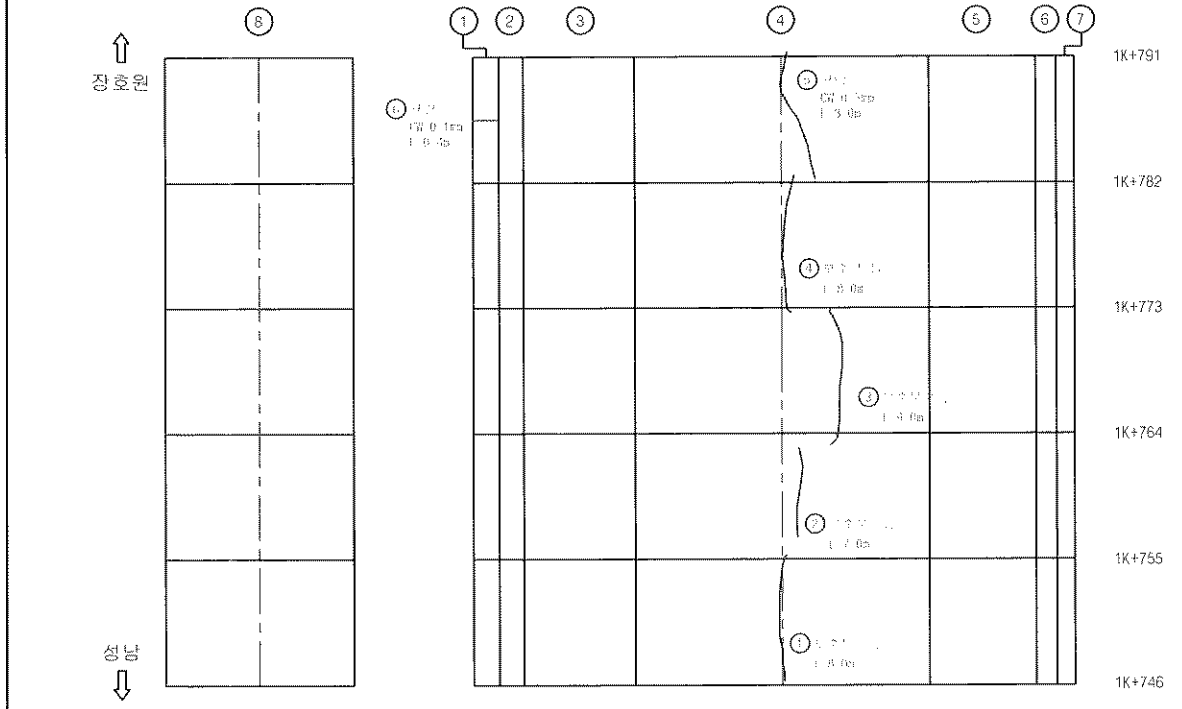
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임자소속	구수조명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (하행선)	STA. 1K+701~1K+746	8

KEY PLAN

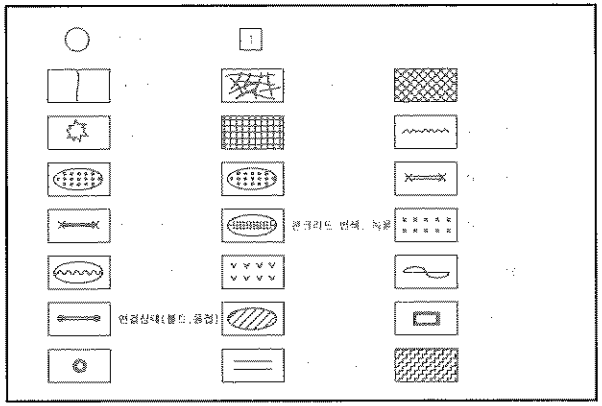




손상물량표

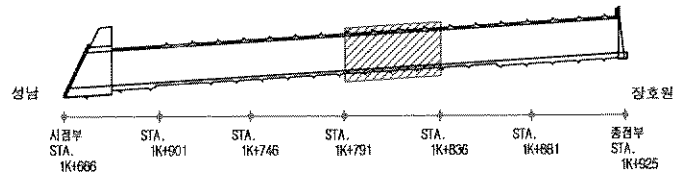
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	보수부 들뜸		8.0			1	보수완료
②	보수부 들뜸		7.0			1	보수완료
③	보수부 들뜸		9.0			1	보수완료
④	보수부 들뜸		8.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3㎜ 이상)	0.3	8.0			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	

범 례



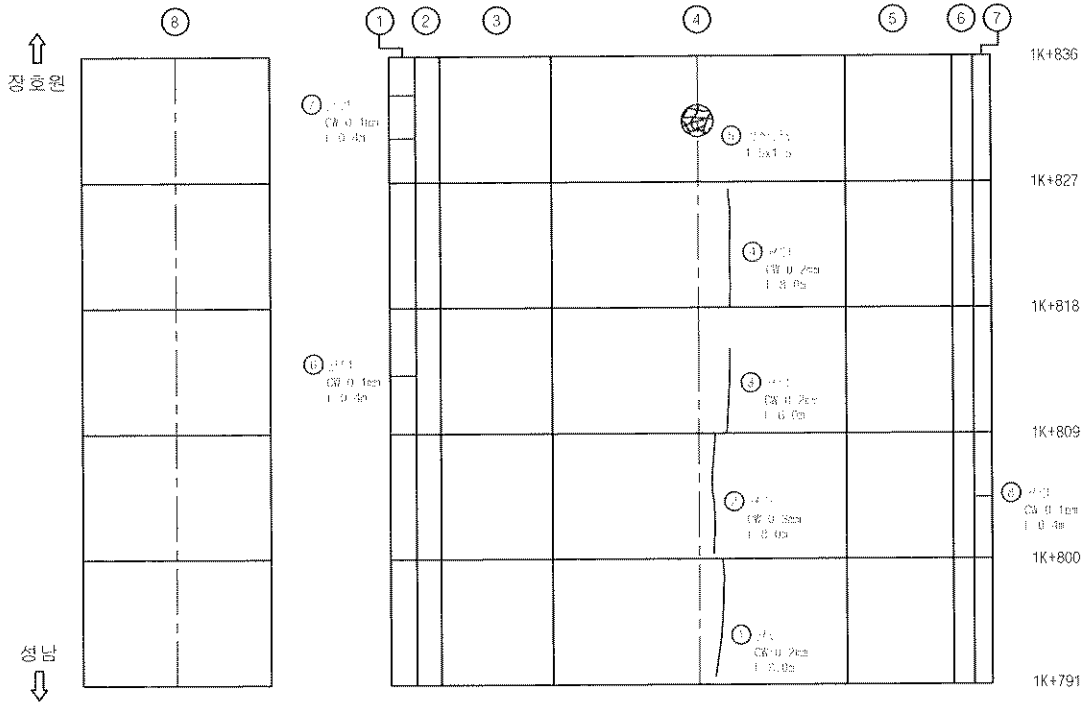
관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술사	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (하행선)	STA. 1K+746~1K+791	9

KEY PLAN

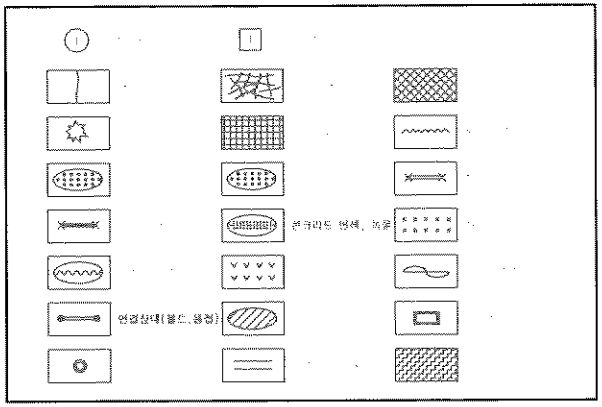


손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	8.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 이상)	0.3	8.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	8.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	8.0			1	보수완료
⑤	망상균열		1.5	1.5	2.25	1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

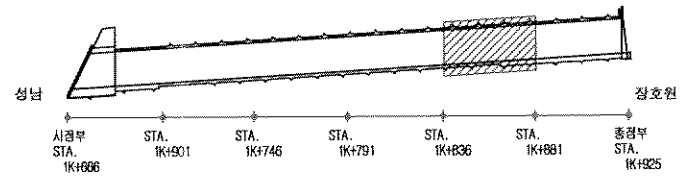


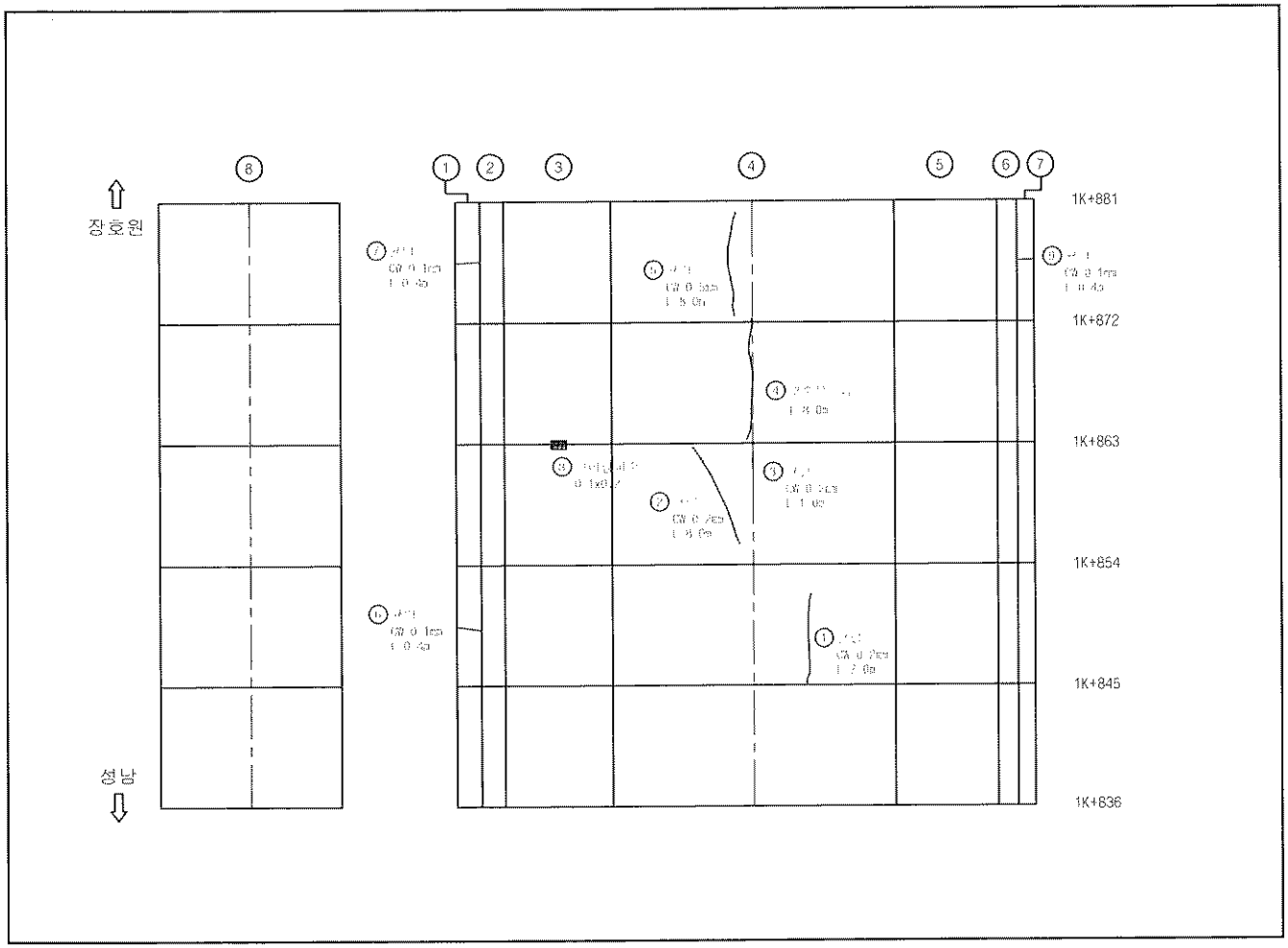
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형식	노면량	노면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	붕현터널 (하행선)	STA. 1K+791~1K+836	10

KEY PLAN

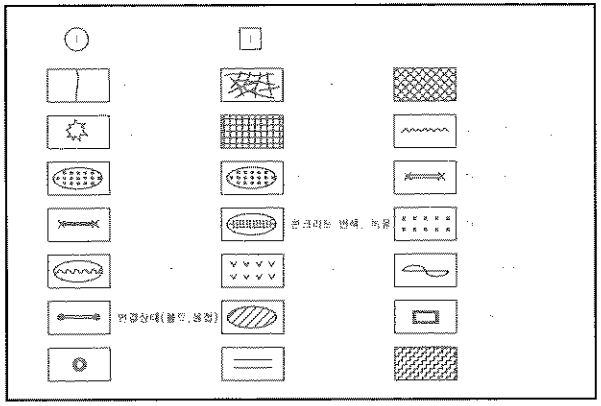




손상물량표

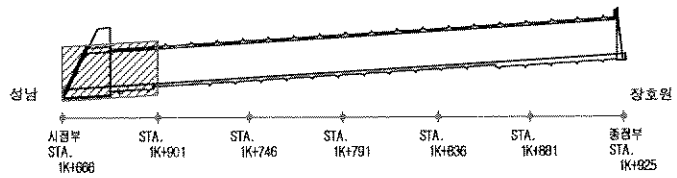
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	7.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	8.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.0			1	보수완료
④	보수부 들뜸		8.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 이상)	0.5	8.0			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑧	라이닝파손		0.1	0.2	0.02	1	보수완료
⑨	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

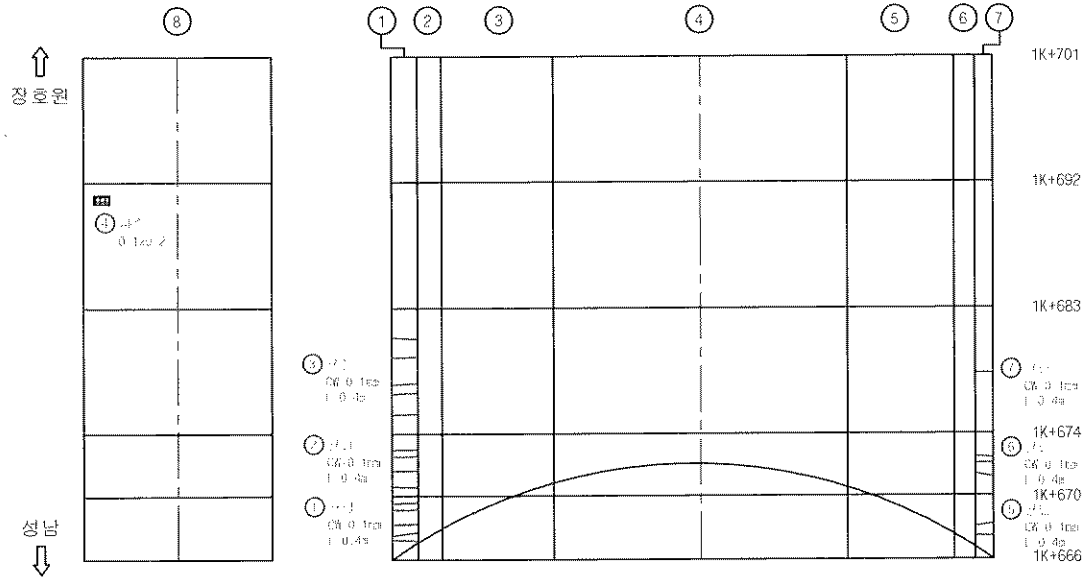
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조종명	두변명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (하행선)	STA. 1K+836~1K+881	11

KEY PLAN

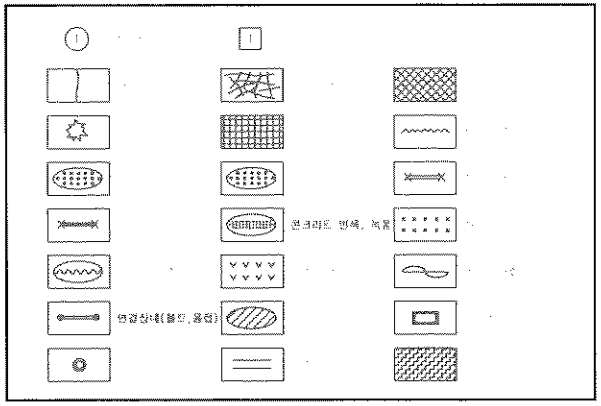




손상물량표

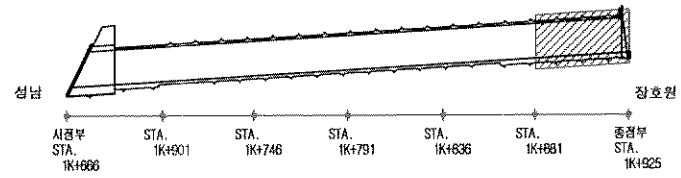
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			5	
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			4	
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			5	
④	파손		0.1	0.2	0.02	1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			3	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

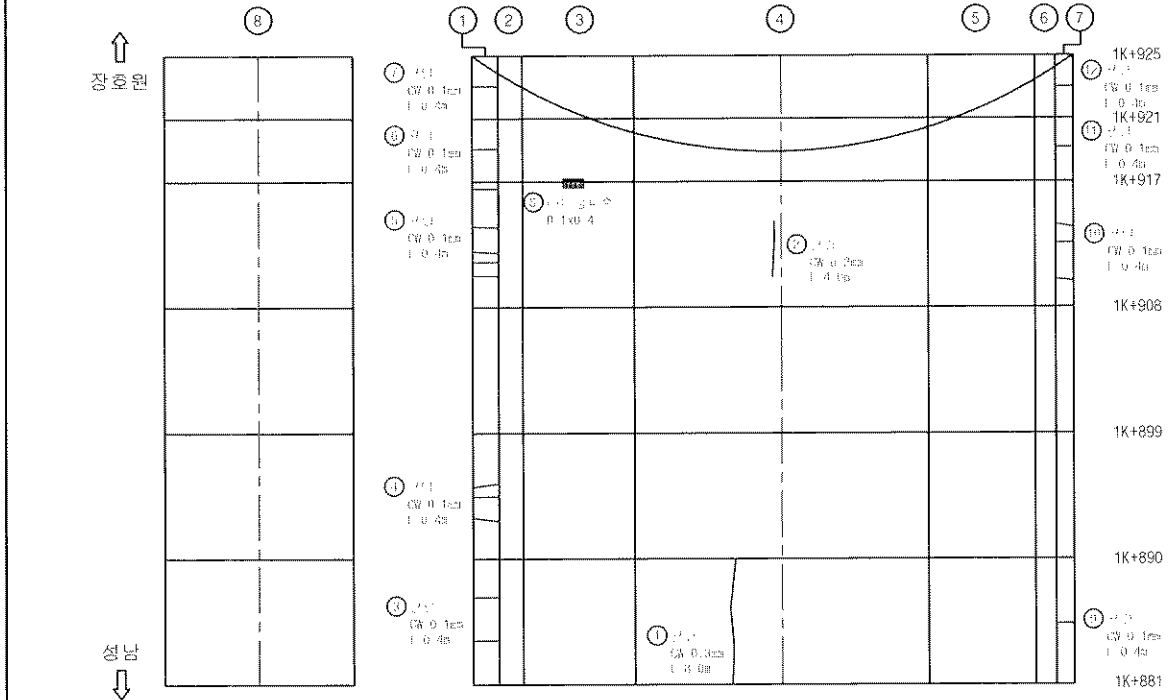
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (하행선)	STA. 1K+666~1K+701	7

KEY PLAN

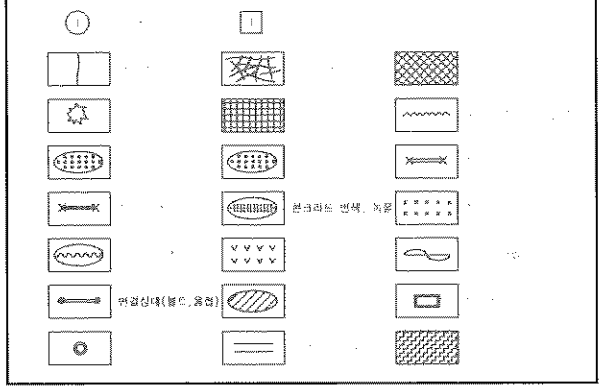




손상물량표

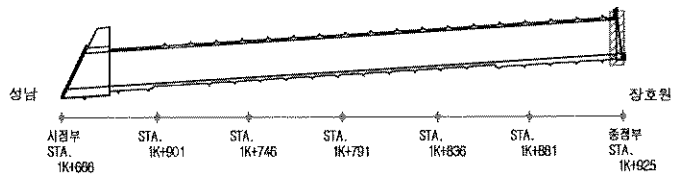
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 이상)	0.3	8.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	4.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			3	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			5	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑧	라이닝 파손		0.1	0.4	0.04	1	보수완료
⑨	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑩	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			3	보수완료
⑪	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑫	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

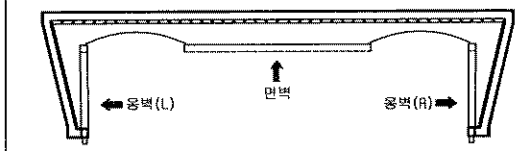
범 례

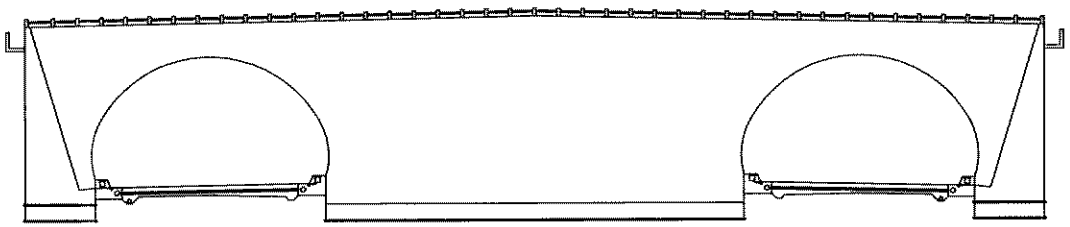


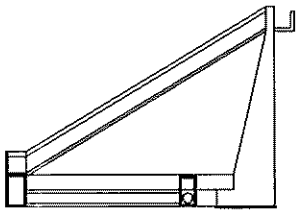
관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	봉현터널 (하행선)	STA. 1K+881~1K+925	12

KEY PLAN

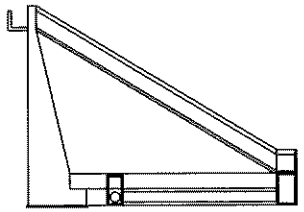








옹벽(L)



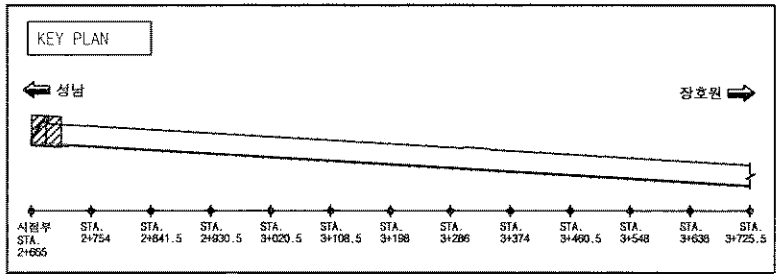
옹벽(R)

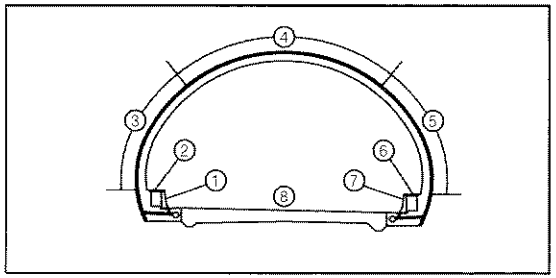
손상물량표

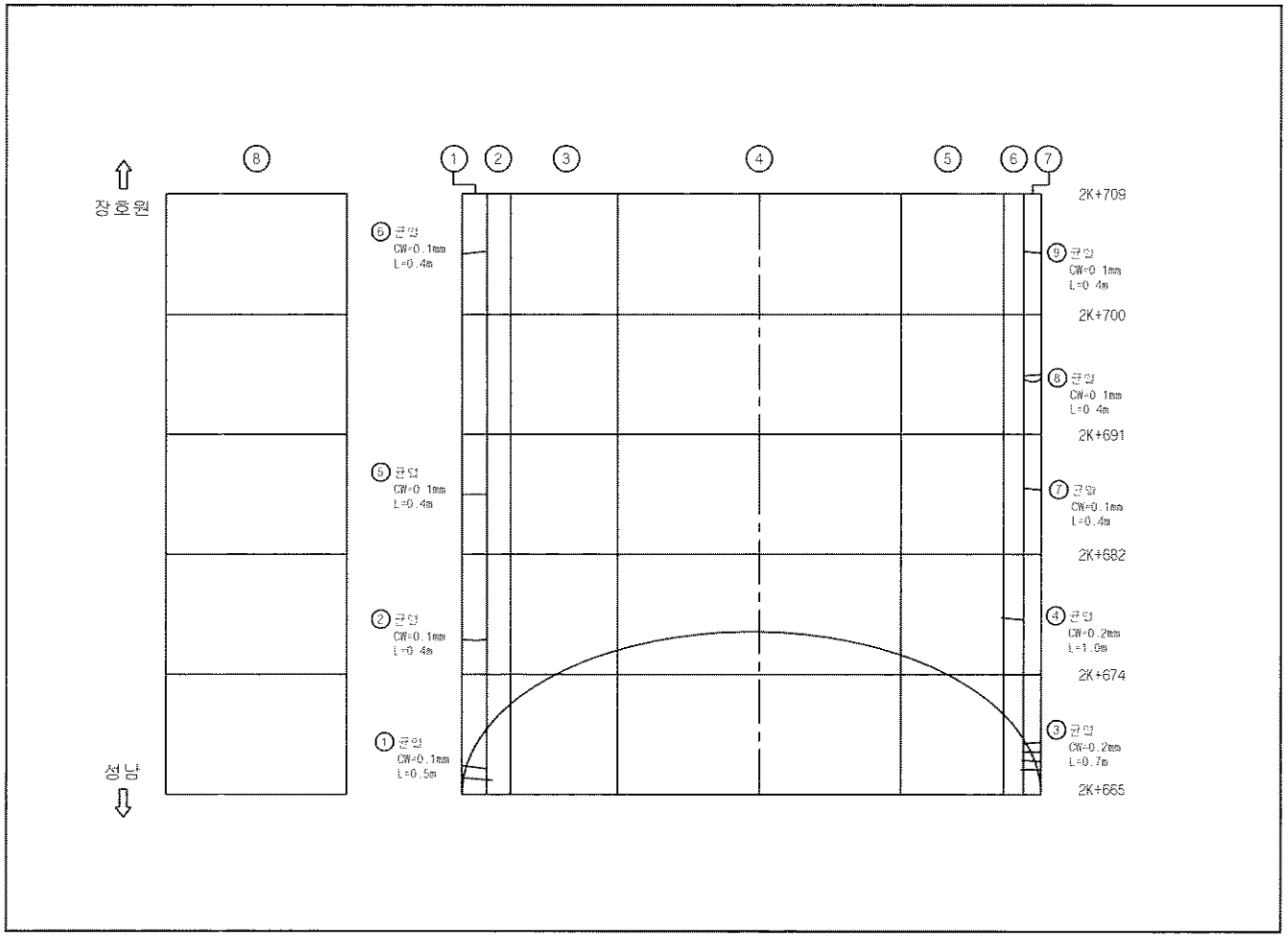
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

3) 정개터널

① 성남방향



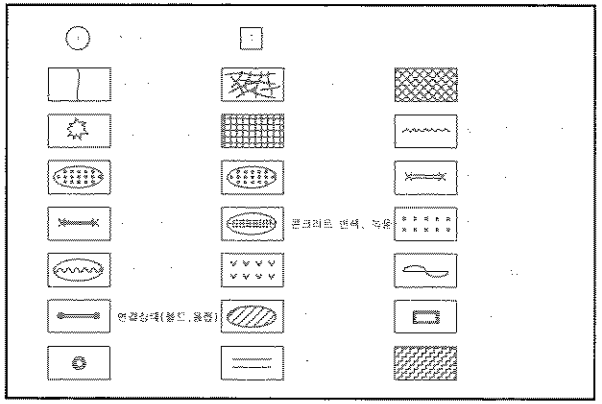




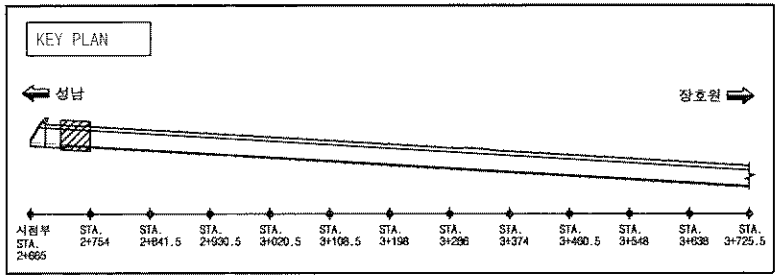
손상물량표

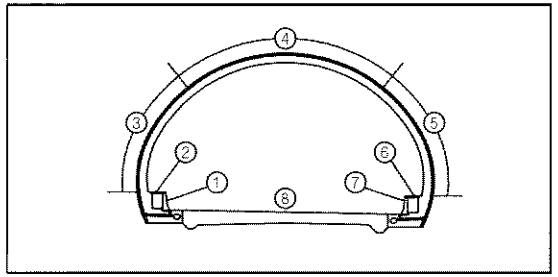
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.5			2	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.7			4	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
⑨	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

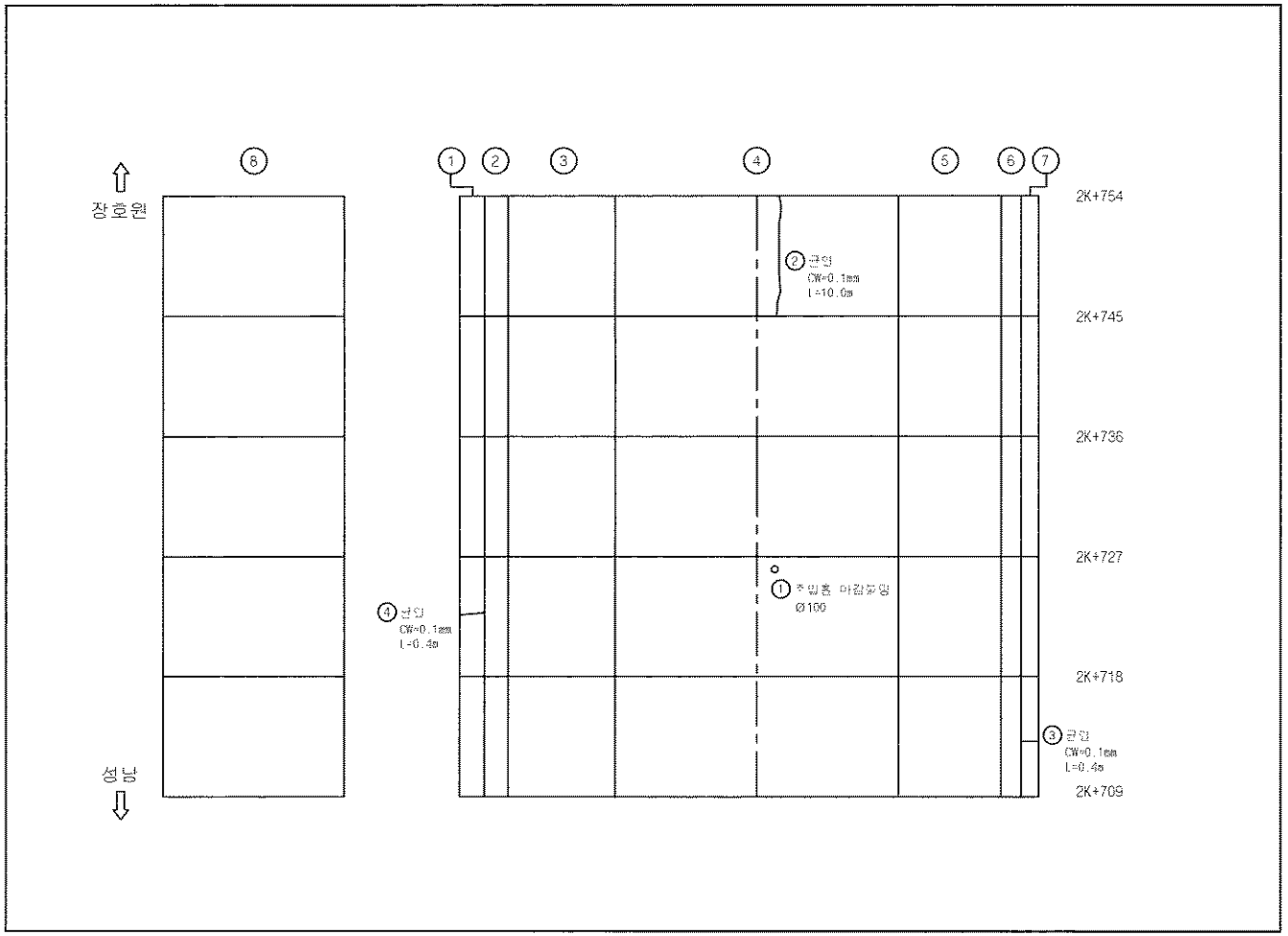
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+665-2K+709	1



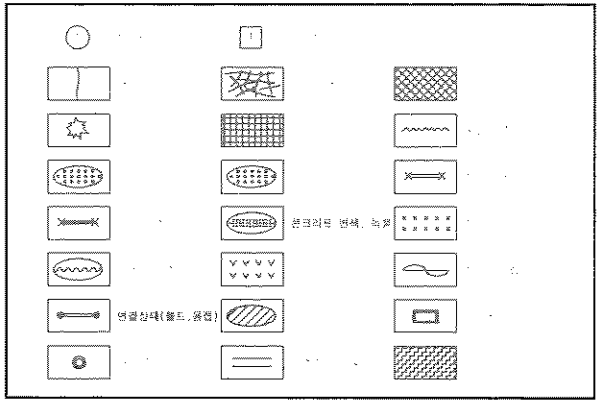




손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	주입홈 마감몰량					1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

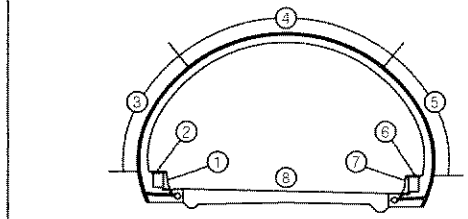
범 례

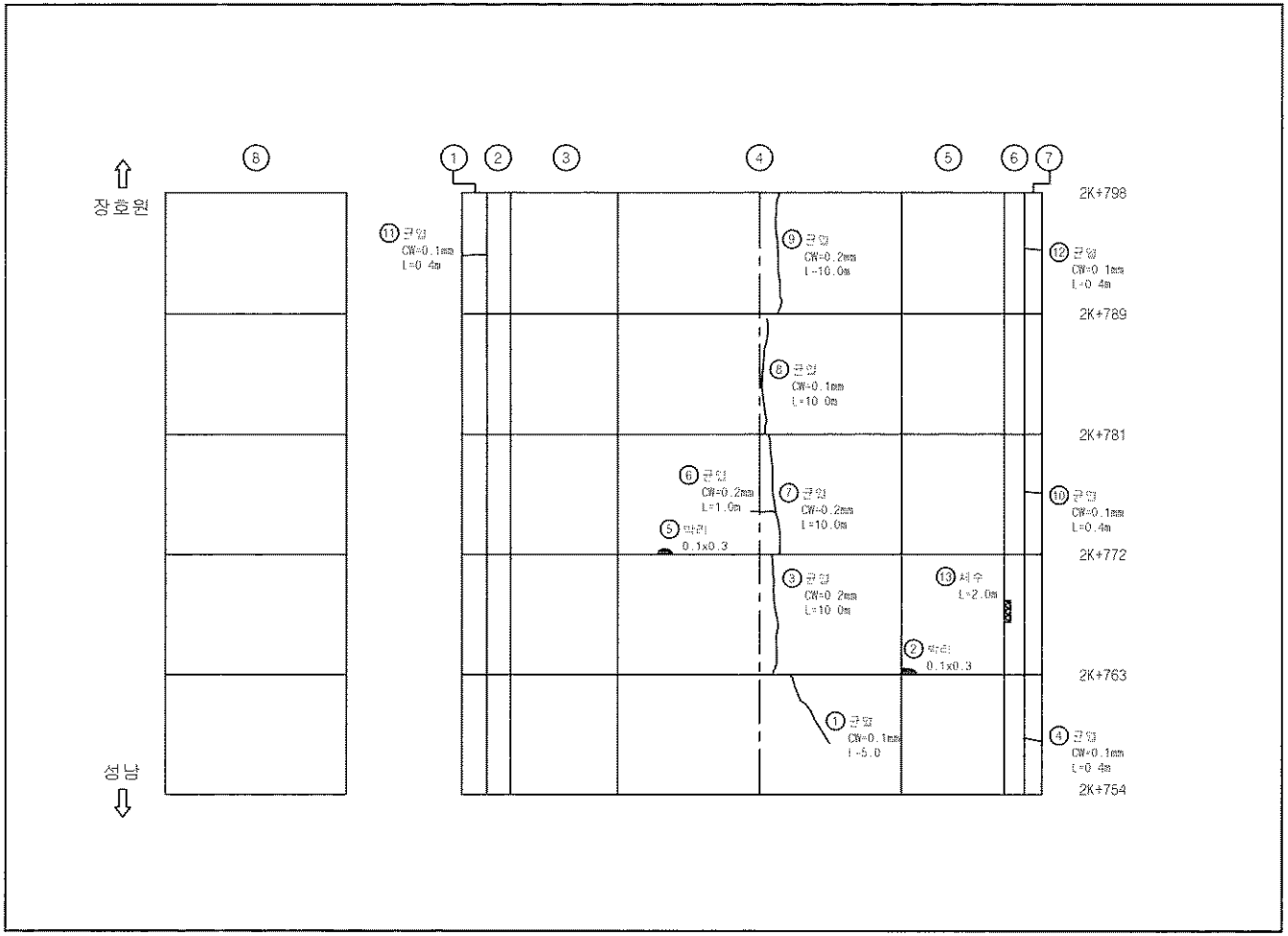


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	두면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+709~2K+754	2

KEY PLAN



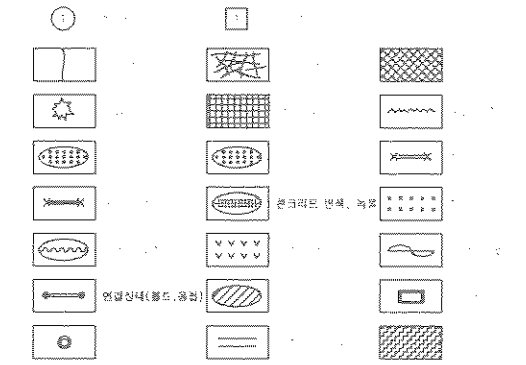




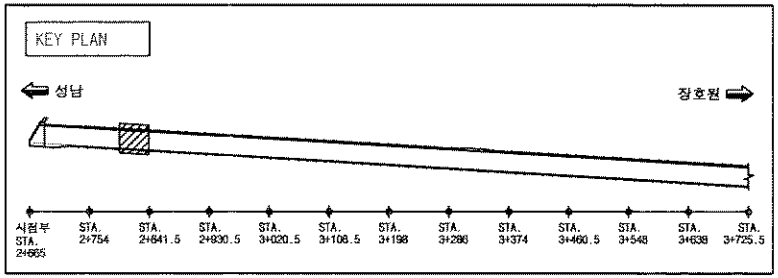
손상물량표

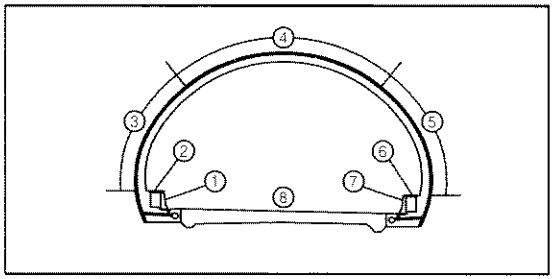
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	5.0			1	보수완료
②	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.0			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
⑨	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
⑩	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑪	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑫	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	
⑬	체수		2.0			1	보수완료

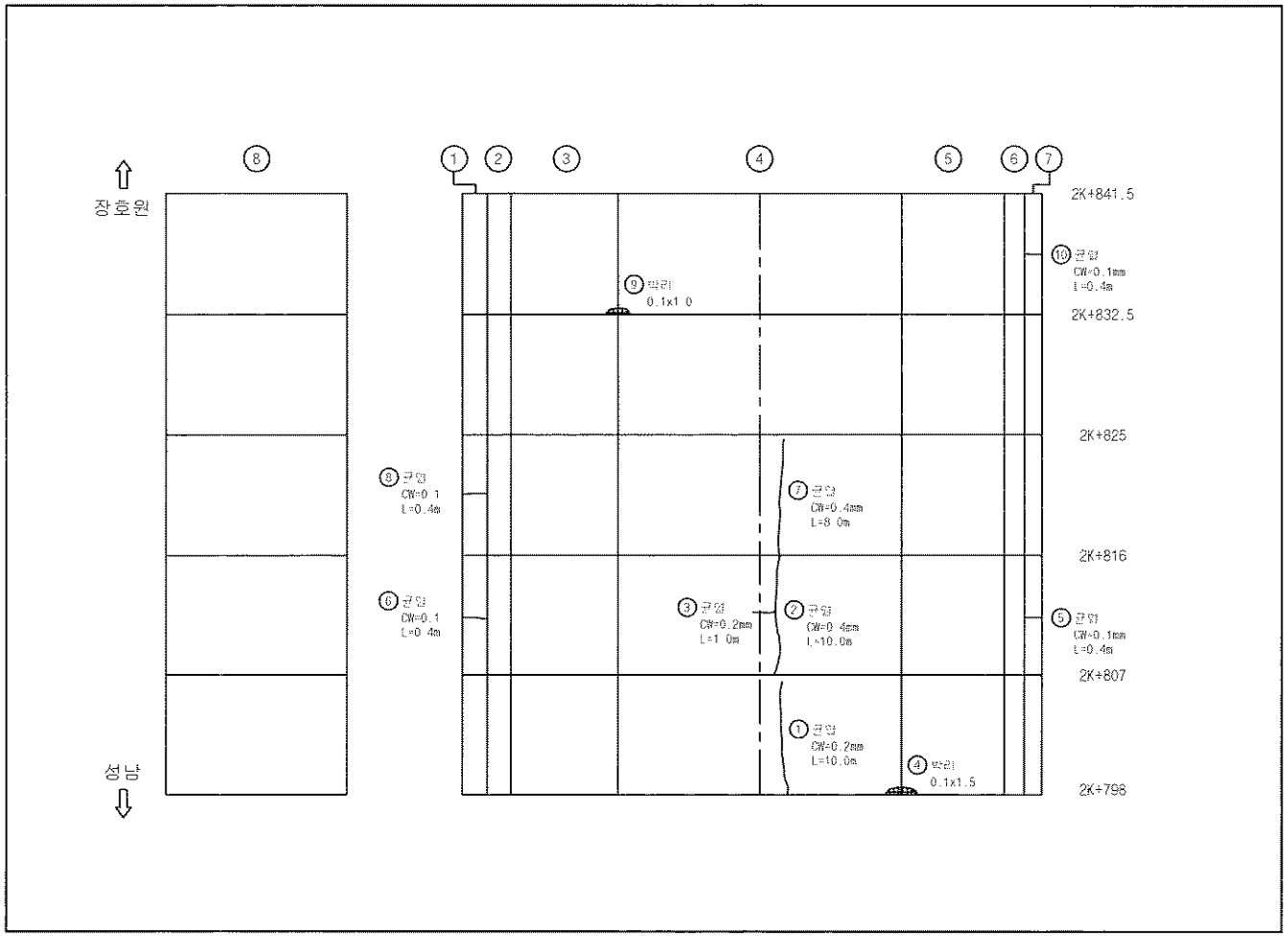
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조명명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+754~2K+798	3



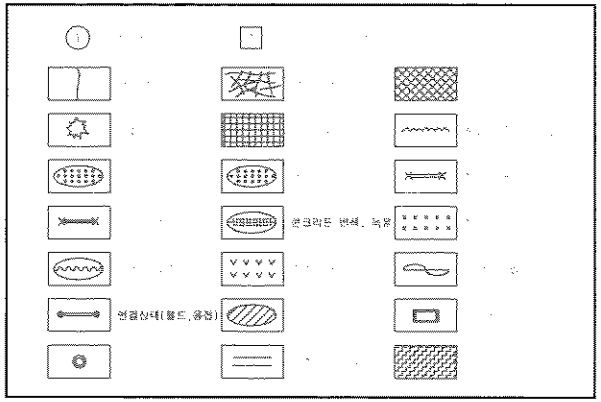




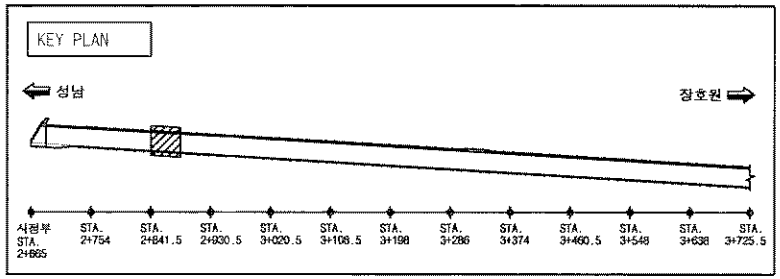
손상물량표

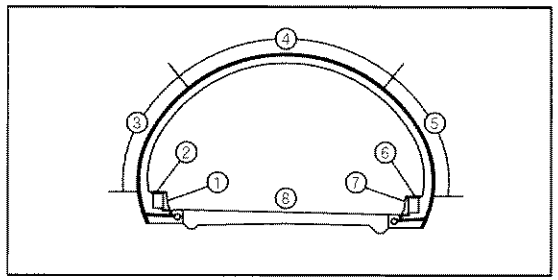
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 이상)	0.4	10.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.0			1	보수완료
④	박리		0.1	1.5	0.15	1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 이상)	0.4	8.0			1	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑨	박리		0.1	1.0	0.1	1	보수완료
⑩	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

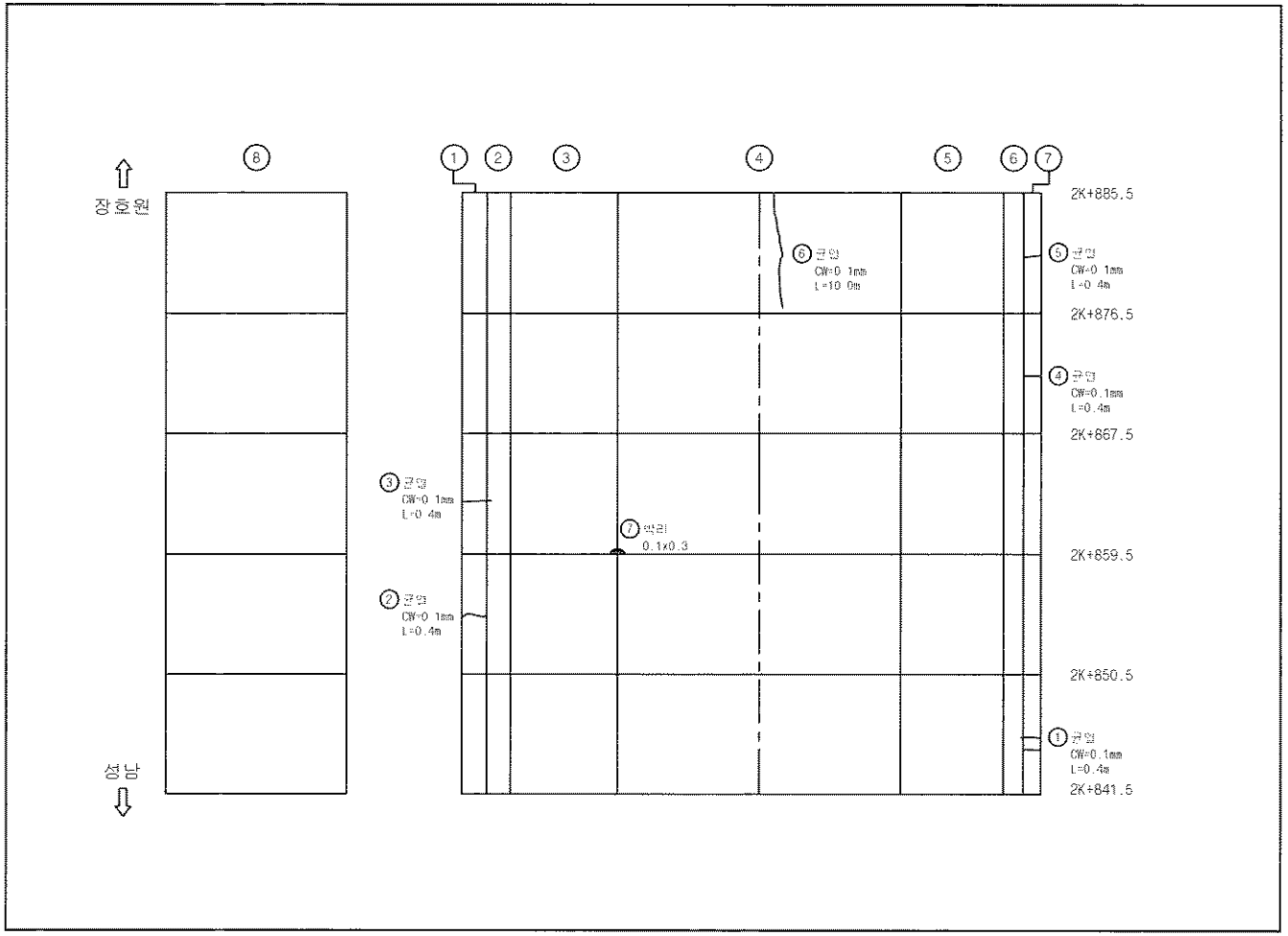
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+798~2K+841.5	4



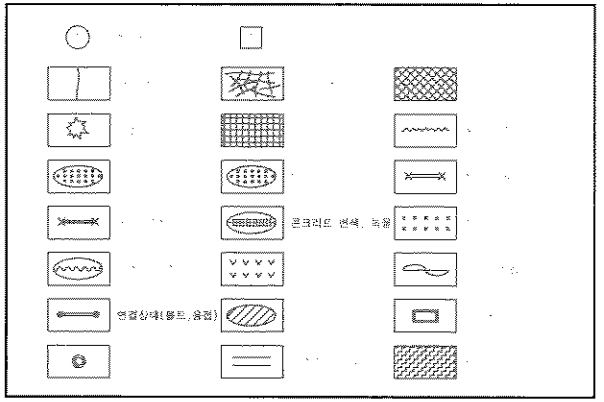




손상물량표

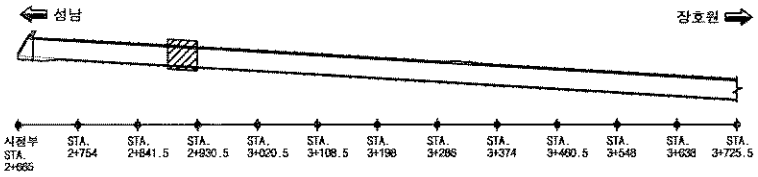
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
⑦	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료

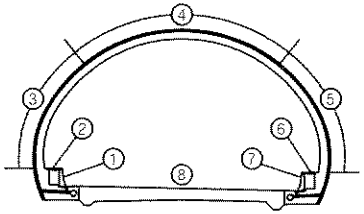
범 례

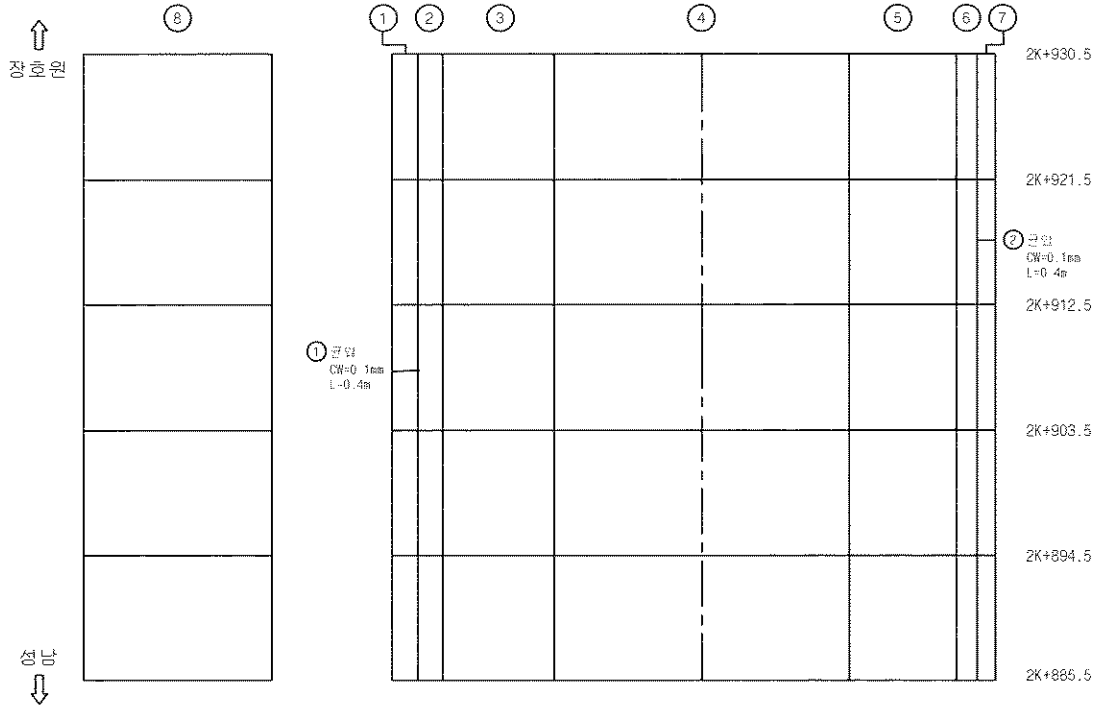


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+841.5~2K+885.5	5

KEY PLAN



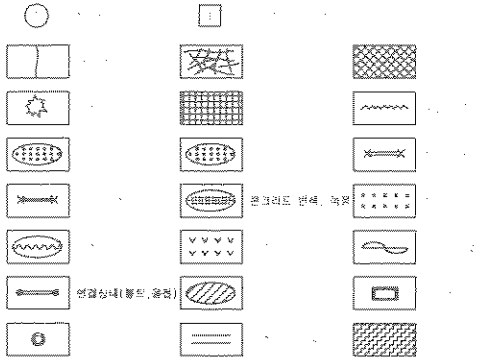




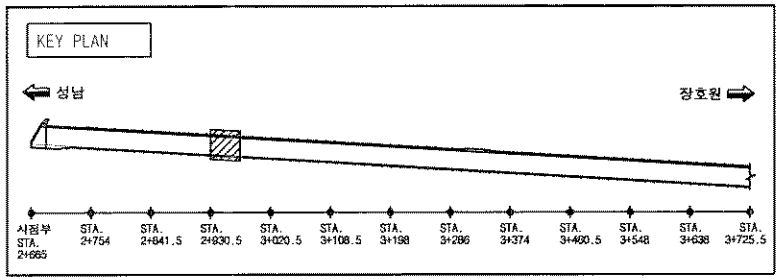
손상물량표

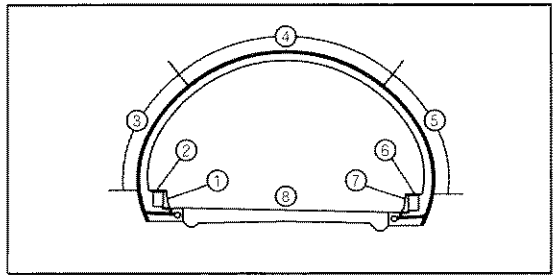
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

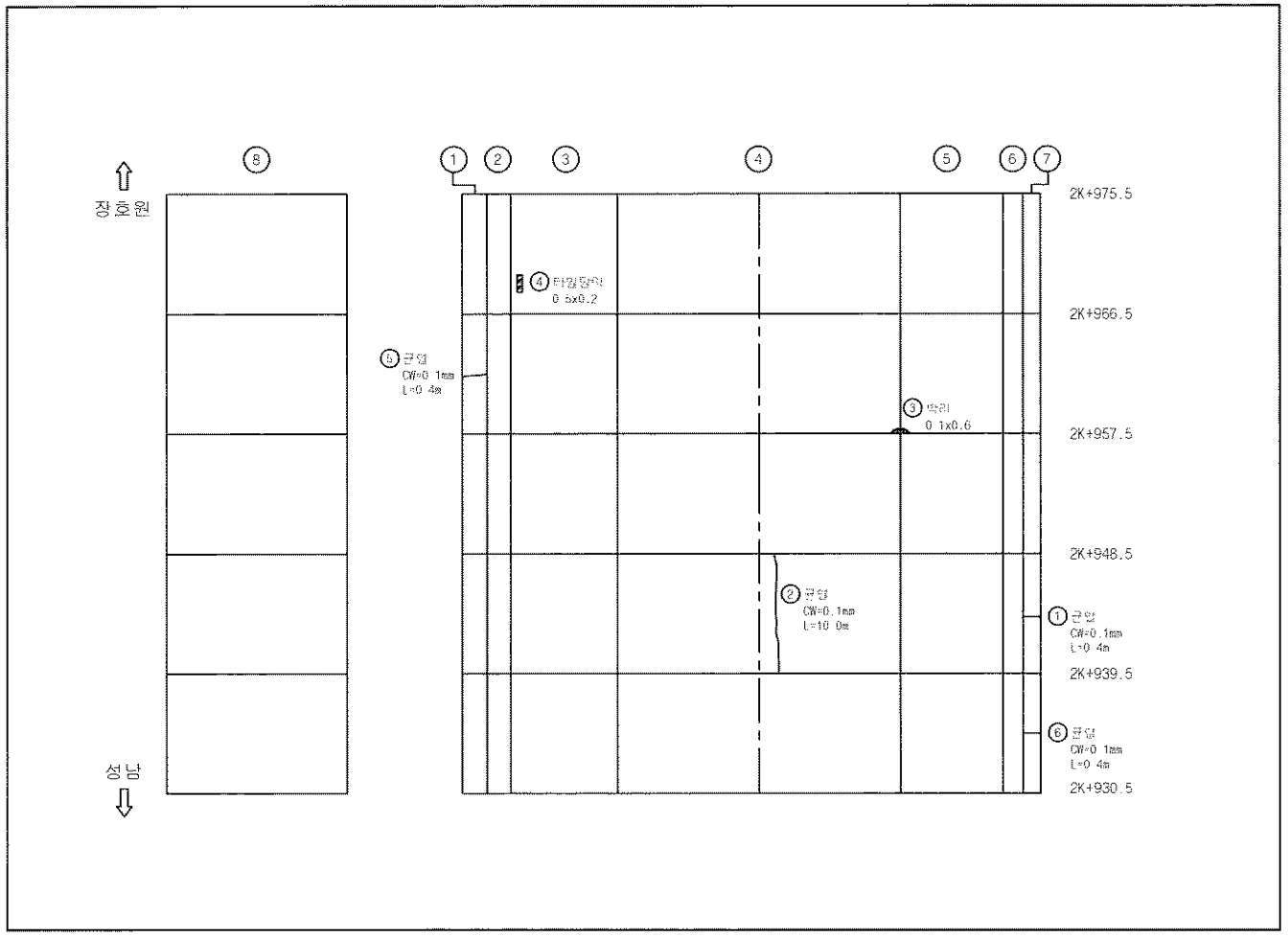
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+885.5~2K+930.5	6



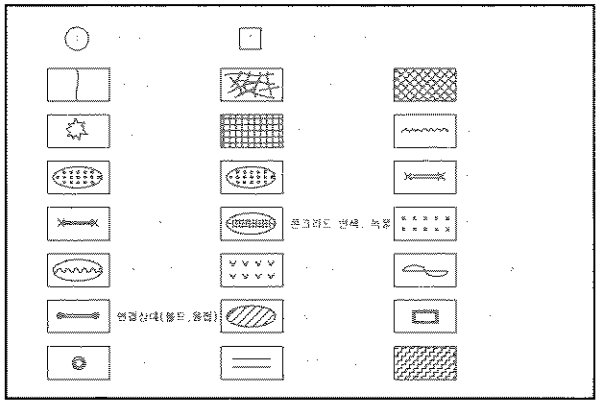




손상물량표

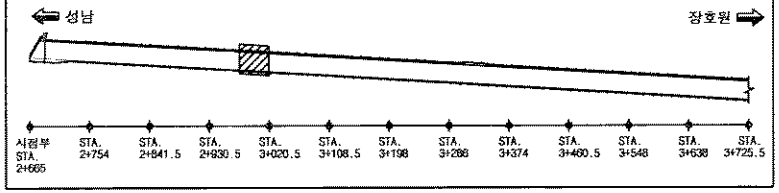
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
③	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
④	타일탈락		0.5	0.2	0.1	3	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

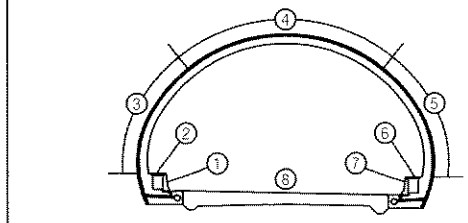
범 례

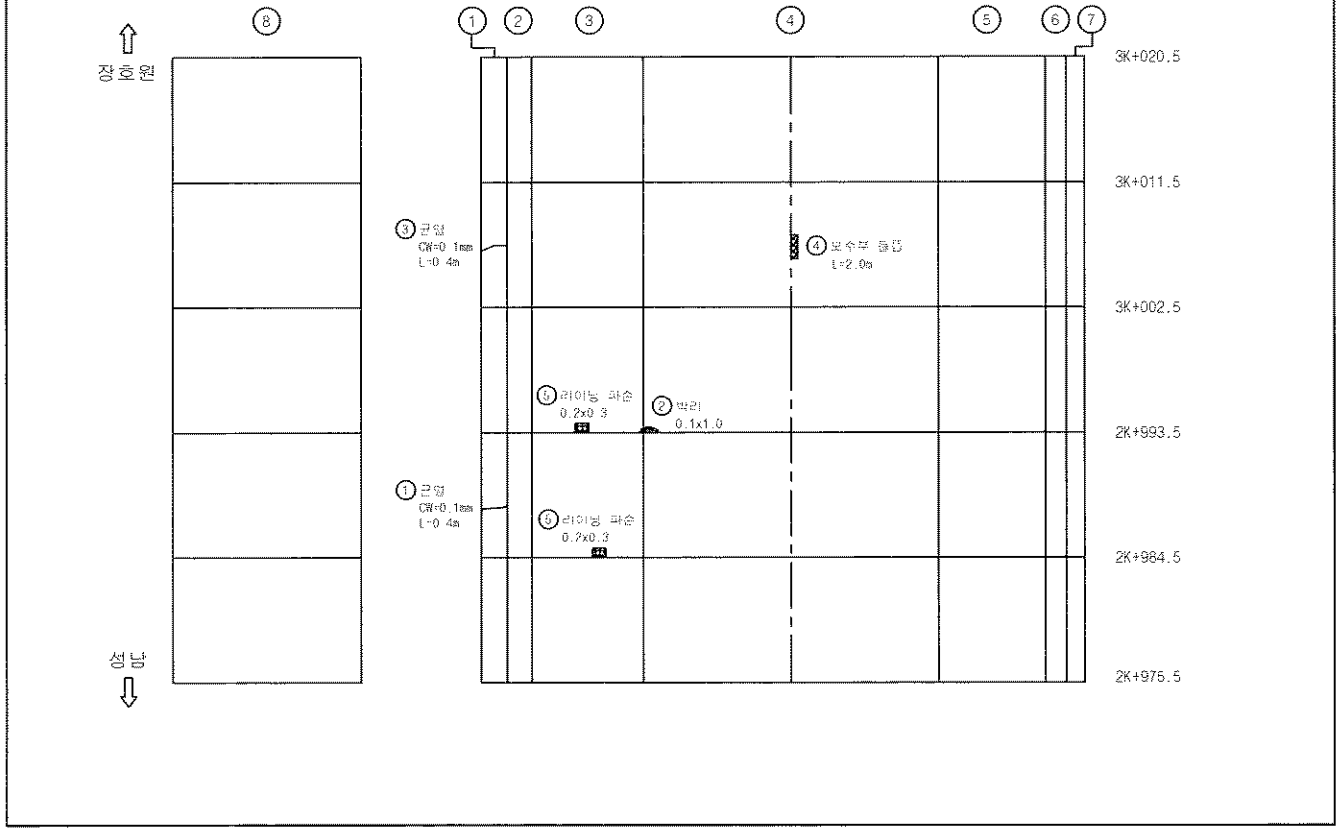


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+930.5~2K+975.5	7

KEY PLAN



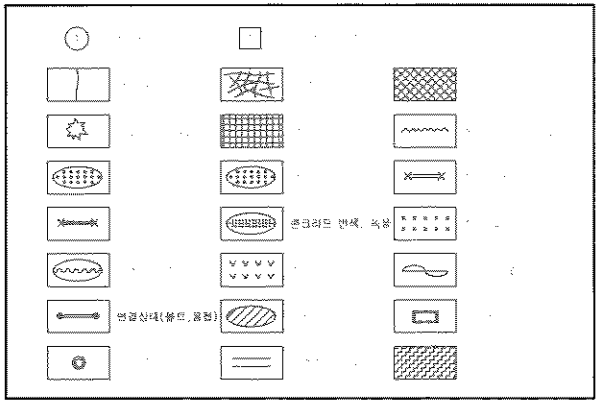




손상물량표

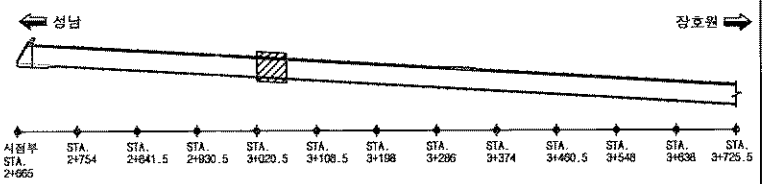
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	박리		0.1	1.0	0.1	1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	보수부 들뜸		2.0			1	보수완료
⑤	파손		0.2	0.3	0.06	1	보수완료
⑥	파손		0.2	0.3	0.06	1	

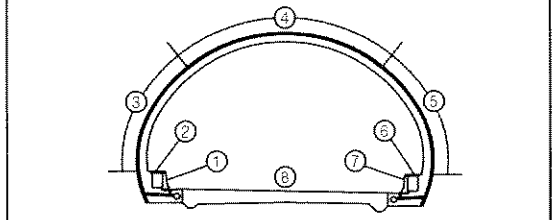
범 례

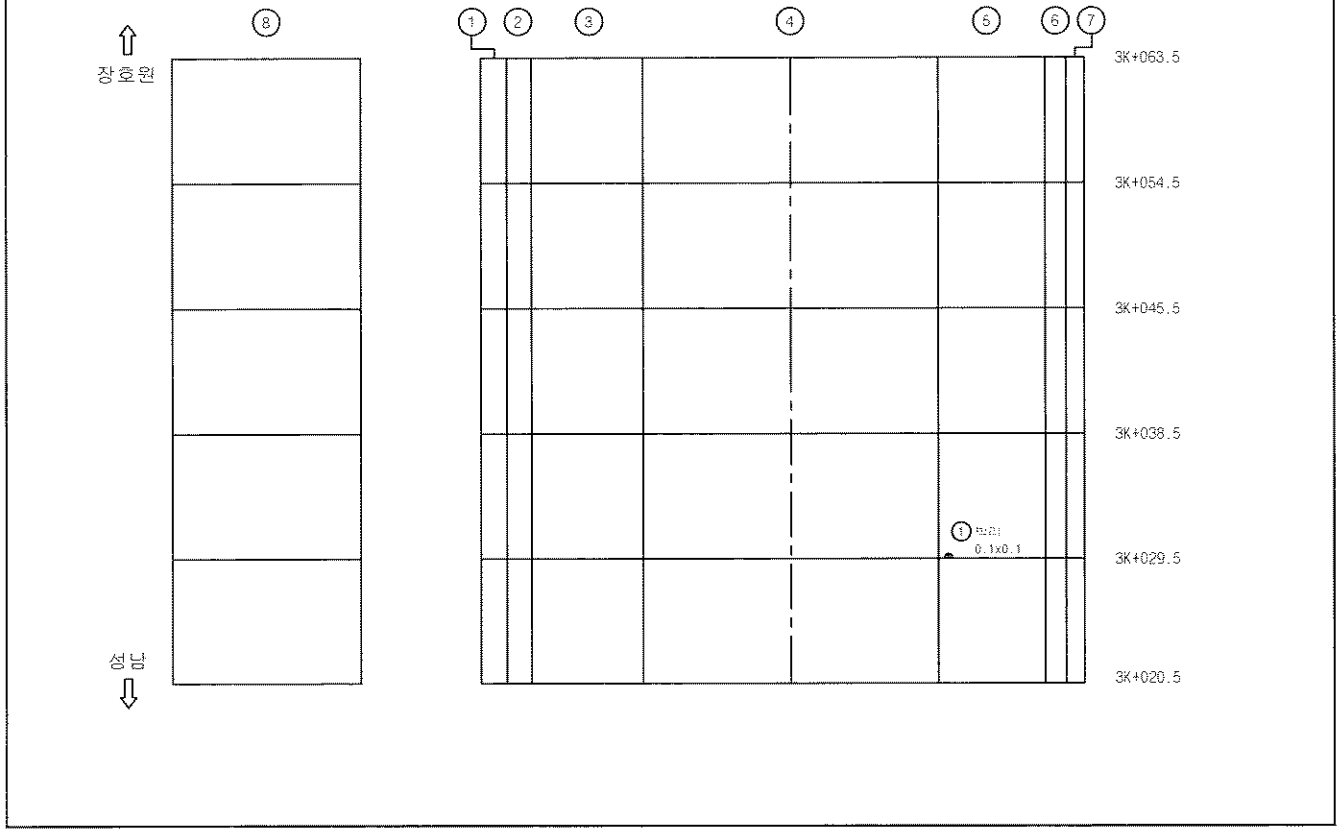


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구수물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.2K+975.5~3K+020.5	8

KEY PLAN



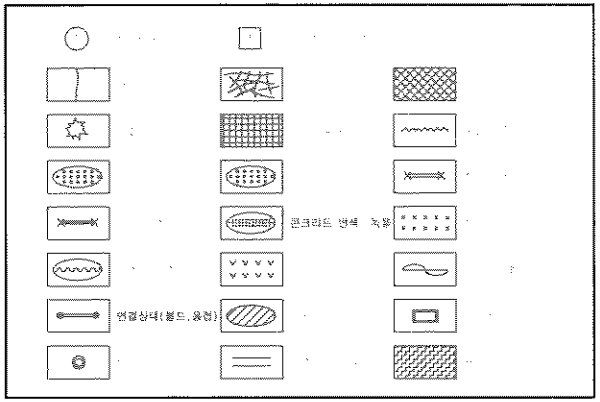




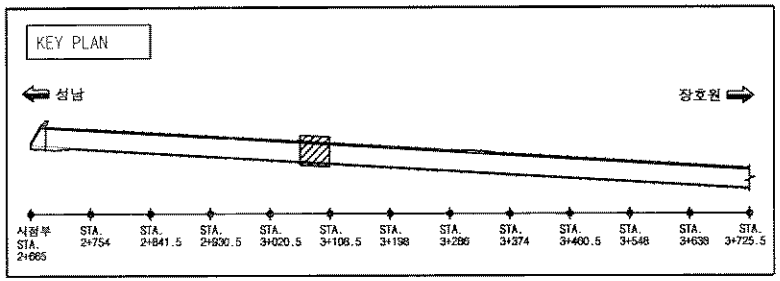
손상물량표

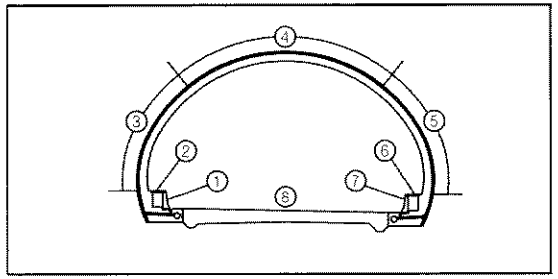
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료

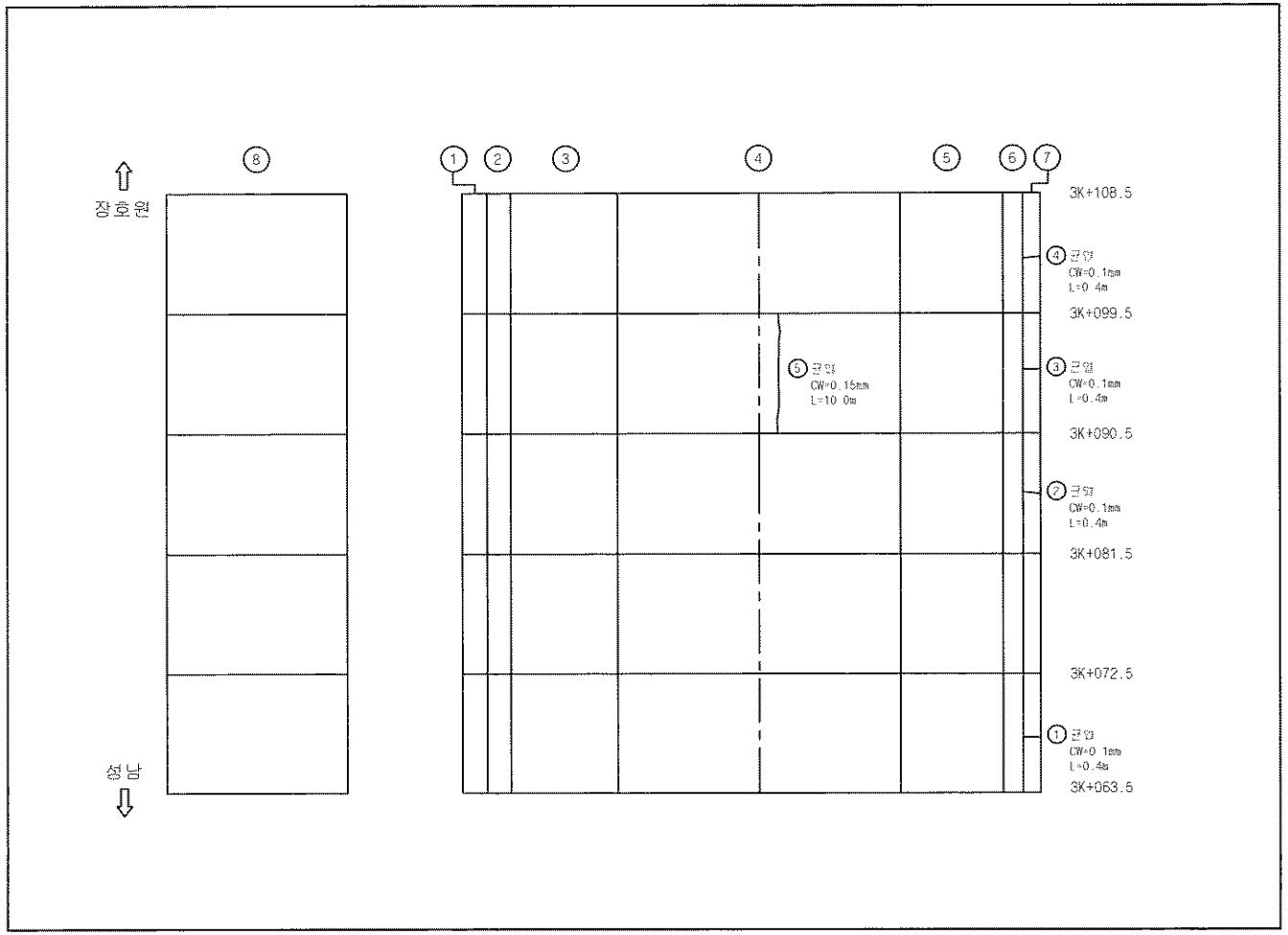
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+020.5~3K+063.5	9



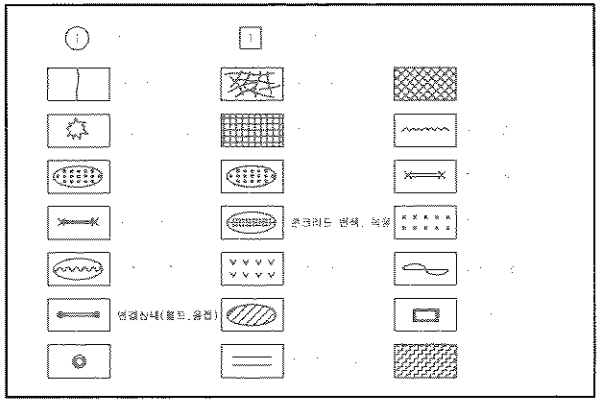




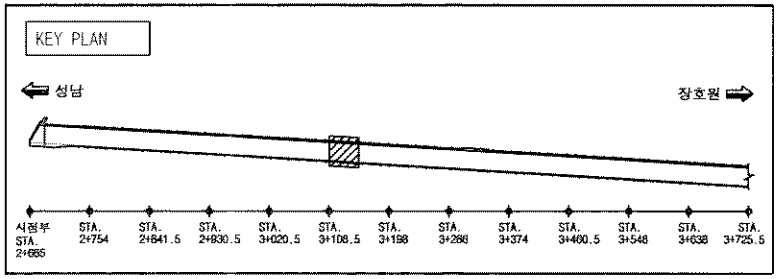
손상물량표

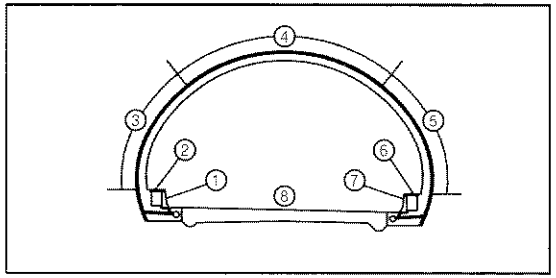
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.15	10.0			1	보수완료

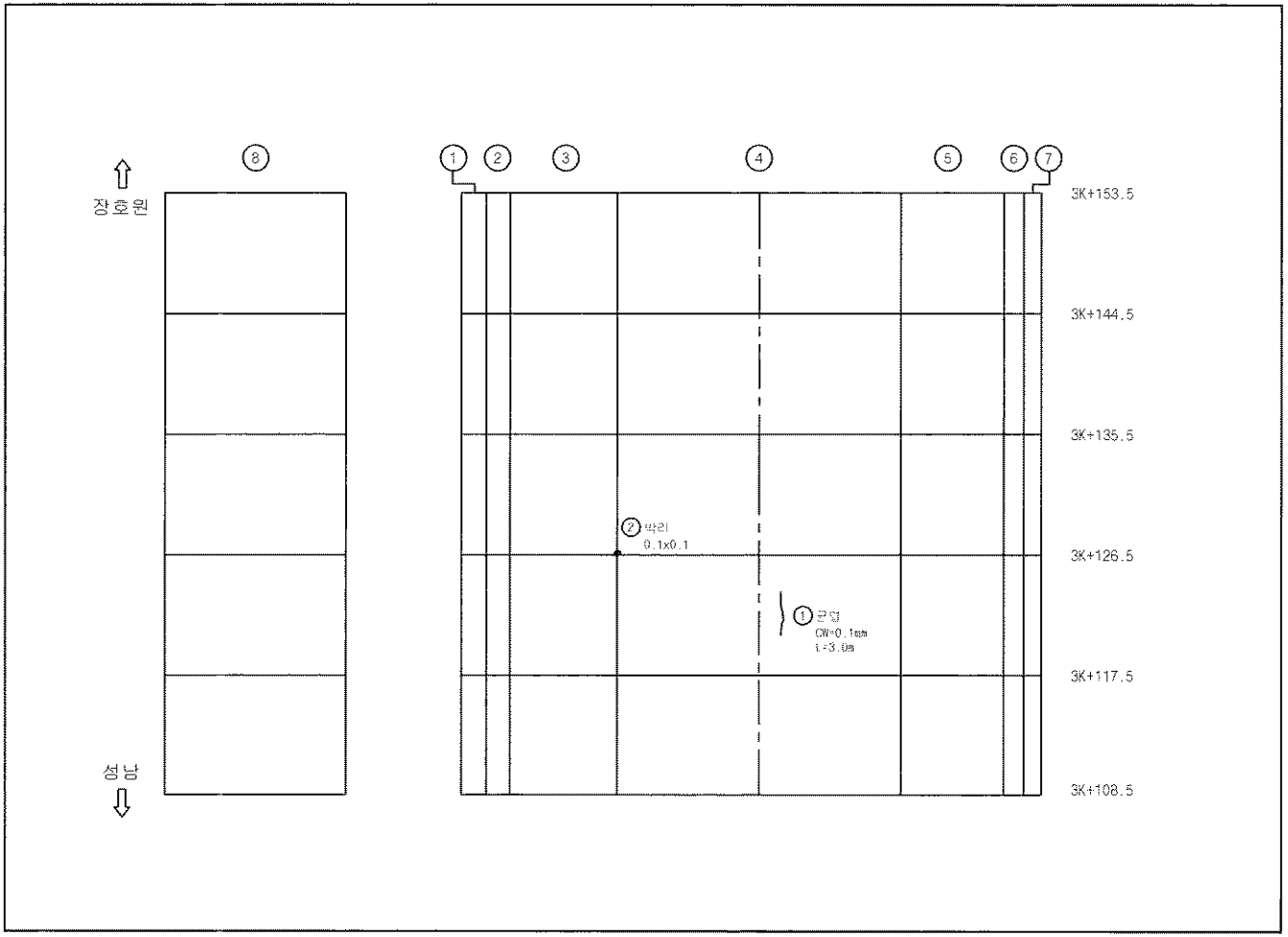
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+063.5~3K+108.5	10



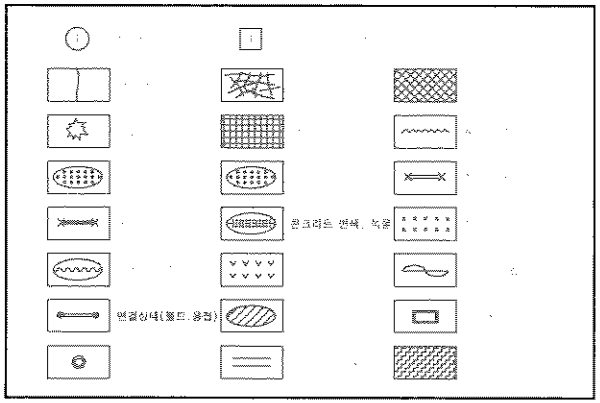




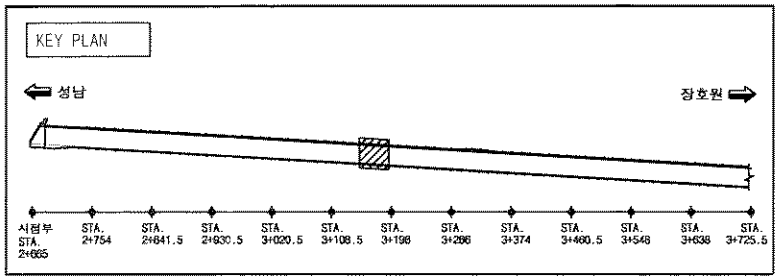
손상물량표

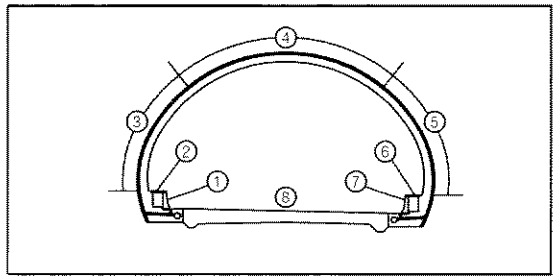
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	3.0			1	보수완료
②	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료

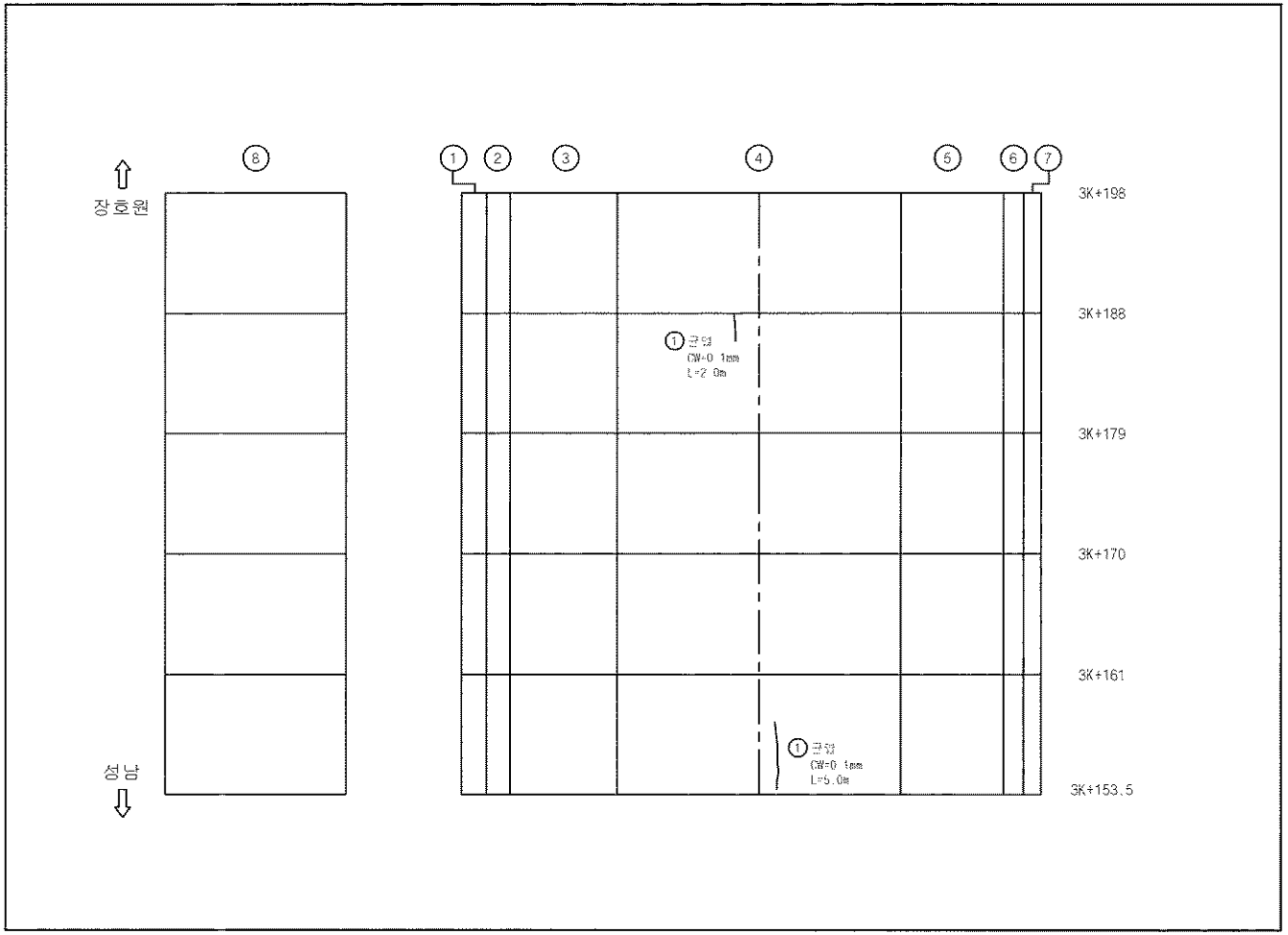
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+108.5~3K+153.5	11



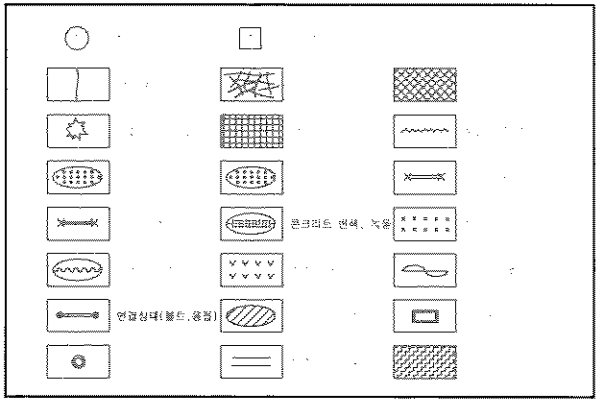




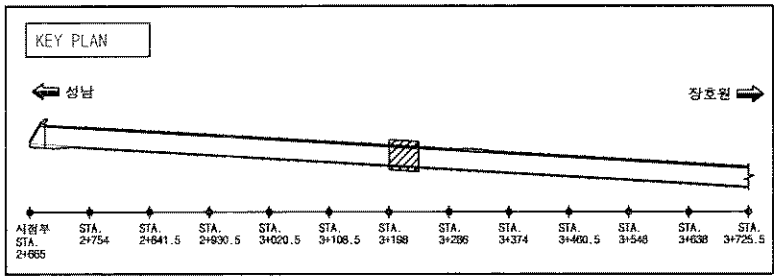
손상물량표

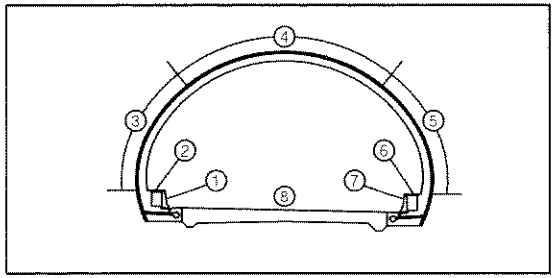
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	5.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	2.0			1	

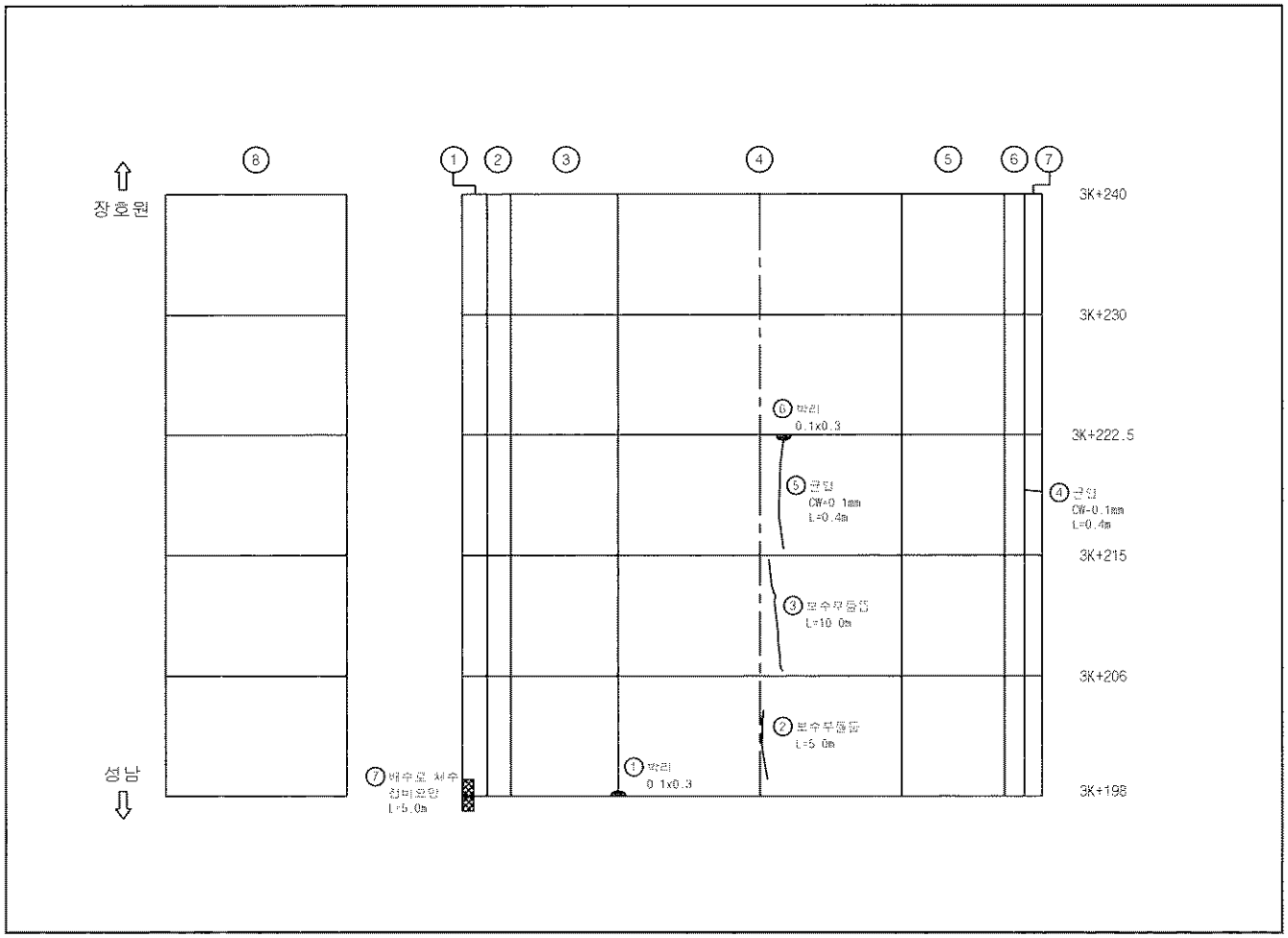
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+153.5~3K+198	12



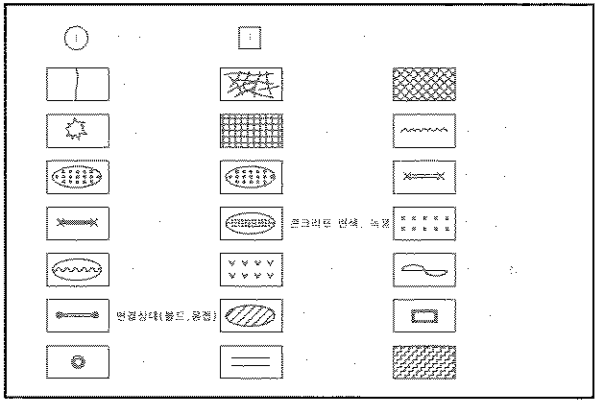




손상물량표

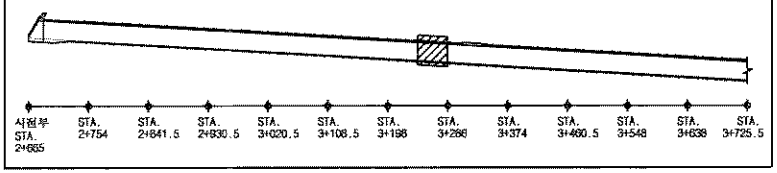
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
②	보수부 들뜸		5.0			1	보수완료
③	보수부 들뜸		10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
⑥	박리		0.05	0.3	0.015	1	보수완료
⑦	배수로 체수		5.0			1	보수완료

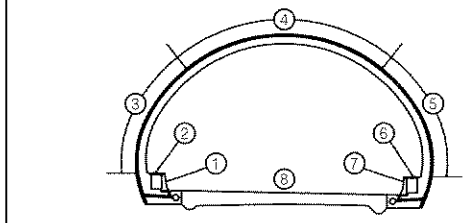
범 례

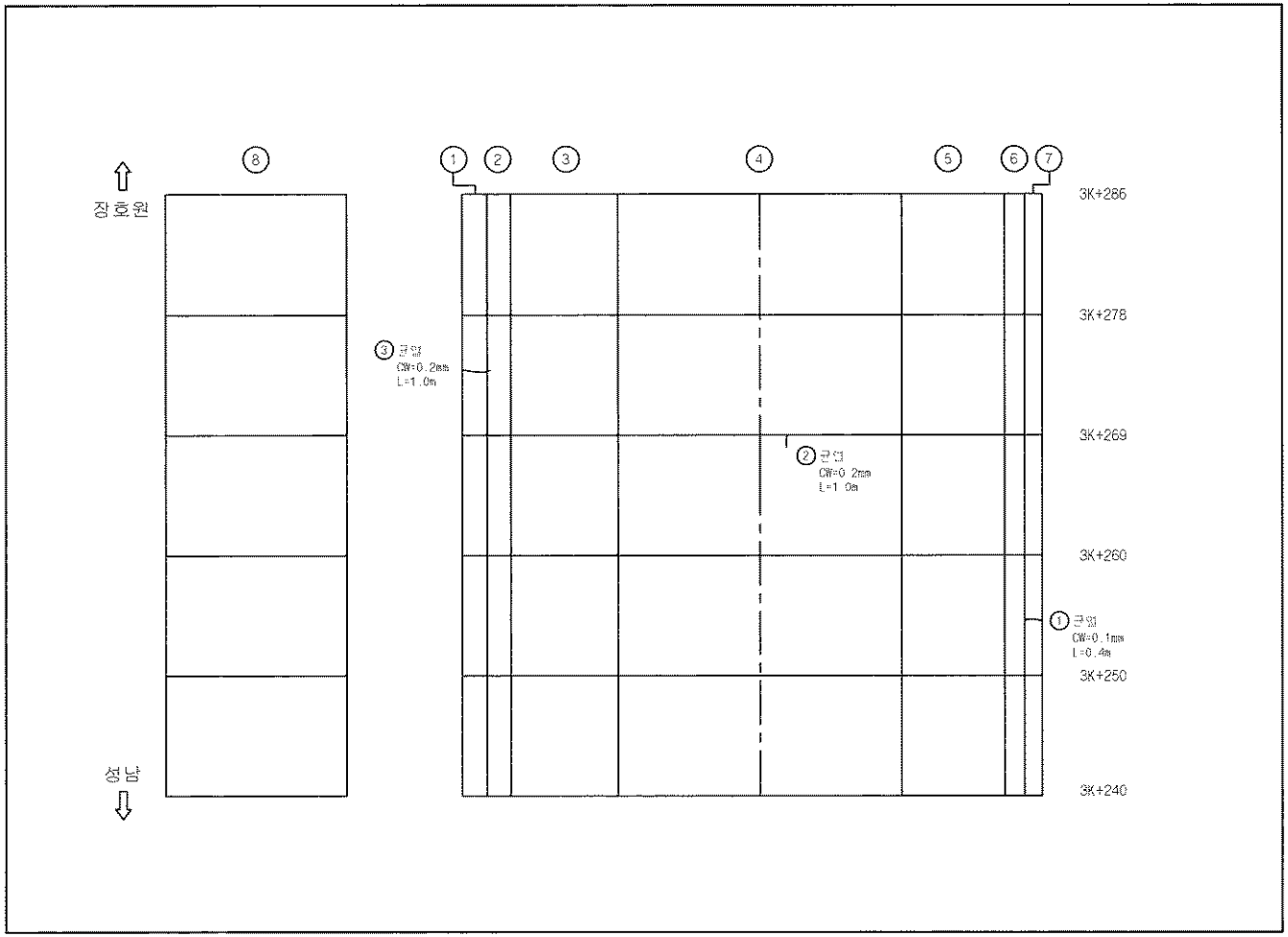


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+198-3K+240	13

KEY PLAN



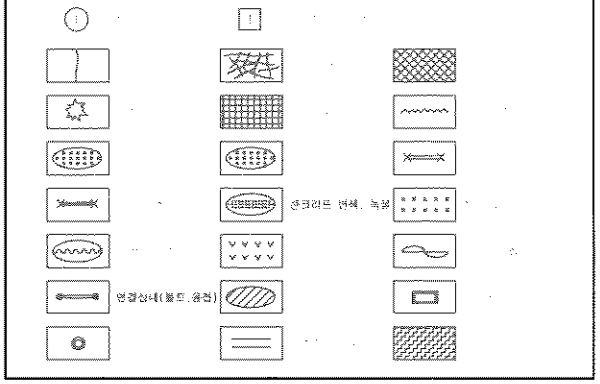




손상물량표

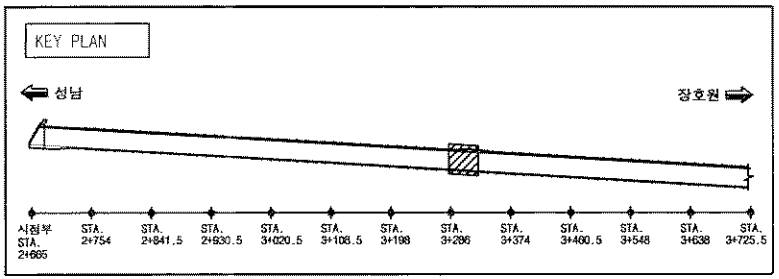
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

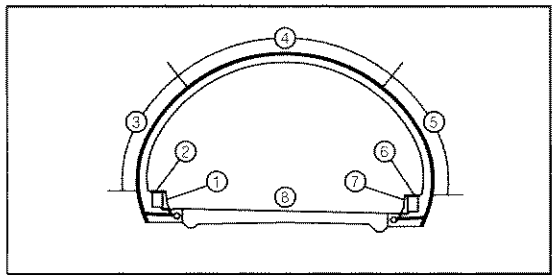
범 례

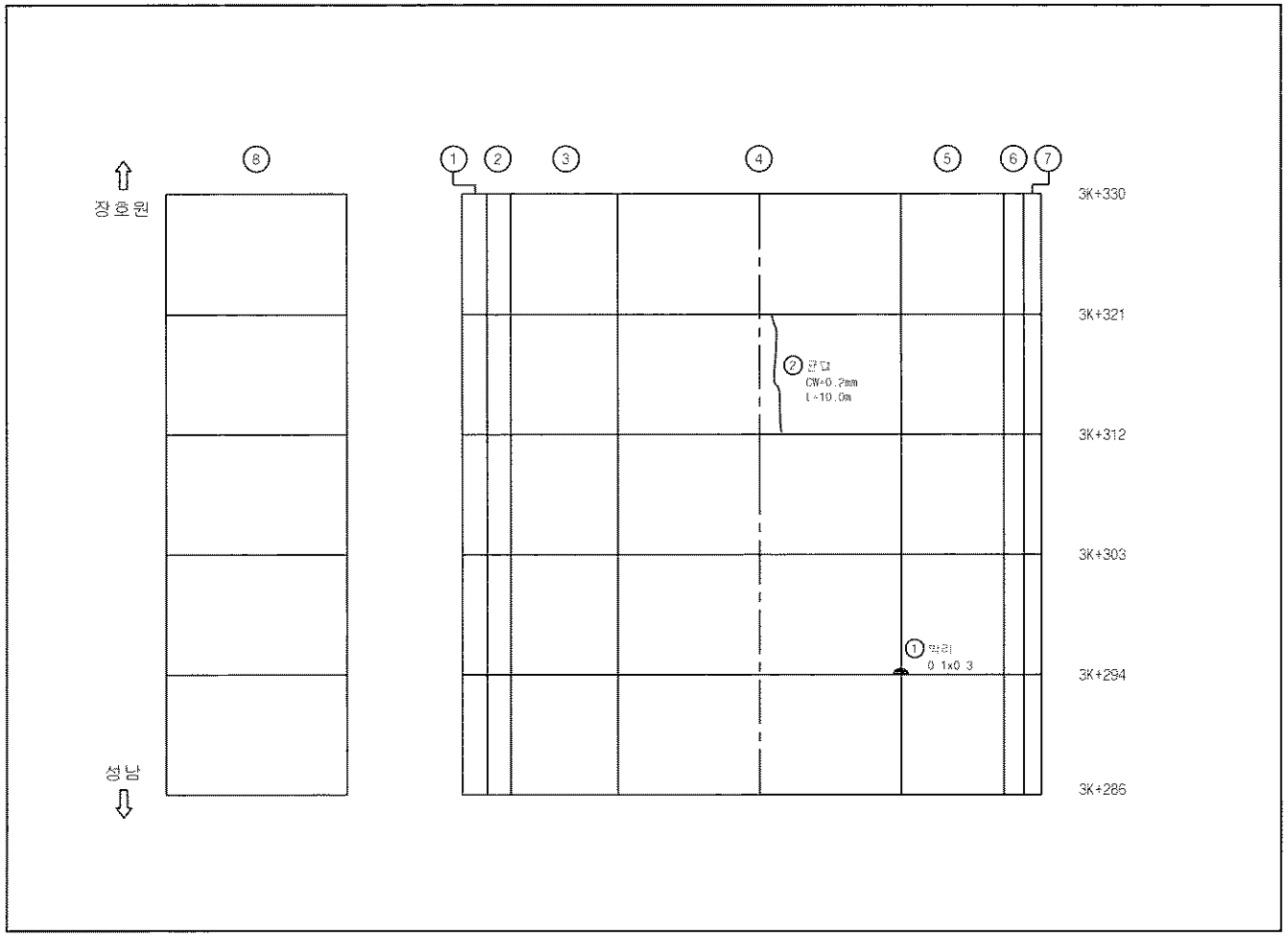


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA. 3K+240~3K+286	14

KEY PLAN



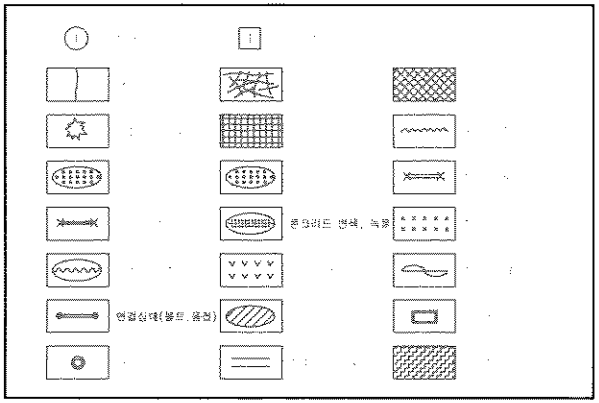




손상물량표

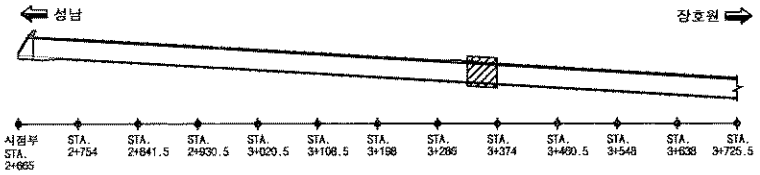
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	10.0			1	보수완료

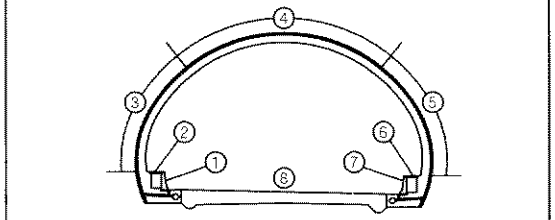
범 례

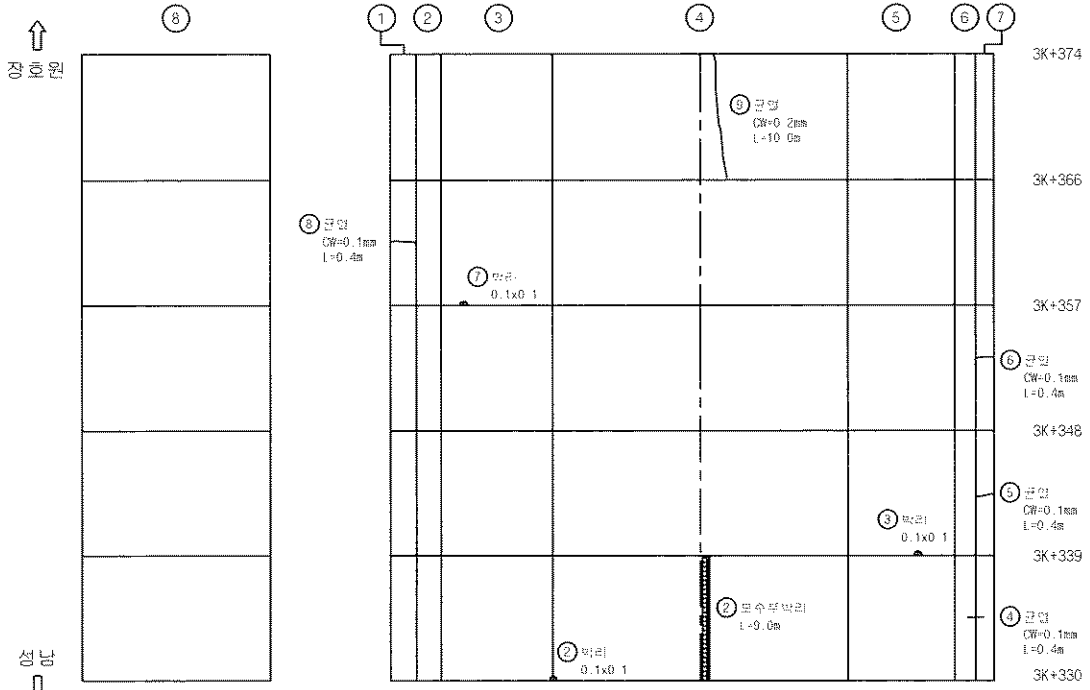


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+286~3K+330	15

KEY PLAN



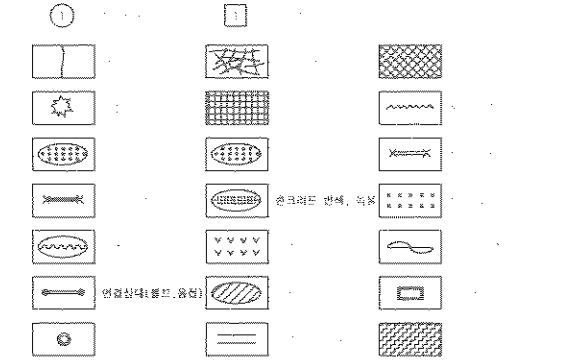




손상물량표

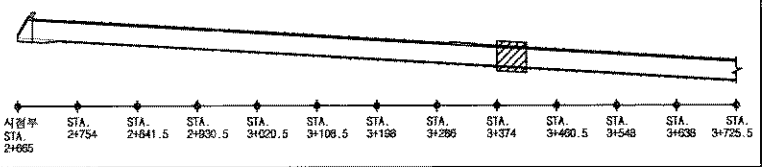
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
②	보수부 박리		9.0			1	보수완료
③	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑨	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료

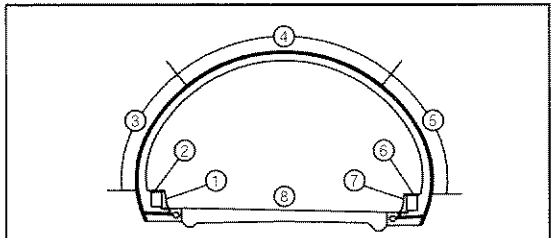
범 례

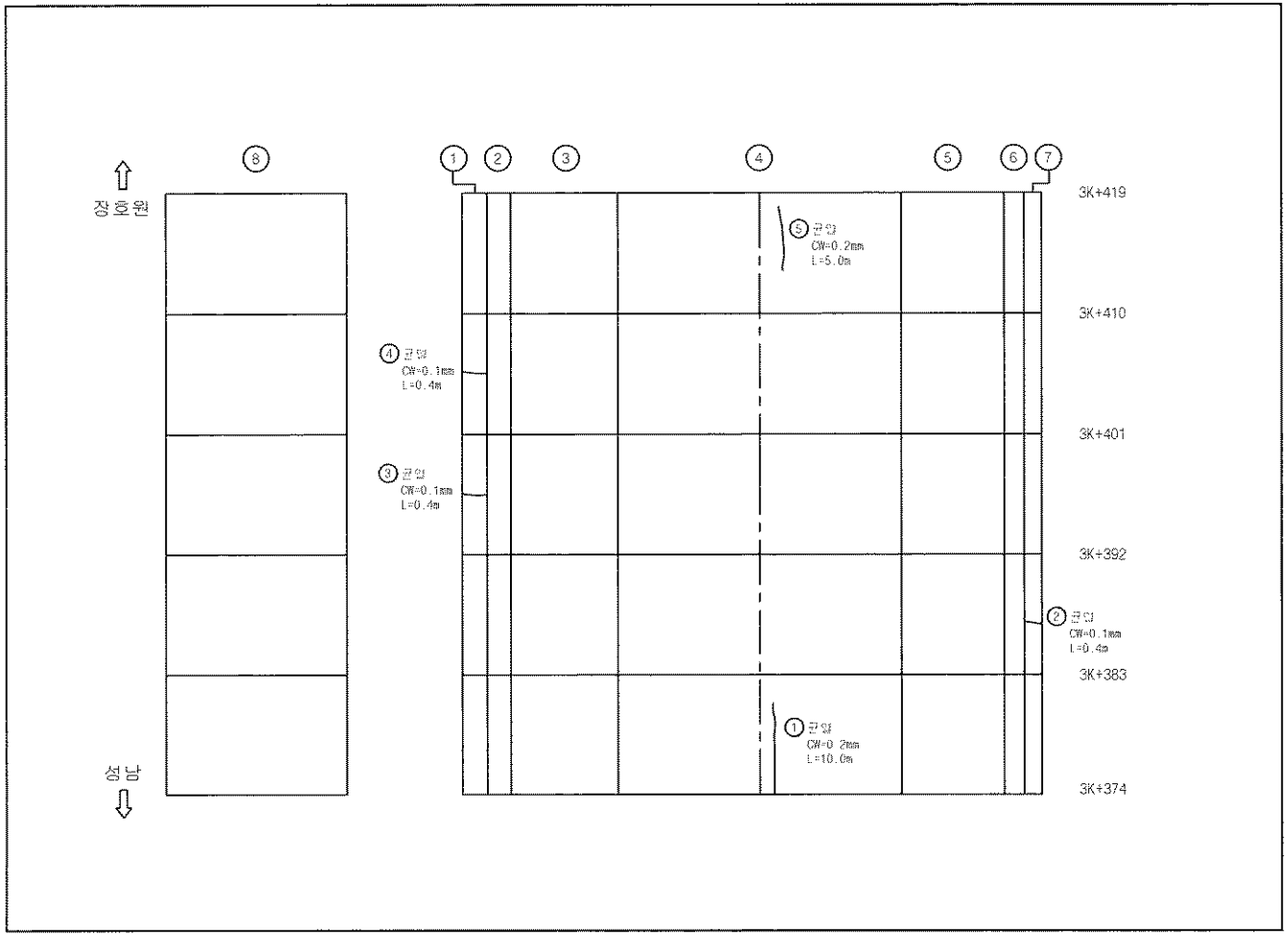


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+330~3K+374	16

KEY PLAN



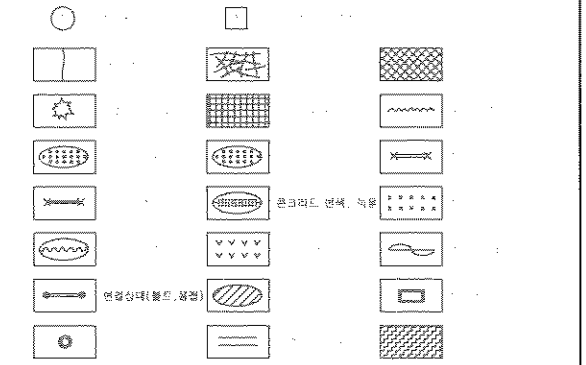




손상물량표

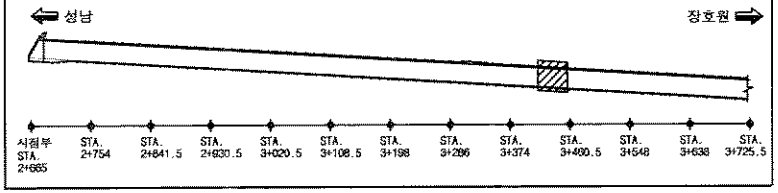
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	5.0			1	보수완료

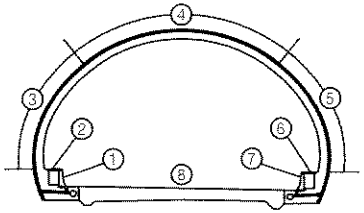
범 례

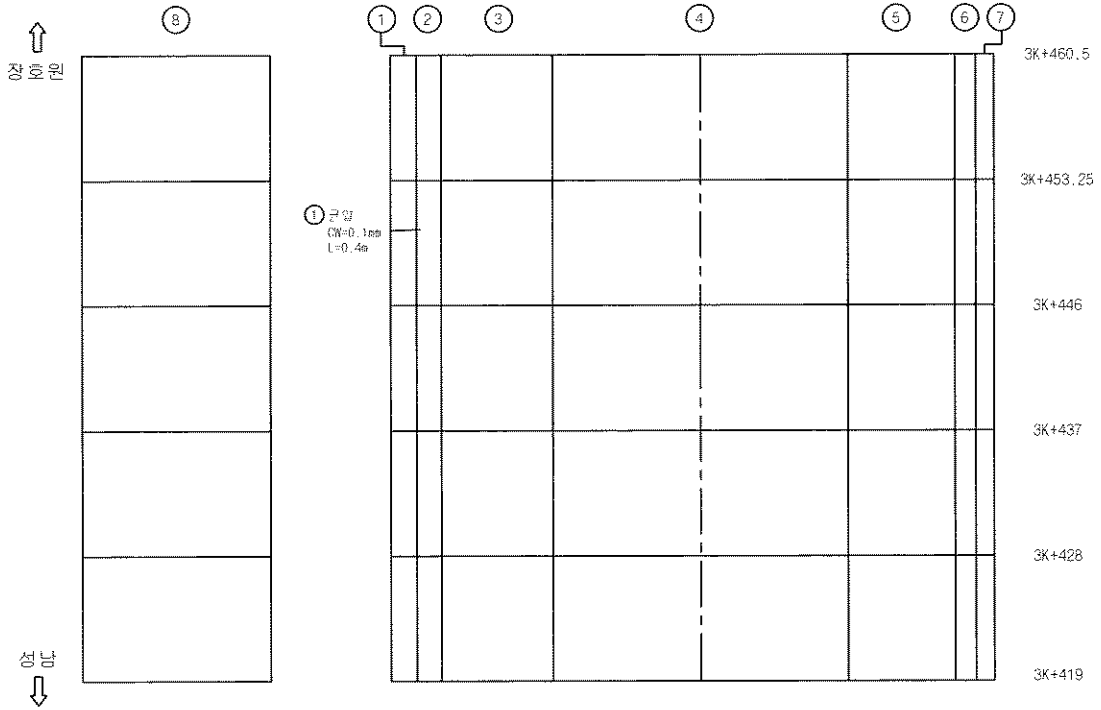


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+374~3K+419	17

KEY PLAN



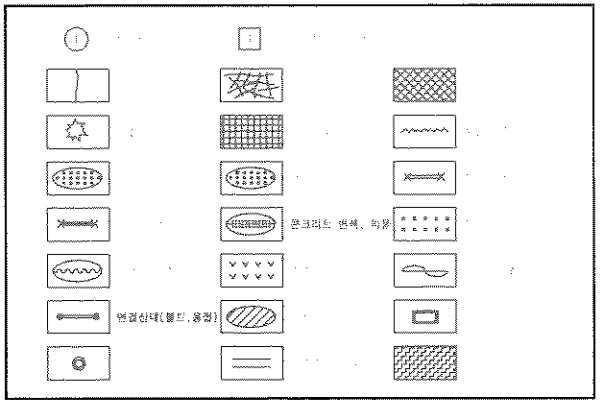




손상물량표

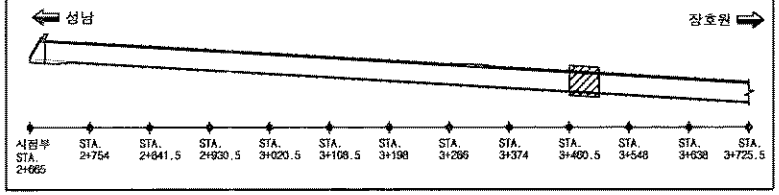
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

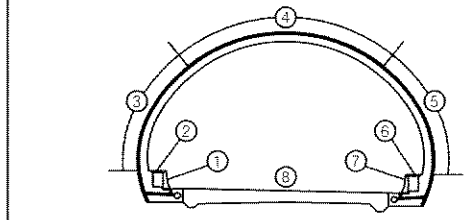
범례

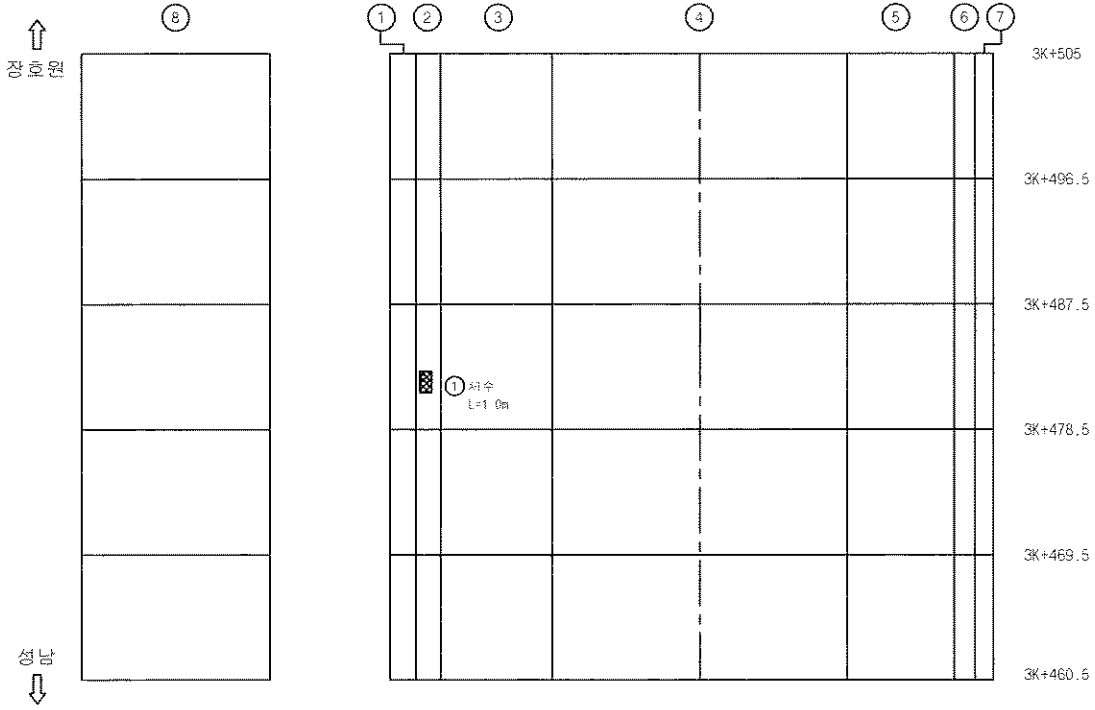


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA. 3K+419~3K+460.5	18

KEY PLAN



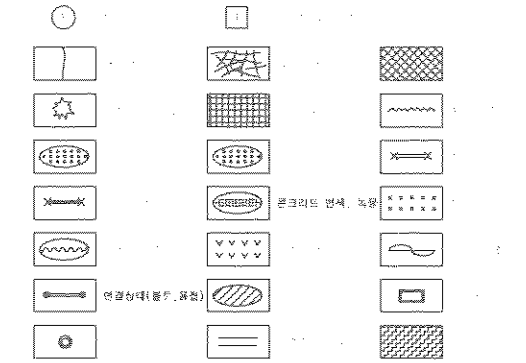




손상물량표

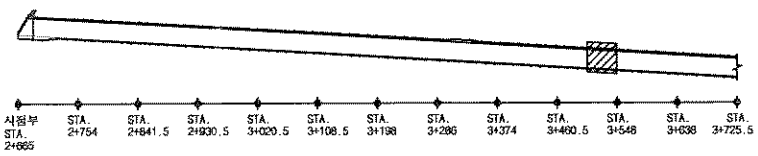
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	체수		1.0			1	보수완료

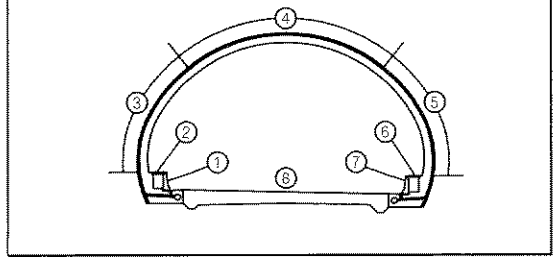
범 례

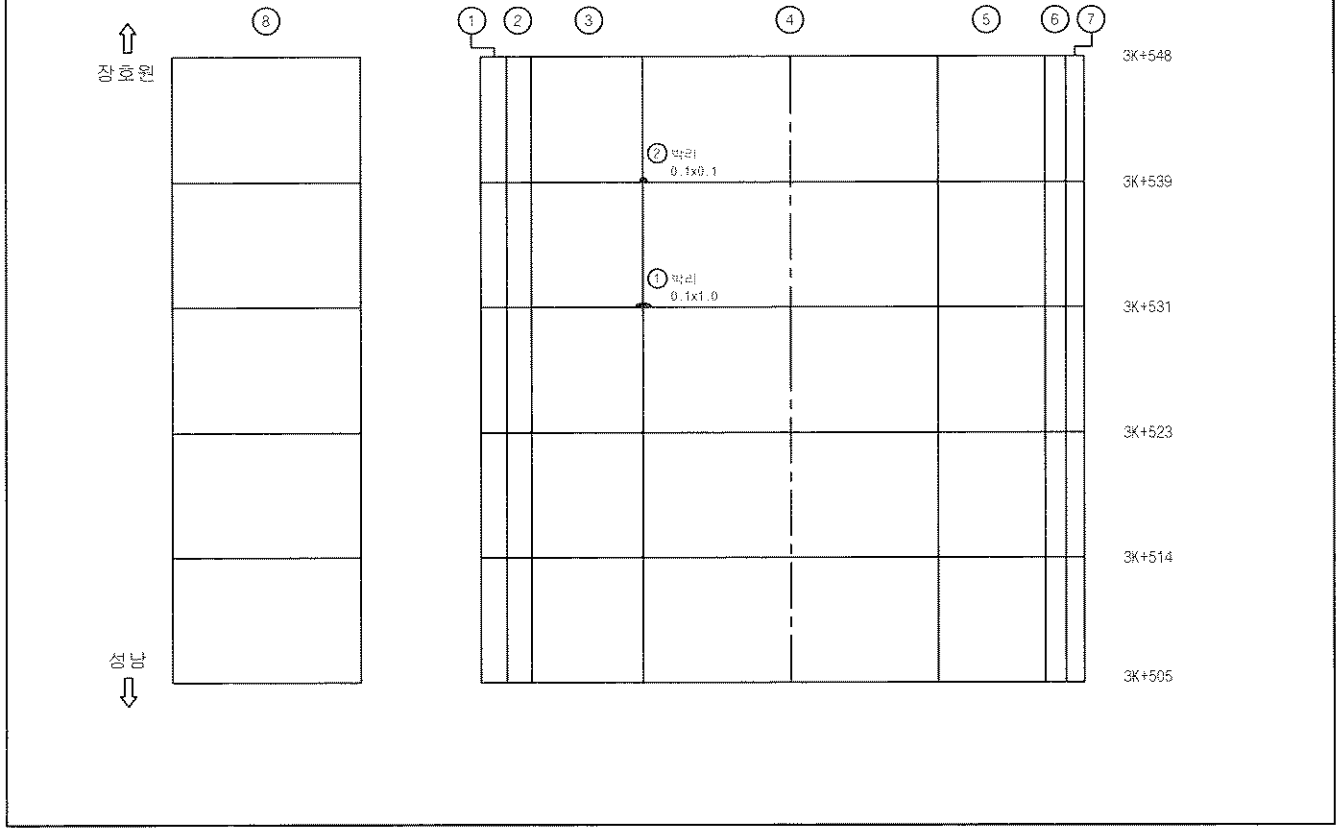


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+460.5~3K+505	19

KEY PLAN



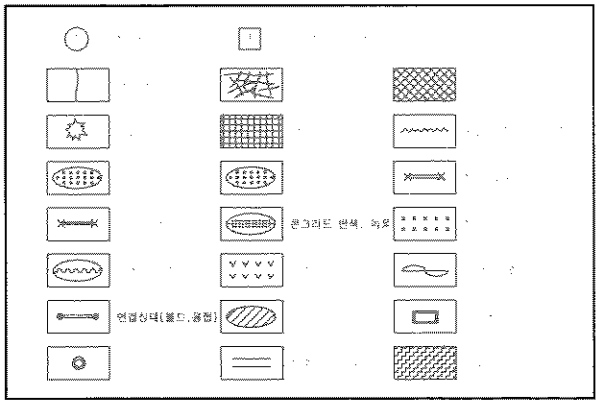




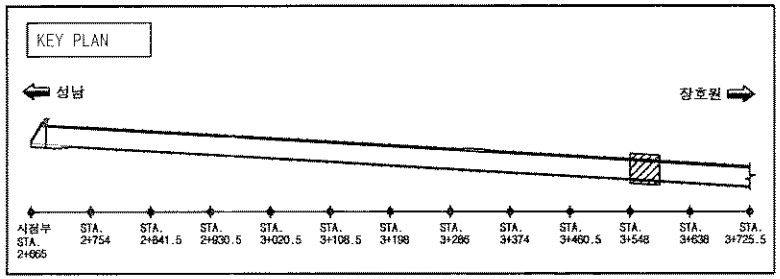
손상물량표

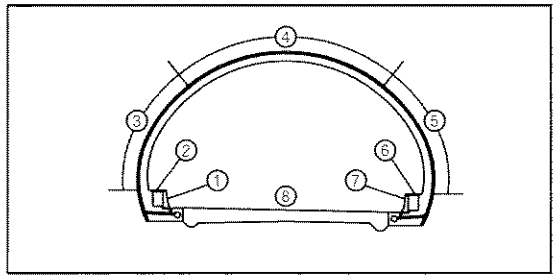
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.1	1.0	0.1	1	보수완료
②	박리		0.1	0.1	0.01	1	보수완료

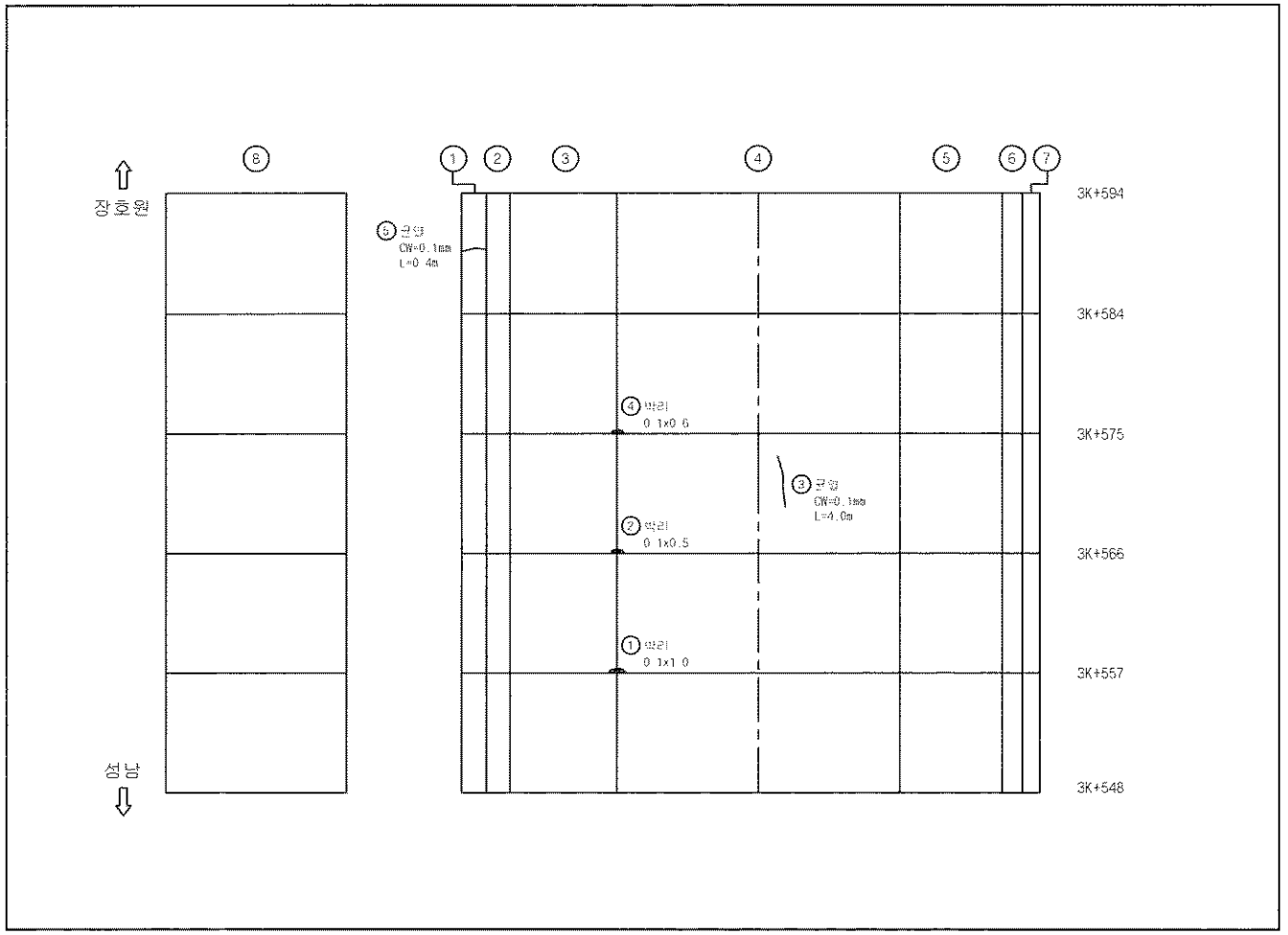
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+505~3K+548	20



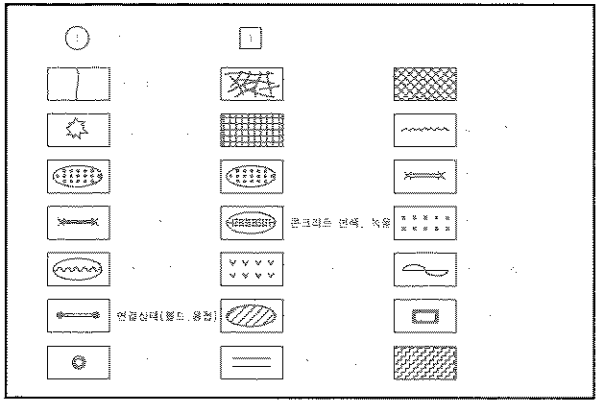




손상물량표

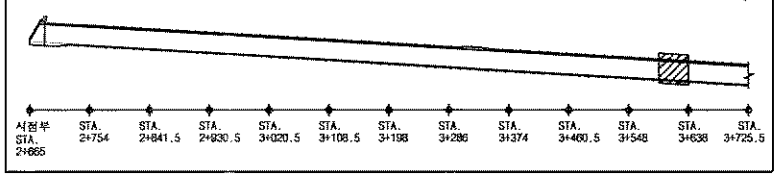
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	박리		0.1	1.0	0.1	1	보수완료
②	박리		0.1	0.5	0.05	1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	4.0			1	보수완료
④	박리		0.1	0.6	0.06	1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

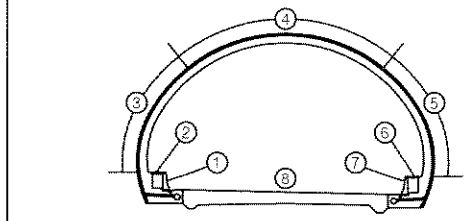
범 례

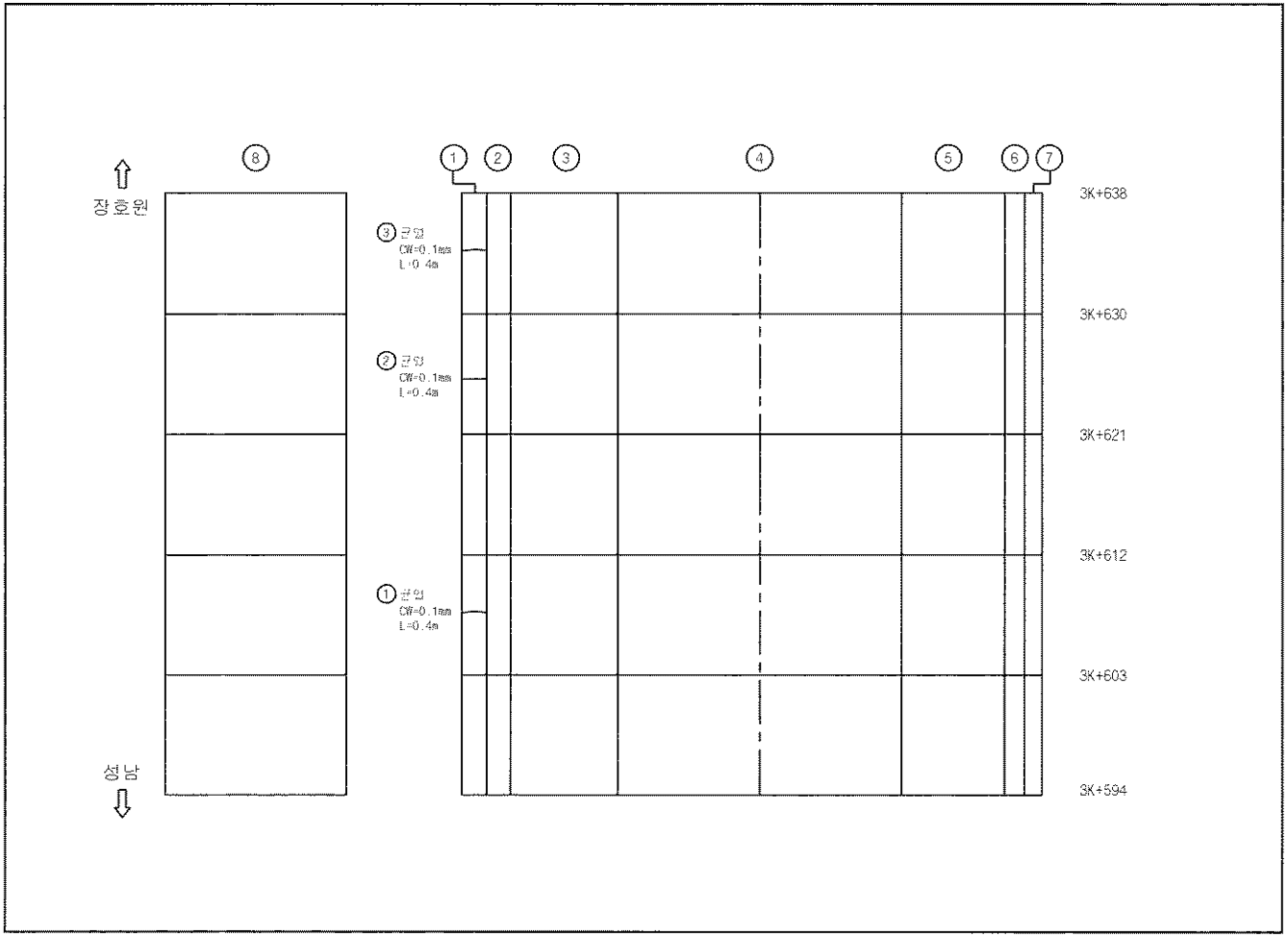


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+548~3K+594	21

KEY PLAN



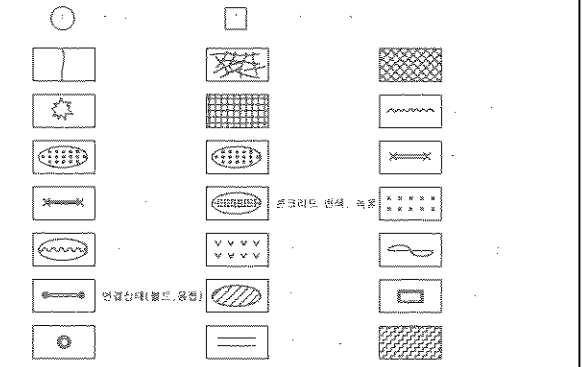




손상물량표

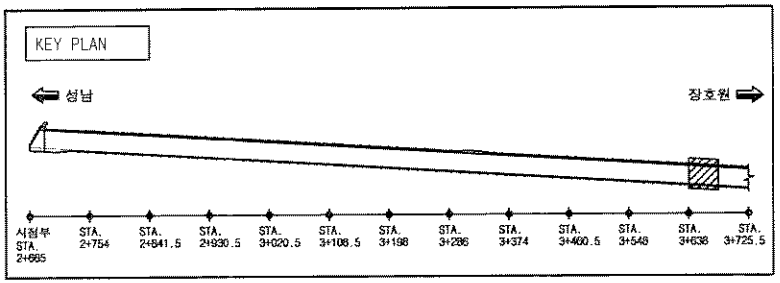
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

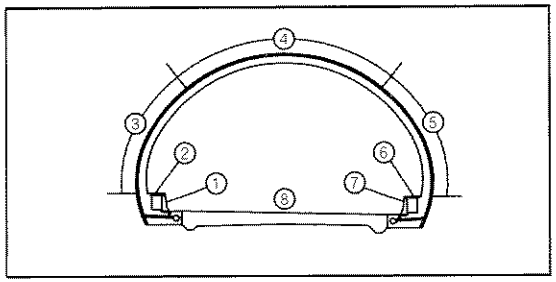
범 례

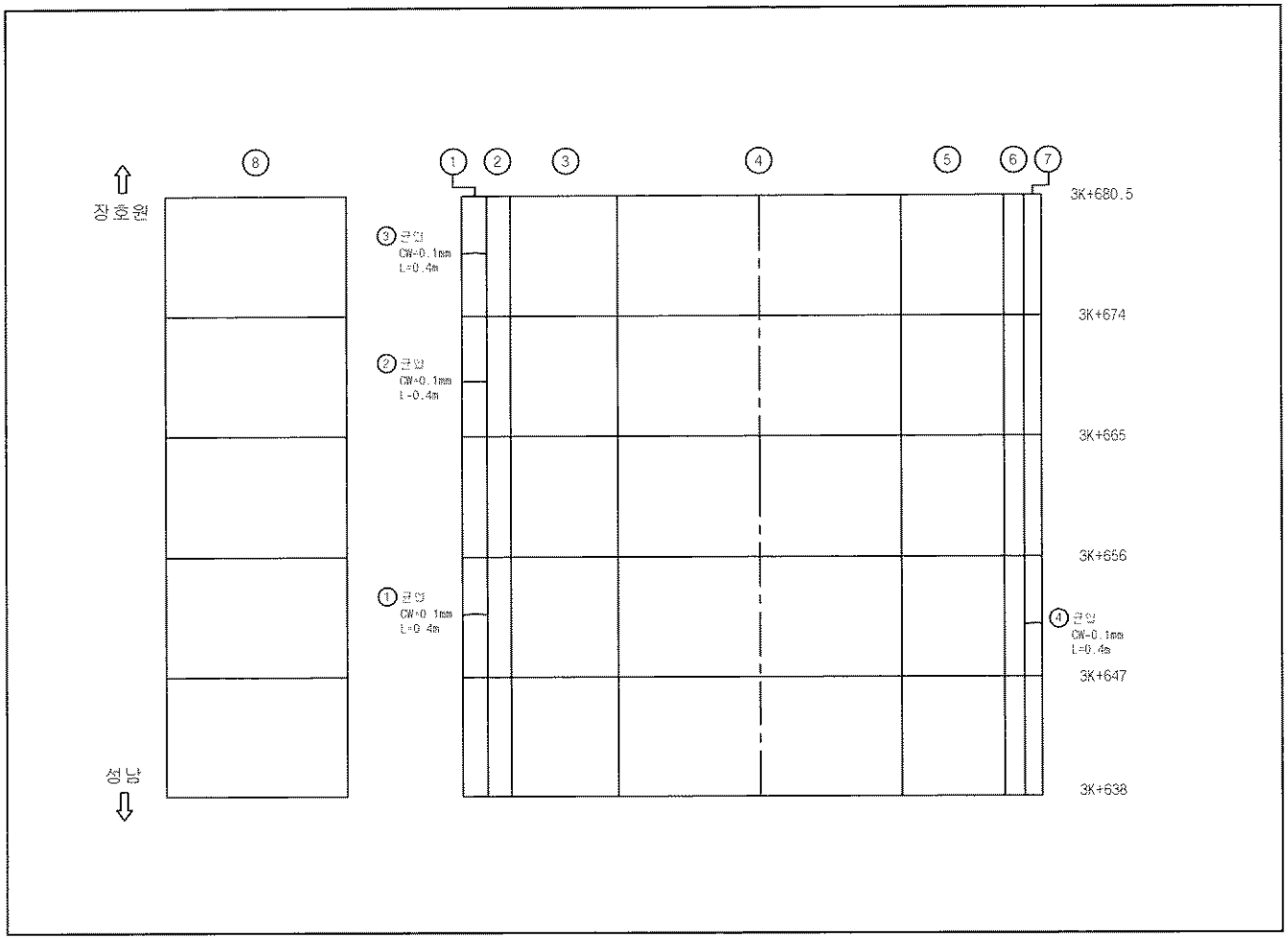


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구주함명	두면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+594~3K+638	22

KEY PLAN



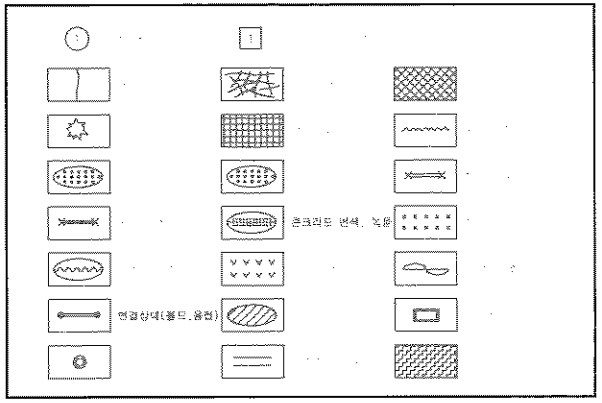




손상물량표

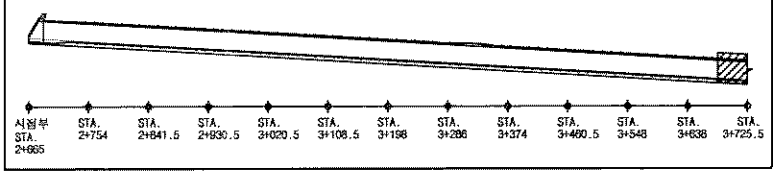
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

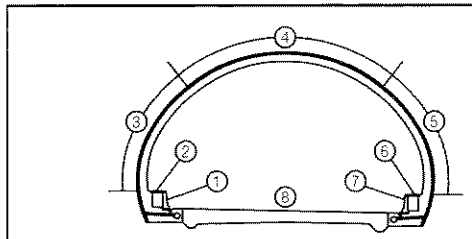
범 례

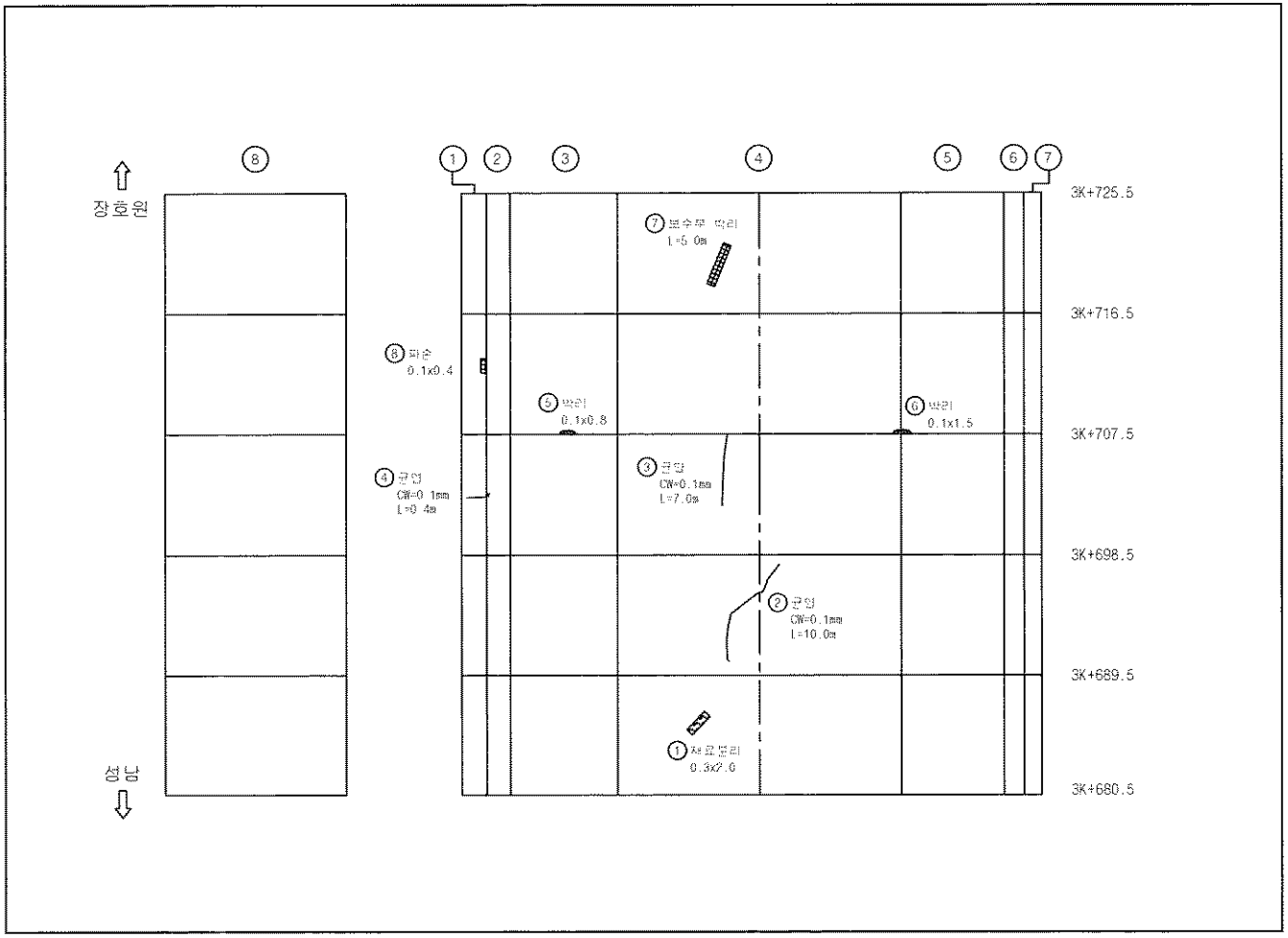


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+638-3K+680.5	23

KEY PLAN



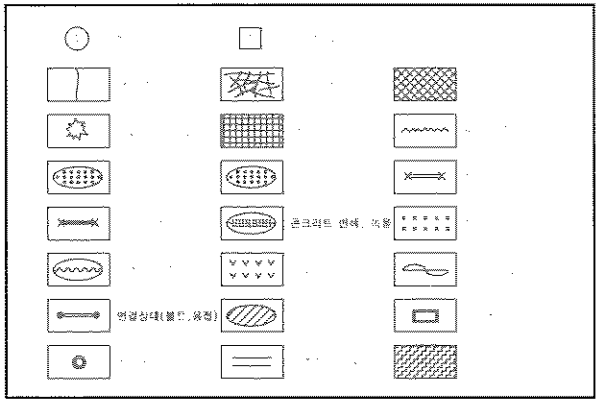




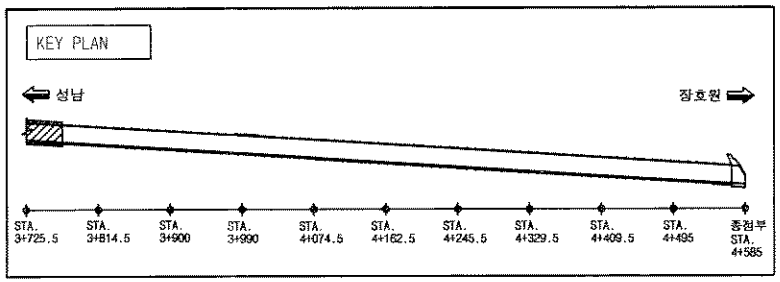
손상물량표

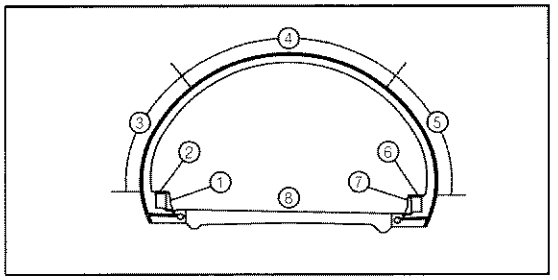
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	재료분리		0.3	2.0	0.6	1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	7.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	박리		0.1	0.8	0.08	1	보수완료
⑥	박리		0.1	1.5	0.15	1	보수완료
⑦	보수부 박리		5.0			1	보수완료
⑧	파손		0.1	0.4	0.04	1	보수완료

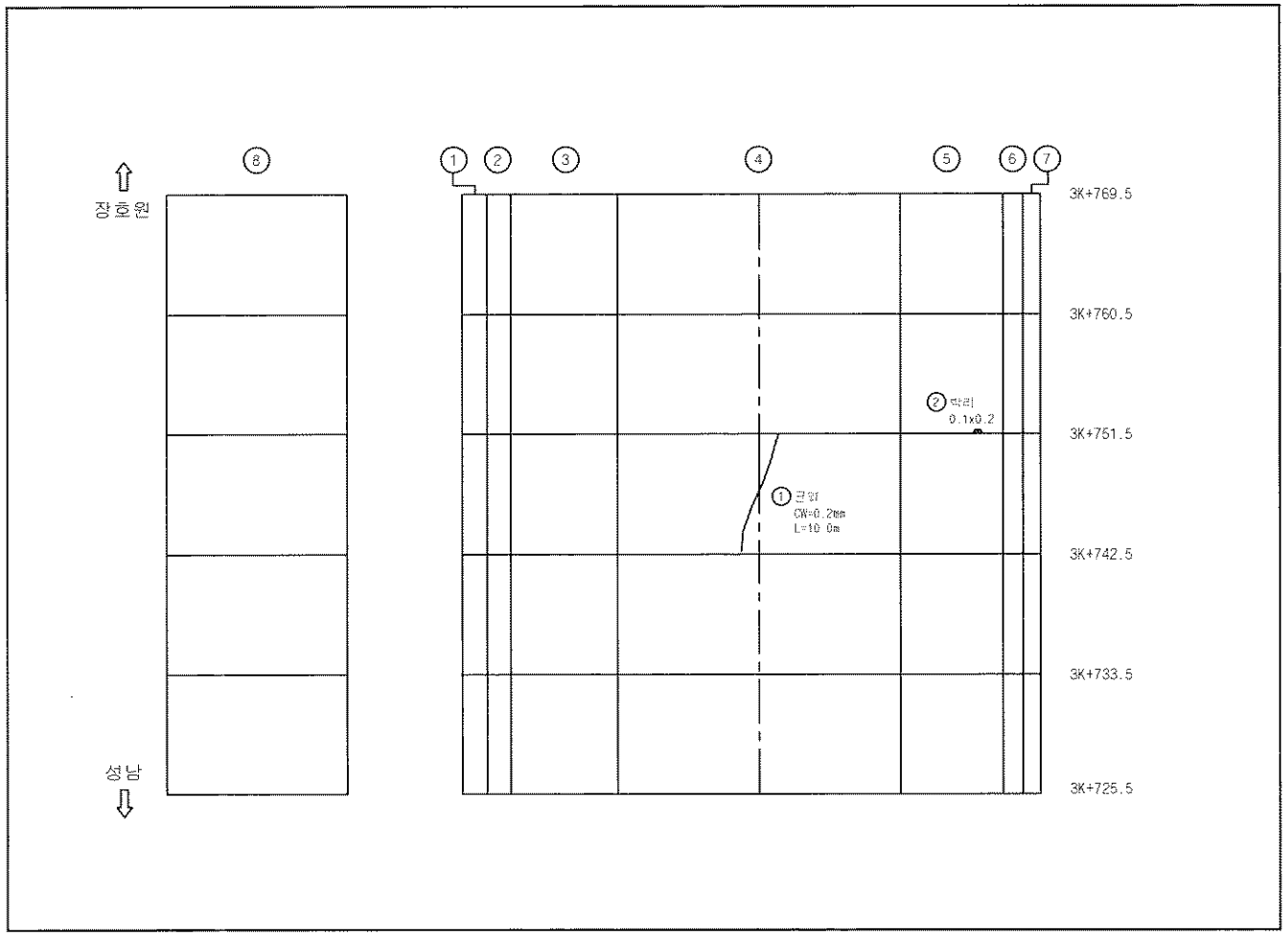
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조용명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+680.5~3K+725.5	24



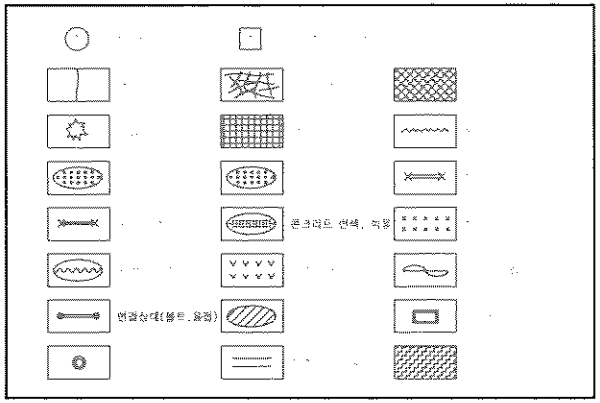




손상물량표

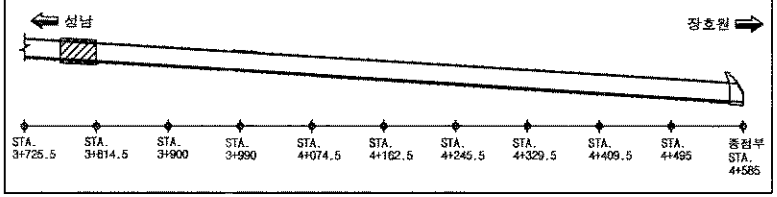
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
②	박리		0.1	0.2	0.02	1	보수완료

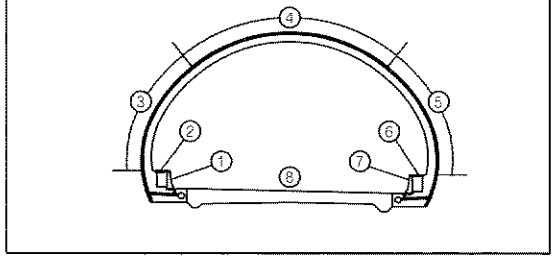
범 례

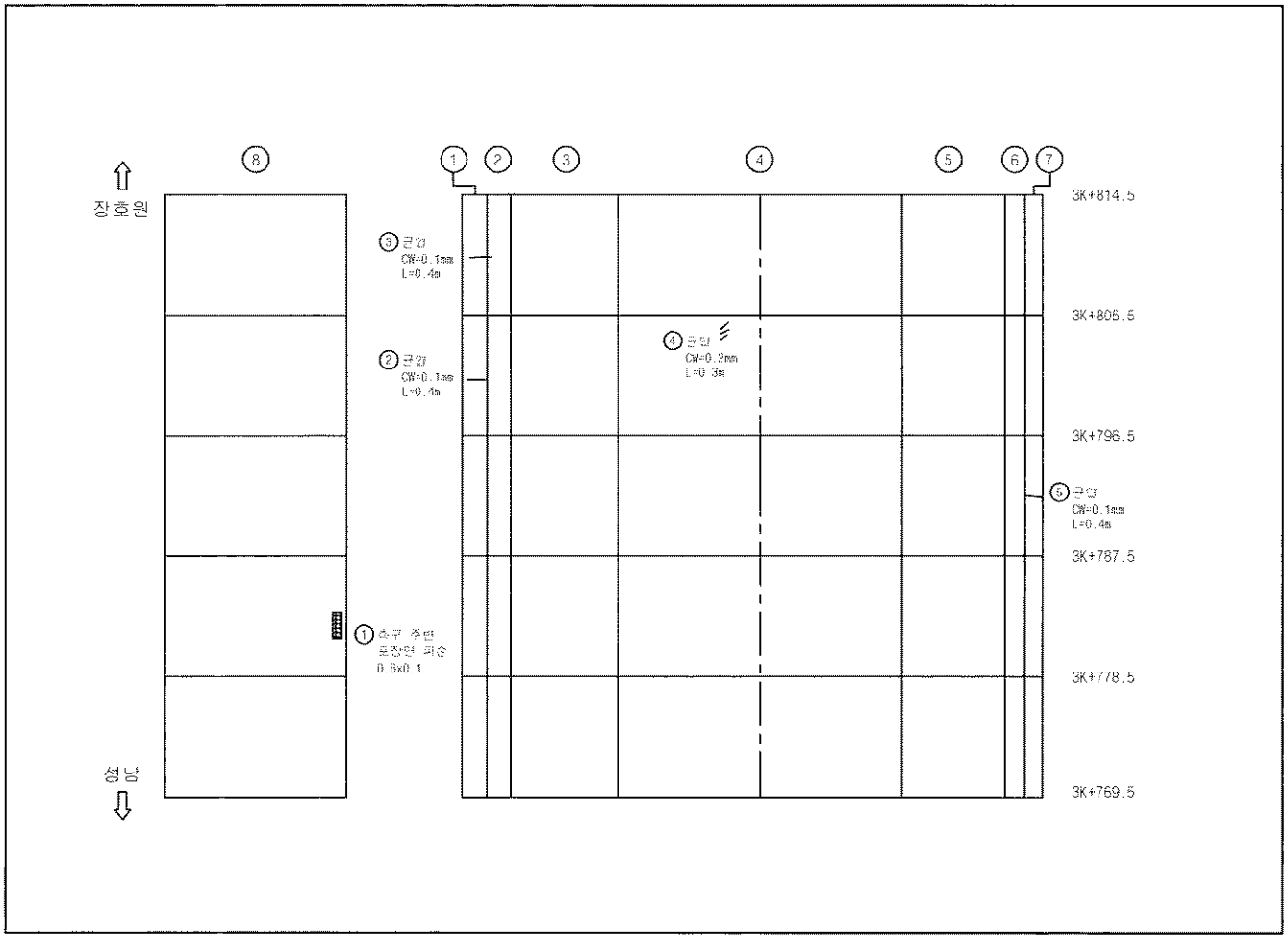


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+725.5~3K+769.5	25

KEY PLAN



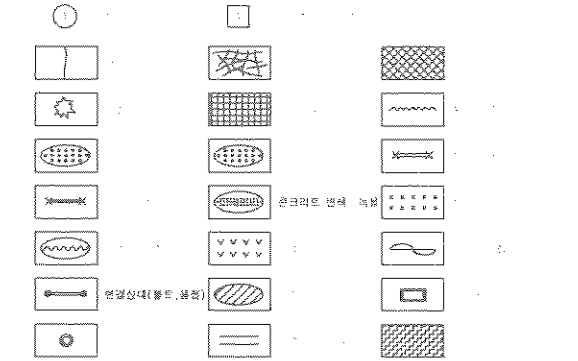




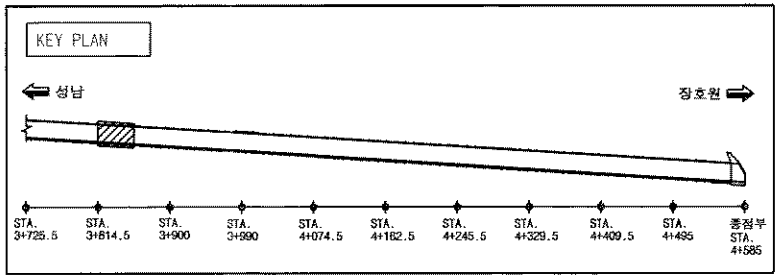
손상물량표

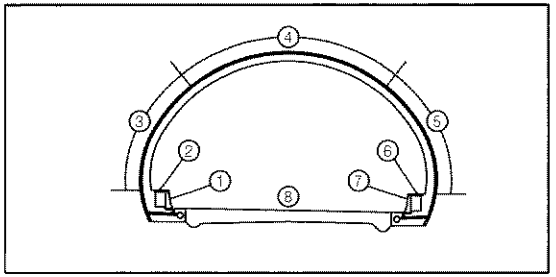
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	측구주변 포장면 파손		0.6	0.1	0.06	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.3			3	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

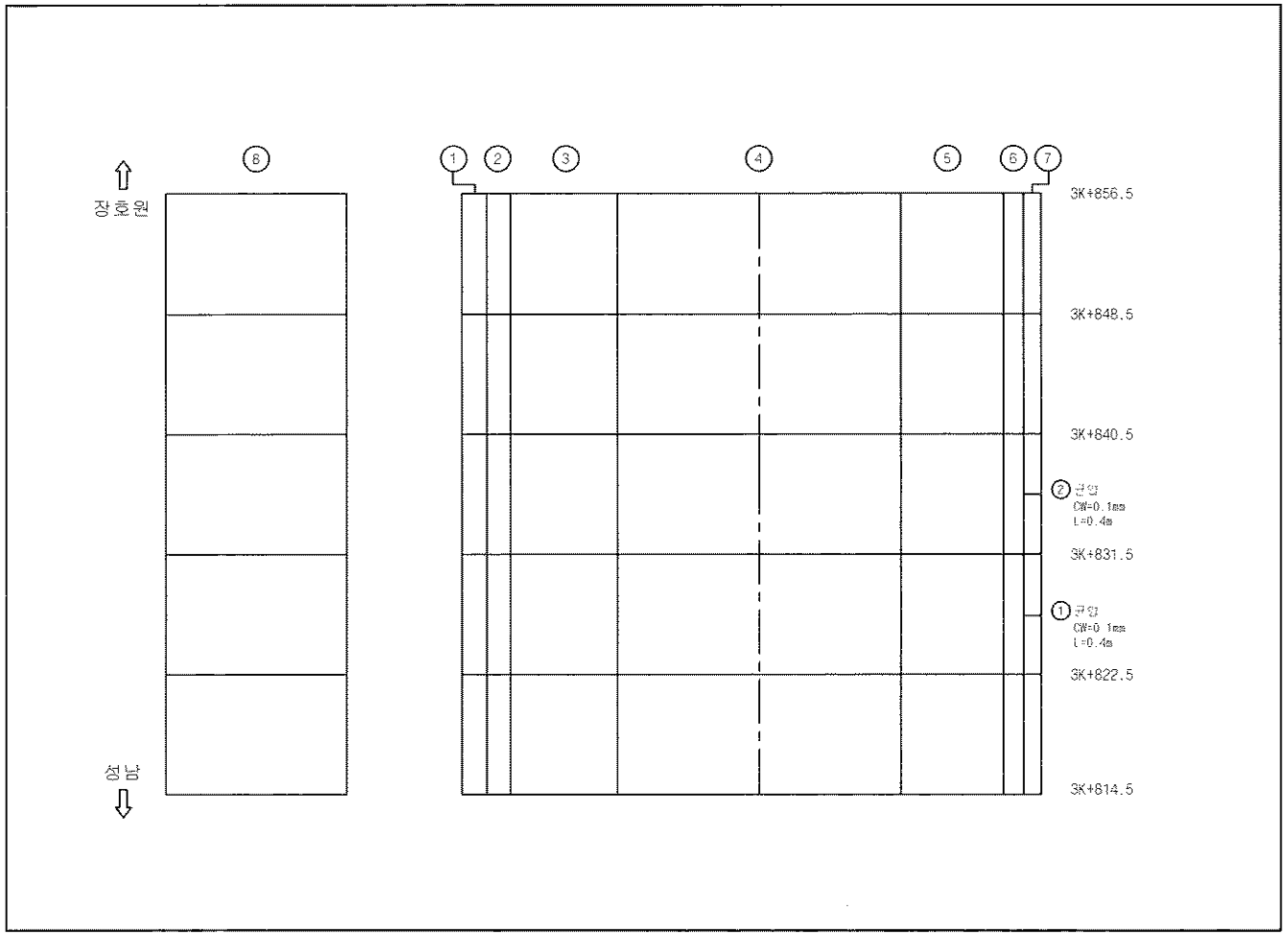
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+769.5~3K+814.5	26



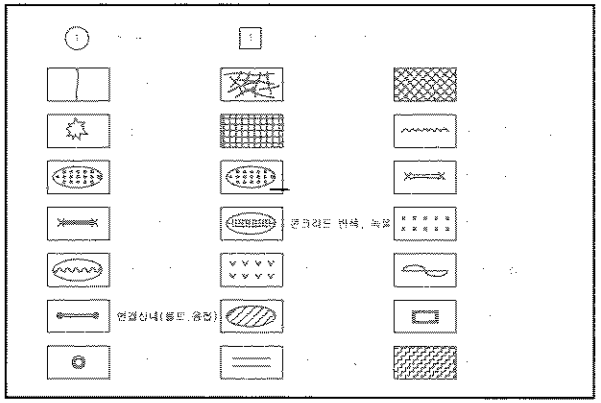




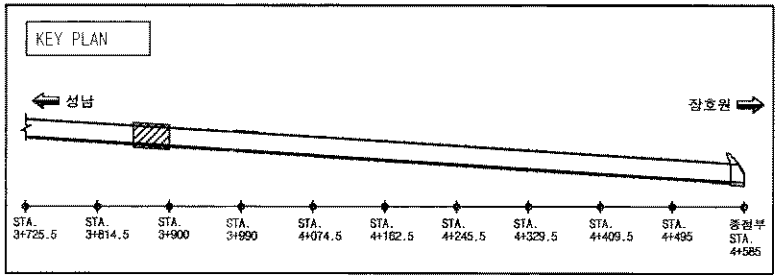
손상물량표

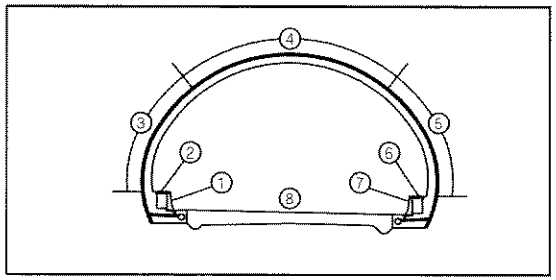
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

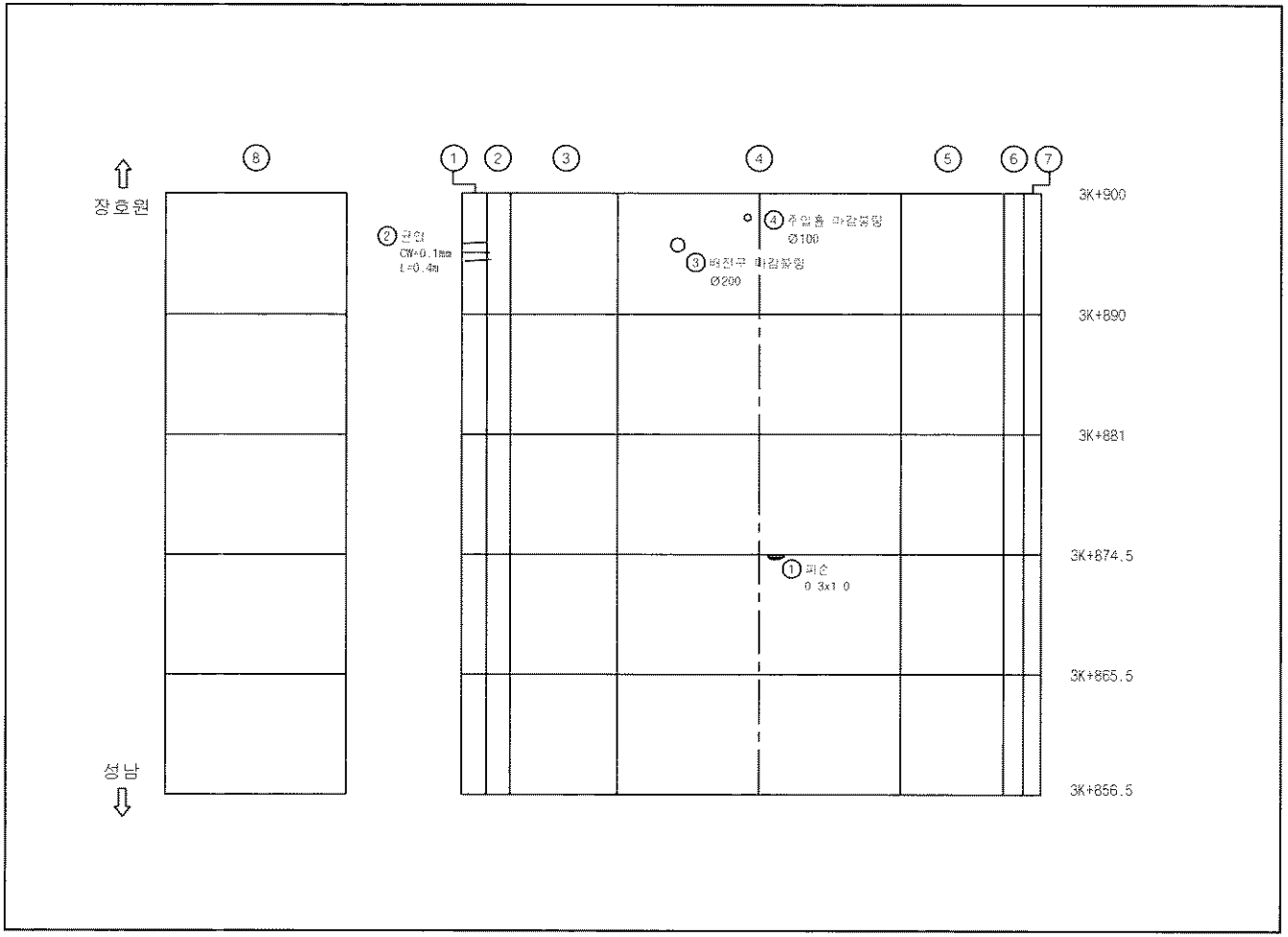
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+814.5~3K+865.5	27



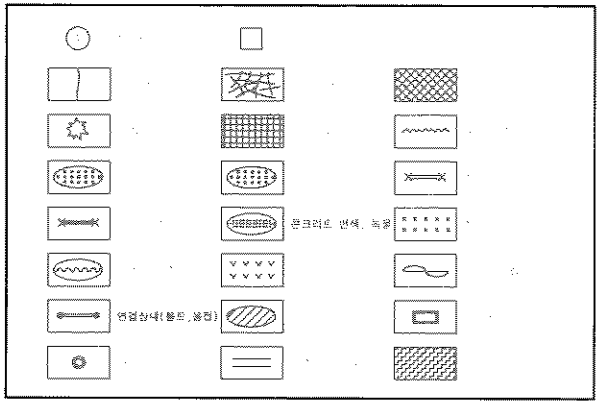




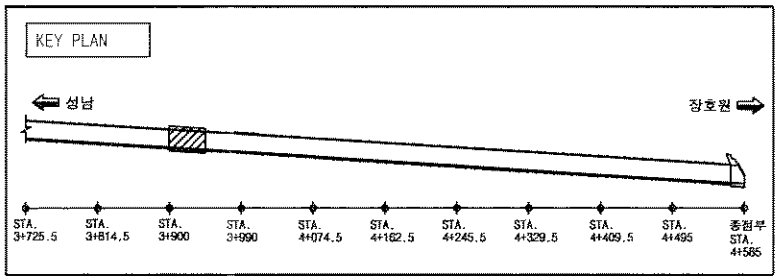
손상물량표

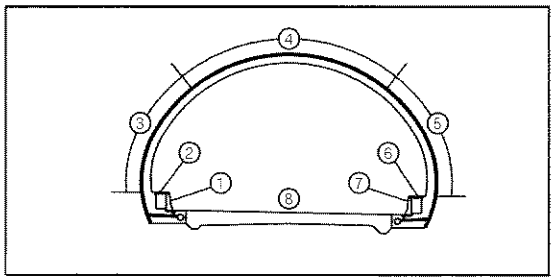
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	파손		0.3	1.0	0.3	1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			3	보수완료
③	배전구 마감불량					1	보수완료
④	주입홀 마감불량					1	보수완료

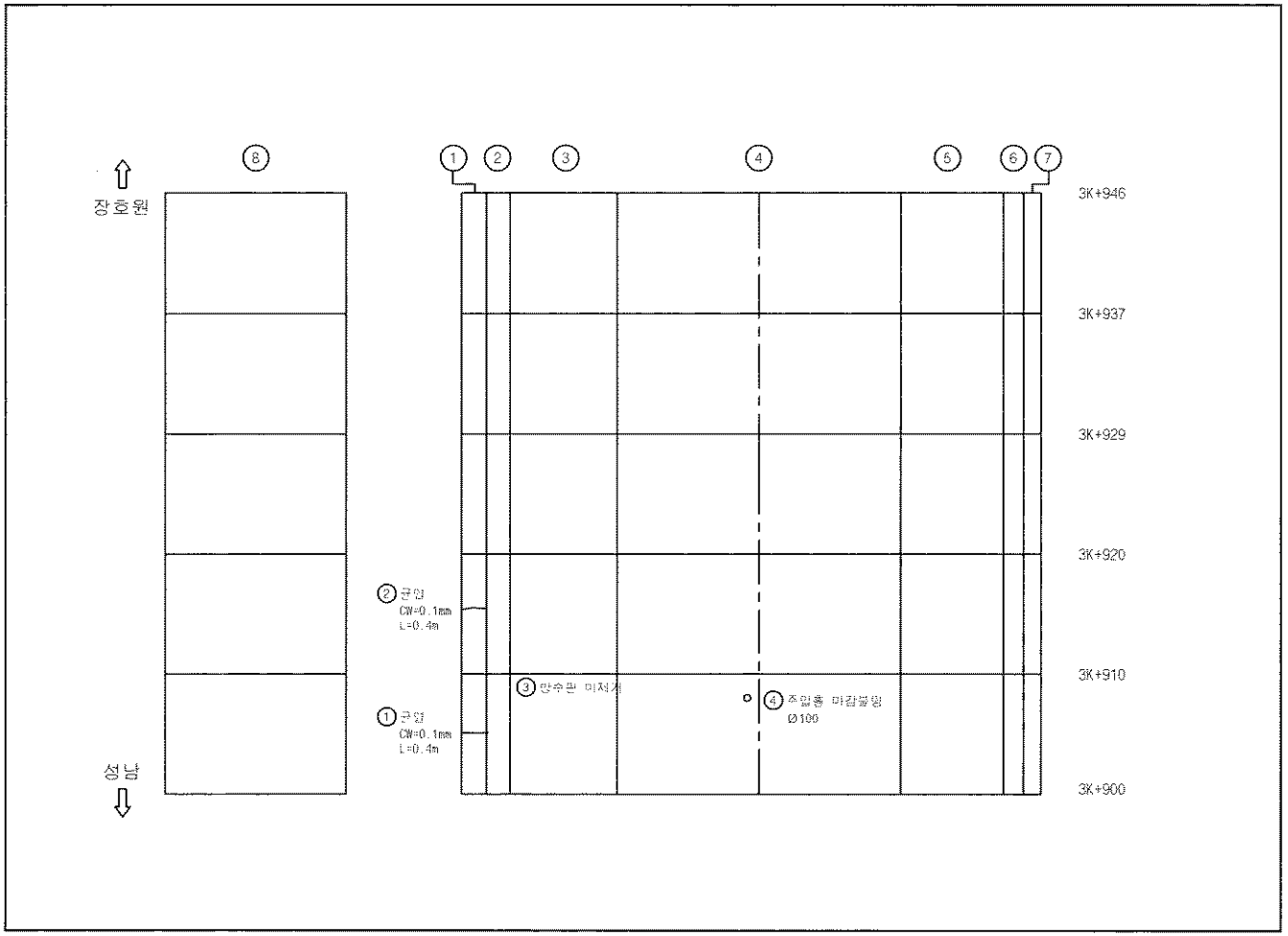
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA. 3K+856.5~3K+900	28



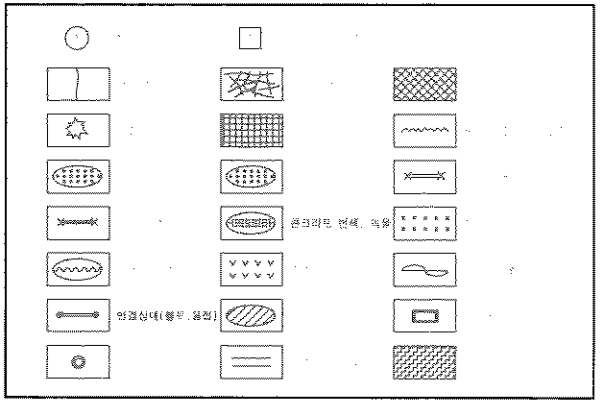




손상물량표

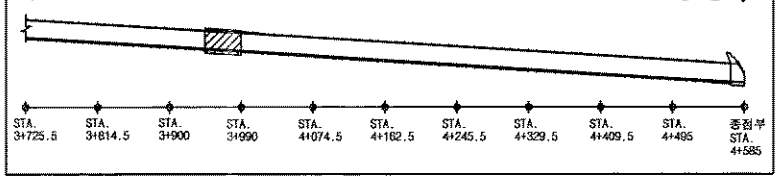
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	방수판 미제거					1	보수완료
④	주입홀 마감불량					1	보수완료

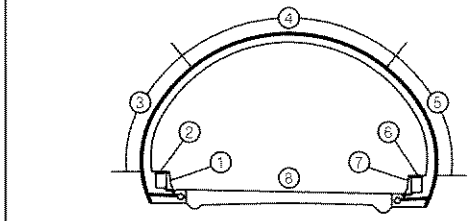
범 례

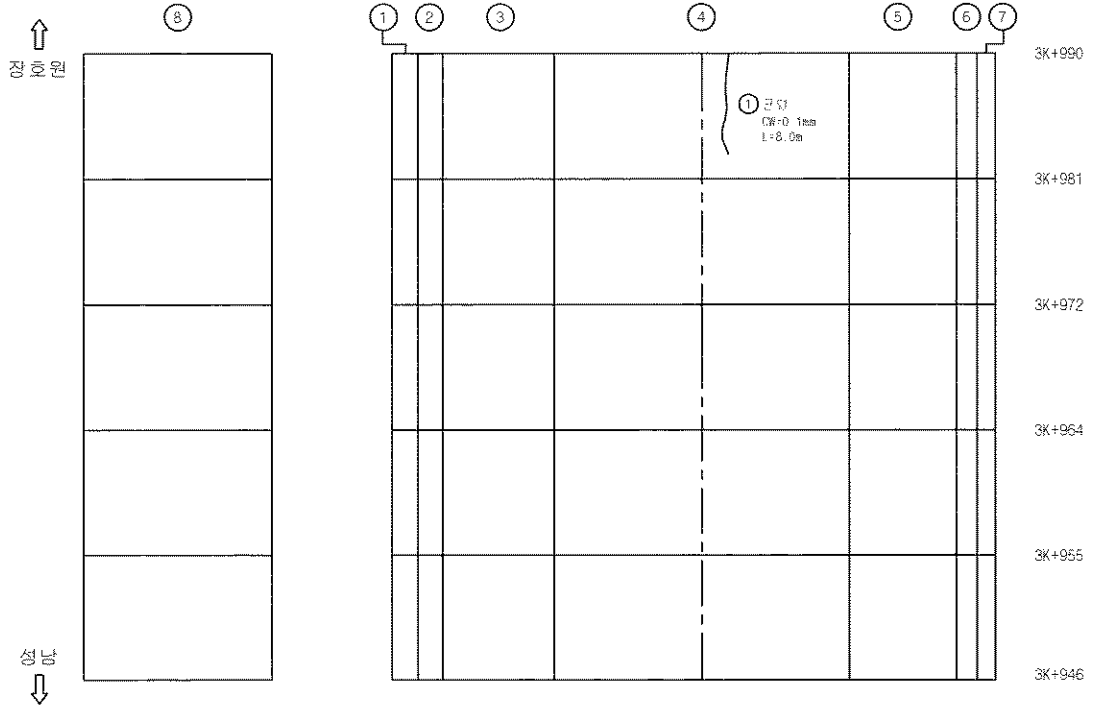


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+900~3K+946	29

KEY PLAN



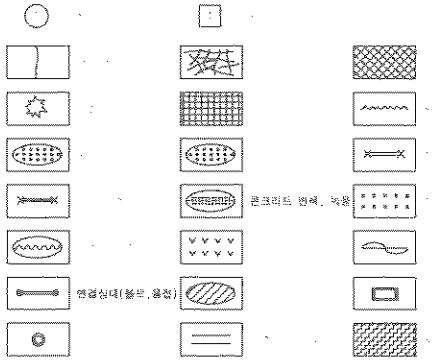




손상물량표

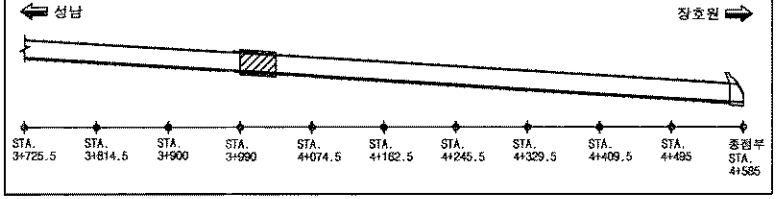
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	8.0			1	보수완료

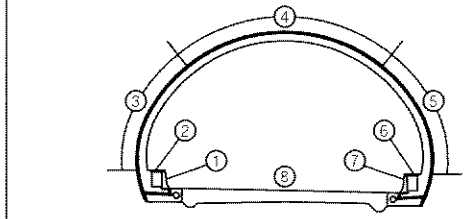
범 례

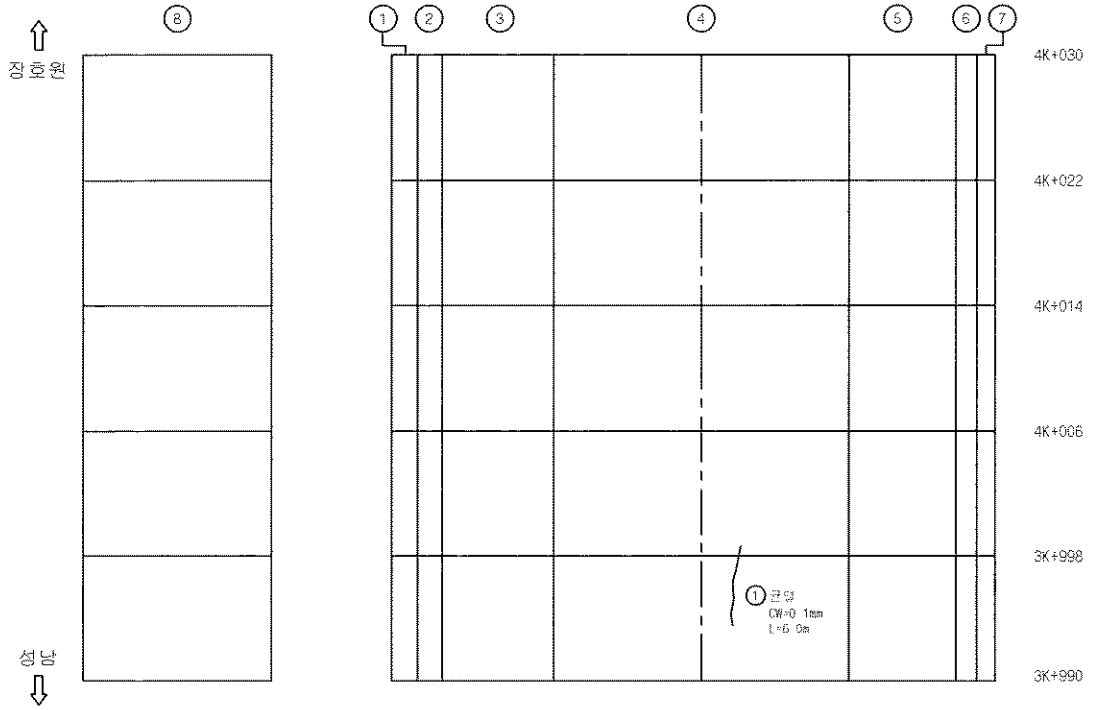


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA. 3K+946-3K+990	30

KEY PLAN



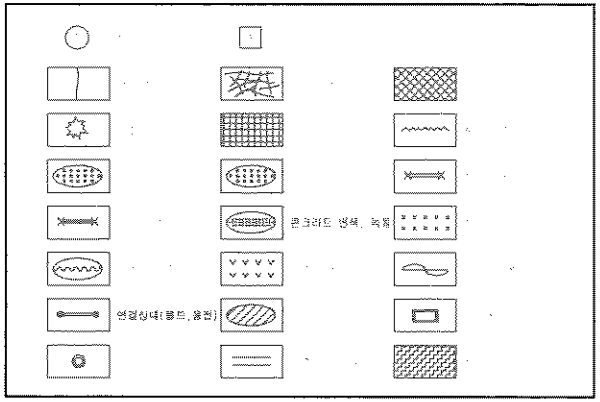




손상물량표

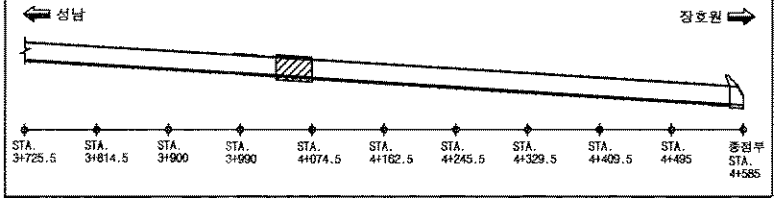
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	6.0			1	보수완료

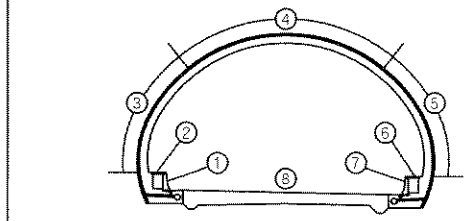
범 례

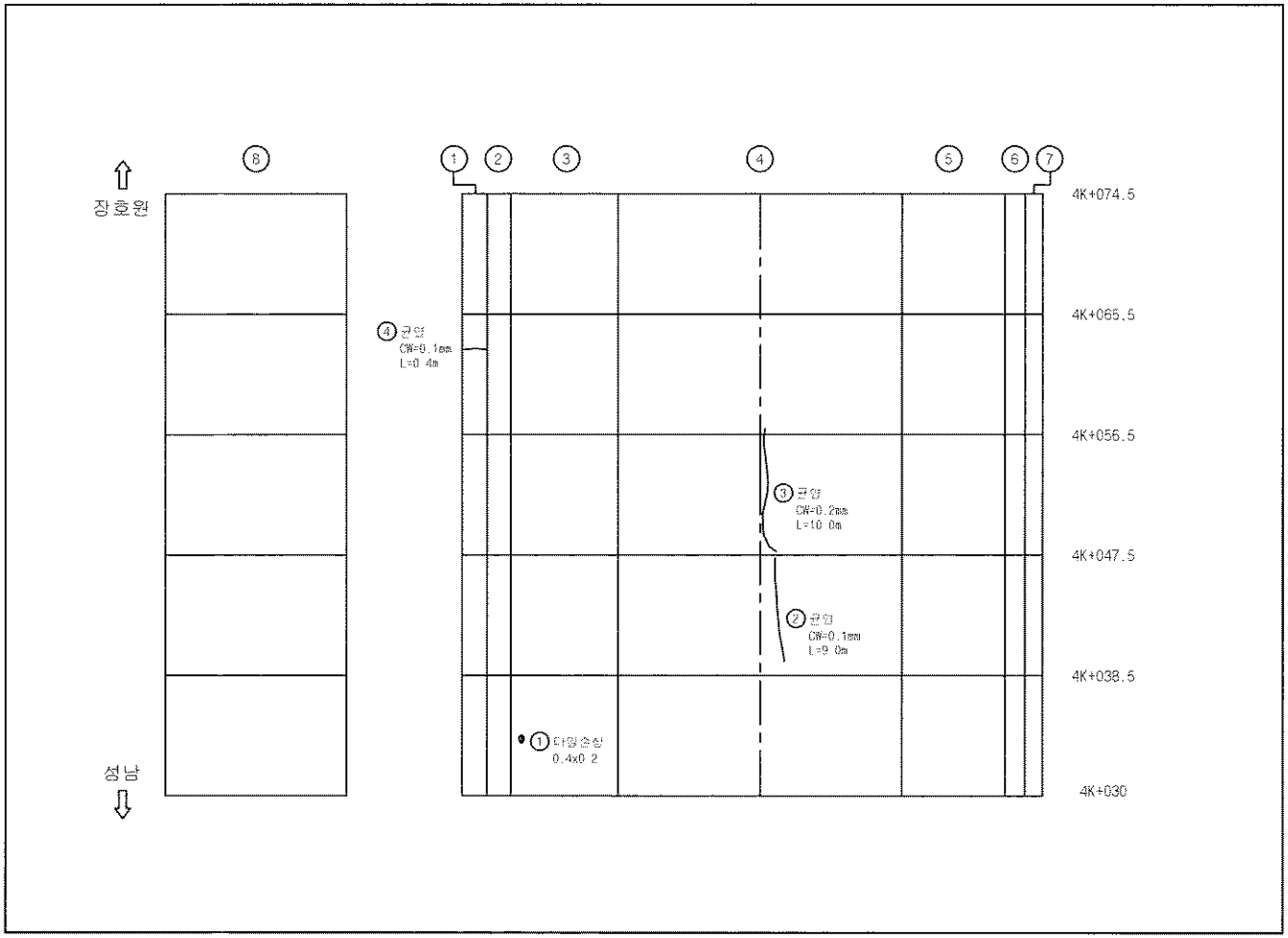


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술사	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.3K+990~4K+030	31

KEY PLAN



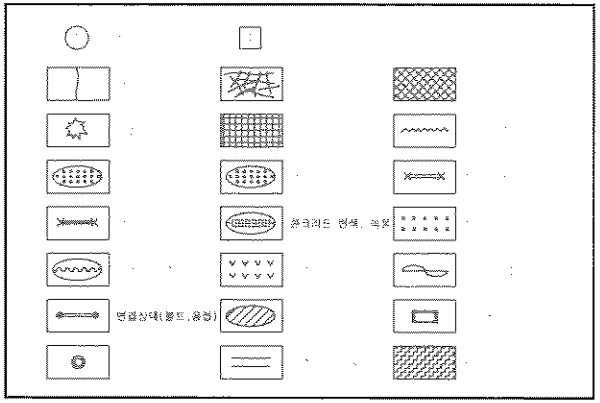




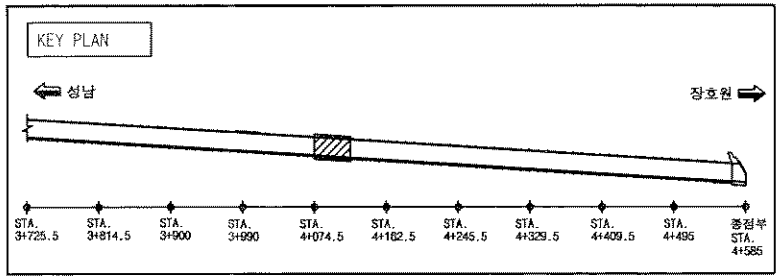
손상물량표

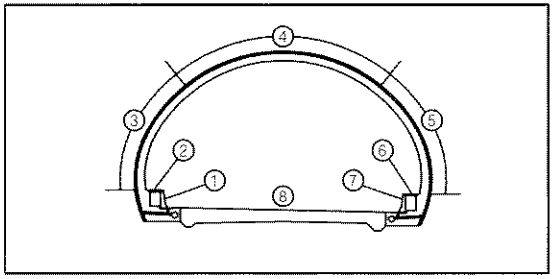
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	타일손상		0.4	0.2	0.08	1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	9.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

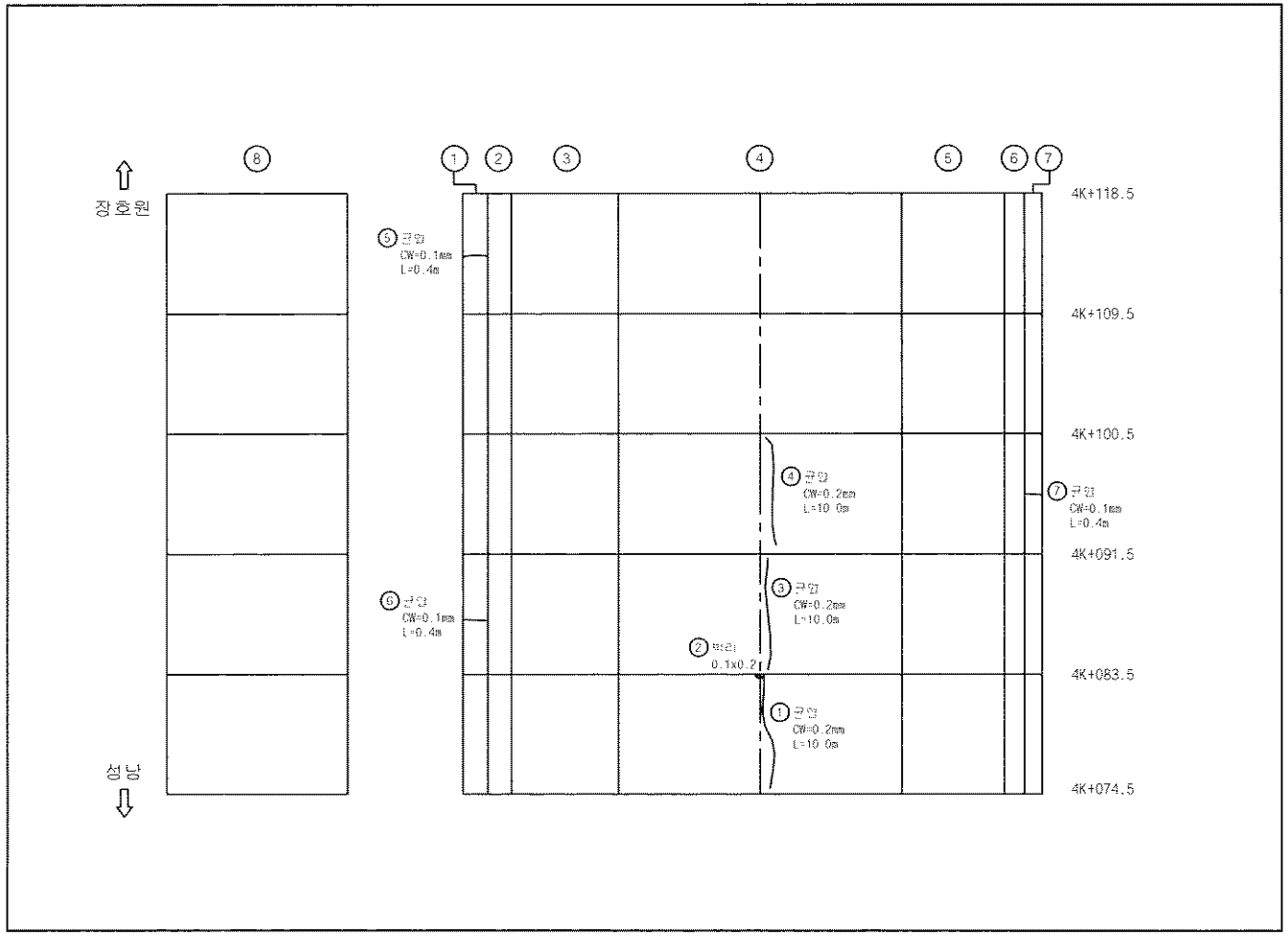
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조용명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+030~4K+074.5	32



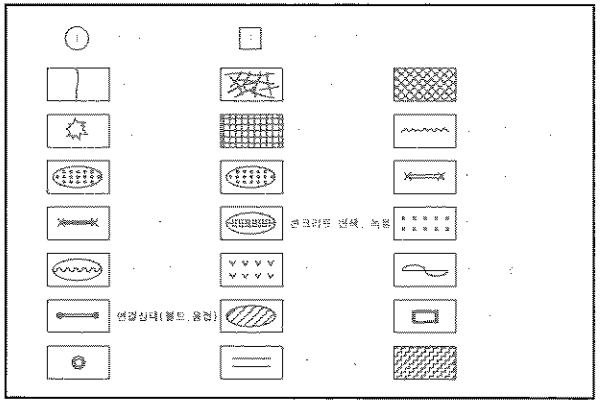




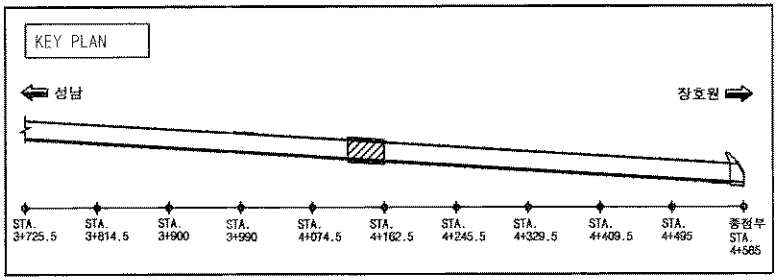
손상물량표

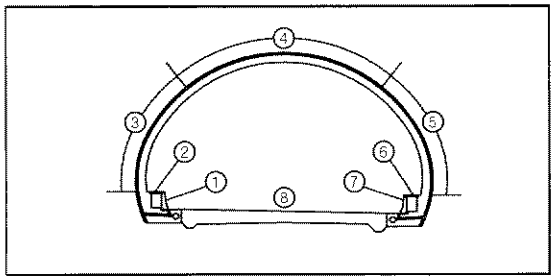
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
②	박리		0.1	0.2	0.02	1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

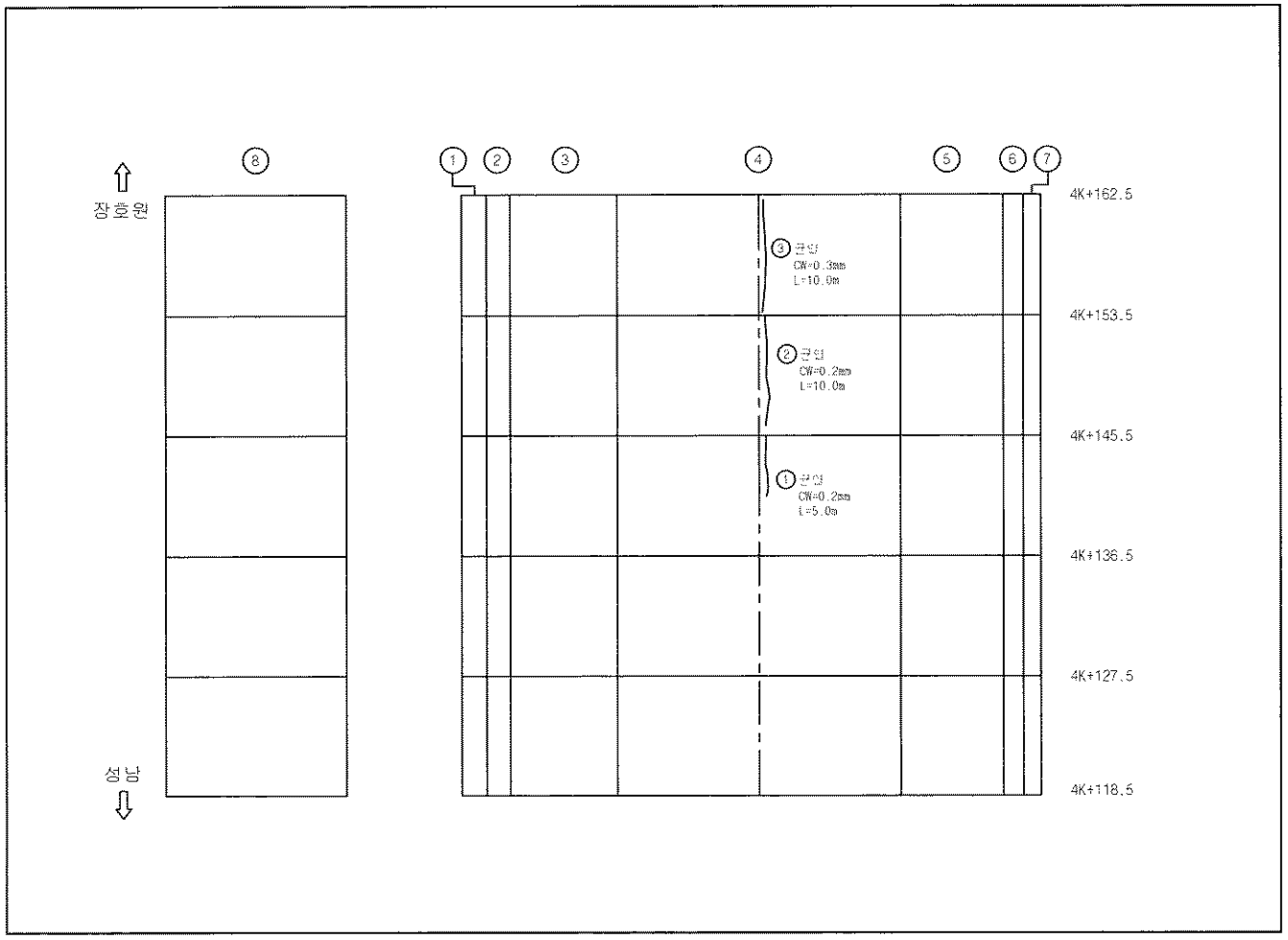
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+074.5~4K+109.5	33



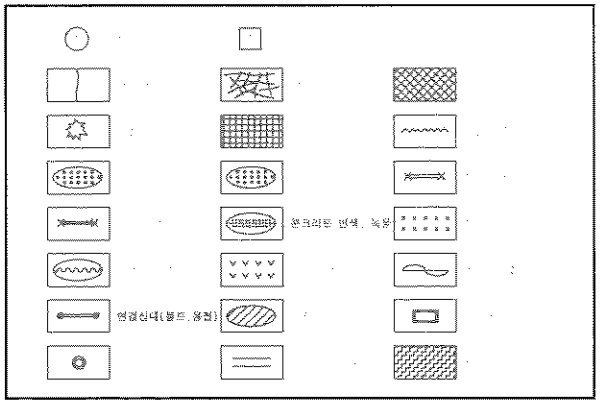




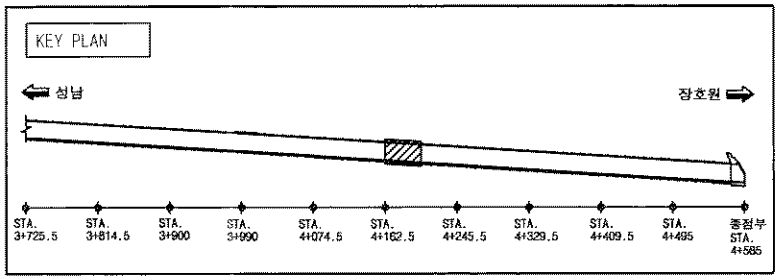
손상물량표

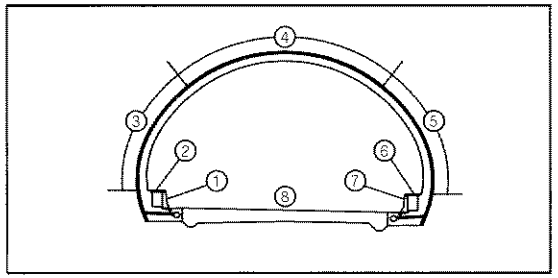
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	5.0			1	
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	
③	균열(폭 0.3mm 이상)	0.3	10.0			1	

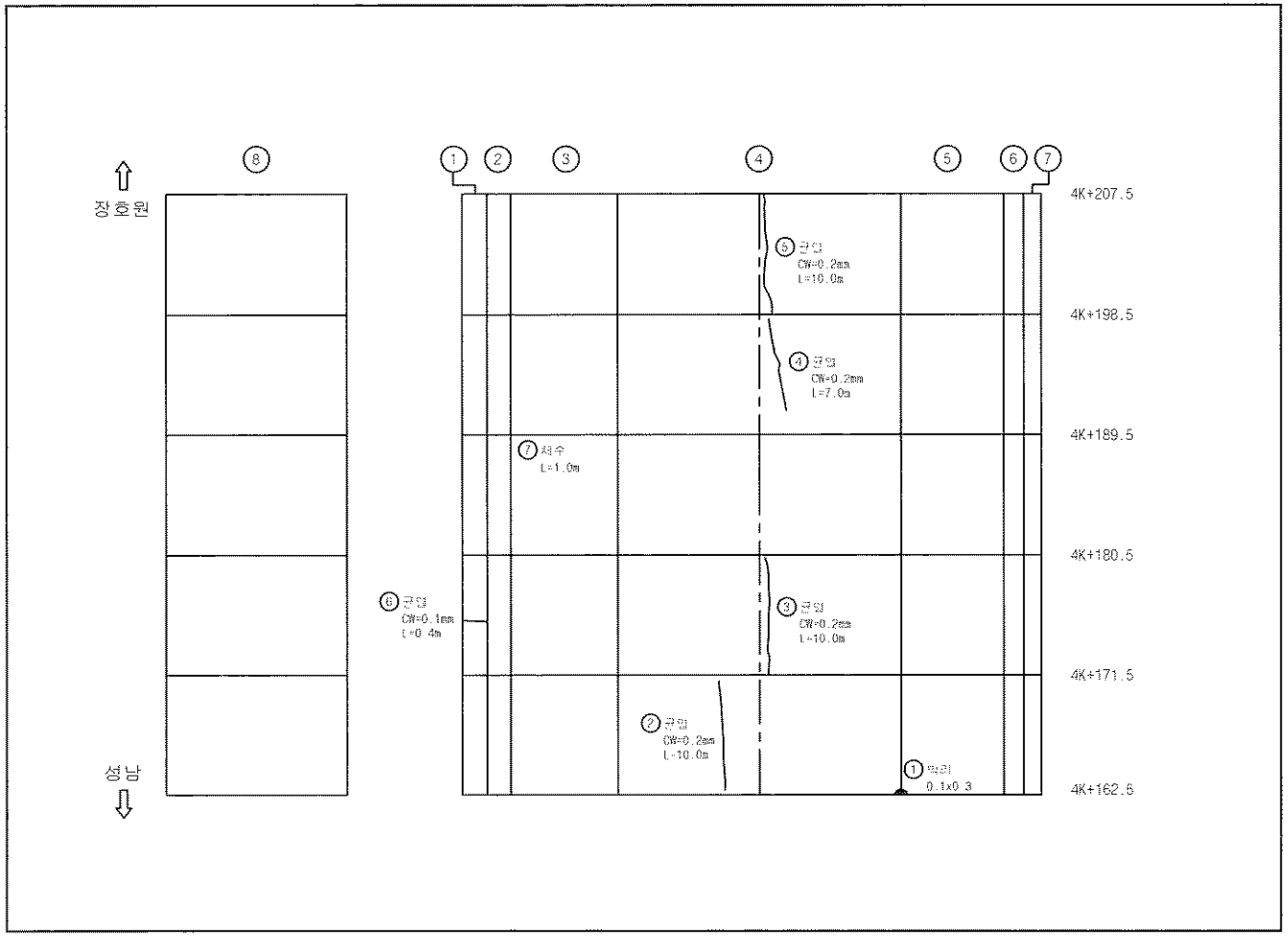
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+118.5~4K+162.5	34



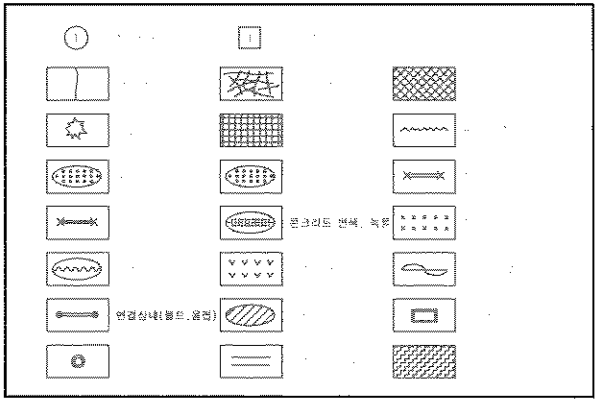




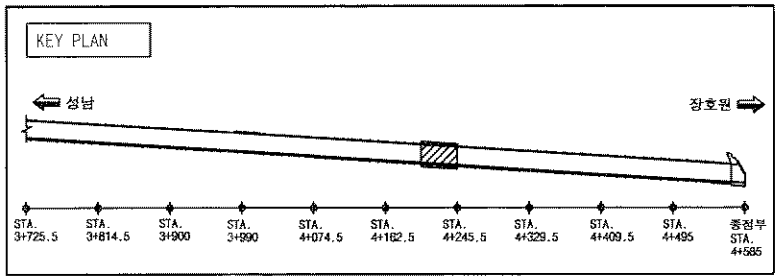
손상물량표

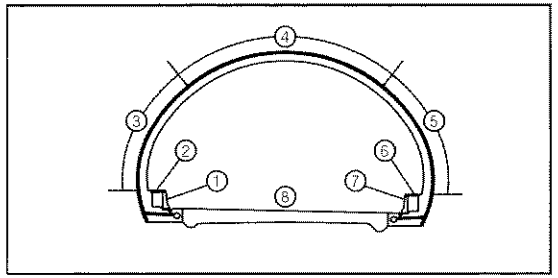
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	7.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	체수		1.0			1	보수완료

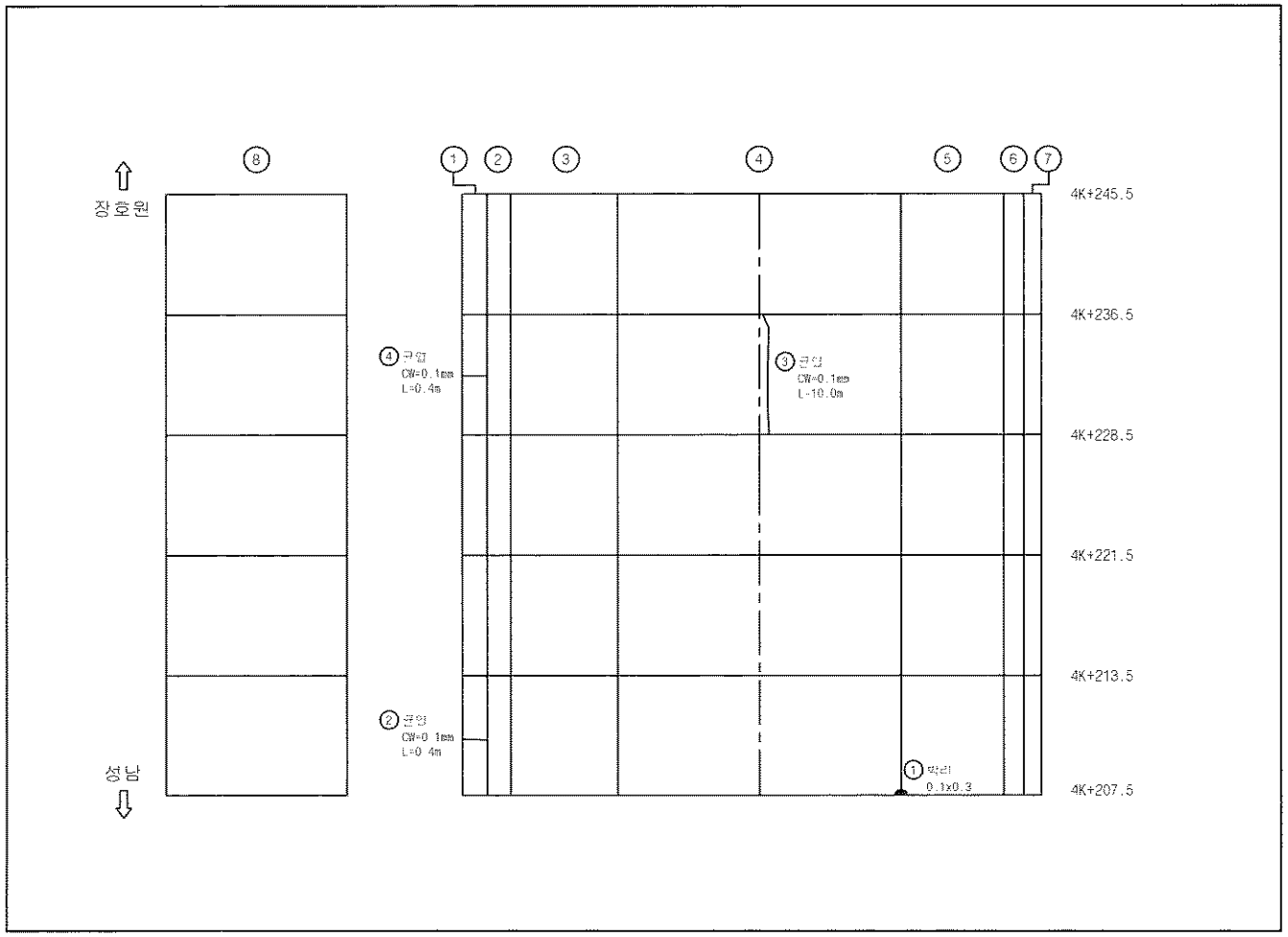
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	철점책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+162.5~4K+207.5	35



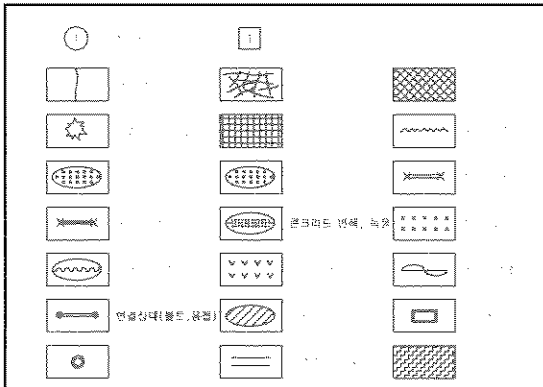




손상물량표

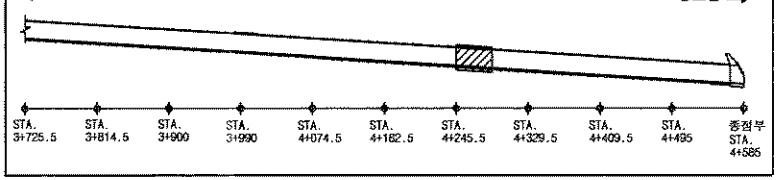
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	박리		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

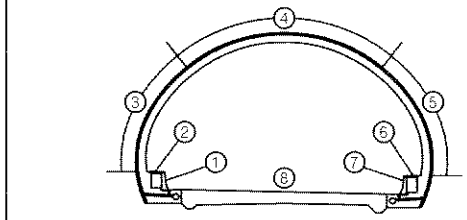
범 례

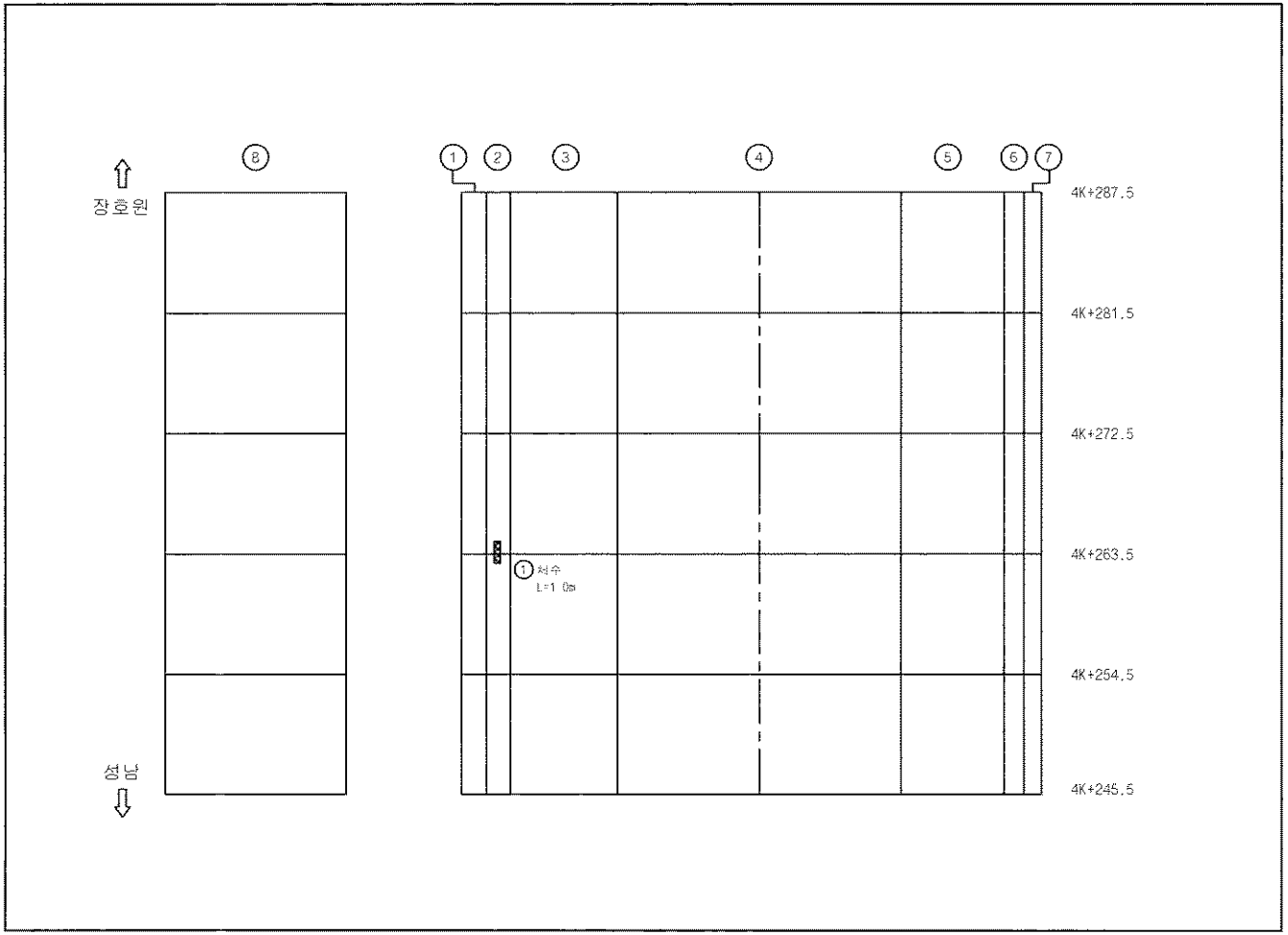


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+207.5~4K+245.5	36

KEY PLAN



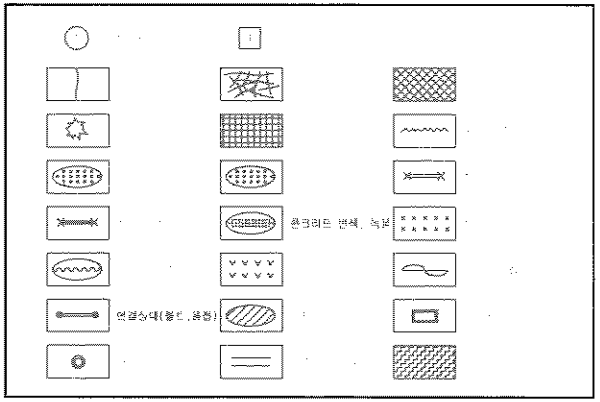




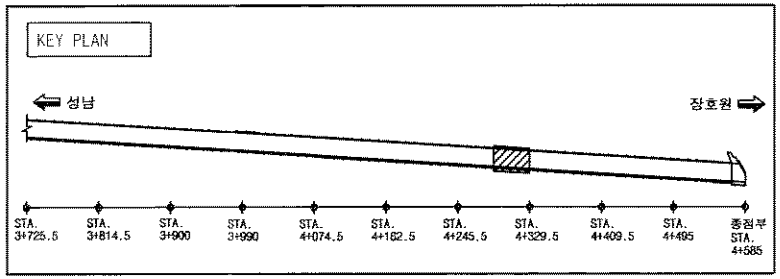
손상물량표

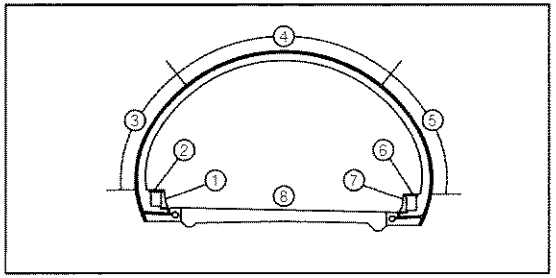
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균수		1.0			1	보수완료

범 례



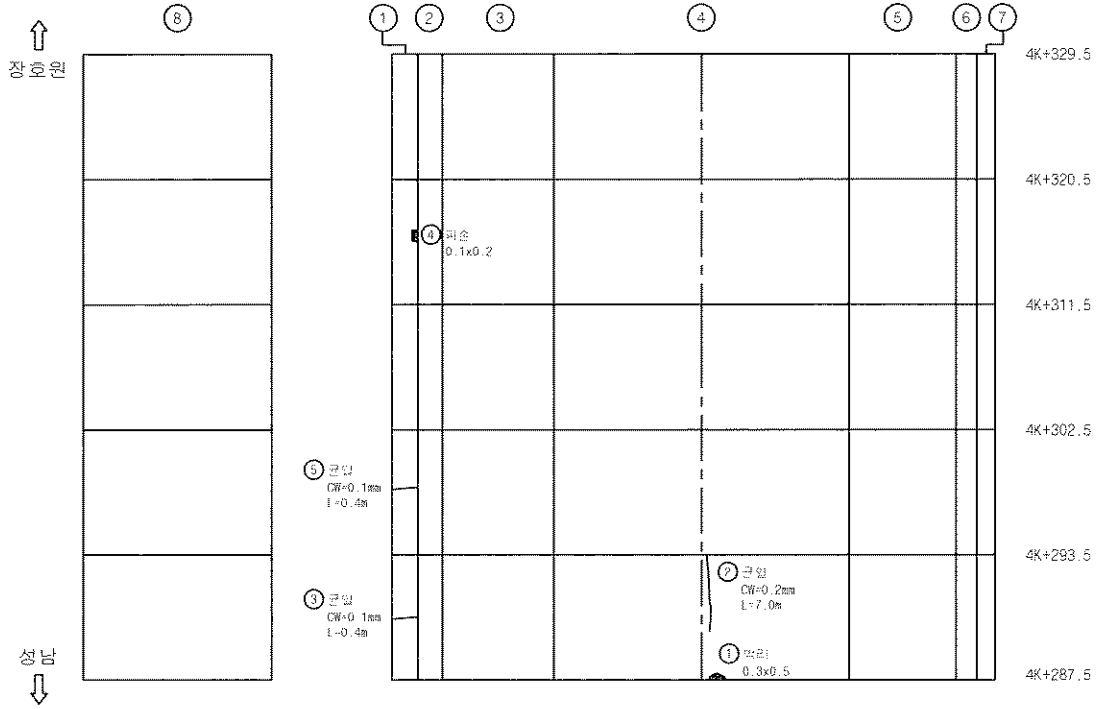
관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+245.5~4K+287.5	37



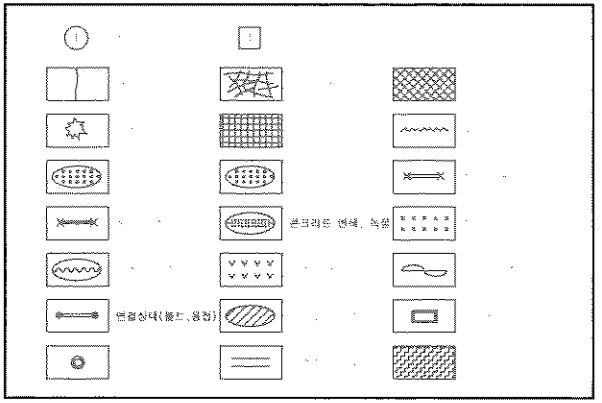


손상물량표

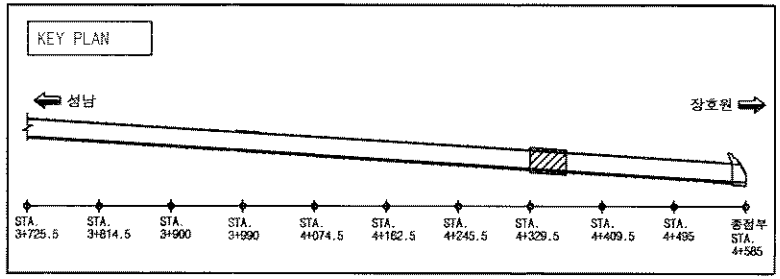
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.3	0.5	0.15	1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	7.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	파손		0.1	0.2	0.02	1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

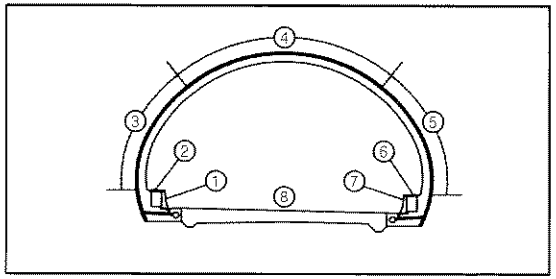


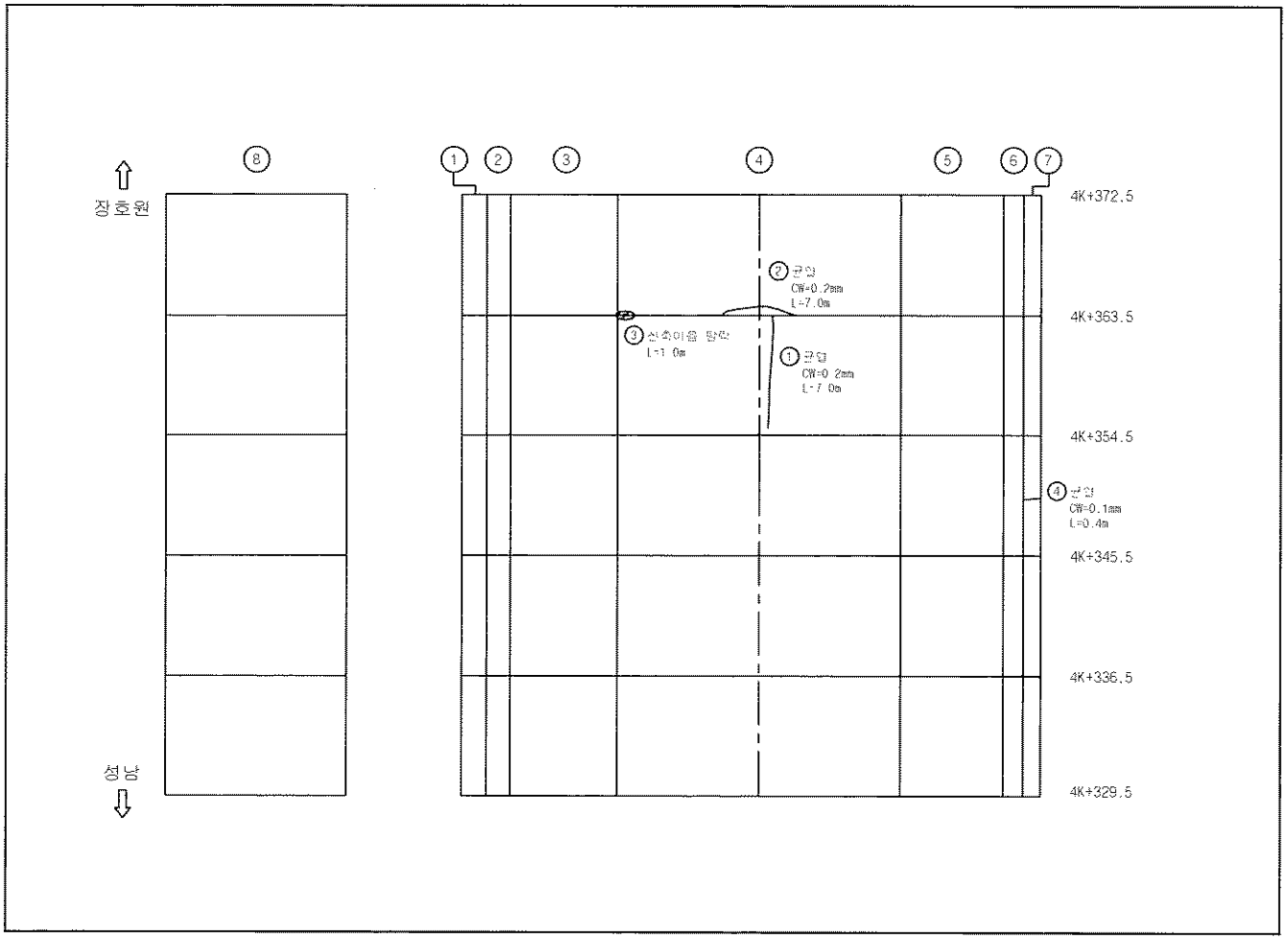
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+287.5~4K+329.5	38



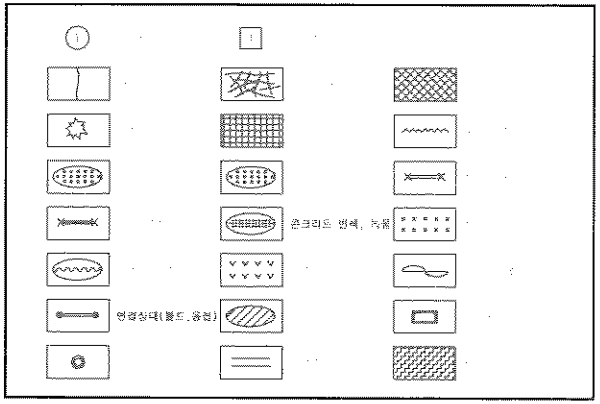




손상물량표

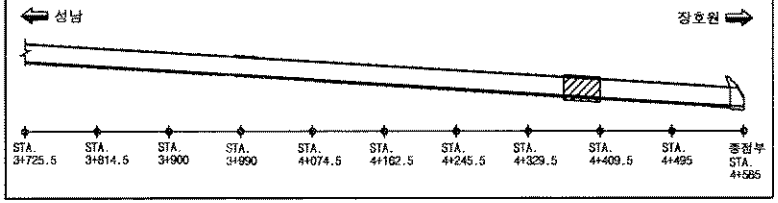
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	4.0			1	보수완료
③	신축이음 탈락		1.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

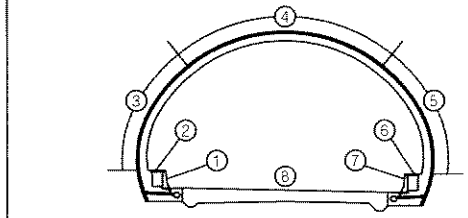
범 례

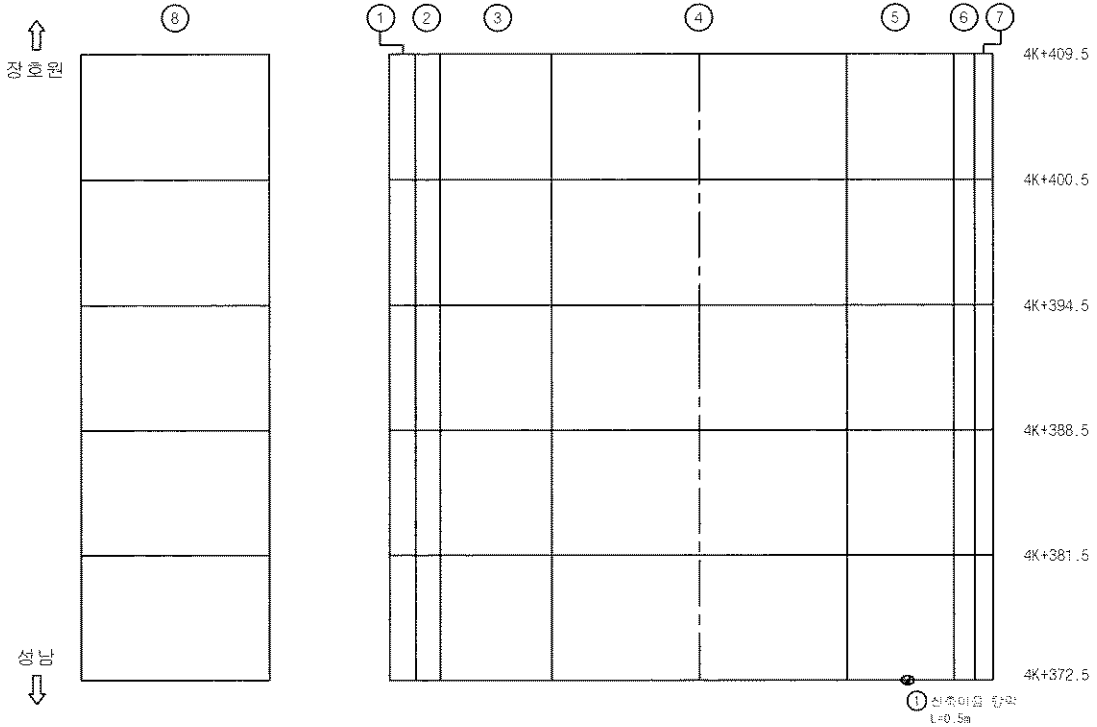


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구소물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+329.5~4K+372.5	39

KEY PLAN



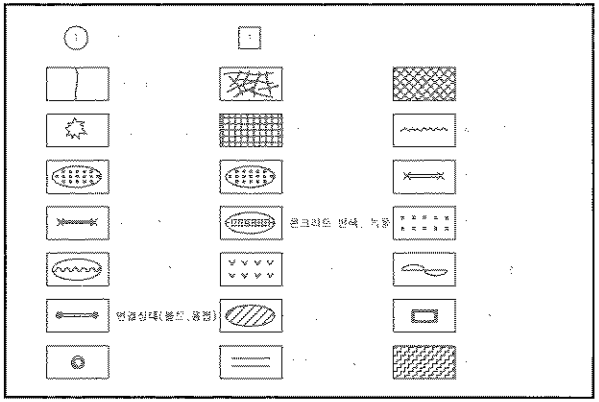




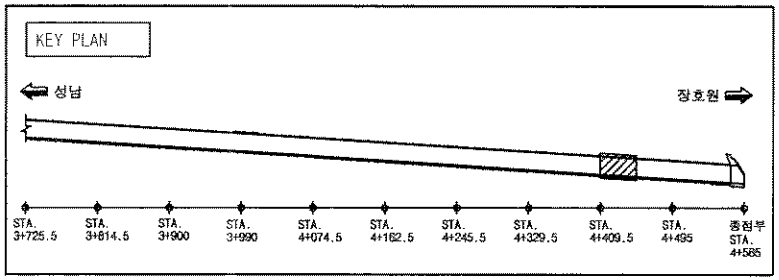
손상물량표

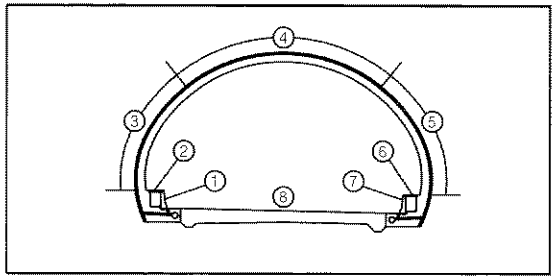
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	신축이음 탈락		0.5			1	보수완료

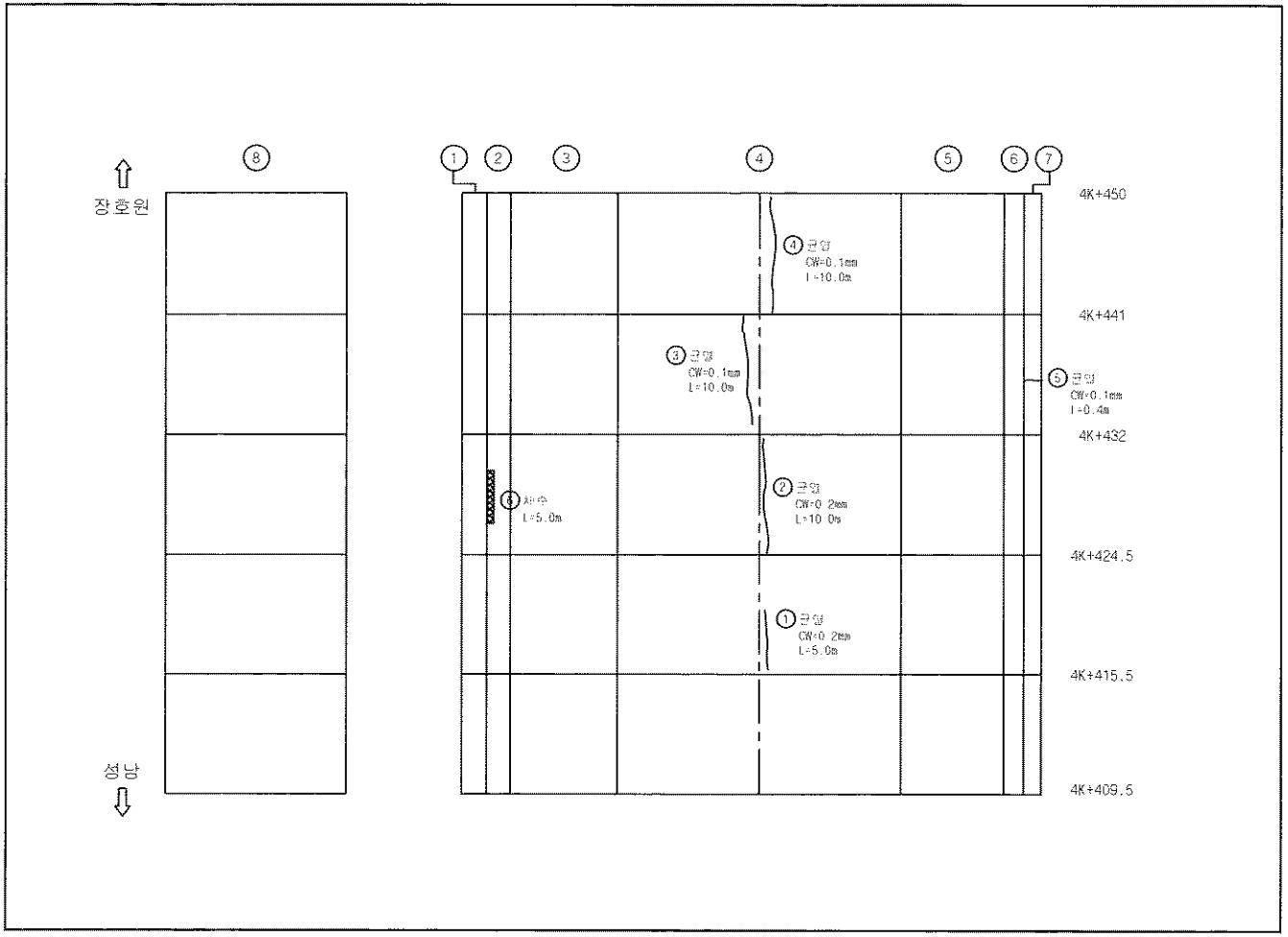
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	노면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+372.5~4K+409.5	40



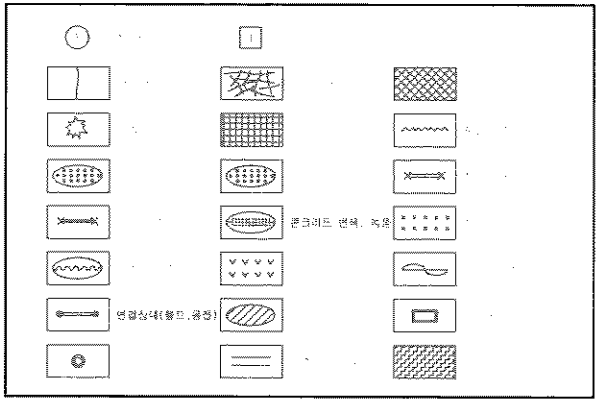




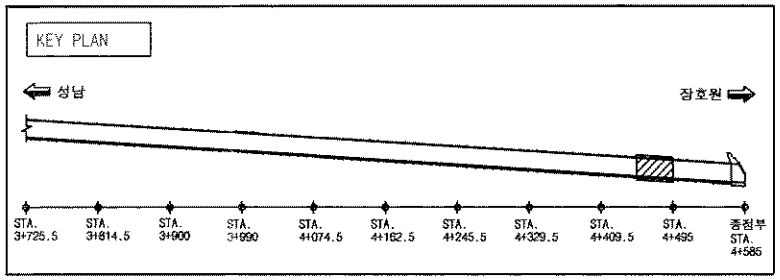
손상물량표

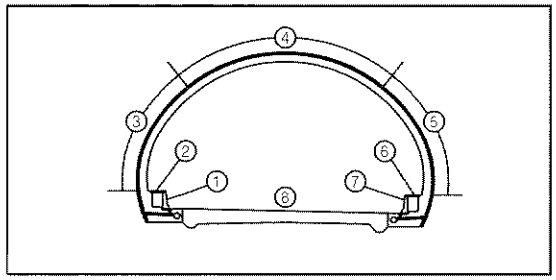
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	5.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	10.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	10.0			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	체수		5.0			1	보수완료

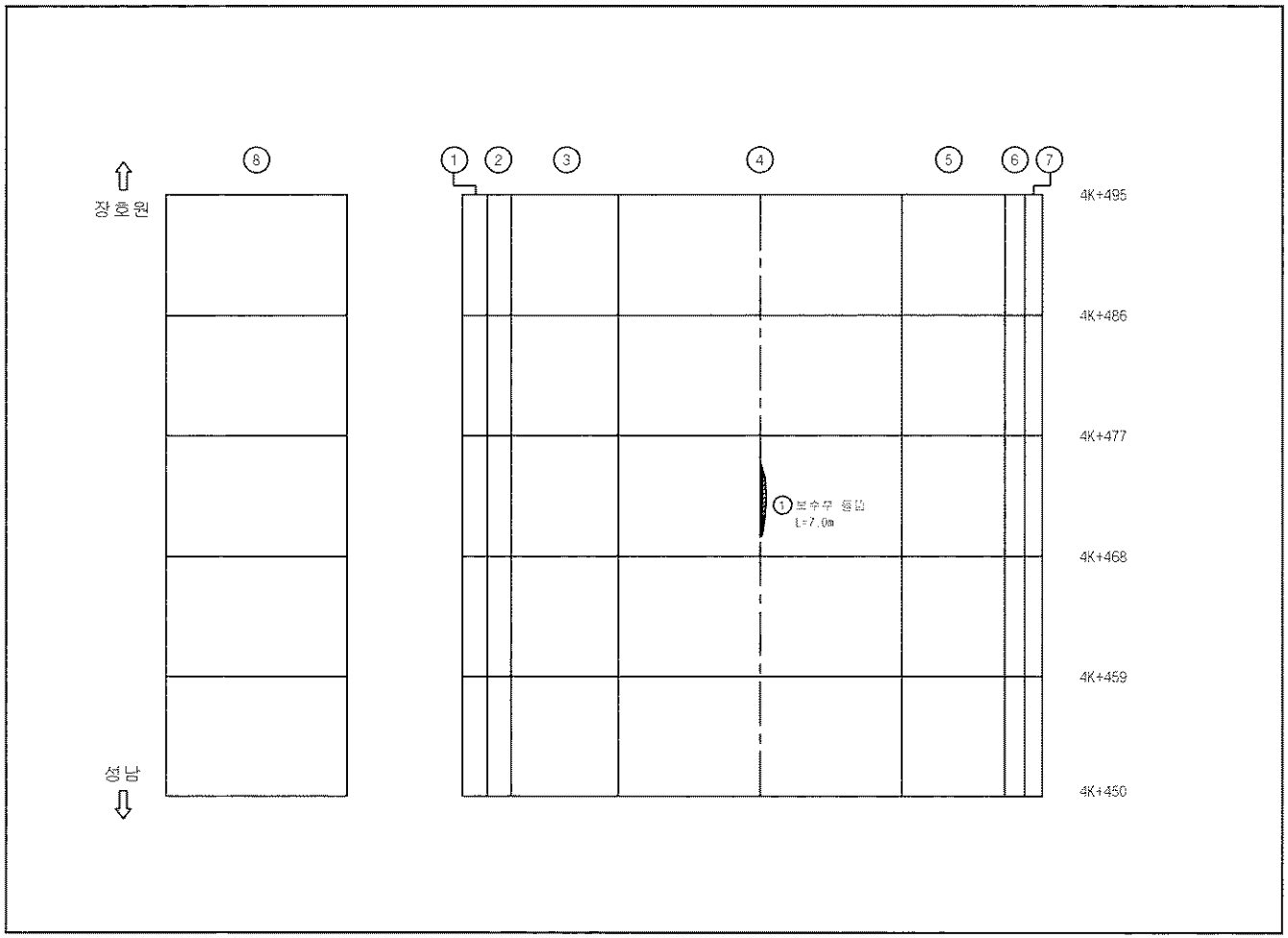
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구소물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+409.5~4K+450	41



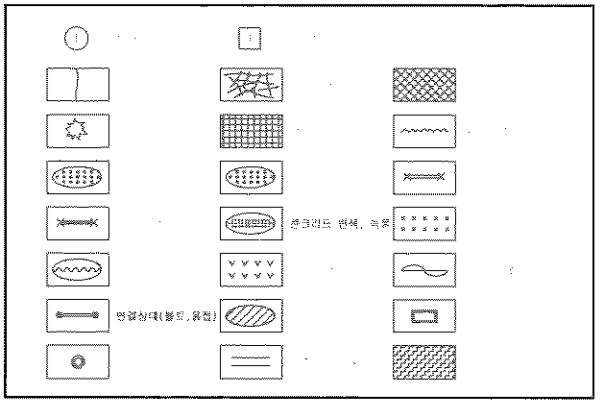




손상물량표

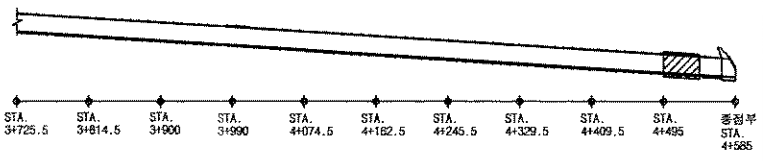
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	보수부 돌붙임		7.0			1	보수완료

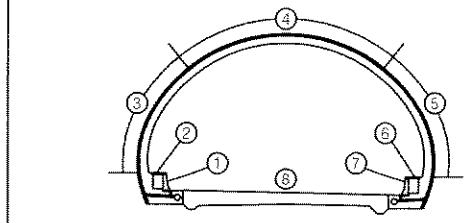
범 례

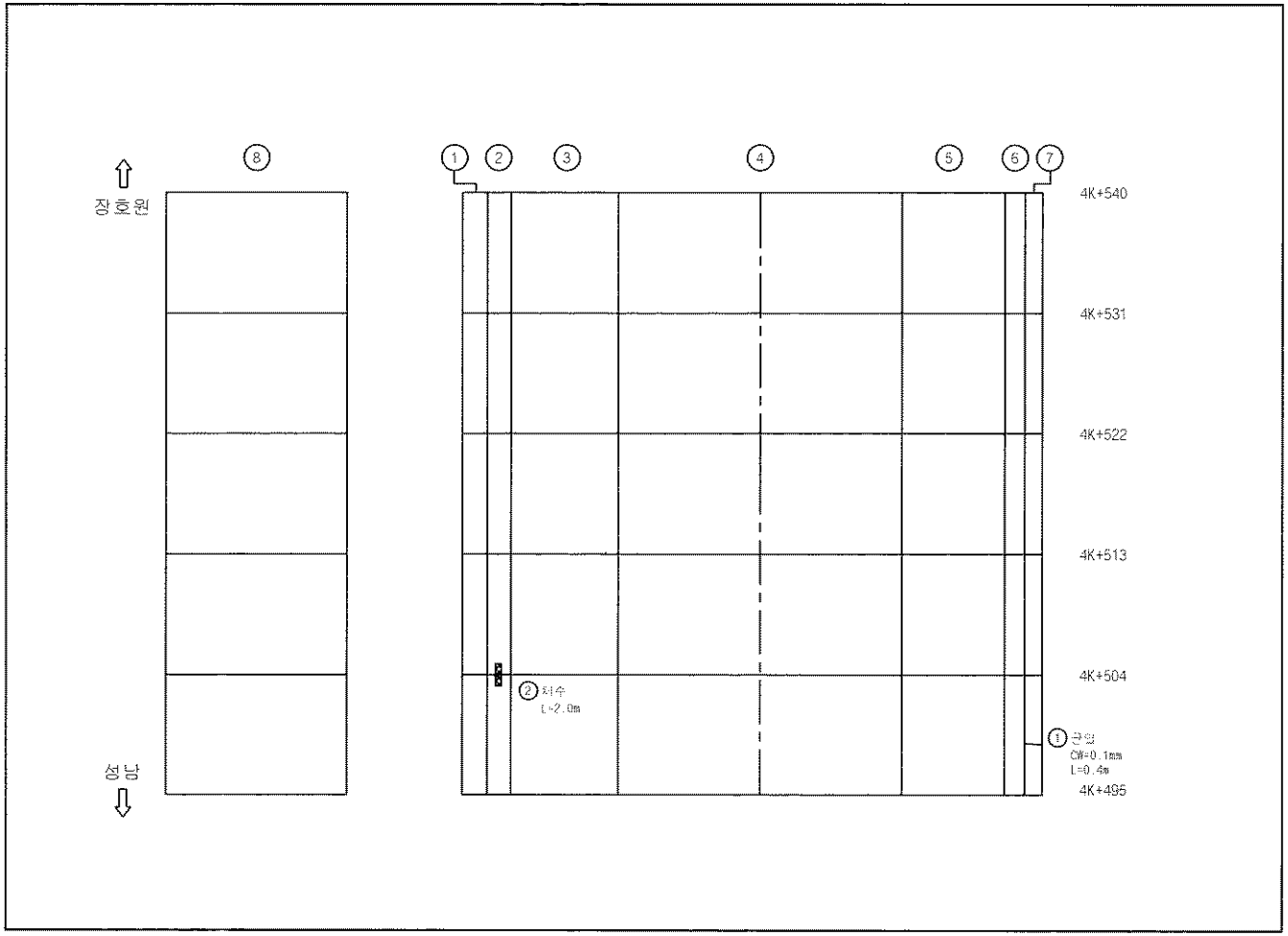


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+450~4K+495	42

KEY PLAN



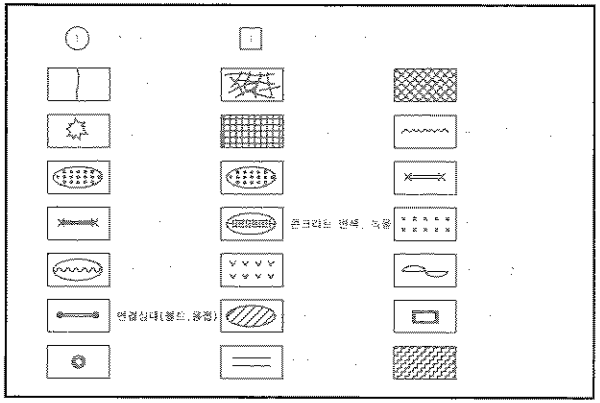




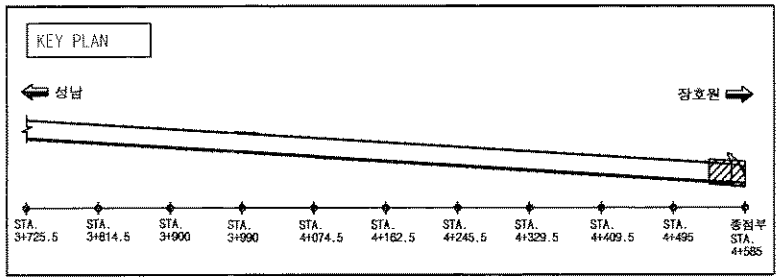
손상물량표

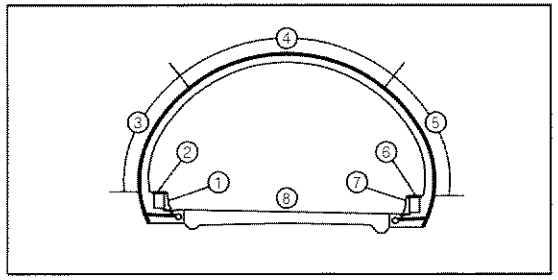
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	처수		2.0			1	보수완료

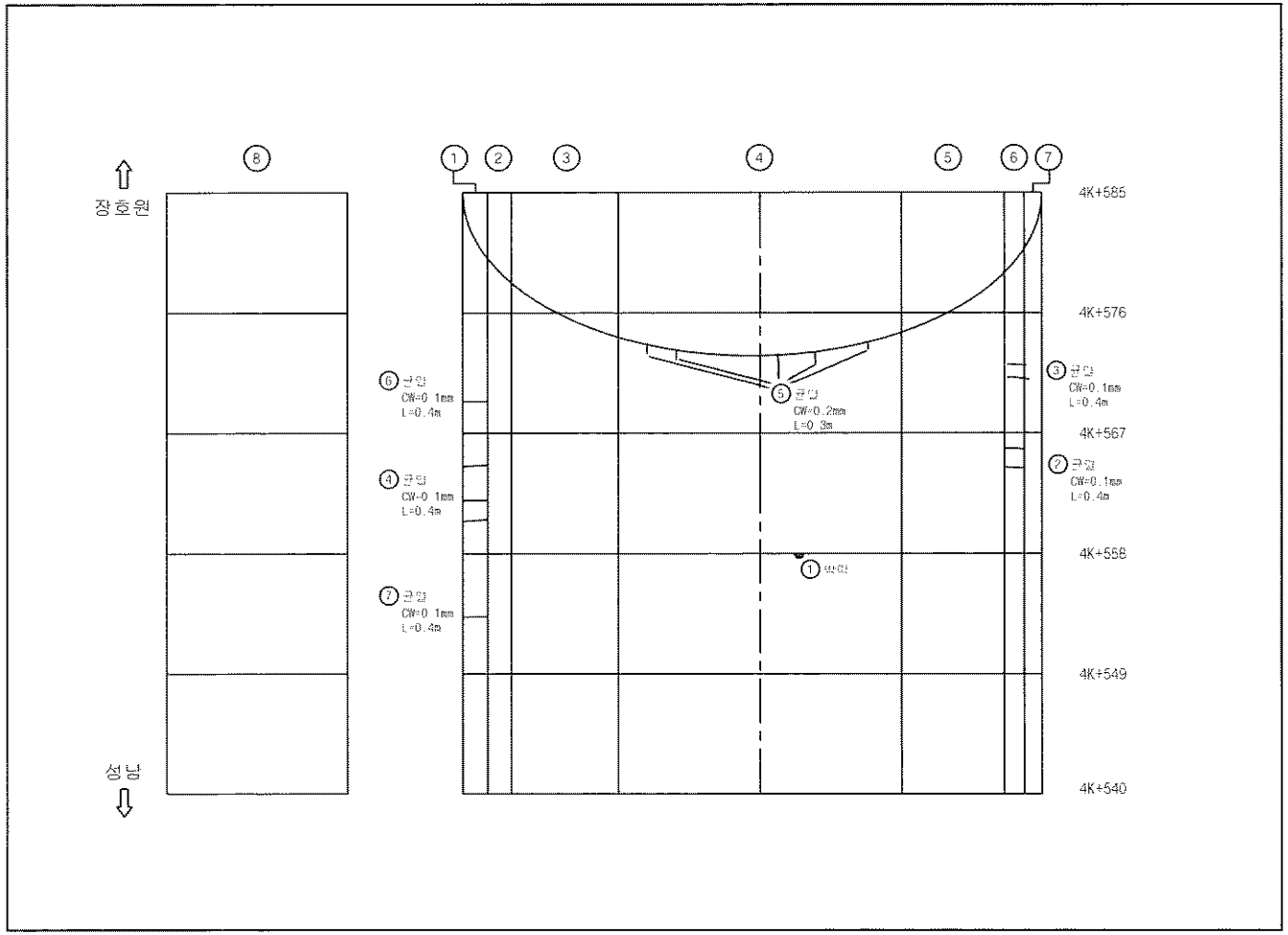
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA.4K+495~4K+540	43



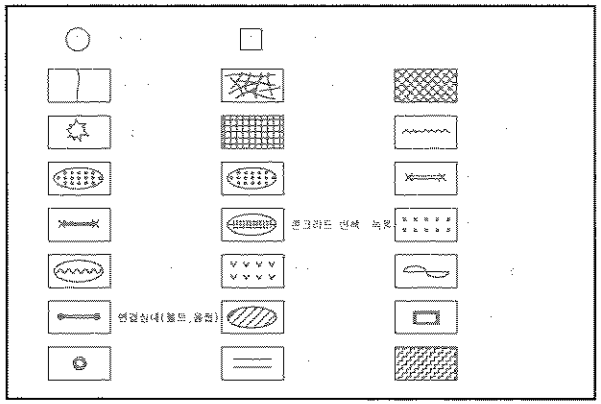




손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	박리		0.2	0.2	0.04	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			3	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.3			5	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

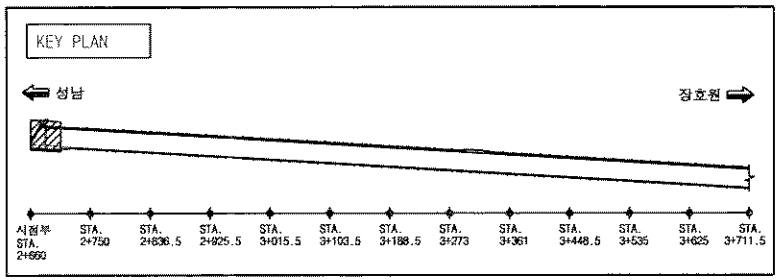
범 례

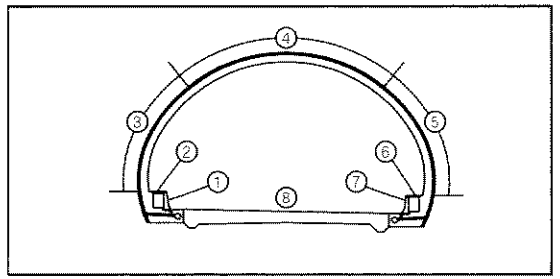


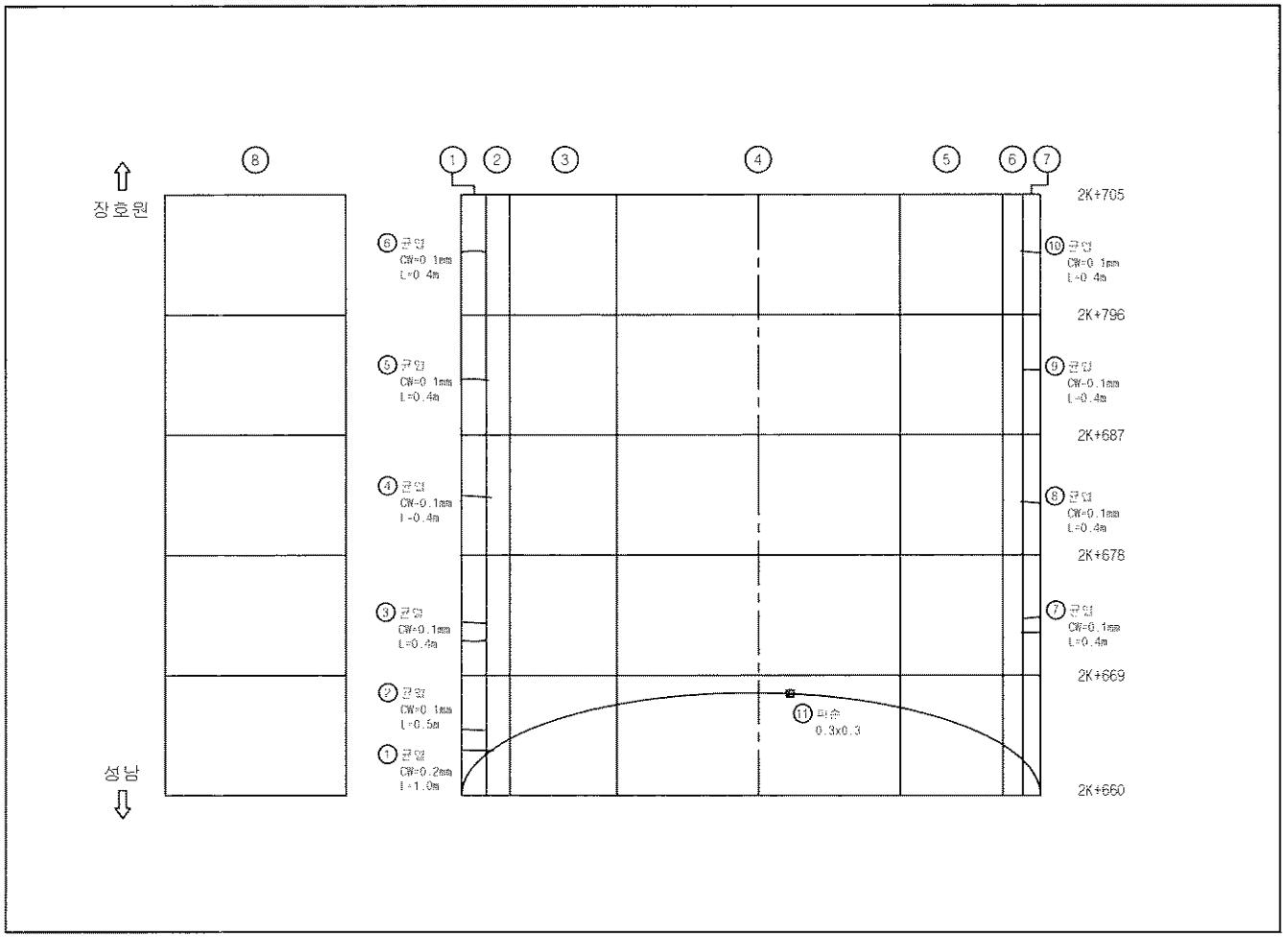
관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술사	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (상행선)	STA. 4K+540~4K+585	44

② 장호원방향

KEY PLAN



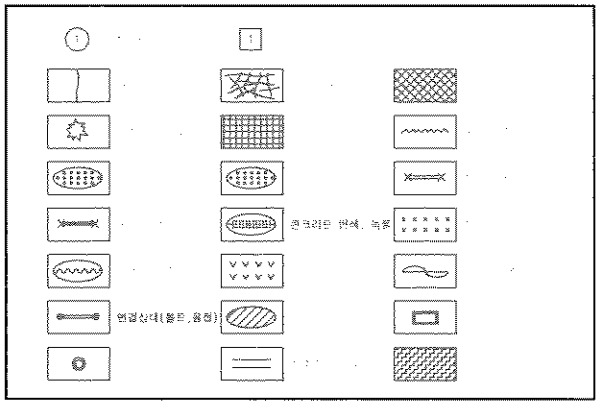




손상물량표

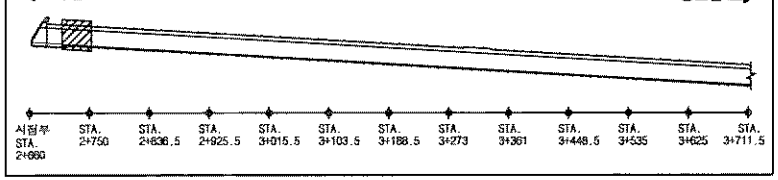
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	1.0			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.5			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑥	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑦	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
⑧	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑨	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑩	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑪	파손		0.3	0.3	0.09	1	보수완료

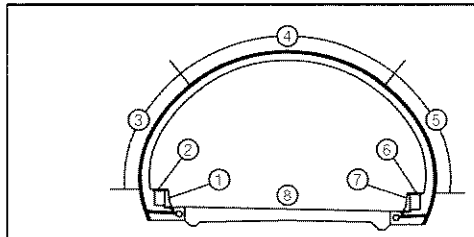
범 례

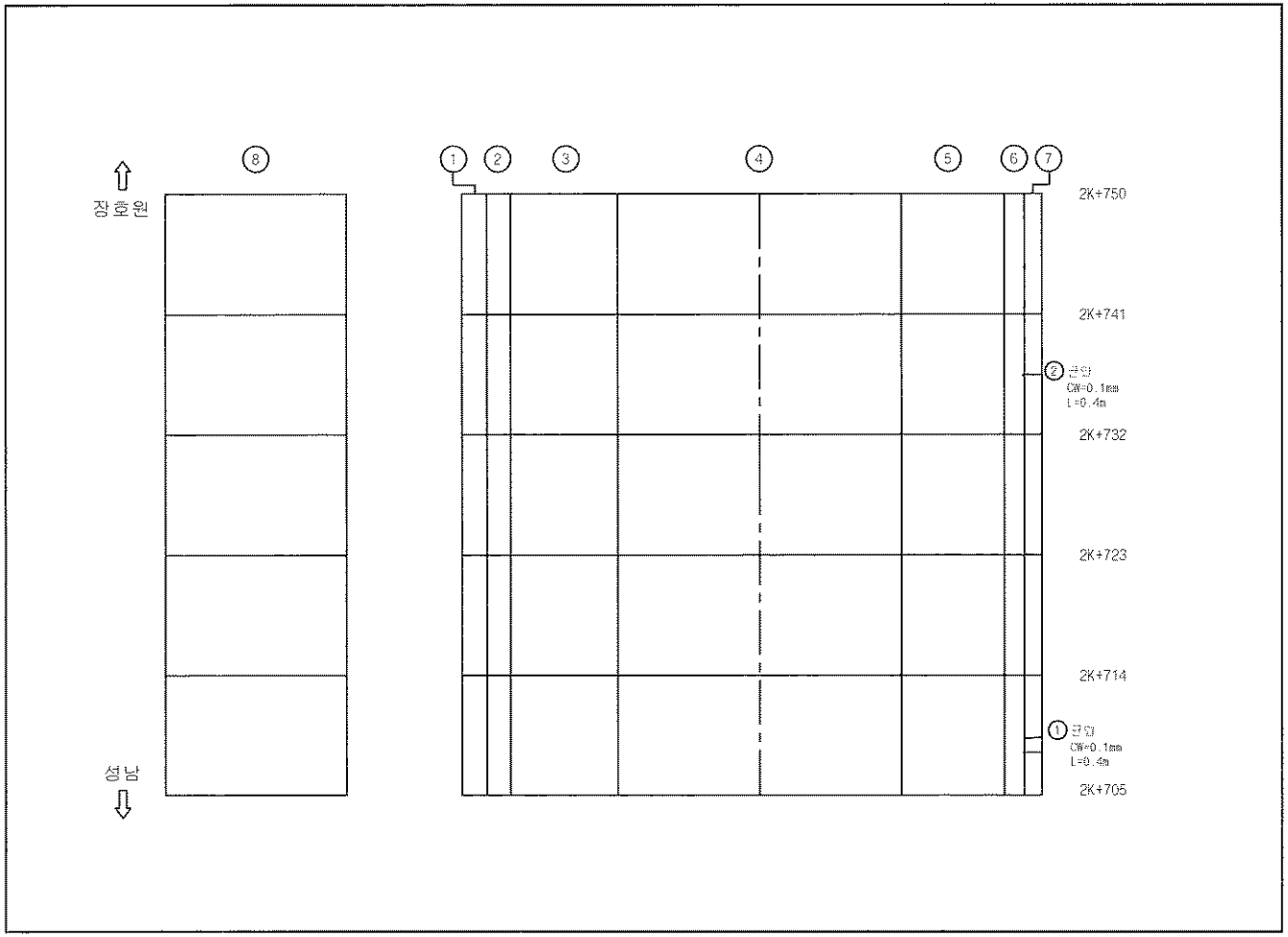


관리기관	도선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+660~2K+705	45

KEY PLAN



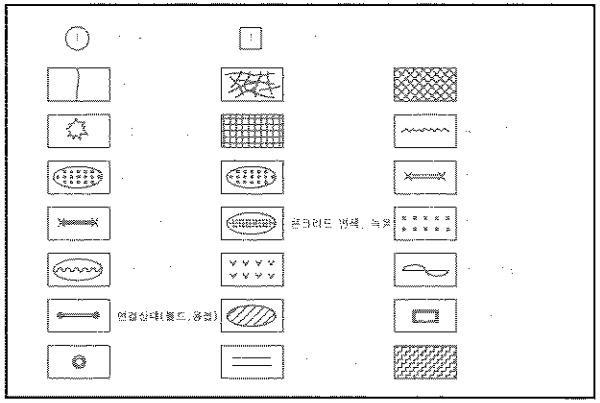




손상물량표

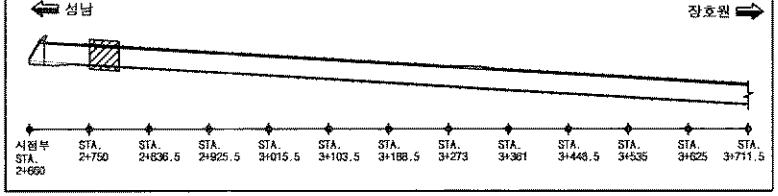
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	넉비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

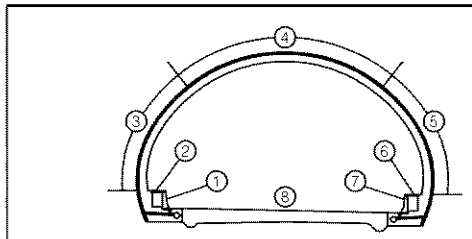
범 례

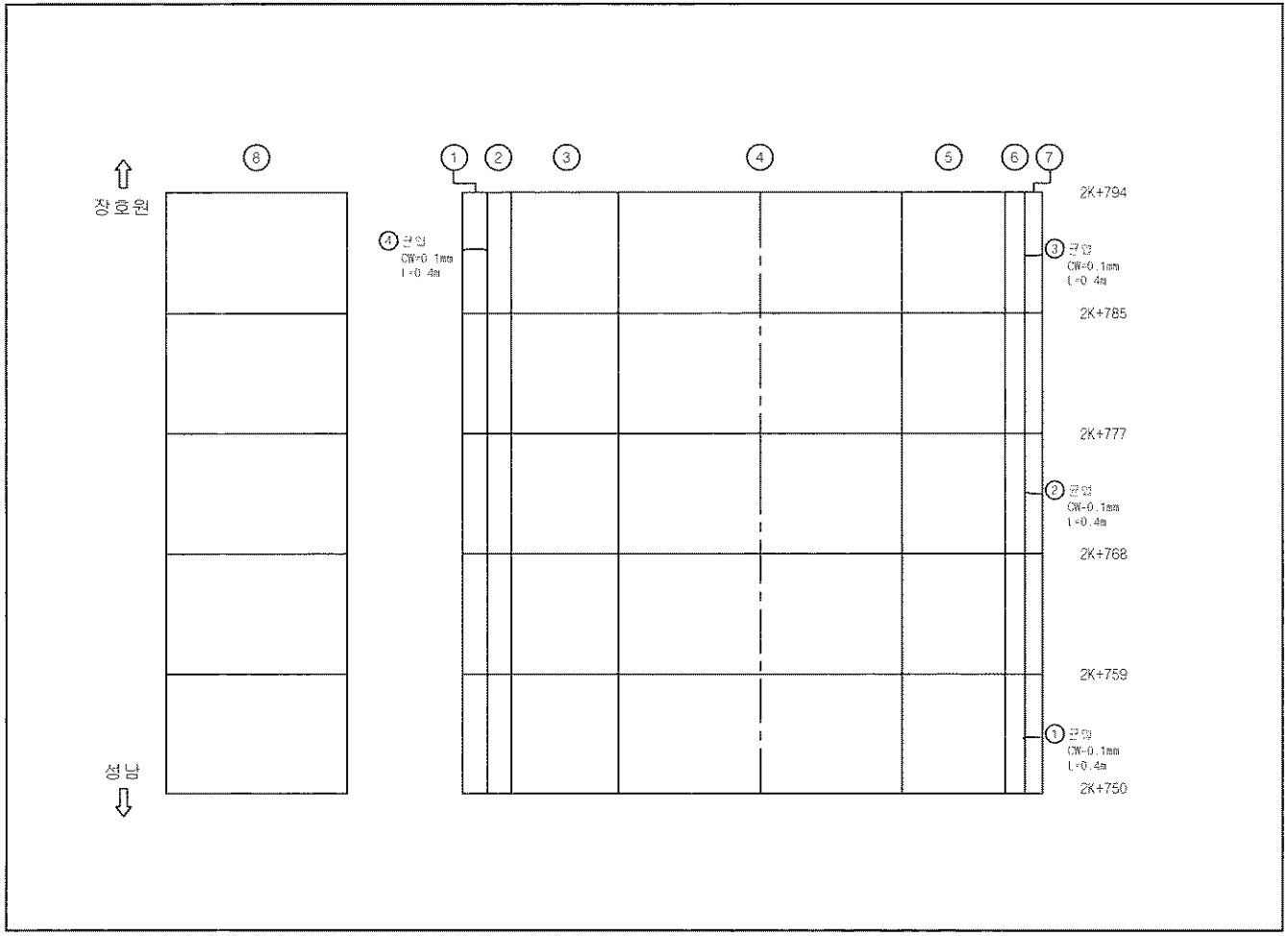


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+705~2K+750	46

KEY PLAN



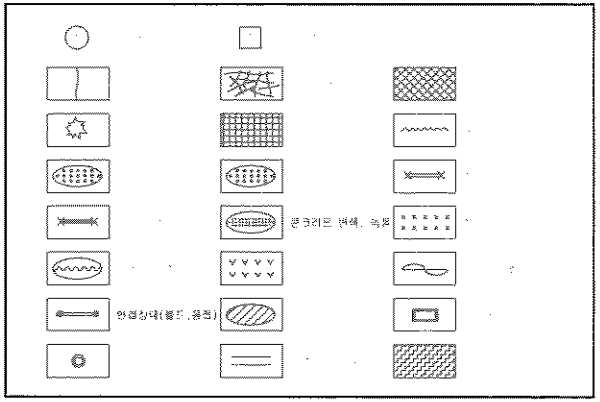




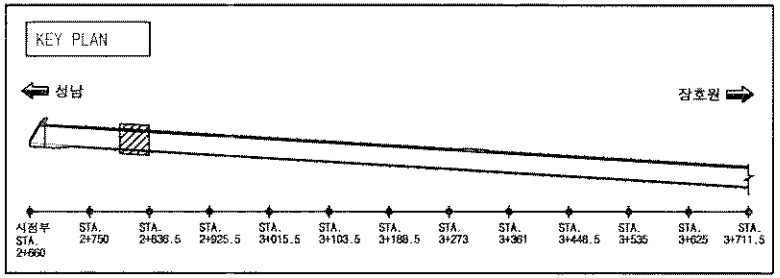
손상물량표

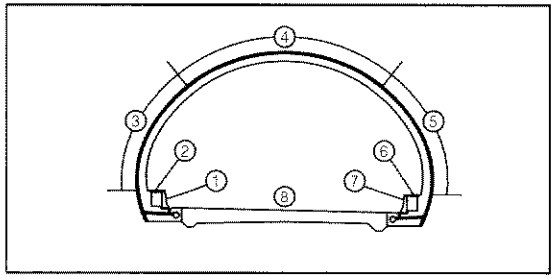
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

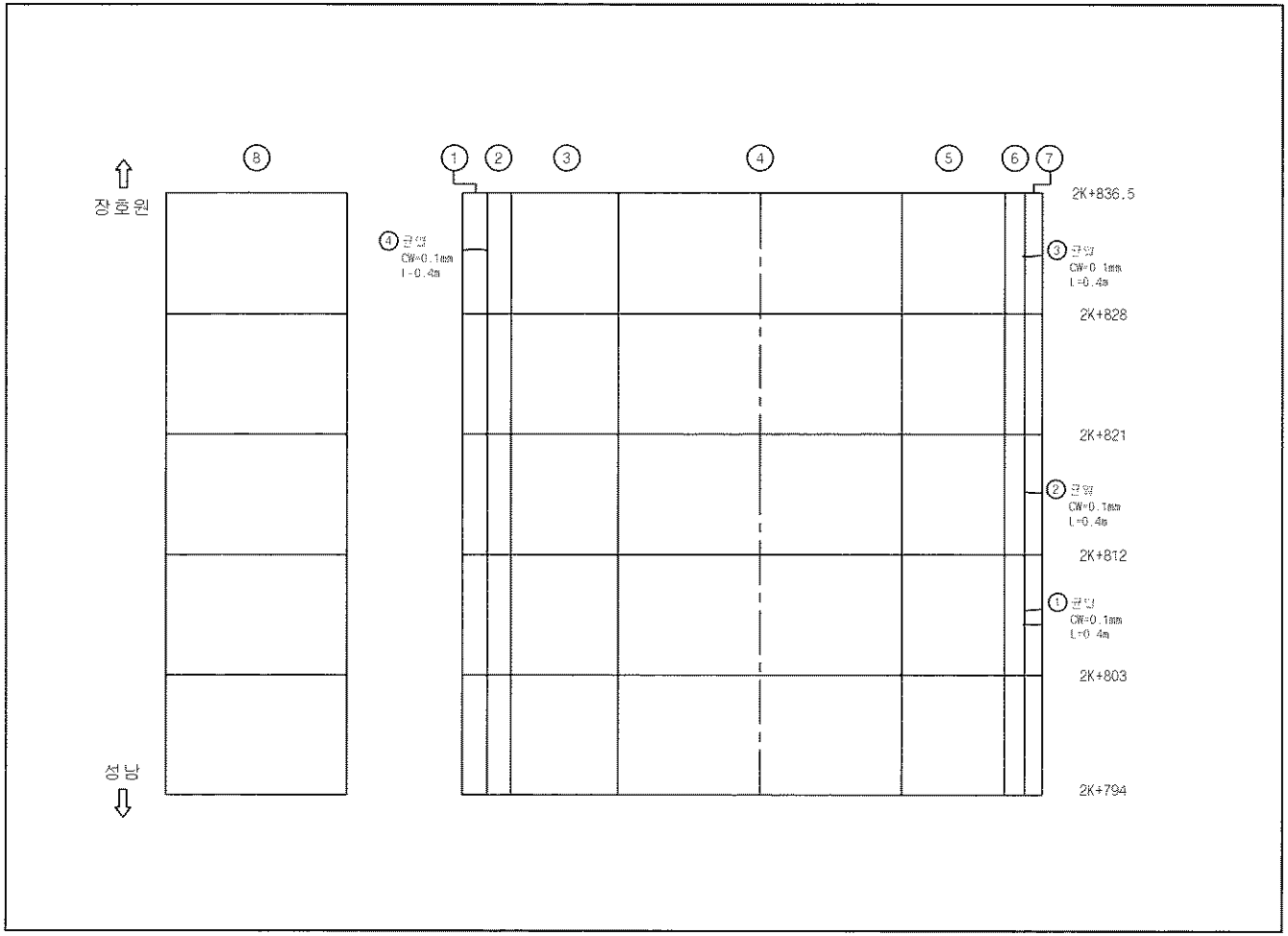
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조유형	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+750~2K+794	47



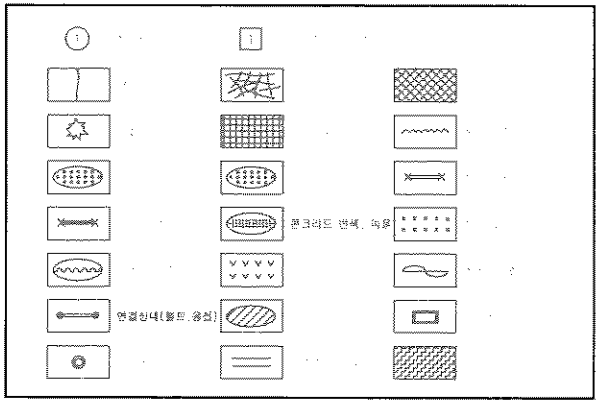




손상물량표

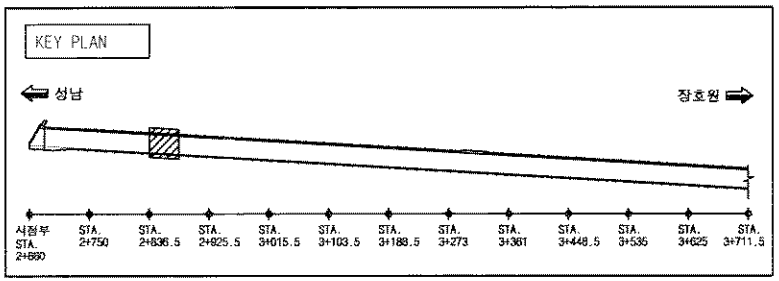
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			2	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	

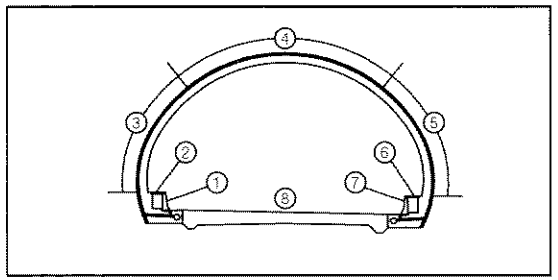
범 례

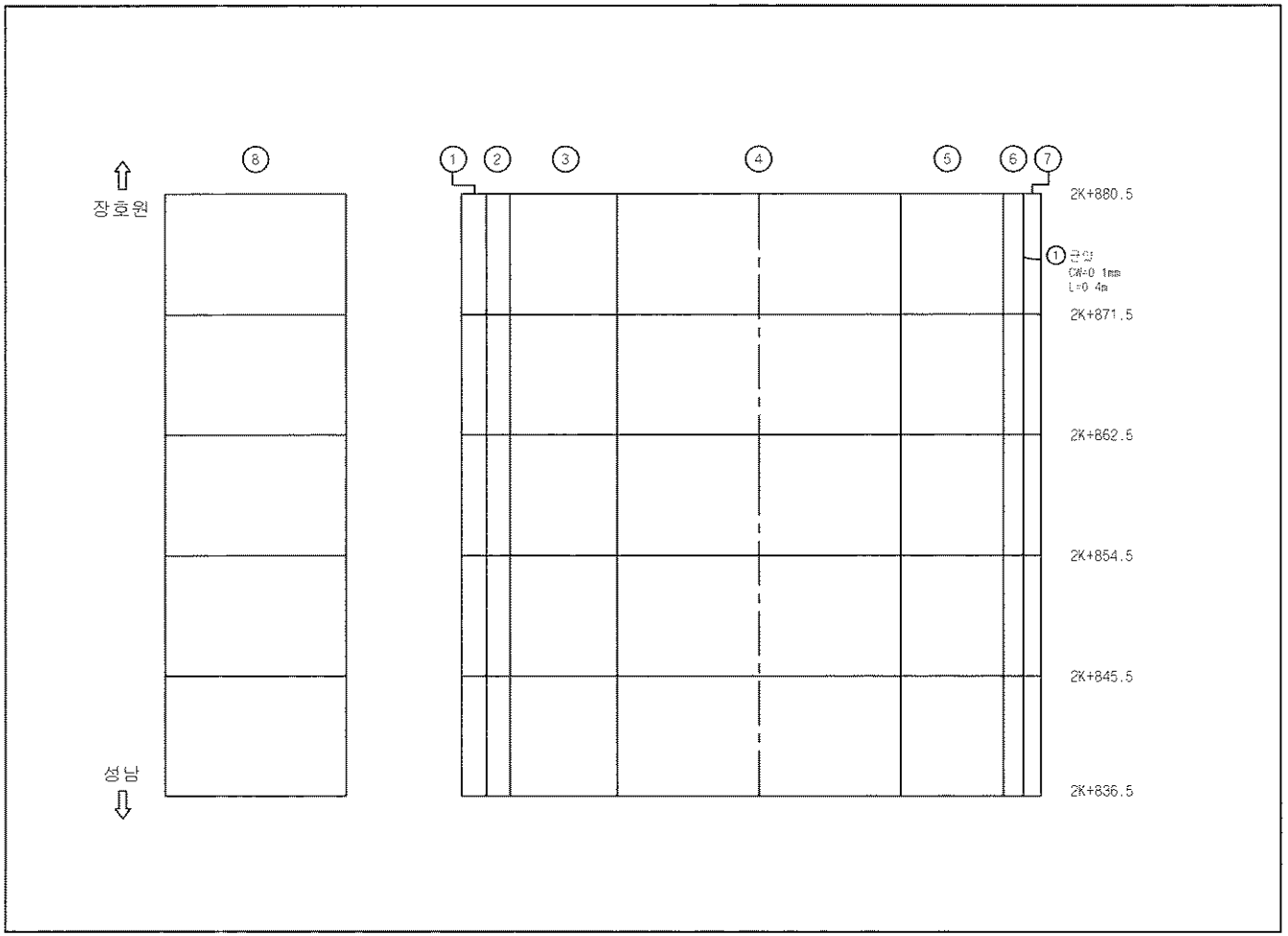


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+794~2K+836.5	48

KEY PLAN



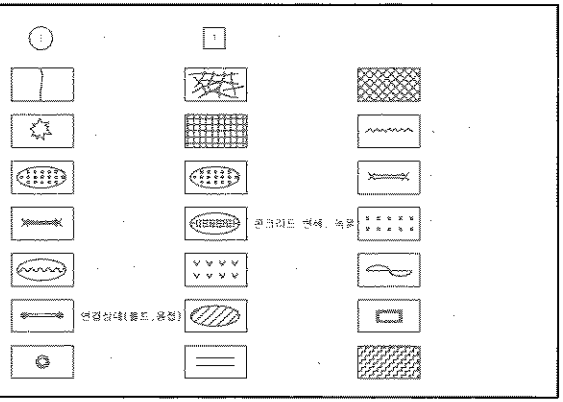




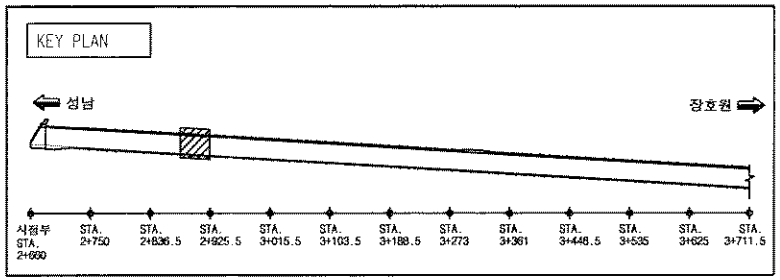
손상물량표

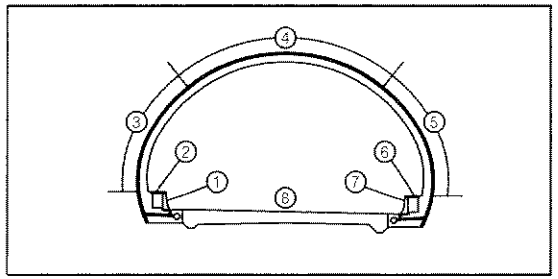
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

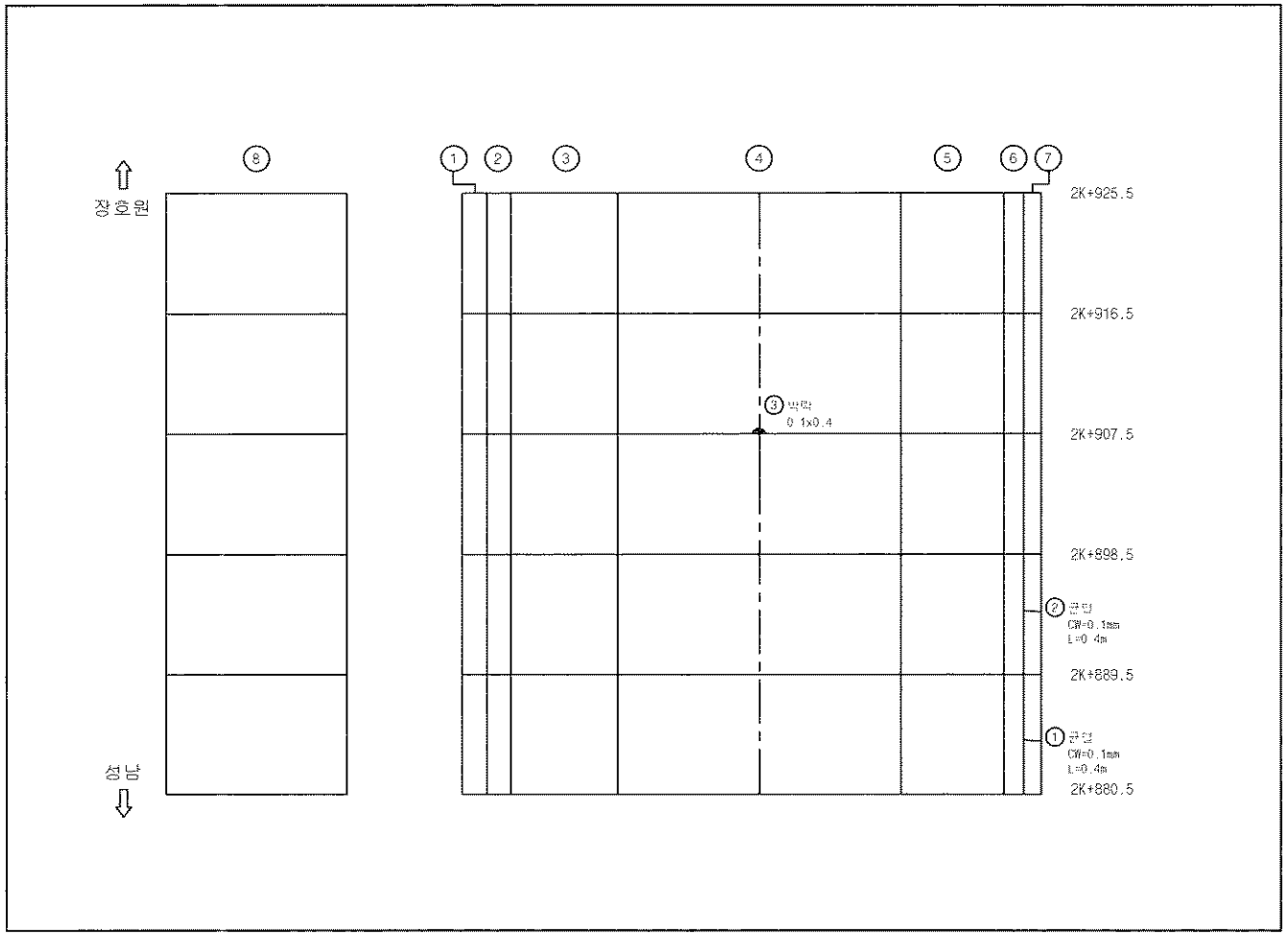
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형식	노면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+836.5~2K+880.5	49



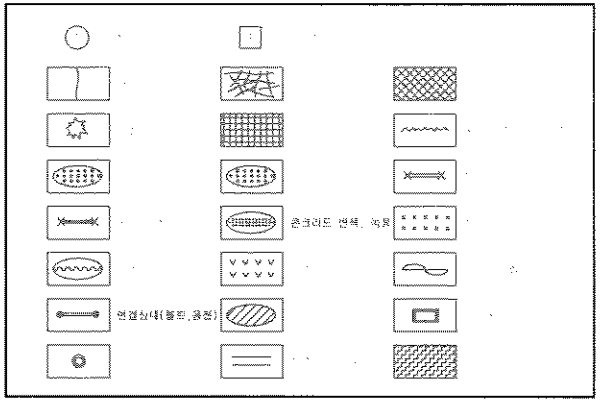




손상물량표

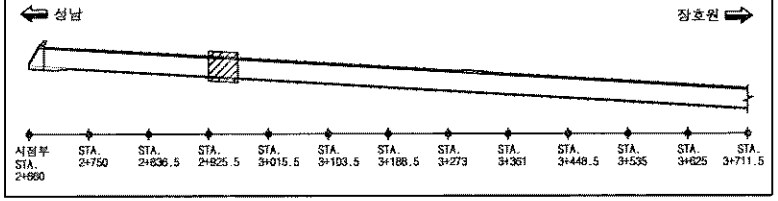
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	박락		0.1	0.4	0.04	1	보수완료

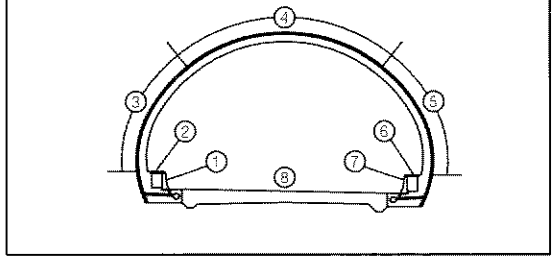
범 례

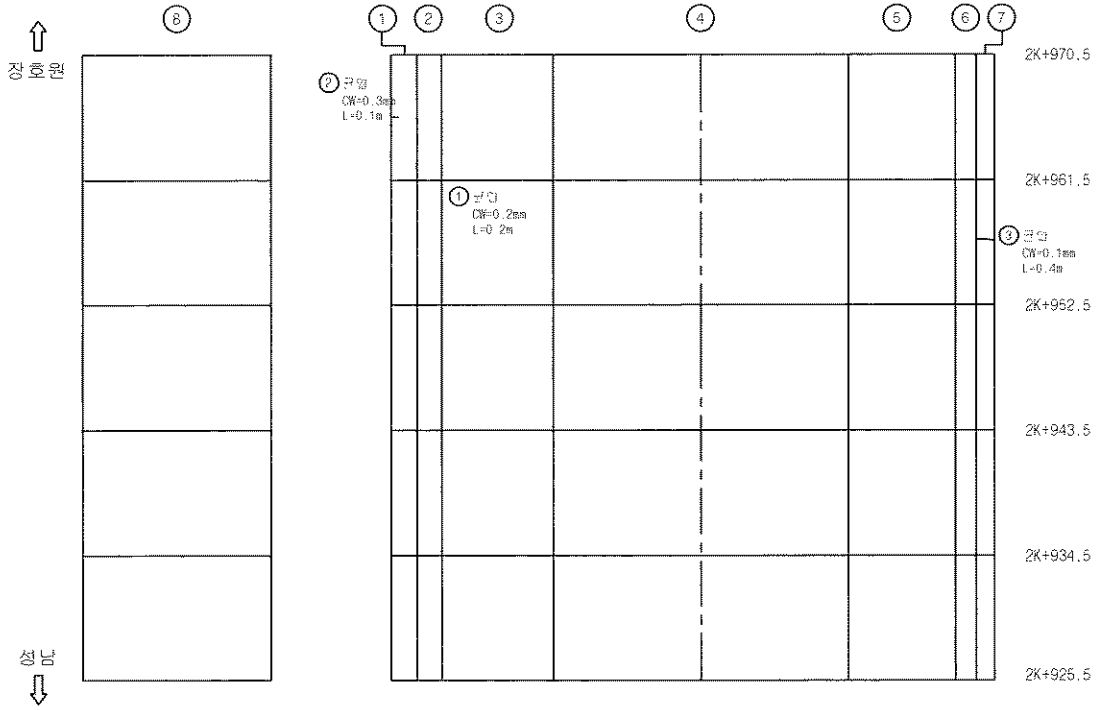


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+880.5~2K+925.5	50

KEY PLAN



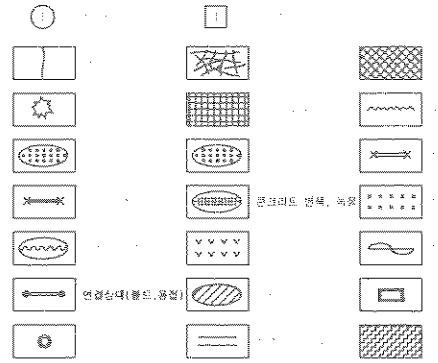




손상물량표

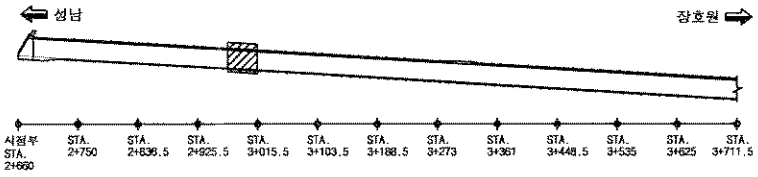
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	라이닝 하부 균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.2			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 이상)	0.3	0.1			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

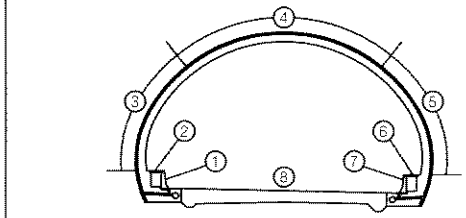
범 례

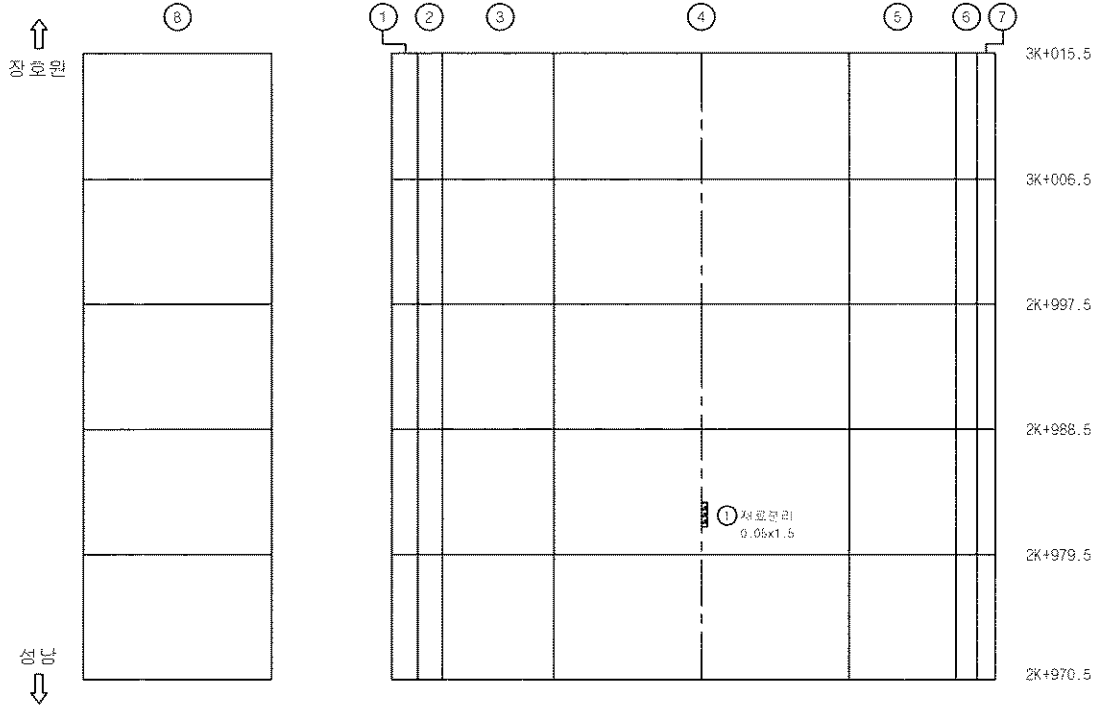


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+925.5~2K+970.5	51

KEY PLAN



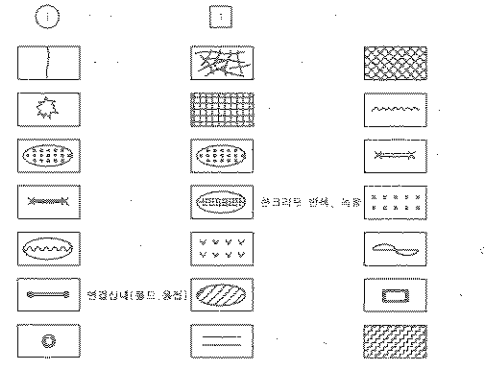




손상물량표

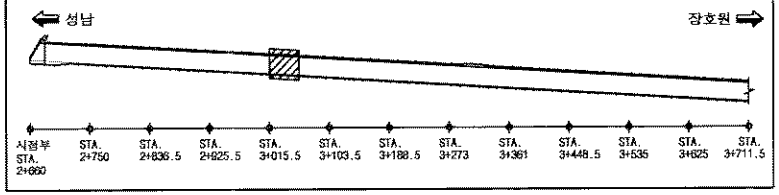
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	재료분리		0.05	1.5	0.075	1	보수완료

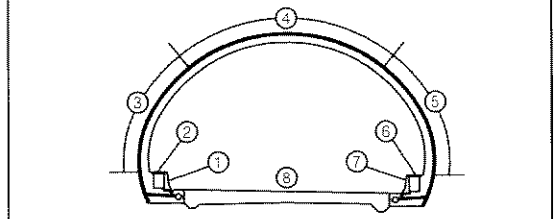
범 례

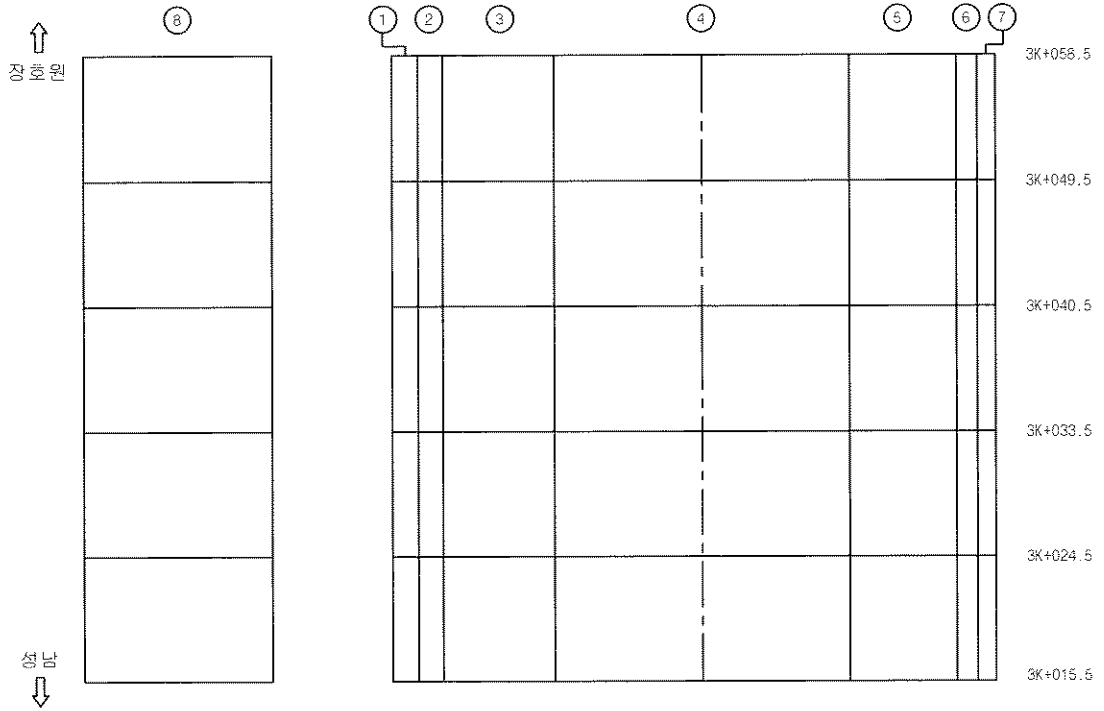


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.2K+970.5~3K+015.5	52

KEY PLAN



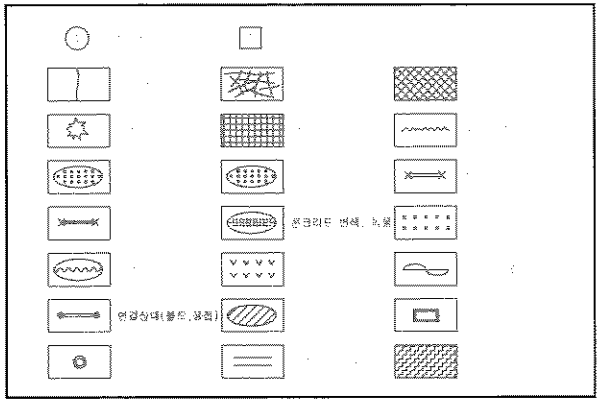




손상물량표

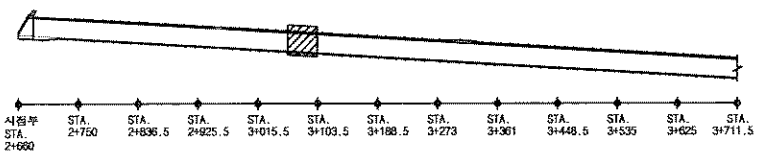
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

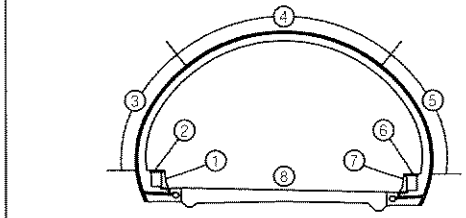
범 례

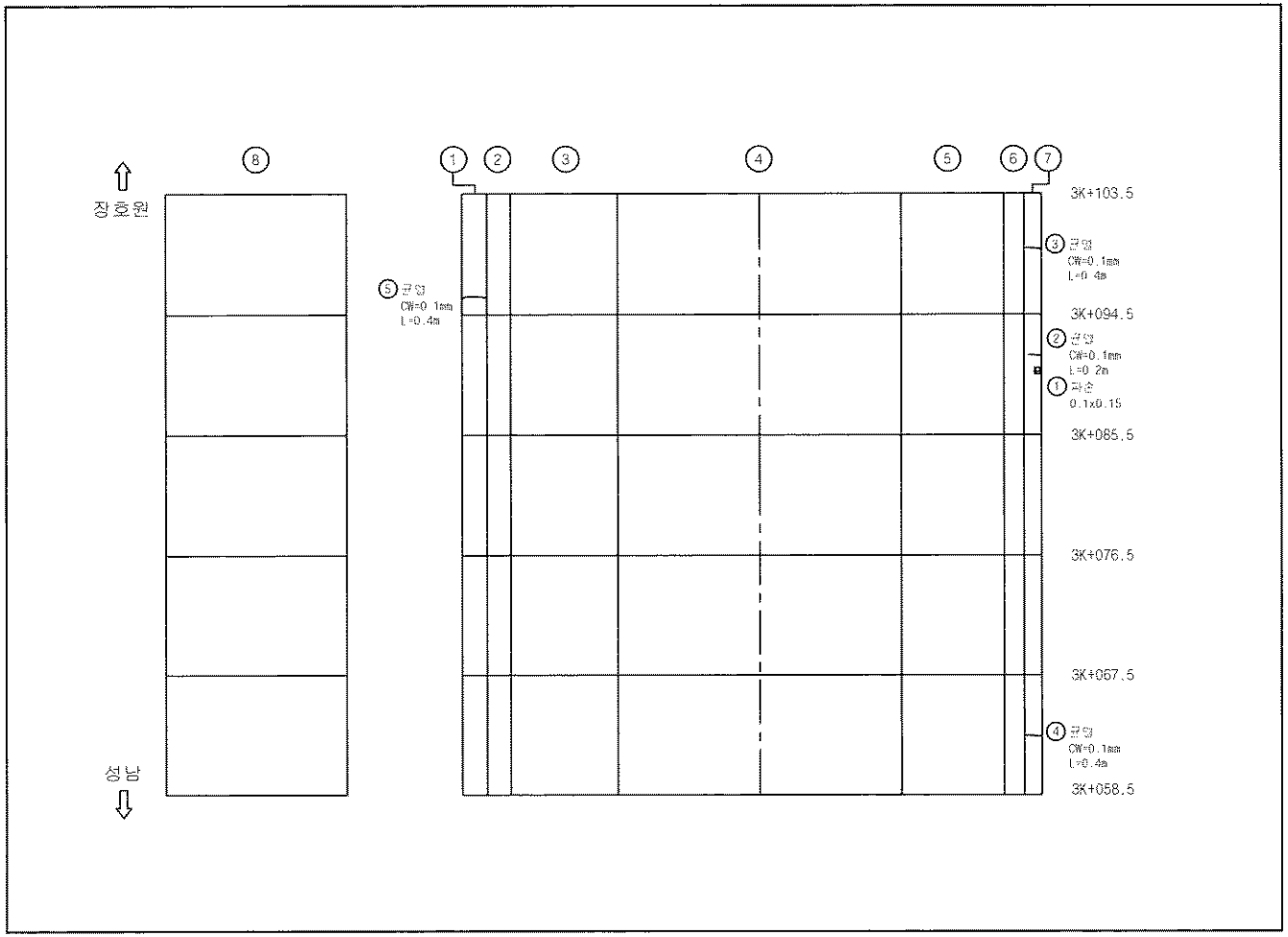


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+015.5~3K+058.5	53

KEY PLAN



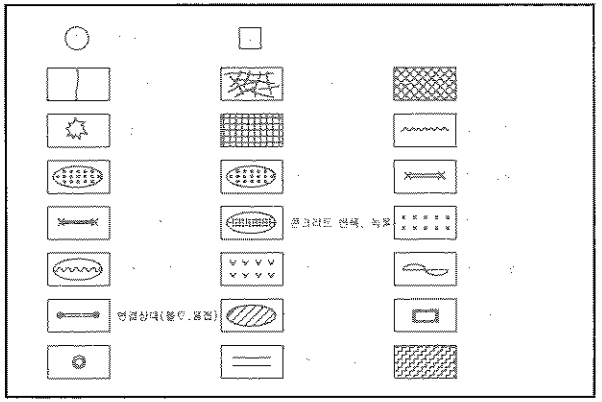




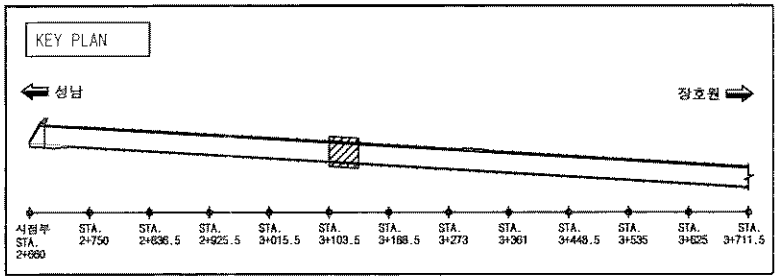
손상물량표

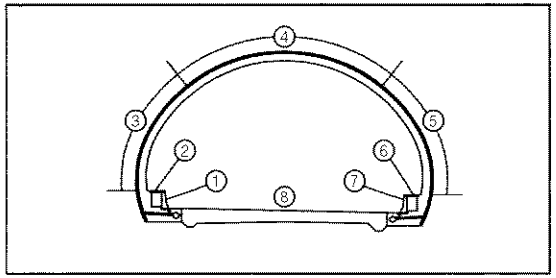
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	파손		0.1	0.15	0.015	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.2			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
⑤	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

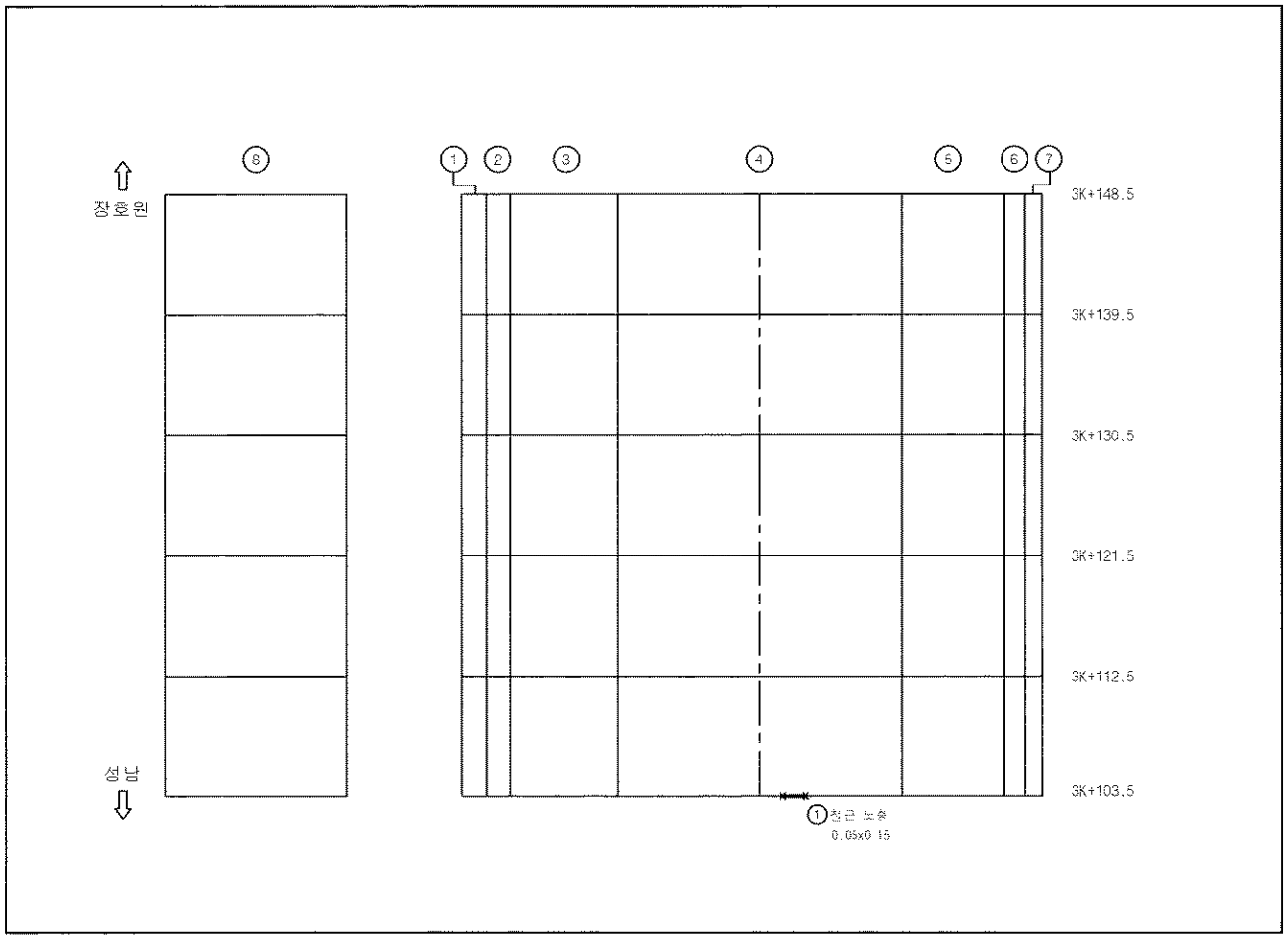
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구소문명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+058.5~3K+103.5	54



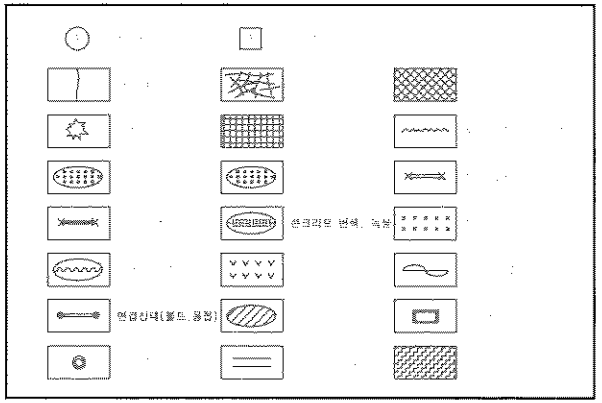




손상물량표

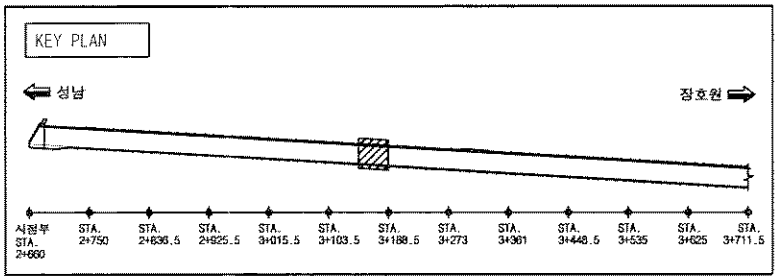
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	철근 노출		0.05	0.15	0.0075	1	보수완료

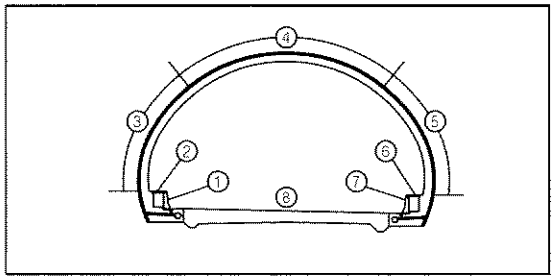
범 례

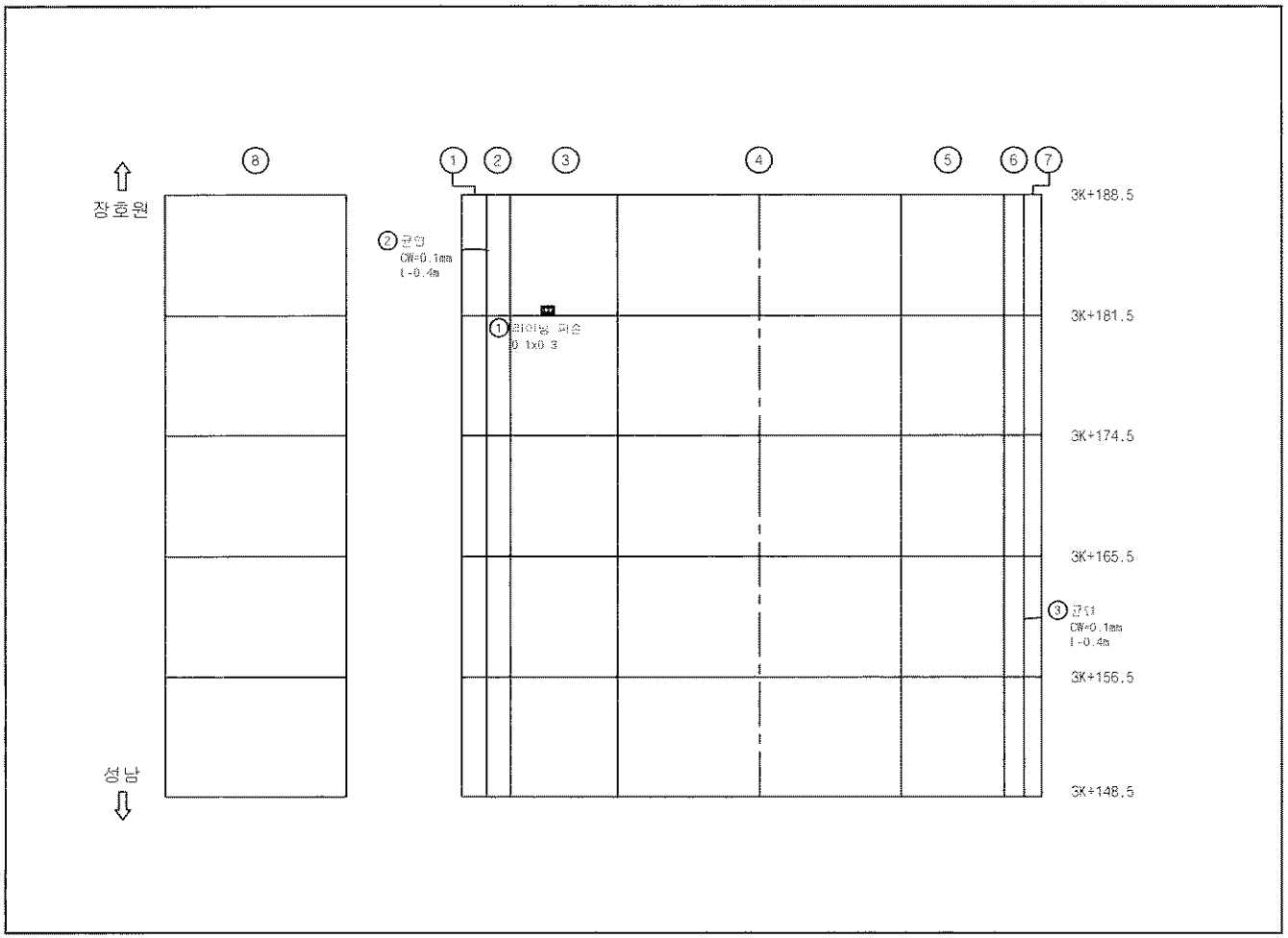


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+103.5~3K+148.5	55

KEY PLAN



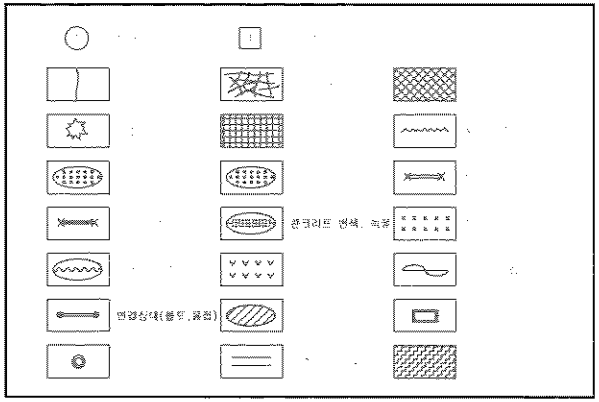




손상물량표

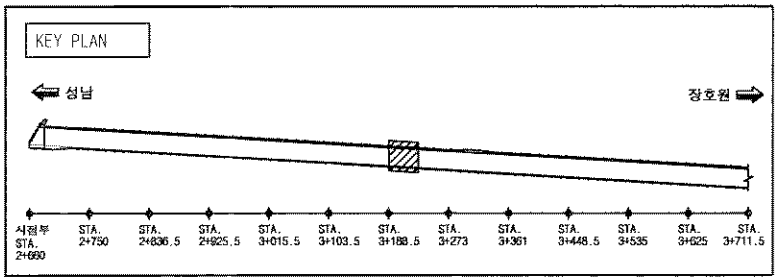
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	라이닝 파손		0.1	0.3	0.03	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

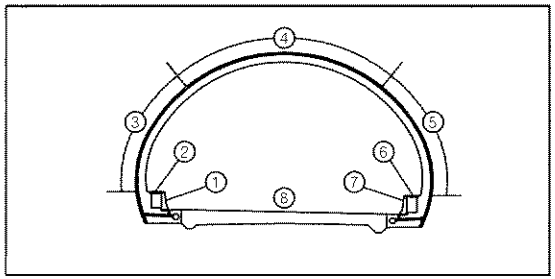
범 례

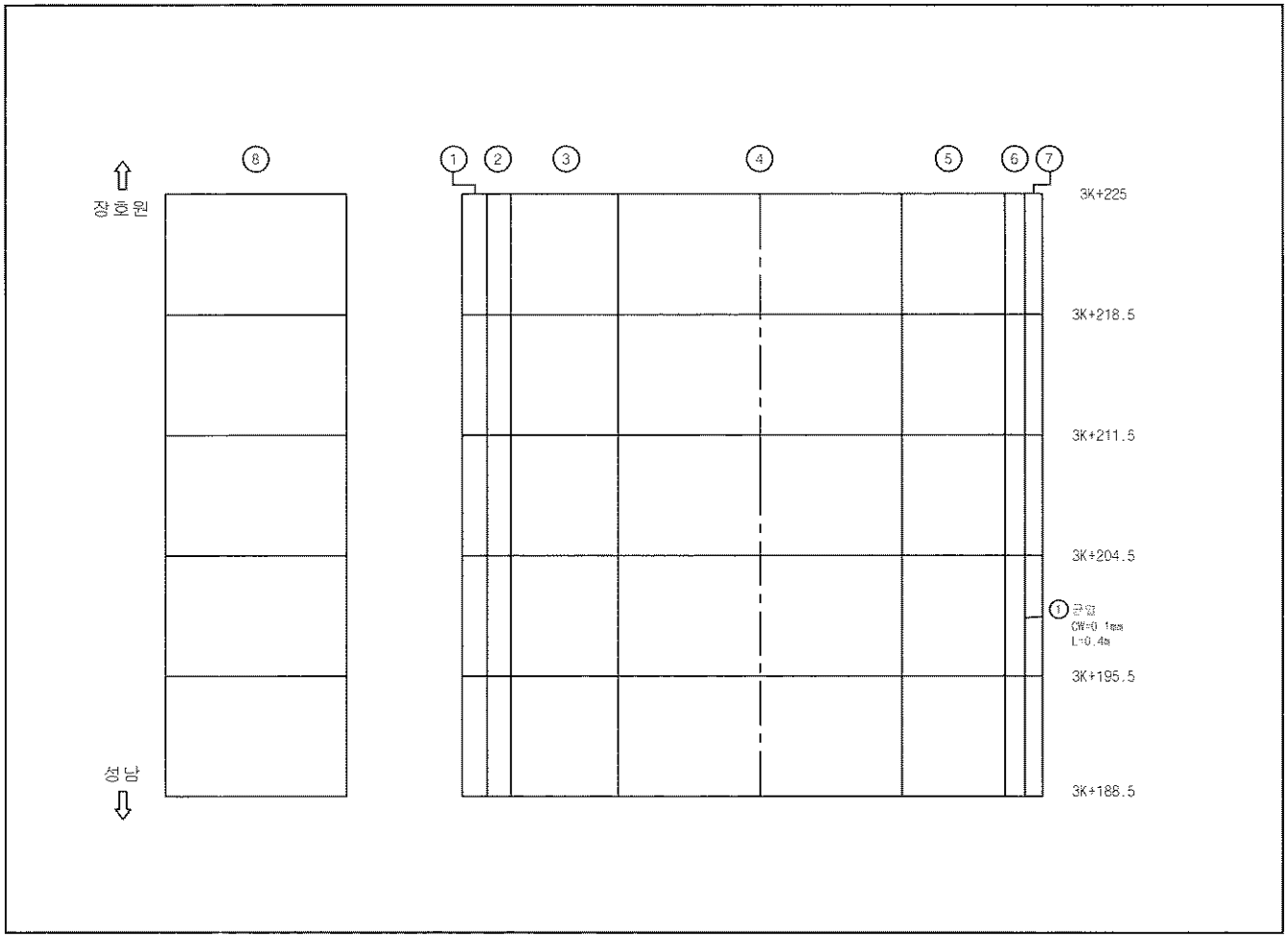


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+148.5~3K+188.5	56

KEY PLAN



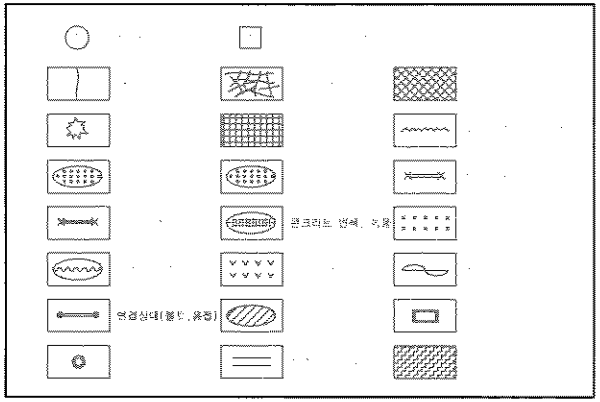




손상물량표

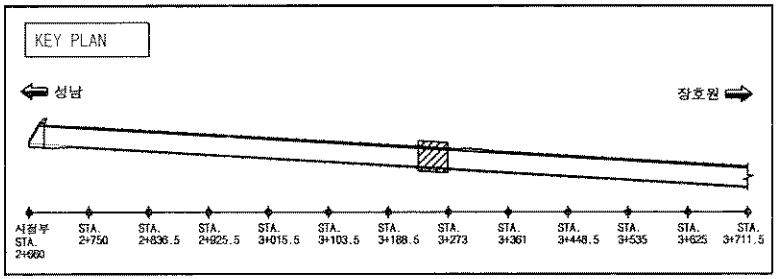
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

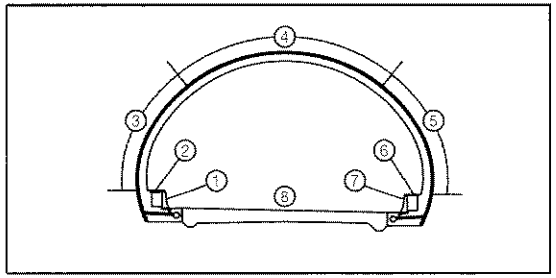
범 례

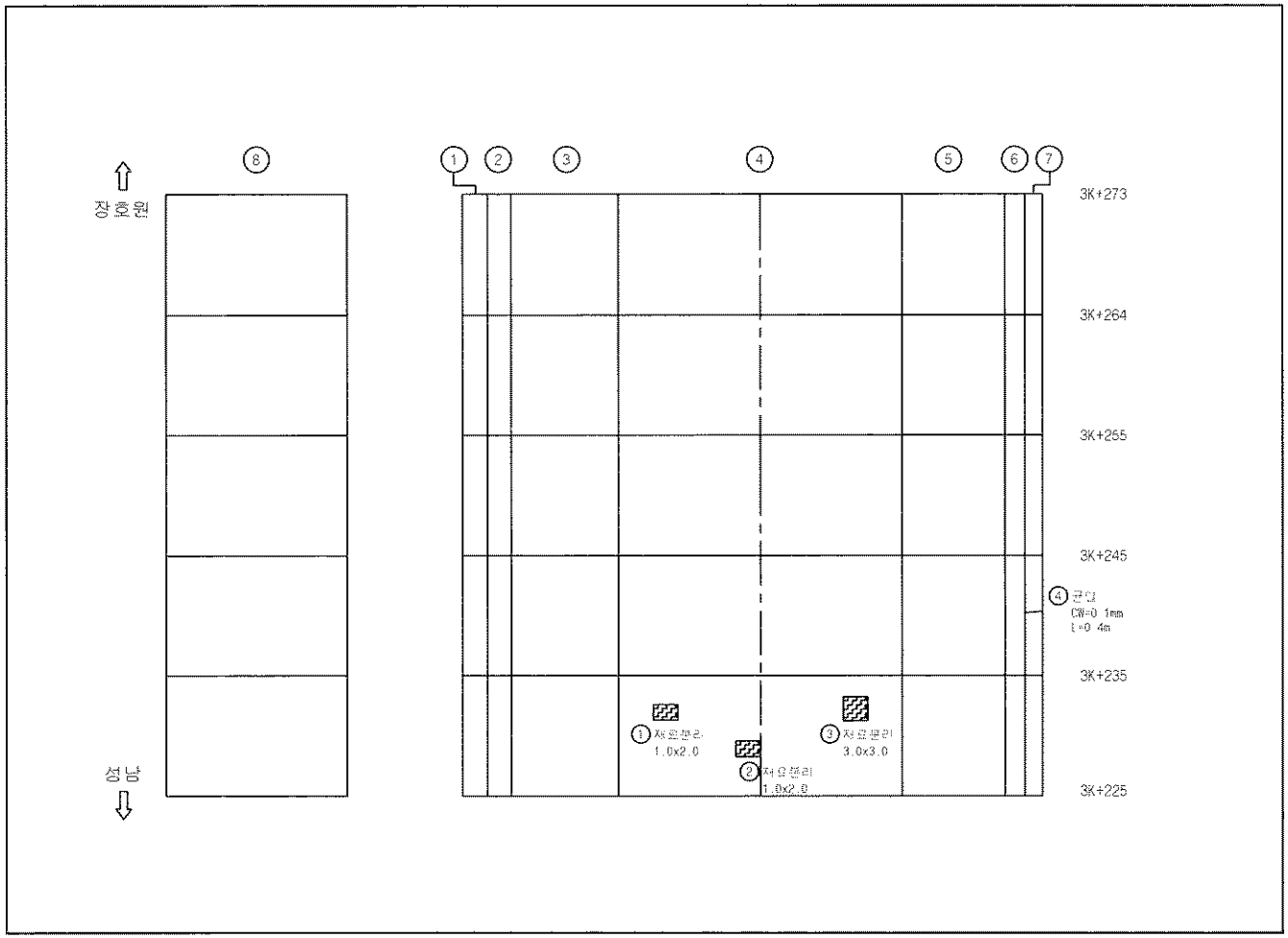


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	접개터널 (하행선)	STA.3K+188.5~3K+255	57

KEY PLAN



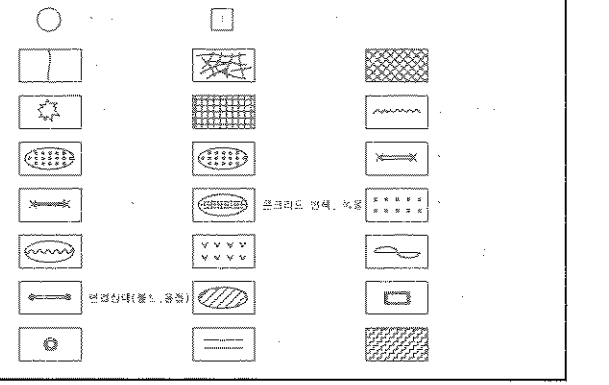




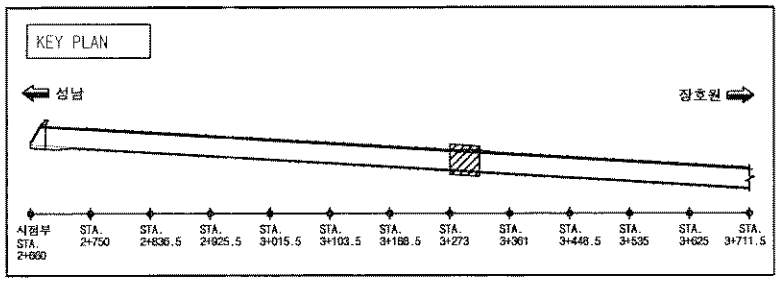
손상물량표

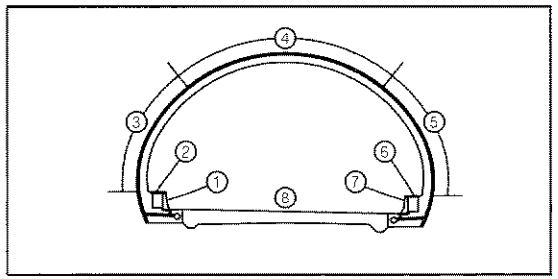
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	재료분리		1.0	2.0	2.0	1	보수완료
②	재료분리		1.0	2.0	2.0	1	보수완료
③	재료분리		3.0	3.0	9.0	1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

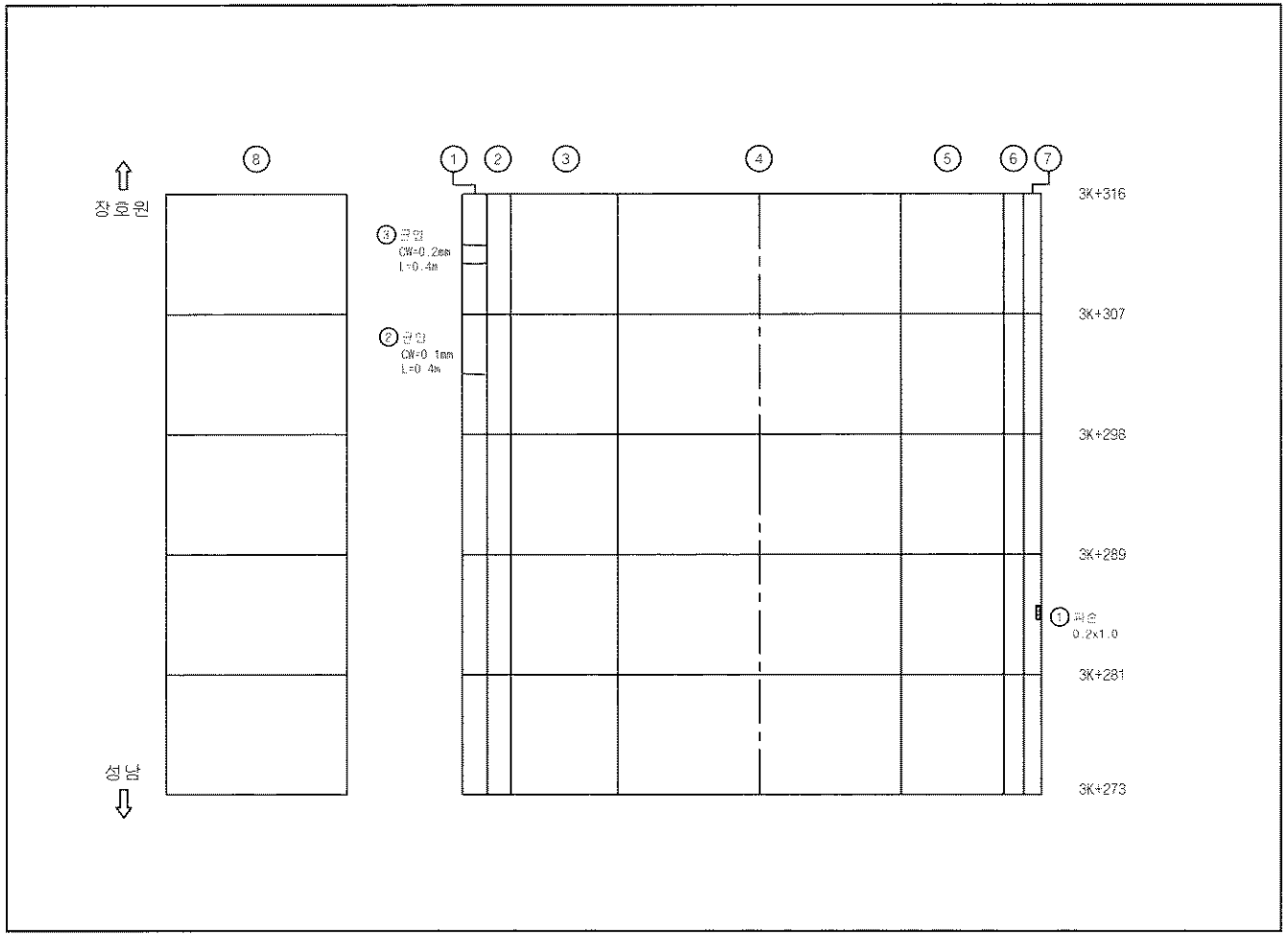
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+225~3K+273	58



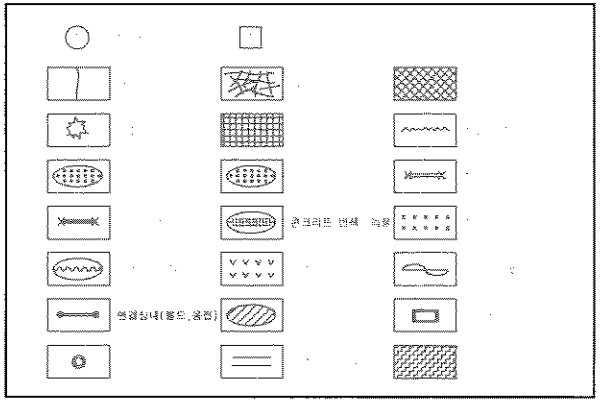




손상물량표

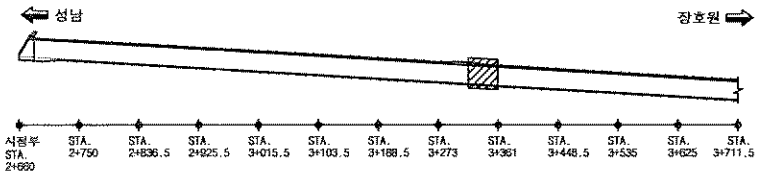
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	파손		0.2	1.0	0.2	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.4			2	보수완료

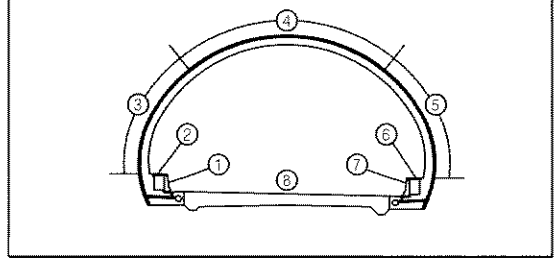
범 례

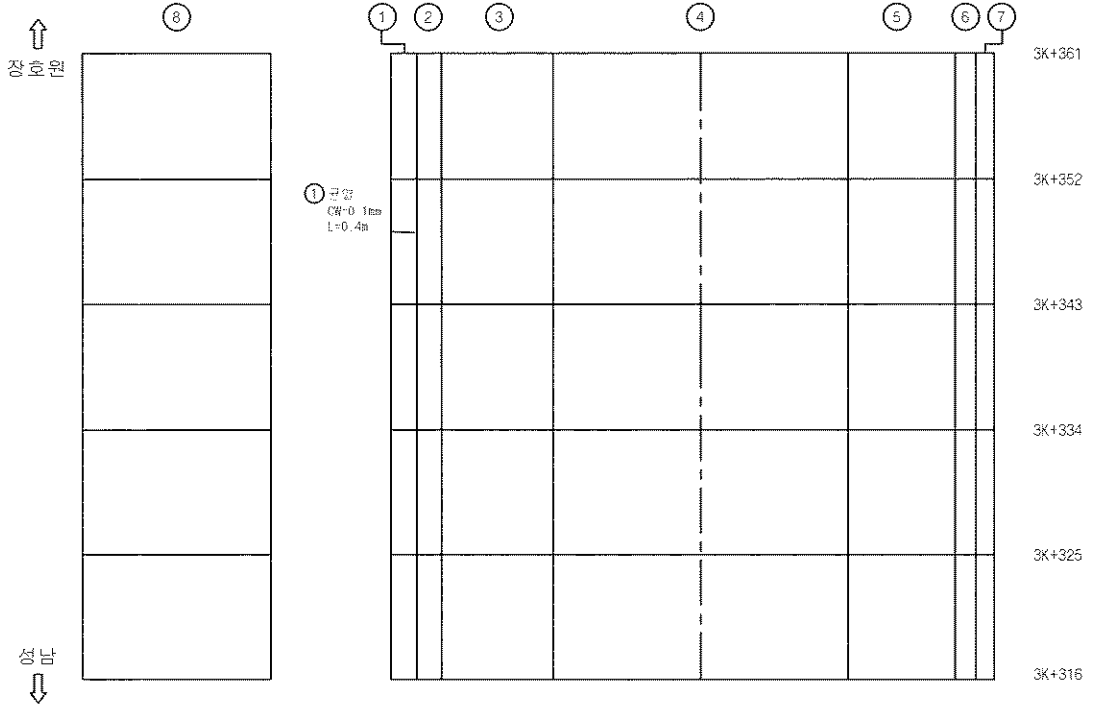


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+273~3K+316	59

KEY PLAN



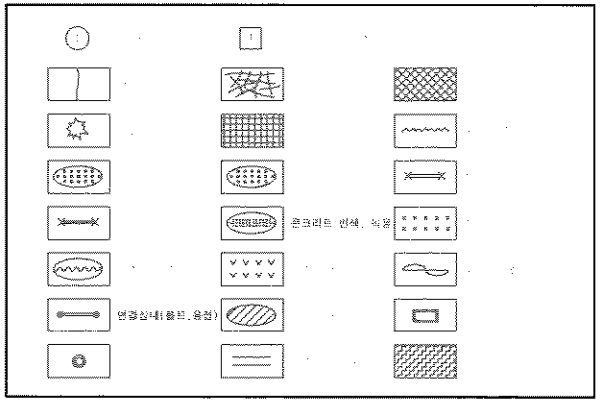




손상물량표

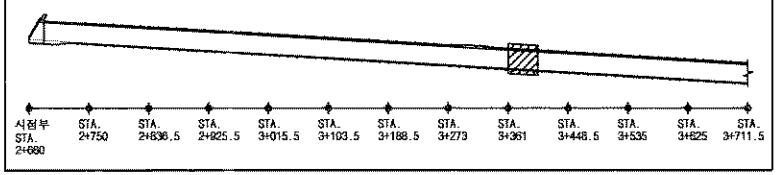
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

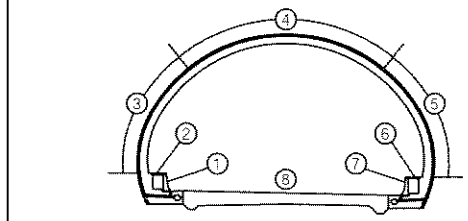
범 례

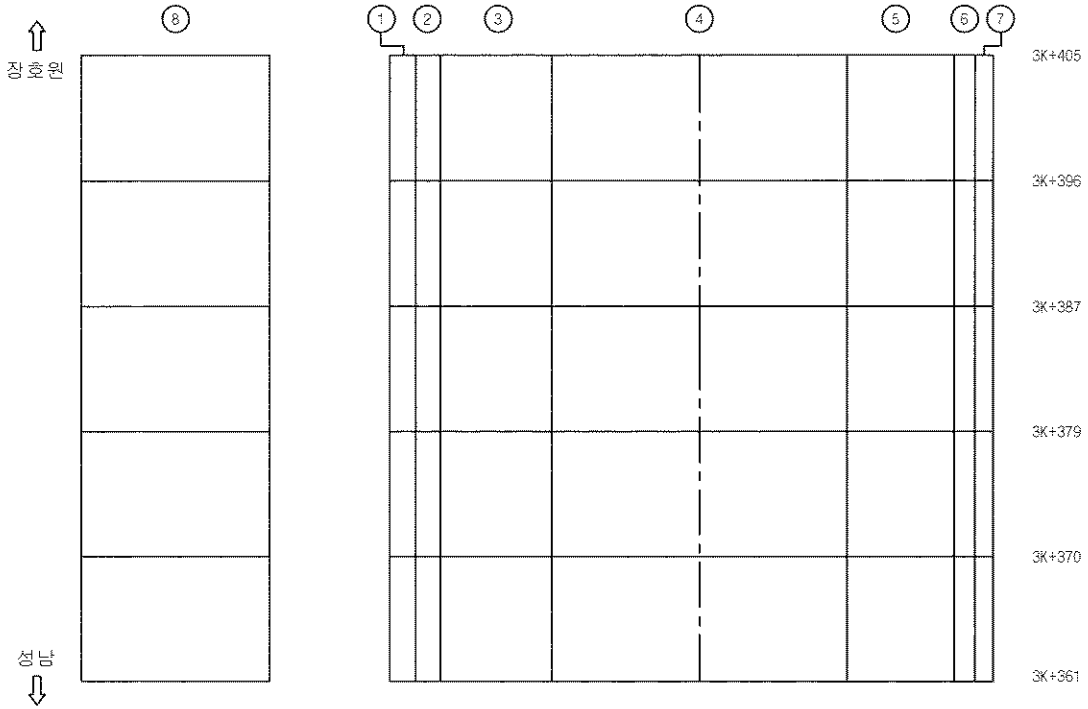


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남-장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+316~3K+361	60

KEY PLAN



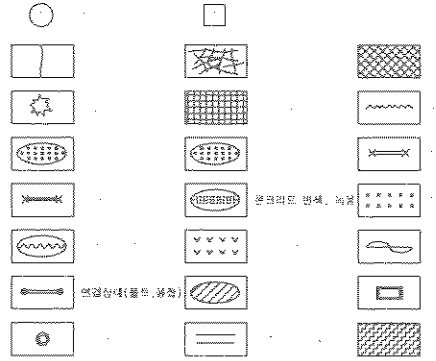




손상물량표

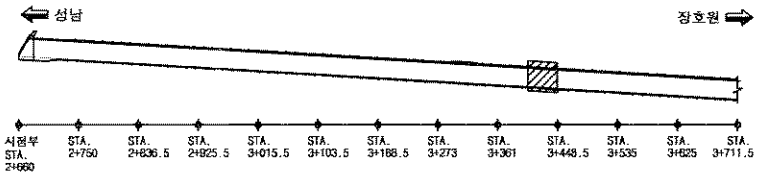
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

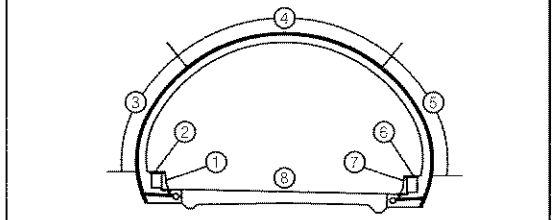
범 례

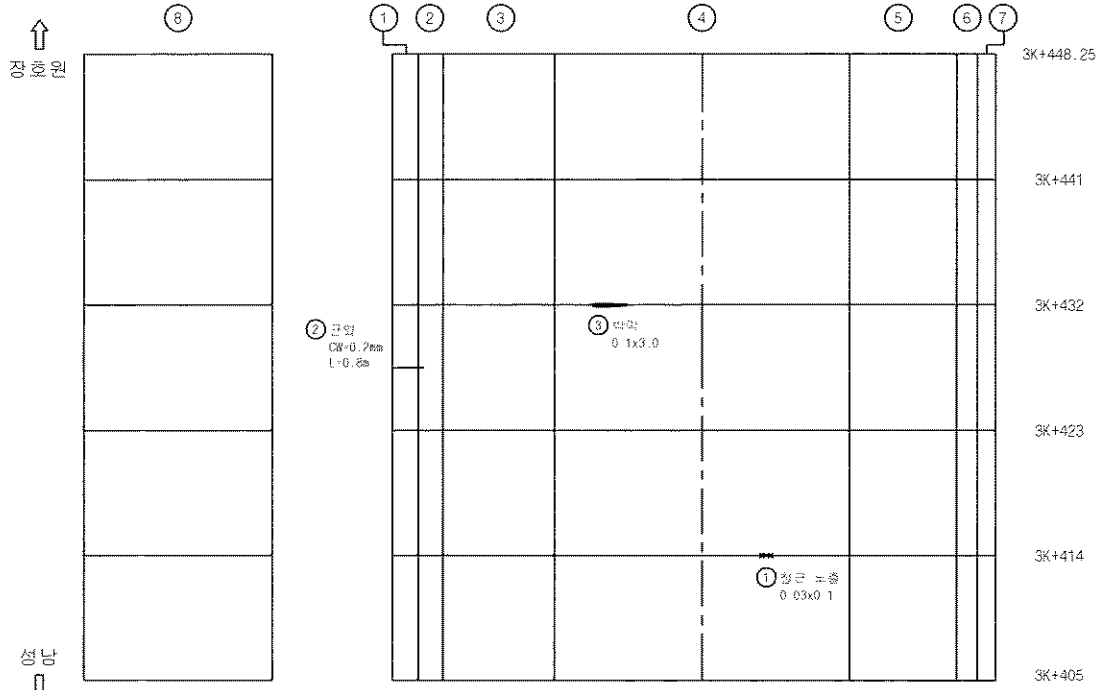


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+361~3K+405	61

KEY PLAN



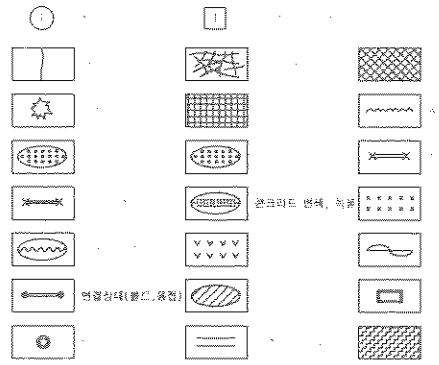




손상물량표

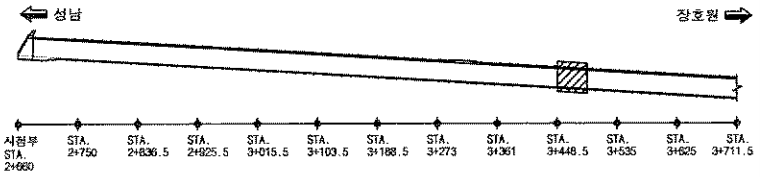
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	철근 노출		0.03	0.1	0.003	1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.8			1	보수완료
③	박락		0.1	3.0	0.3	1	

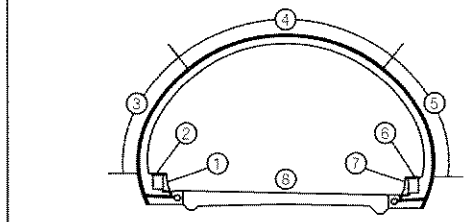
범 례

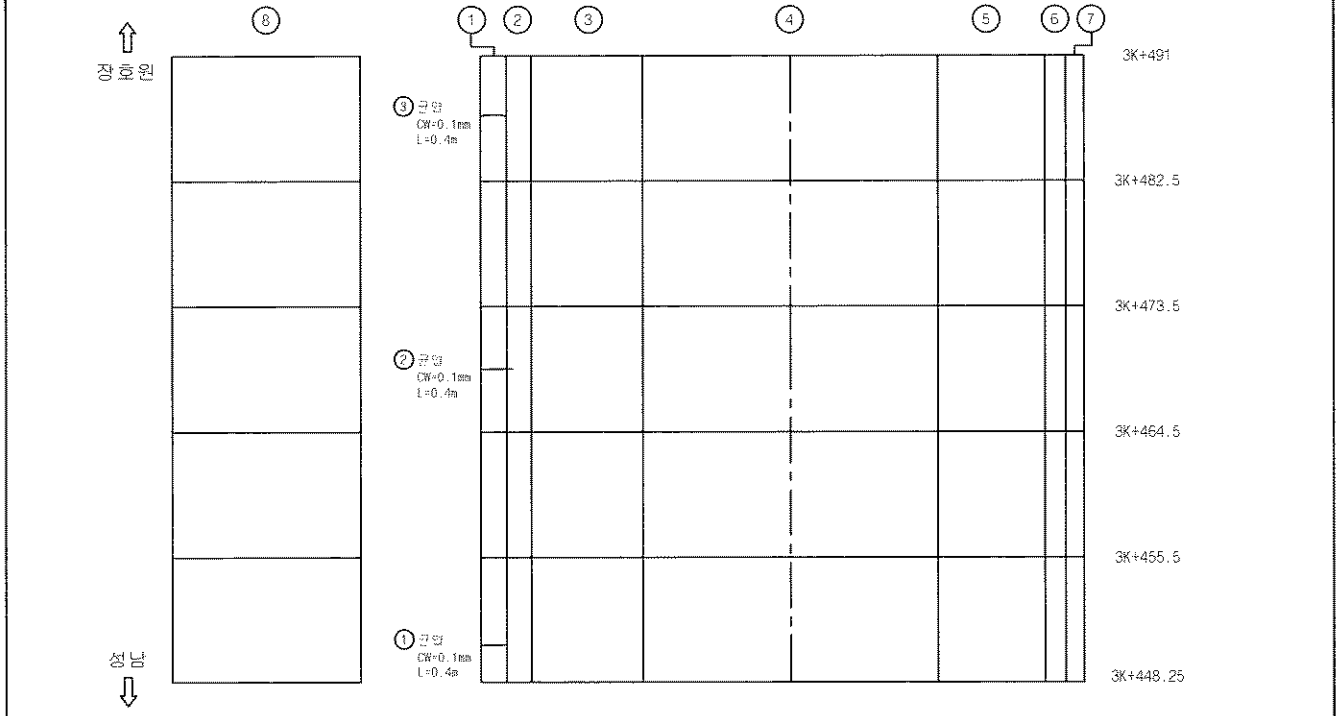


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면번호	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+405-3K+448.25	62

KEY PLAN



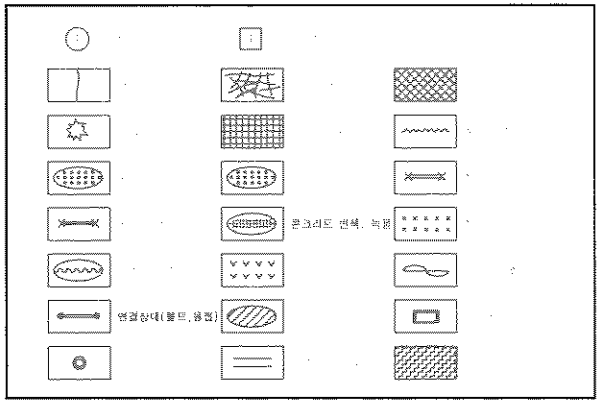




손상물량표

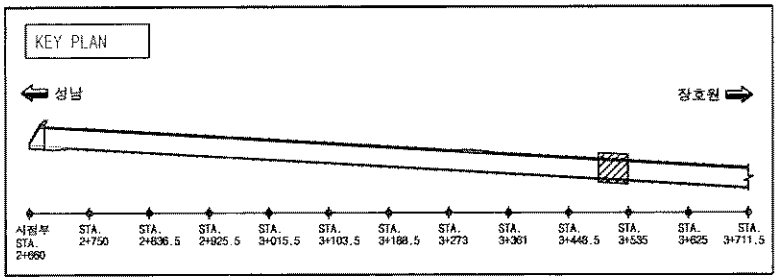
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
③	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

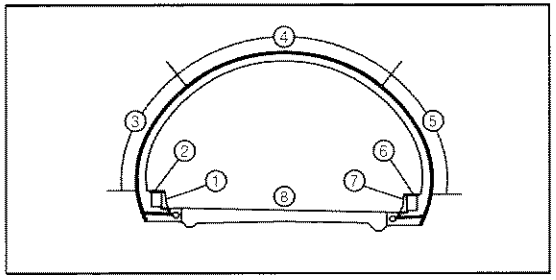
범 례

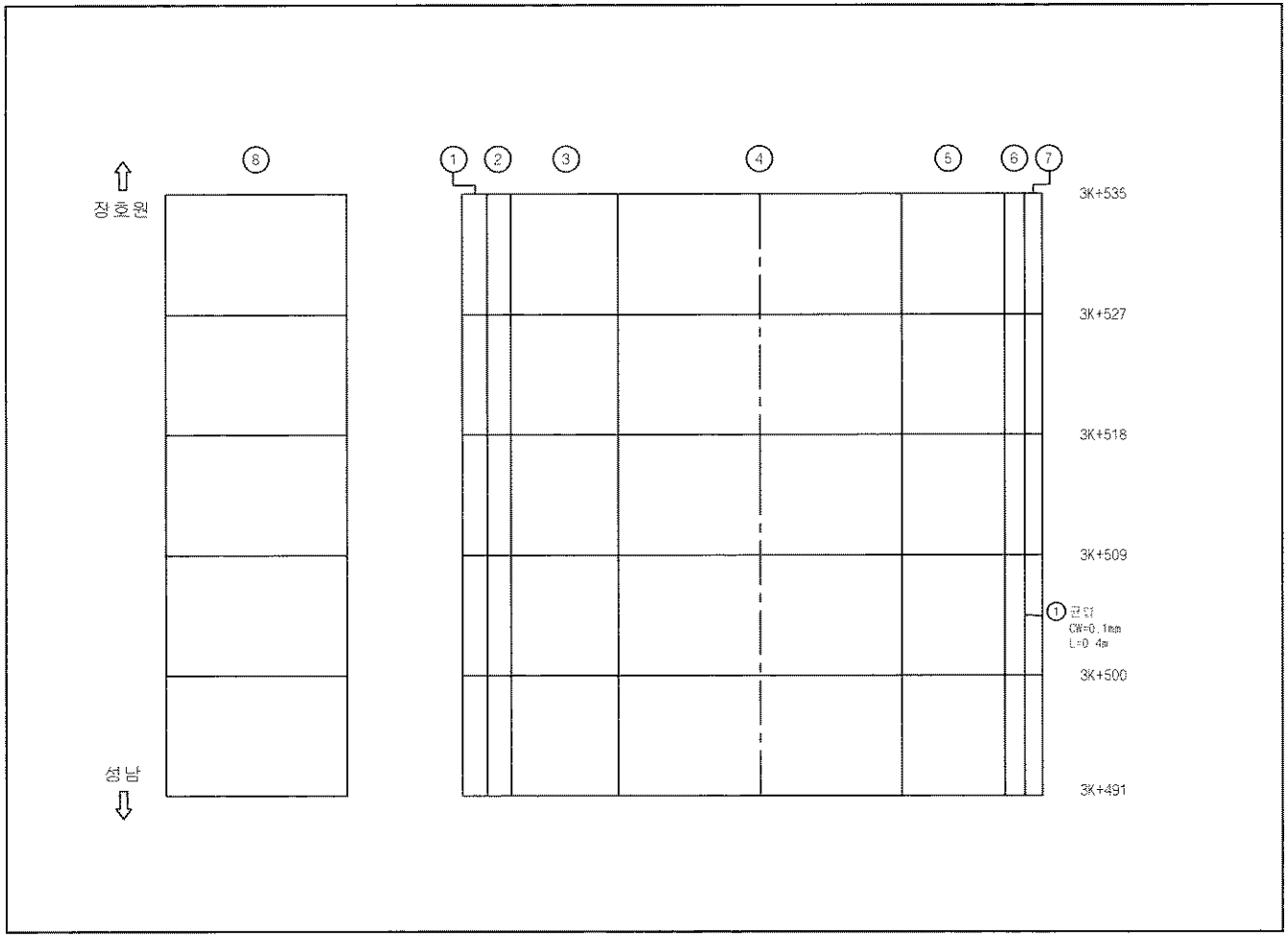


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조명칭	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+448.25.5~3K+491	63

KEY PLAN



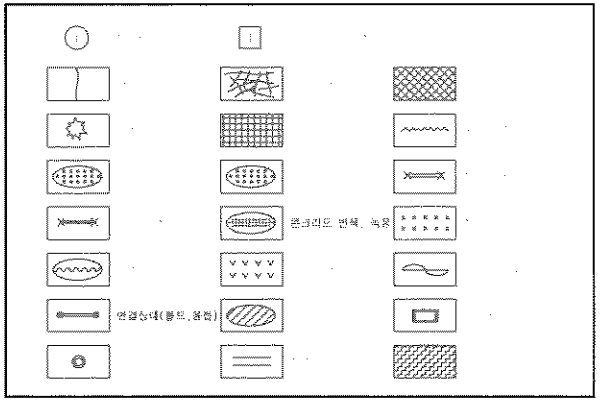




손상물량표

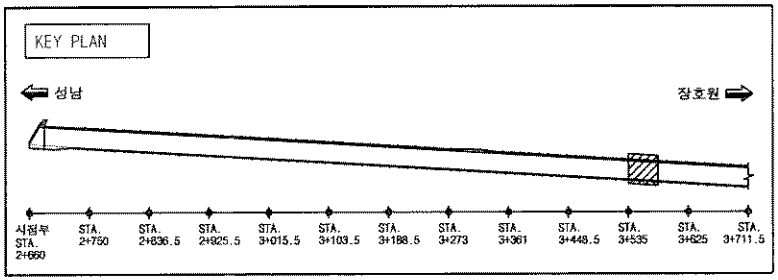
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

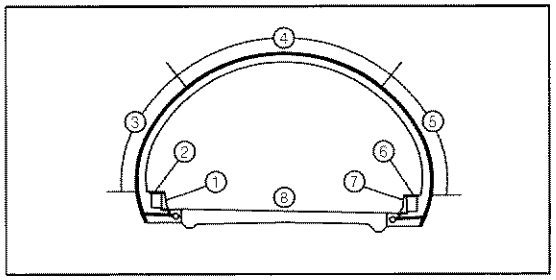
범 례

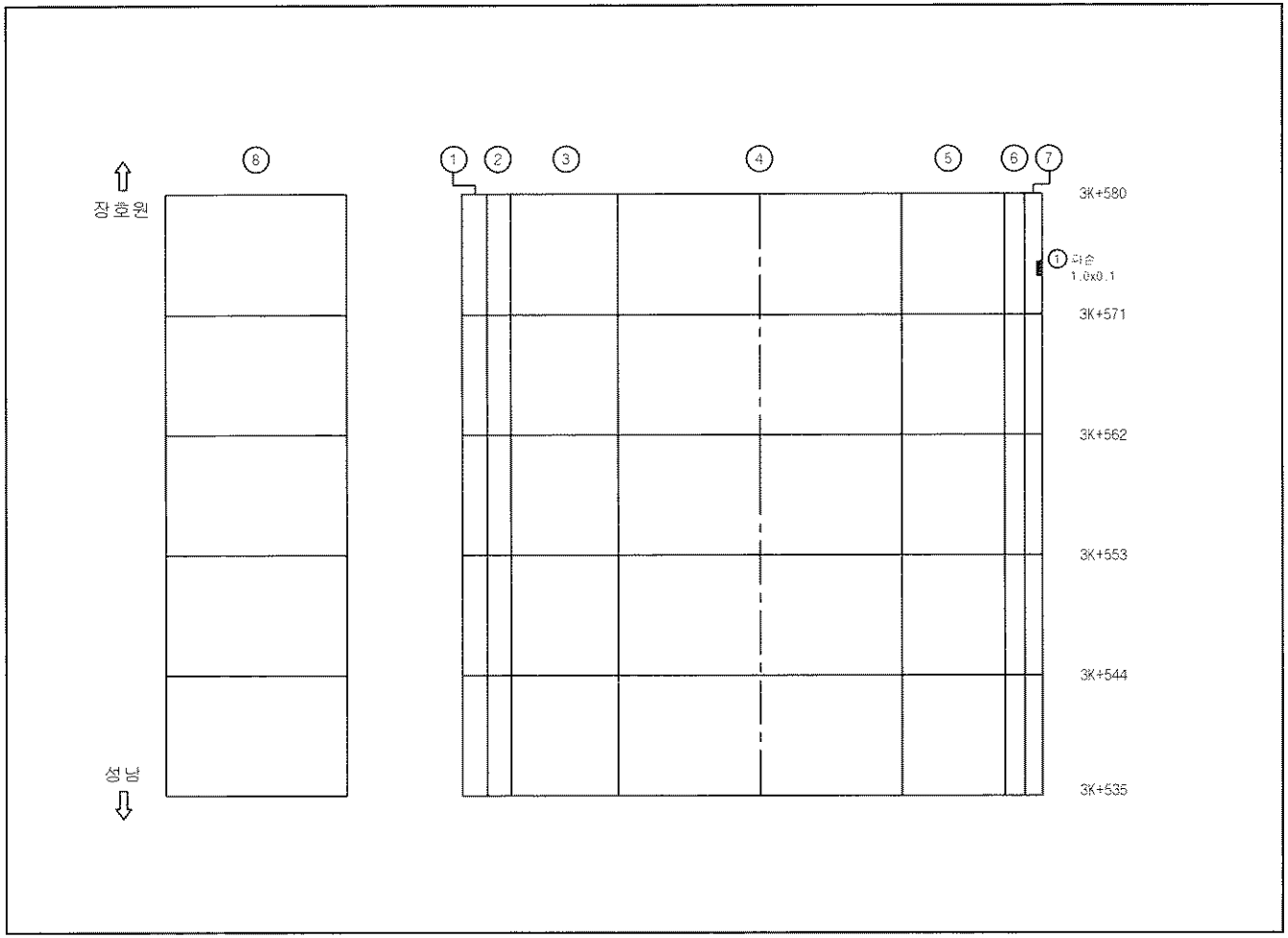


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+491~3K+535	64

KEY PLAN



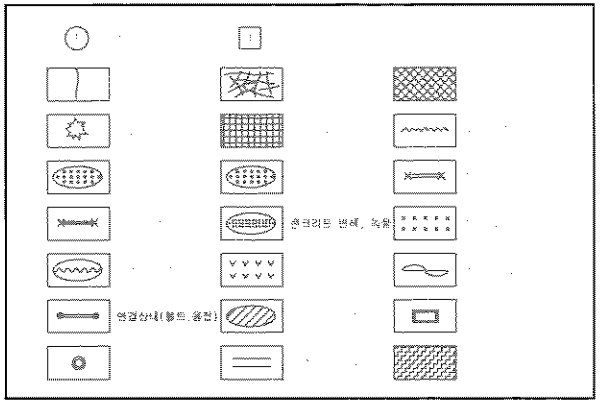




손상물량표

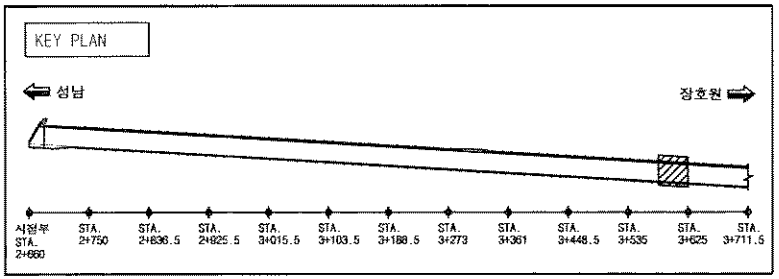
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	파손		1.0	0.1	0.1	1	

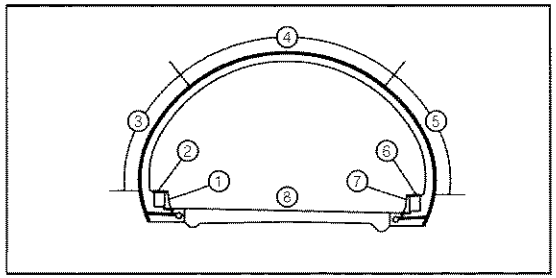
범 례

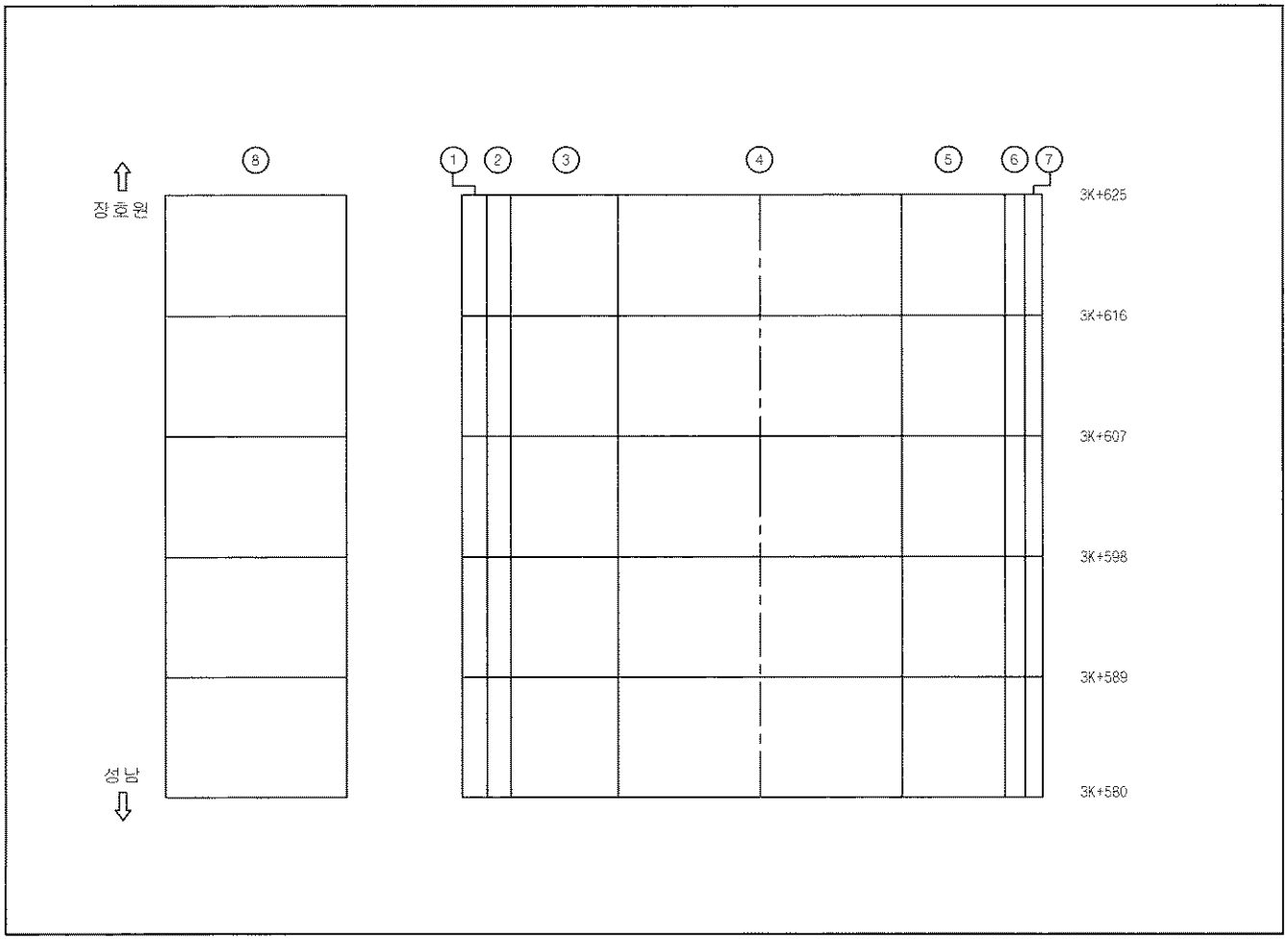


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	두면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+535~3K+580	65

KEY PLAN



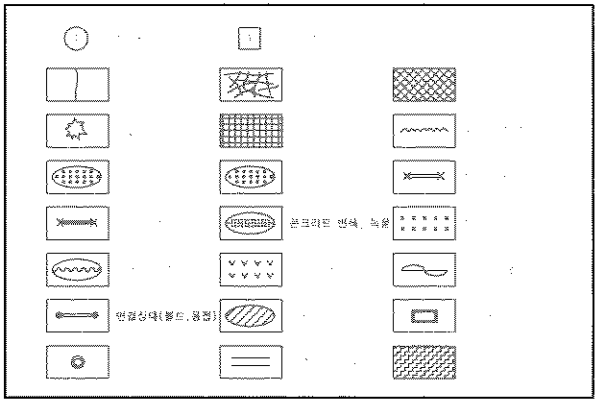




손상물량표

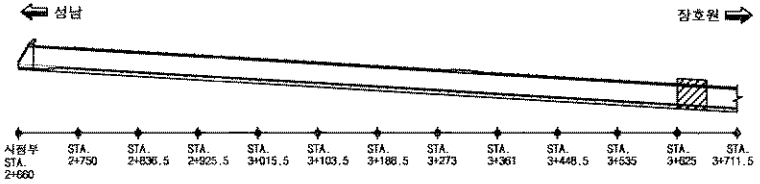
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

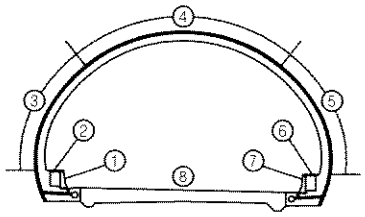
범 례

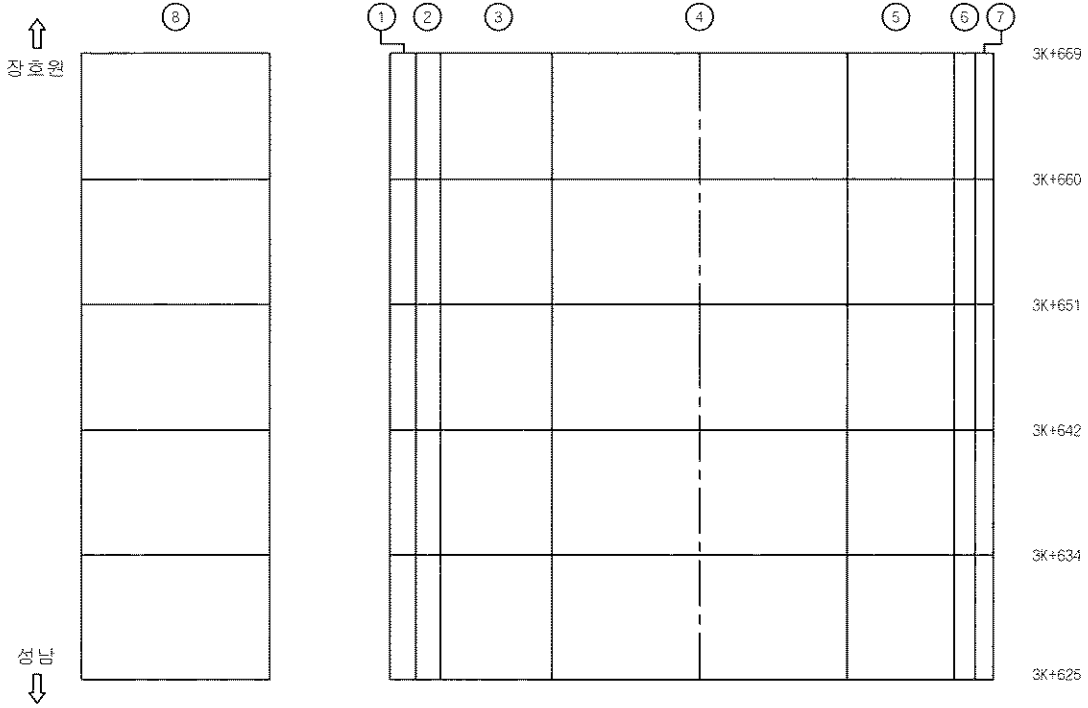


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+580~3K+625	66

KEY PLAN



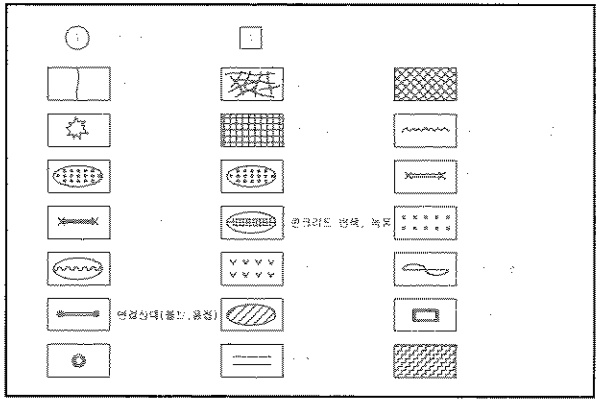




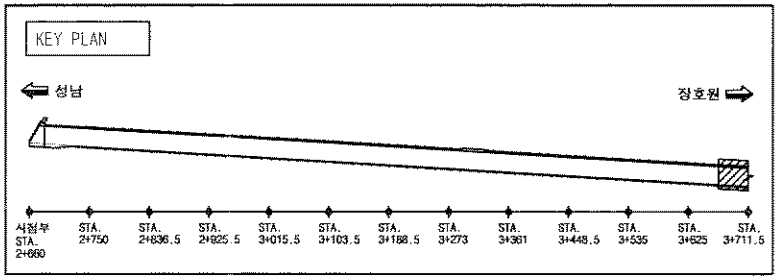
손상물량표

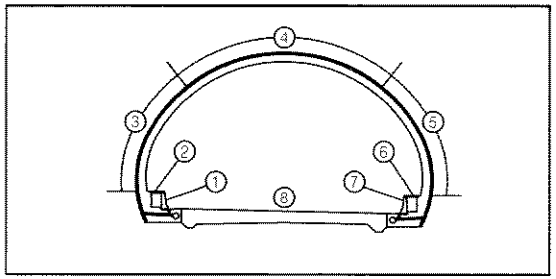
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

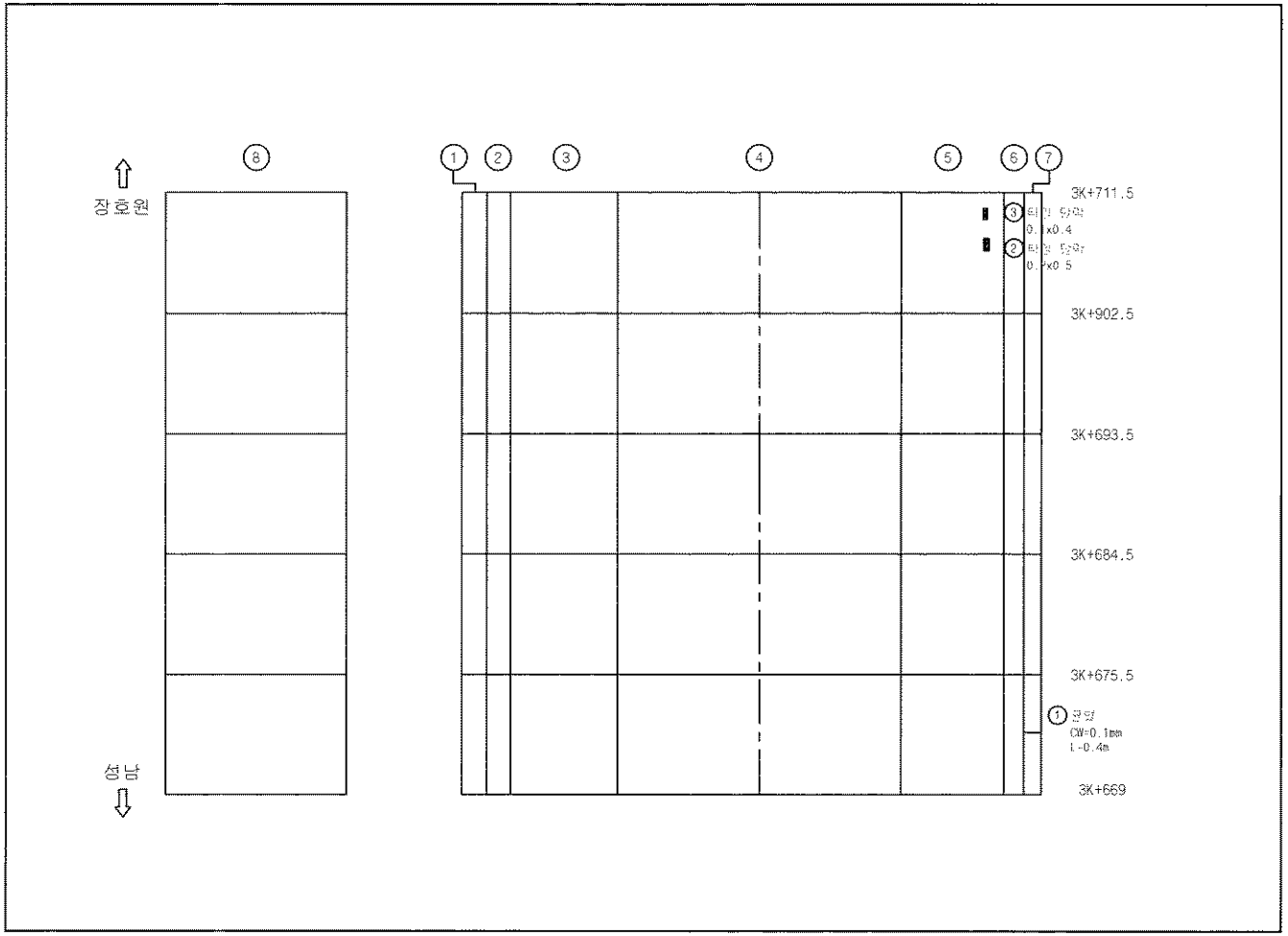
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면량	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+625~3K+669	67



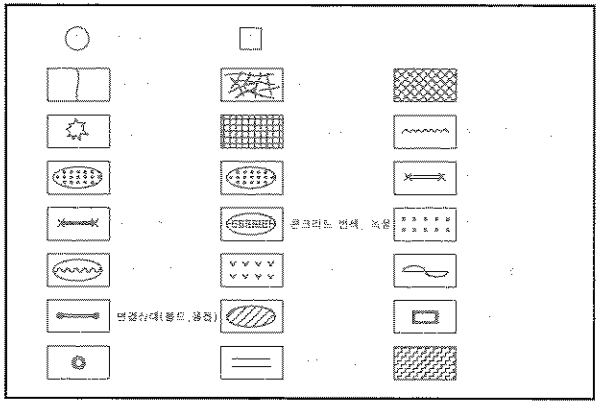




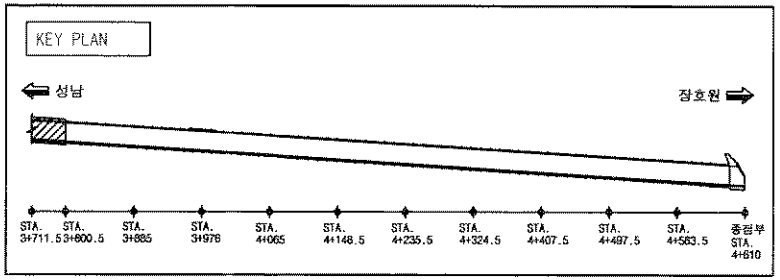
손상물량표

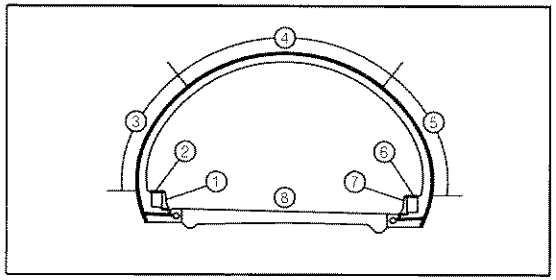
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	타일 탈락		0.2	0.5	0.1	1	보수완료
③	타일 탈락		0.1	0.4	0.04	1	보수완료

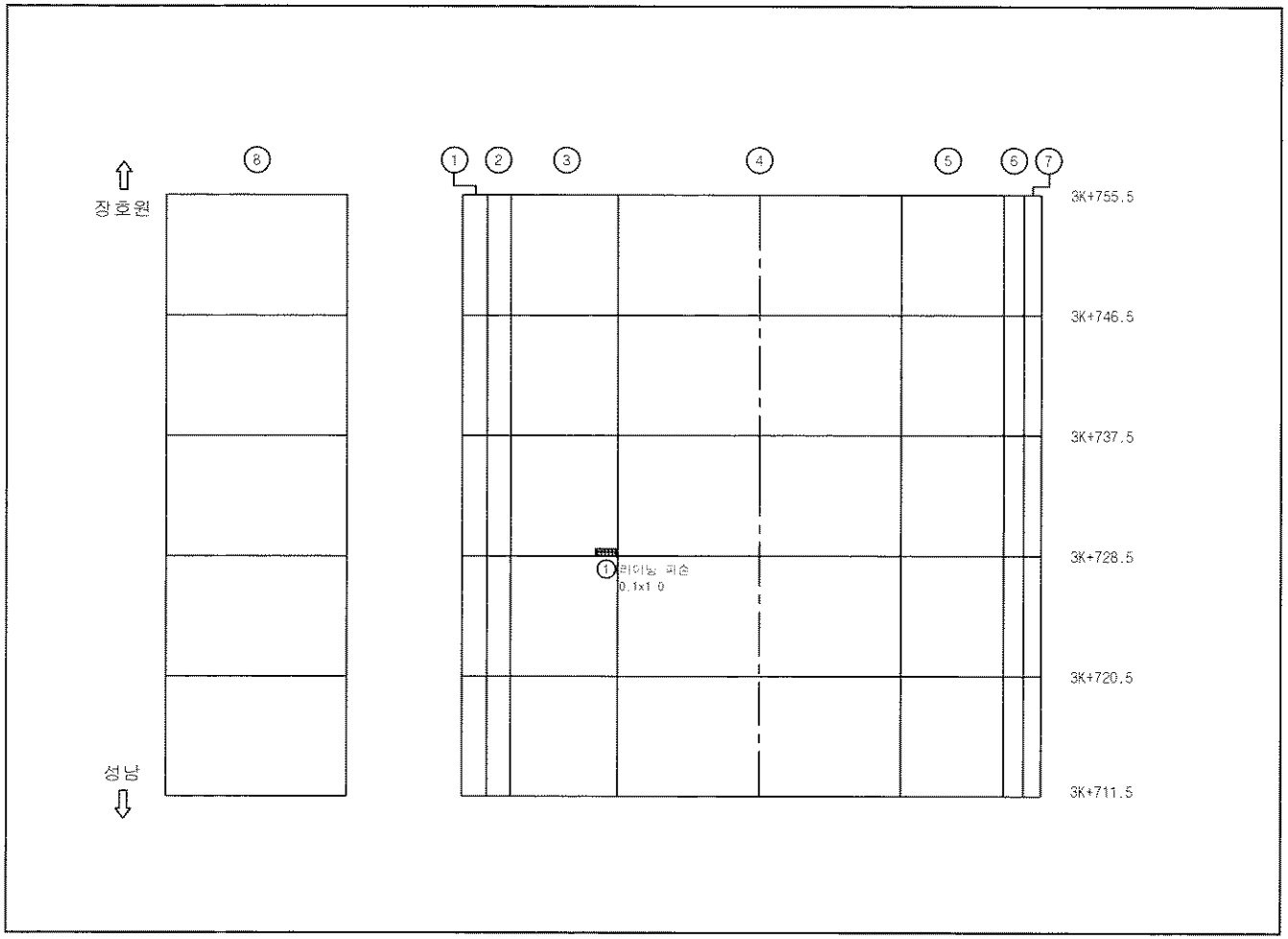
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+675.5~3K+711.5	68



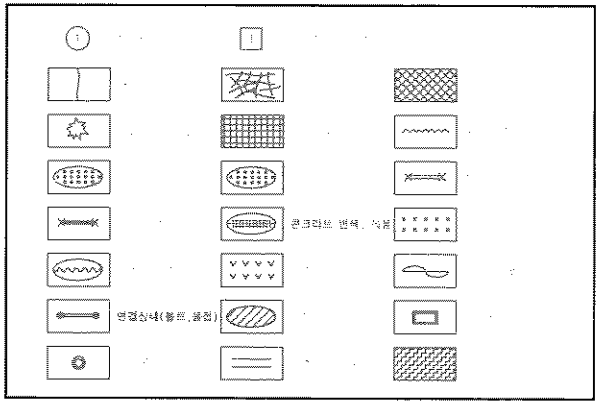




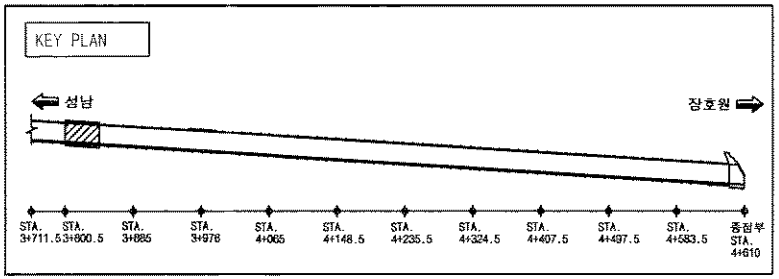
손상물량표

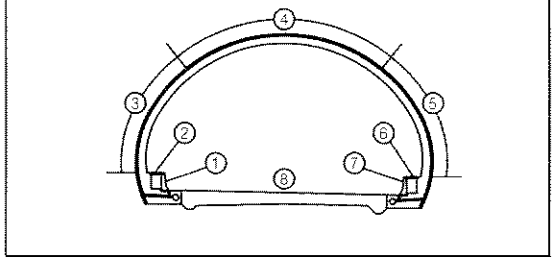
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	라이닝 파손		0.1	1.0	0.1	1	

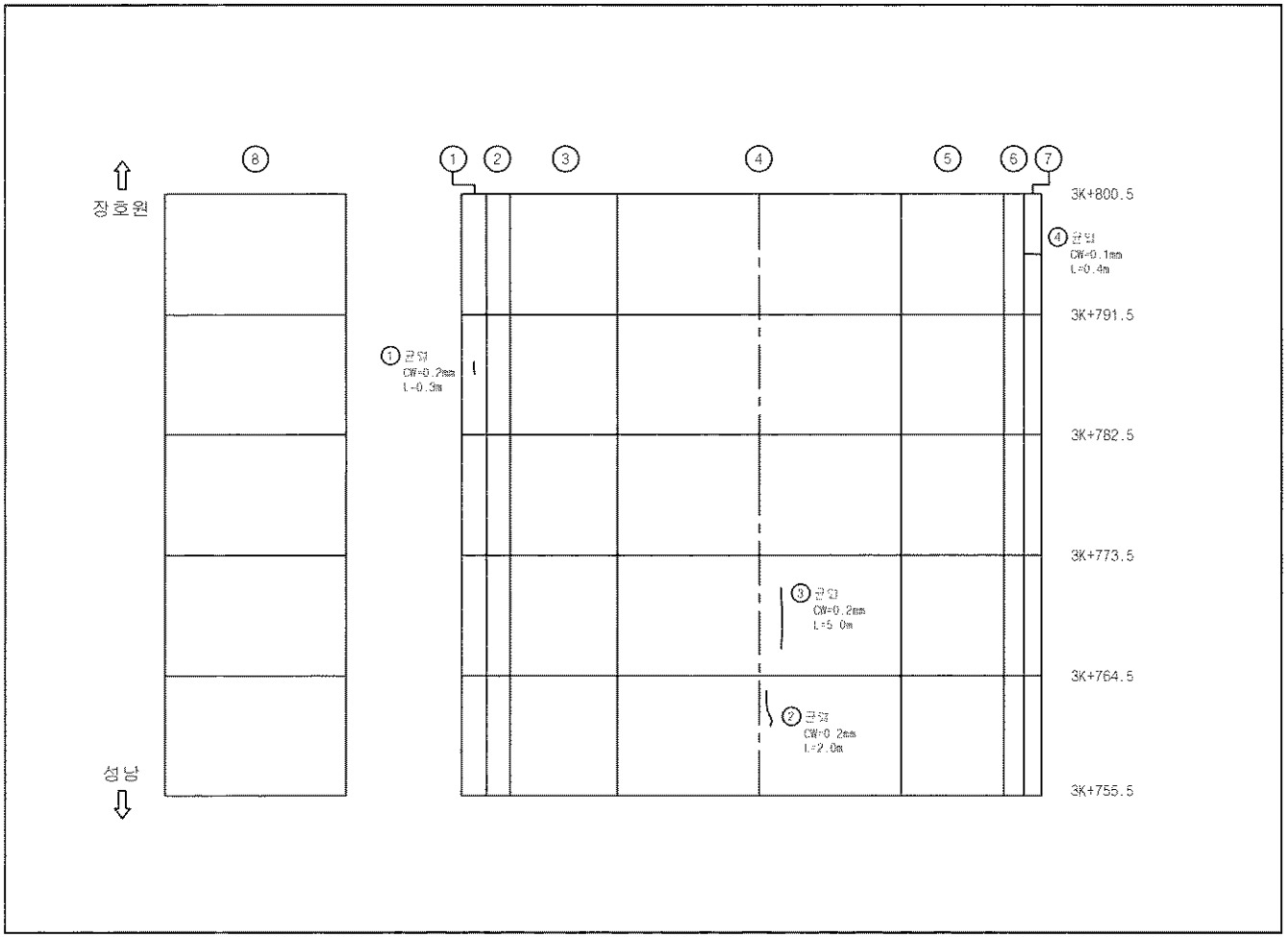
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+711.5~3K+755.5	69



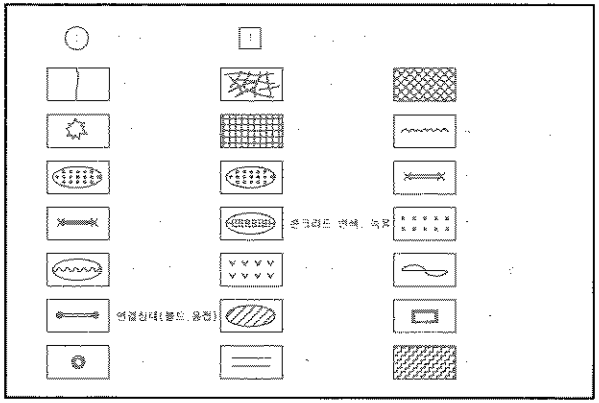




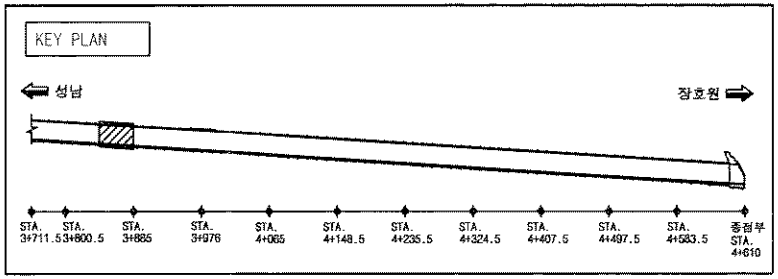
손상물량표

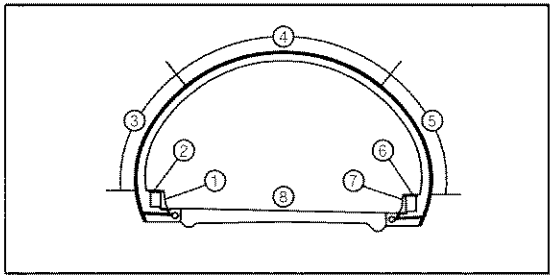
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.3			1	보수완료
②	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	2.0			1	보수완료
③	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	5.0			1	보수완료
④	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	보수완료

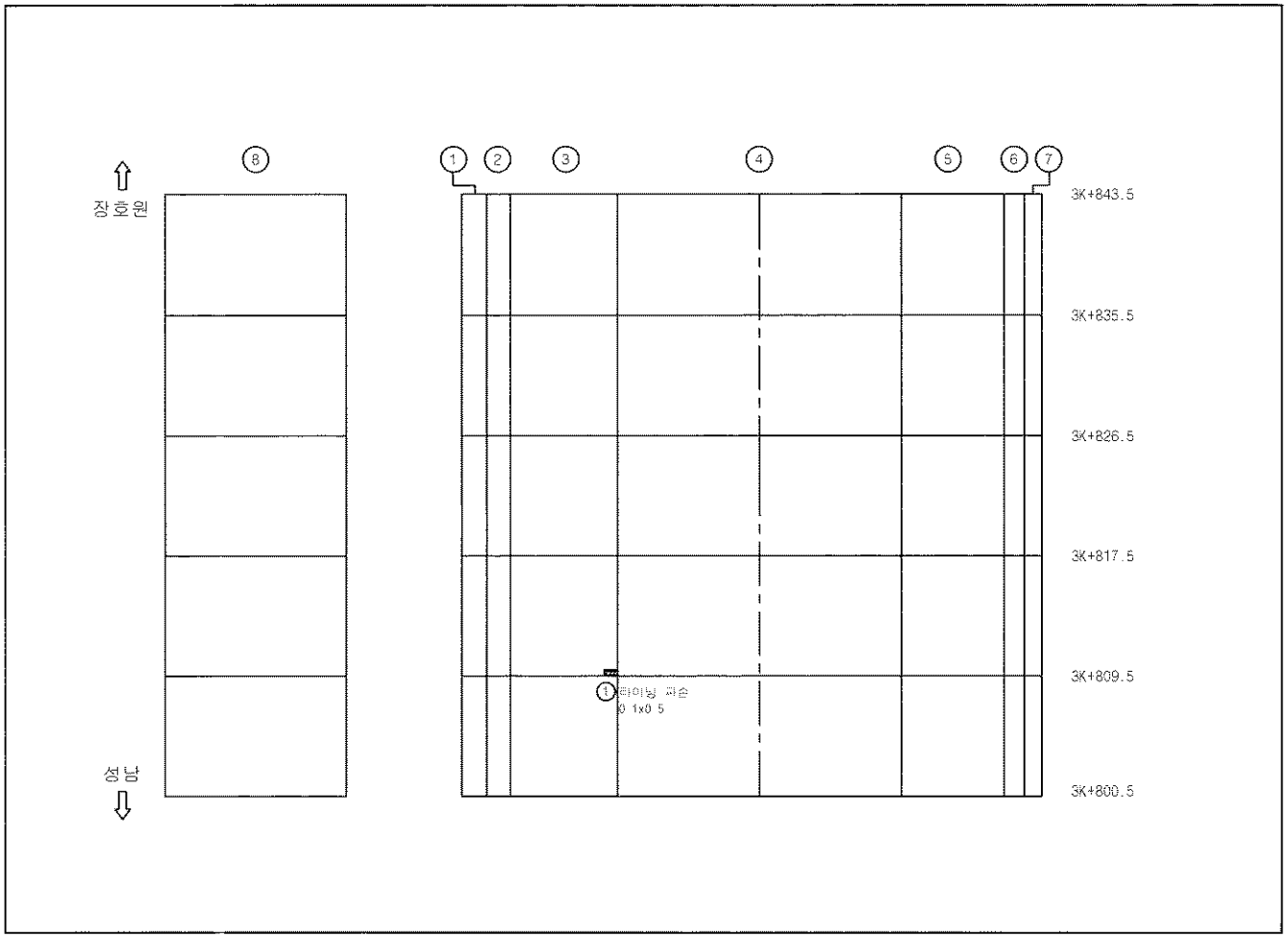
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형영	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+755.5~3K+800.5	70



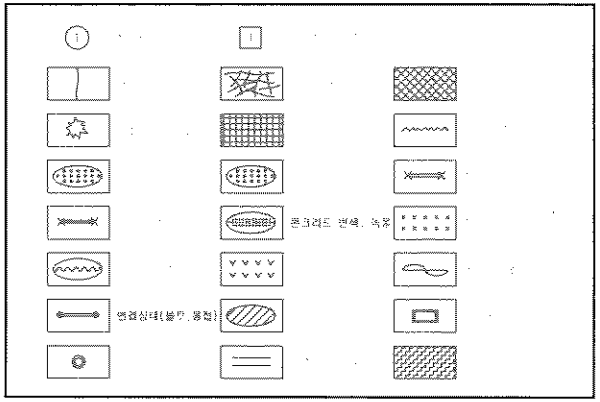




손상물량표

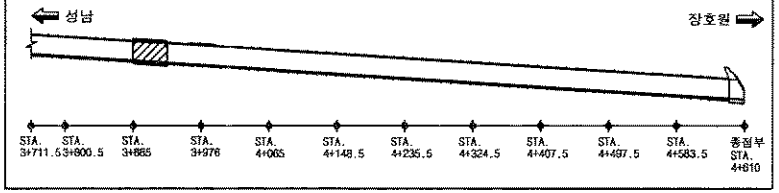
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	라이닝 파손		0.1	0.5	0.05	1	보수완료

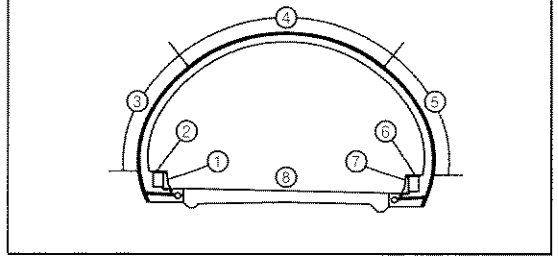
범 례

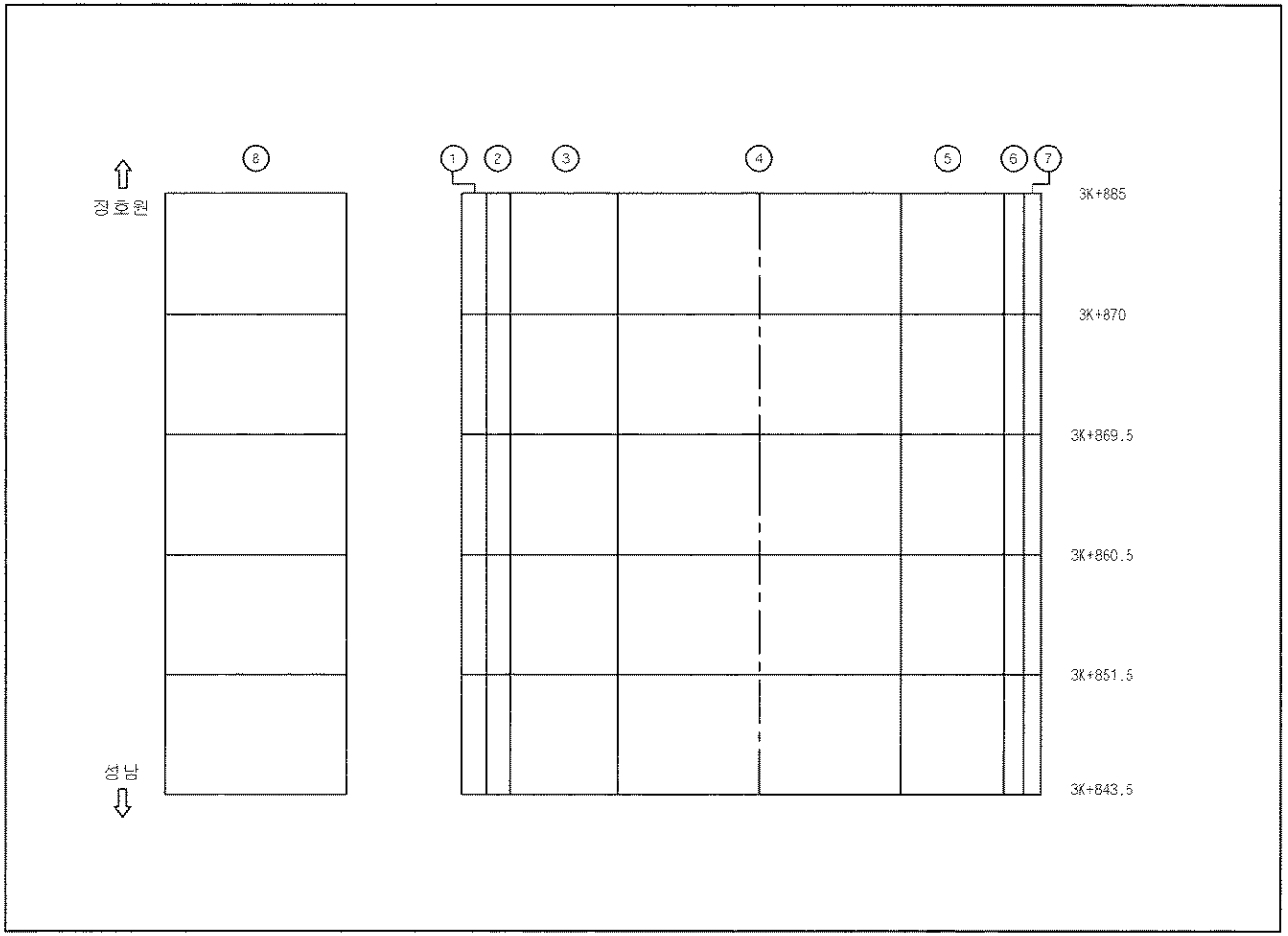


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조상명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+800.5~3K+843.5	71

KEY PLAN



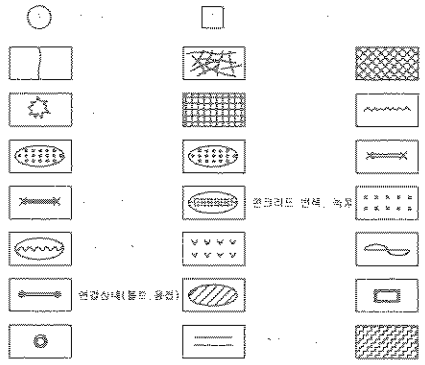




손상물량표

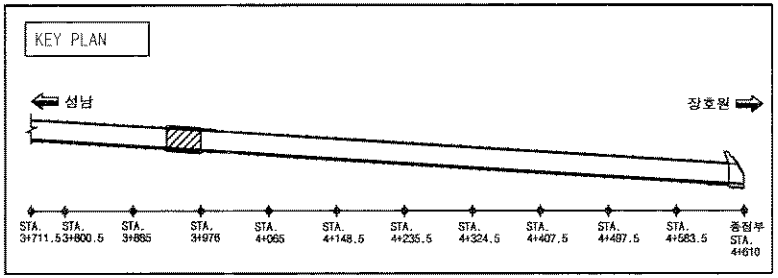
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

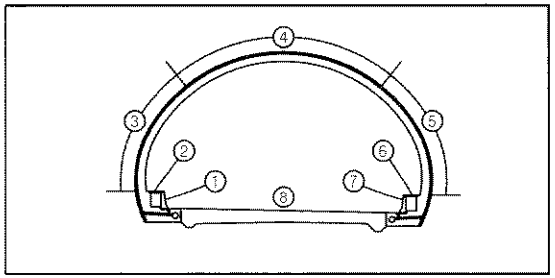
범 례

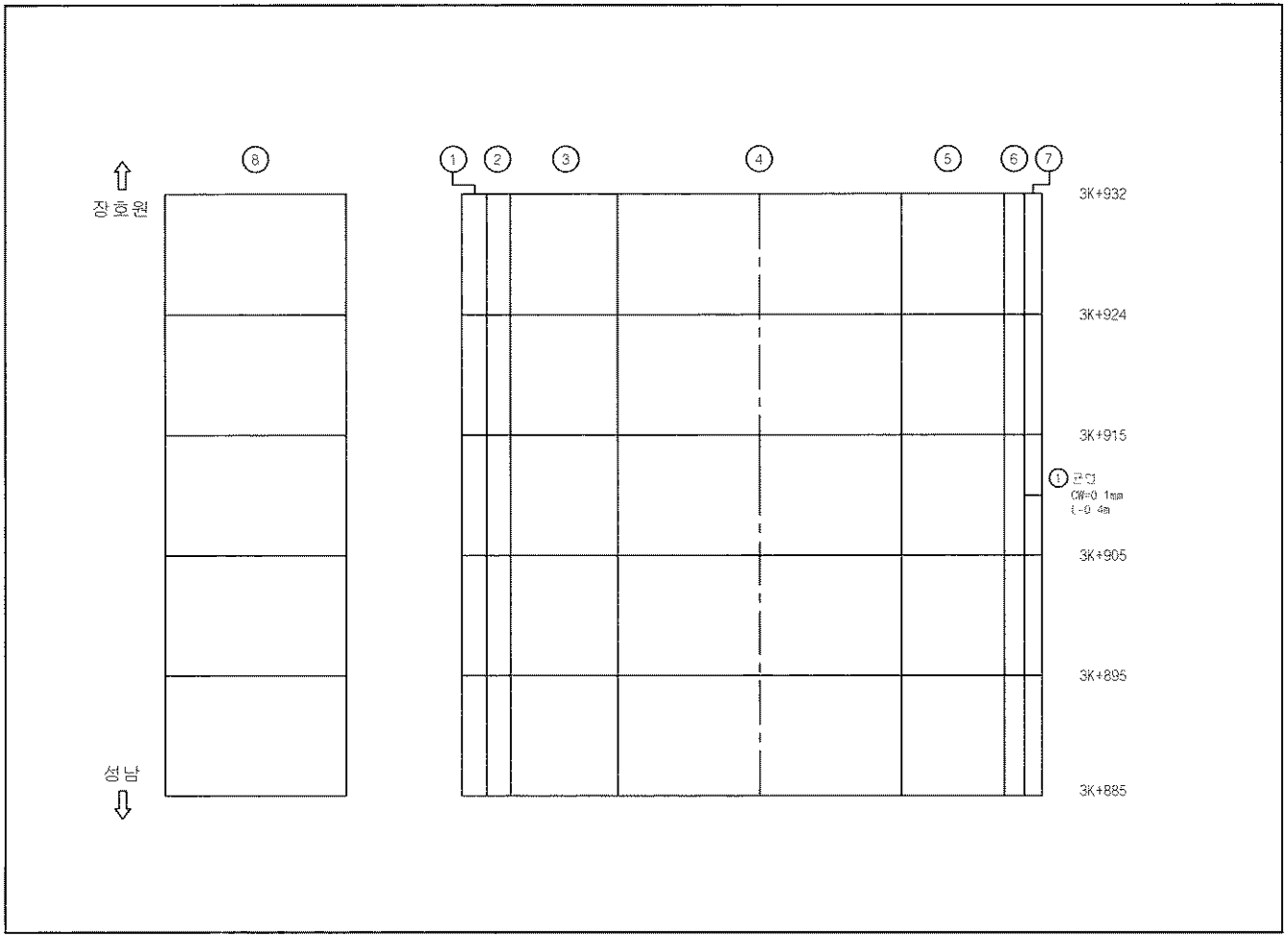


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	점개터널 (하행선)	STA.3K+843.5~3K+885	72

KEY PLAN



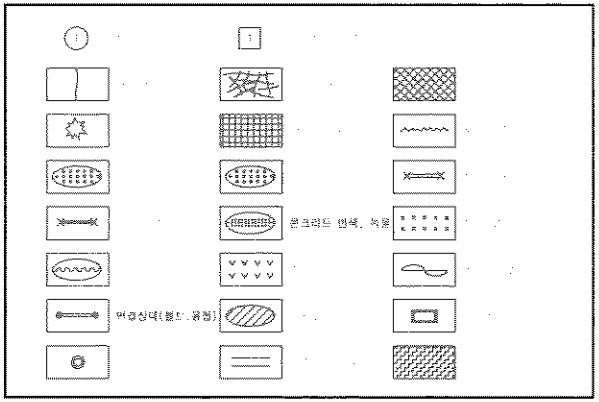




손상물량표

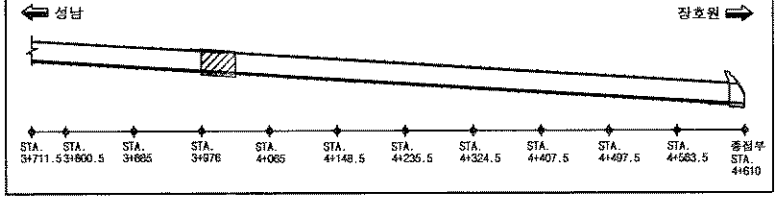
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.1	0.4			1	

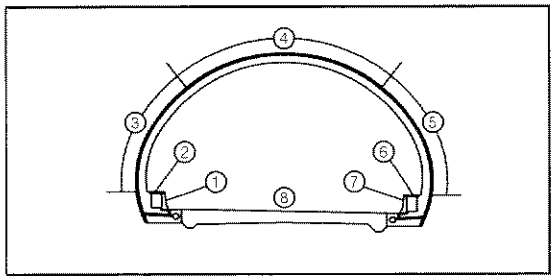
범 례

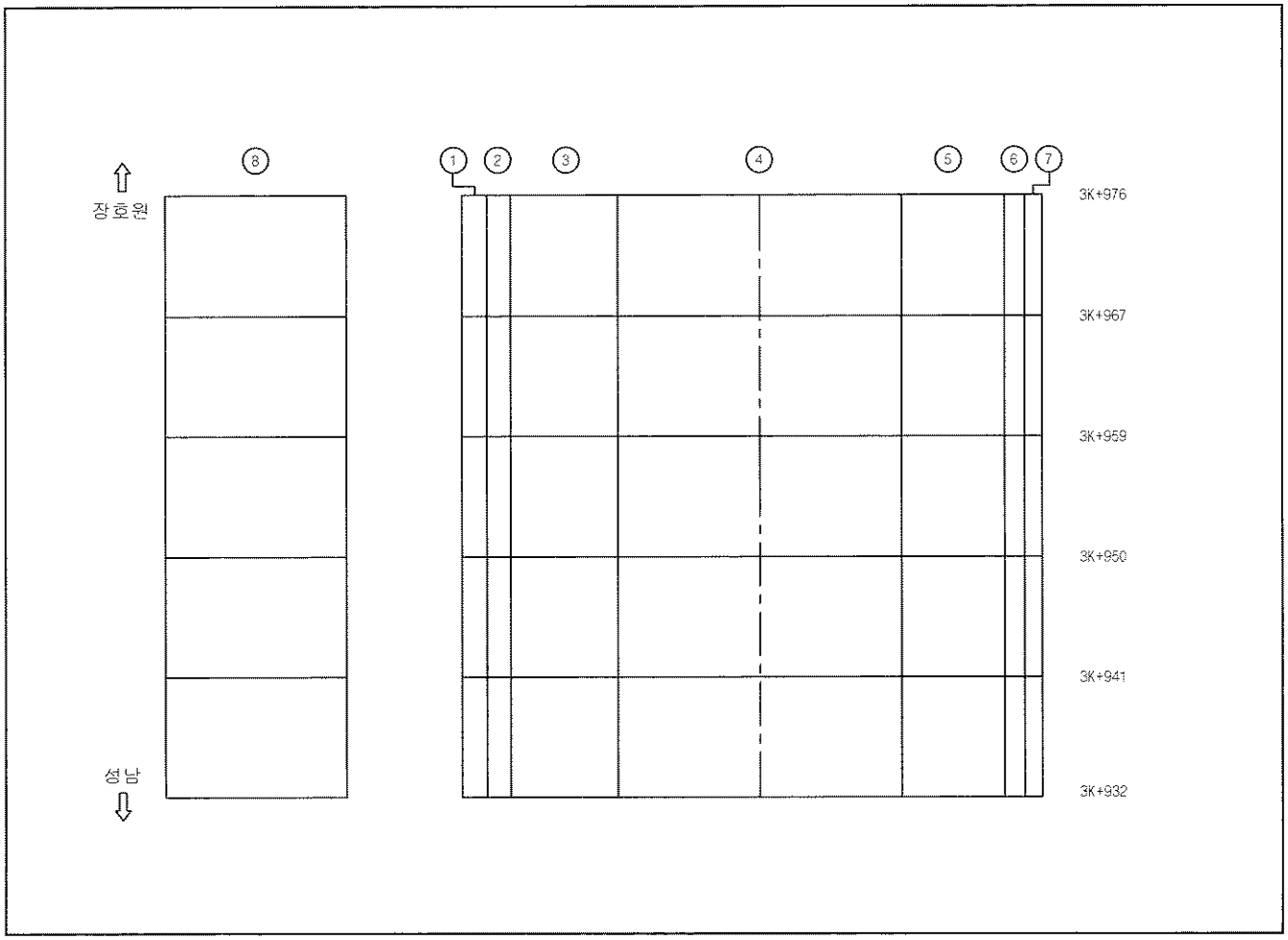


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	점 검 기 관	점검책임기술자	구 조 물 명	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+885~3K+932	73

KEY PLAN



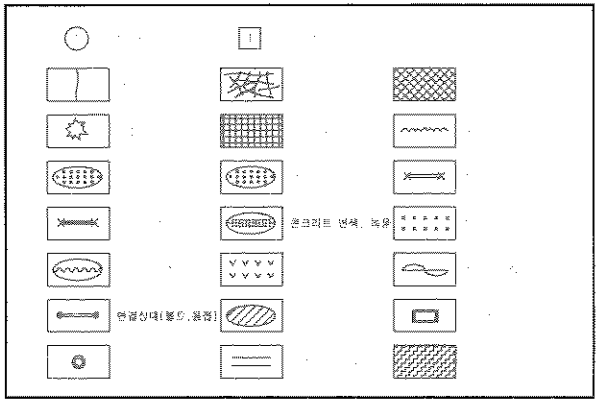




손상물량표

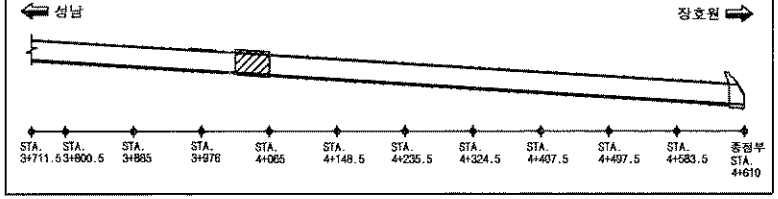
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

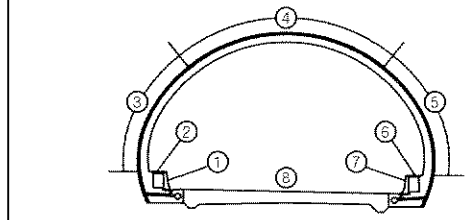
범 례

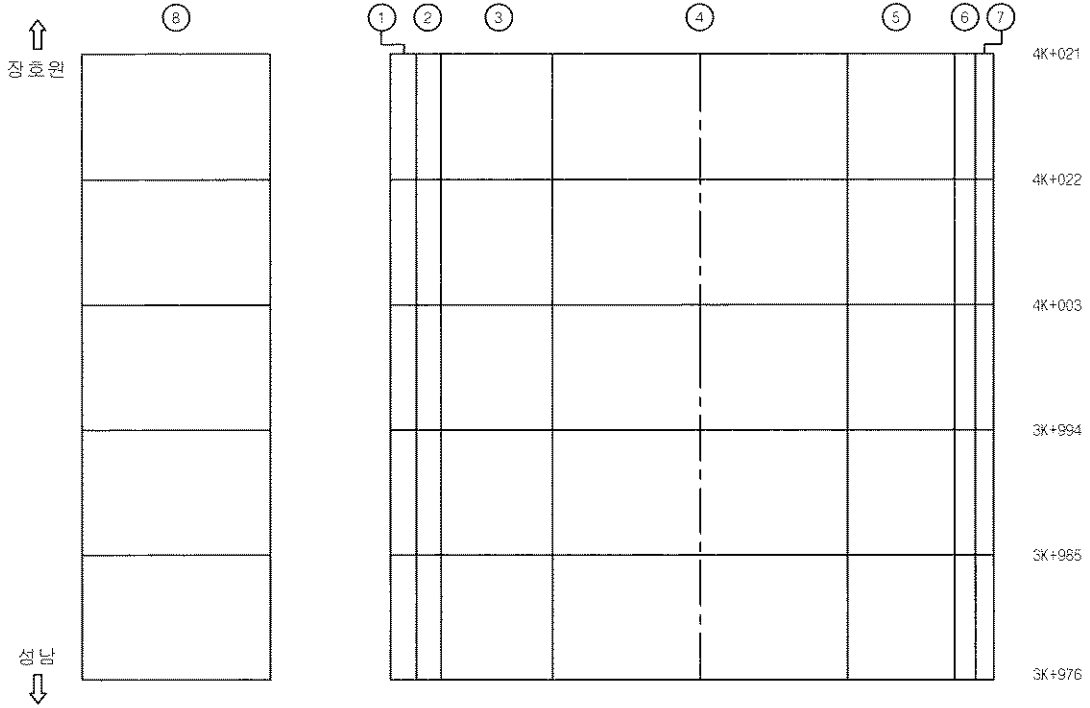


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+932~3K+976	74

KEY PLAN



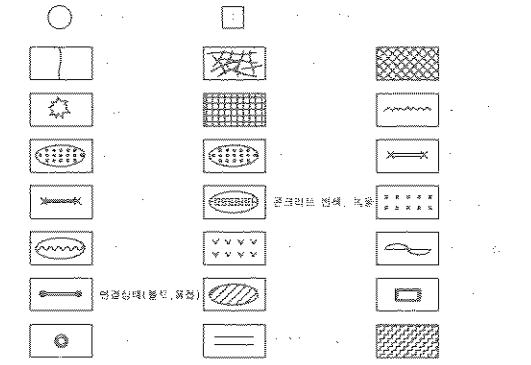




손상물량표

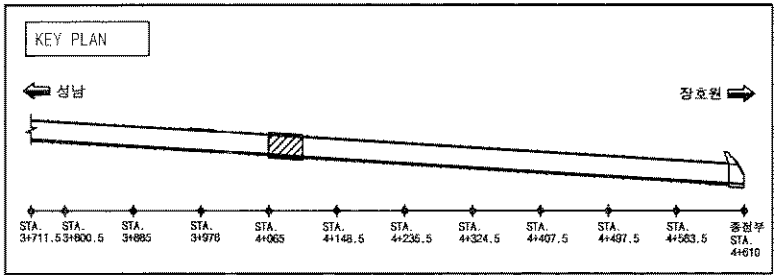
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	

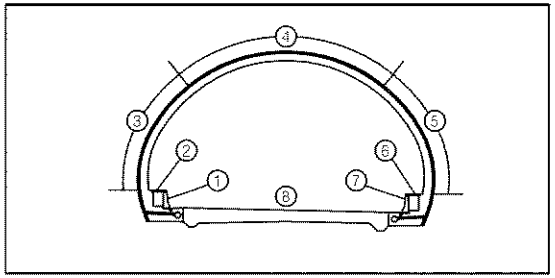
범 례

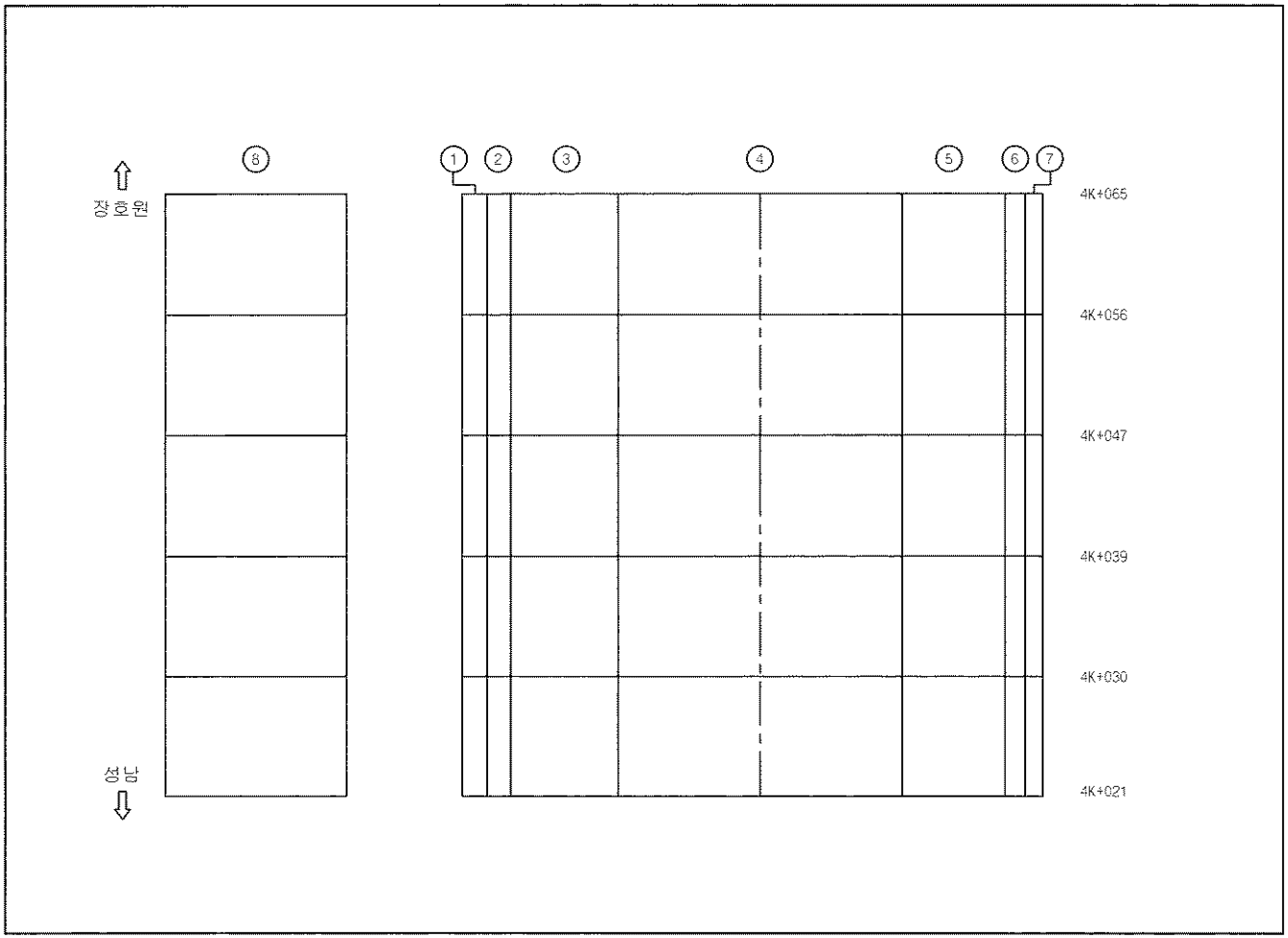


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.3K+976~4K+021	75

KEY PLAN



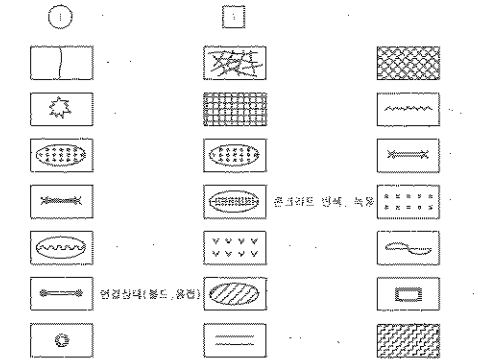




손상물량표

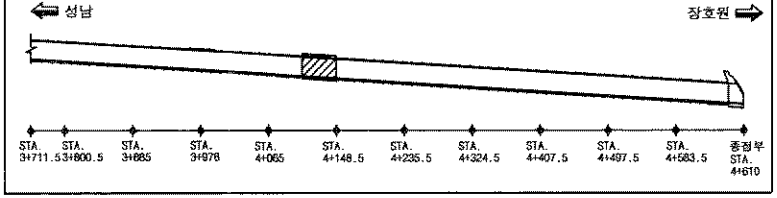
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

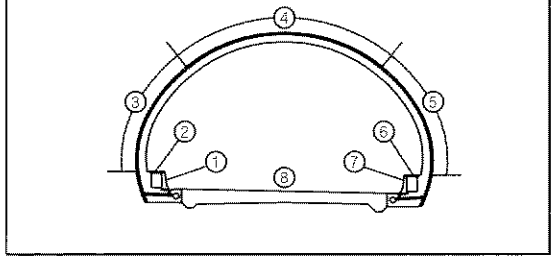
범 례

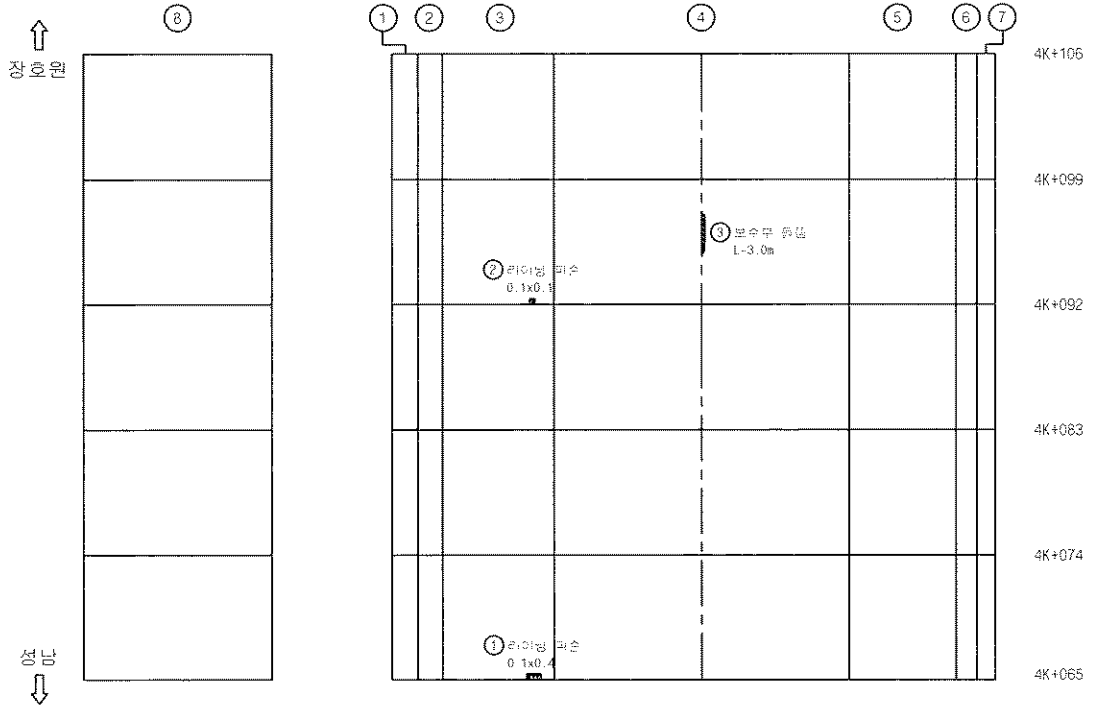


관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	점 검 기 관	점검책임기술자	구 수 량 명	도 면 명	도 면 번 호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+021~4K+065	76

KEY PLAN



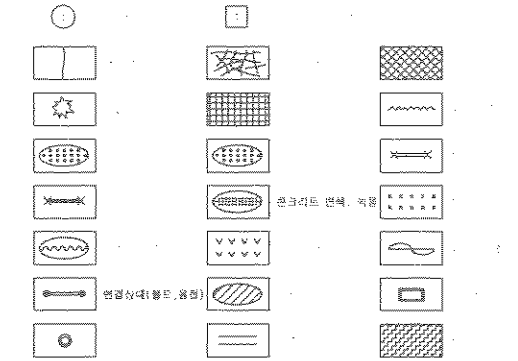




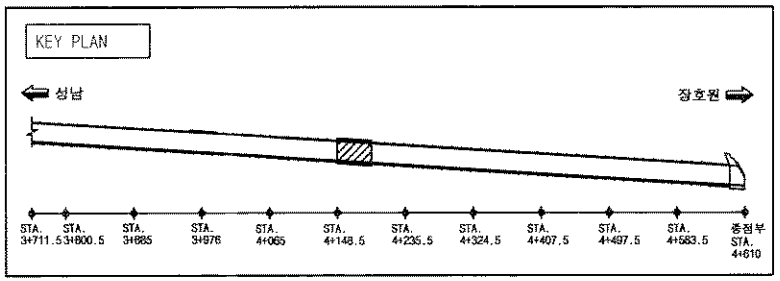
손상물량표

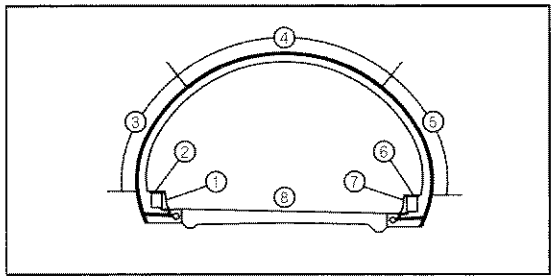
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(m)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	라이닝 파손		0.1	0.4	0.04	1	보수완료
②	라이닝 파손		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
③	보수부 들뜸		3.0			1	보수완료

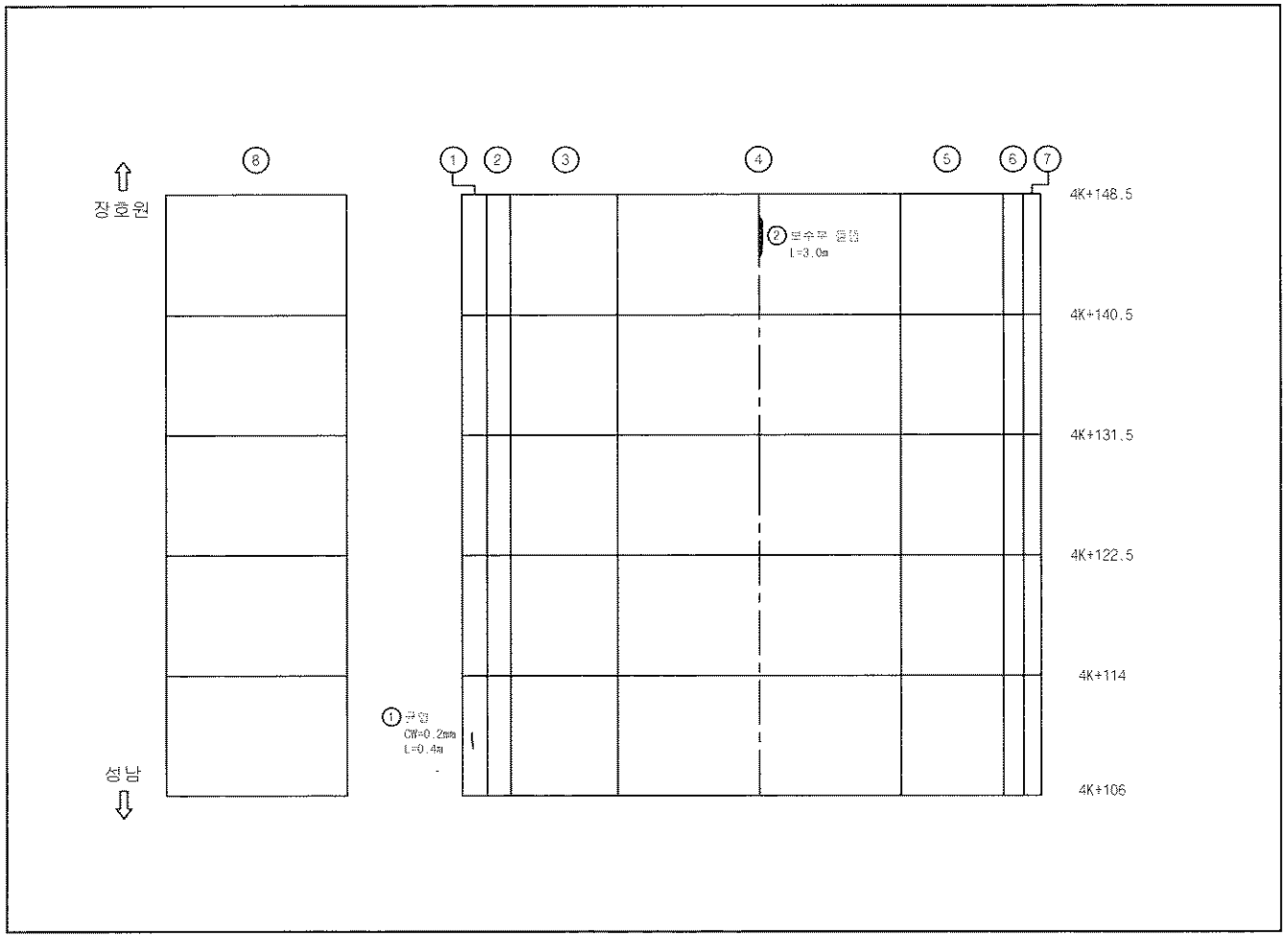
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+065~4K+106	77



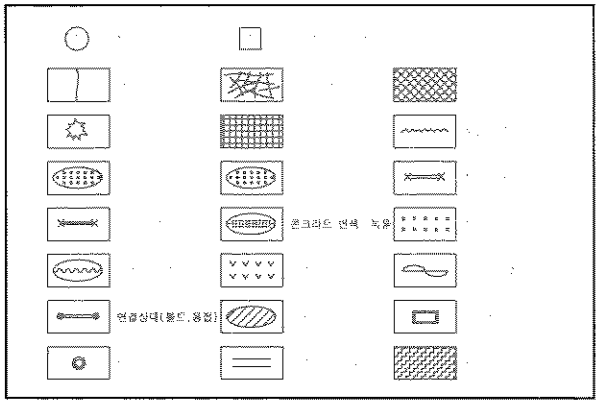




손상물량표

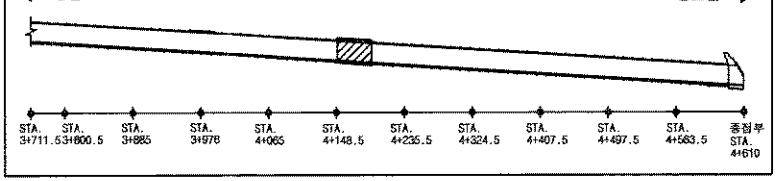
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	균열(폭 0.3mm 미만)	0.2	0.4			1	보수완료
②	보수부 돌출		3.0			1	보수완료

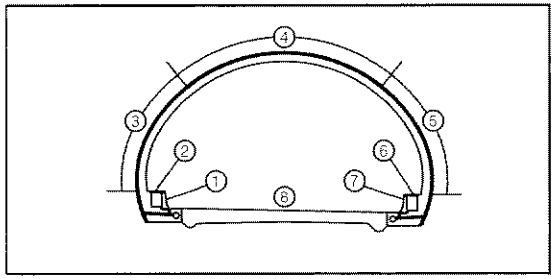
범 례

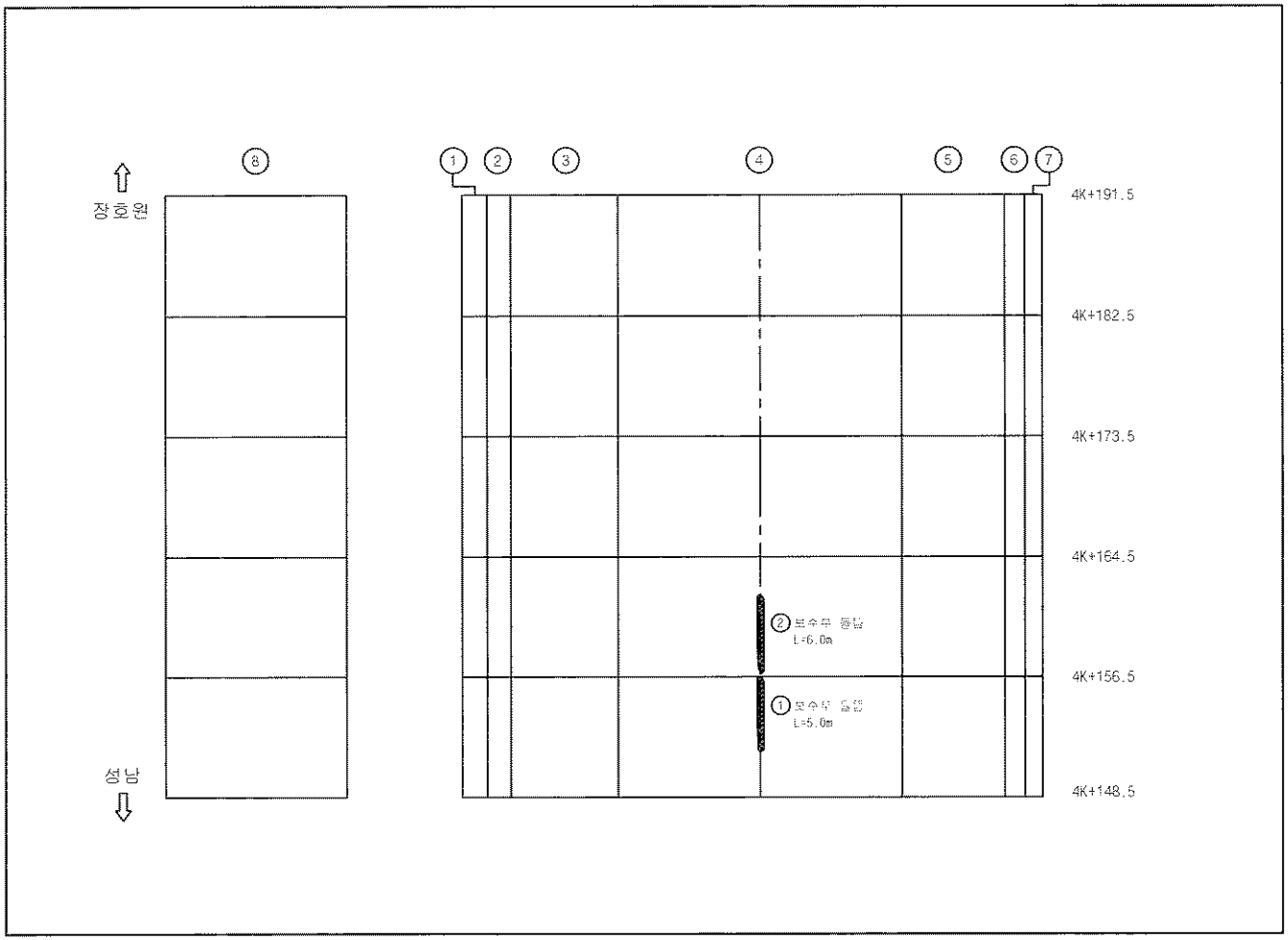


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+106~4K+148.5	78

KEY PLAN



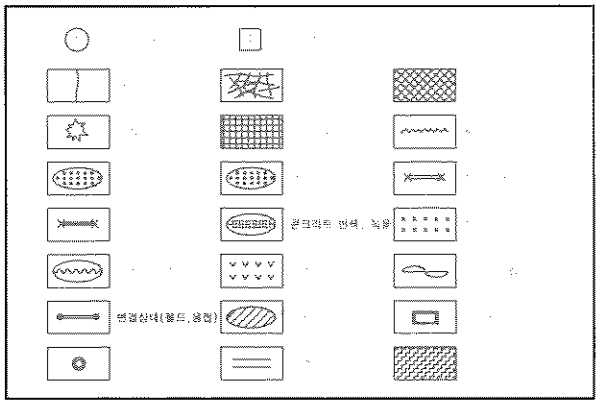




손상물량표

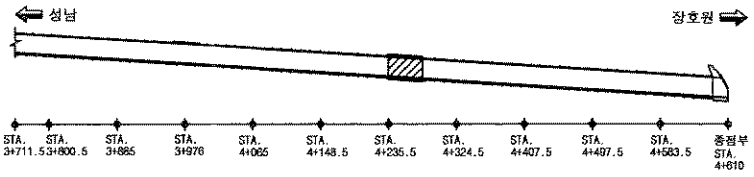
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(mm)	길이(m)	너비(m)	면적(m²)	개소	
①	보수부 들뜸		5.0			1	보수완료
②	보수부 들뜸		6.0			1	보수완료

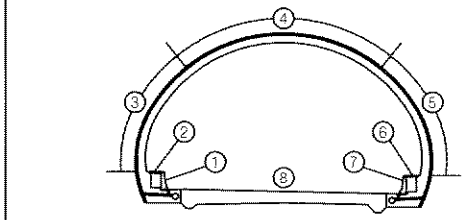
범 례

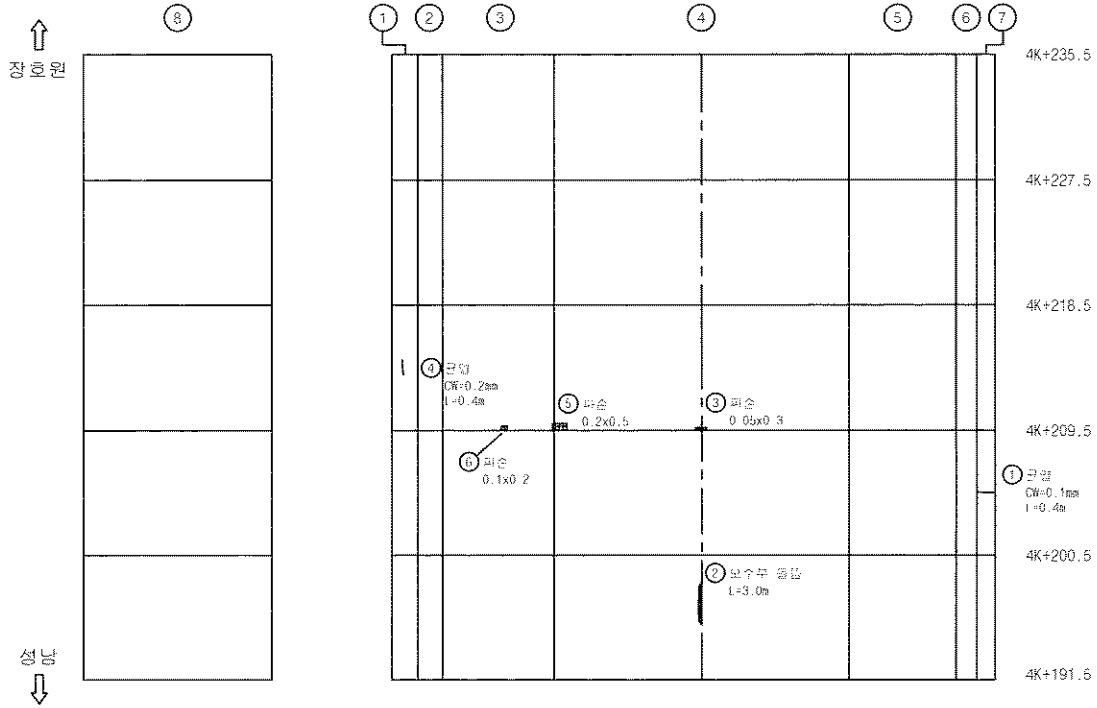


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+148.5~4K+191.5	79

KEY PLAN



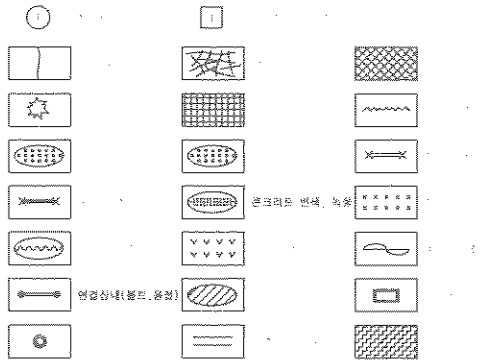




손상물량표

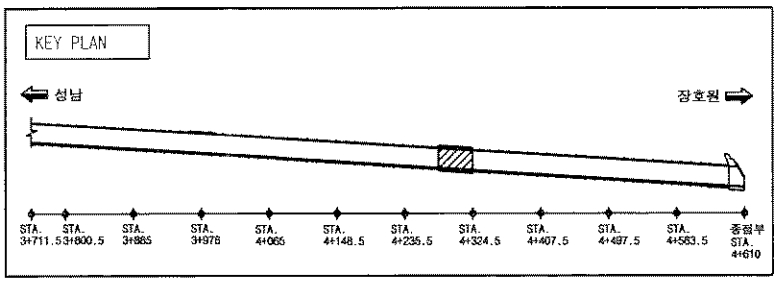
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	보수완료
②	보수부 들뜸		3.0			1	보수완료
③	파손		0.05	0.3	0.015	1	보수완료
④	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.2	0.4			1	보수완료
⑤	파손		0.2	0.5	0.1	1	보수완료
⑥	파손		0.1	0.2	0.02	1	보수완료

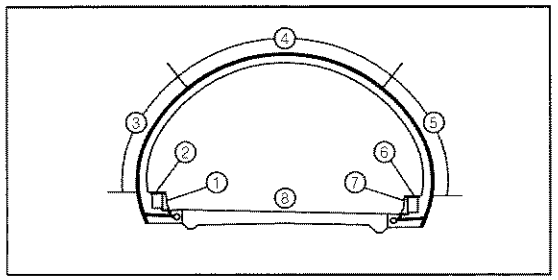
범 례

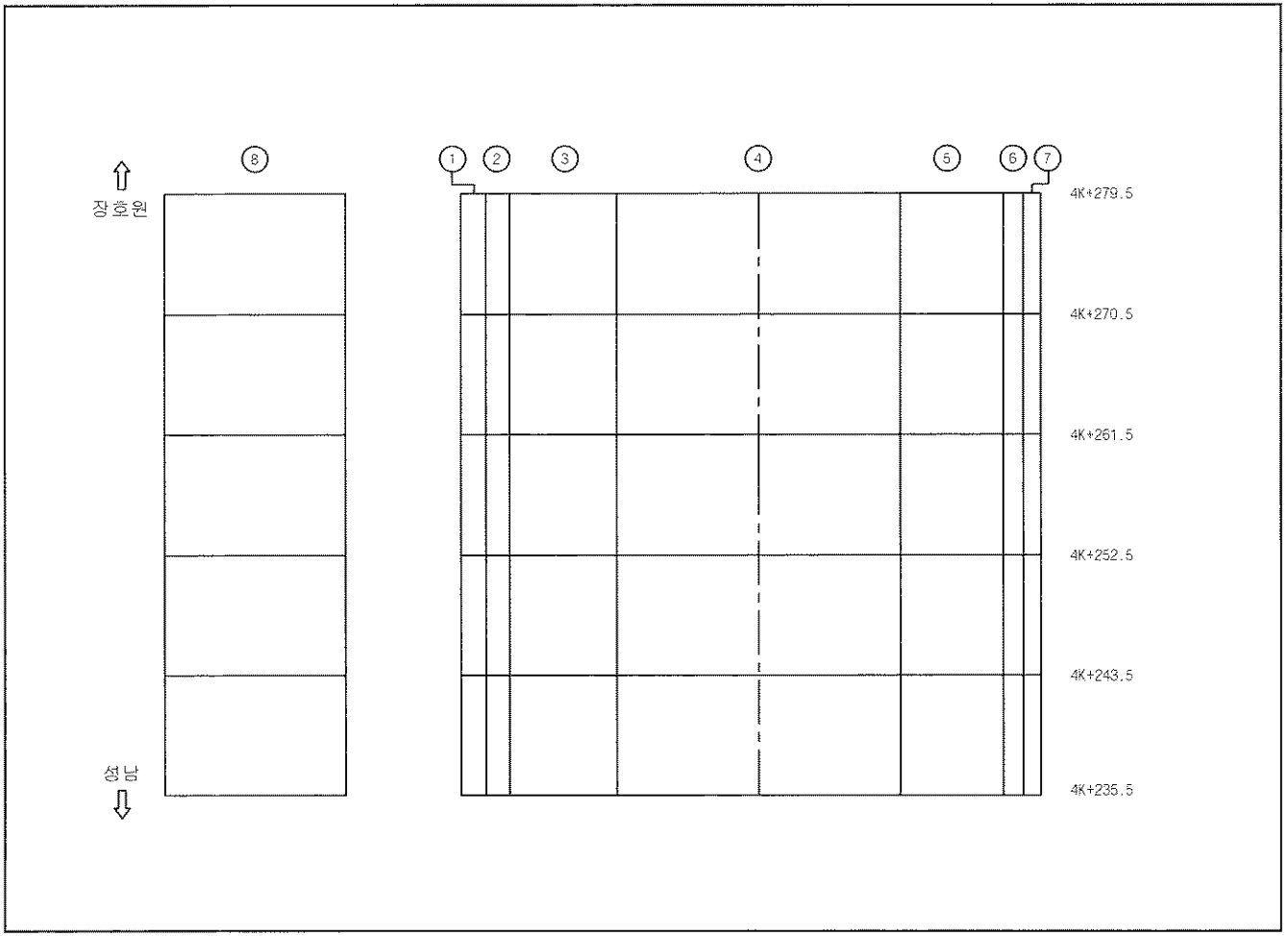


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+191.5~4K+235.5	80

KEY PLAN



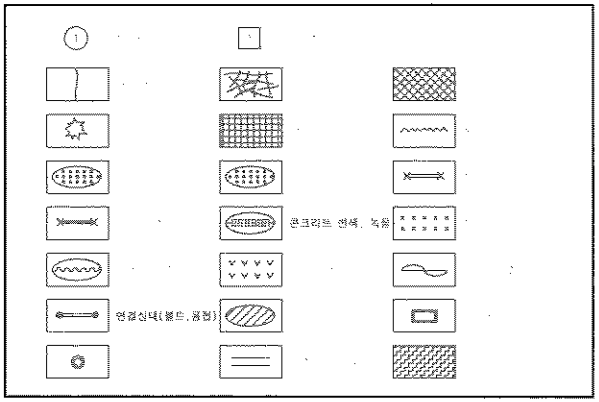




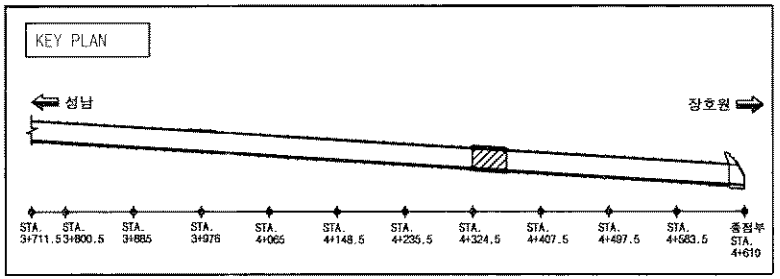
손상물량표

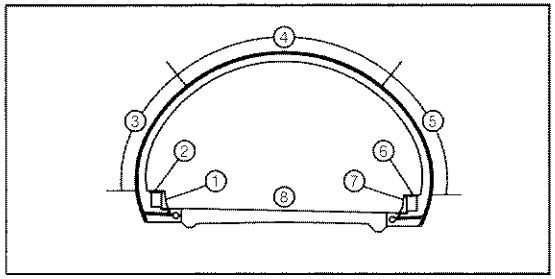
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

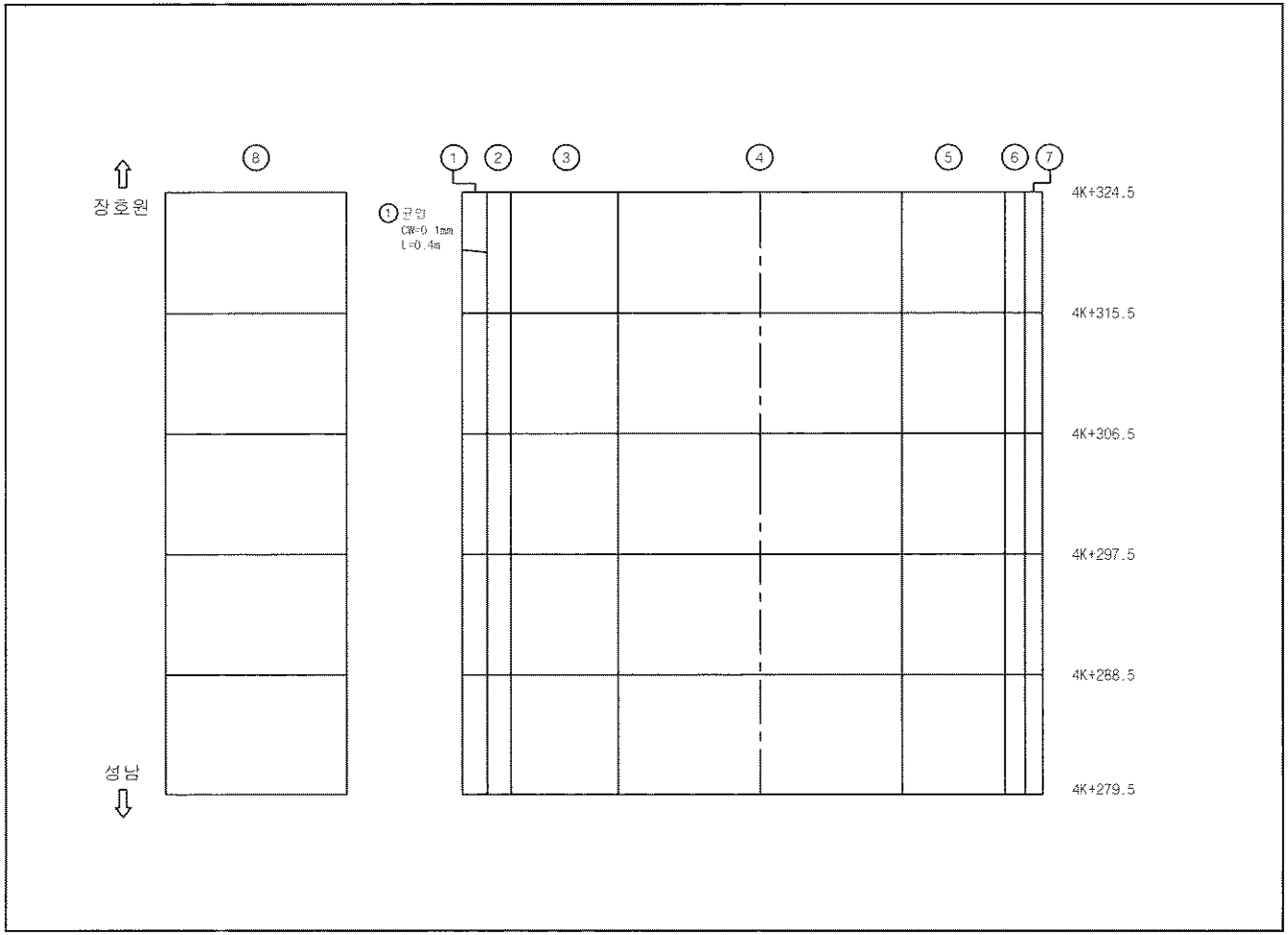
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+235.5~4K+279.5	81



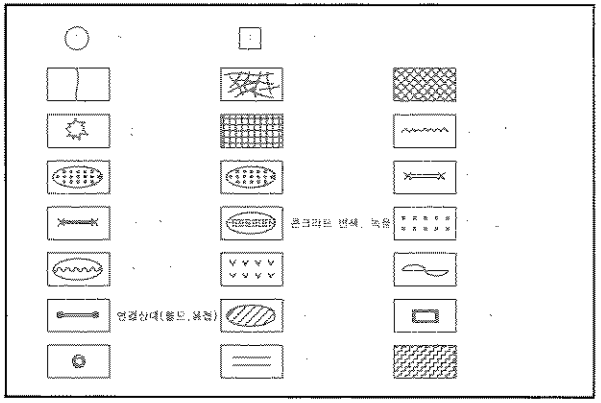




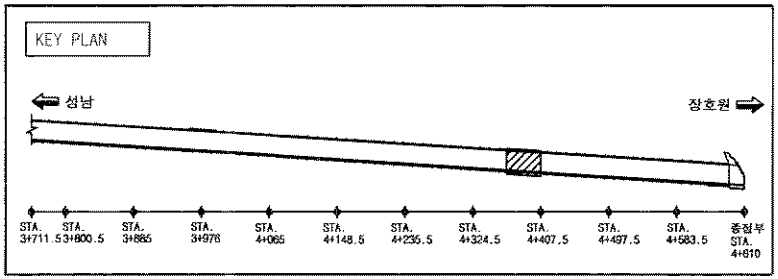
손상물량표

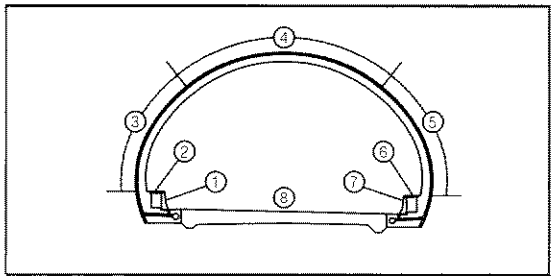
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.4			1	

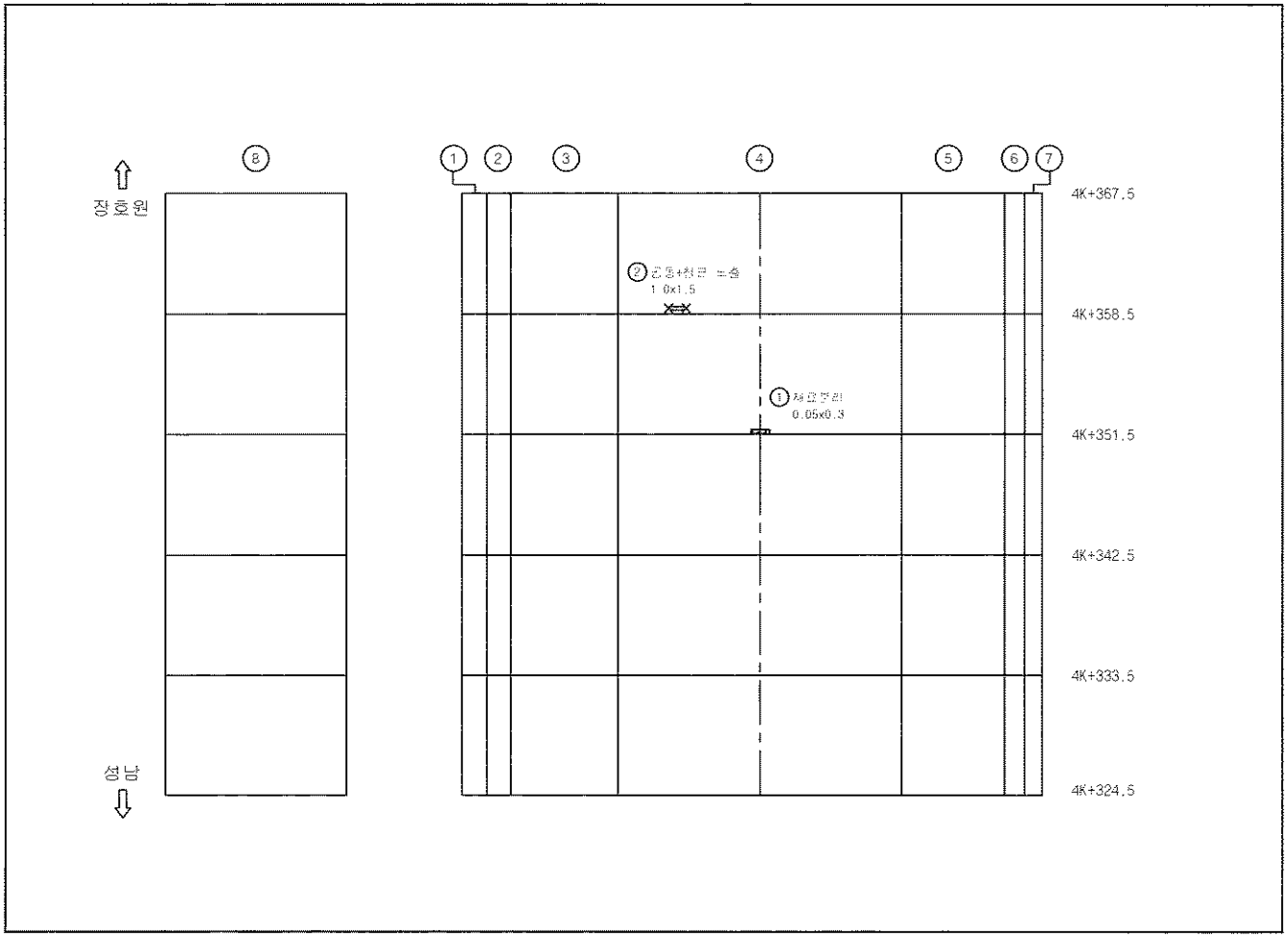
범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	접개터널 (하행선)	STA.4K+279.5~4K+324.5	82



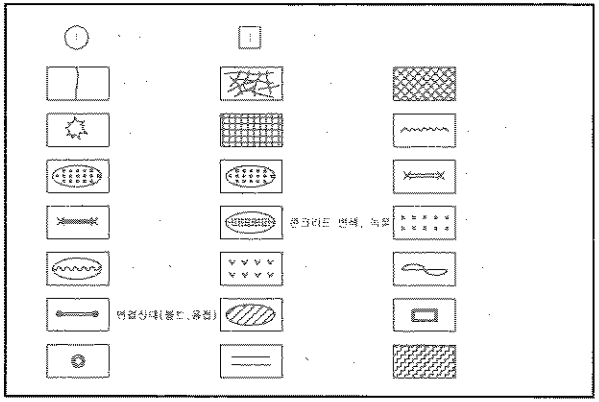




손상물량표

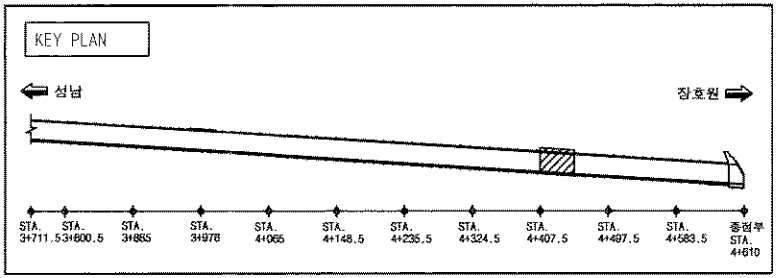
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	재료분리		0.05	0.3	0.015	1	보수완료
②	군동+철근 노출		1.0	1.5	1.5	1	보수완료

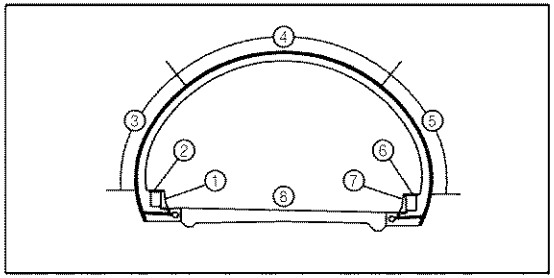
범 례

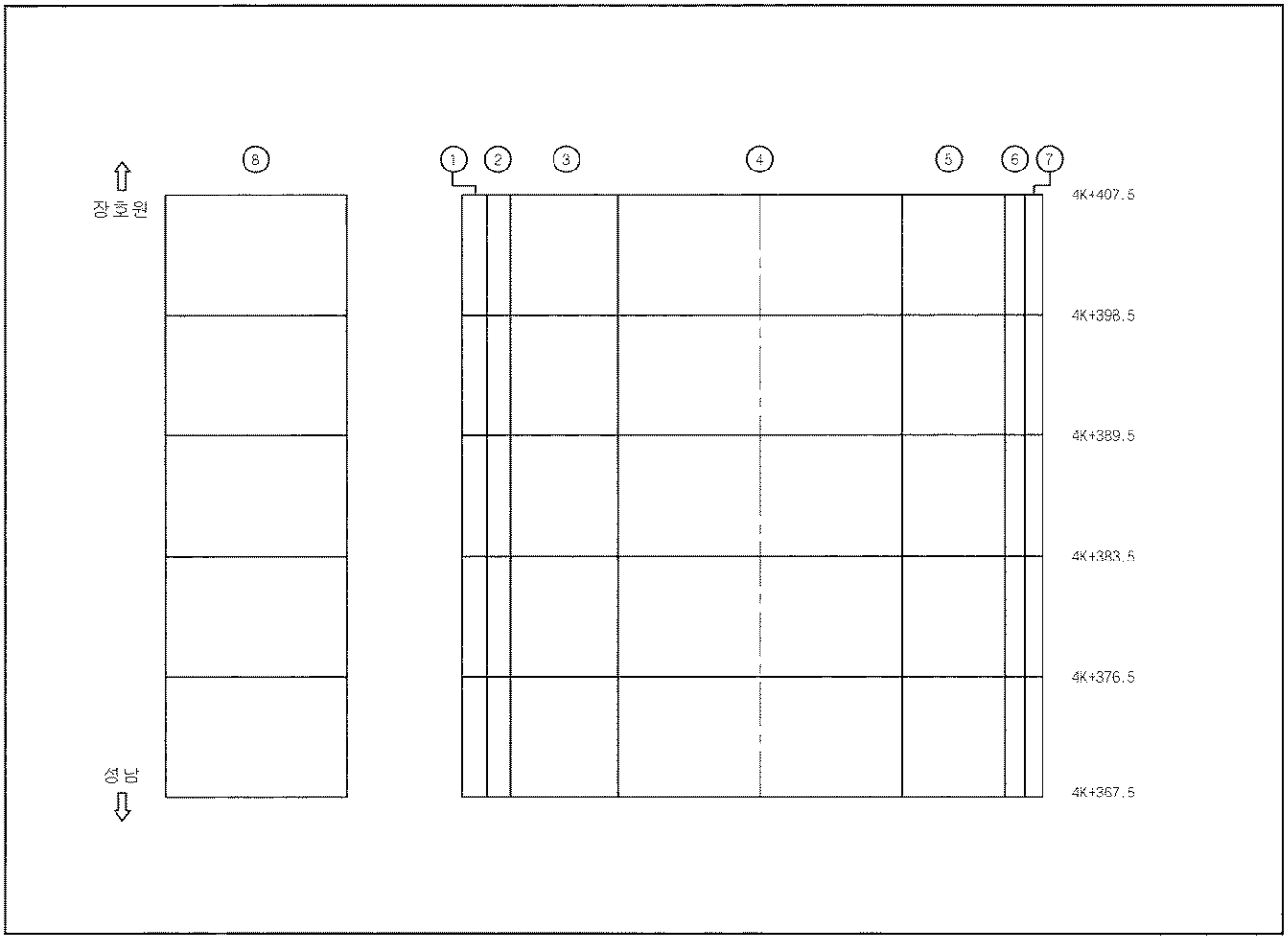


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술사	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+324.5~4K+367.5	83

KEY PLAN



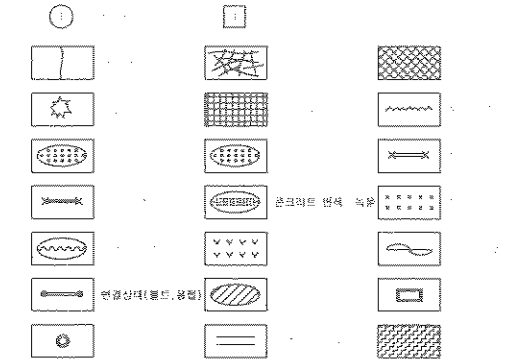




손상물량표

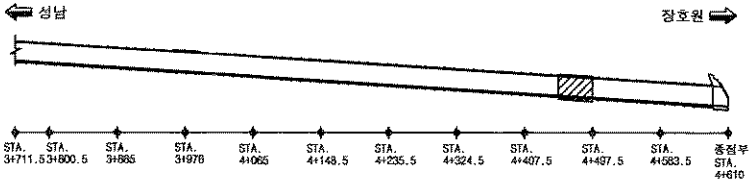
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	백태		0.1	0.1	0.03	3	보수완료
②	균열(폭 0.3㎜ 미만)	0.1	0.5			1	보수완료
③	백태		3.0	0.3	0.90	1	보수완료
④	파손		0.1	0.1	0.01	1	보수완료
⑤	파손		0.1	0.5	0.05	1	보수완료

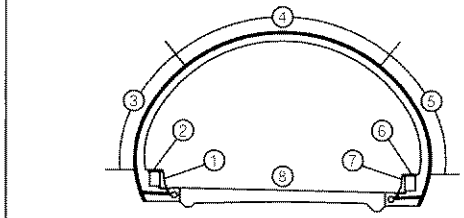
범 례

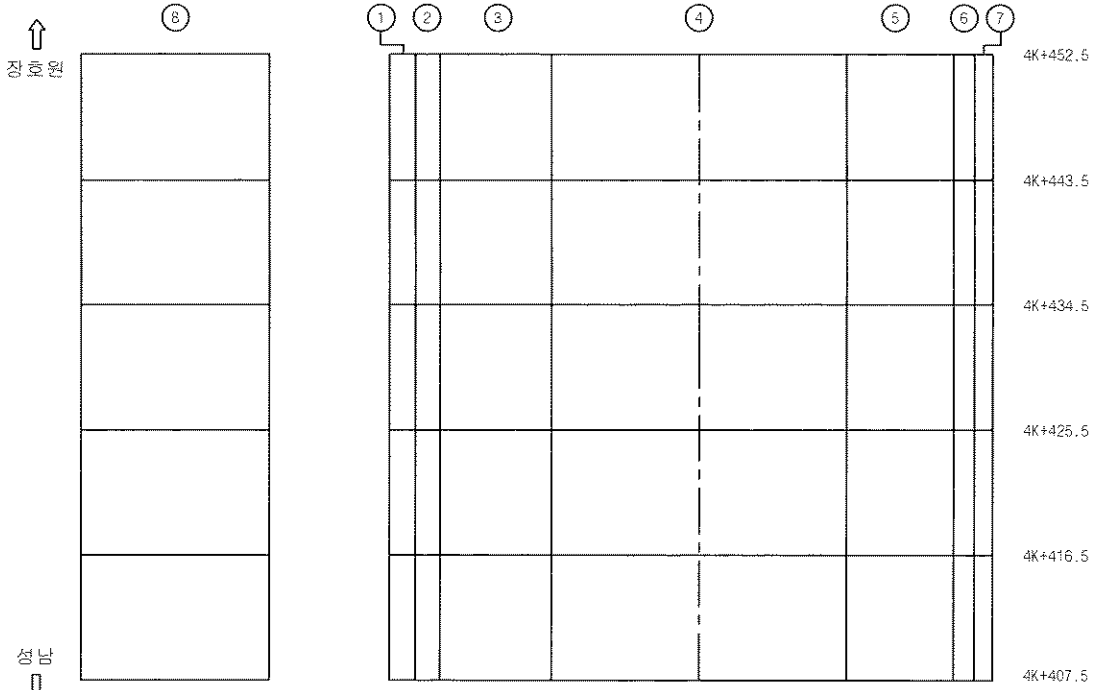


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조물명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+367.5~4K+407.5	84

KEY PLAN



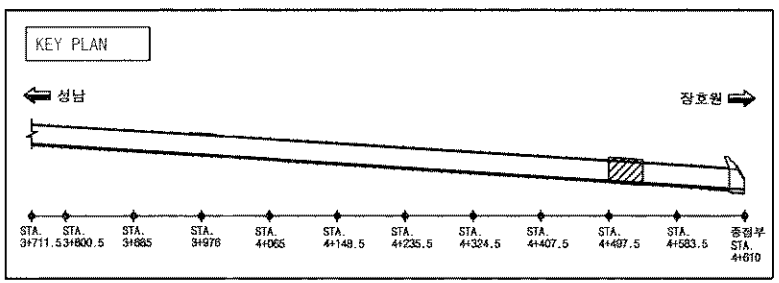


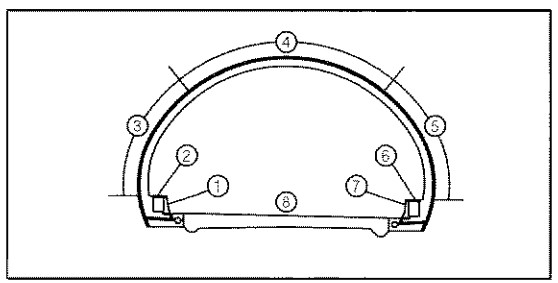


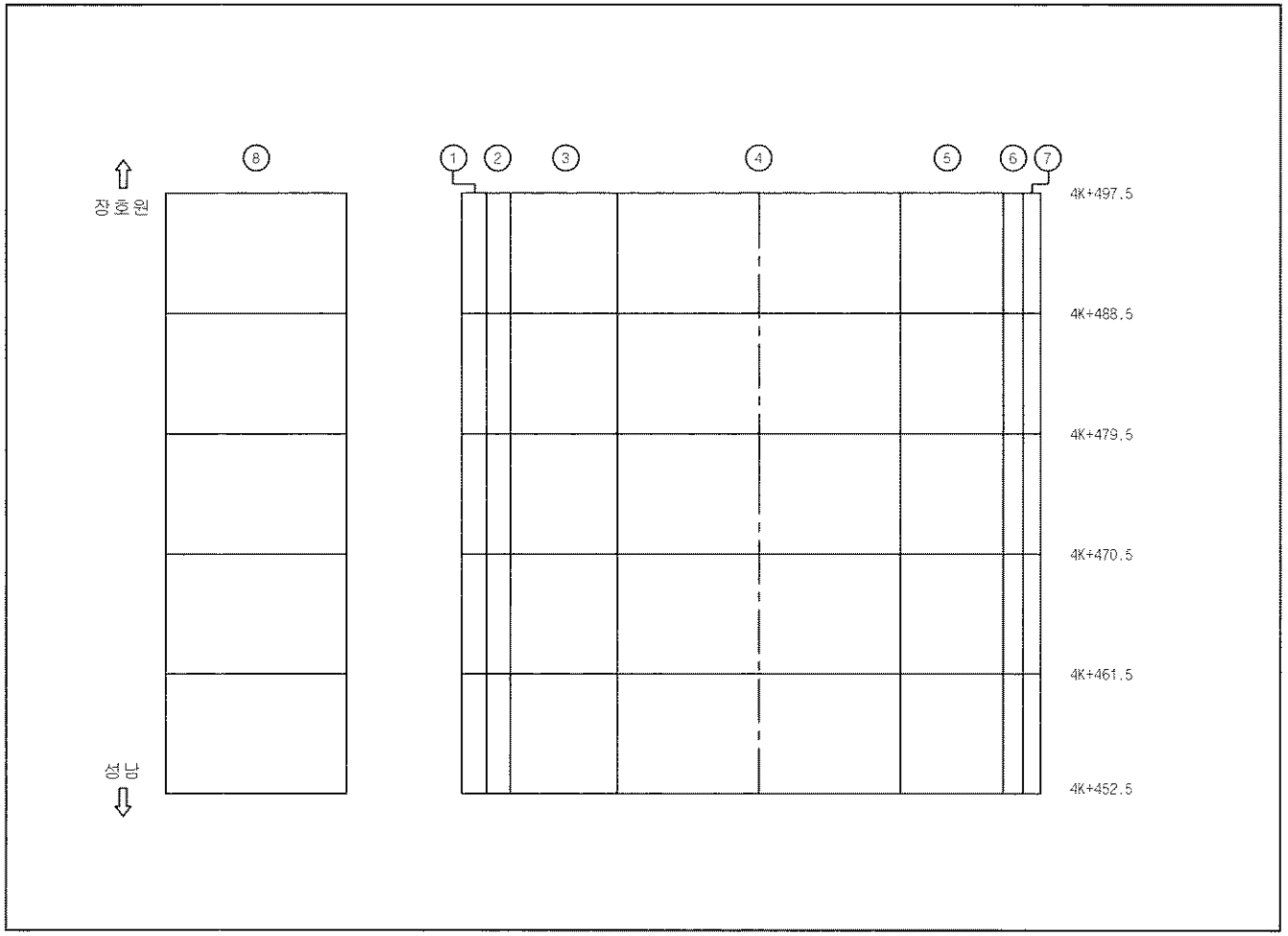
손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

KEY PLAN



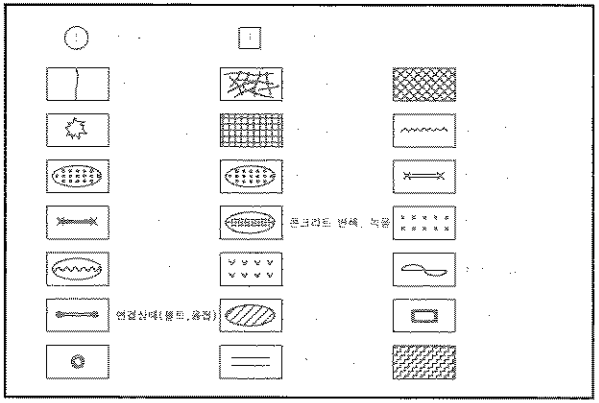




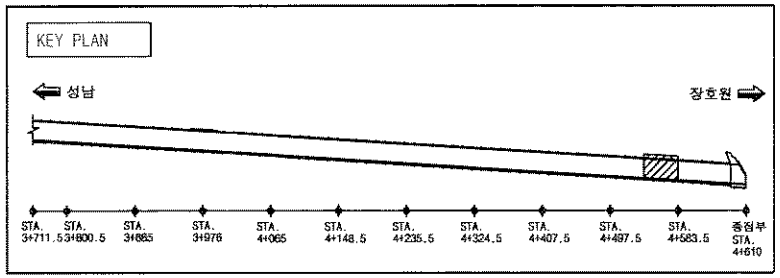
손상물량표

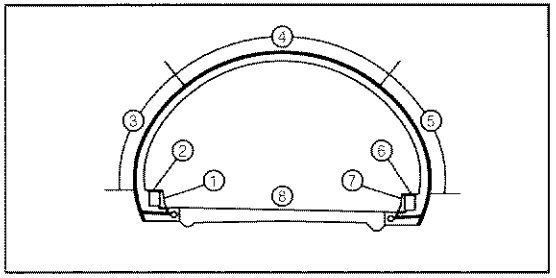
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

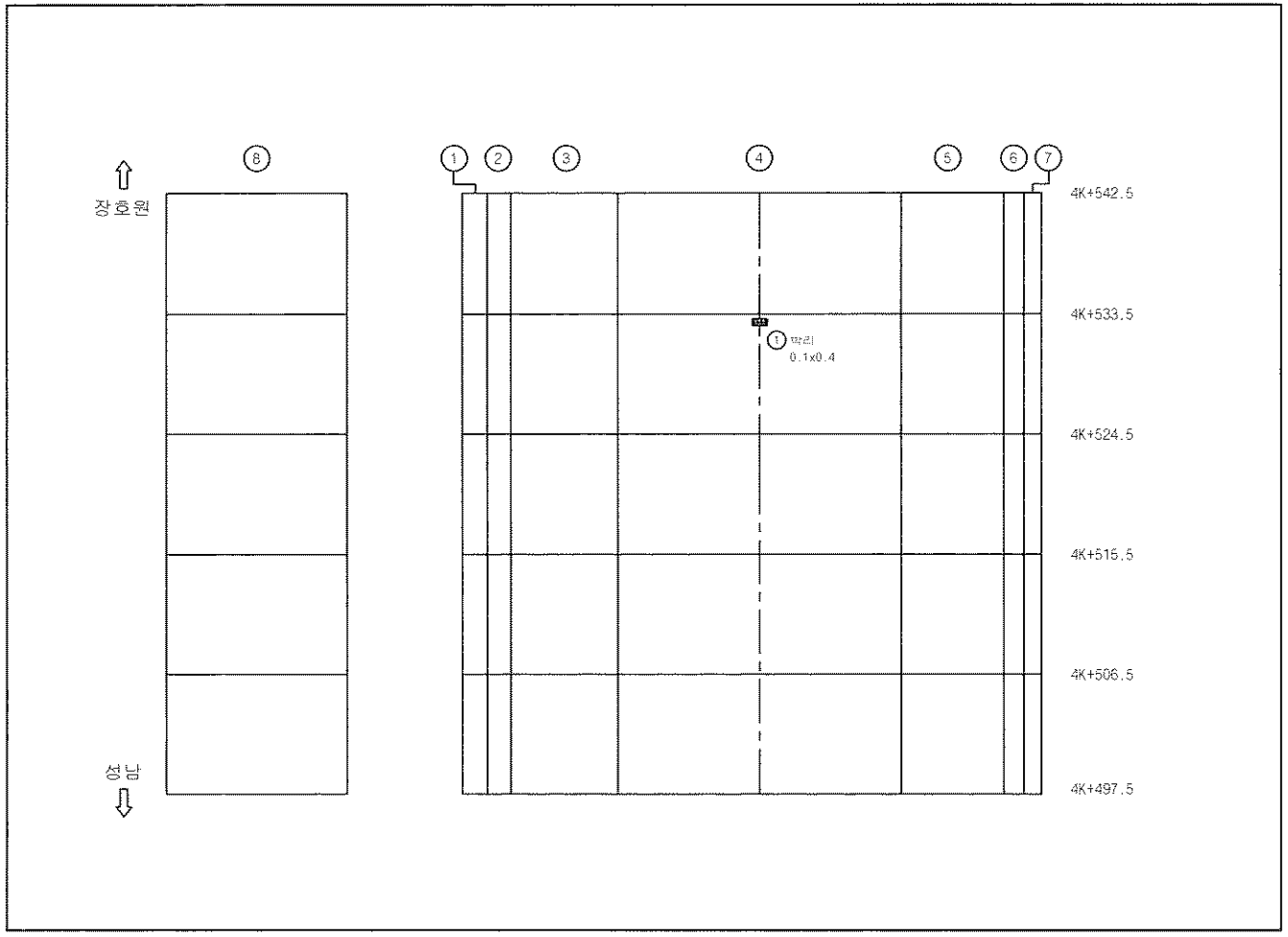
범 례



관 리 기 관	노 선 명	시 공 사	심 정 기 관	점검책임기술자	구 조 형 명	도 면 명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+452.5~4K+497.5	86



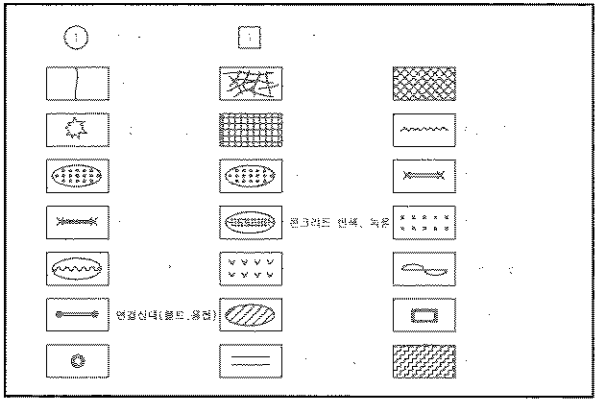




손상물량표

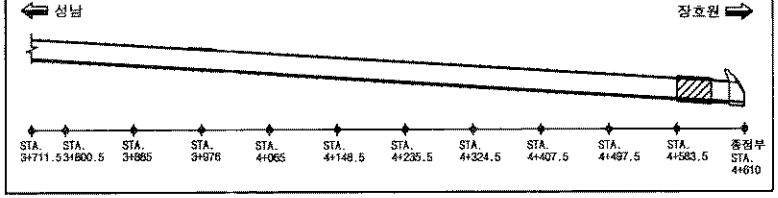
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①	박리		0.1	0.4	0.04	1	보수완료

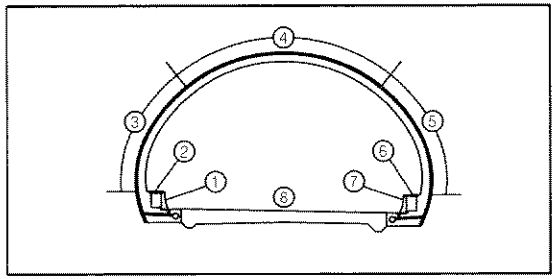
범 례

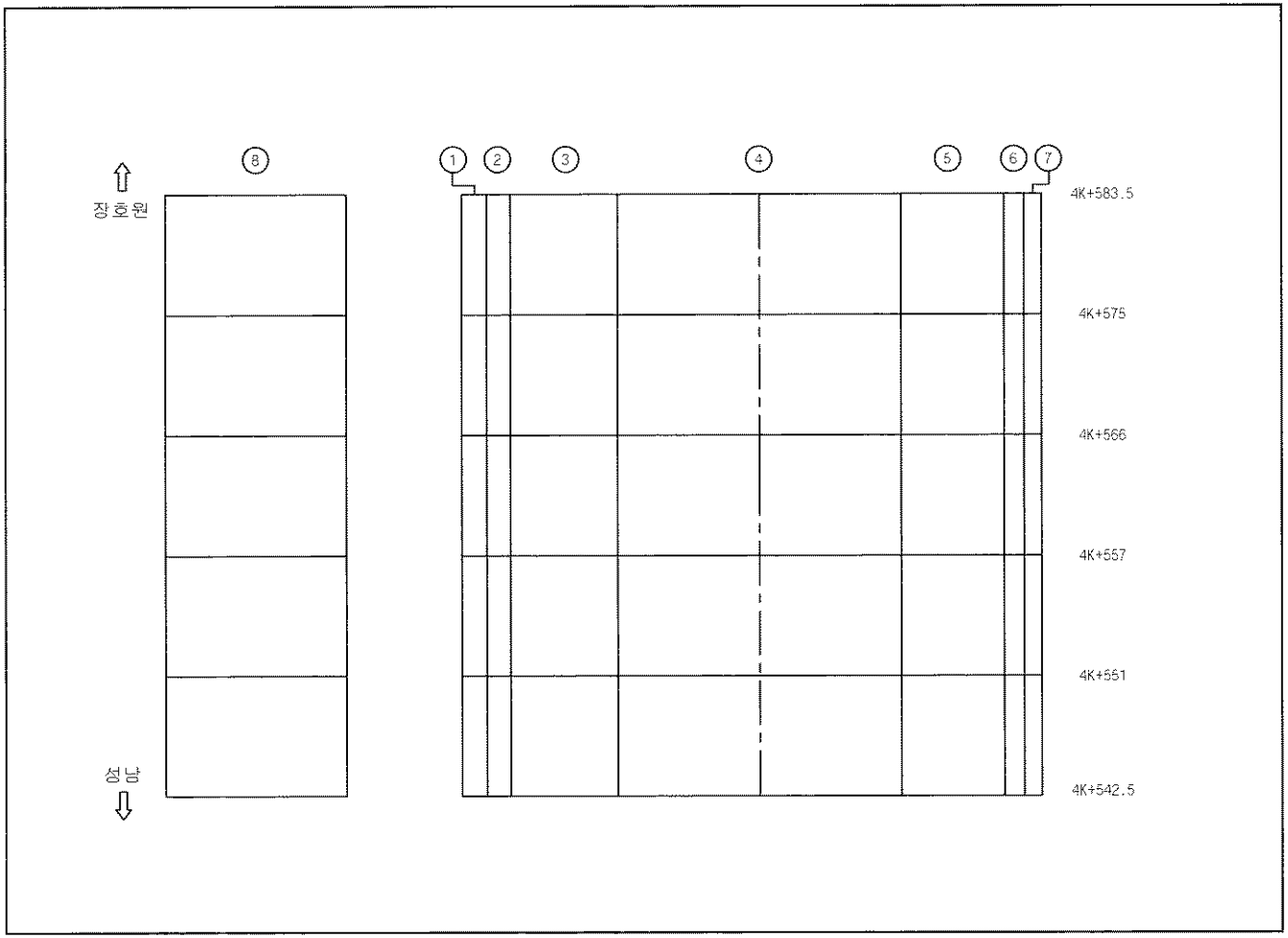


관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형식	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+497.5~4K+542.5	87

KEY PLAN



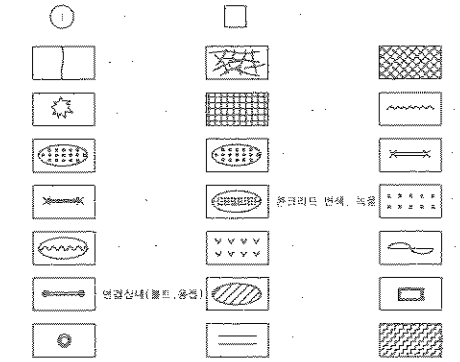




손상물량표

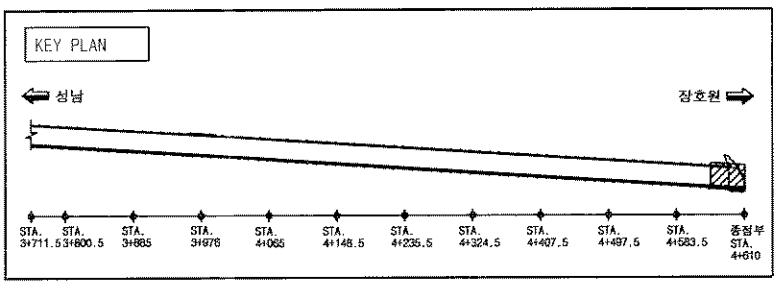
번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	

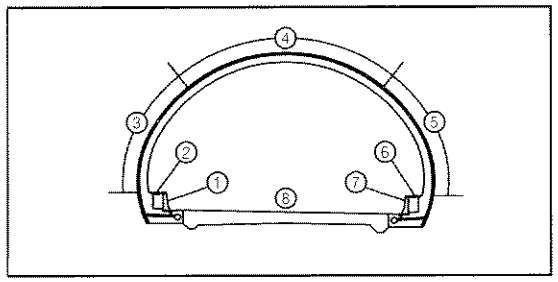
범 례

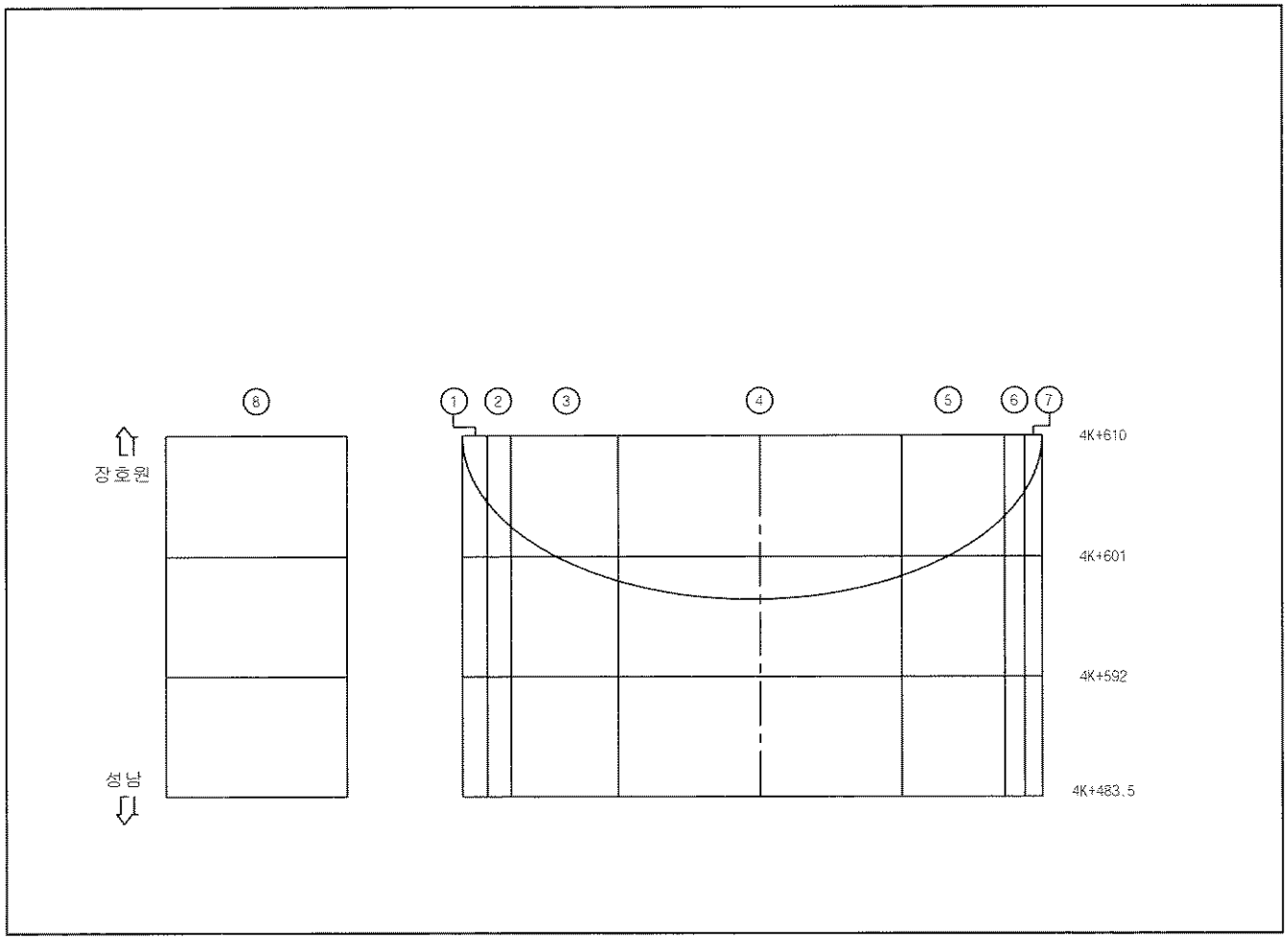


관리기관	노선명	시공사	심검기관	점검책임기술사	구조형명	도면명	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)	STA.4K+542.5~4K+583.5	88

KEY PLAN



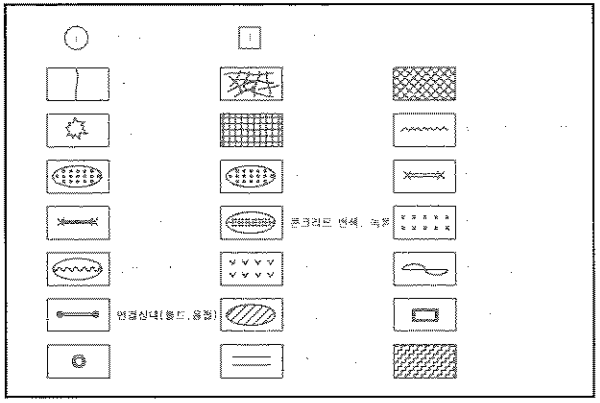




손상물량표

번호	손상현황	손상규모					비고
		폭(㎜)	길이(m)	너비(m)	면적(㎡)	개소	
①							
②							
③							
④							
⑤							

범 례



관리기관	노선명	시공사	점검기관	점검책임기술자	구조형명	도면양	도면번호
국토교통부 서울지방국토관리청	성남~장호원 4공구 도로개설 공사	삼환기업	(사)한국건설안전협회	서 수 원	정개터널 (하행선)		89

3. Concrete test hammer Data

1) 수하3교

① 성남방향

Schmidt Hammer에 의한 반발경도 측정 결과

측정위치	측정반발경도	평균	신뢰 범위	타격치 보정 (±20% 제거)	재평균 (R)	타격각도 (α^0)	각도 보정	습윤 보정	보정반발 경도(R_O)	압 축 강 도(MPa)	재령보정 계수(α)	추정강도 (MPa)
S2 바닥판하면 ↑	53 51 52 51 55 54 53 50 49 52 52 52 53 54 55 52 54 53 53 52	52.5	42.0 ~ 63.0	53 51 52 51 55 54 53 50 49 52 52 52 53 54 55 52 54 53 53 52	52.5	90.0	-2.94	0.0	49.6	일본재료학회 44.9 일본건축학회 45.3	0.64	일본재료학회 28.8 일본건축학회 29.0
A1 구체전면 →	43 46 49 47 46 47 45 47 46 49 50 51 46 44 47 49 45 42 48 50	46.9	37.5 ~ 56.2	43 46 49 47 46 47 45 47 46 49 50 51 46 44 47 49 45 42 48 50	46.9	0.0	0.00	0.0	46.9	일본재료학회 41.5 일본건축학회 43.3	0.64	일본재료학회 26.6 일본건축학회 27.7
P1 기둥부 →	44 47 48 50 45 48 47 45 50 48 47 45 47 46 48 46 47 46 48 50	47.1	37.7 ~ 56.5	44 47 48 50 45 48 47 45 50 48 47 45 47 46 48 46 47 46 48 50	47.1	0.0	0.00	0.0	47.1	일본재료학회 41.8 일본건축학회 43.5	0.64	일본재료학회 26.8 일본건축학회 27.8

※ 타격치 보정의 " * " 는 신뢰범위(평균±20%) 이외의 데이타임.

※ 신뢰범위 이외의 데이타가 4개 이상인 경우 그 부위의 측정값은 버린다.

② 장호원방향

Schmidt Hammer에 의한 반발경도 측정 결과

측정위치	측정반발경도	평균	신뢰범위	타격치 보정 (±20% 제거)	재평균 (R)	타격각도 (α^0)	각도 보정	습윤 보정	보정반발경도(R_O)	압 축 강 도(MPa)	재령보정계수(α)	추정강도 (MPa)
S2 바닥판하면 ↑	54 52 52 51 56 55 54 52 52 49 52 51 53 54 55 52 54 52 52 50	52.6	42.1 ~ 63.1	54 52 52 51 56 55 54 52 52 49 52 51 53 54 55 52 54 52 52 50	52.6	90.0	-2.94	0.0	49.7	일본재료학회 45.1 일본건축학회 45.3	0.64	일본재료학회 28.8 일본건축학회 29.0
A2 구체전면 →	44 45 46 47 47 46 45 48 48 48 46 47 50 48 46 45 49 51 48 47	47.1	37.6 ~ 56.5	44 45 46 47 47 46 45 48 48 48 46 47 50 48 46 45 49 51 48 47	47.1	0.0	0.00	0.0	47.1	일본재료학회 41.8 일본건축학회 43.5	0.64	일본재료학회 26.7 일본건축학회 27.8
P1 기둥부 →	46 45 47 47 49 50 51 49 50 46 47 46 46 48 47 47 49 45 44 44	47.2	37.7 ~ 56.6	46 45 47 47 49 50 51 49 50 46 47 46 46 48 47 47 49 45 44 44	47.2	0.0	0.00	0.0	47.2	일본재료학회 41.9 일본건축학회 43.5	0.64	일본재료학회 26.8 일본건축학회 27.9

※ 타격치 보정의 " * " 는 신뢰범위(평균±20%) 이외의 데이타임.

※ 신뢰범위 이외의 데이타가 4개 이상인 경우 그 부위의 측정값은 버린다.

2) 봉현터널

① 성남방향

Schmidt Hammer에 의한 반발경도 측정 결과

측정위치	측정반발경도	평균	신뢰범위	타격치 보정 (±20% 제거)	재평균 (R)	타격각도 (α^0)	각도 보정	습윤 보정	보정반발경도(R_O)	압 축 강 도(MPa)	재령보정계수(α)	추정강도 (MPa)
S12 천정부 ↑	51 51 50 50 51 52 50 50 52 51 49 51 50 49 51 52 50 48 49 50	50.4	40.3 ~ 60.4	51 51 50 50 51 52 50 50 52 51 49 51 50 49 51 52 50 48 49 50	50.4	90.0	-3.10	0.0	47.3	일본재료학회 42.0 일본건축학회 43.6	0.63	일본재료학회 26.5 일본건축학회 27.5
S27 천정부 ↑	50 49 48 52 50 50 51 49 51 53 53 53 51 51 52 53 50 47 50 53	50.8	40.6 ~ 61.0	50 49 48 52 50 50 51 49 51 53 53 53 51 51 52 53 50 47 50 53	50.8	90.0	-3.10	0.0	47.7	일본재료학회 42.6 일본건축학회 43.9	0.63	일본재료학회 26.8 일본건축학회 27.7

※ 타격치 보정의 " * " 는 신뢰범위(평균±20%) 이외의 데이타임.

※ 신뢰범위 이외의 데이타가 4개 이상인 경우 그 부위의 측정값은 버린다.

② 장호원방향

Schmidt Hammer에 의한 반발경도 측정 결과

측정위치	측정반발경도	평균	신뢰 범위	타격치 보정 (±20% 제거)	재평균 (R)	타격각도 (α^0)	각도 보정	습윤 보정	보정반발 경도(R_O)	압 축 강 도(MPa)	재령보정 계수(α)	추정강도 (MPa)
S20 천정부 ↑	51 53 49 53 52 51 49 51 50 52 50 52 48 50 52 53 53 51 50 52	51.1	40.9 ~ 61.3	51 53 49 53 52 51 49 51 50 52 50 52 48 50 52 53 53 51 50 52	51.1	90.0	-3.02	0.0	48.1	일본재료학회 43.1 일본건축학회 44.2	0.63	일본재료학회 27.1 일본건축학회 27.8
S30 천정부 ↑	53 52 49 53 52 53 52 51 51 48 52 50 53 52 54 53 49 53 52 52	51.7	41.4 ~ 62.0	53 52 49 53 52 53 52 51 51 48 52 50 53 52 54 53 49 53 52 52	51.7	90.0	-3.02	0.0	48.7	일본재료학회 43.8 일본건축학회 44.6	0.63	일본재료학회 27.6 일본건축학회 28.1

※ 타격치 보정의 " * " 는 신뢰범위(평균±20%) 이외의 데이타임.

※ 신뢰범위 이외의 데이타가 4개 이상인 경우 그 부위의 측정값은 버린다.

3) 정개터널

① 성남방향

Schmidt Hammer에 의한 반발경도 측정 결과

측정위치	측정반발경도	평균	신뢰범위	타격치 보정 (±20% 제거)	재평균 (R)	타격각도 (α^0)	각도 보정	습윤 보정	보정반발경도(R_O)	압 축 강 도(MPa)	재령보정계수(α)	추정강도 (MPa)
S3 천정부 ↑	49 49 49 48 52 52 51 49 50 49 49 49 51 52 53 50 53 50 50 48	50.1	40.0 ~ 60.1	49 49 49 48 52 52 51 49 50 49 49 49 51 52 53 50 53 50 50 48	50.1	90.0	-3.10	0.0	47.0	일본재료학회 41.6 일본건축학회 43.4	0.64	일본재료학회 26.6 일본건축학회 27.8
S40 천정부 ↑	49 47 50 51 49 48 47 49 49 49 49 50 50 48 48 49 50 49 48 49	48.9	39.1 ~ 58.7	49 47 50 51 49 48 47 49 49 49 49 50 50 48 48 49 50 49 48 49	48.9	90.0	-3.26	0.0	45.6	일본재료학회 40.0 일본건축학회 42.5	0.64	일본재료학회 25.6 일본건축학회 27.2
S66 천정부 ↑	48 50 51 52 48 49 48 47 50 47 48 49 49 49 50 51 49 48 51 52	49.3	39.4 ~ 59.2	48 50 51 52 48 49 48 47 50 47 48 49 49 49 50 51 49 48 51 52	49.3	90.0	-3.18	0.0	46.1	일본재료학회 40.6 일본건축학회 42.8	0.64	일본재료학회 26.0 일본건축학회 27.4
S100 천정부 ↑	50 47 54 49 47 50 49 48 50 51 48 50 49 54 50 50 48 47 48 50	49.5	39.6 ~ 59.4	50 47 54 49 47 50 49 48 50 51 48 50 49 54 50 50 48 47 48 50	49.5	90.0	-3.18	0.0	46.3	일본재료학회 40.8 일본건축학회 42.9	0.64	일본재료학회 26.1 일본건축학회 27.5
S141 천정부 ↑	48 48 47 50 50 52 51 53 50 51 53 51 51 49 49 51 51 49 48 47	50.0	40.0 ~ 59.9	48 48 47 50 50 52 51 53 50 51 53 51 51 49 49 51 51 49 48 47	50.0	90.0	-3.18	0.0	46.8	일본재료학회 41.4 일본건축학회 43.3	0.64	일본재료학회 26.5 일본건축학회 27.7
S188 천정부 ↑	49 50 50 51 48 50 50 49 50 49 51 51 52 48 49 51 52 52 49 52	50.2	40.1 ~ 60.2	49 50 50 51 48 50 50 49 50 49 51 51 52 48 49 51 52 52 49 52	50.2	90.0	-3.10	0.0	47.1	일본재료학회 41.8 일본건축학회 43.5	0.64	일본재료학회 26.7 일본건축학회 27.8
S219 천정부 ↑	50 48 52 53 49 49 49 53 50 49 48 47 49 49 48 50 51 52 54 48	49.9	39.9 ~ 59.9	50 48 52 53 49 49 49 53 50 49 48 47 49 49 48 50 51 52 54 48	49.9	90.0	-3.18	0.0	46.7	일본재료학회 41.3 일본건축학회 43.2	0.65	일본재료학회 26.9 일본건축학회 28.1

※ 타격치 보정의 " * " 는 신뢰범위(평균±20%) 이외의 데이타임.

※ 신뢰범위 이외의 데이타가 4개 이상인 경우 그 부위의 측정값은 버린다.

② 장호원방향

Schmidt Hammer에 의한 반발경도 측정 결과

측정위치	측정반발경도	평균	신뢰 범위	타격치 보정 (±20% 제거)	재평균 (R)	타격각도 (α^{0})	각도 보정	습윤 보정	보정반발 경도(R_O)	압 축 강 도(MPa)	재령보정 계수(α)	추정강도 (MPa)
S20 천정부 ↑	49 48 49 48 49 48 51 50 48 48 47 49 50 50 48 49 47 49 50 52	49.0	39.2 ~ 58.7	49 48 49 48 49 48 51 50 48 48 47 49 50 50 48 49 47 49 50 52	49.0	90.0	-3.26	0.0	45.7	일본재료학회 40.0 일본건축학회 42.5	0.64	일본재료학회 25.6 일본건축학회 27.2
S71 천정부 ↑	51 51 51 50 50 49 51 51 52 48 49 51 49 49 48 52 49 48 49 49	49.8	39.9 ~ 59.8	51 51 51 50 50 49 51 51 52 48 49 51 49 49 48 52 49 48 49 49	49.8	90.0	-3.18	0.0	46.6	일본재료학회 41.2 일본건축학회 43.2	0.64	일본재료학회 26.4 일본건축학회 27.6
S100 천정부 ↑	52 49 49 49 50 49 52 49 50 53 53 49 51 50 52 49 49 50 51 52	50.4	40.3 ~ 60.5	52 49 49 49 50 49 52 49 50 53 53 49 51 50 52 49 49 50 51 52	50.4	90.0	-3.10	0.0	47.3	일본재료학회 42.1 일본건축학회 43.6	0.64	일본재료학회 26.9 일본건축학회 27.9
S140 천정부 ↑	48 48 48 49 48 50 48 52 47 49 48 48 50 52 51 51 51 52 53 49	49.6	39.7 ~ 59.5	48 48 48 49 48 50 48 52 47 49 48 48 50 52 51 51 51 52 53 49	49.6	90.0	-3.18	0.0	46.4	일본재료학회 41.0 일본건축학회 43.0	0.64	일본재료학회 26.2 일본건축학회 27.5
S150 천정부 ↑	49 49 51 48 50 51 52 50 49 49 49 51 50 49 50 50 51 49 51 50	49.9	39.9 ~ 59.9	49 49 51 48 50 51 52 50 49 49 49 51 50 49 50 50 51 49 51 50	49.9	90.0	-3.18	0.0	46.7	일본재료학회 41.3 일본건축학회 43.2	0.64	일본재료학회 26.5 일본건축학회 27.7
S180 천정부 ↑	51 50 51 48 49 48 50 48 52 53 51 53 52 50 48 47 48 46 48 50	49.7	39.7 ~ 59.6	51 50 51 48 49 48 50 48 52 53 51 53 52 50 48 47 48 46 48 50	49.7	90.0	-3.18	0.0	46.5	일본재료학회 41.0 일본건축학회 43.0	0.64	일본재료학회 26.3 일본건축학회 27.5
S216 천정부 ↑	49 50 51 49 50 51 50 53 49 50 50 50 51 51 52 52 52 53 50 50	50.7	40.5 ~ 60.8	49 50 51 49 50 51 50 53 49 50 50 50 51 51 52 52 52 53 50 50	50.7	90.0	-3.10	0.0	47.6	일본재료학회 42.4 일본건축학회 43.8	0.64	일본재료학회 27.1 일본건축학회 28.0
S220 천정부 ↑	49 50 47 49 49 49 50 49 50 51 50 50 49 49 50 51 52 49 49 48	49.5	39.6 ~ 59.4	49 50 47 49 49 49 50 49 50 51 50 50 49 49 50 51 52 49 49 48	49.5	90.0	-3.18	0.0	46.3	일본재료학회 40.8 일본건축학회 42.9	0.64	일본재료학회 26.1 일본건축학회 27.5

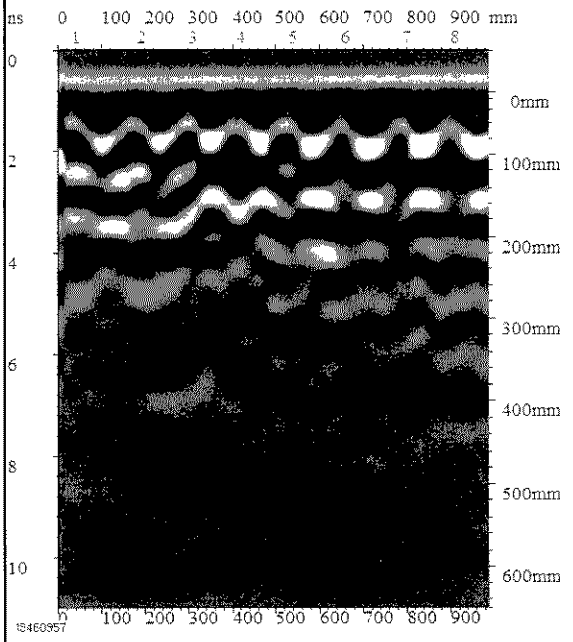
※ 타격치 보정의 " * " 는 신뢰범위(평균±20%) 이외의 데이타임.

※ 신뢰범위 이외의 데이타가 4개 이상인 경우 그 부위의 측정값은 버린다.

4. 철근배근 Data

1) 수하3교

① 성남방향



F N: ... 수하3교 성남 S2 바닥판하면 종방향철근.gpr

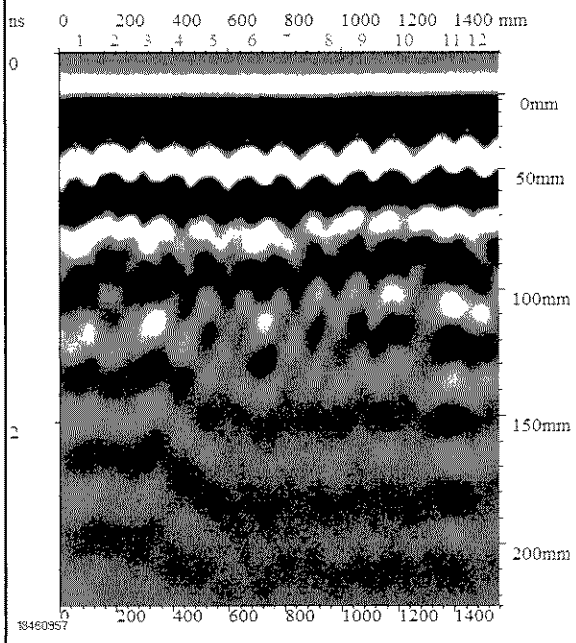
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/28	15:25:59		300	7.0	0	0 0

Min-Depth 45 mm Max-Depth 53 mm	Ave-Depth 49 mm Std-Depth 2.6 mm
Min-Pitch 110 mm Max-Pitch 150 mm	Ave-Pitch 124 mm Std-Pitch 14.0 mm

No: Position Depth
01: 30mm45mm
02: 180mm 48mm
03: 300mm 48mm
04: 410mm 53mm
05: 530mm 48mm
06: 650mm 50mm
07: 790mm 50mm
08: 900mm 53mm

Comments:

측정 위치	S2 바닥판 하면	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	125mm	측정 간격	124mm	설계 피복	48mm	측정 피복	49mm



F N: .. 수하3교 성남 S2바닥판하면 횡방향철근 gpr

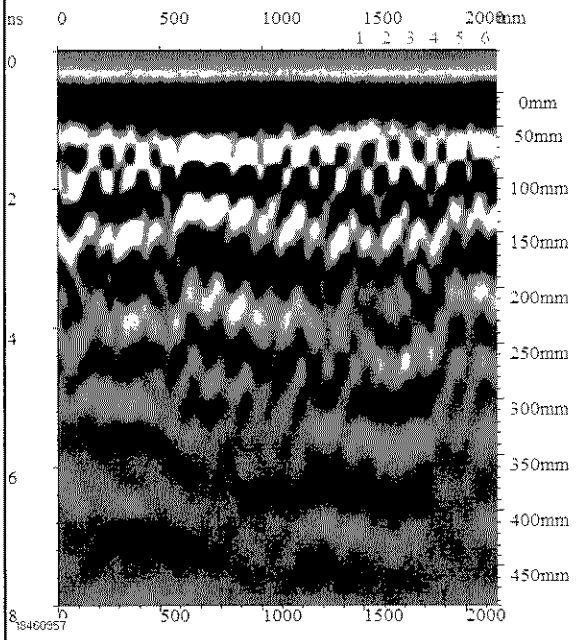
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/28	15:21:58		300	7.0	0	0 0

Min-Depth 31 mm Max-Depth 38 mm	Ave-Depth 35 mm Std-Depth 2.4 mm
Min-Pitch 90 mm Max-Pitch 170 mm	Ave-Pitch 126 mm Std-Pitch 20.1 mm

No: Position Depth
01 60mm38mm
02: 180mm 36mm
03: 300mm 35mm
04: 410mm 38mm
05: 530mm 38mm
06: 670mm 37mm
07: 790mm 38mm
08: 940mm 38mm
09: 1060mm 34mm
10: 1190mm 34mm
11: 1360mm 33mm
12: 1450mm 31mm

Comments:

측정 위치	S2 바닥판 하면	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	125mm	측정 간격	126mm	설계 피복	32mm	측정 피복	35mm



F:\N: ... 수하3교 성남 S3 바닥판하면 종방향철근.gpr

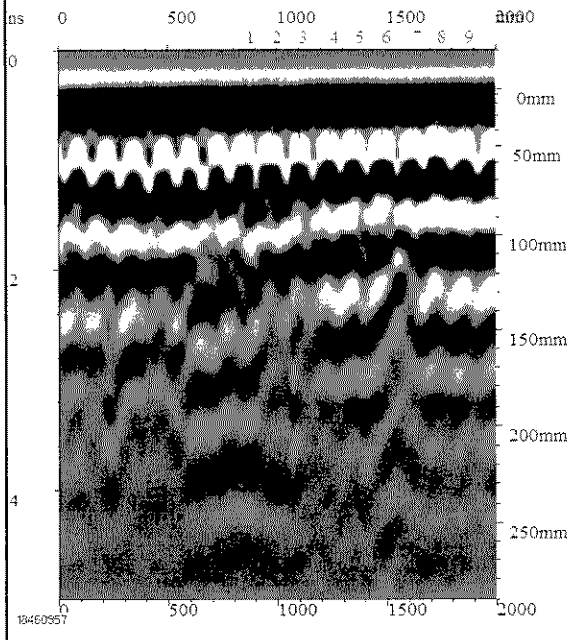
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017-09-28	15:53:47		300	7.0	0	0

Min-Depth 48 mm Max-Depth 54 mm	Ave-Depth 51 mm Std-Depth 2.8 mm
Min-Pitch 120 mm Max-Pitch 130 mm	Ave-Pitch 124 mm Std-Pitch 4.9 mm

No:	Position	Depth
01:	1460mm	48mm
02:	1590mm	48mm
03:	1710mm	52mm
04	1830mm	54mm
05:	1950mm	54mm
06	2080mm	54mm

Comments:

측정 위치	S3 바닥판 하면	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	125mm	측정 간격	124mm	설계 피복	48mm	측정 피복	51mm



F:\N: ...수하3교 성남 S3 바닥판하면 횡방향철근.gpr

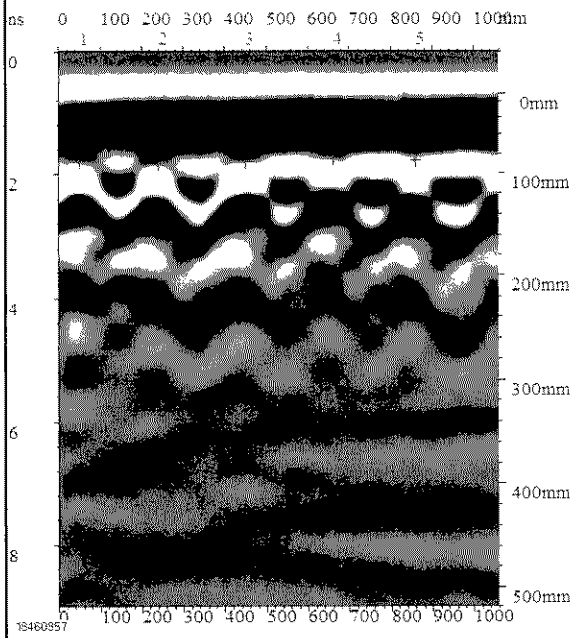
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017-09-28	15:56:15		300	7.0	0	0

Min-Depth 36 mm Max-Depth 41 mm	Ave-Depth 38 mm Std-Depth 1.5 mm
Min-Pitch 110 mm Max-Pitch 140 mm	Ave-Pitch 125 mm Std-Pitch 10.0 mm

No:	Position	Depth
01:	860mm	40mm
02:	980mm	39mm
03:	1100mm	41mm
04:	1240mm	39mm
05:	1360mm	39mm
06:	1480mm	39mm
07:	1620mm	38mm
08:	1730mm	36mm
09:	1860mm	38mm

Comments:

측정 위치	S3 바닥판 하면	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	125mm	측정 간격	125mm	설계 피복	32mm	측정 피복	38mm



F:\... 수하3교 성남 A2 수직철근.gpr

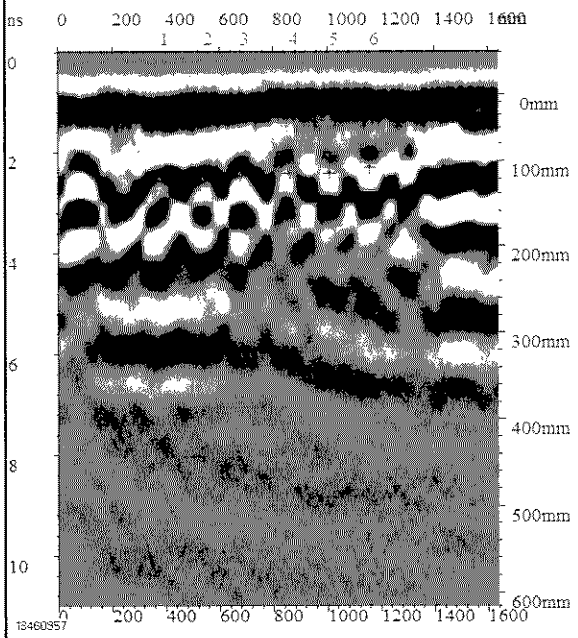
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	15:32:02		300	7.0	0	0

Min-Depth 86 mm Max-Depth 91 mm	Ave-Depth 88 mm Std-Depth 1.7 mm
Min-Pitch 190 mm Max-Pitch 210 mm	Ave-Pitch 202 mm Std-Pitch 8.3 mm

No	Position	Depth
01	50mm	89mm
02	240mm	91mm
03	450mm	89mm
04	660mm	86mm
05	860mm	88mm

Comments:

측정 위치	A2 구체전면	측정 철근	수직철근	설계 간격	200㎜	측정 간격	202㎜	설계 피복	87.5㎜	측정 피복	88㎜



F:\... 수하3교 성남 A2 수평철근.gpr

Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	15:37:08		300	7.0	0	0

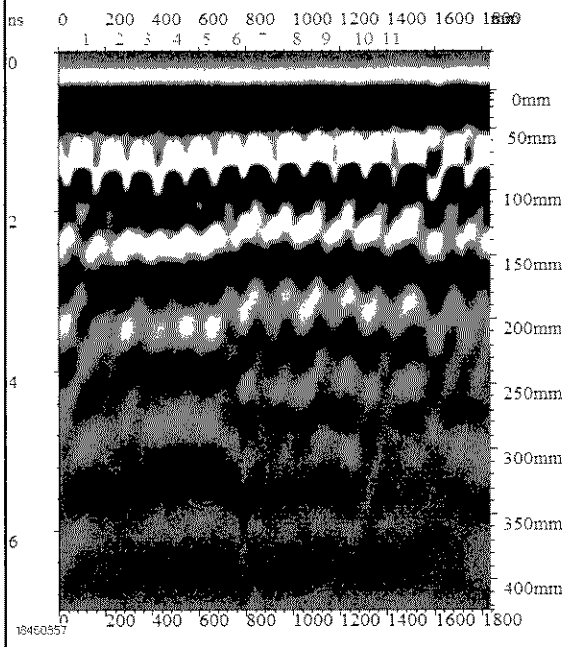
Min-Depth 109 mm Max-Depth 121 mm	Ave-Depth 116 mm Std-Depth 4.1 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 180 mm	Ave-Pitch 156 mm Std-Pitch 13 6 mm

No	Position	Depth
01	380mm	121mm
02	540mm	121mm
03	680mm	117mm
04	860mm	115mm
05	1010mm	115mm
06	1160mm	109mm

Comments:

측정 위치	A2 구체전면	측정 철근	수평철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	156㎜	설계 피복	112.5㎜	측정 피복	116㎜

② 장호원방향



F:\N:\...수하3교 장호원 S3 바닥판하면 종방향철근.gpr

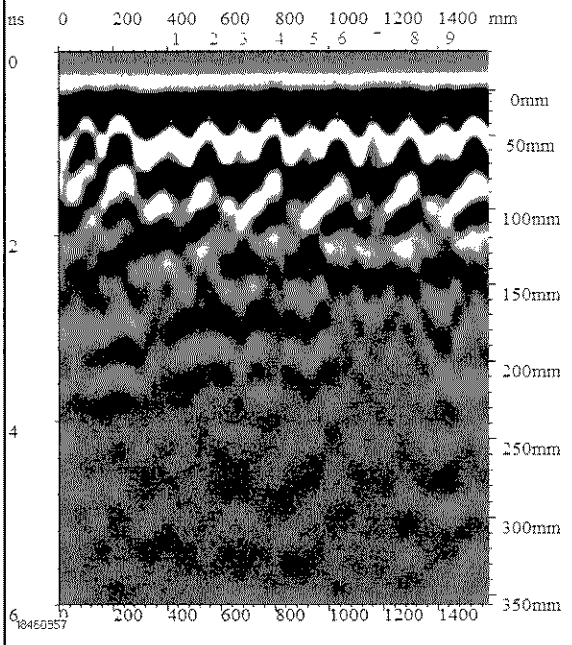
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017.09.28	16:17:07		300	7.0	0	0

Min-Depth 50 mm Max-Depth 57 mm	Ave-Depth 53 mm Std-Depth 2.7 mm
Min-Pitch 110 mm Max-Pitch 150 mm	Ave-Pitch 128 mm Std-Pitch 11.7 mm

No: Position Depth	
01: 100mm 56mm 02: 240mm 56mm 03: 360mm 57mm 04: 490mm 56mm 05: 610mm 54mm 06: 740mm 53mm 07: 850mm 51mm 08: 1000mm 50mm 09: 1120mm 50mm 10: 1260mm 50mm	11: 1380mm 51mm

Comments.

측정 위치	S3 바닥판 하면	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	125mm	측정 간격	128mm	설계 피복	48mm	측정 피복	53mm



F:\N:\...수하3교 장호원 S3 바닥판하면 횡방향철근.gpr

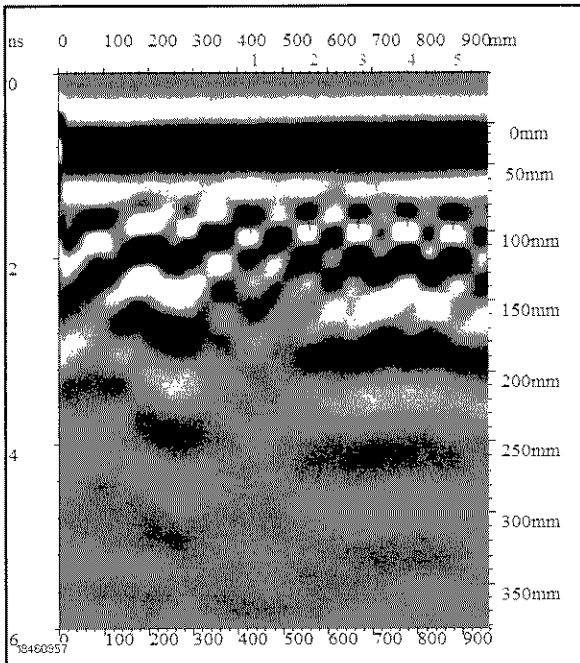
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017.09.28	19:00:28		300	7.0	0	0

Min-Depth 34 mm Max-Depth 39 mm	Ave-Depth 36 mm Std-Depth 2.1 mm
Min-Pitch 100 mm Max-Pitch 140 mm	Ave-Pitch 126 mm Std-Pitch 13.2 mm

No: Position Depth	
01: 420mm 39mm 02: 560mm 36mm 03: 670mm 39mm 04: 800mm 34mm 05: 930mm 39mm 06: 1030mm 34mm 07: 1160mm 36mm 08: 1300mm 34mm 09: 1430mm 36mm	

Comments:

측정 위치	S3 바닥판 하면	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	125mm	측정 간격	126mm	설계 피복	32mm	측정 피복	36mm



F:N:..수하3교 장호원 P2 수직철근.gpr

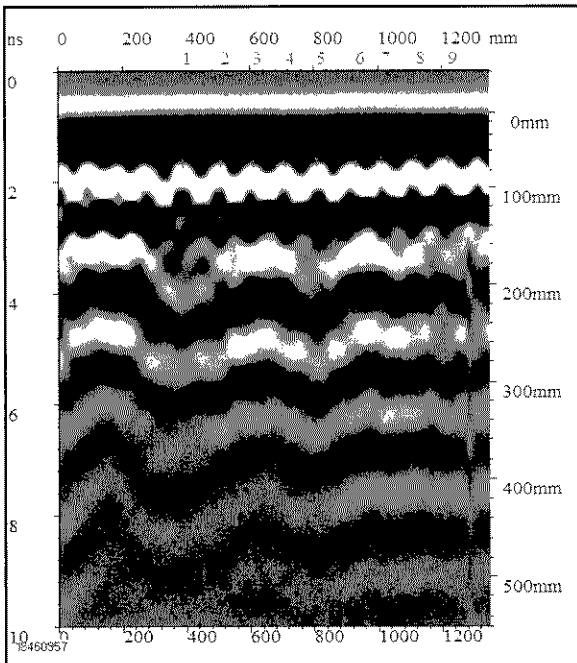
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017-09-28	16:05:55		300	7.0	0	0

Min-Depth 92 mm Max-Depth 97 mm	Ave-Depth 94 mm Std-Depth 1.8 mm
Min-Pitch 100 mm Max-Pitch 130 mm	Ave-Pitch 112 mm Std-Pitch 10.9 mm

No.	Position	Depth
01:	430mm	97mm
02:	560mm	95mm
03:	670mm	93mm
04:	780mm	92mm
05:	880mm	95mm

Comments

측정 위치	P2 기둥부	측정 철근	수직철근	설계 간격	100mm	측정 간격	112mm	설계 피복	92.5mm	측정 피복	94mm



F:N:..수하3교 장호원 P2 수평철근.gpr

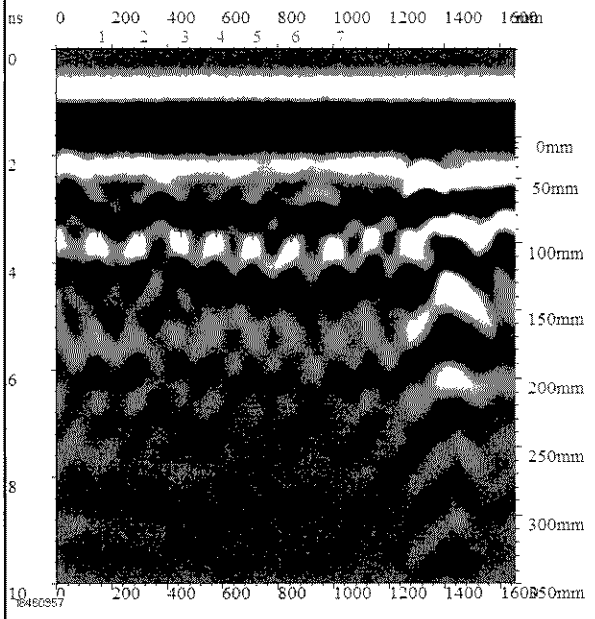
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017-09-28	16:07:34		300	7.0	0	0

Min-Depth 66 mm Max-Depth 71 mm	Ave-Depth 69 mm Std-Depth 1.9 mm
Min-Pitch 80 mm Max-Pitch 120 mm	Ave-Pitch 103 mm Std-Pitch 12.2 mm

No.	Position	Depth
01:	390mm	71mm
02:	510mm	71mm
03:	610mm	71mm
04:	710mm	71mm
05:	810mm	70mm
06:	930mm	71mm
07:	1010mm	68mm
08:	1120mm	66mm
09:	1220mm	68mm

Comments:

측정 위치	P2 기둥부	측정 철근	수평철근	설계 간격	100mm	측정 간격	103mm	설계 피복	67.5mm	측정 피복	69mm



F:N: ... 봉현터널 성남 S3 콘크리 트라이닝 종방향철근.gpr

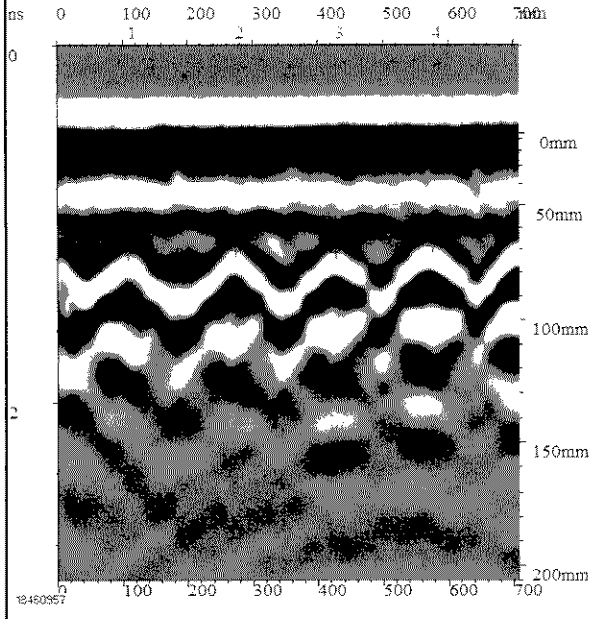
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017-09-28	13:15:29		300	15.0	0	0

Min-Depth 92 mm Max-Depth 95 mm	Ave-Depth 92 mm Std-Depth 1.4 mm
Min-Pitch 130 mm Max-Pitch 160 mm	Ave-Pitch 143 mm Std-Pitch 11.1 mm

No:	Position	Depth
01:	150mm	92mm
02:	300mm	92mm
03:	450mm	92mm
04:	580mm	92mm
05:	710mm	94mm
06:	850mm	95mm
07:	1010mm	93mm

Comments:

측정 위치	S3 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145mm	측정 간격	143mm	설계 피복	89.5mm	측정 피복	92mm



F:N: ... 봉현터널 성남 S3 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017-09-28	13:12:11		300	7.0	0	0

Min-Depth 68 mm Max-Depth 72 mm	Ave-Depth 70 mm Std-Depth 1.6 mm
Min-Pitch 150 mm Max-Pitch 165 mm	Ave-Pitch 156 mm Std-Pitch 6.3 mm

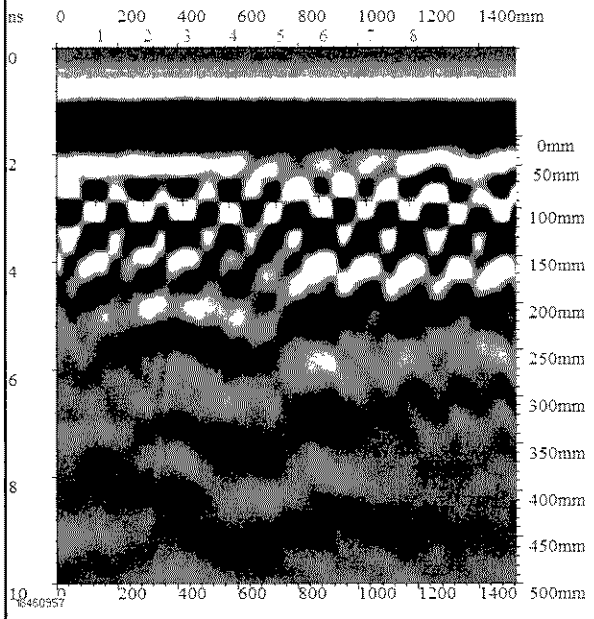
No:	Position	Depth
01:	110mm	72mm
02:	275mm	71mm
03:	430mm	71mm
04:	580mm	68mm

Comments:

측정 위치	S3 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150mm	측정 간격	156mm	설계 피복	70.5mm	측정 피복	70mm

2) 봉현터널

① 성남방향



FN: 봉현터널 성남 S29 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

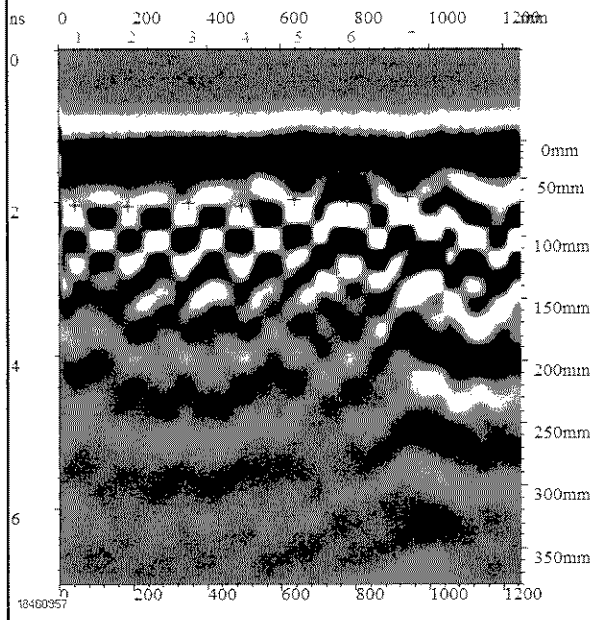
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	13:26:02		300	7.0	0	0

Min-Depth 87 mm Max-Depth 92 mm	Ave-Depth 90 mm Std-Depth 1.5 mm
Min-Pitch 132 mm Max-Pitch 156 mm	Ave-Pitch 149 mm Std-Pitch 8.7 mm

No: Position Depth
01: 132mm 90mm
02: 288mm 90mm
03: 420mm 90mm
04: 576mm 92mm
05: 732mm 92mm
06: 876mm 87mm
07: 1032mm 90mm
08: 1176mm 90mm

Comments:

측정 위치	S29 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	149㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	90㎜



FN: ..봉현터널 성남 S29 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

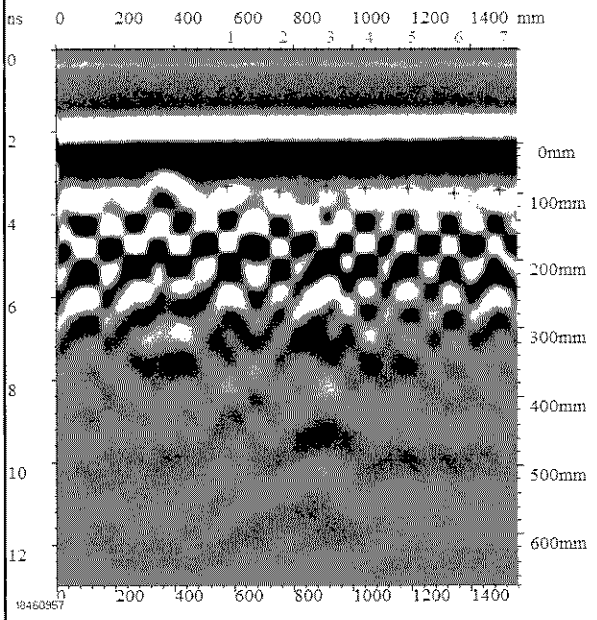
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	13:30:30		300	7.0	0	0

Min-Depth 66 mm Max-Depth 75 mm	Ave-Depth 71 mm Std-Depth 3.1 mm
Min-Pitch 143 mm Max-Pitch 165 mm	Ave-Pitch 150 mm Std-Pitch 10.4 mm

No: Position Depth
01: 44mm 73mm
02: 187mm 75mm
03: 352mm 72mm
04: 495mm 75mm
05: 638mm 69mm
06: 781mm 70mm
07: 946mm 66mm

Comments:

측정 위치	S29 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	150㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	71㎜



F:N: ... 봉현터널 성남 S30 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

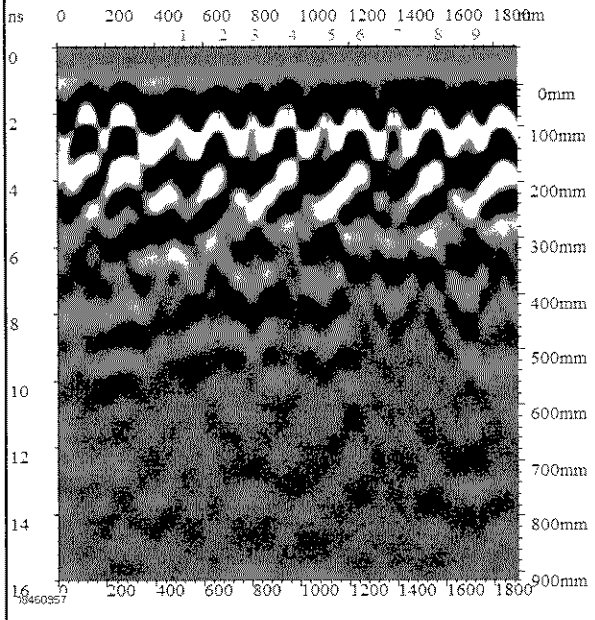
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	13:40:49		300	7.0	0	0

Min-Depth 91 mm Max-Depth 101 mm	Ave-Depth 94 mm Std-Depth 3.6 mm
Min-Pitch 132 mm Max-Pitch 180 mm	Ave-Pitch 154 mm Std-Pitch 14.6 mm

No	Position	Depth
01	576mm	91mm
02	756mm	98mm
03	912mm	91mm
04	1044mm	93mm
05	1188mm	93mm
06	1344mm	101mm
07	1500mm	96mm

Comments:

측정 위치	S30 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	154㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	94㎜



F:N: ... 봉현터널 성남 S30 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	13:45:28		300	7.0	0	0

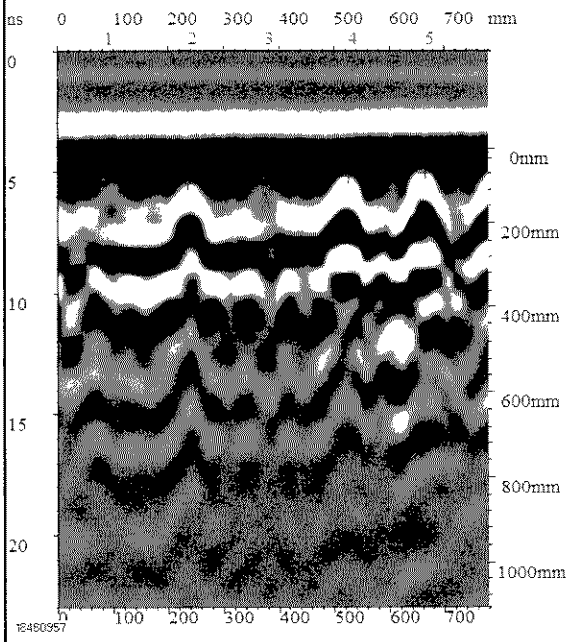
Min-Depth 65 mm Max-Depth 78 mm	Ave-Depth 71 mm Std-Depth 5.3 mm
Min-Pitch 120 mm Max-Pitch 168 mm	Ave-Pitch 151 mm Std-Pitch 15.8 mm

No	Position	Depth
01	504mm	78mm
02	672mm	71mm
03	804mm	78mm
04	960mm	65mm
05	1116mm	78mm
06	1236mm	65mm
07	1392mm	71mm
08	1560mm	65mm
09	1716mm	71mm

Comments:

측정 위치	S30 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	151㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	71㎜

② 장호원방향



F:\N: ... 봉현터널 장호원 S2 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

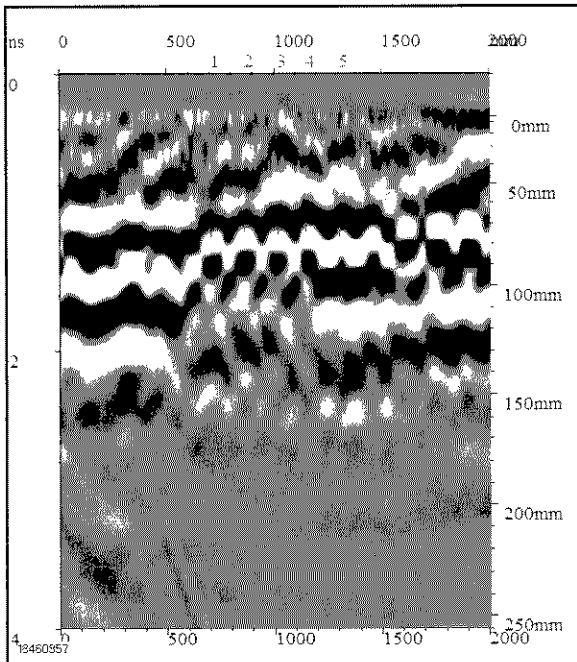
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/28	14:07:48		300	7.0	0	0

Min-Depth 80 mm Max-Depth 106 mm	Ave-Depth 93 mm Std-Depth 8.6 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 150 mm	Ave-Pitch 145 mm Std-Pitch 5.0 mm

No: Position Depth
01: 85mm 97mm
02: 235mm 106mm
03: 375mm 93mm
04: 525mm 89mm
05: 665mm 80mm

Comments:

측정 위치	S2 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	145㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	93㎜



F:\N: ...봉현터널 장호원 S2 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

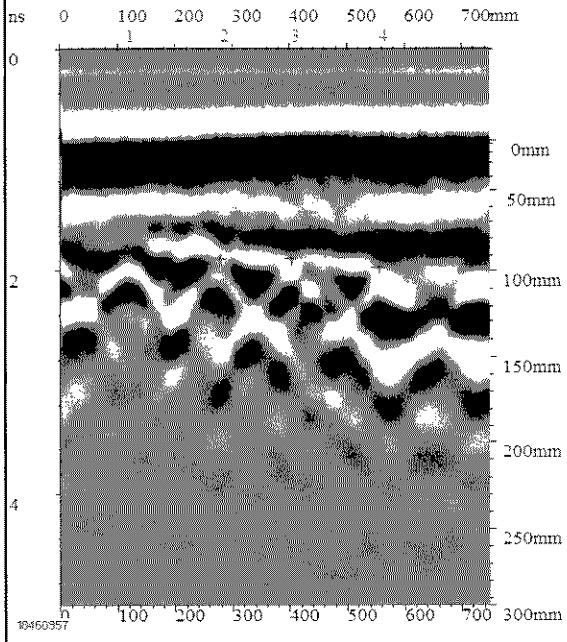
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 28	14 02 32		300	7.0	0	0

Min-Depth 71 mm Max-Depth 73 mm	Ave-Depth 72 mm Std-Depth 0.9 mm
Min-Pitch 132 mm Max-Pitch 156 mm	Ave-Pitch 150 mm Std-Pitch 10.4 mm

No: Position Depth
01: 708mm 73mm
02: 864mm 72mm
03: 1020mm 73mm
04: 1152mm 71mm
05: 1308mm 73mm

Comments:

측정 위치	S2 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	150㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	72㎜



F:\N:...봉현터널 장호원 S3 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

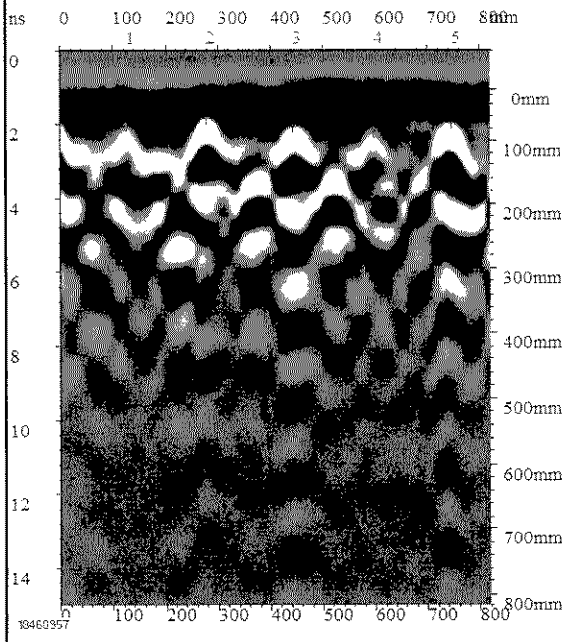
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017 09 28	14:21:21		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 90 mm Max-Depth 98 mm	Ave-Depth 93 mm Std-Depth 3.0 mm
Min-Pitch 125 mm Max-Pitch 165 mm	Ave-Pitch 148 mm Std-Pitch 17.0 mm

No:	Position	Depth
01:	115mm	90mm
02:	280mm	92mm
03:	405mm	92mm
04:	560mm	98mm

Comments:

측정 위치	S3 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145mm	측정 간격	148mm	설계 피복	89.5mm	측정 피복	93mm



F:\N:...봉현터널 장호원 S3 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

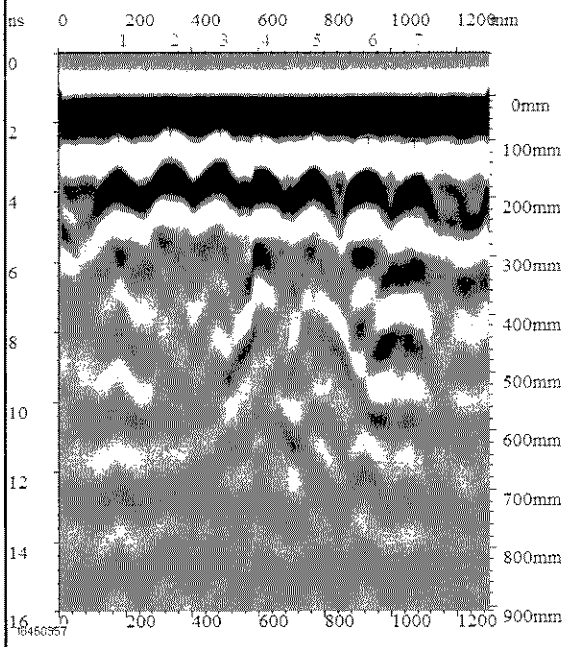
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017 09 28	14:25:34		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 65 mm Max-Depth 82 mm	Ave-Depth 75 mm Std-Depth 5 8 mm
Min-Pitch 150 mm Max-Pitch 165 mm	Ave-Pitch 156 mm Std-Pitch 5.5 mm

No:	Position	Depth
01.	125mm	76mm
02.	280mm	65mm
03:	445mm	79mm
04:	600mm	82mm
05:	750mm	73mm

Comments:

측정 위치	S3 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150mm	측정 간격	156mm	설계 피복	70.5mm	측정 피복	75mm



F N: ... 봉현터널 장호원 S29 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

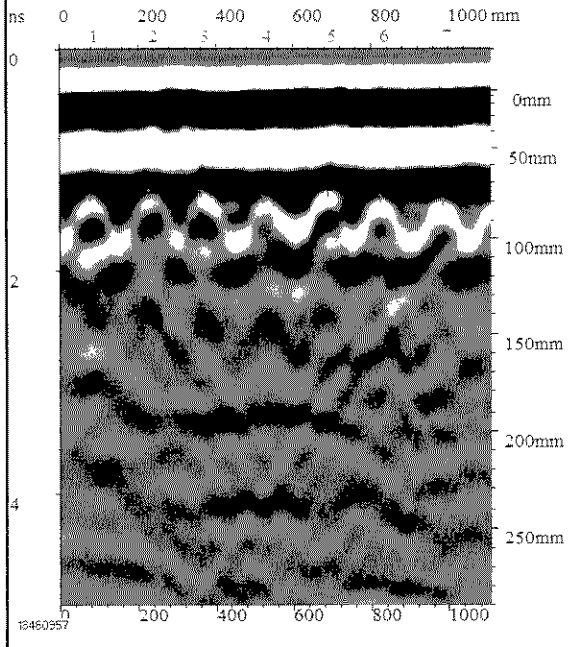
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/28	14:43:19		300	7.0	0	0

Min-Depth 81 mm Max-Depth 103 mm	Ave-Depth 91 mm Std-Depth 6.9 mm
Min-Pitch 126 mm Max-Pitch 168 mm	Ave-Pitch 149 mm Std-Pitch 13.6 mm

No:	Position	Depth
01:	180mm	93mm
02:	336mm	81mm
03:	486mm	84mm
04:	612mm	93mm
05:	768mm	90mm
06:	936mm	97mm
07:	1074mm	103mm

Comments:

측정 위치	S29 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	149㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	91㎜



F N: ... 봉현터널 장호원 S29 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/28	14:31:06		300	7.0	0	0

Min-Depth 74 mm Max-Depth 79 mm	Ave-Depth 75 mm Std-Depth 2.0 mm
Min-Pitch 132 mm Max-Pitch 168 mm	Ave-Pitch 151 mm Std-Pitch 14.5 mm

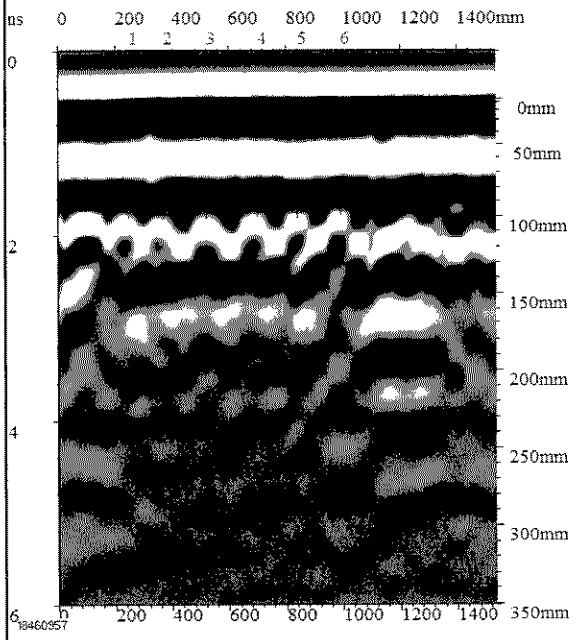
No:	Position	Depth
01:	78mm	76mm
02:	228mm	74mm
03:	360mm	74mm
04:	522mm	77mm
05:	690mm	74mm
06:	822mm	77mm
07:	984mm	79mm

Comments:

측정 위치	S29 콘크리트 라이닝 천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	151㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	75㎜

3) 정개터널

① 성남방향



F/N: ...\정개터널 성남 S3 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

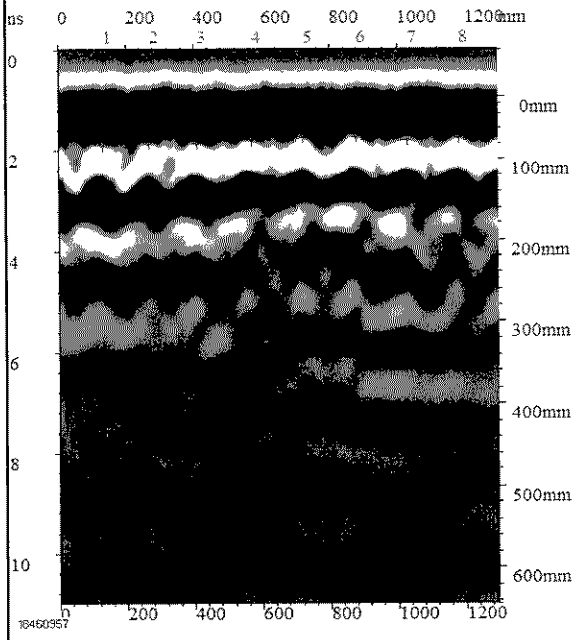
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/27	13:29:04		300	7.0	0	0

Min-Depth 95 mm Max-Depth 97 mm	Ave-Depth 96 mm Std-Depth 0.9 mm
Min-Pitch 120 mm Max-Pitch 180 mm	Ave-Pitch 148 mm Std-Pitch 19.4 mm

No:	Position	Depth
01:	250mm	97mm
02:	370mm	97mm
03:	520mm	97mm
04:	700mm	96mm
05:	840mm	97mm
06:	990mm	95mm

Comments:

측정 위치	S3 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145mm	측정 간격	148mm	설계 피복	89.5mm	측정 피복	96mm



F/N: ...\정개터널 성남 S3 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

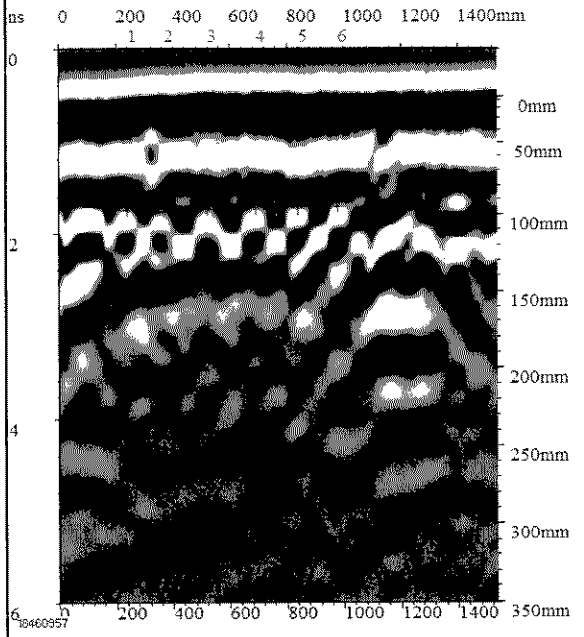
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/27	13:32:55		300	7.0	0	0

Min-Depth 71 mm Max-Depth 83 mm	Ave-Depth 76 mm Std-Depth 4.1 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 160 mm	Ave-Pitch 150 mm Std-Pitch 7.6 mm

No:	Position	Depth
01:	130mm	83mm
02:	270mm	80mm
03:	410mm	80mm
04:	570mm	76mm
05:	720mm	71mm
06:	880mm	71mm
07:	1030mm	76mm
08:	1180mm	74mm

Comments:

측정 위치	S3 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150mm	측정 간격	150mm	설계 피복	70.5mm	측정 피복	76mm



F/N: ...\정개터널 성남 S66 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

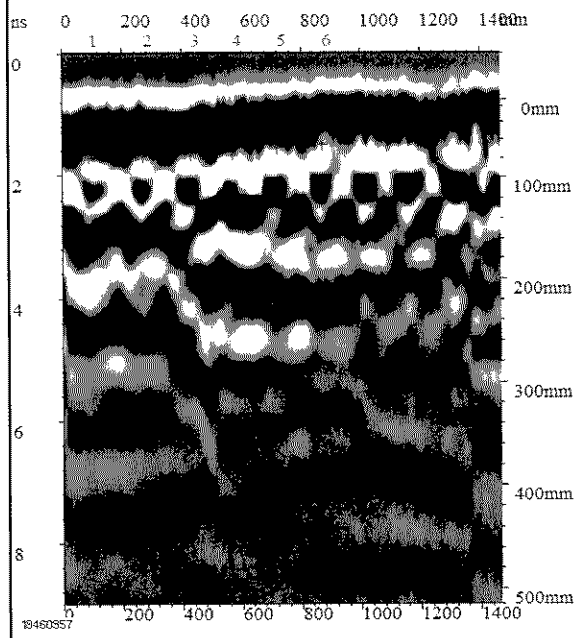
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017/09/27	13:43:04		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 95 mm Max-Depth 97 mm	Ave-Depth 96 mm Std-Depth 0.7 mm
Min-Pitch 130 mm Max-Pitch 170 mm	Ave-Pitch 148 mm Std-Pitch 13.3 mm

No:	Position	Depth
01:	240mm	97mm
02:	370mm	97mm
03:	520mm	96mm
04:	690mm	96mm
05:	840mm	96mm
06:	980mm	95mm

Comments:

측정 위치	S66 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	148㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	96㎜



F/N: ...\정개터널 성남 S66 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

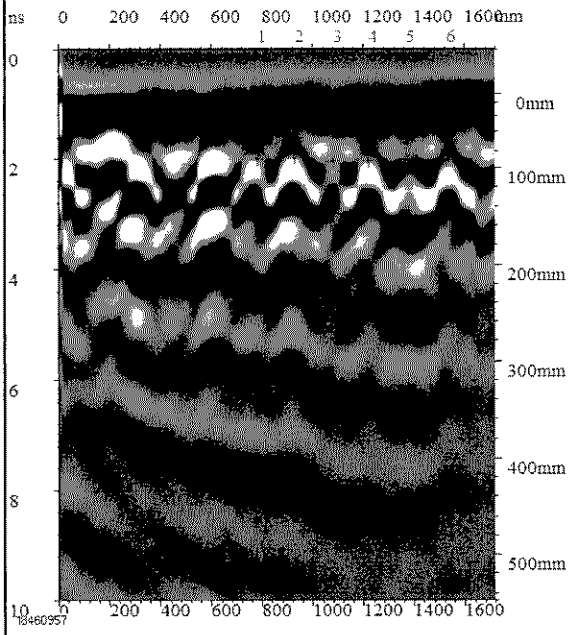
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017/09/27	13:41:31		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 66 mm Max-Depth 79 mm	Ave-Depth 74 mm Std-Depth 5.0 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 180 mm	Ave-Pitch 156 mm Std-Pitch 13.6 mm

No:	Position	Depth
01:	90mm	79mm
02:	270mm	79mm
03:	430mm	77mm
04:	570mm	77mm
05:	720mm	70mm
06:	870mm	66mm

Comments:

측정 위치	S66 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	156㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	74㎜



F/N: ...\정개터널 성남 S141 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

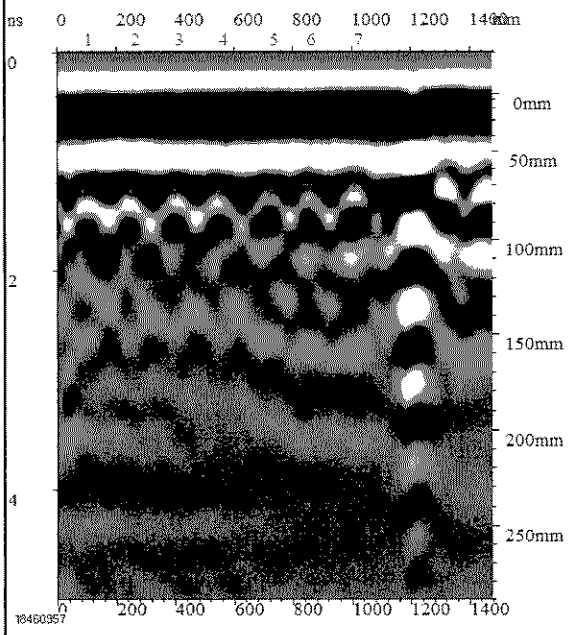
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017/09/27	13:46:14		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 88 mm Max-Depth 92 mm	Ave-Depth 90 mm Std-Depth 1.6 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 160 mm	Ave-Pitch 150 mm Std-Pitch 6.3 mm

No:	Position	Depth
01:	780mm	90mm
02:	930mm	88mm
03:	1080mm	92mm
04:	1220mm	92mm
05:	1370mm	92mm
06:	1530mm	90mm

Comments:

측정 위치	S141 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145mm	측정 간격	150mm	설계 피복	89.5mm	측정 피복	90mm



F/N: ...\정개터널 성남 S141 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

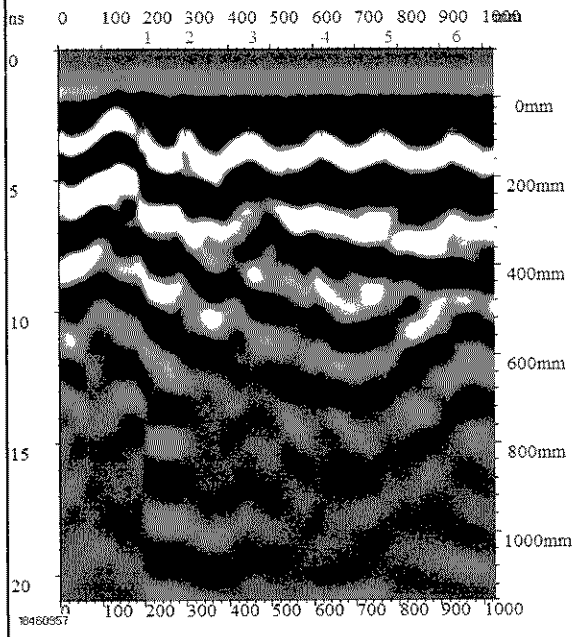
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017/09/27	13:49:27		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 70 mm Max-Depth 73 mm	Ave-Depth 72 mm Std-Depth 1.3 mm
Min-Pitch 130 mm Max-Pitch 170 mm	Ave-Pitch 153 mm Std-Pitch 12.5 mm

No:	Position	Depth
01:	90mm	73mm
02:	250mm	73mm
03:	400mm	73mm
04:	550mm	73mm
05:	720mm	72mm
06:	850mm	70mm
07:	1010mm	70mm

Comments:

측정 위치	S141 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150mm	측정 간격	153mm	설계 피복	70.5mm	측정 피복	72mm



F/N: ...\정개터널 성남 S219 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

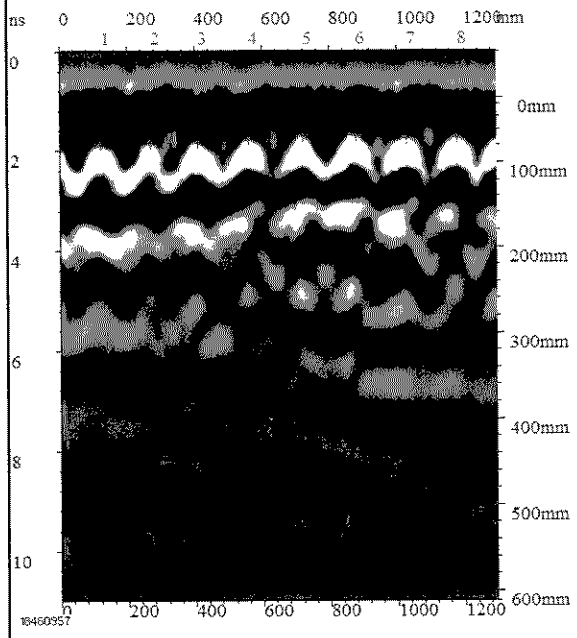
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017/09/27	14:02:07		300	7.0	0	0	0

Min-Depth 88 mm Max-Depth 96 mm	Ave-Depth 93 mm Std-Depth 3.0 mm
Min-Pitch 100 mm Max-Pitch 170 mm	Ave-Pitch 146 mm Std-Pitch 24.2 mm

No:	Position	Depth
01:	200mm	88mm
02:	300mm	92mm
03:	450mm	92mm
04:	620mm	96mm
05:	770mm	96mm
06:	930mm	96mm

Comments:

측정 위치	S219 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	146㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	93㎜



F/N: ...\정개터널 성남 S219 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth	
2017/09/27	14:04:55		300	7.0	0	0	0

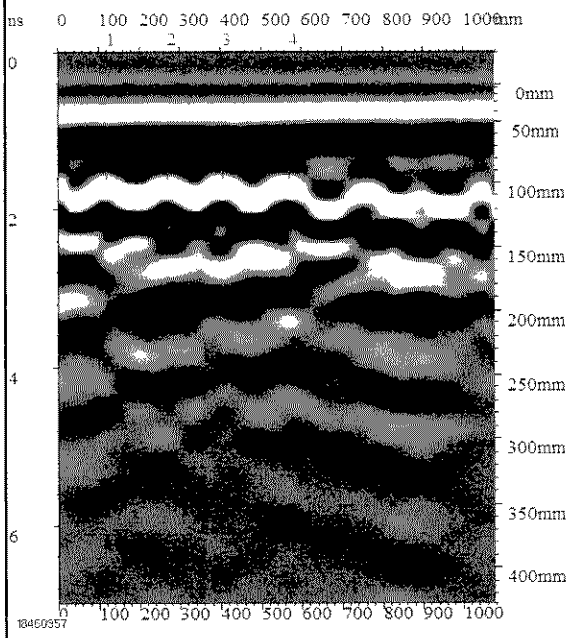
Min-Depth 67 mm Max-Depth 78 mm	Ave-Depth 71 mm Std-Depth 4.1 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 160 mm	Ave-Pitch 151 mm Std-Pitch 6.4 mm

No:	Position	Depth
01:	120mm	78mm
02:	270mm	76mm
03:	410mm	76mm
04:	560mm	71mm
05:	720mm	67mm
06:	880mm	67mm
07:	1030mm	71mm
08:	1180mm	69mm

Comments:

측정 위치	S219 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	151㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	71㎜

② 장호원방향



F:\N:...정개터널 장호원 S2 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

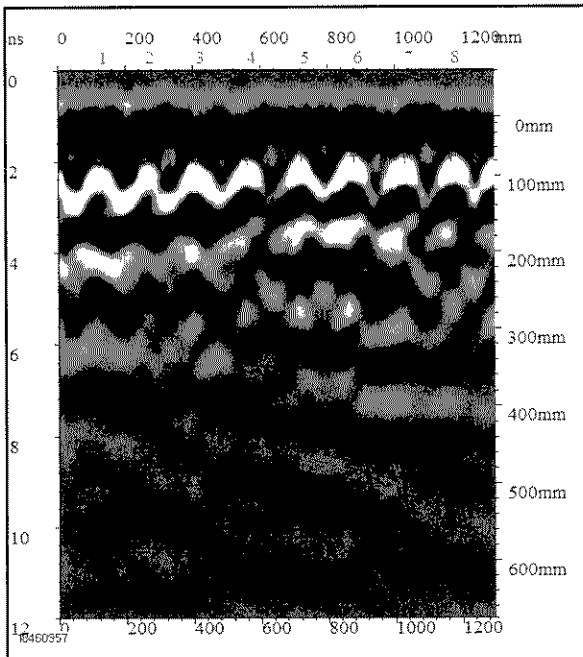
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/27	15:38:41		300	7.0	0	0

Min-Depth 92 mm Max-Depth 93 mm	Ave-Depth 92 mm Std-Depth 0.5 mm
Min-Pitch 135 mm Max-Pitch 165 mm	Ave-Pitch 150 mm Std-Pitch 12.2 mm

No:	Position	Depth
01:	120mm	92mm
02:	270mm	93mm
03:	405mm	92mm
04:	570mm	92mm

Comments:

측정 위치	S2 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145mm	측정 간격	150mm	설계 피복	89.5mm	측정 피복	92mm



F:\N:...정개터널 장호원 S2 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

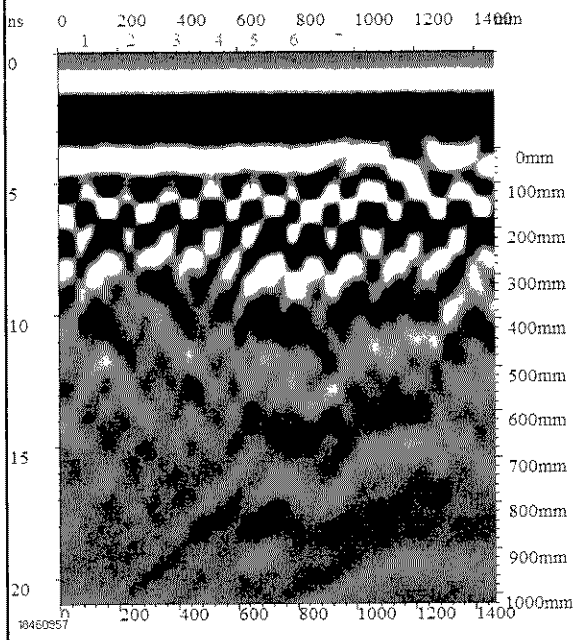
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/27	15:35:55		300	7.0	0	0

Min-Depth 71 mm Max-Depth 80 mm	Ave-Depth 75 mm Std-Depth 3.1 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 160 mm	Ave-Pitch 150 mm Std-Pitch 7.6 mm

No:	Position	Depth
01:	120mm	80mm
02:	260mm	78mm
03:	410mm	78mm
04:	560mm	78mm
05:	720mm	71mm
06:	880mm	73mm
07:	1030mm	76mm
08:	1170mm	73mm

Comments:

측정 위치	S2 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150mm	측정 간격	150mm	설계 피복	70.5mm	측정 피복	75mm



F:\N... 정개터널 장호원 S60 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근.gpr

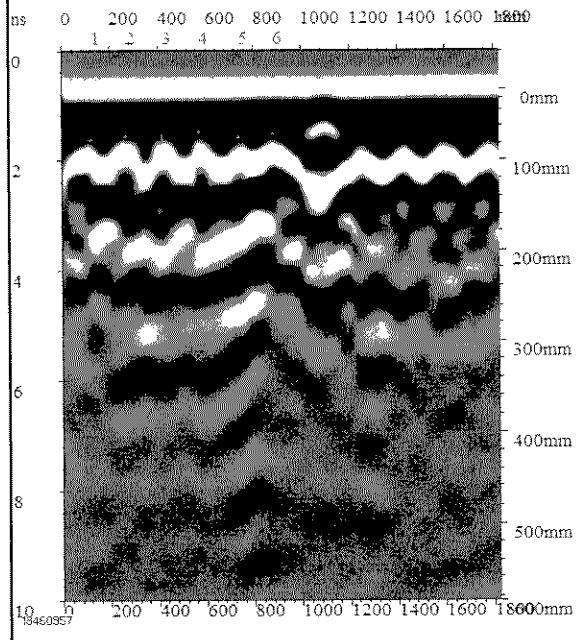
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/27	15:45:07		300	7.0	0	0

Min-Depth 88 mm Max-Depth 96 mm	Ave-Depth 92 mm Std-Depth 4.0 mm
Min-Pitch 121 mm Max-Pitch 154 mm	Ave-Pitch 143 mm Std-Pitch 12.7 mm

No:	Position	Depth
01:	77mm	96mm
02:	231mm	96mm
03:	385mm	96mm
04:	528mm	88mm
05:	649mm	96mm
06:	781mm	88mm
07:	935mm	88mm

Comments:

측정 위치	S60 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	143㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	92㎜



F:\N... 정개터널 장호원 S60 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

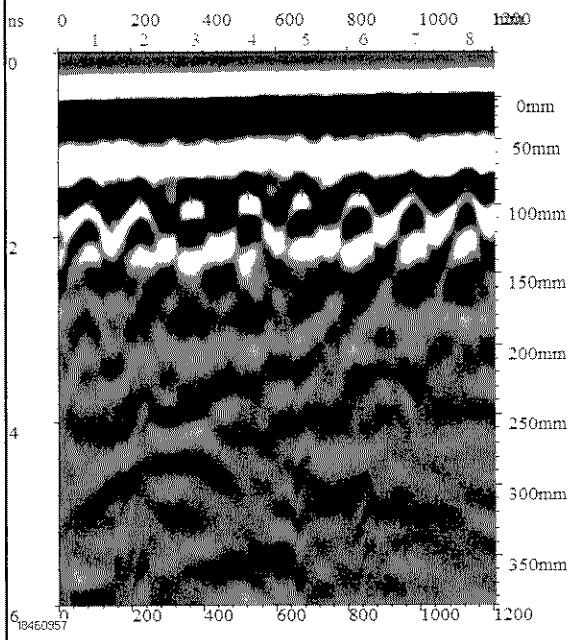
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017/09/27	15:43:28		300	7.0	0	0

Min-Depth 69 mm Max-Depth 77 mm	Ave-Depth 73 mm Std-Depth 2.6 mm
Min-Pitch 140 mm Max-Pitch 168 mm	Ave-Pitch 151 mm Std-Pitch 10.5 mm

No:	Position	Depth
01:	126mm	77mm
02:	266mm	73mm
03:	420mm	73mm
04:	574mm	69mm
05:	742mm	75mm
06:	882mm	71mm

Comments:

측정 위치	S60 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	151㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	73㎜



F:N: ... 정개터널 장호원 S140 콘크리트 라이닝 종방향철근.gpr

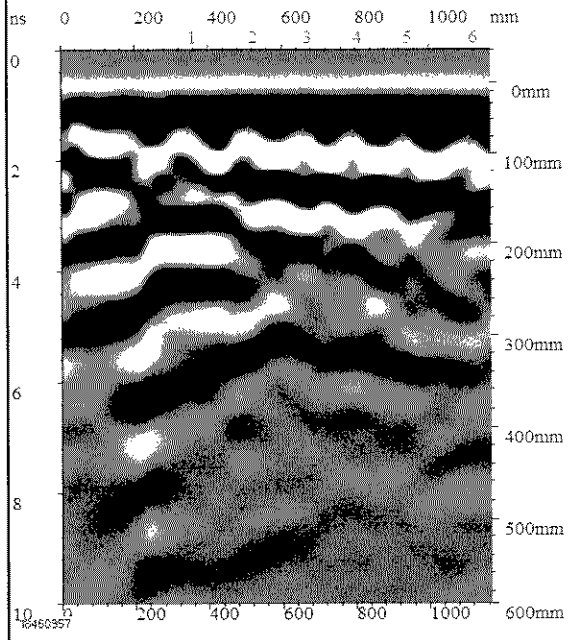
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 27	15:54.34		300	7.0	0	0

Min-Depth 90 mm Max-Depth 97 mm	Ave-Depth 92 mm Std-Depth 2.7 mm
Min-Pitch 138 mm Max-Pitch 162 mm	Ave-Pitch 149 mm Std-Pitch 7.5 mm

No: Position Depth
01: 90mm 97mm
02: 228mm 95mm
03: 372mm 95mm
04: 528mm 91mm
05: 678mm 90mm
06: 840mm 90mm
07: 984mm 90mm
08: 1134mm 90mm

Comments:

측정 위치	S140 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	149㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	92㎜



F:N: ... 정개터널 장호원 S140 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

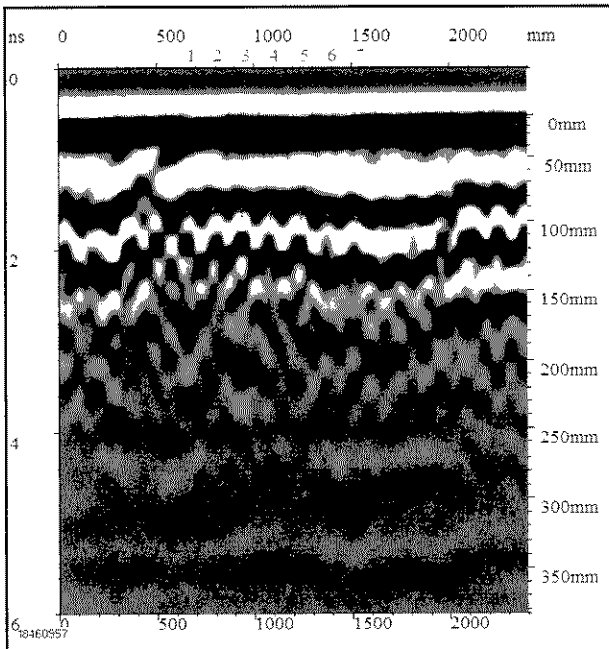
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 27	15:53:02		300	7.0	0	0

Min-Depth 71 mm Max-Depth 83 mm	Ave-Depth 75 mm Std-Depth 4.4 mm
Min-Pitch 135 mm Max-Pitch 180 mm	Ave-Pitch 153 mm Std-Pitch 17.5 mm

No: Position Depth
01: 345mm 71mm
02: 510mm 71mm
03: 660mm 73mm
04: 795mm 75mm
05: 930mm 79mm
06: 1110mm 83mm

Comments:

측정 위치	S140 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	153㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	75㎜



F N : ... 정개터널 장호원 S210 콘크리트 라이닝 천정부 종방향철근 gp

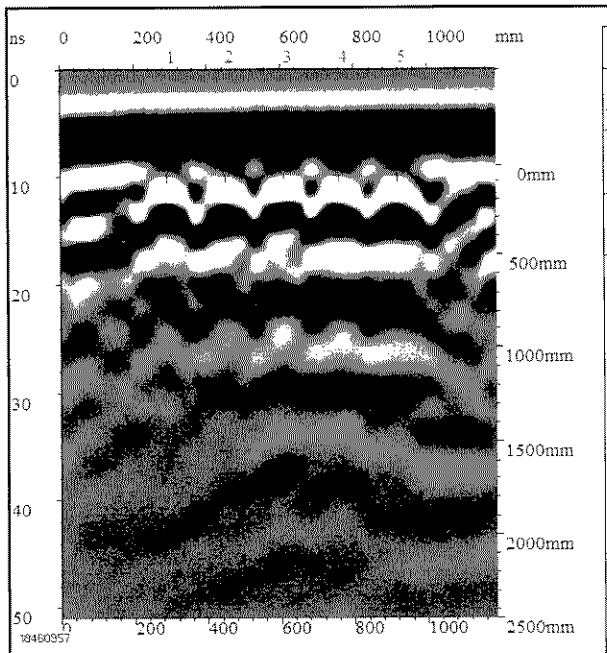
Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 27	16:12:06		300	7.0	0	0

Min-Depth 91 mm Max-Depth 97 mm	Ave-Depth 93 mm Std-Depth 2.1 mm
Min-Pitch 132 mm Max-Pitch 156 mm	Ave-Pitch 144 mm Std-Pitch 6.9 mm

No: Position Depth
01: 660mm 92mm
02: 792mm 91mm
03: 936mm 92mm
04: 1080mm 93mm
05: 1236mm 93mm
06: 1380mm 96mm
07: 1524mm 97mm

Comments

측정 위치	S210 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	횡방향 철근	설계 간격	145㎜	측정 간격	144㎜	설계 피복	89.5㎜	측정 피복	93㎜



F N : 정개터널 장호원 S210 콘크리트 라이닝 천정부 횡방향철근.gpr

Date	Time	Gain	Er	Start	Position	Depth
2017 09 27	16:10 39		300	7 0	0	0

Min-Depth 56 mm Max-Depth 77 mm	Ave-Depth 72 mm Std-Depth 8.4 mm
Min-Pitch 150 mm Max-Pitch 160 mm	Ave-Pitch 157 mm Std-Pitch 4.4 mm

No: Position Depth
01: 290mm 77mm
02: 450mm 77mm
03: 610mm 56mm
04: 760mm 77mm
05: 920mm 77mm

Comments:

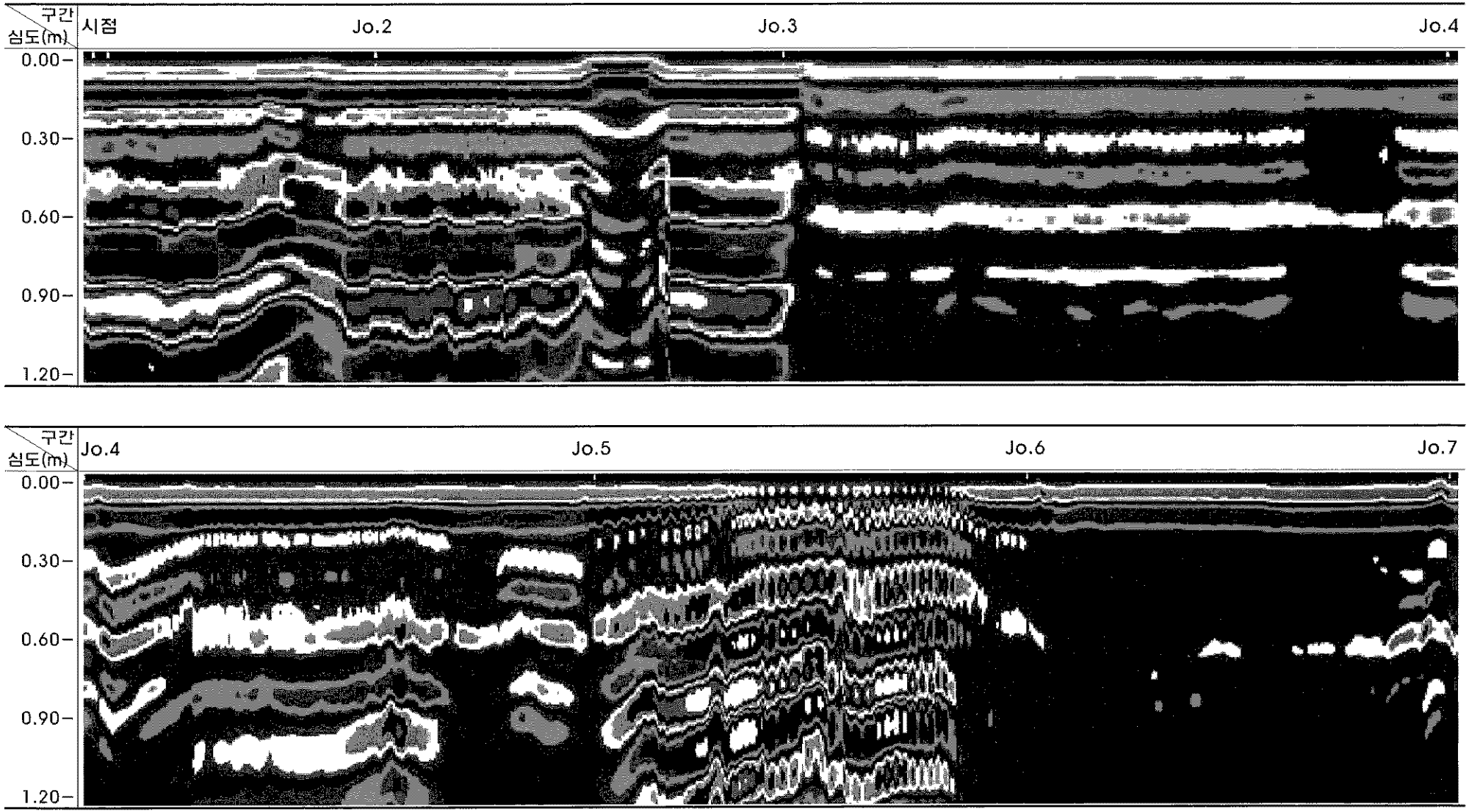
측정 위치	S210 콘크리트 라이닝천정부	측정 철근	종방향 철근	설계 간격	150㎜	측정 간격	157㎜	설계 피복	70.5㎜	측정 피복	72㎜

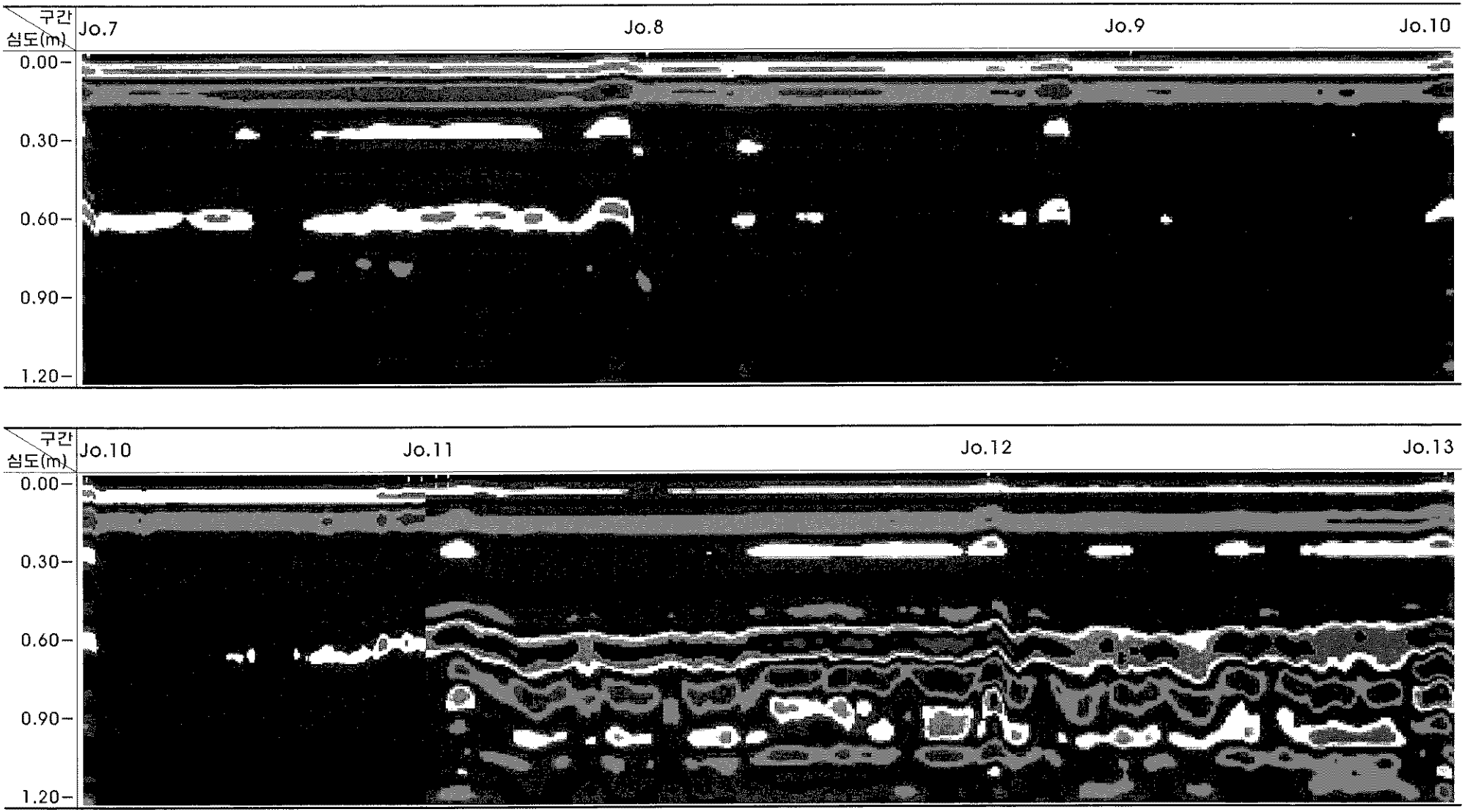
5. GPR탐사 자료

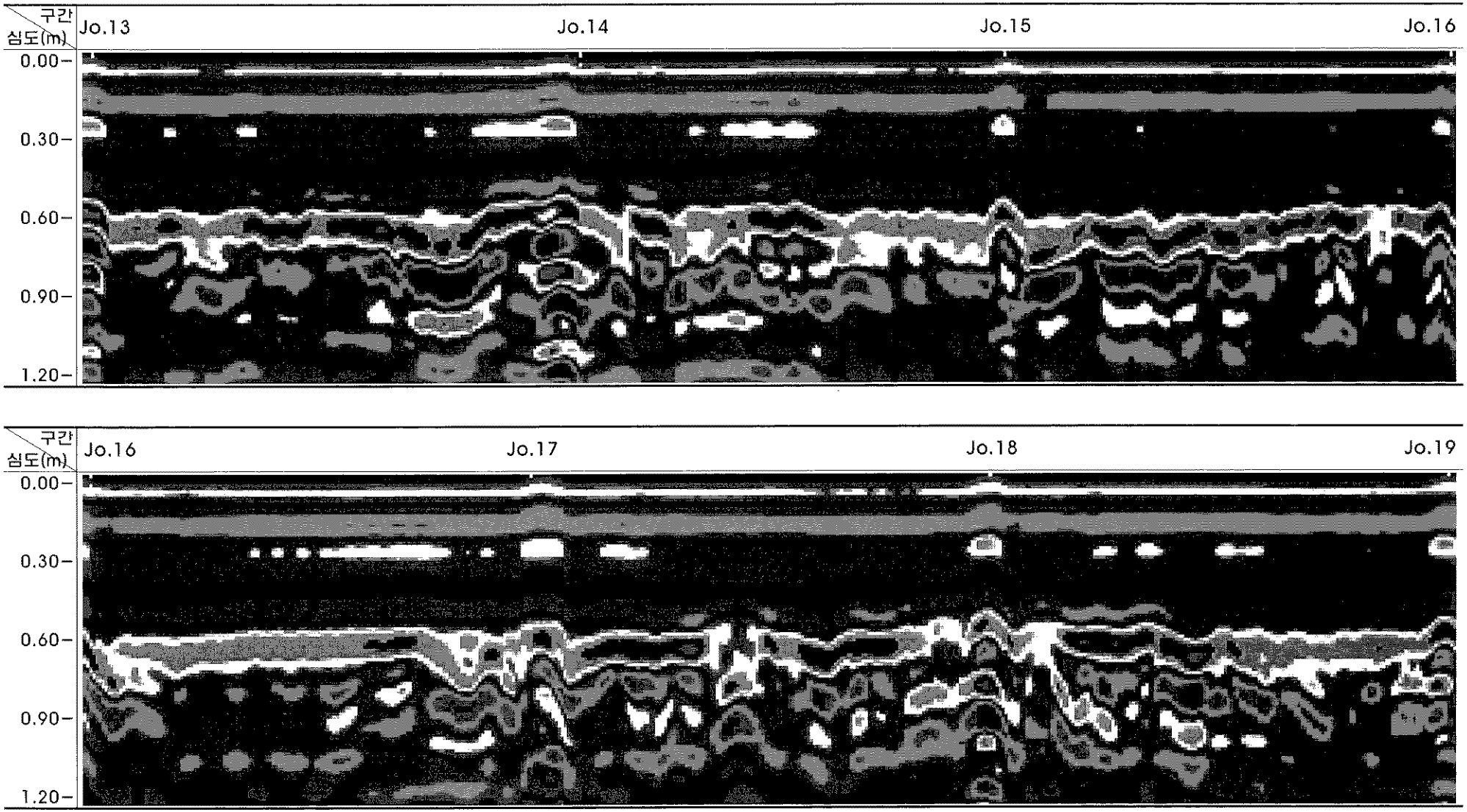
1) 봉현터널

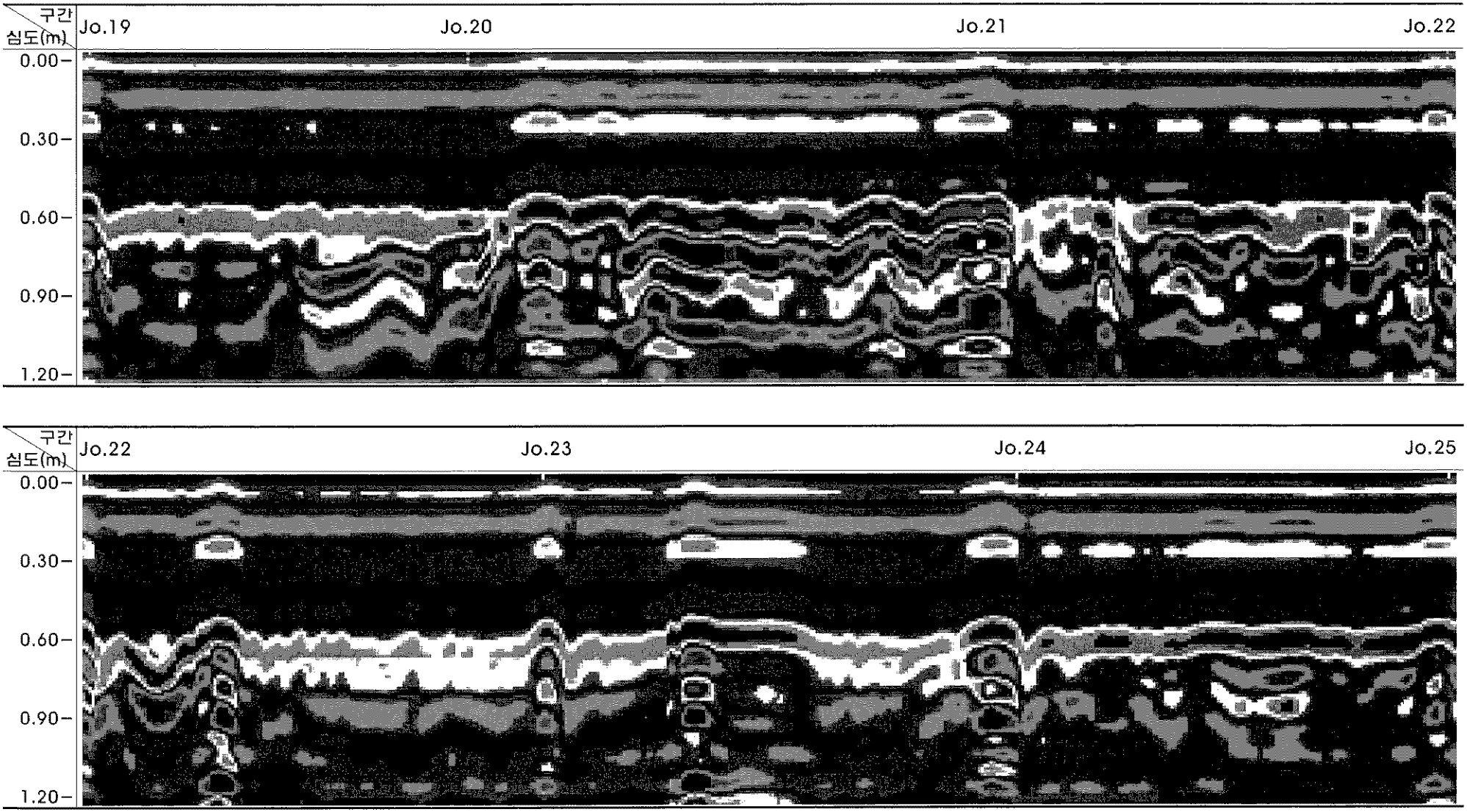
① 성남방향

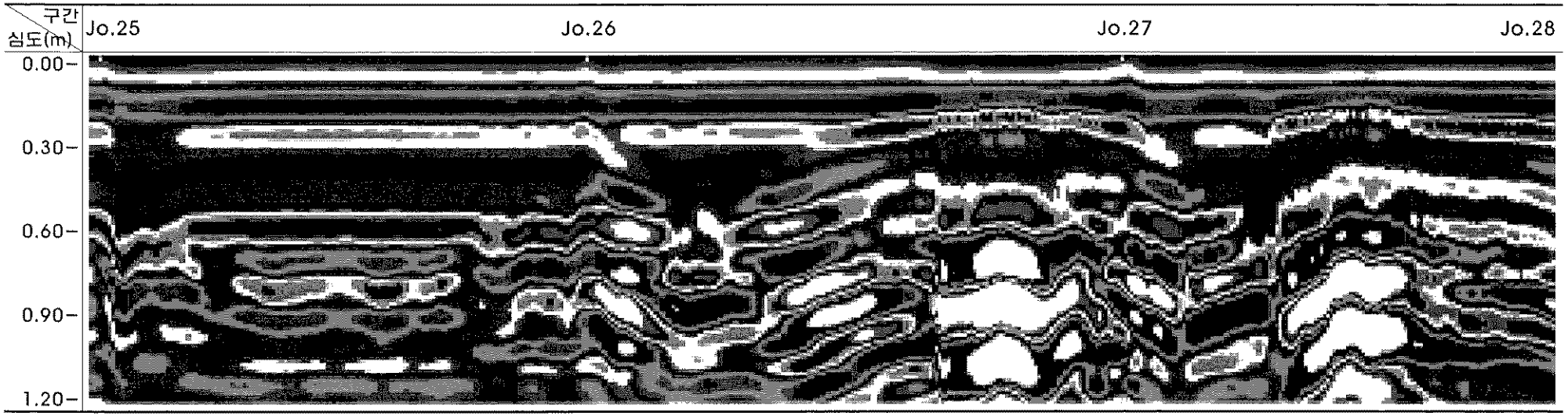
□ 성남방향 천단부 CL

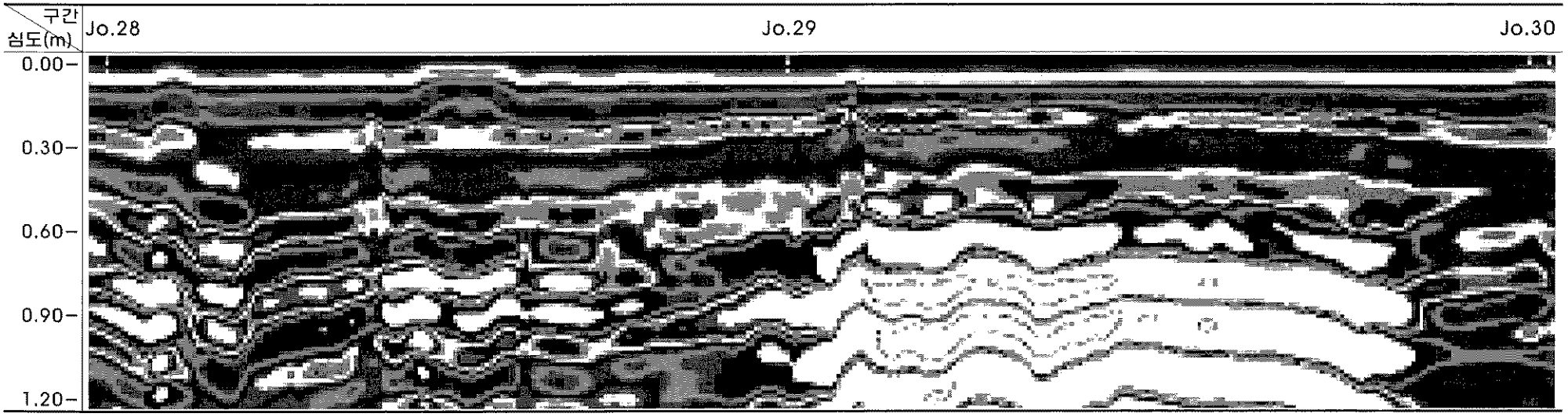

구간
심도(m)
시점
Jo.2
Jo.3
Jo.4
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.4
Jo.5
Jo.6
Jo.7
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.7
Jo.8
Jo.9
Jo.10
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.10
Jo.11
Jo.12
Jo.13
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

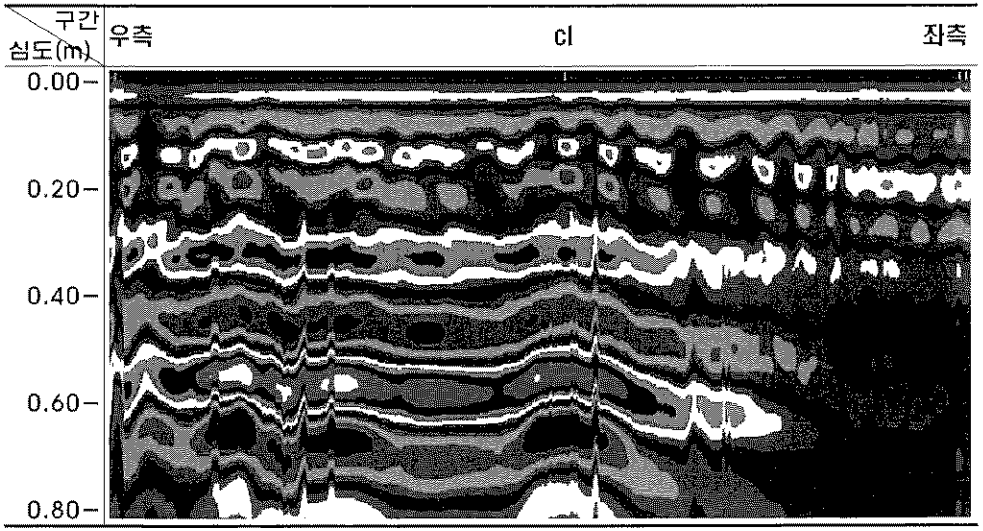

구간
심도(m)
Jo.13
Jo.14
Jo.15
Jo.16
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.16
Jo.17
Jo.18
Jo.19
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.19
Jo.20
Jo.21
Jo.22
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.22
Jo.23
Jo.24
Jo.25
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

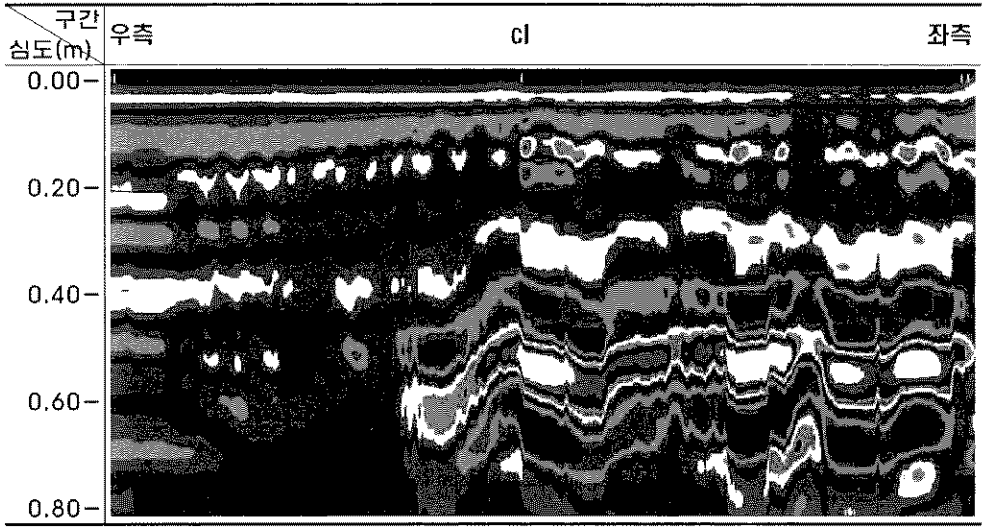

구간
심도(m)
Jo.25
Jo.26
Jo.27
Jo.28
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.28
Jo.29
Jo.30
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

□ S7 횡측선

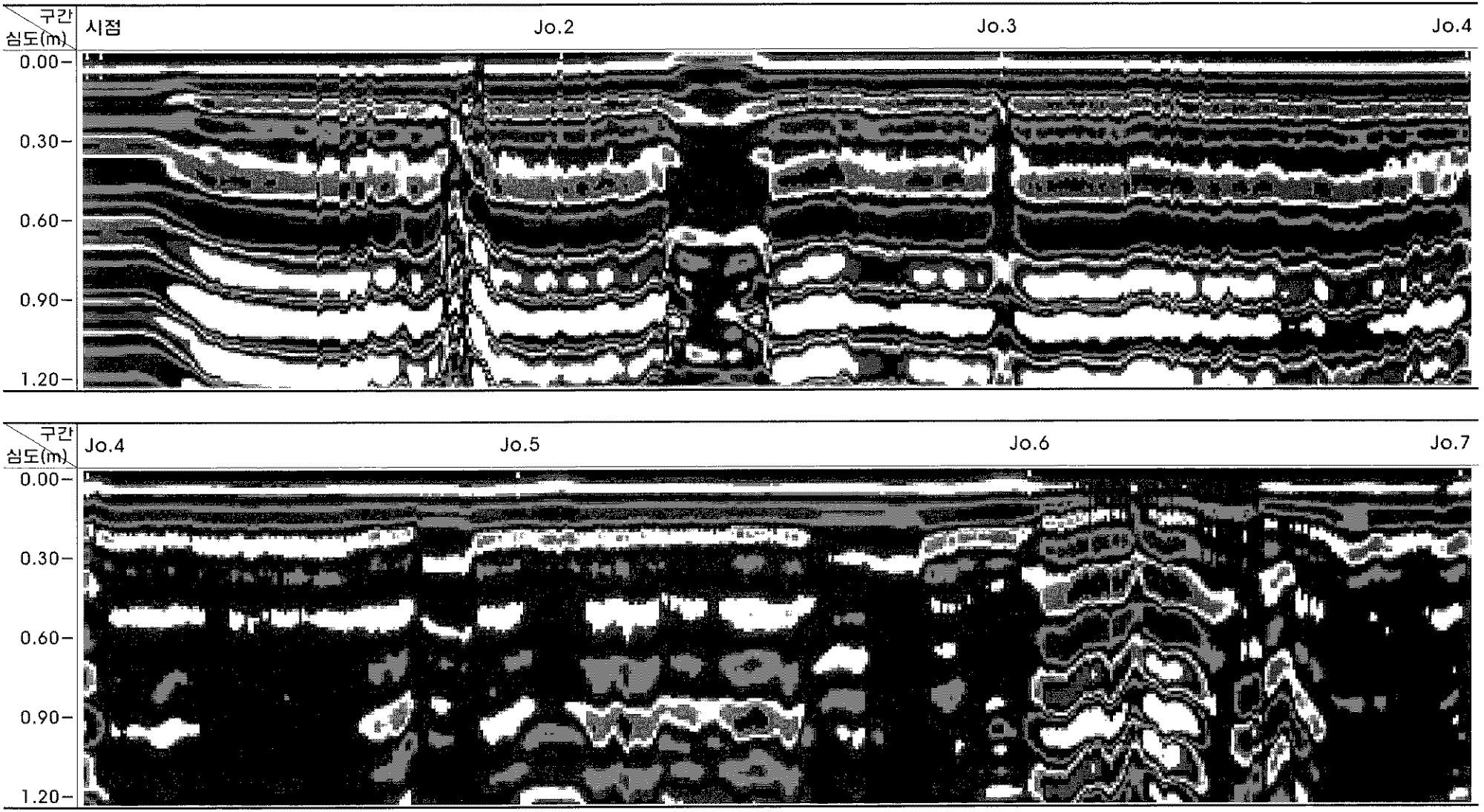


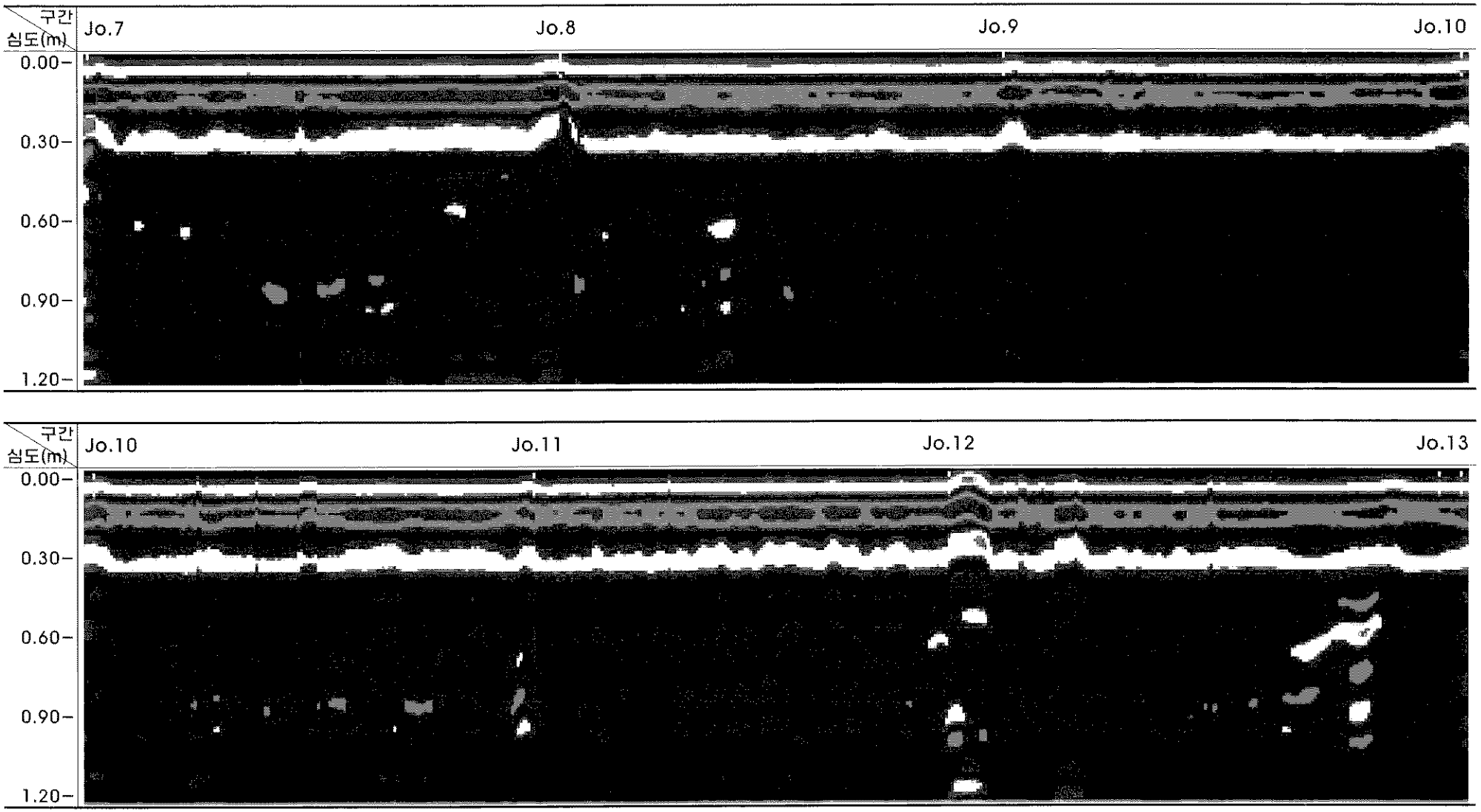
□ S20 횡측선

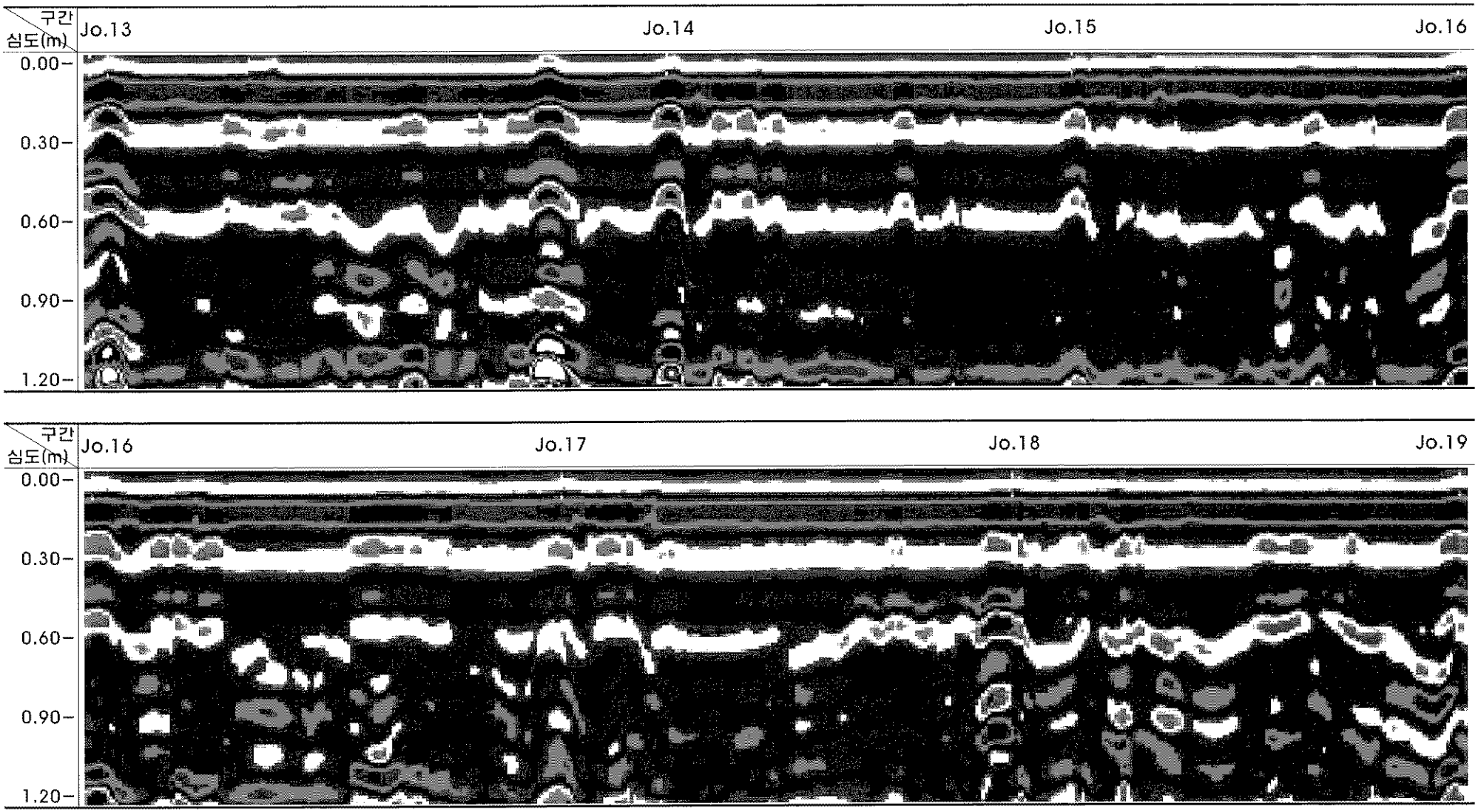


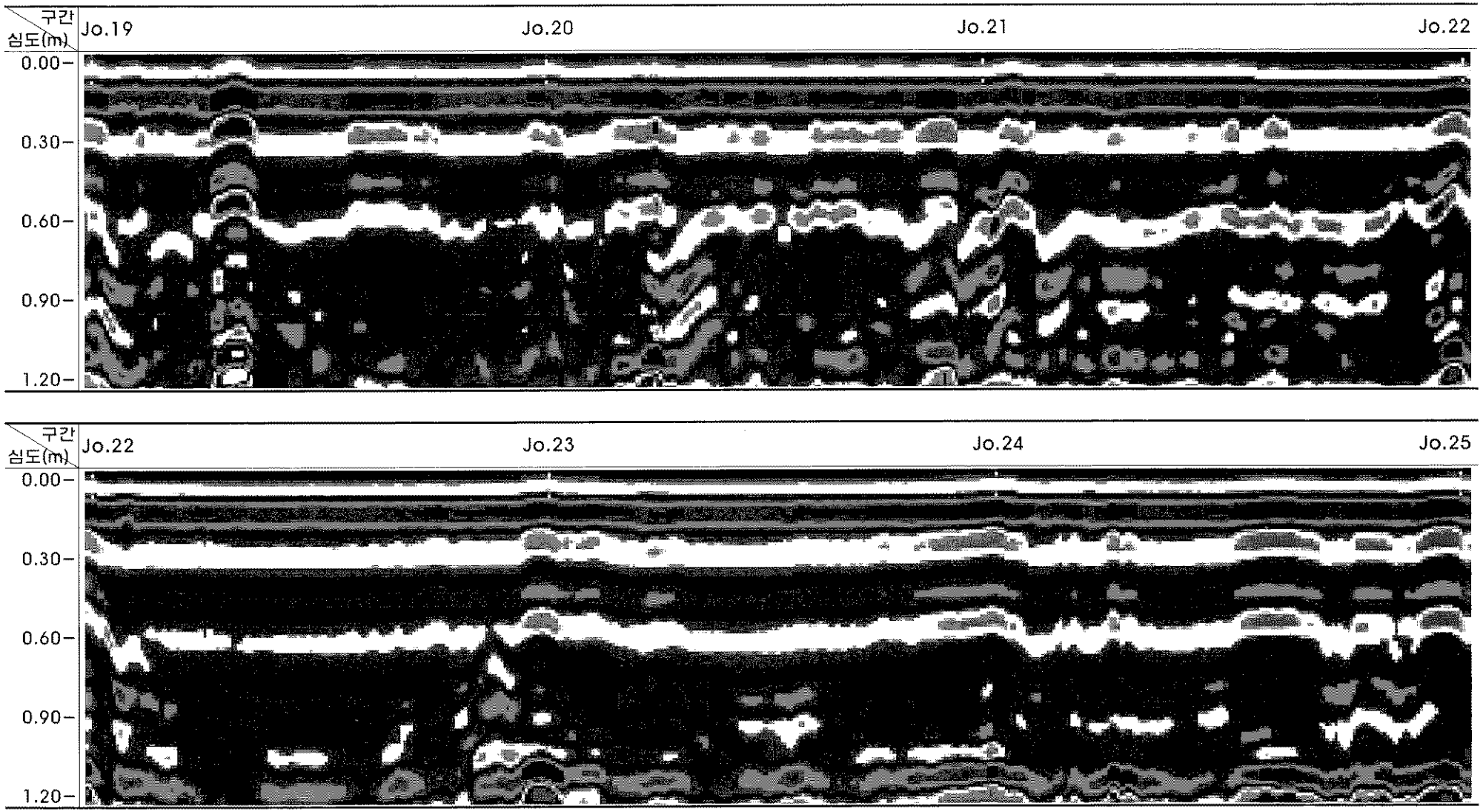
② 장호원방향

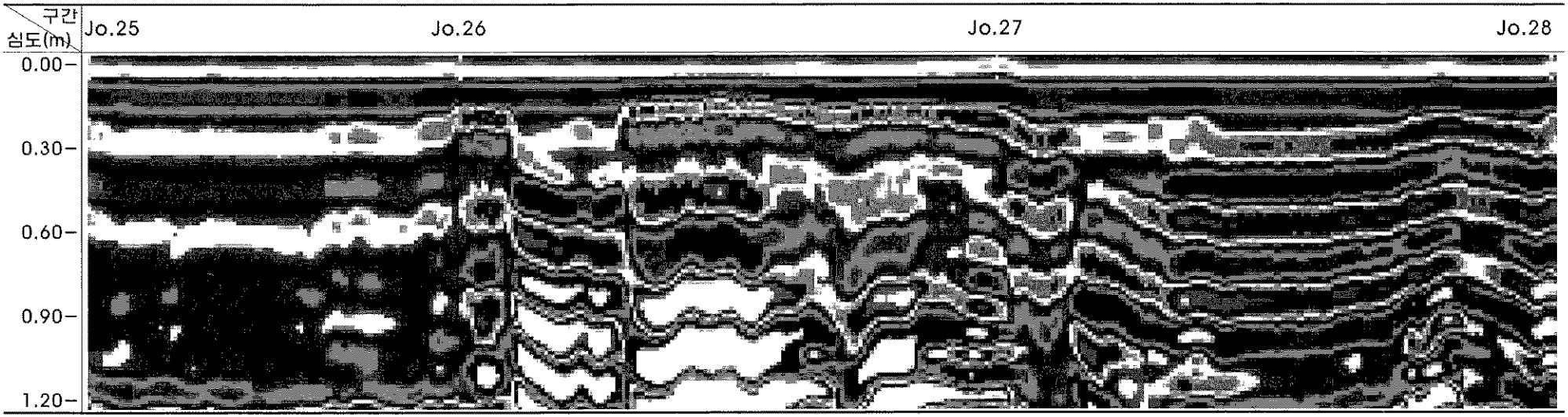
□ 장호원방향 천단부 CL

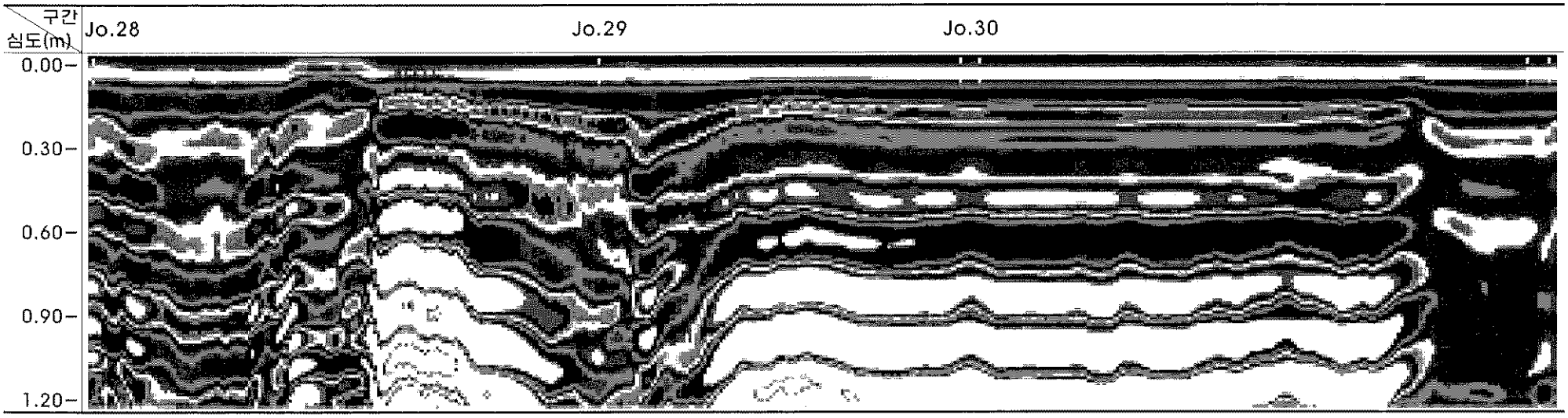

구간
심도(m)
시점
Jo.2
Jo.3
Jo.4
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.4
Jo.5
Jo.6
Jo.7
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.7
Jo.8
Jo.9
Jo.10
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.10
Jo.11
Jo.12
Jo.13
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

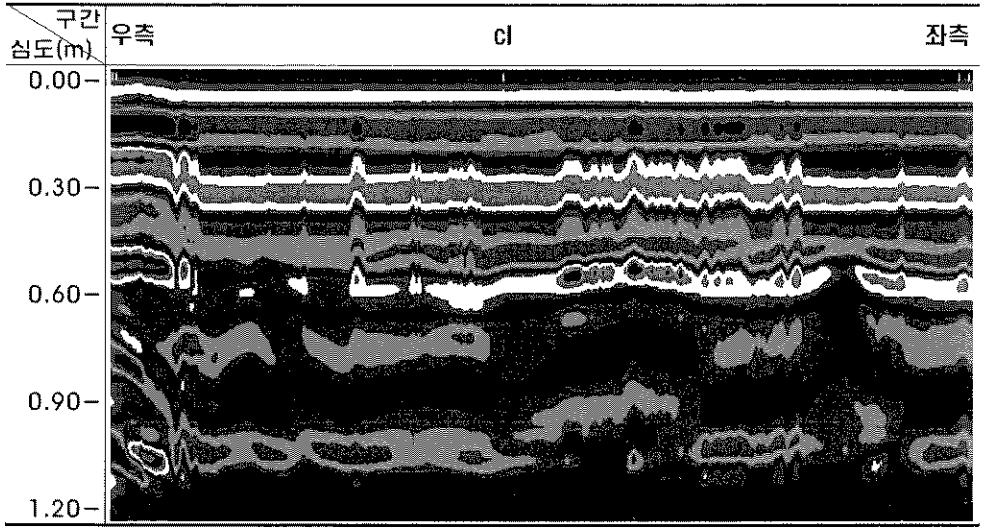

구간
심도(m)
Jo.13
Jo.14
Jo.15
Jo.16
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.16
Jo.17
Jo.18
Jo.19
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.19
Jo.20
Jo.21
Jo.22
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.22
Jo.23
Jo.24
Jo.25
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

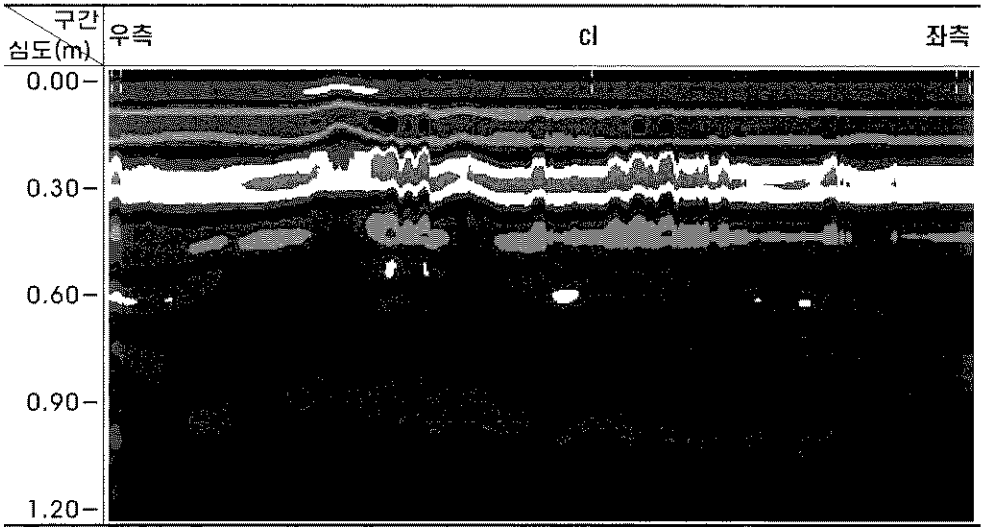

구간
심도(m)
Jo.25
Jo.26
Jo.27
Jo.28
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.28
Jo.29
Jo.30
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

□ S10 횡측선



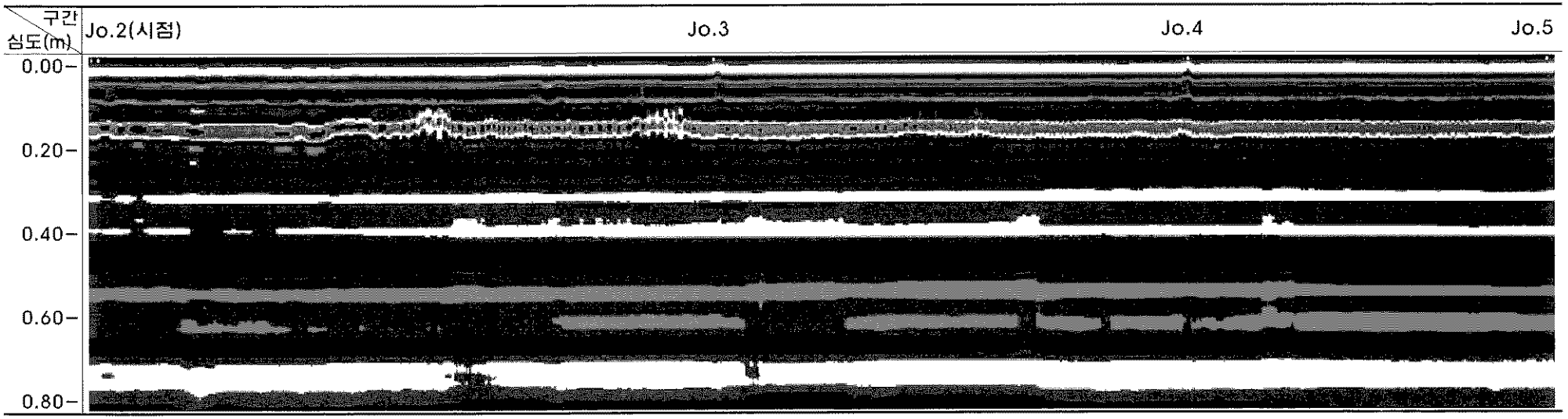
□ S21 횡측선

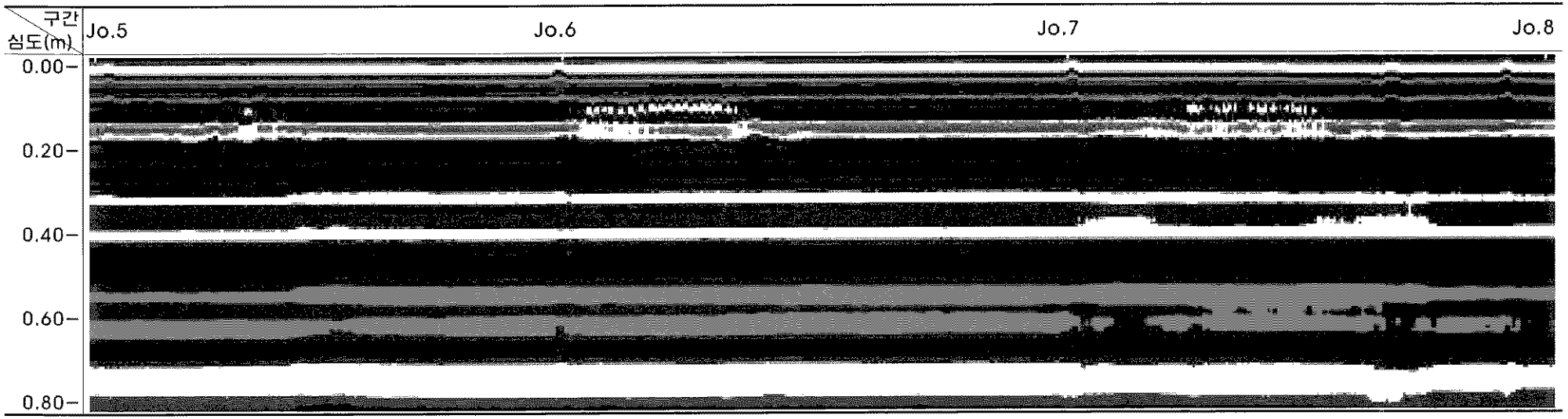


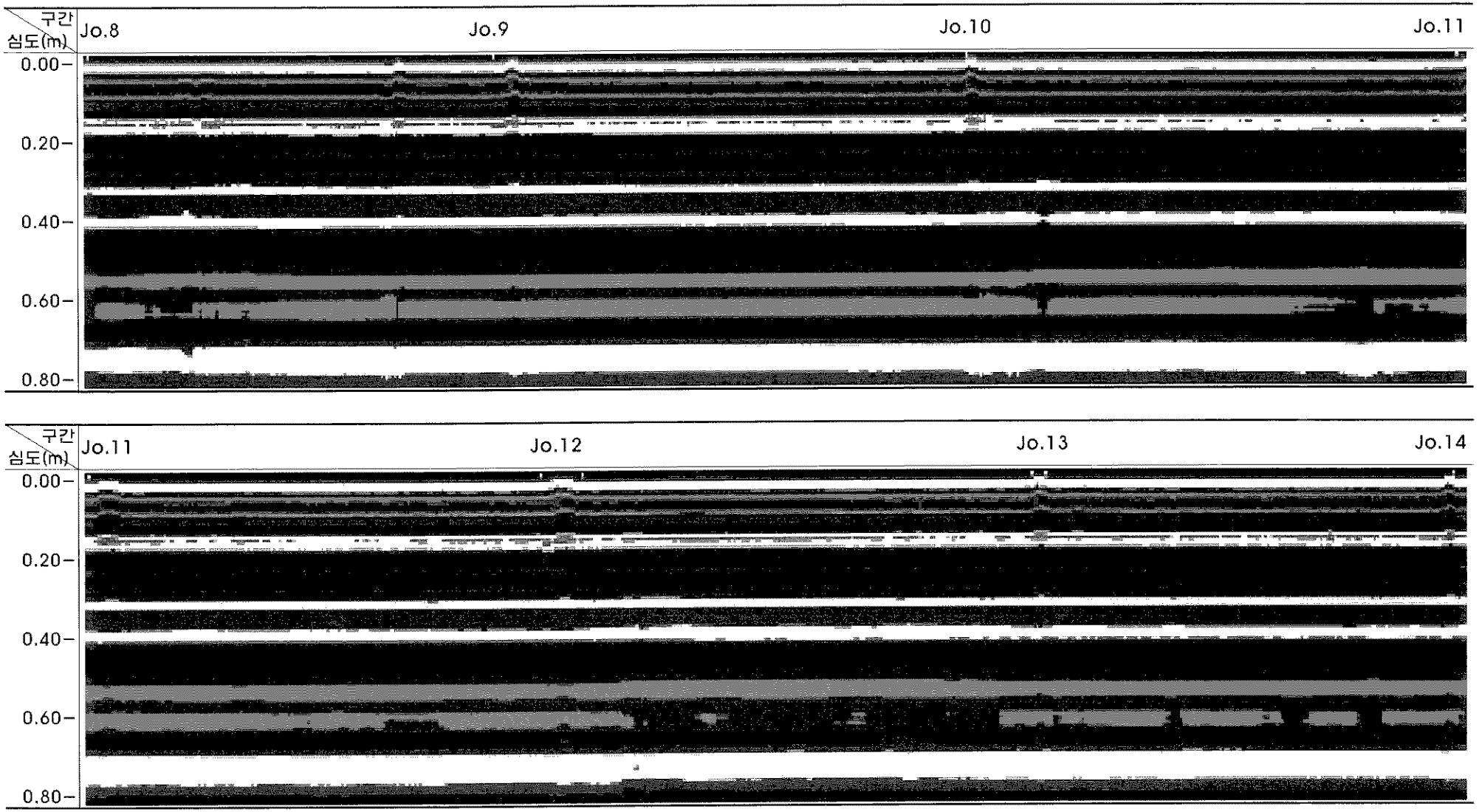
2) 정개터널

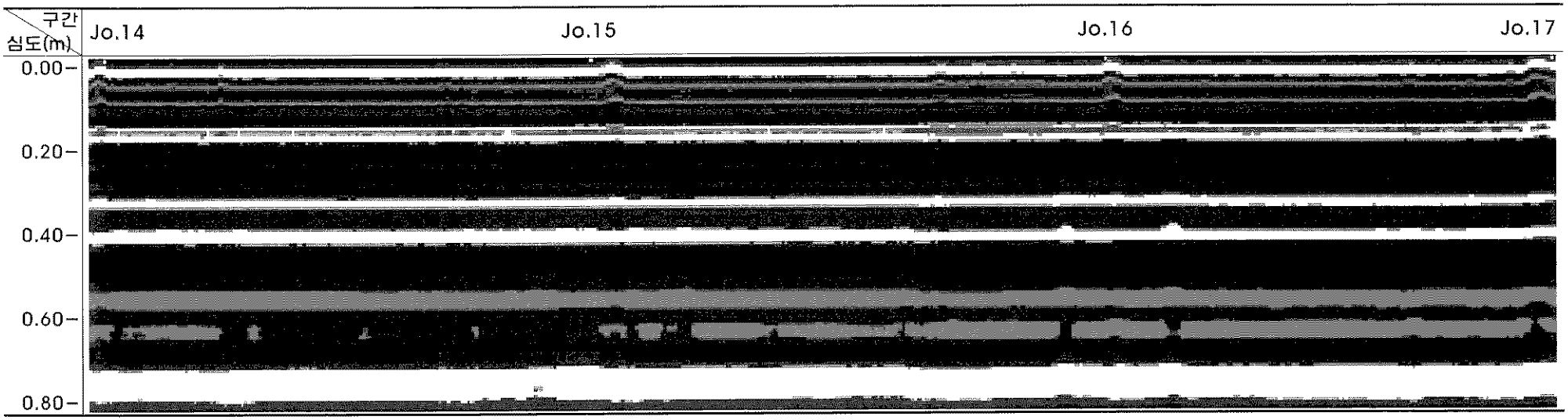
① 성남방향

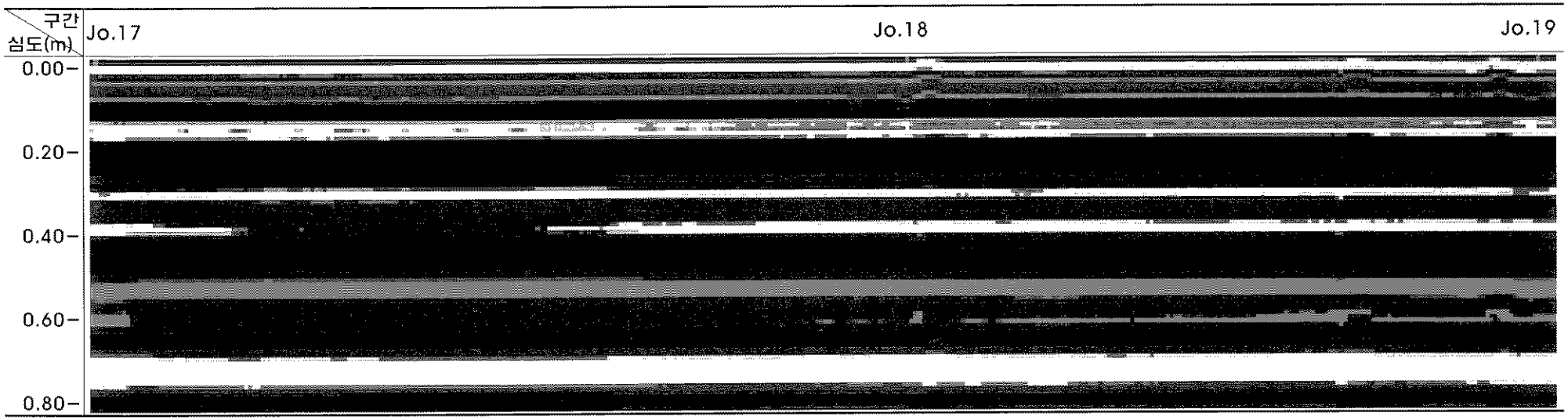
□ 성남방향 천단부 CL

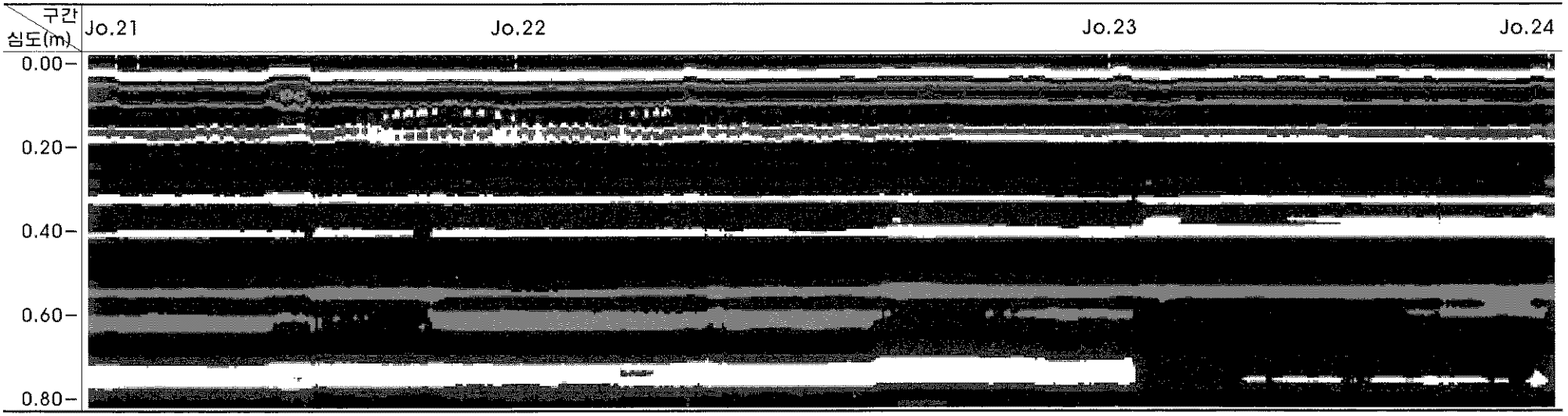

구간
심도(m)
Jo.2(시점)
Jo.3
Jo.4
Jo.5
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

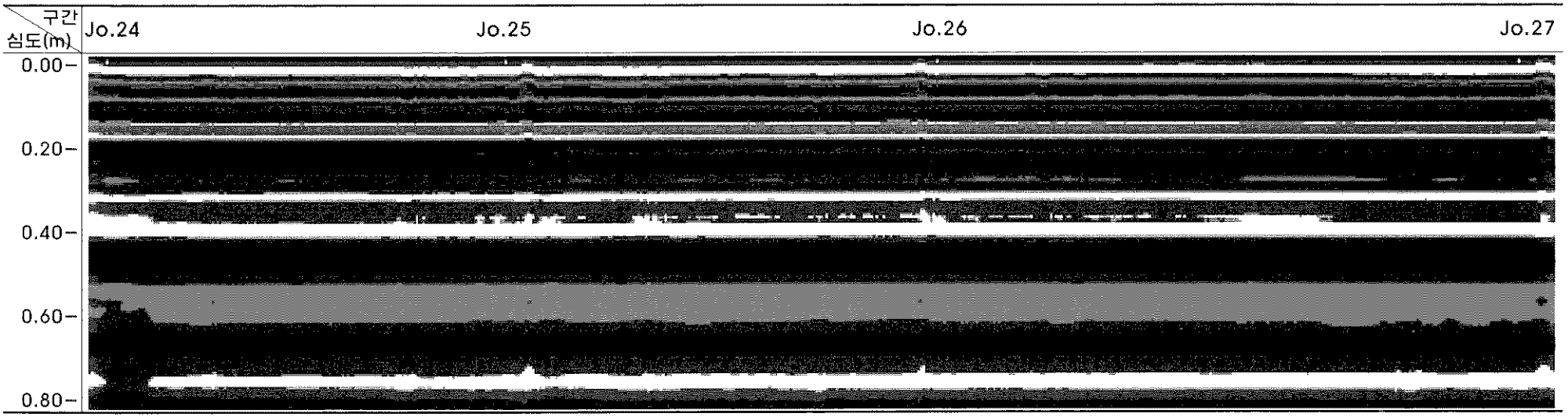

구간
심도(m)
Jo.5
Jo.6
Jo.7
Jo.8
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

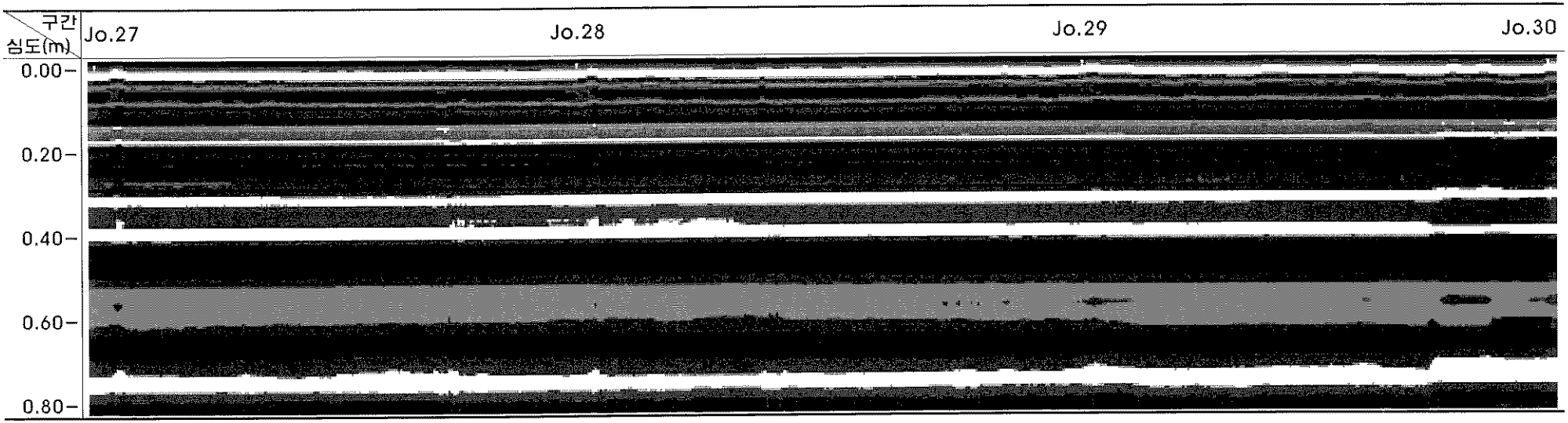

구간
심도(m)
Jo.8
Jo.9
Jo.10
Jo.11
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.11
Jo.12
Jo.13
Jo.14
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

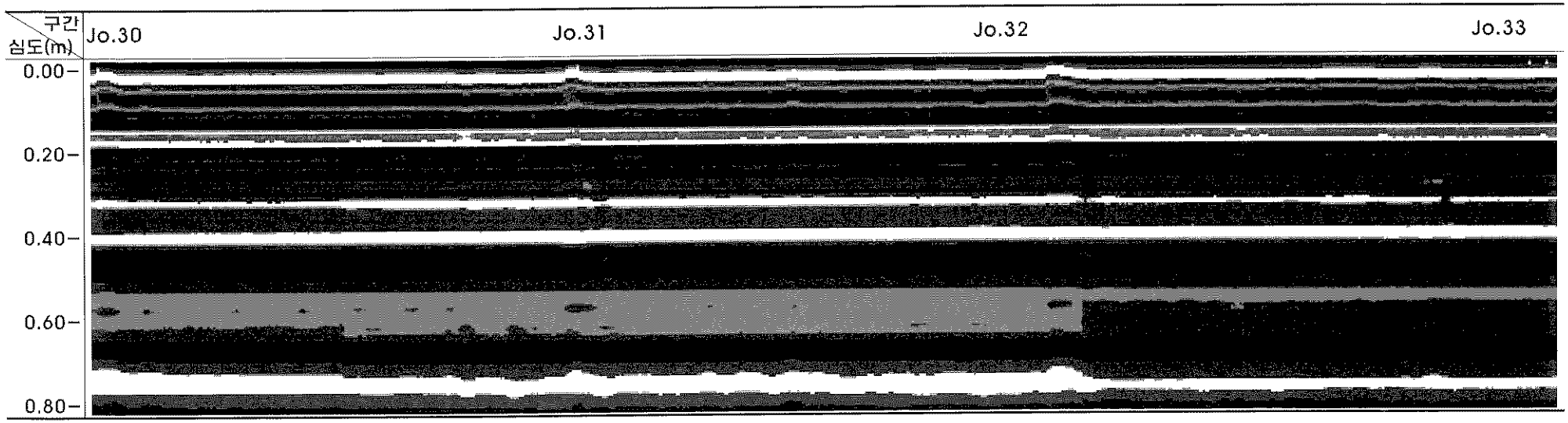

구간
심도(m)
Jo.14
Jo.15
Jo.16
Jo.17
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

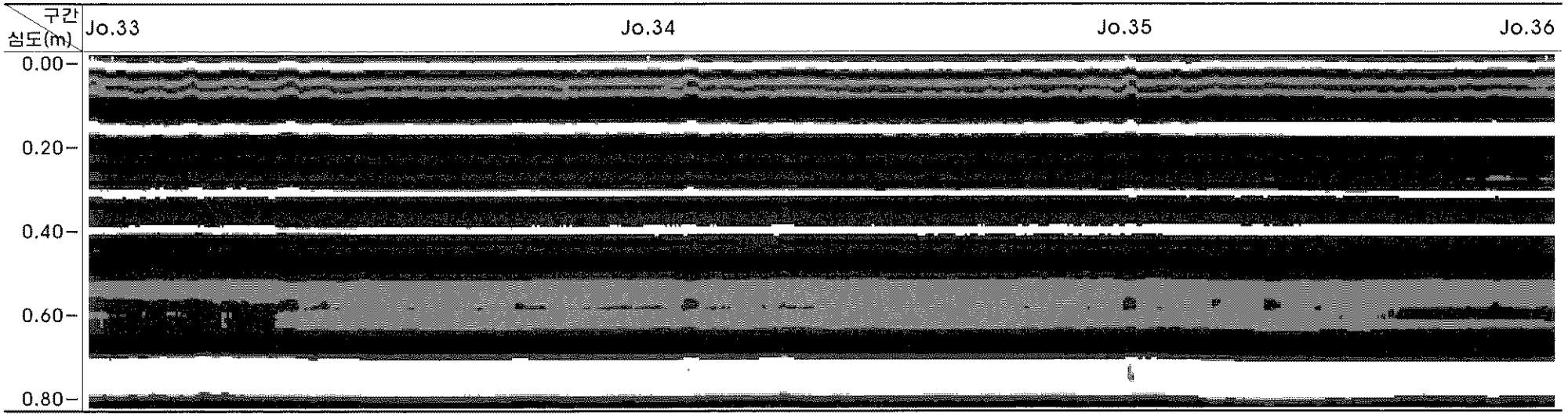

구간
심도(m)
Jo.17
Jo.18
Jo.19
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

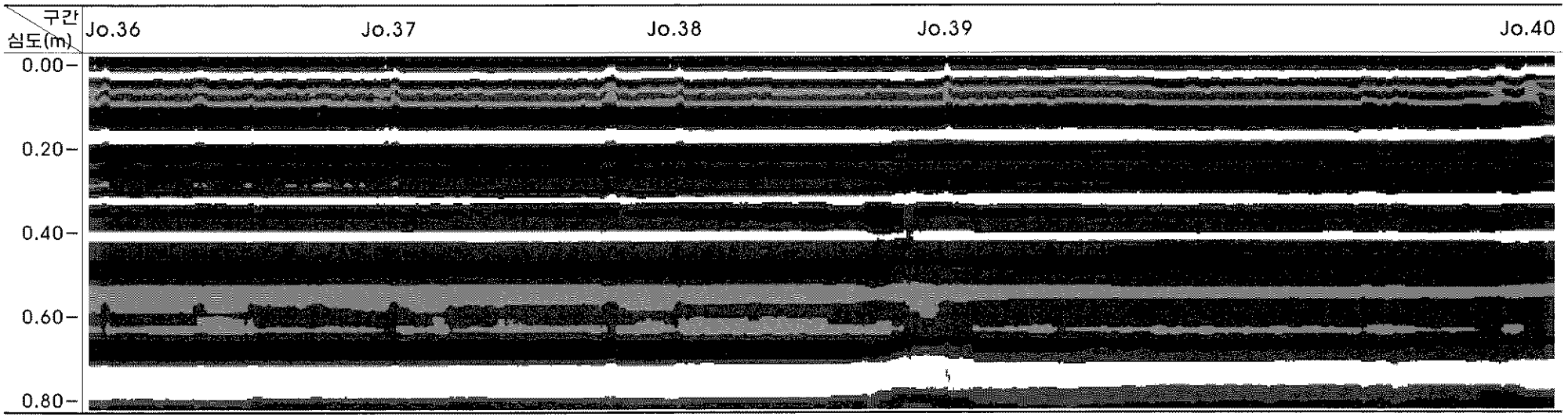

구간
심도(m)
Jo.21
Jo.22
Jo.23
Jo.24
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

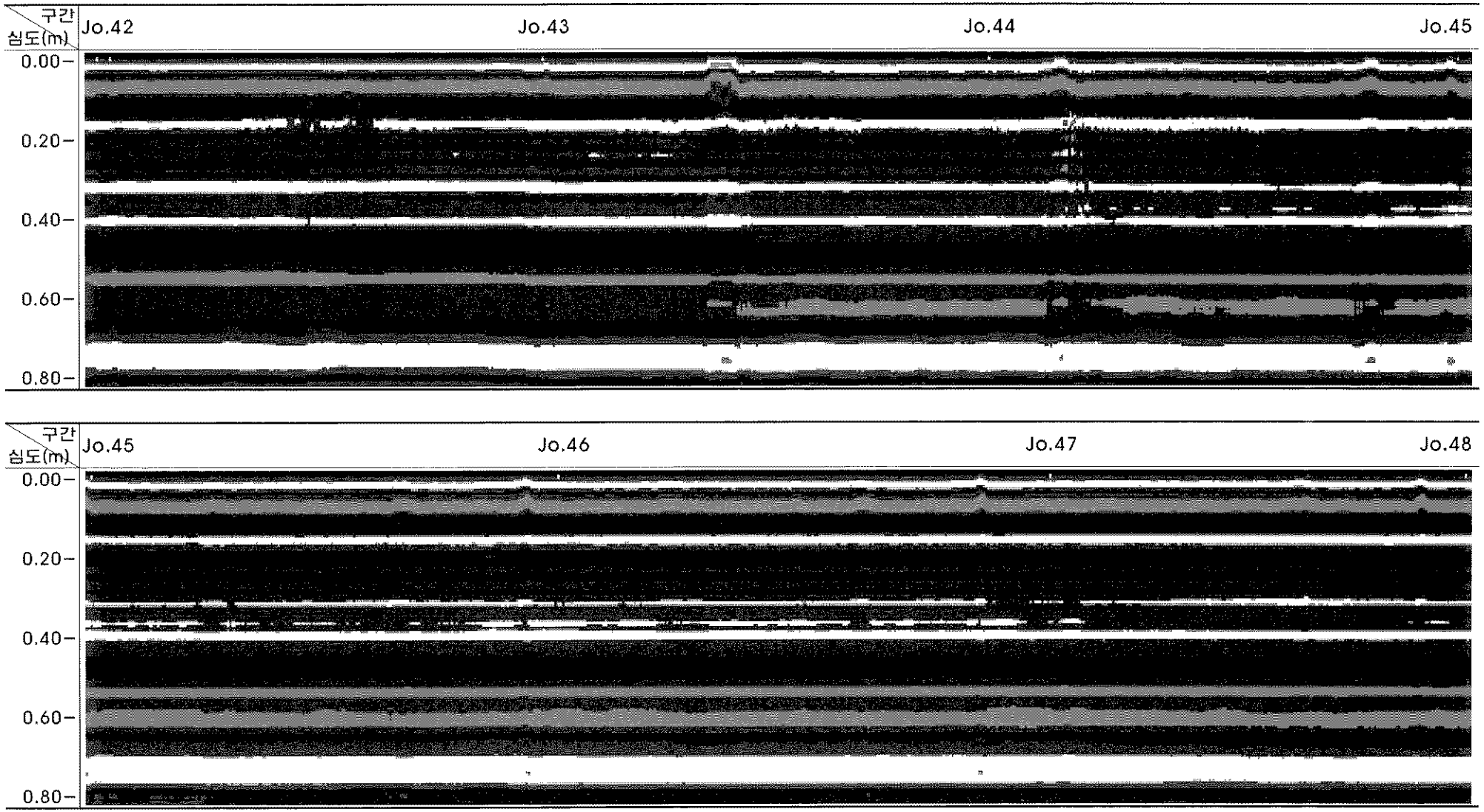

구간
심도(m)
Jo.24
Jo.25
Jo.26
Jo.27
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

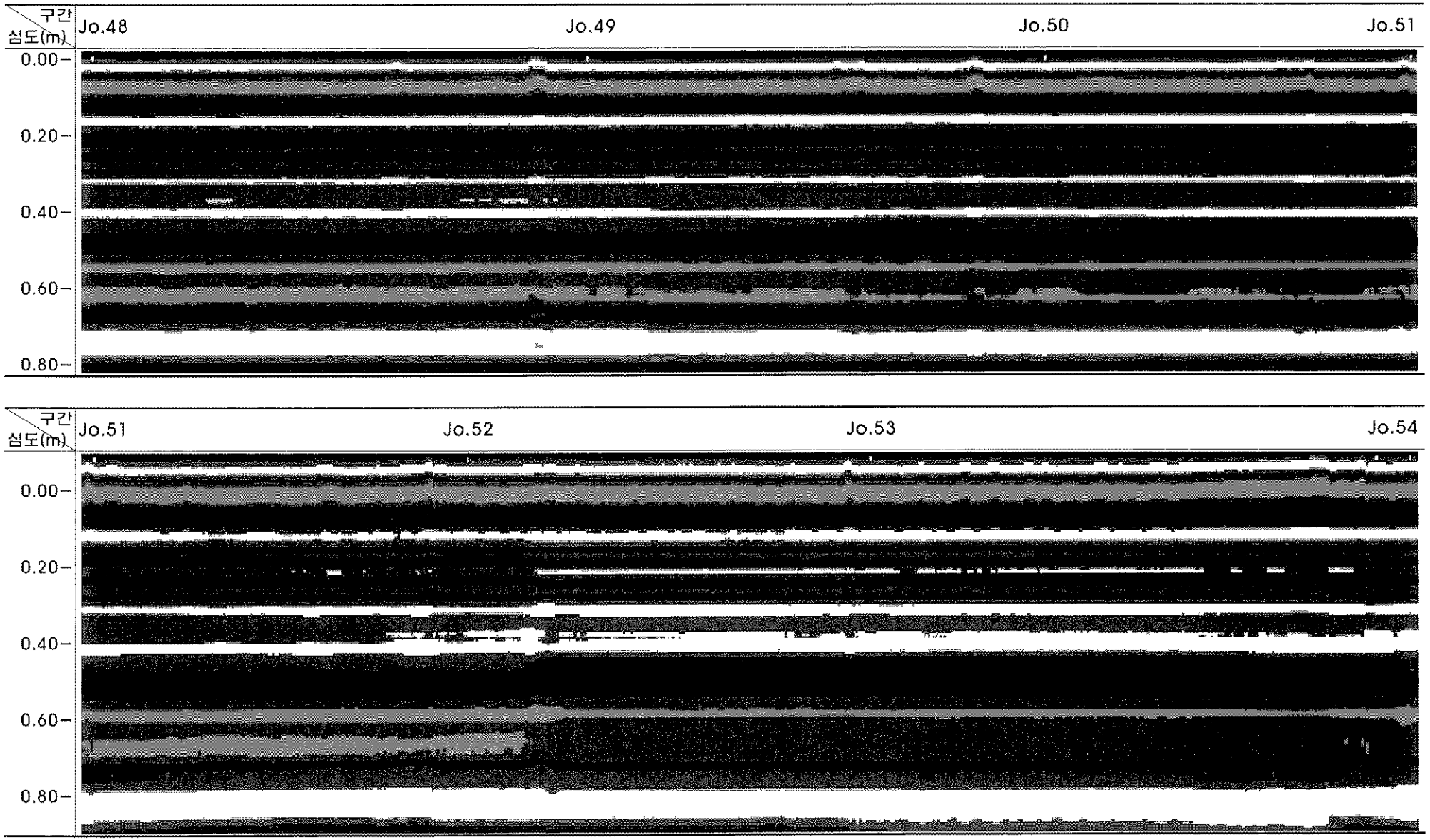

구간
심도(m)
Jo.27
Jo.28
Jo.29
Jo.30
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

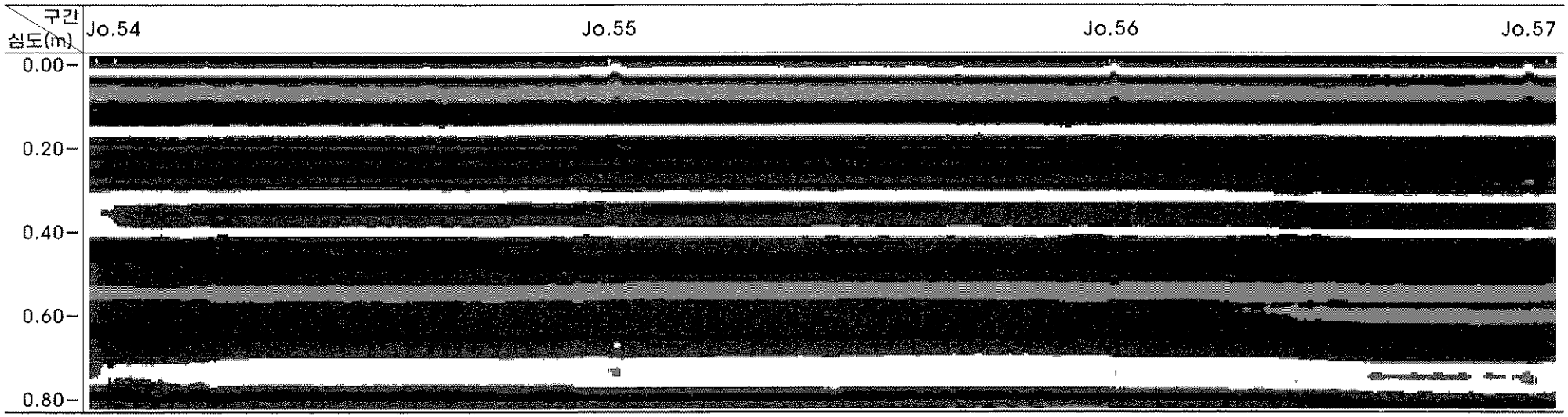

구간
심도(m)
Jo.30
Jo.31
Jo.32
Jo.33
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

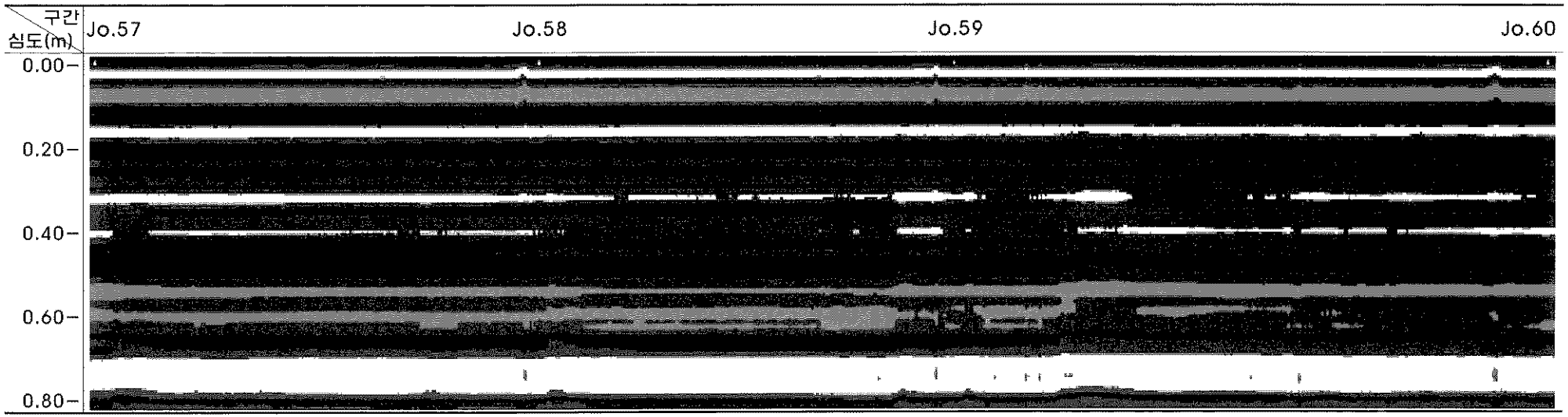

구간
심도(m)
Jo.33
Jo.34
Jo.35
Jo.36
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

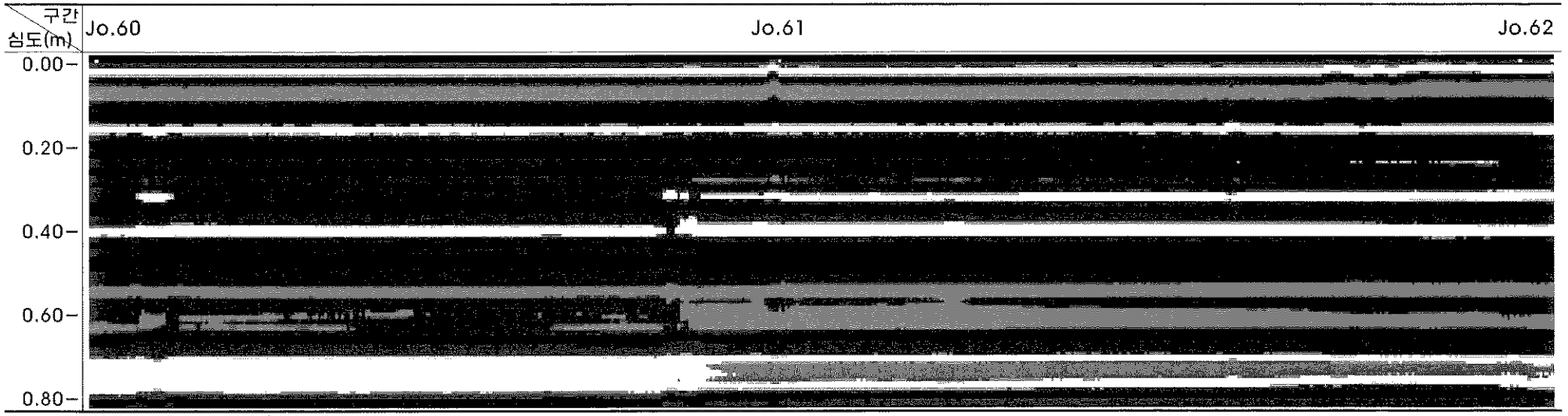

구간
심도(m)
Jo.36
Jo.37
Jo.38
Jo.39
Jo.40
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

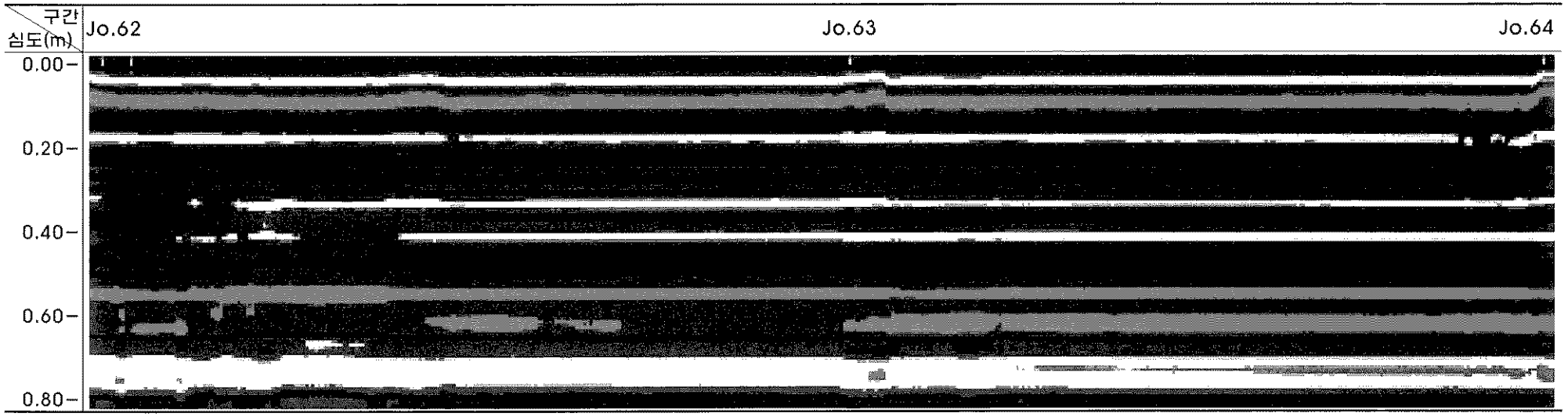

구간
심도(m)
Jo.42
Jo.43
Jo.44
Jo.45
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.45
Jo.46
Jo.47
Jo.48
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

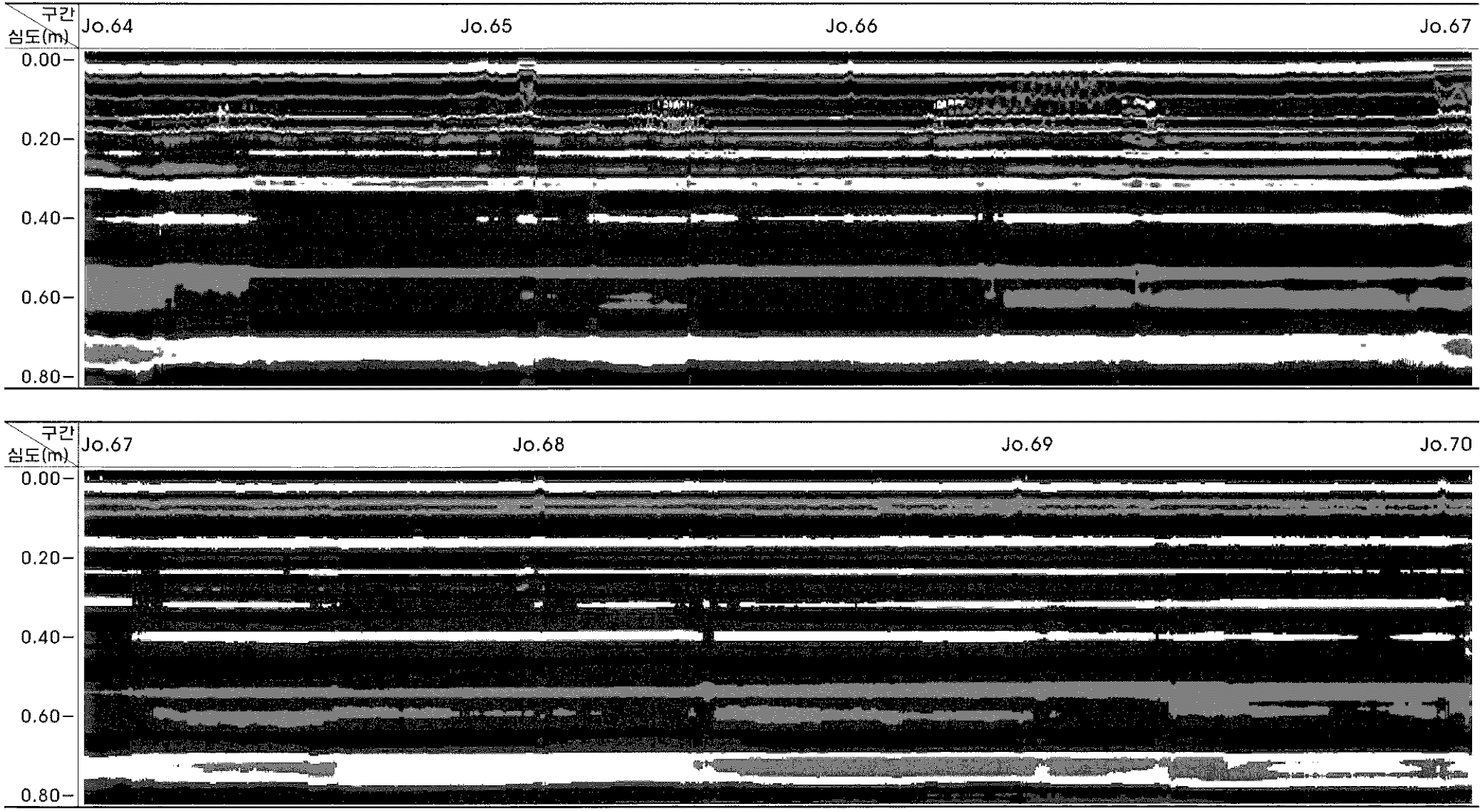

구간
심도(m)
Jo.48
Jo.49
Jo.50
Jo.51
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.51
Jo.52
Jo.53
Jo.54
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

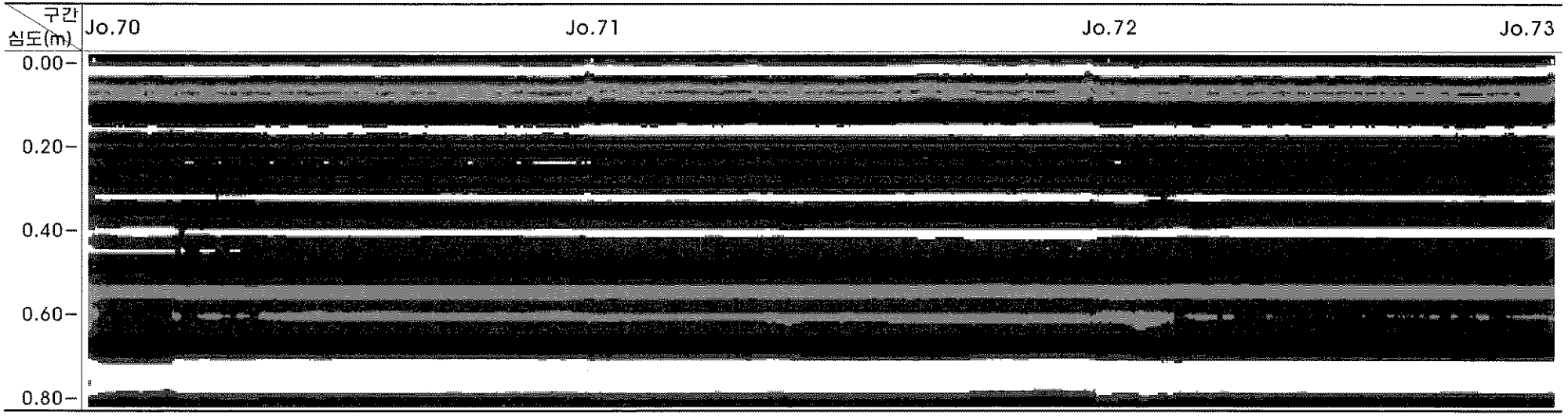

구간
심도(m)
Jo.54
Jo.55
Jo.56
Jo.57
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

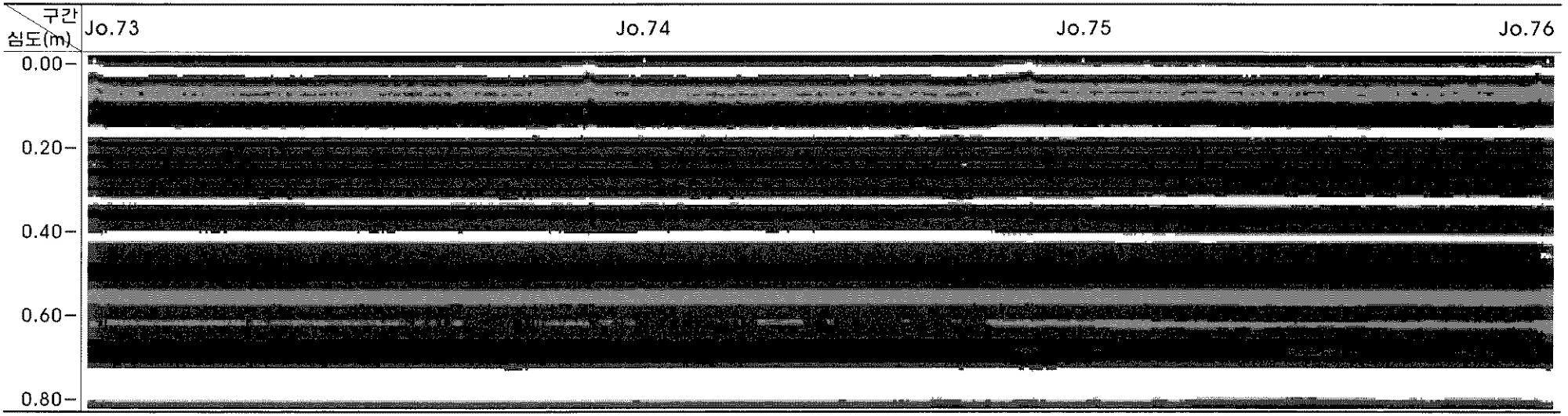

구간
심도(m)
Jo.57
Jo.58
Jo.59
Jo.60
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

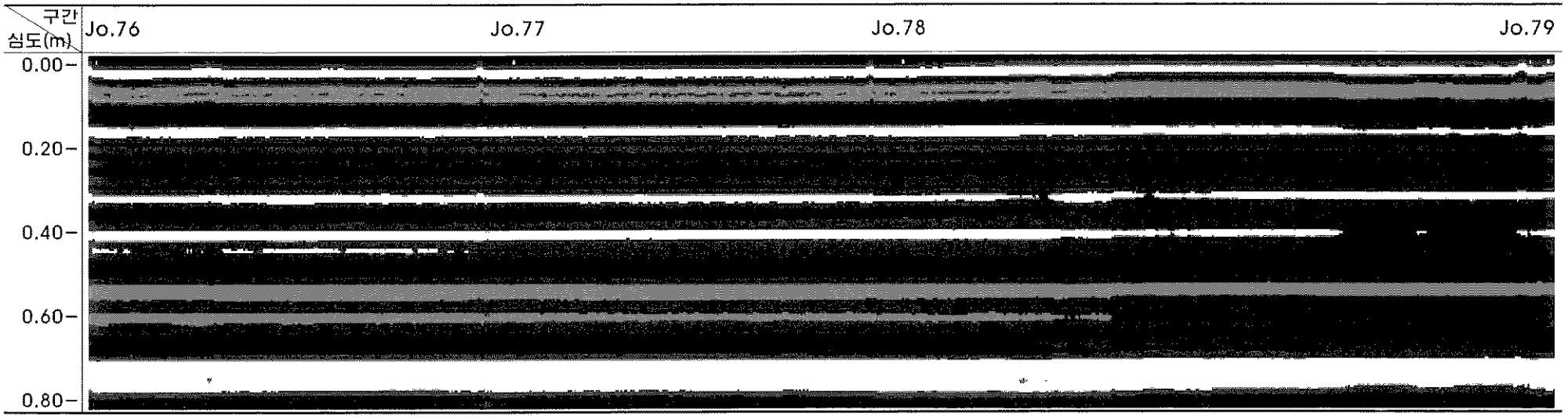

구간
심도(m)
Jo.60
Jo.61
Jo.62
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

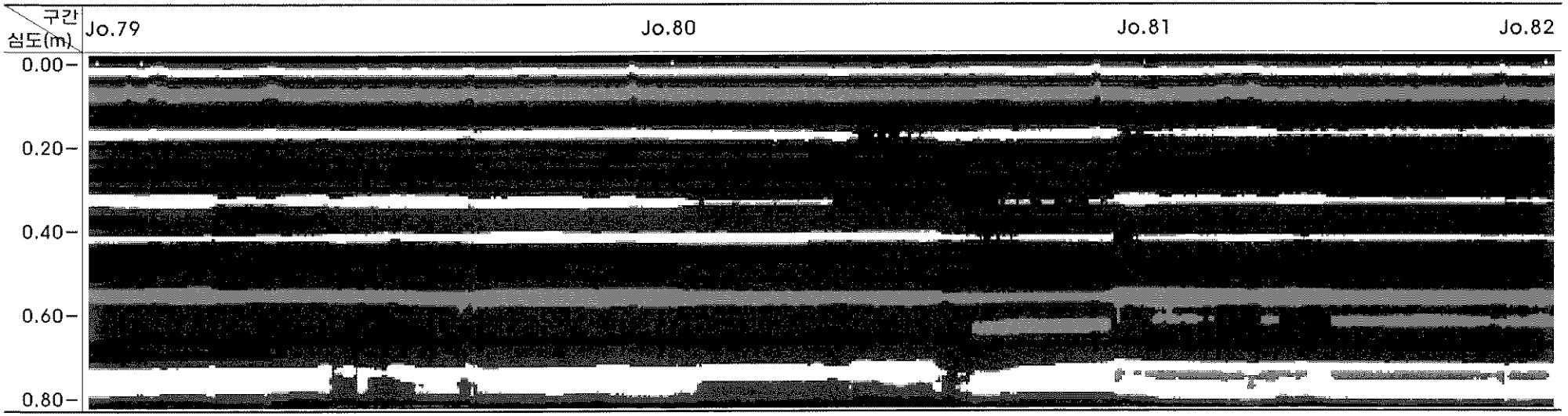

구간
심도(m)
Jo.62
Jo.63
Jo.64
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

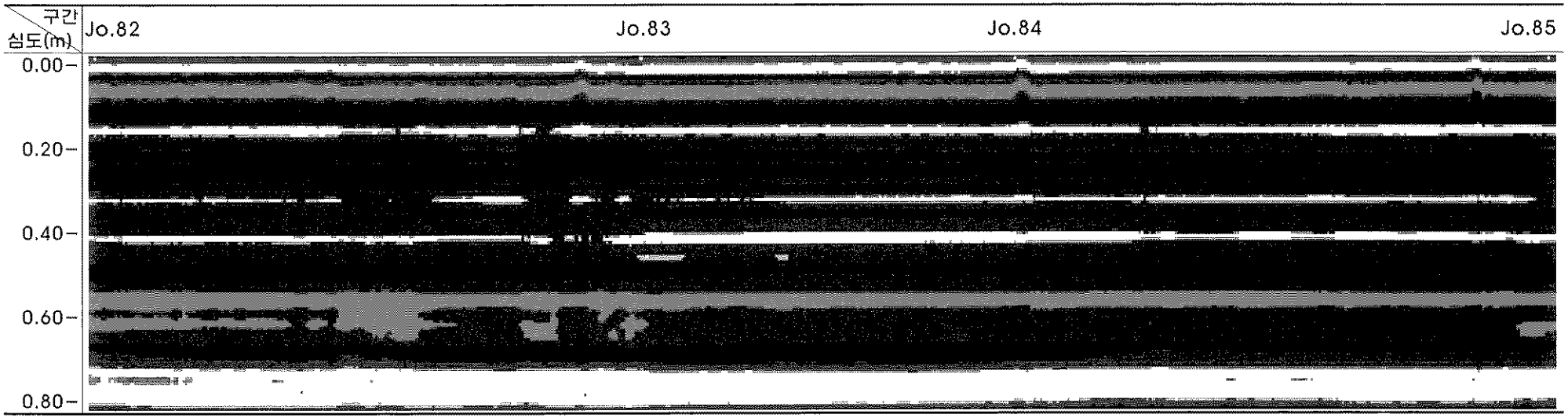

구간
심도(m)
Jo.64
Jo.65
Jo.66
Jo.67
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.67
Jo.68
Jo.69
Jo.70
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

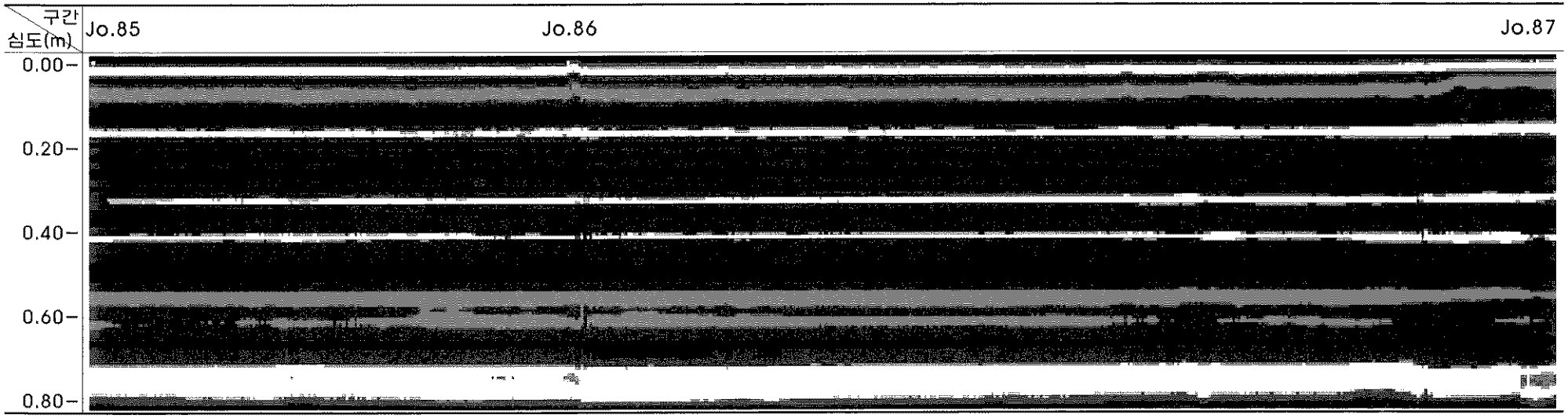

구간
심도(m)
Jo.70
Jo.71
Jo.72
Jo.73
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

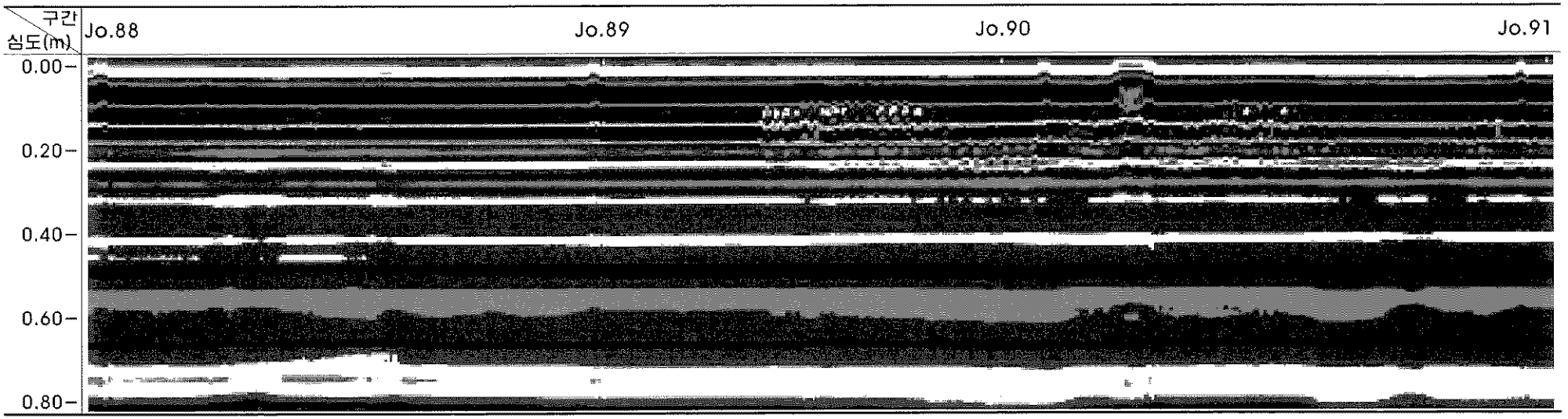

구간
심도(m)
Jo.73
Jo.74
Jo.75
Jo.76
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

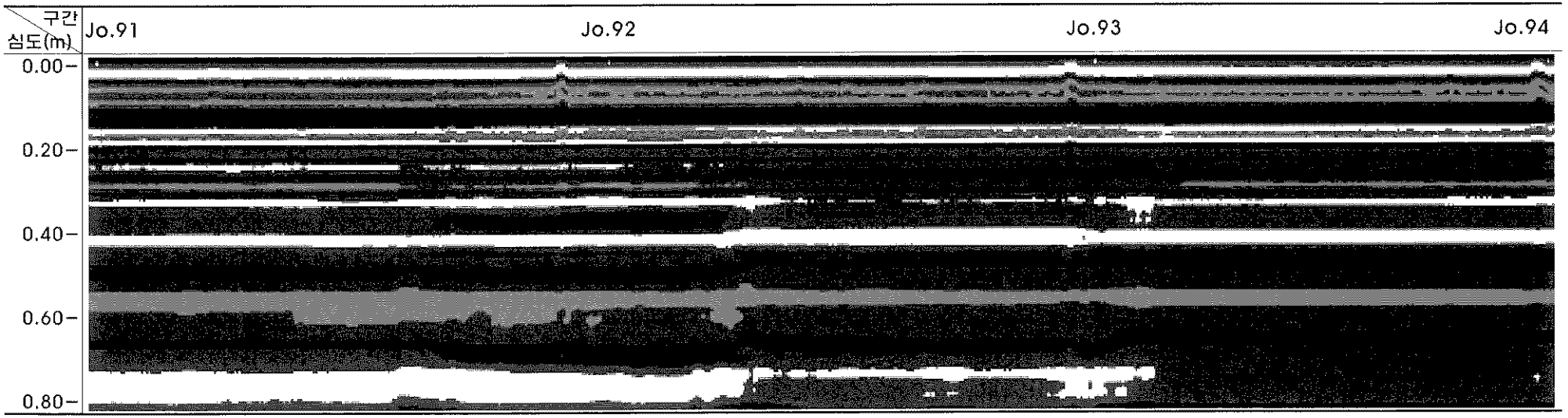

구간
심도(m)
Jo.76
Jo.77
Jo.78
Jo.79
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

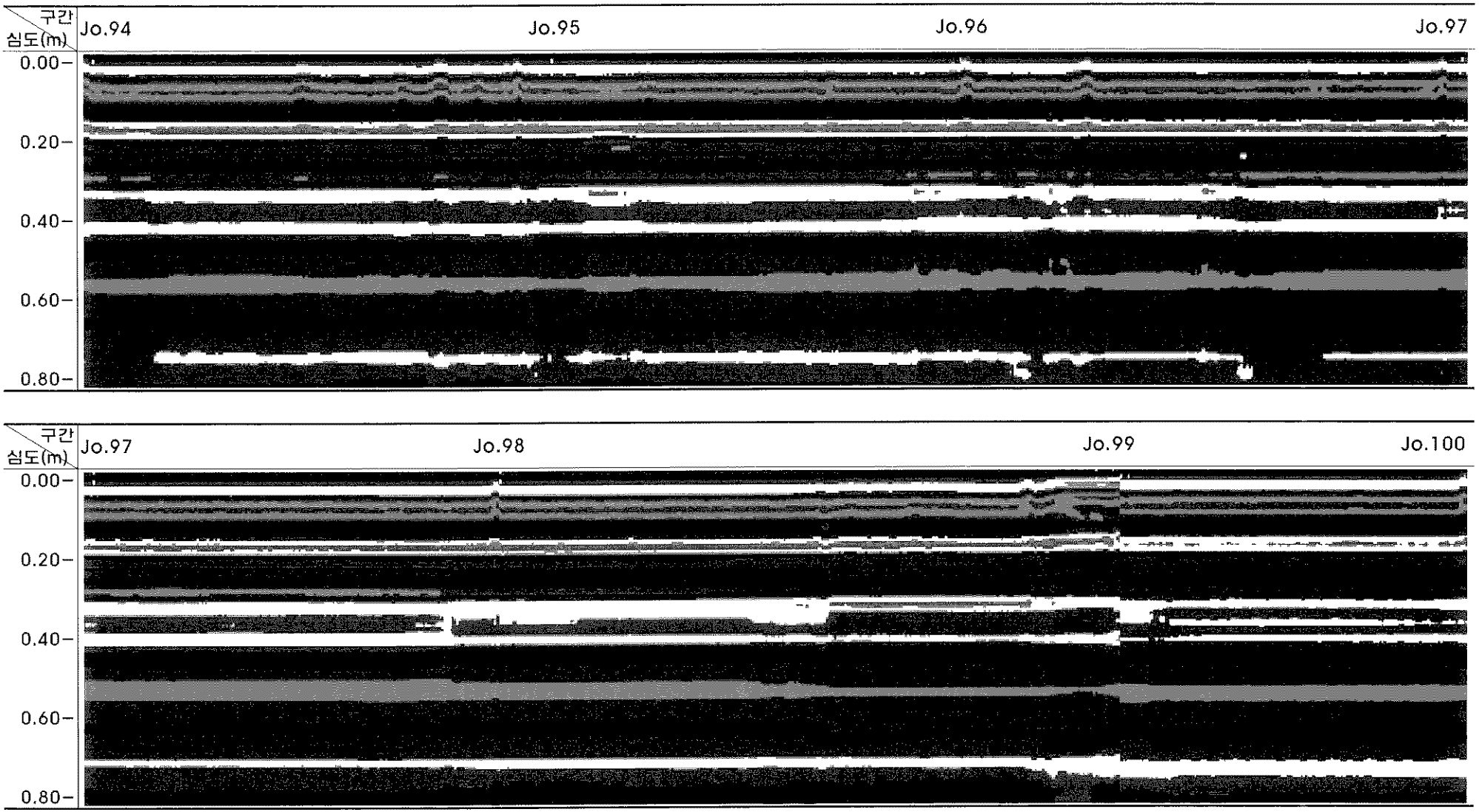

구간
심도(m)
Jo.79
Jo.80
Jo.81
Jo.82
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

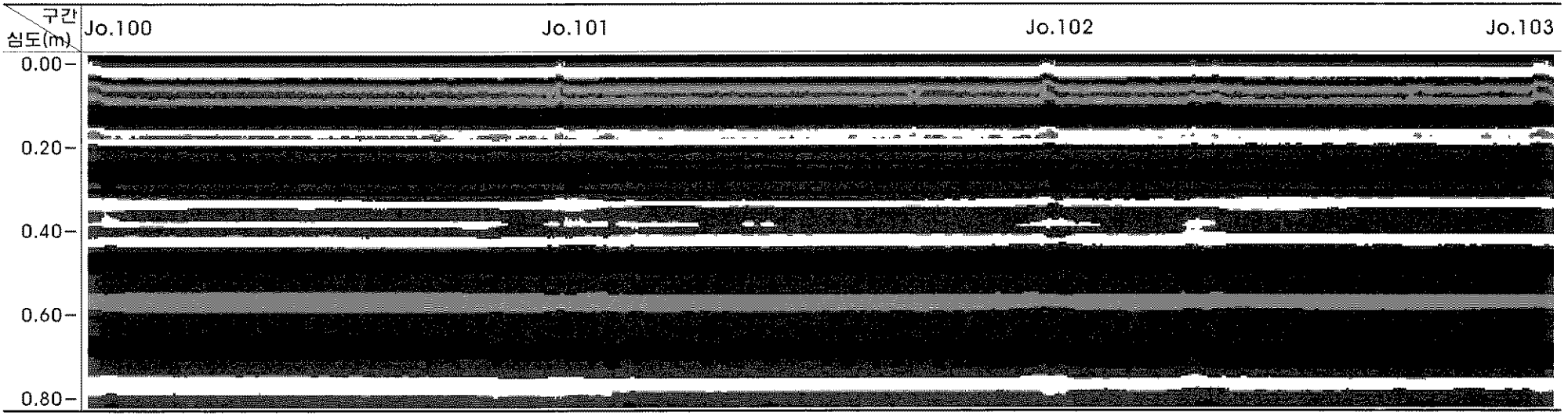

구간
심도(m)
Jo.82
Jo.83
Jo.84
Jo.85
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

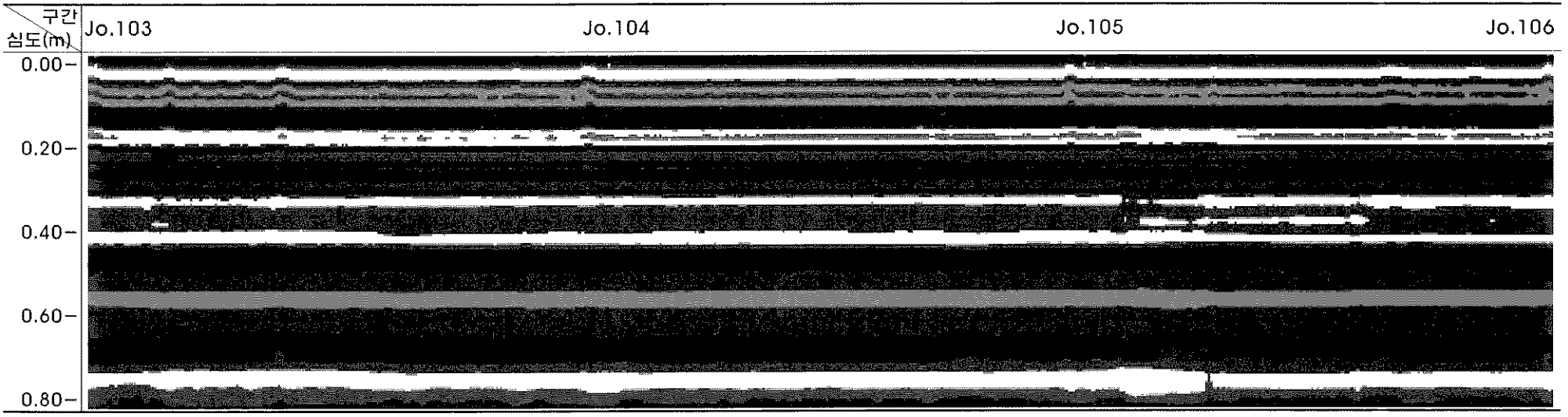

구간
심도(m)
Jo.85
Jo.86
Jo.87
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

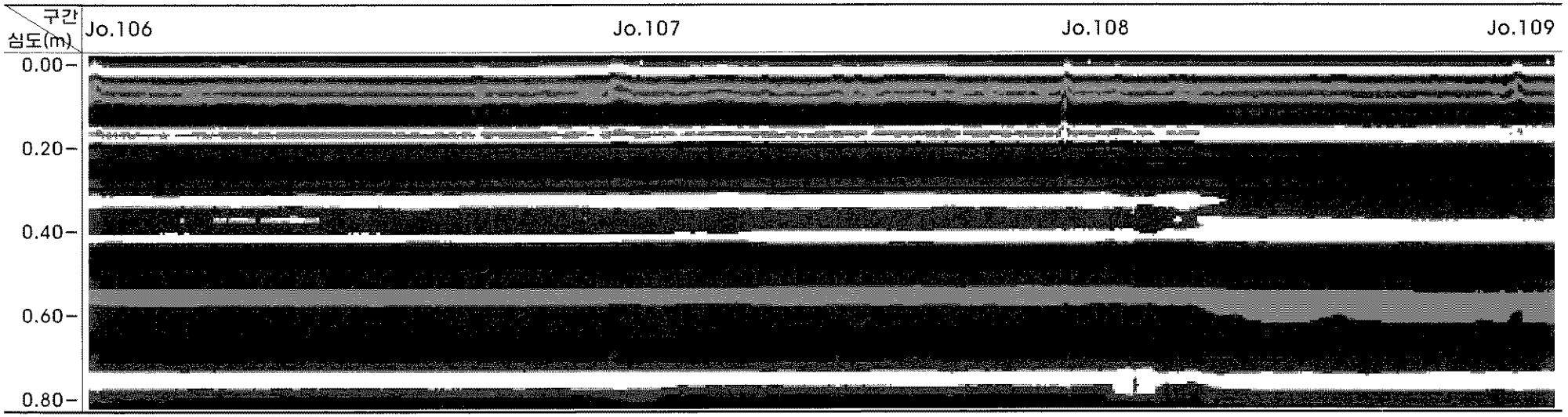

구간
심도(m)
Jo.88
Jo.89
Jo.90
Jo.91
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

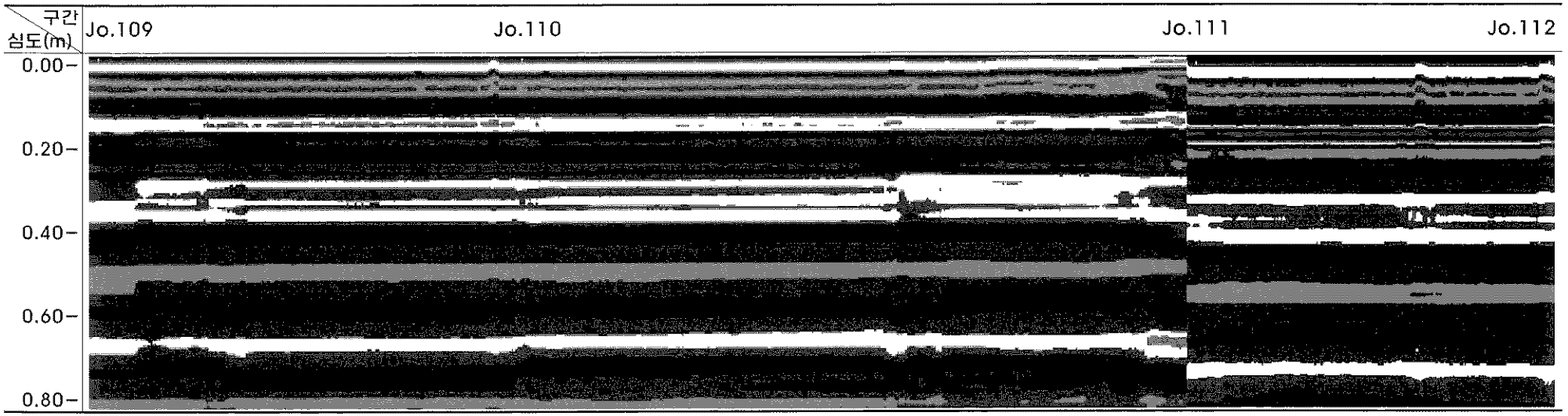

구간
심도(m)
Jo.91
Jo.92
Jo.93
Jo.94
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

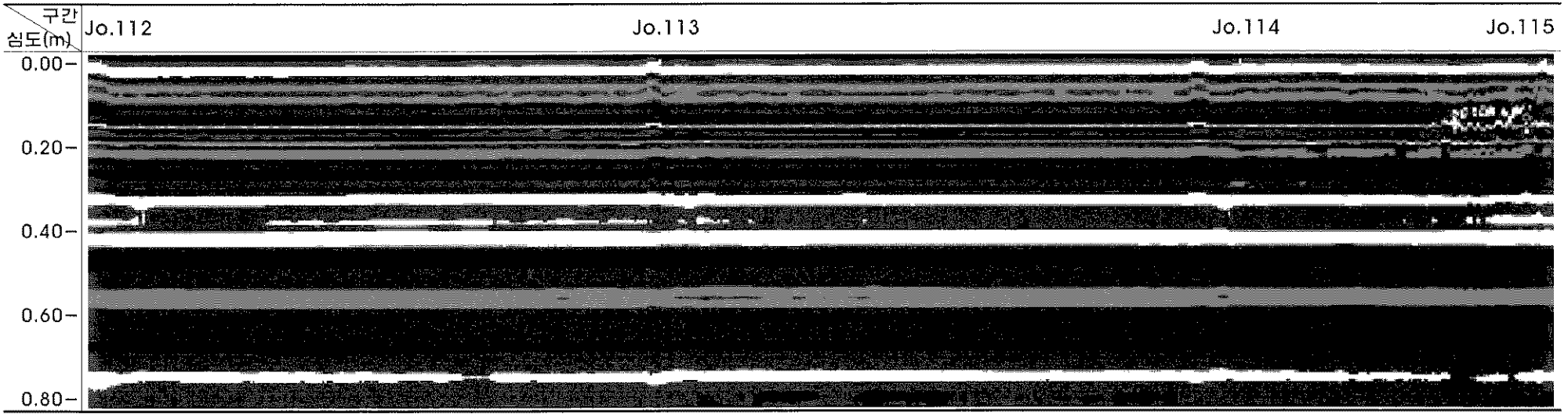

구간
심도(m)
Jo.94
Jo.95
Jo.96
Jo.97
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.97
Jo.98
Jo.99
Jo.100
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

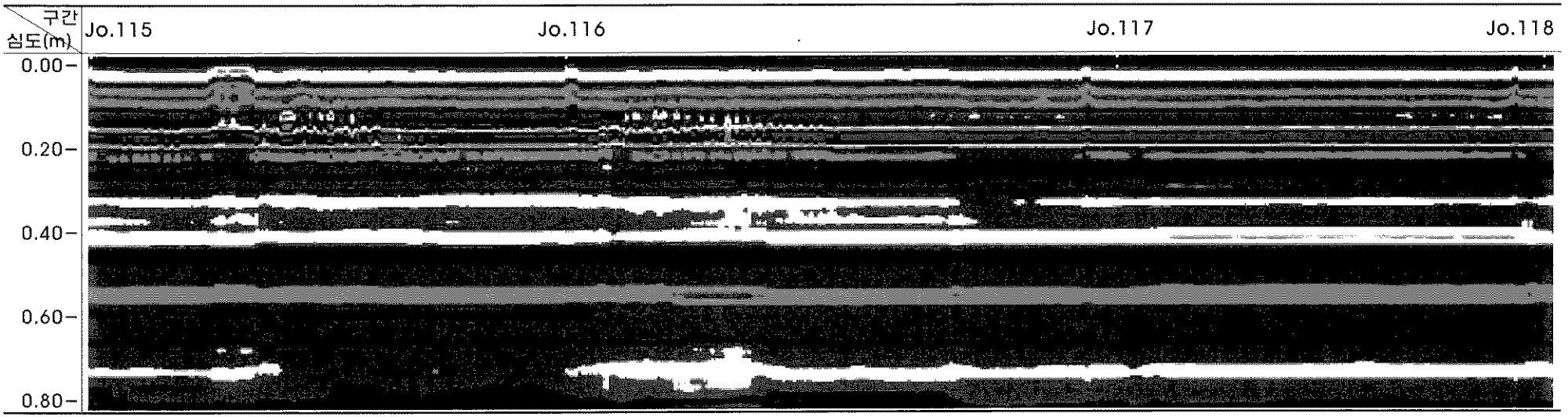

구간
심도(m)
Jo.100
Jo.101
Jo.102
Jo.103
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

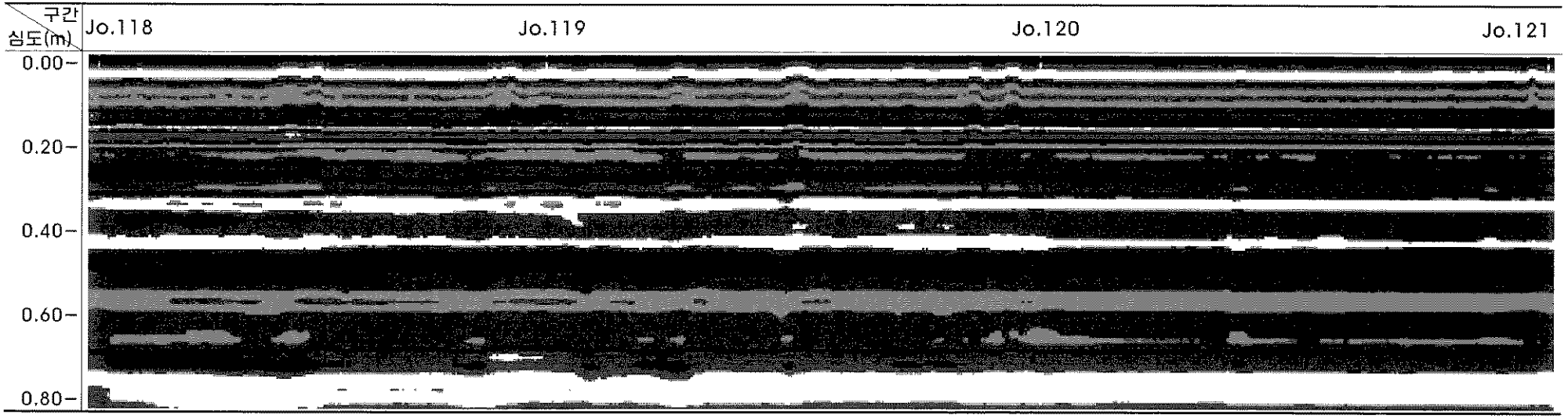

구간
심도(m)
Jo.103
Jo.104
Jo.105
Jo.106
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

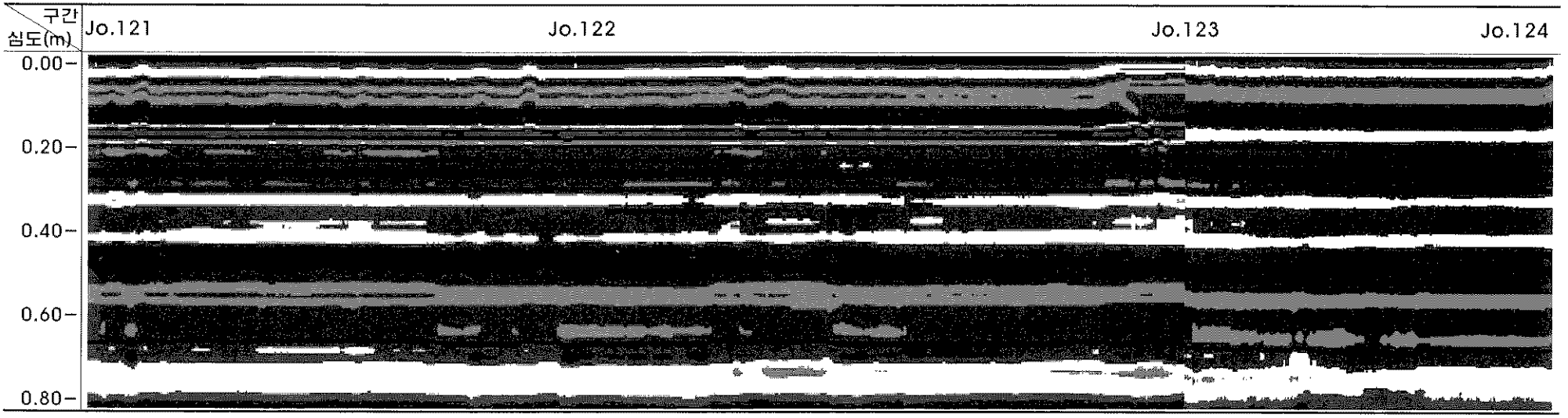

구간
심도(m)
Jo.106
Jo.107
Jo.108
Jo.109
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

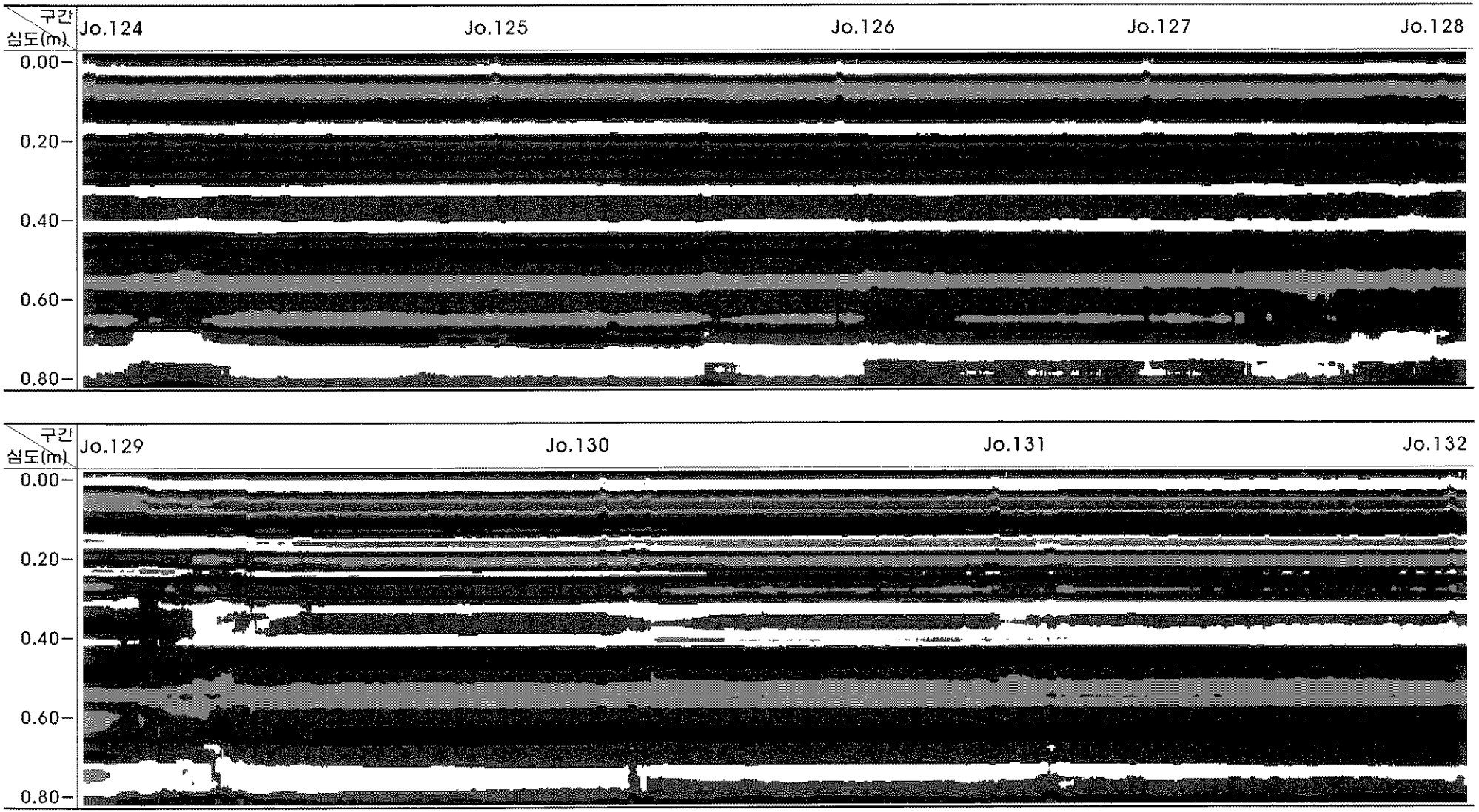

구간
심도(m)
Jo.109
Jo.110
Jo.111
Jo.112
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

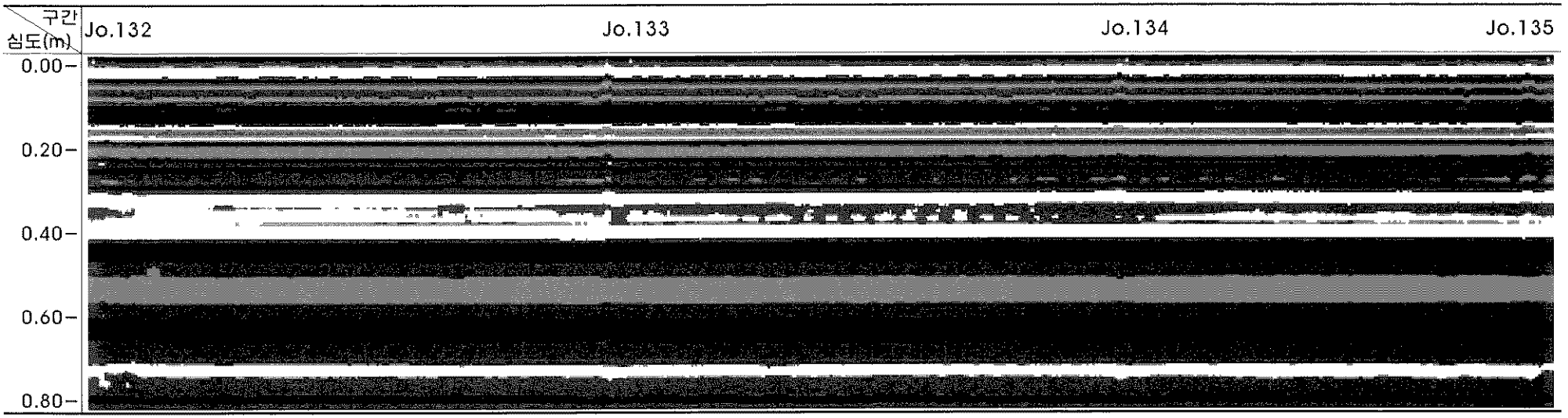

구간
심도(m)
Jo.112
Jo.113
Jo.114
Jo.115
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

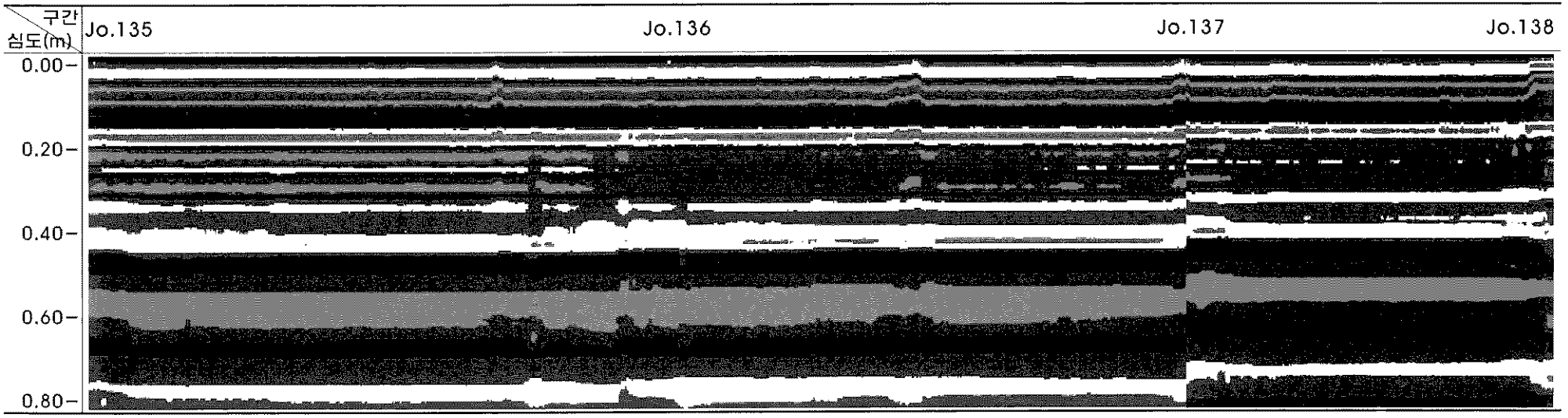

구간
심도(m)
Jo.115
Jo.116
Jo.117
Jo.118
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

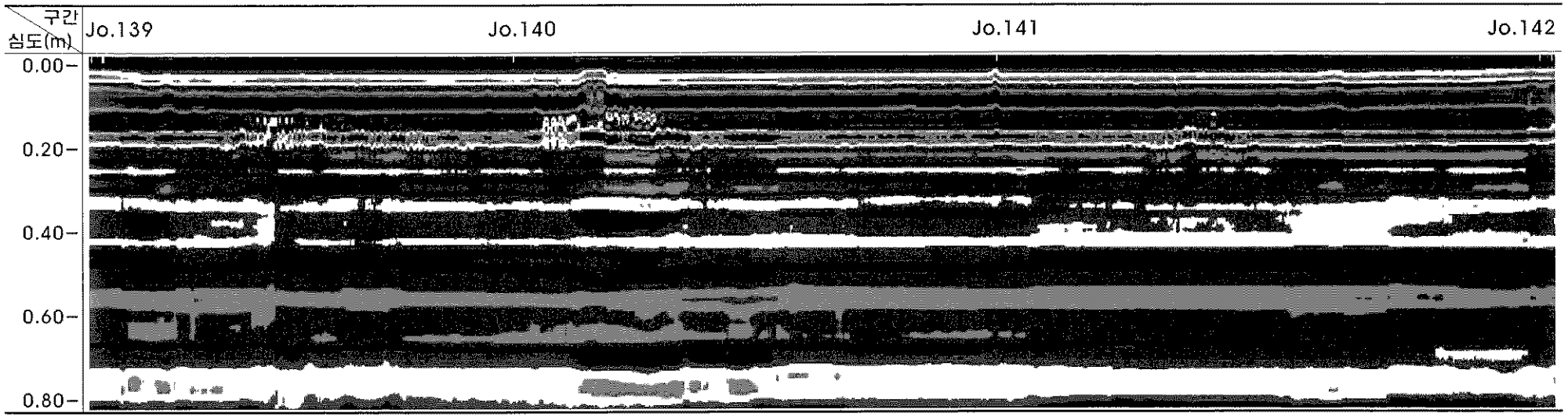

구간
심도(m)
Jo.118
Jo.119
Jo.120
Jo.121
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

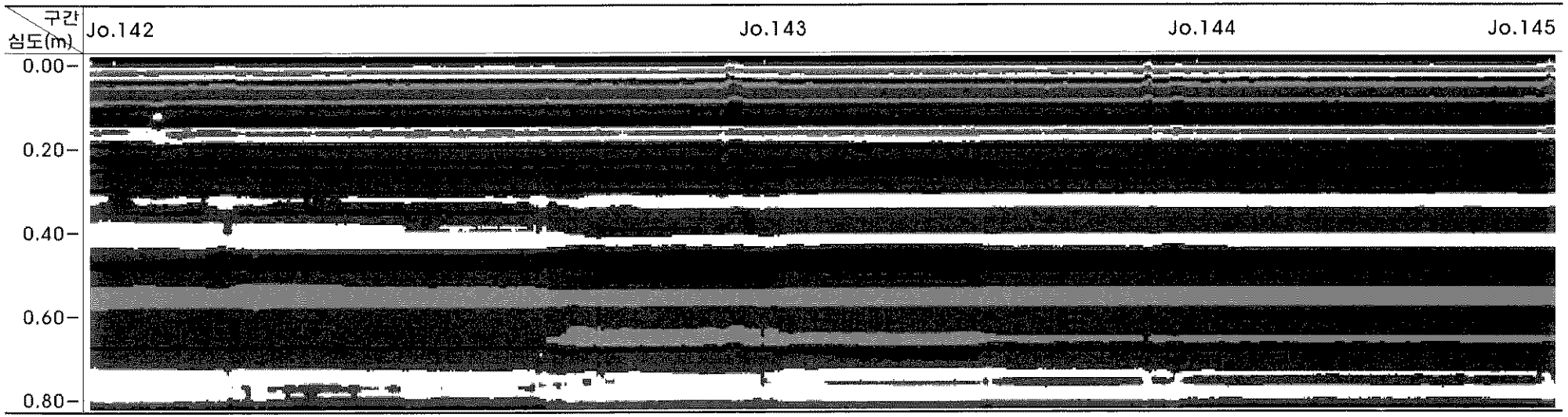

구간
심도(m)
Jo.121
Jo.122
Jo.123
Jo.124
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

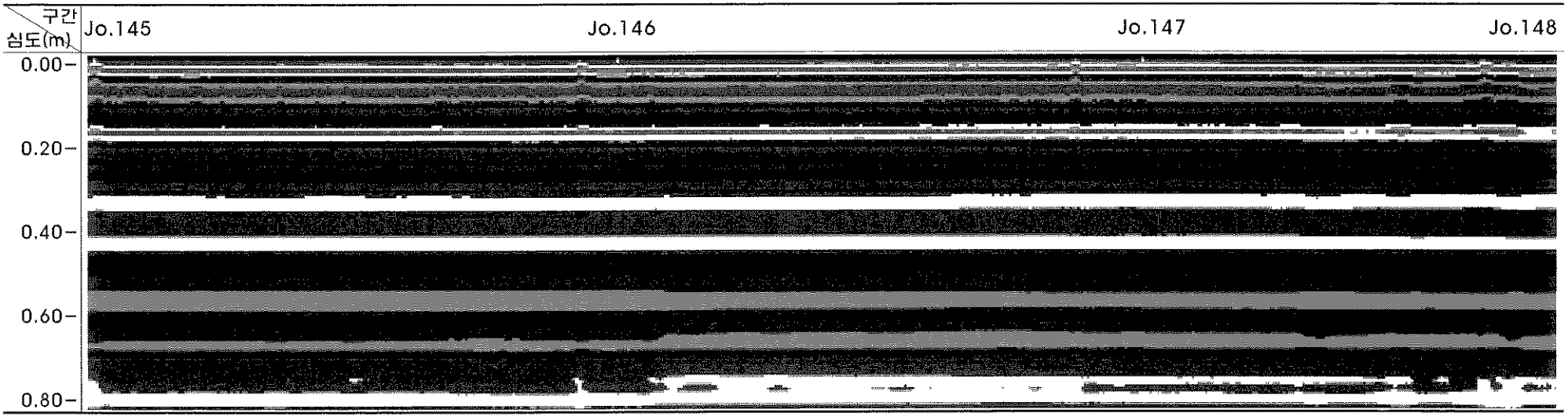

구간
심도(m)
Jo.124
Jo.125
Jo.126
Jo.127
Jo.128
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.129
Jo.130
Jo.131
Jo.132
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

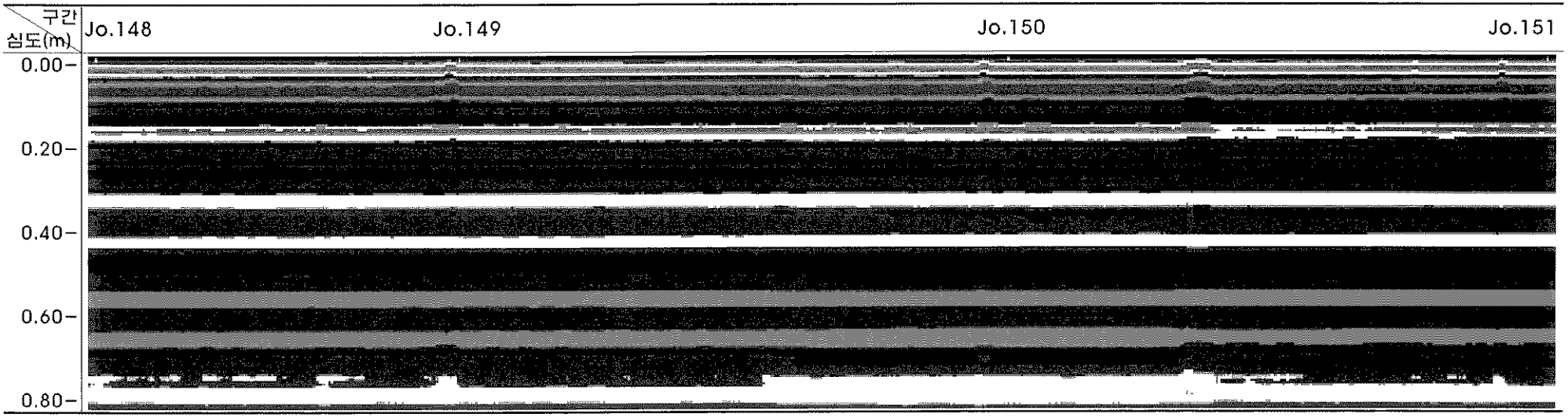

구간
심도(m)
Jo.132
Jo.133
Jo.134
Jo.135
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

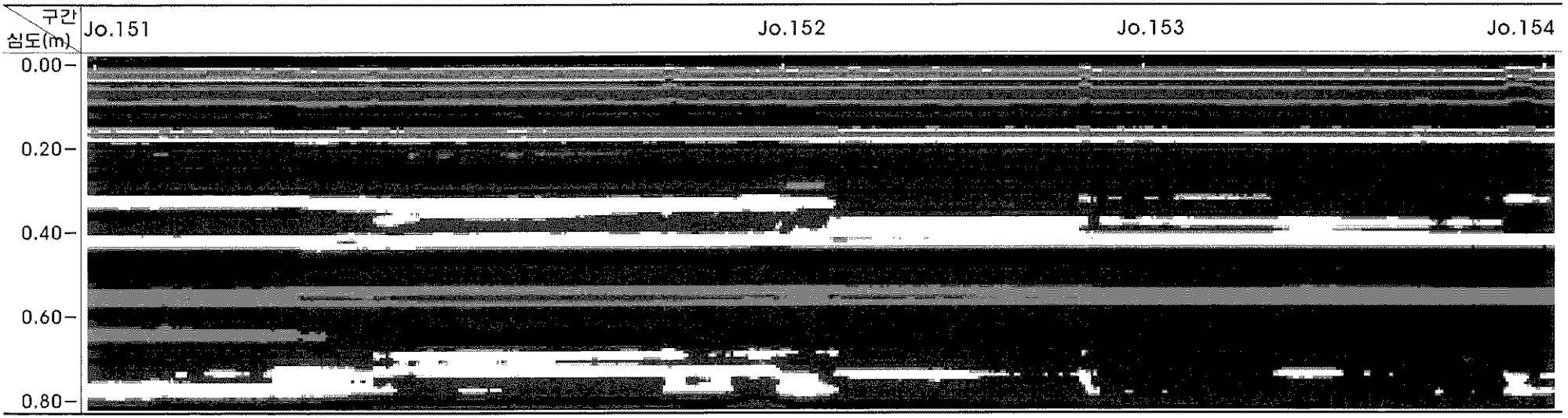

구간
심도(m)
Jo.135
Jo.136
Jo.137
Jo.138
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

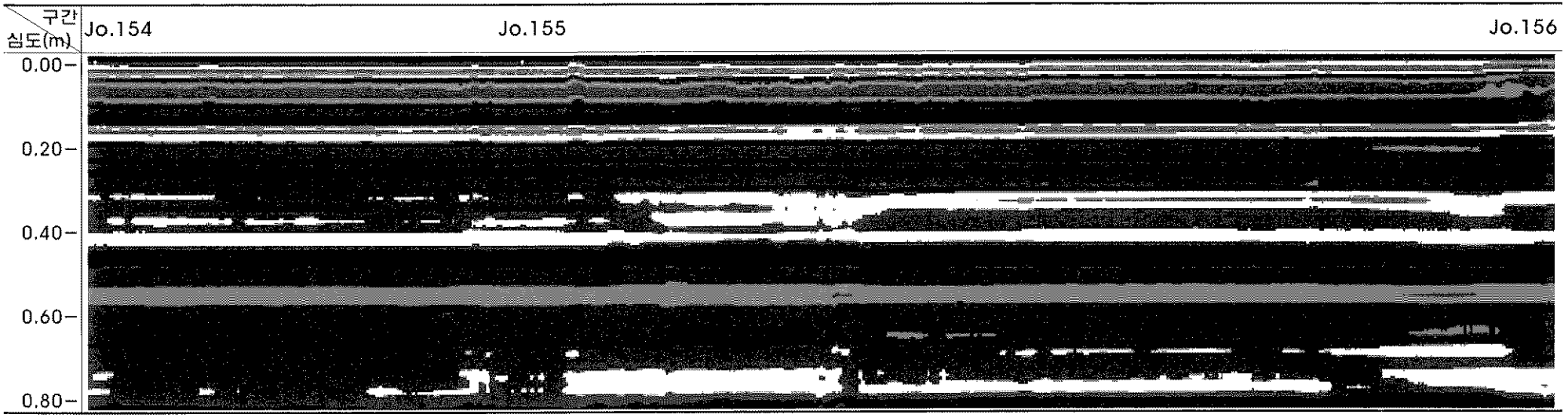

구간
심도(m)
Jo.139
Jo.140
Jo.141
Jo.142
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

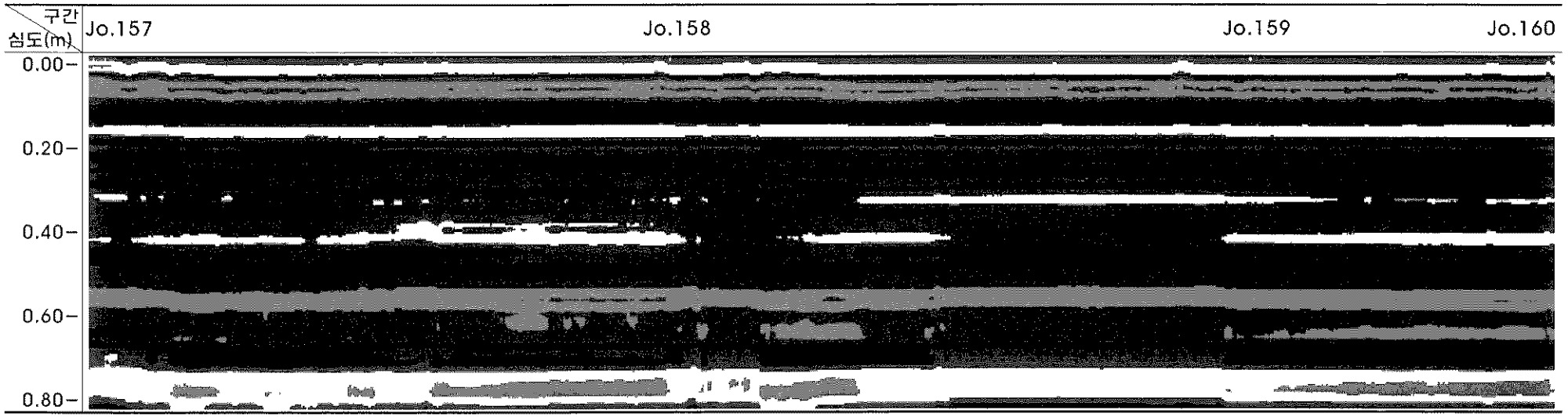

구간
심도(m)
Jo.142
Jo.143
Jo.144
Jo.145
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

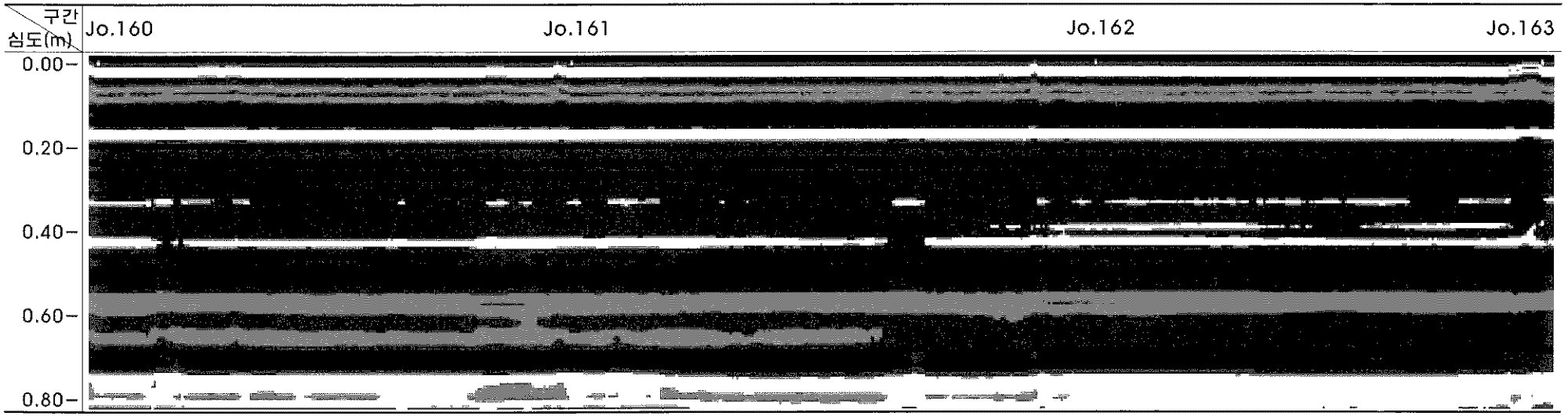

구간
심도(m)
Jo.145
Jo.146
Jo.147
Jo.148
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

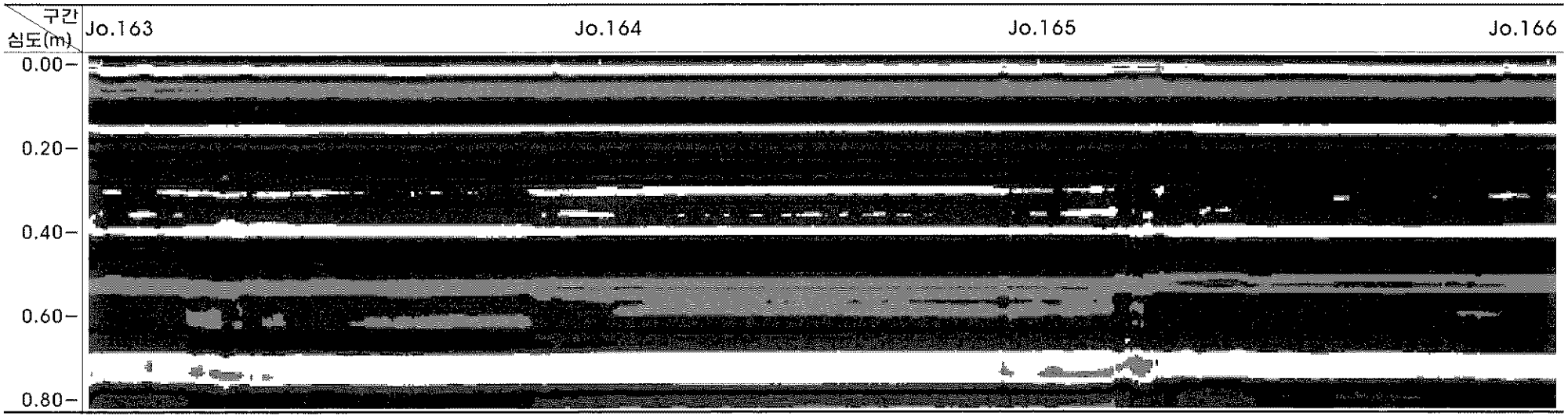

구간
심도(m)
Jo.148
Jo.149
Jo.150
Jo.151
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

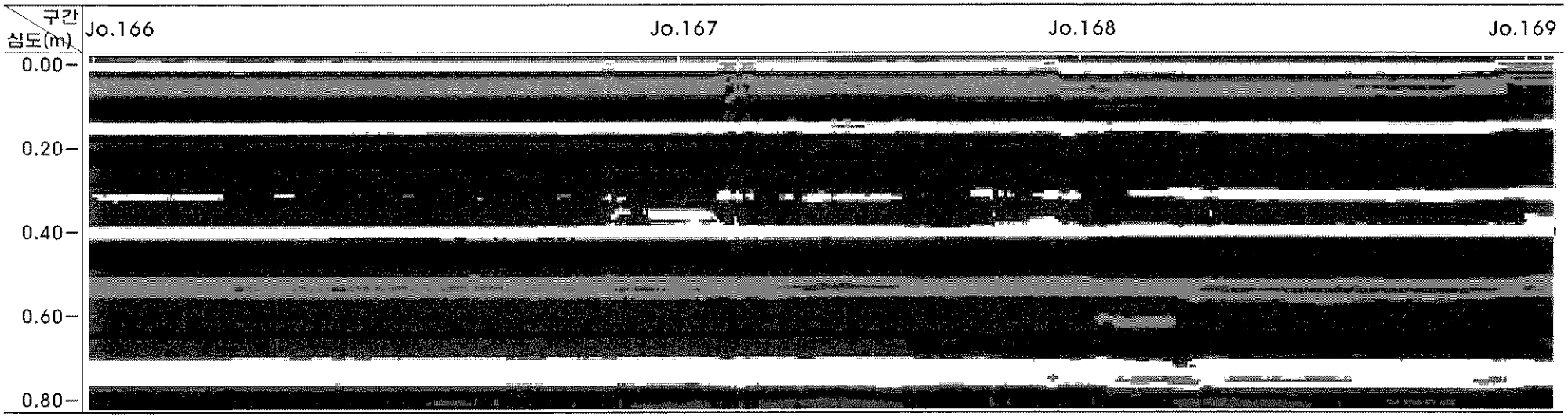

구간
심도(m)
Jo.151
Jo.152
Jo.153
Jo.154
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

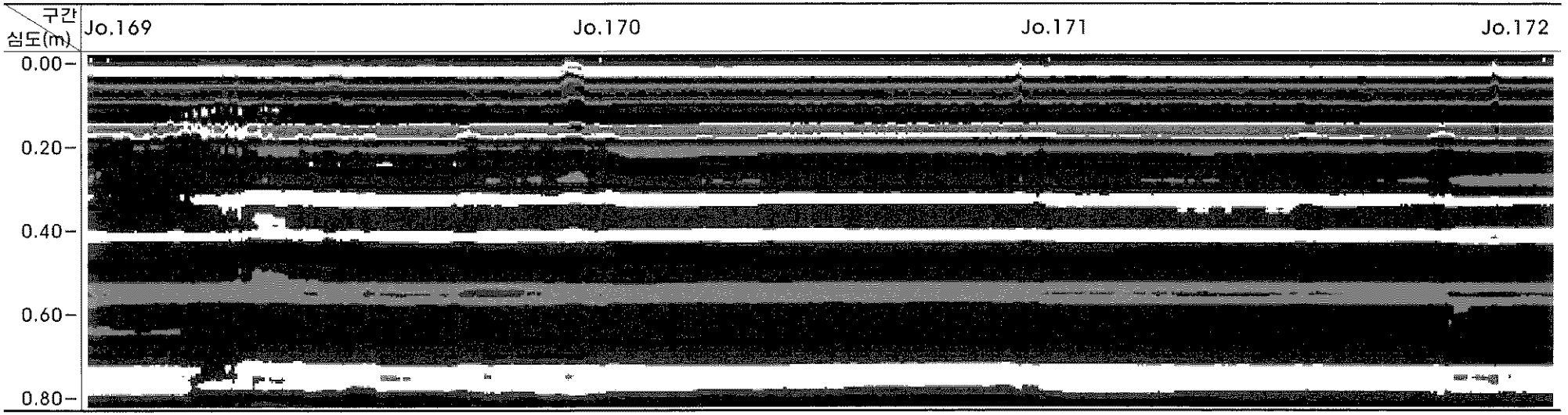

구간
심도(m)
Jo.154
Jo.155
Jo.156
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

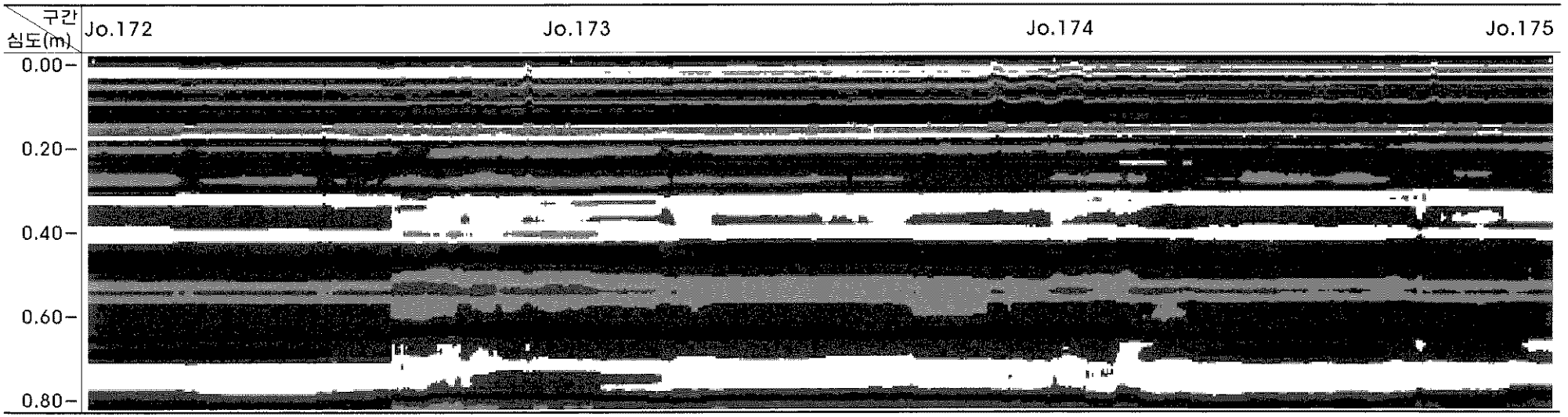

구간
심도(m)
Jo.157
Jo.158
Jo.159
Jo.160
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

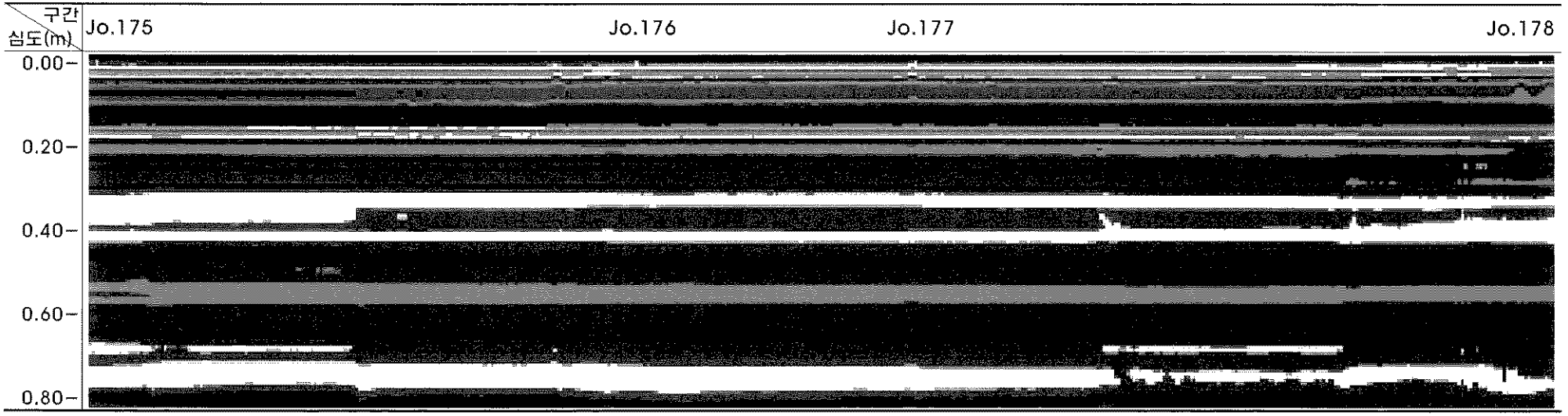

구간
심도(m)
Jo.160
Jo.161
Jo.162
Jo.163
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

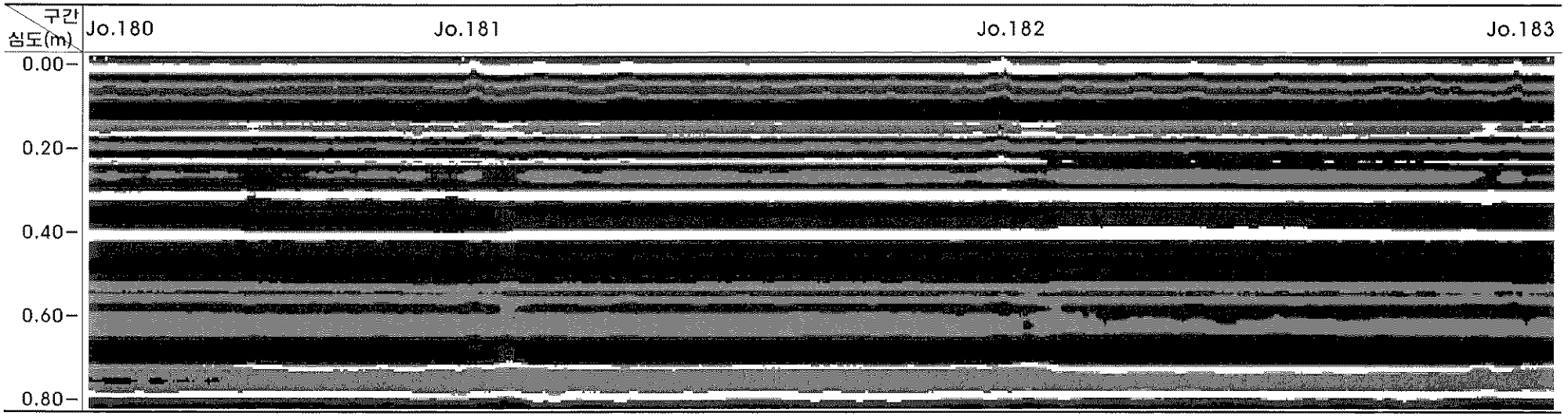

구간
심도(m)
Jo.163
Jo.164
Jo.165
Jo.166
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

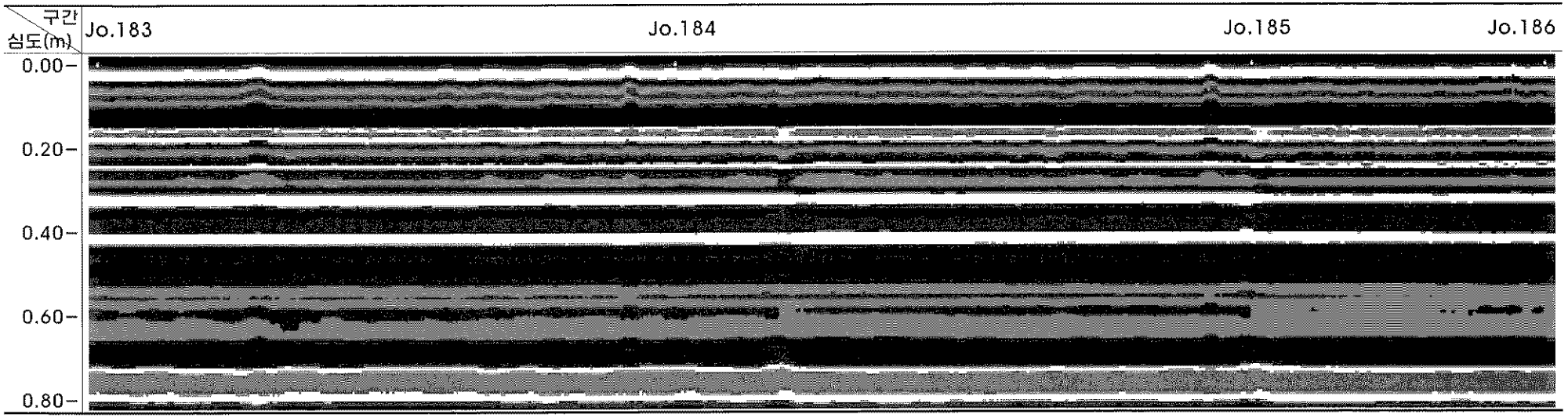

구간
심도(m)
Jo.166
Jo.167
Jo.168
Jo.169
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

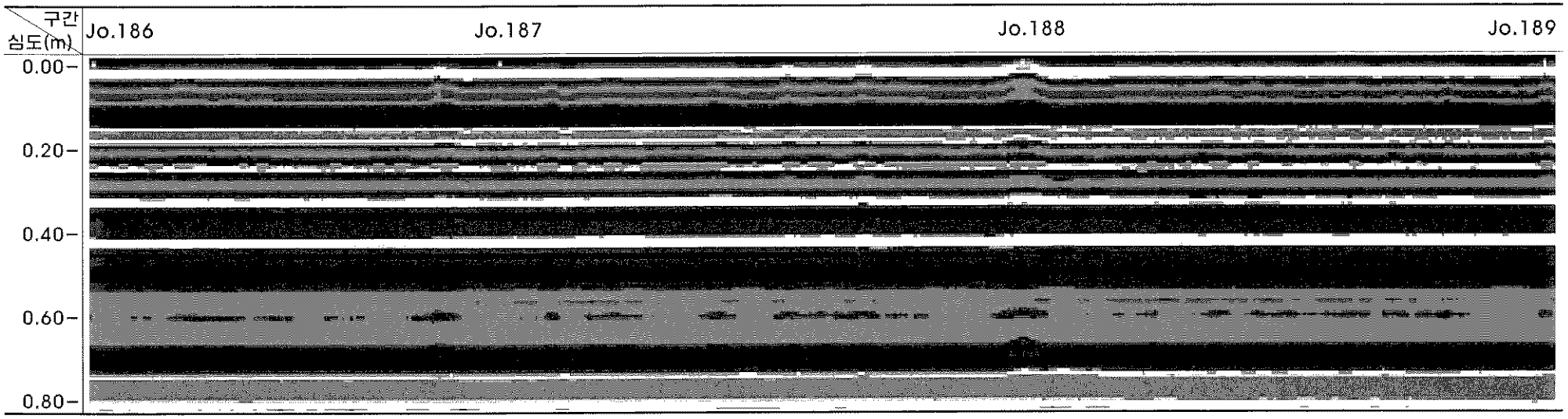

구간
심도(m)
Jo.169
Jo.170
Jo.171
Jo.172
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

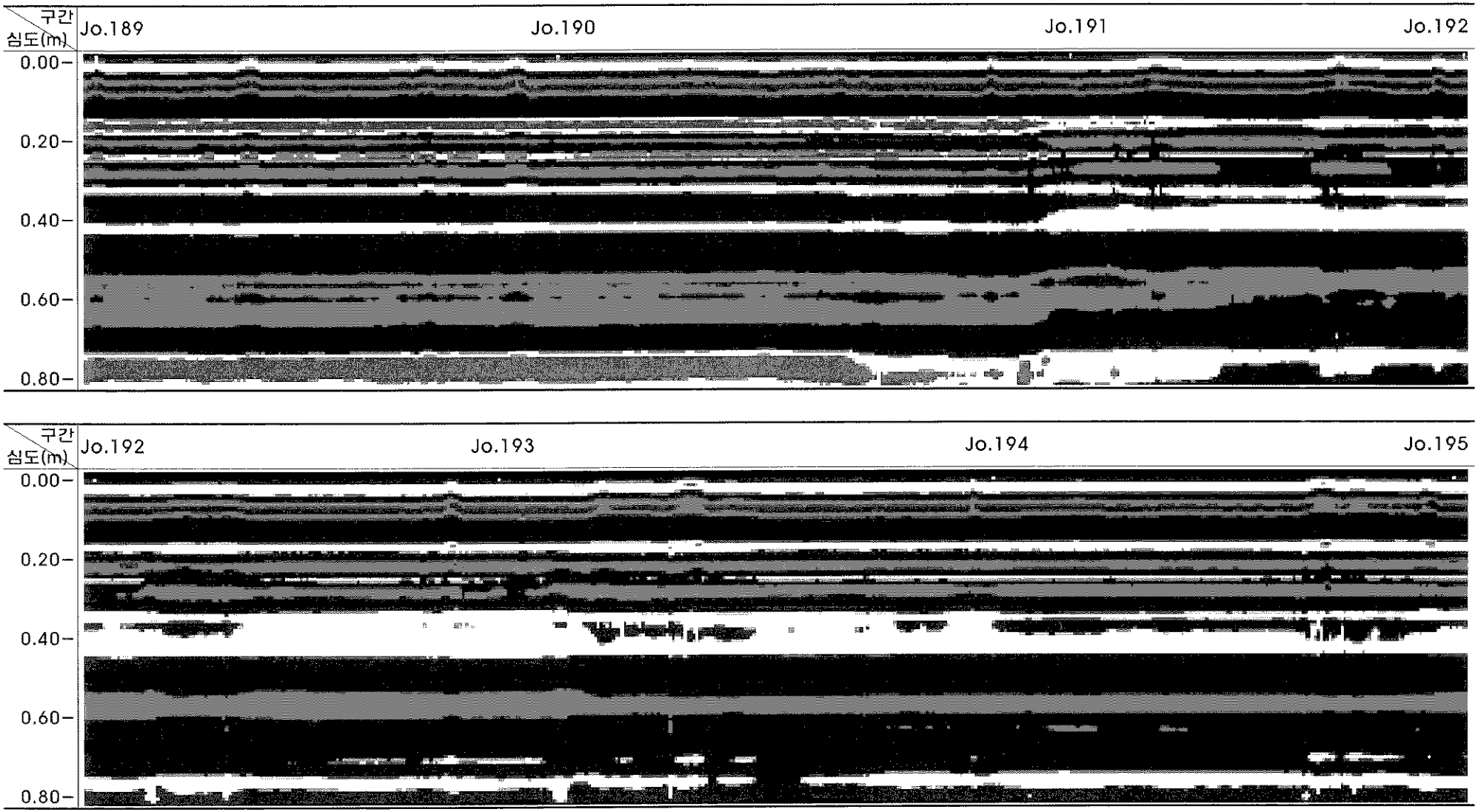

구간
심도(m)
Jo.172
Jo.173
Jo.174
Jo.175
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

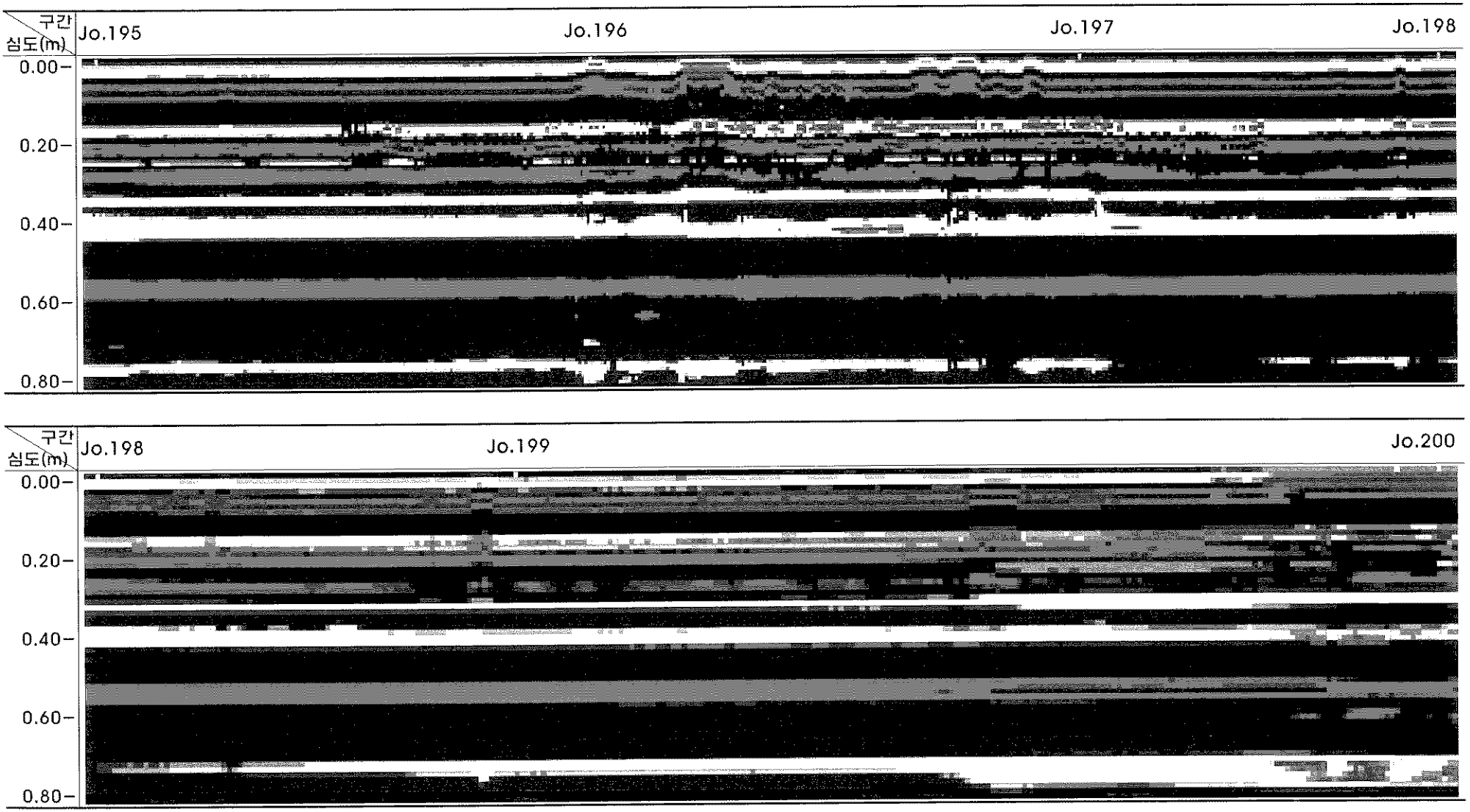

구간
심도(m)
Jo.175
Jo.176
Jo.177
Jo.178
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

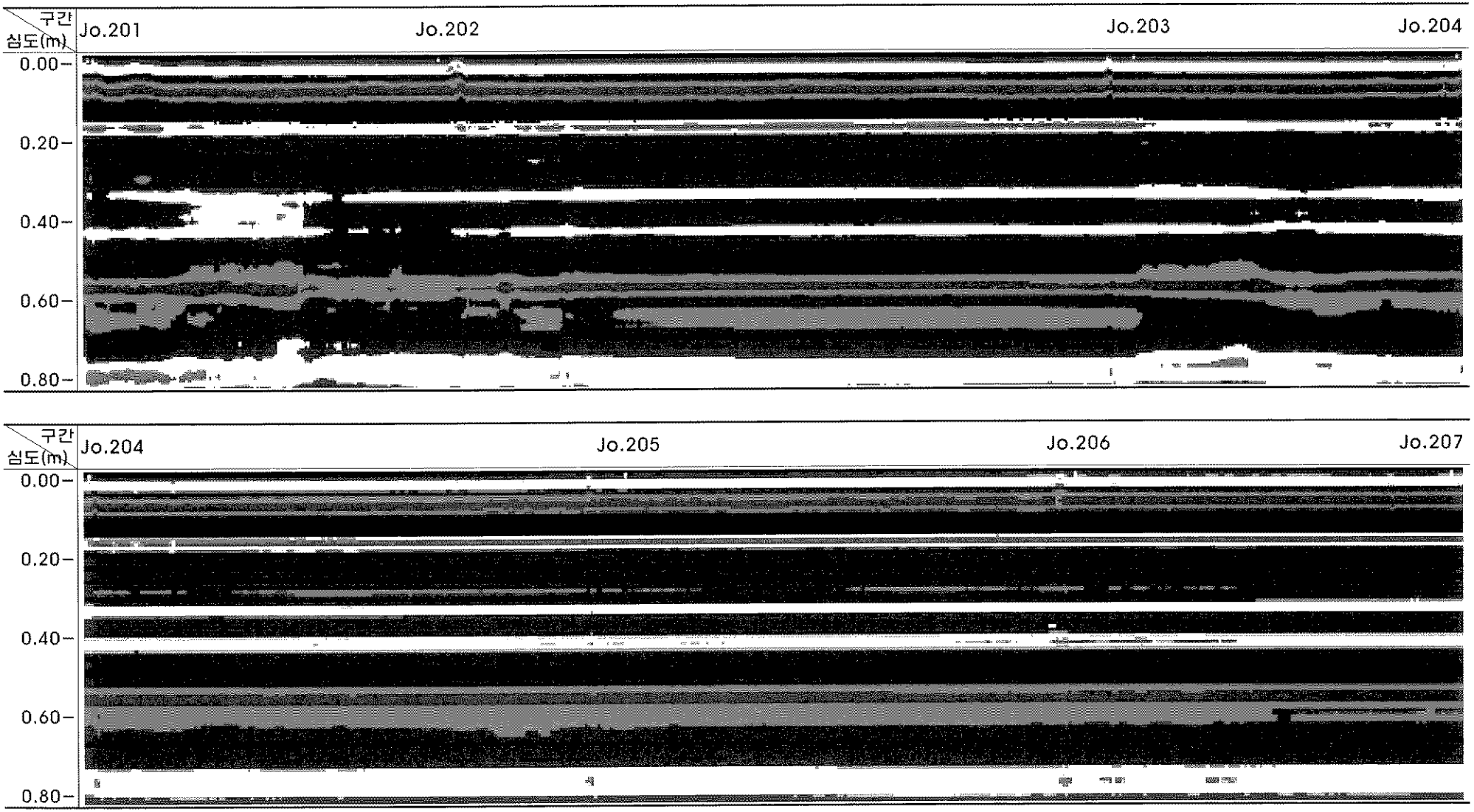

구간
심도(m)
Jo.180
Jo.181
Jo.182
Jo.183
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

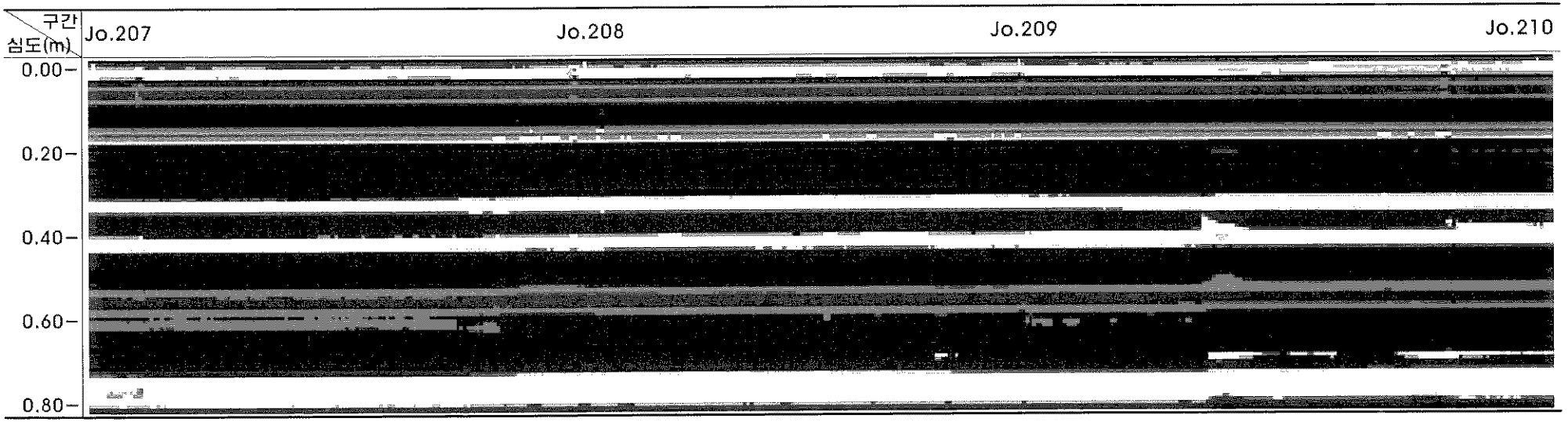

구간
심도(m)
Jo.183
Jo.184
Jo.185
Jo.186
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

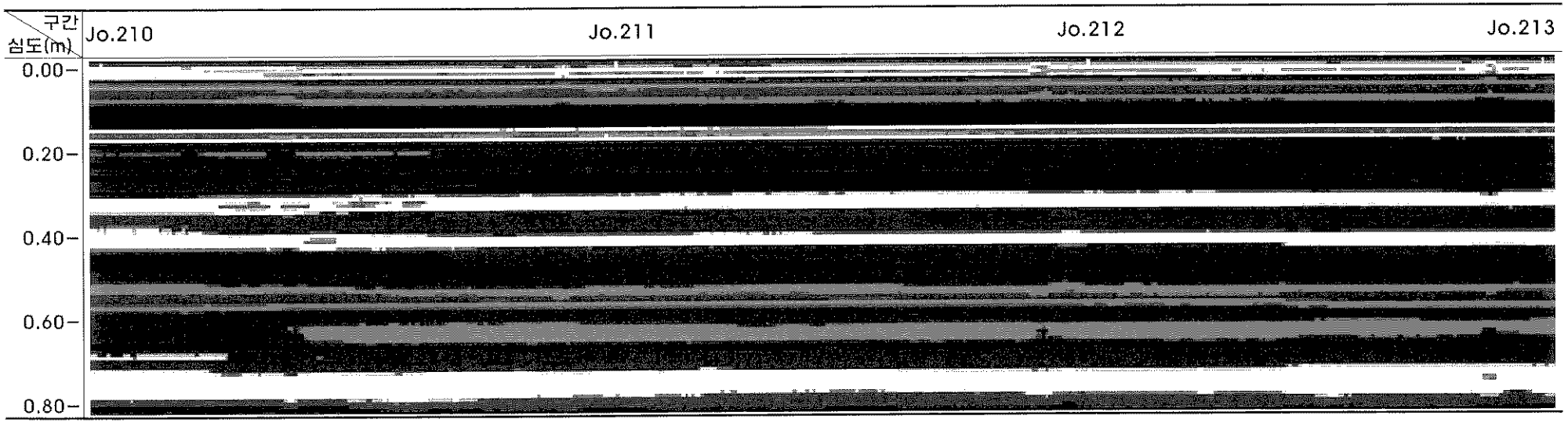

구간
심도(m)
Jo.186
Jo.187
Jo.188
Jo.189
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

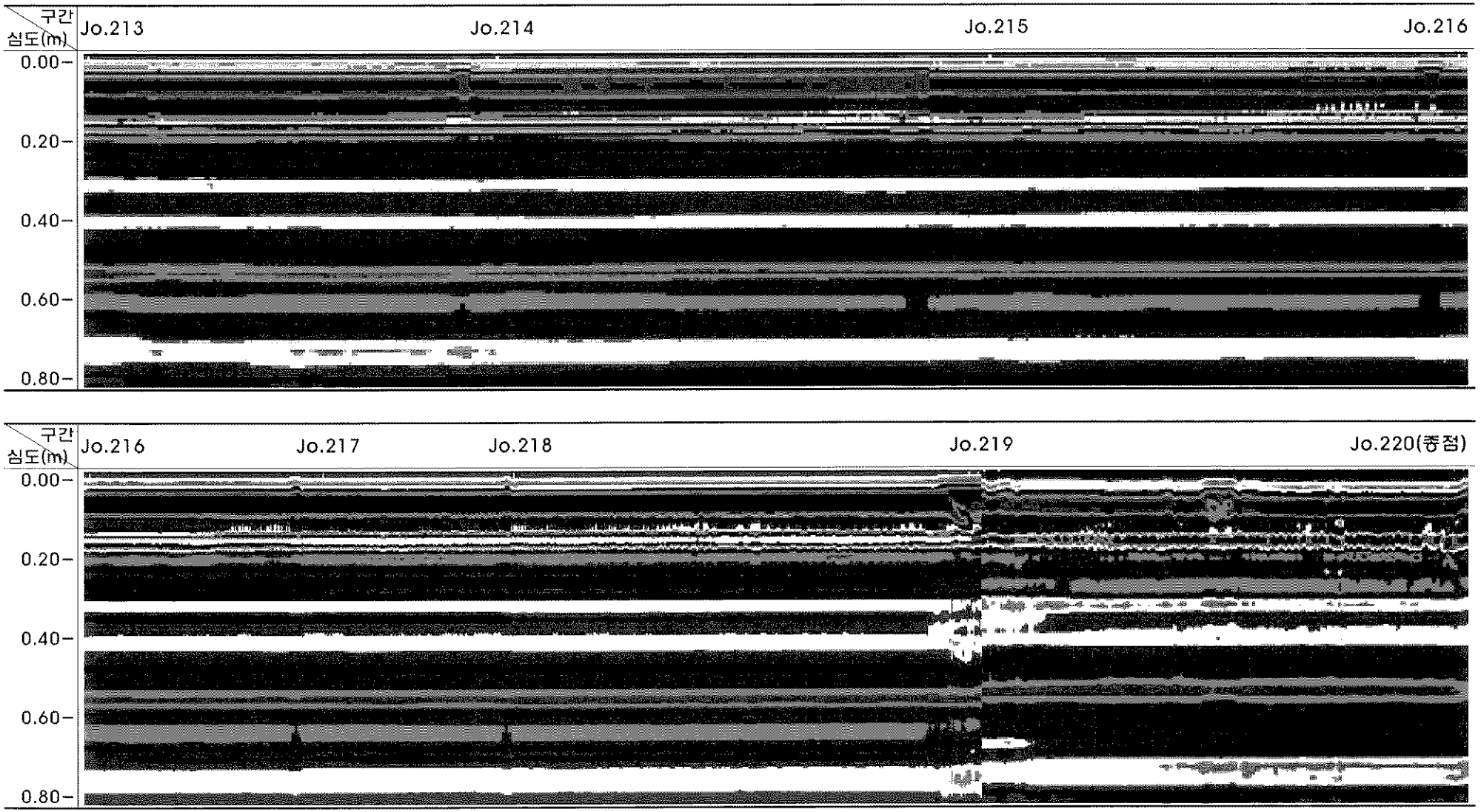

구간
심도(m)
Jo.189
Jo.190
Jo.191
Jo.192
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.192
Jo.193
Jo.194
Jo.195
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80


구간
심도(m)
Jo.195
Jo.196
Jo.197
Jo.198
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.198
Jo.199
Jo.200
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

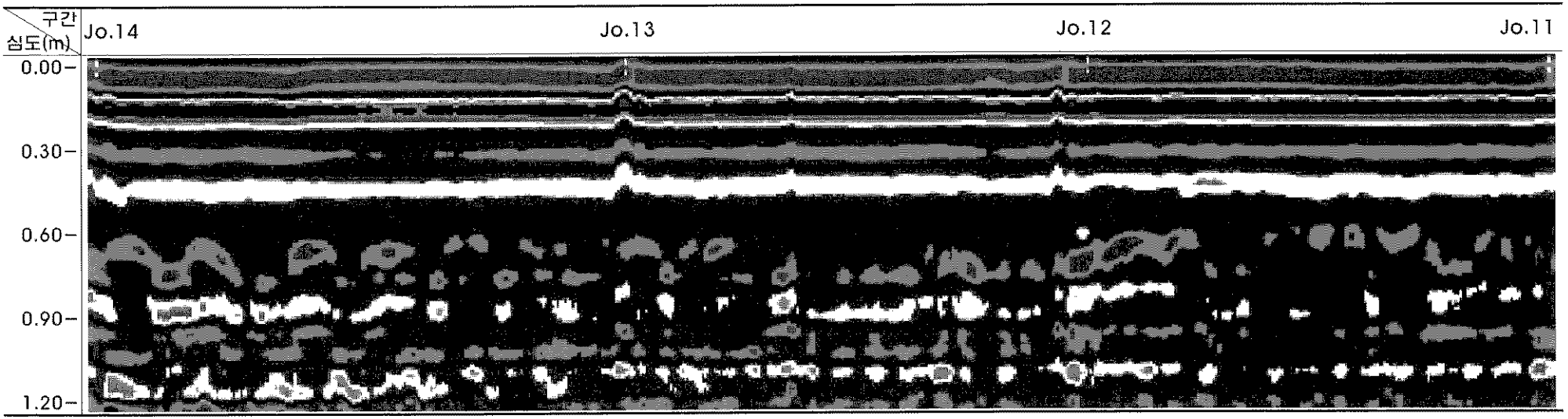

구간
심도(m)
Jo.201
Jo.202
Jo.203
Jo.204
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.204
Jo.205
Jo.206
Jo.207
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

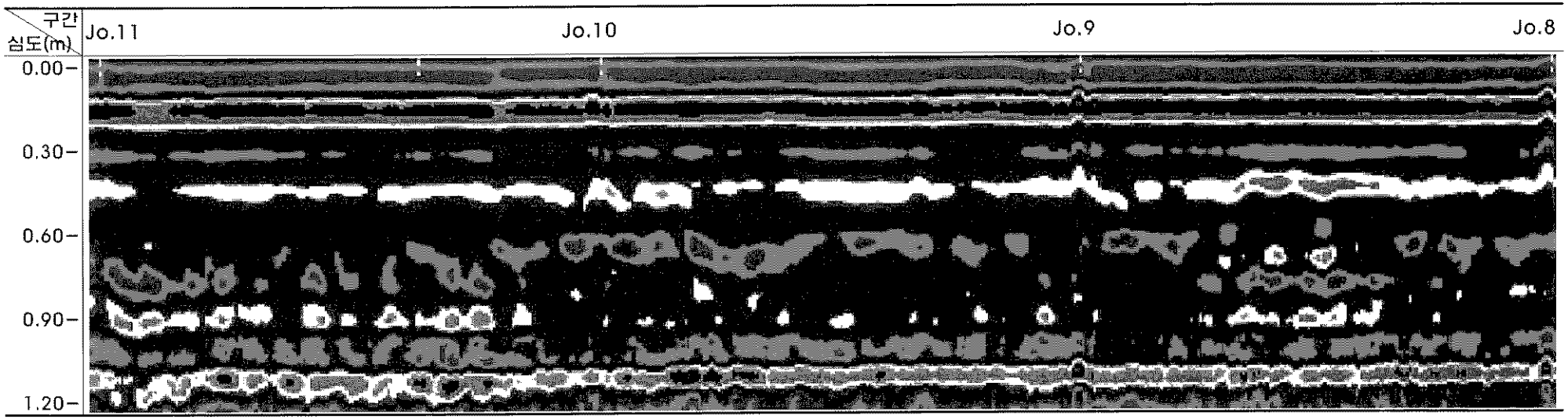

구간
심도(m)
Jo.207
Jo.208
Jo.209
Jo.210
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

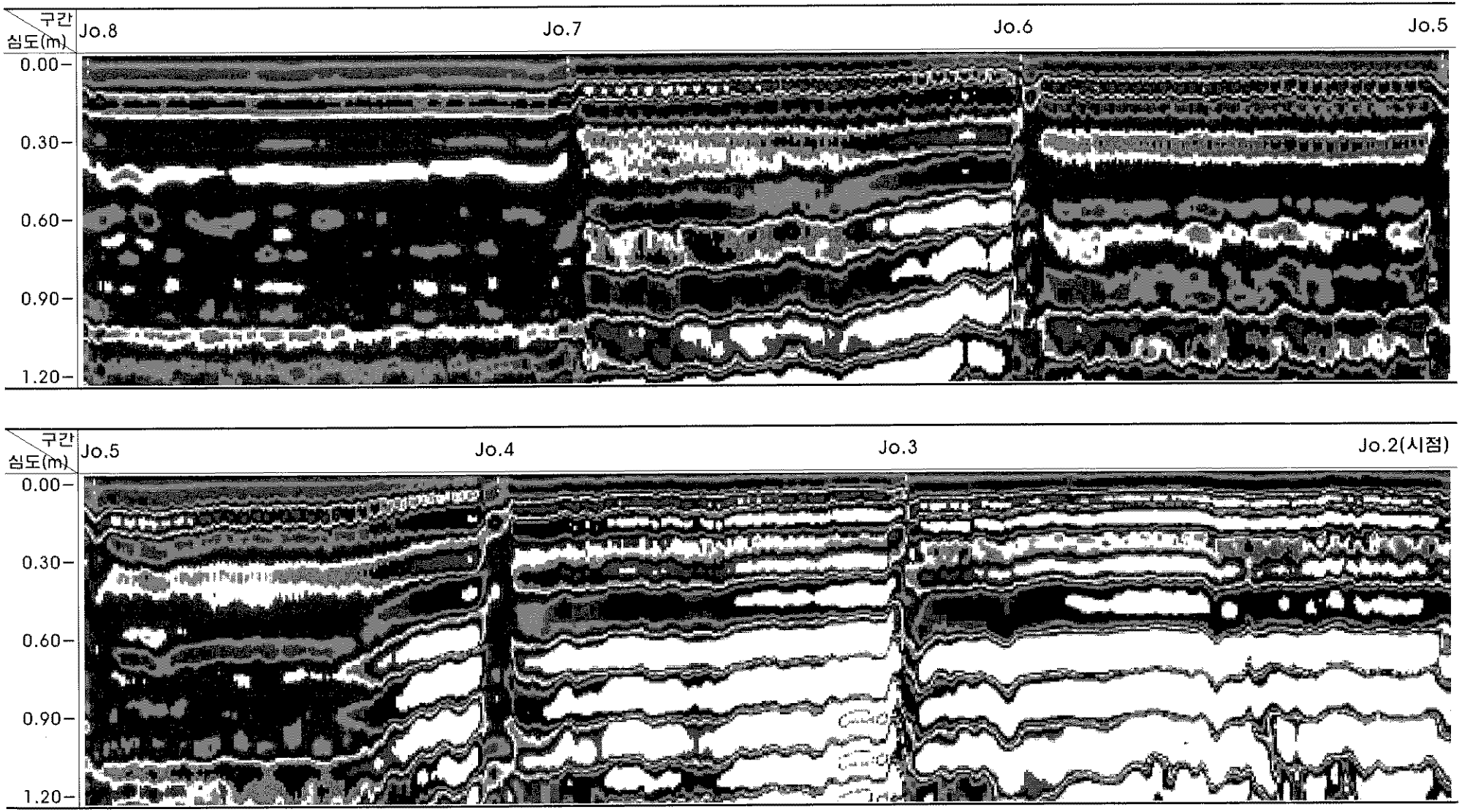

구간
심도(m)
Jo.210
Jo.211
Jo.212
Jo.213
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80


구간
심도(m)
Jo.213
Jo.214
Jo.215
Jo.216
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.216
Jo.217
Jo.218
Jo.219
Jo.220(종점)
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

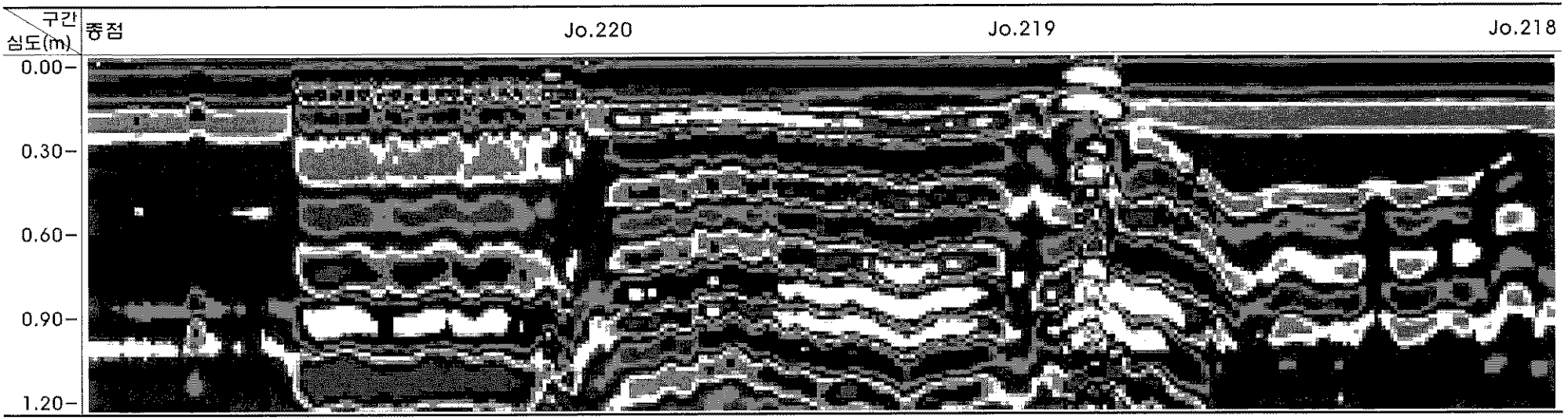
□ 시점 아치부

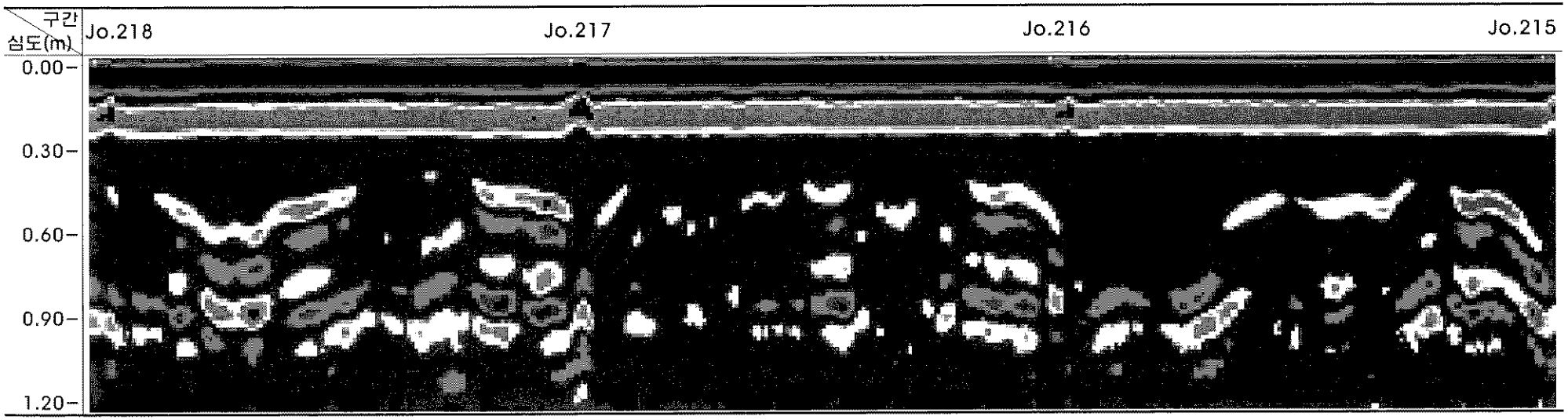

구간
심도(m)
Jo.14
Jo.13
Jo.12
Jo.11
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

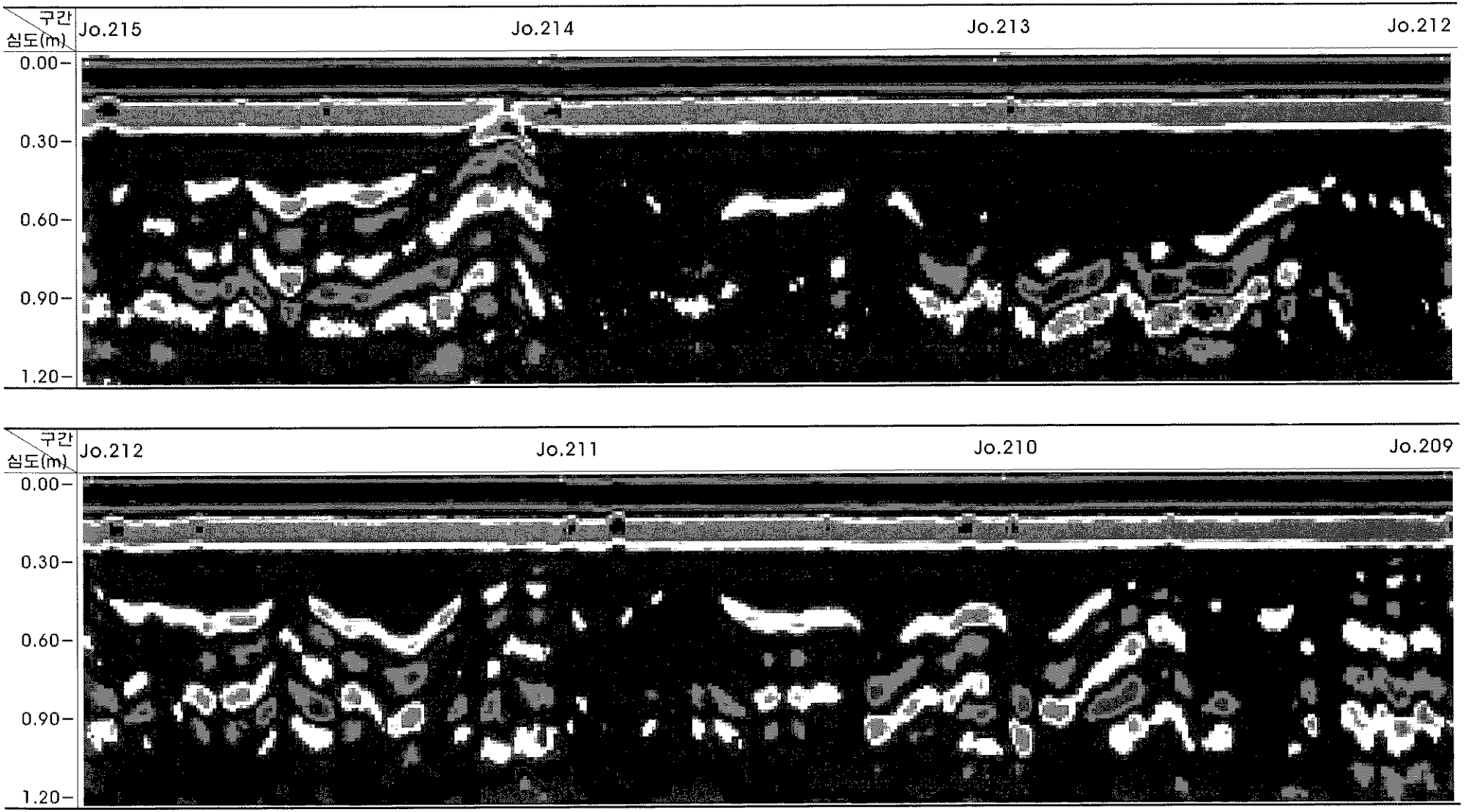

구간
심도(m)
Jo.11
Jo.10
Jo.9
Jo.8
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.8
Jo.7
Jo.6
Jo.5
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.5
Jo.4
Jo.3
Jo.2(시점)
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

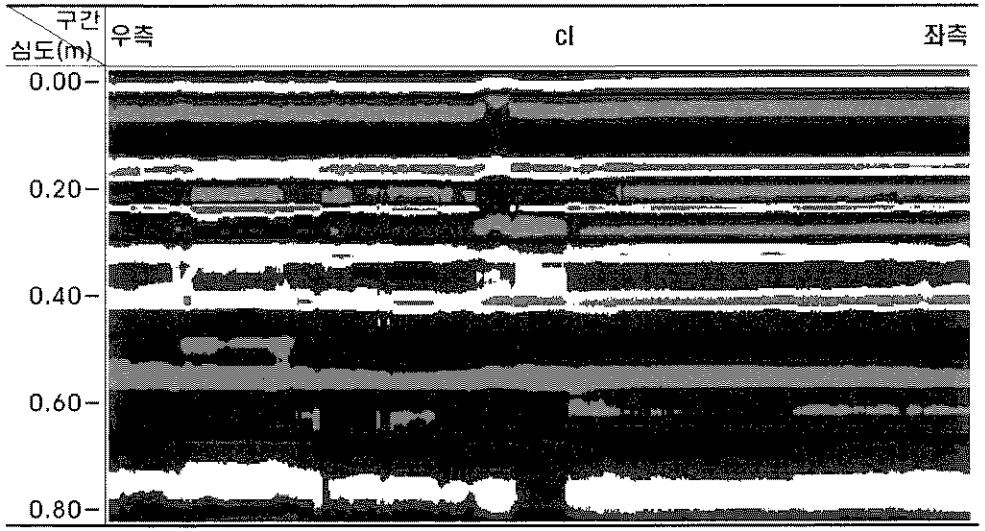
□ 종점 아치부


구간
심도(m)
종점
Jo.220
Jo.219
Jo.218
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

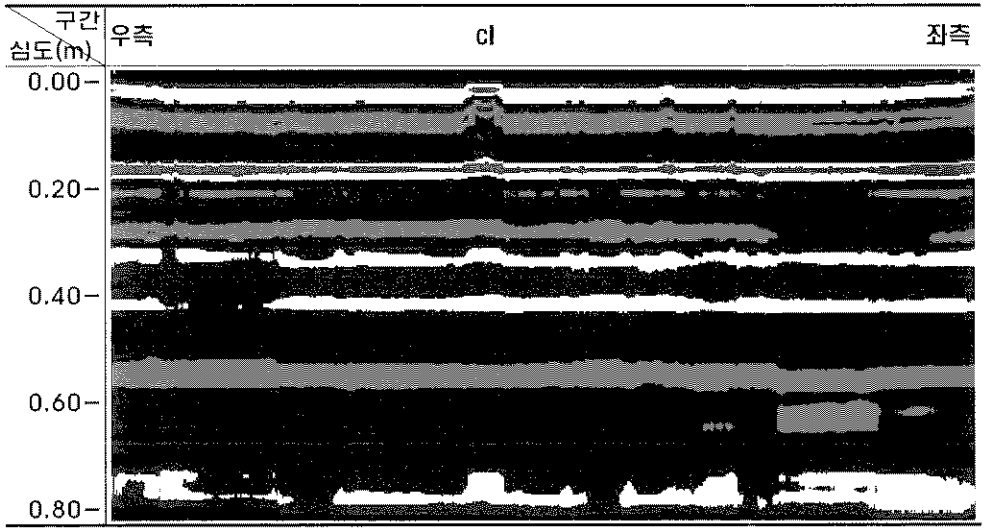

구간
심도(m)
Jo.218
Jo.217
Jo.216
Jo.215
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.215
Jo.214
Jo.213
Jo.212
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.212
Jo.211
Jo.210
Jo.209
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

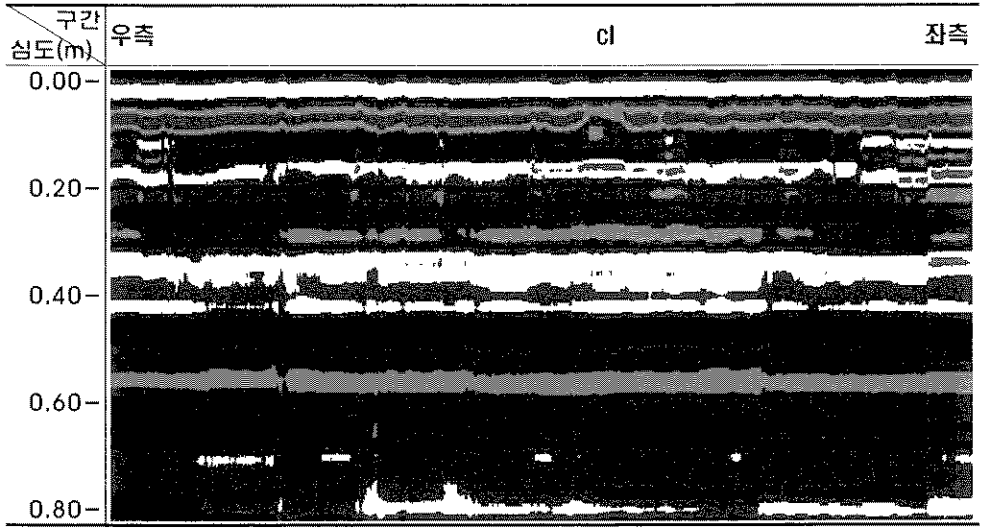
□ S10 횡측선



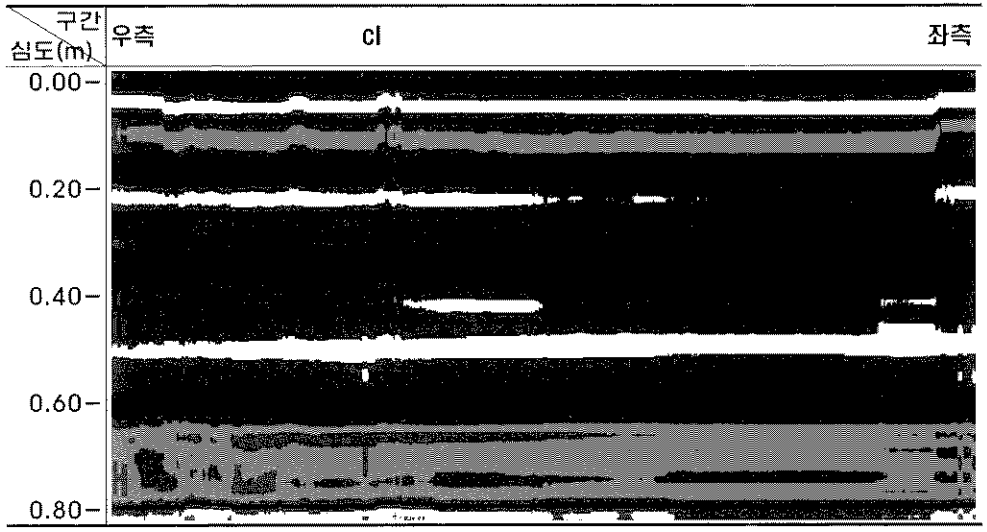
□ S25 횡측선



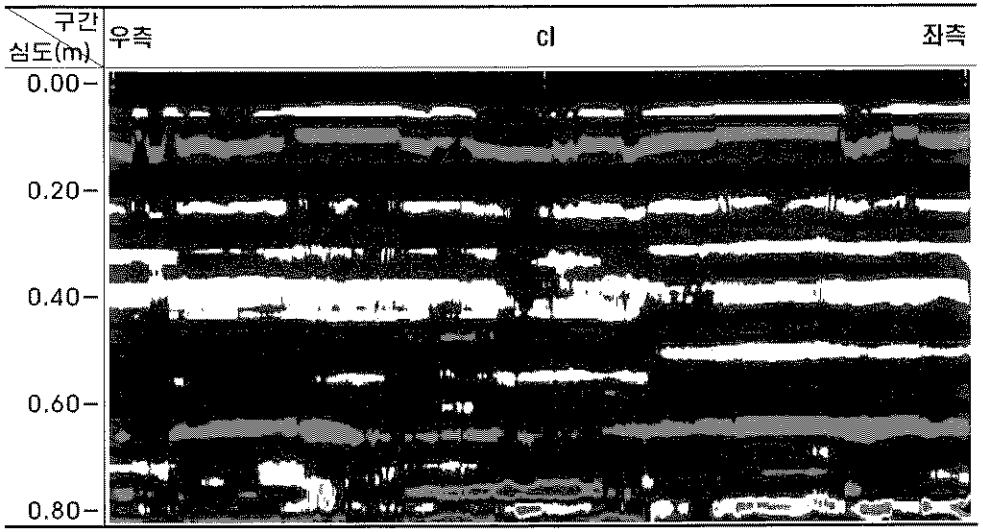
□ S40 횡측선



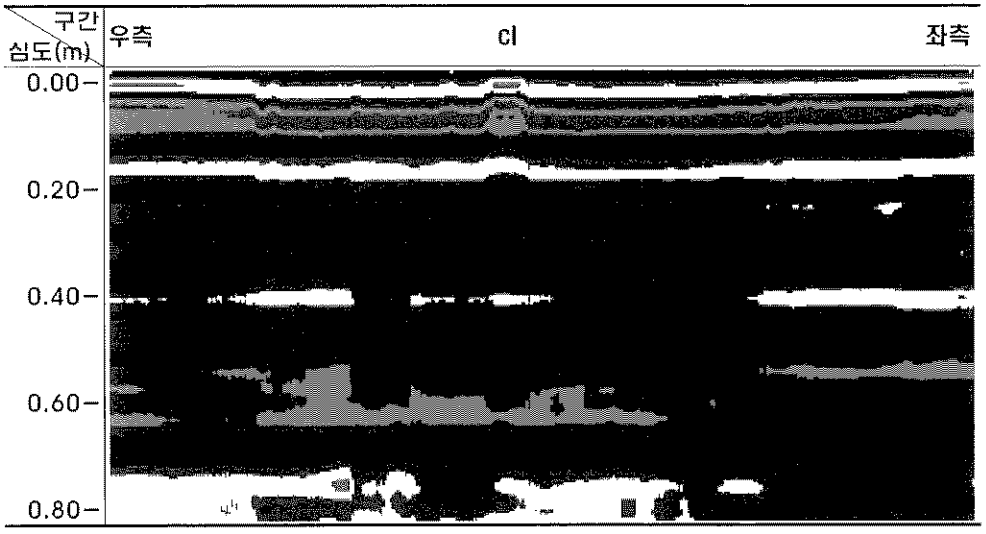
□ S86 횡측선



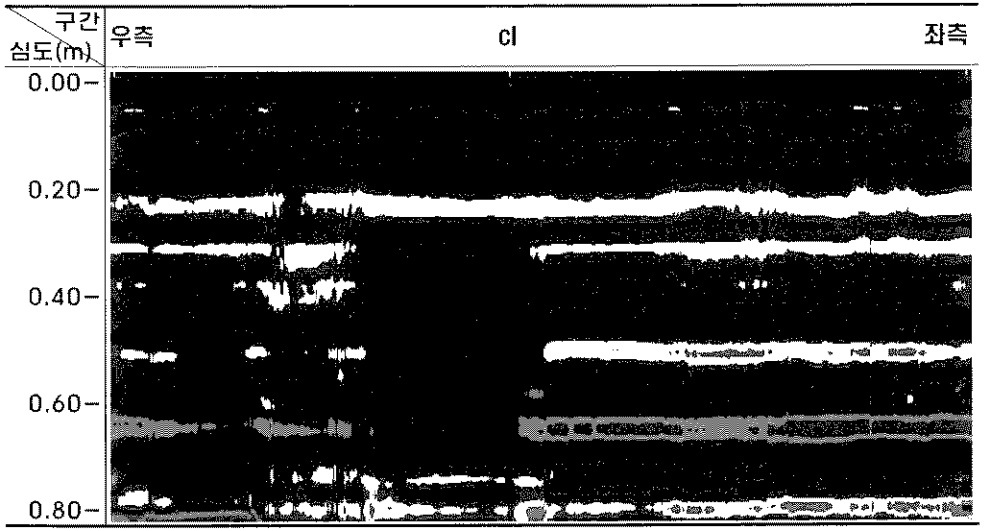
□ S100 횡측선



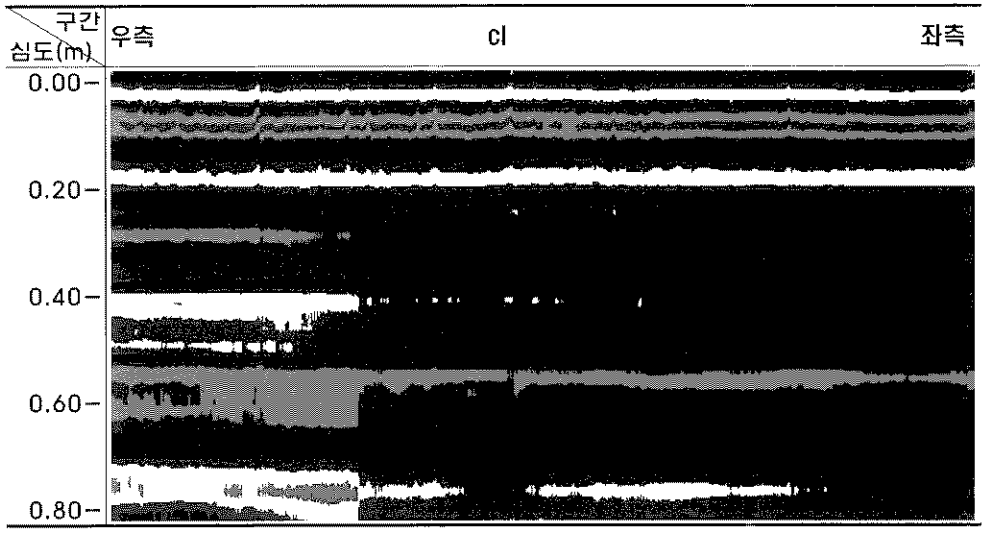
□ S130 횡측선



□ S150 횡측선

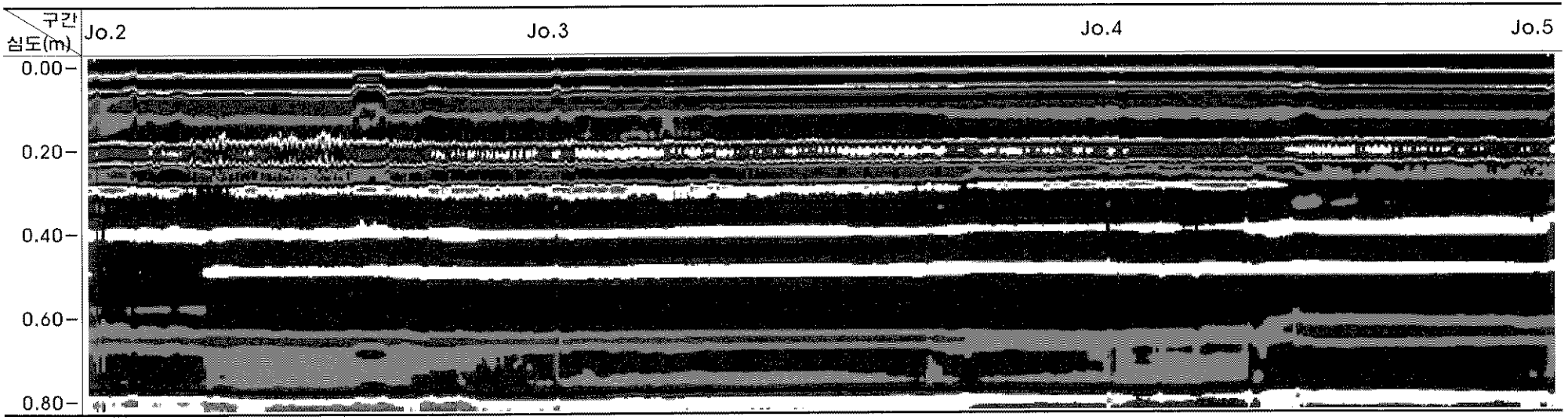


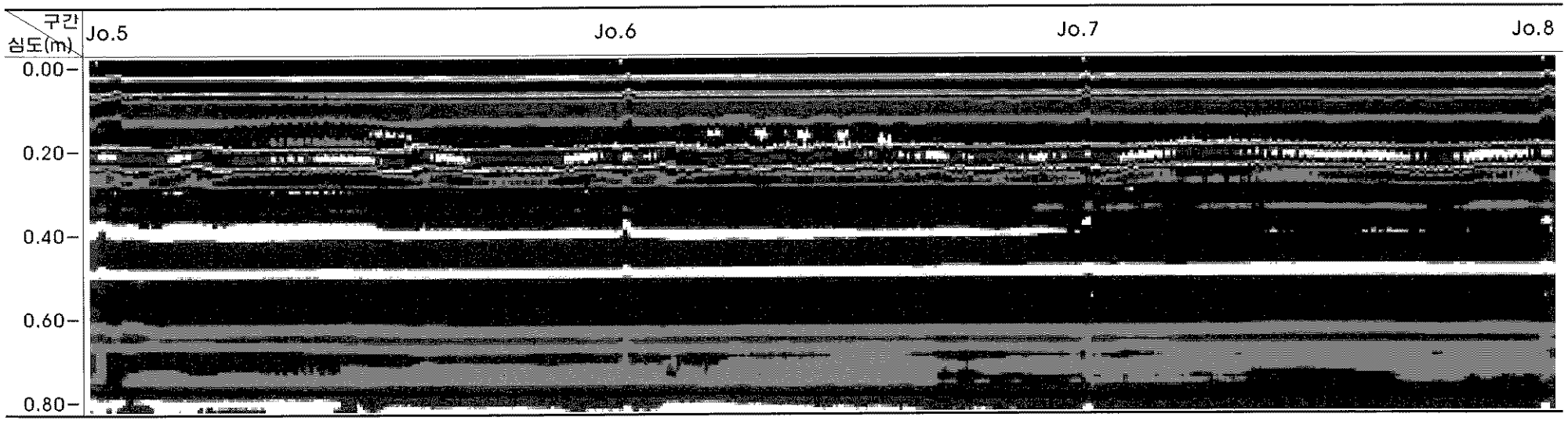
□ S181 횡측선

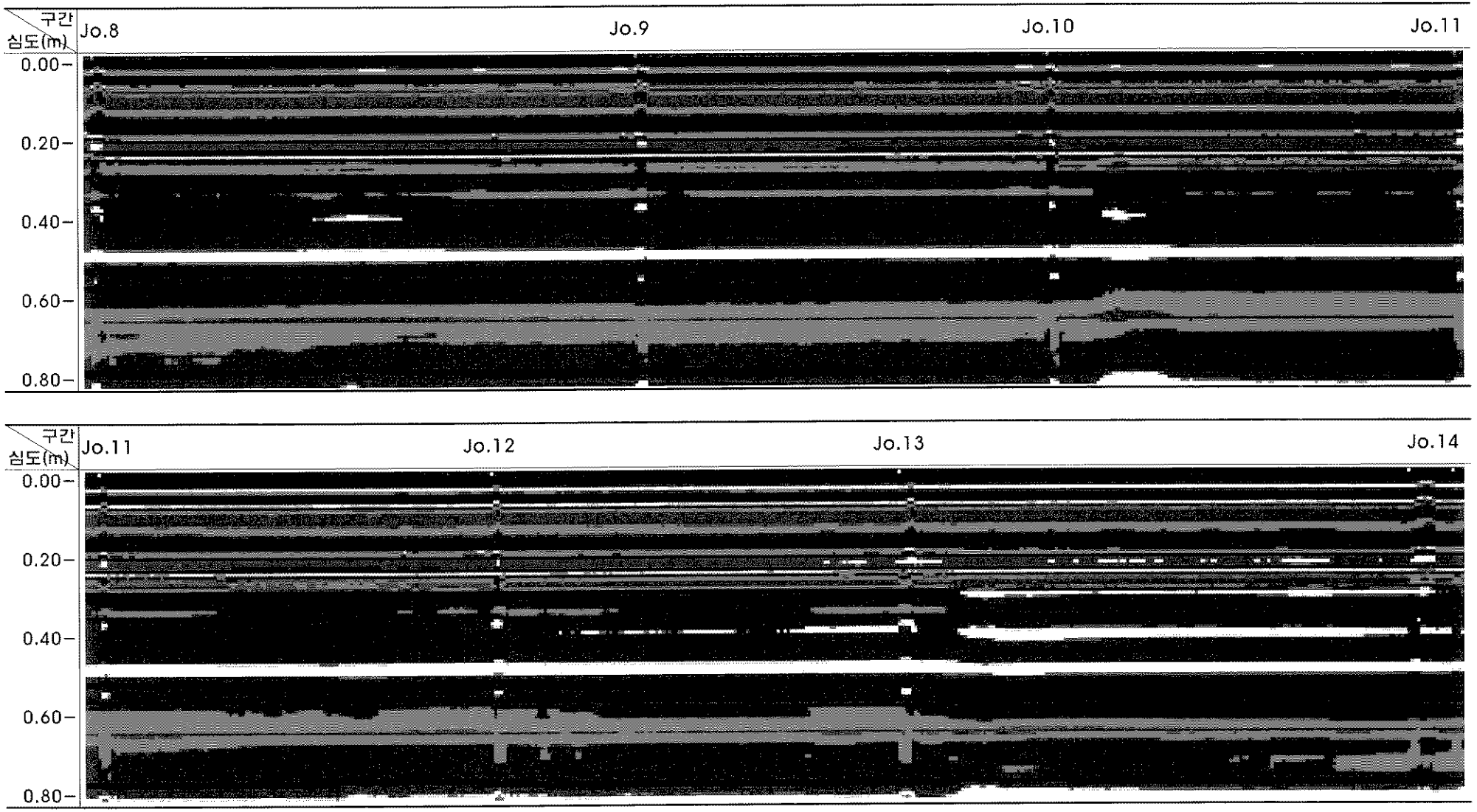


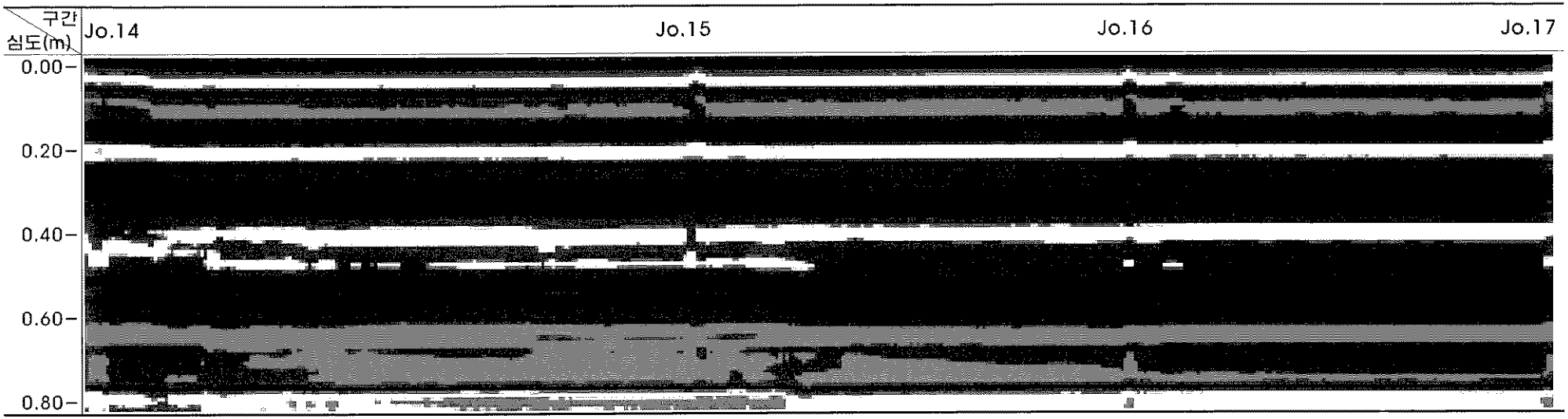
② 장호원방향

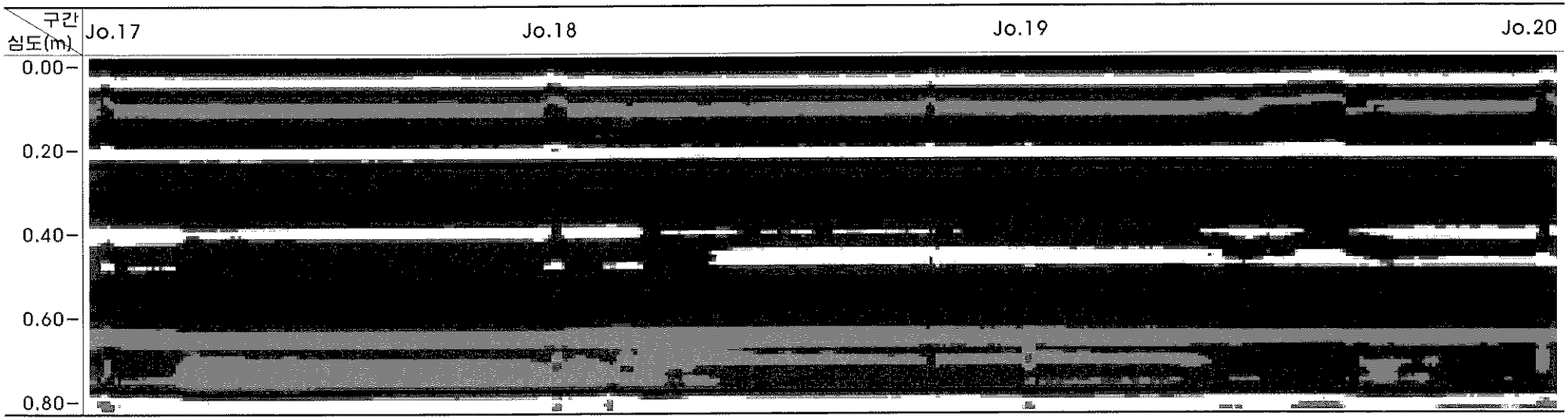
□ 장호원방향 천단부 CL

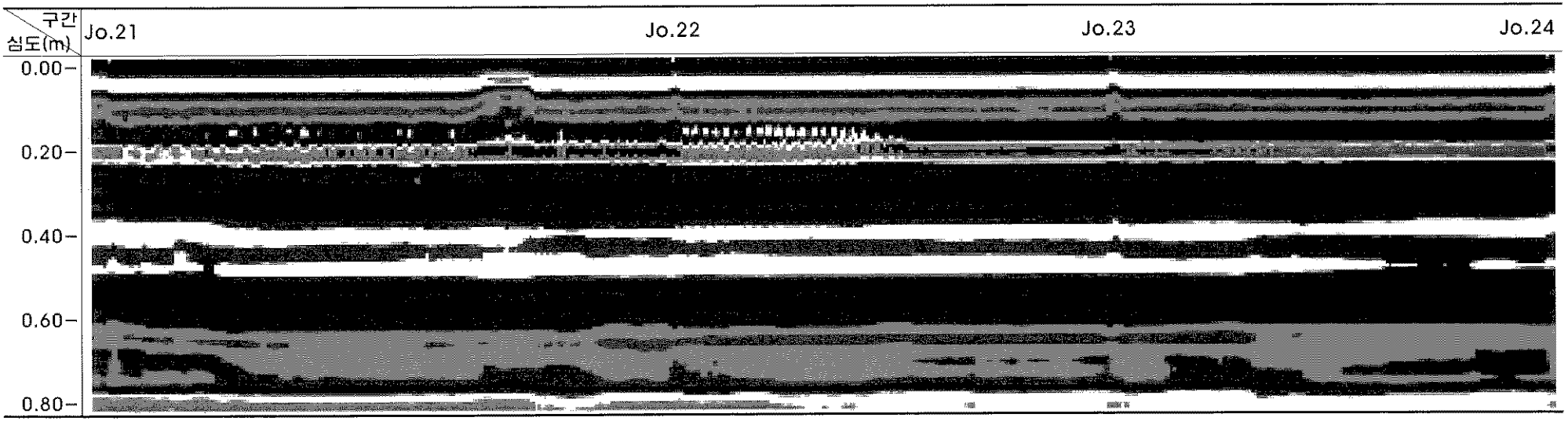

구간
심도(m)
Jo.2
Jo.3
Jo.4
Jo.5
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

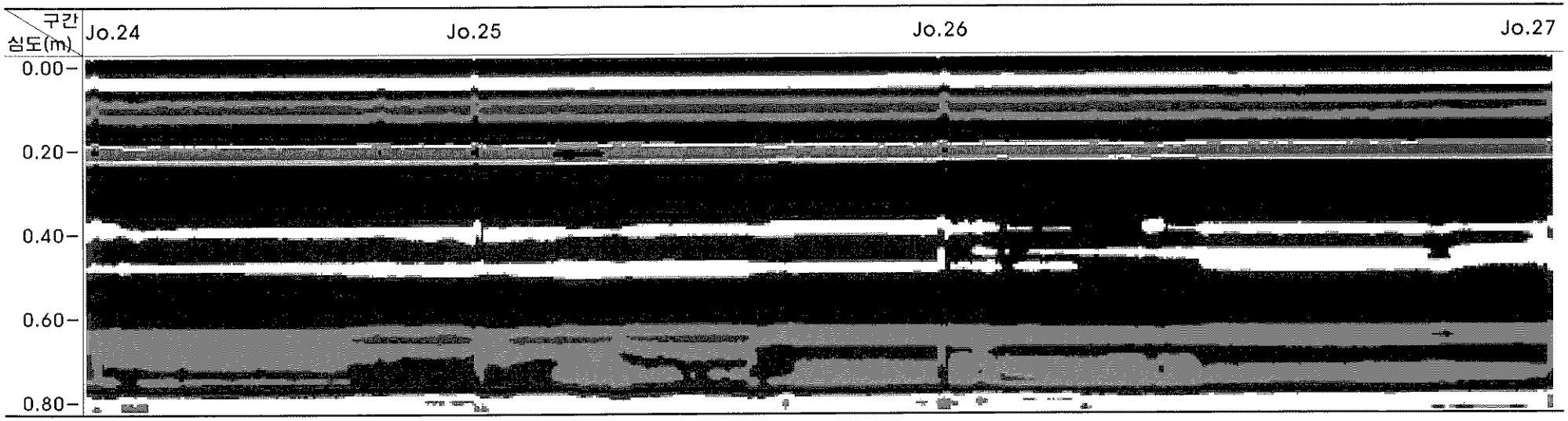

구간
심도(m)
Jo.5
Jo.6
Jo.7
Jo.8
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

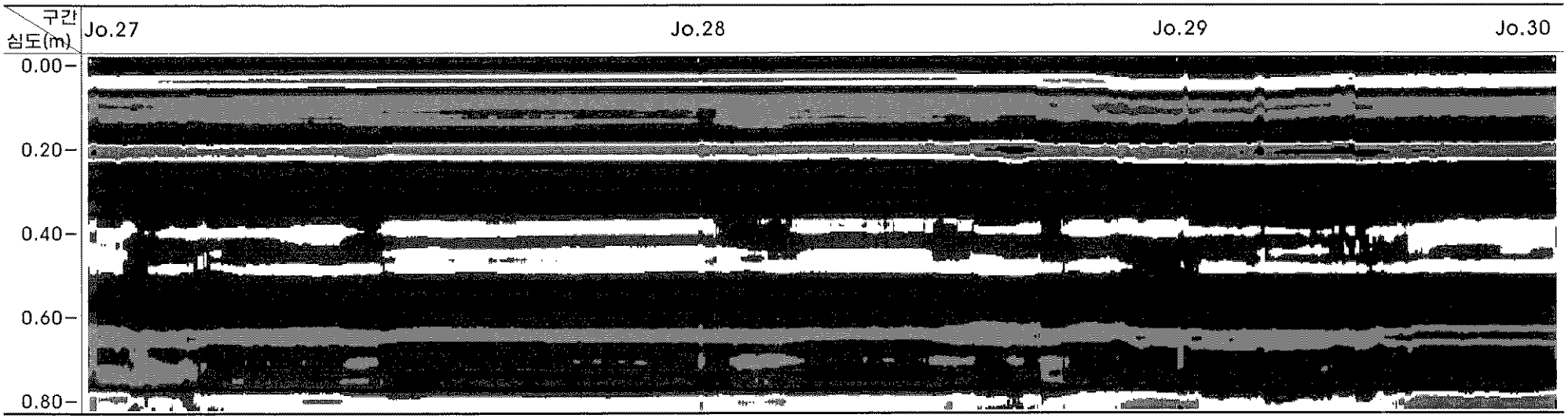

구간
심도(m)
Jo.8
Jo.9
Jo.10
Jo.11
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.11
Jo.12
Jo.13
Jo.14
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

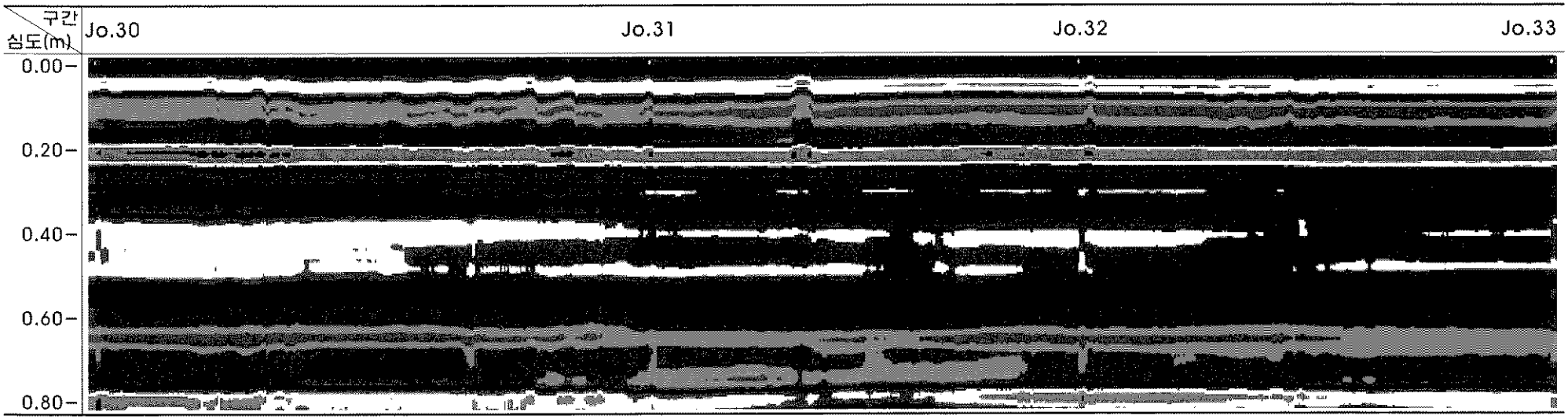

구간
심도(m)
Jo.14
Jo.15
Jo.16
Jo.17
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

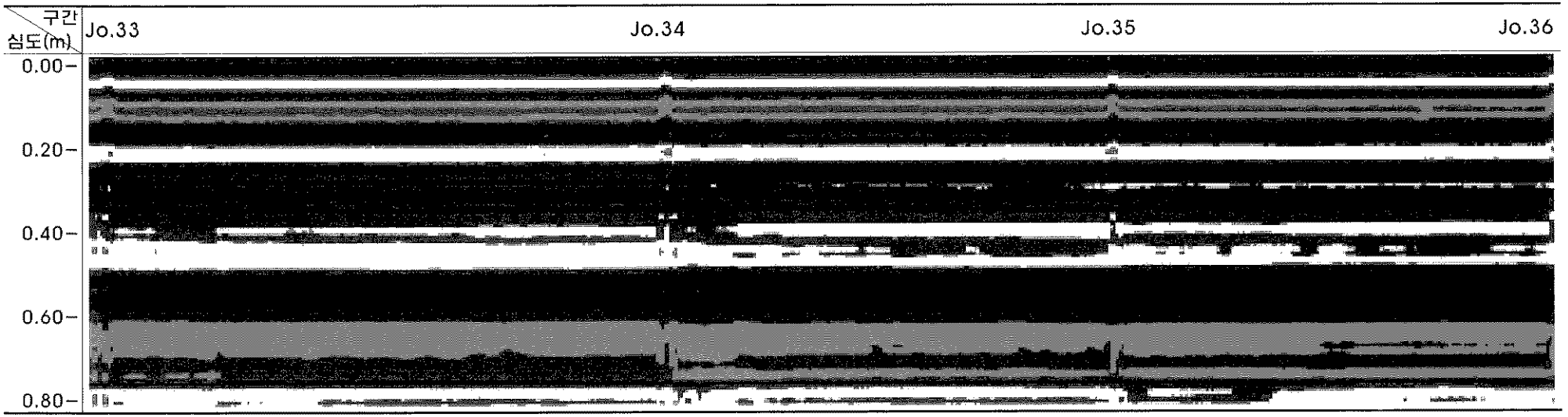

구간
심도(m)
Jo.17
Jo.18
Jo.19
Jo.20
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

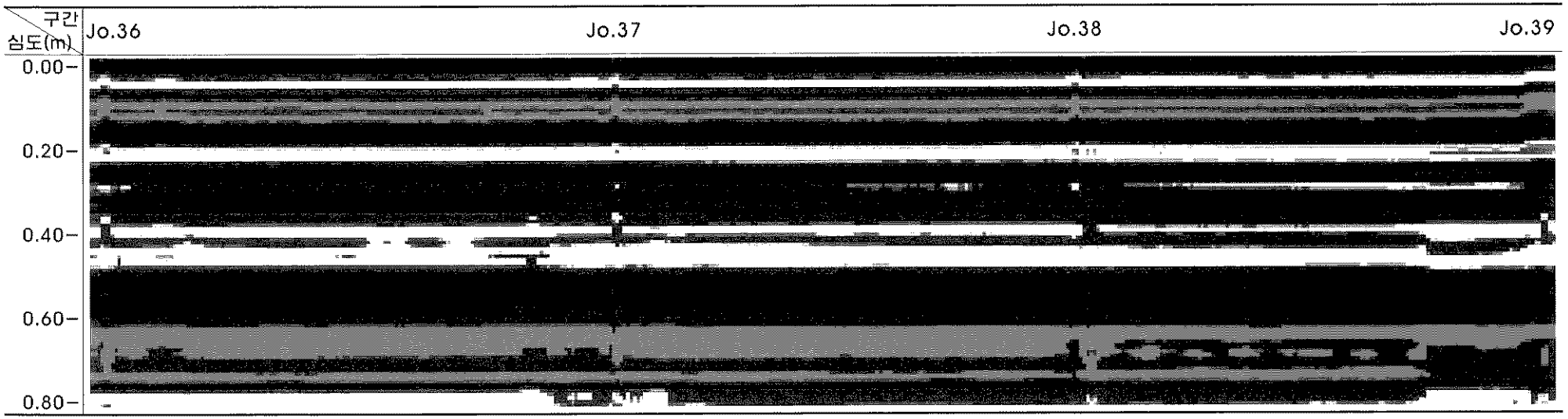

구간
심도(m)
Jo.21
Jo.22
Jo.23
Jo.24
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

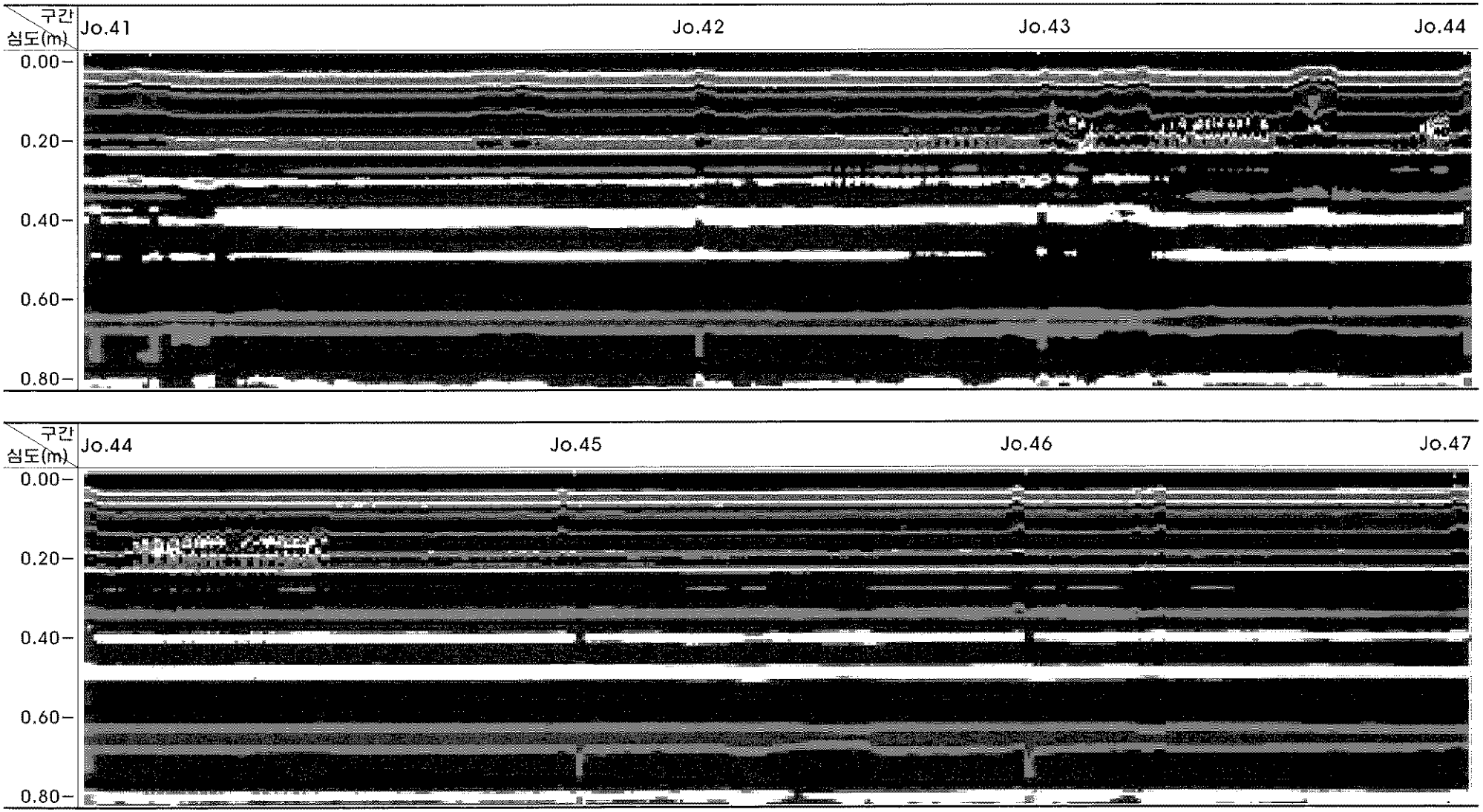

구간
심도(m)
Jo.24
Jo.25
Jo.26
Jo.27
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

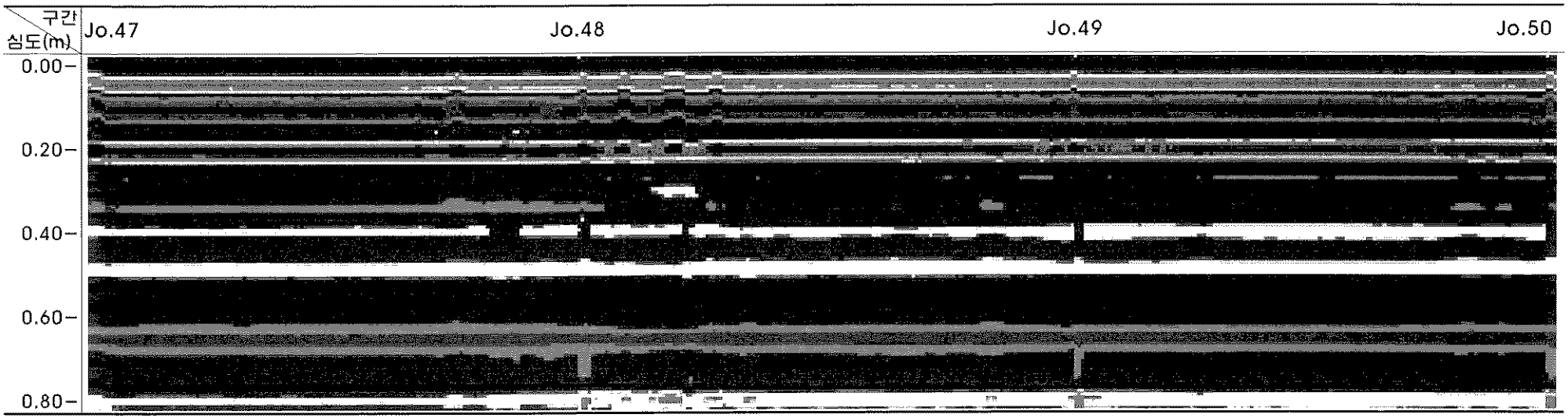

구간
심도(m)
Jo.27
Jo.28
Jo.29
Jo.30
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

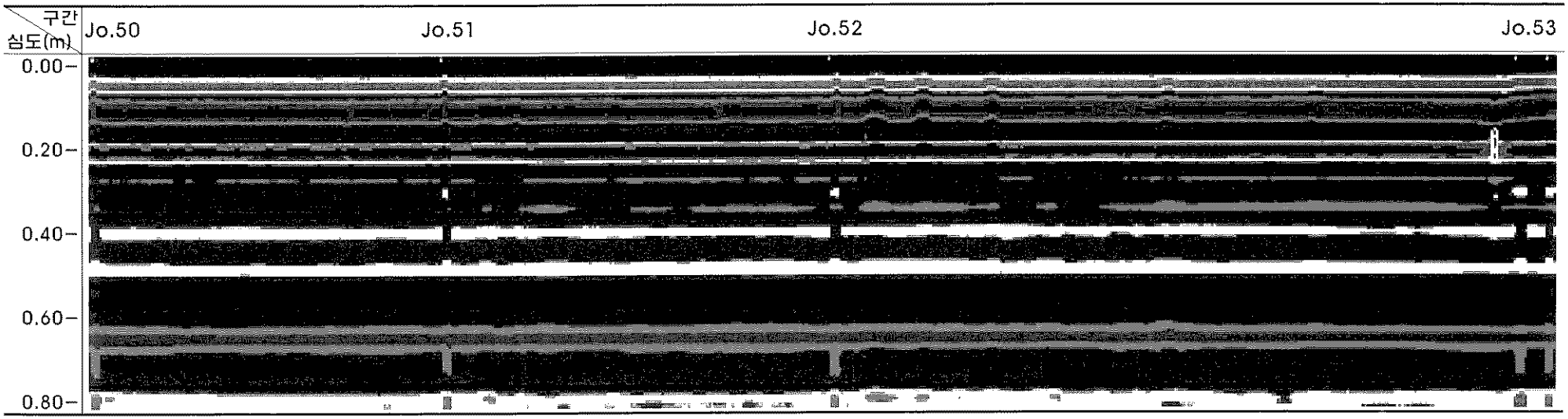

구간
심도(m)
Jo.30
Jo.31
Jo.32
Jo.33
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

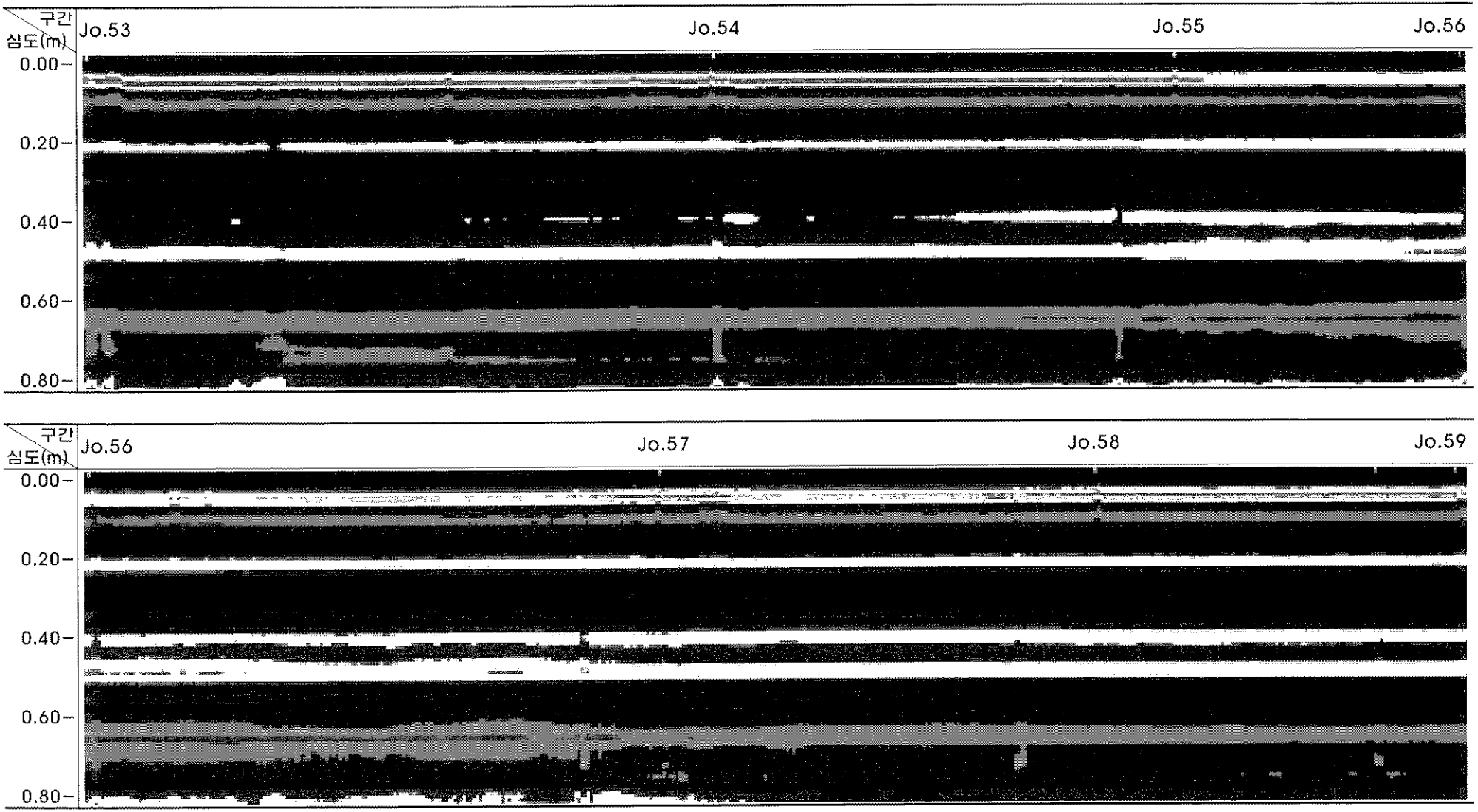

구간
심도(m)
Jo.33
Jo.34
Jo.35
Jo.36
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

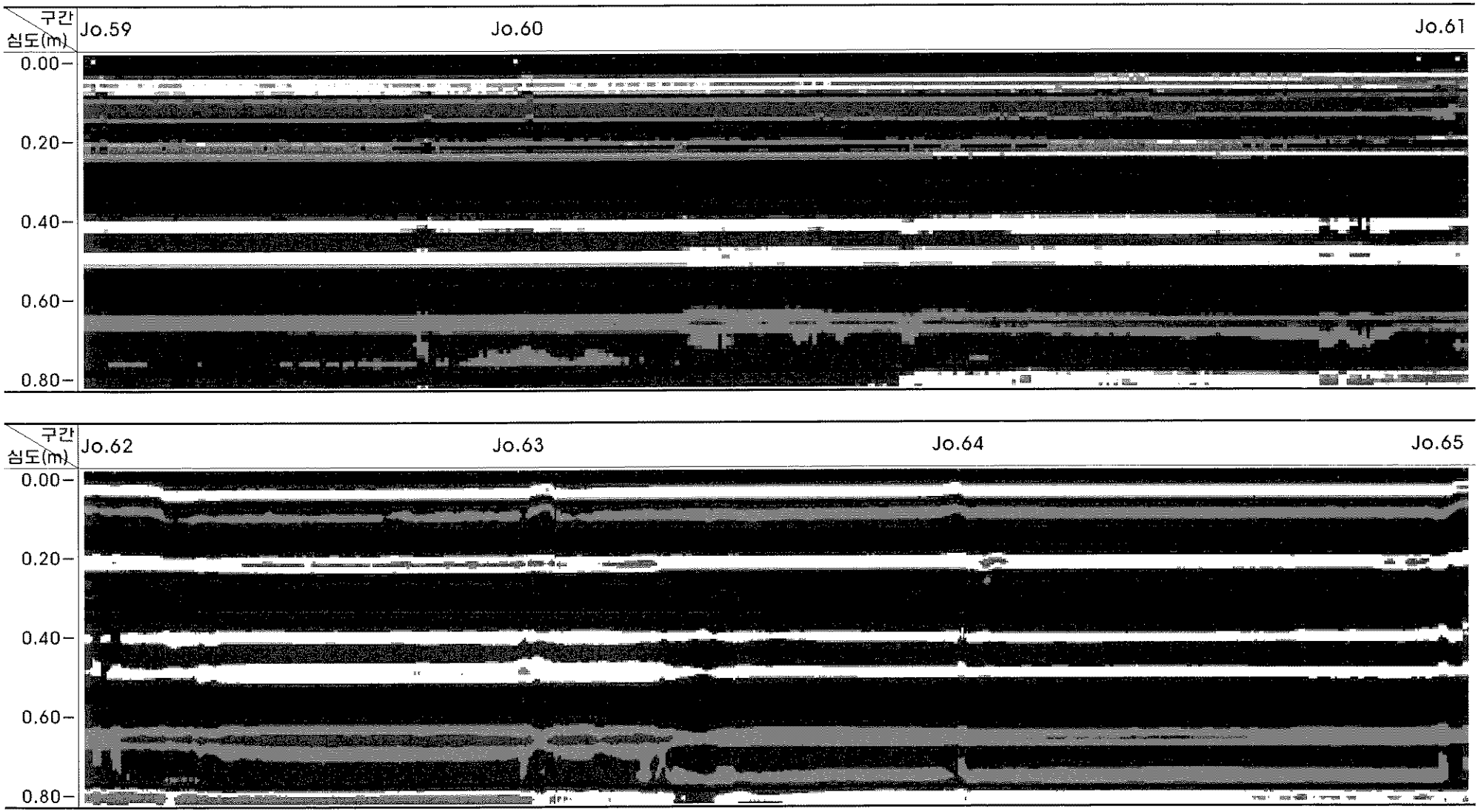

구간
심도(m)
Jo.36
Jo.37
Jo.38
Jo.39
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

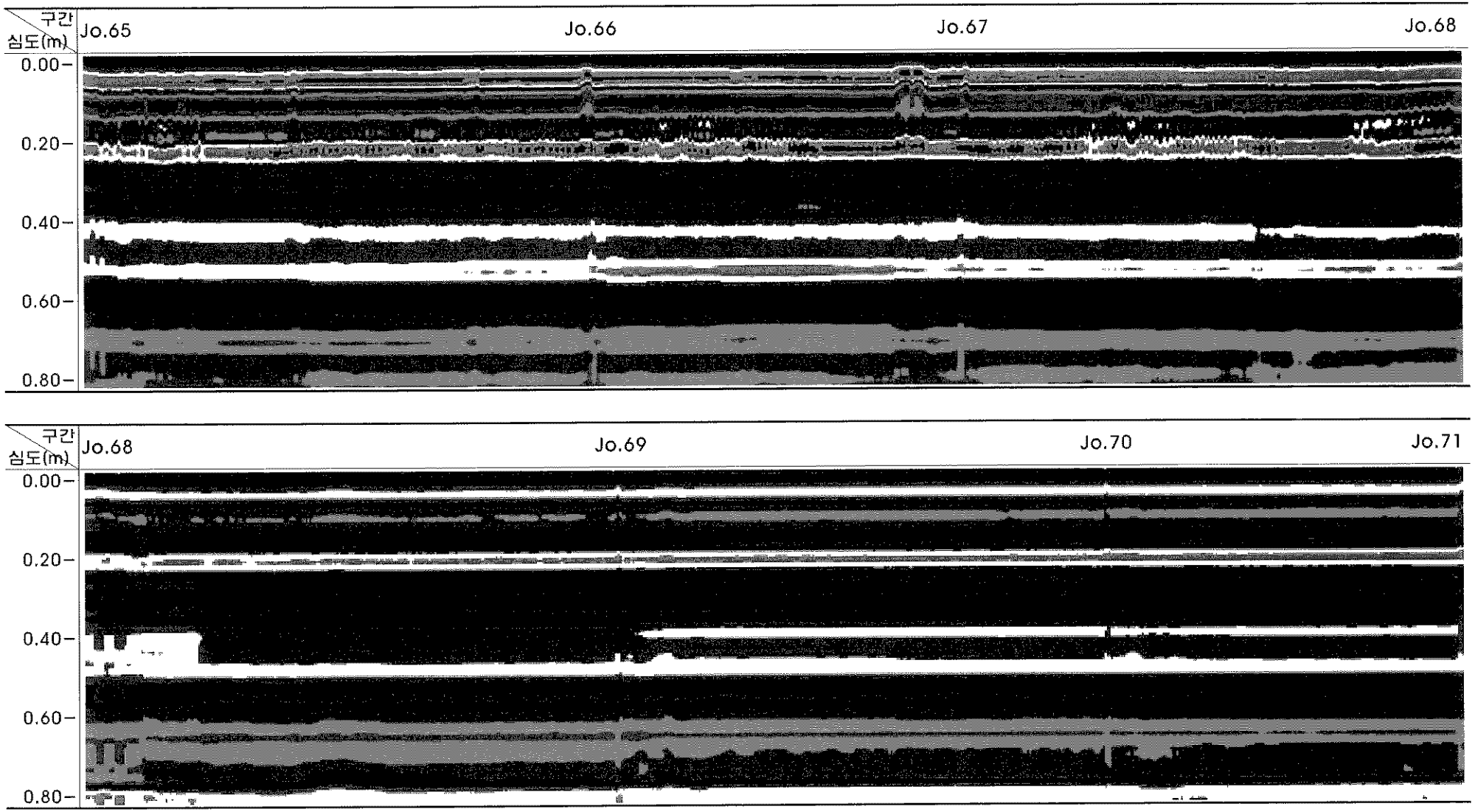

구간
심도(m)
Jo.41
Jo.42
Jo.43
Jo.44
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.44
Jo.45
Jo.46
Jo.47
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

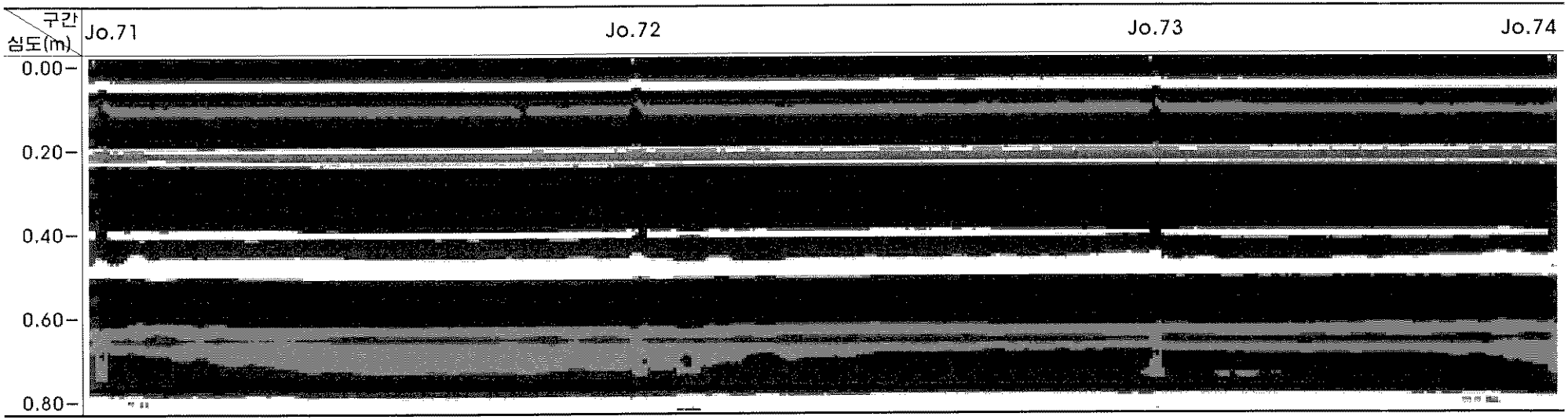

구간
심도(m)
Jo.47
Jo.48
Jo.49
Jo.50
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

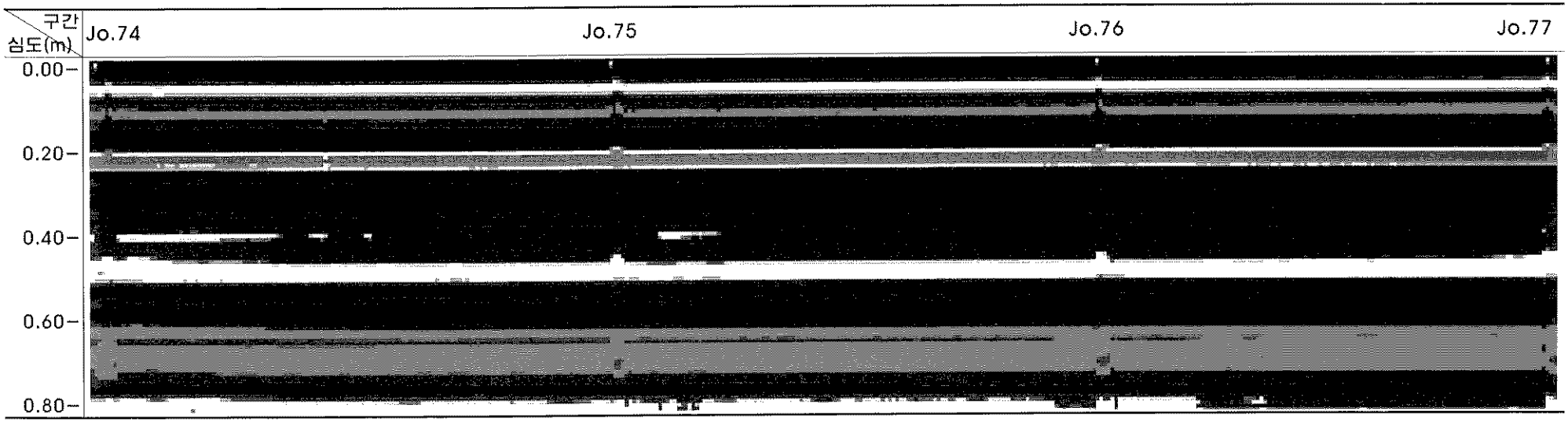

구간
심도(m)
Jo.50
Jo.51
Jo.52
Jo.53
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

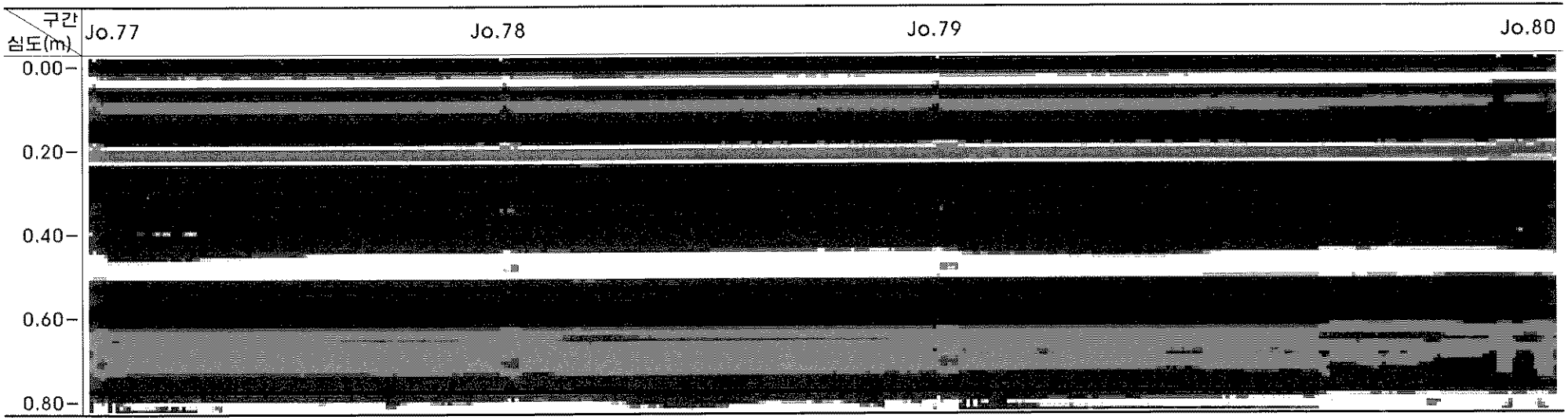

구간
심도(m)
Jo.53
Jo.54
Jo.55
Jo.56
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.56
Jo.57
Jo.58
Jo.59
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

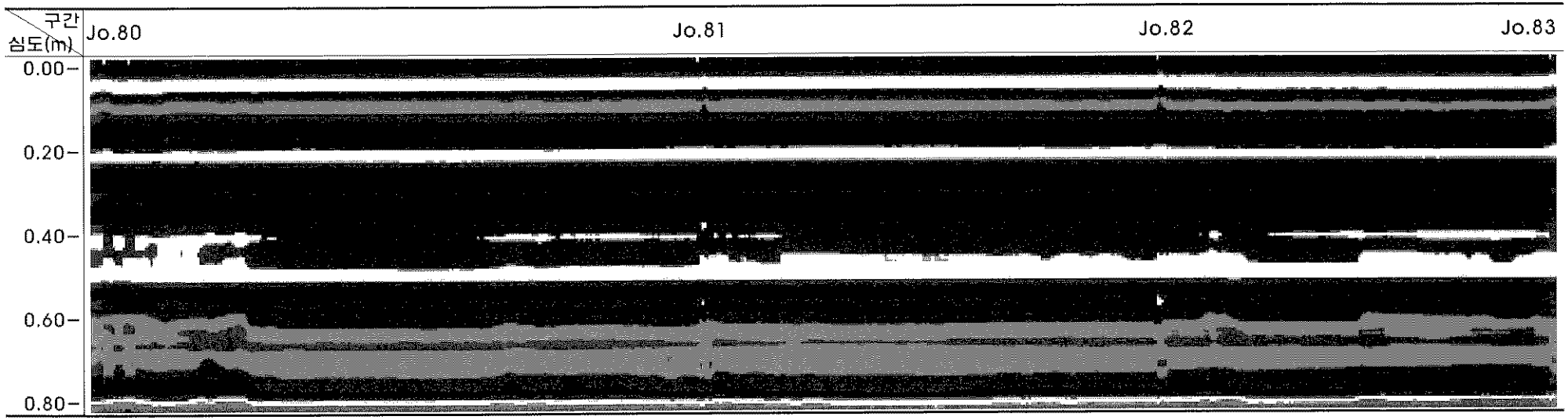

구간
심도(m)
Jo.59
Jo.60
Jo.61
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.62
Jo.63
Jo.64
Jo.65
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

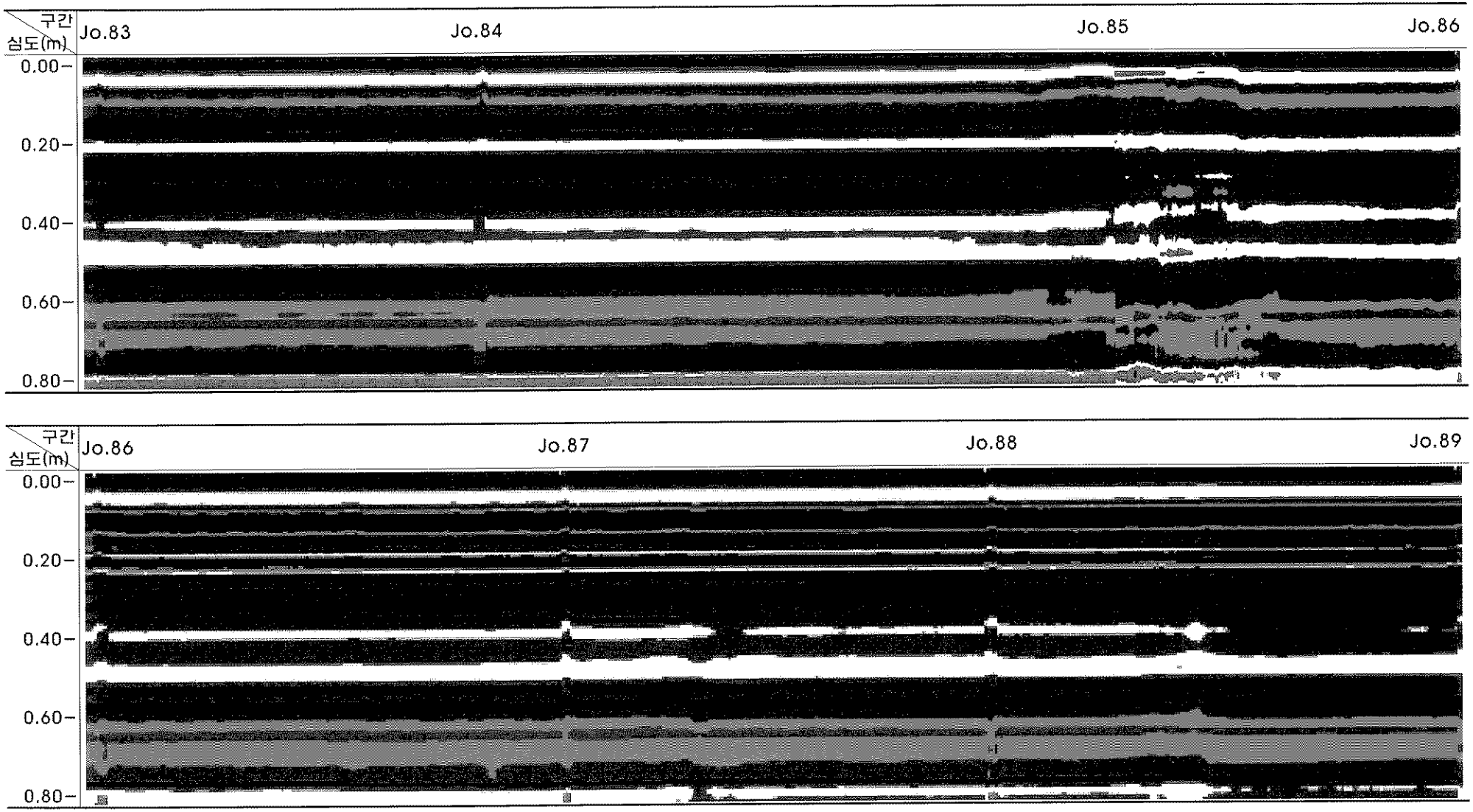

구간
심도(m)
Jo.65
Jo.66
Jo.67
Jo.68
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.68
Jo.69
Jo.70
Jo.71
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

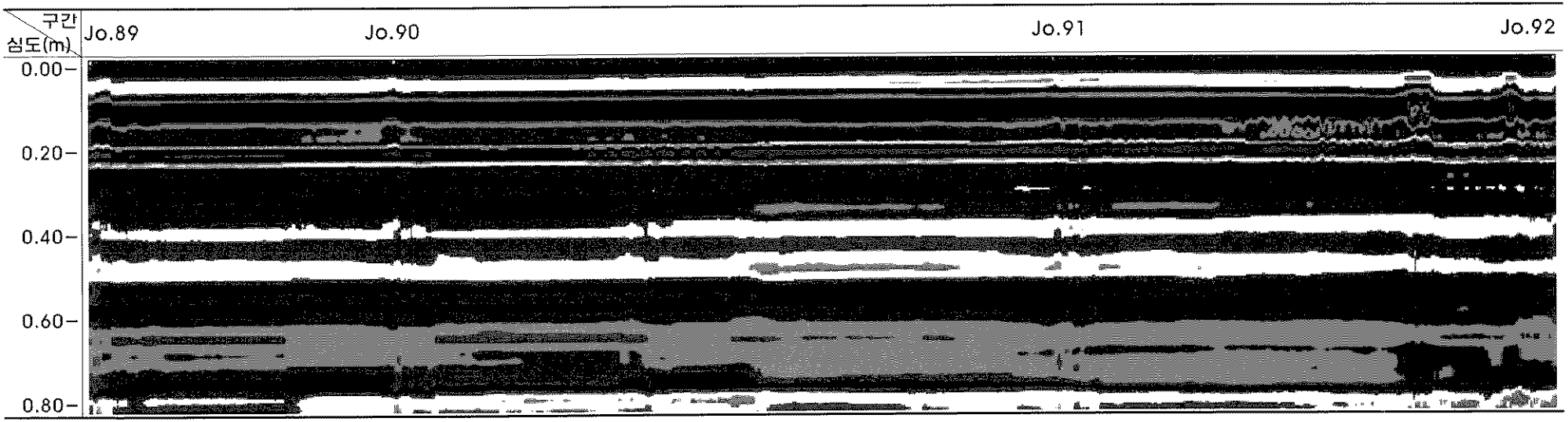

구간
심도(m)
Jo.71
Jo.72
Jo.73
Jo.74
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

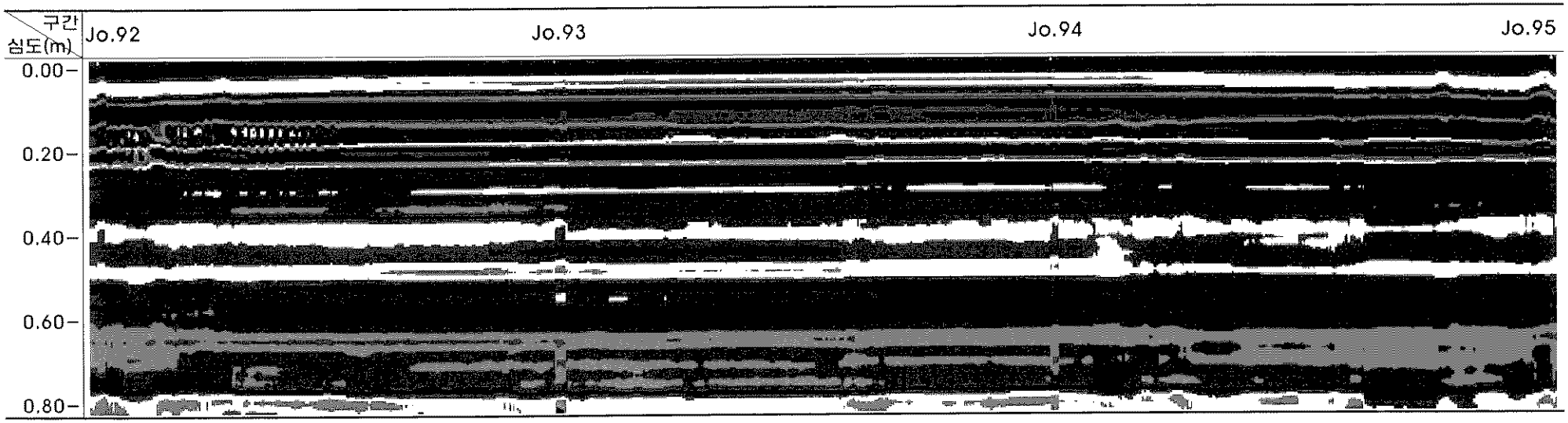

구간
심도(m)
Jo.74
Jo.75
Jo.76
Jo.77
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

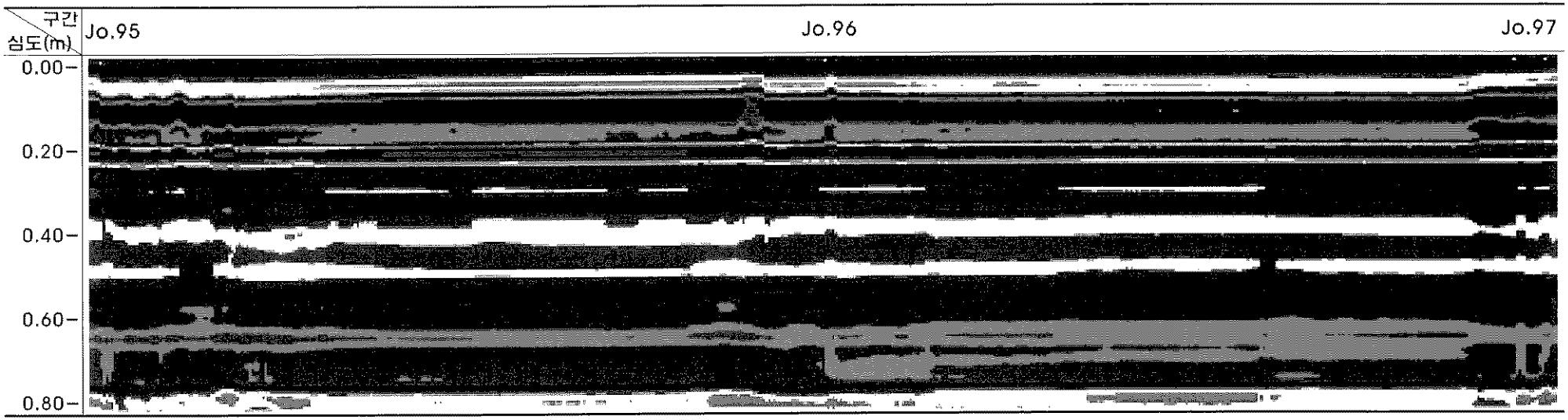

구간
심도(m)
Jo.77
Jo.78
Jo.79
Jo.80
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

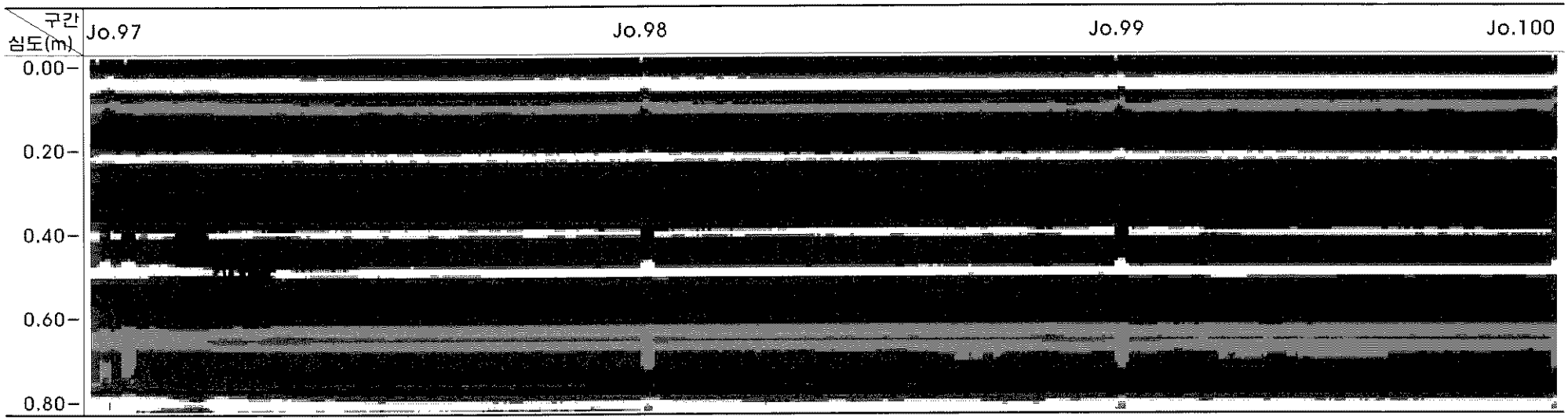

구간
심도(m)
Jo.80
Jo.81
Jo.82
Jo.83
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

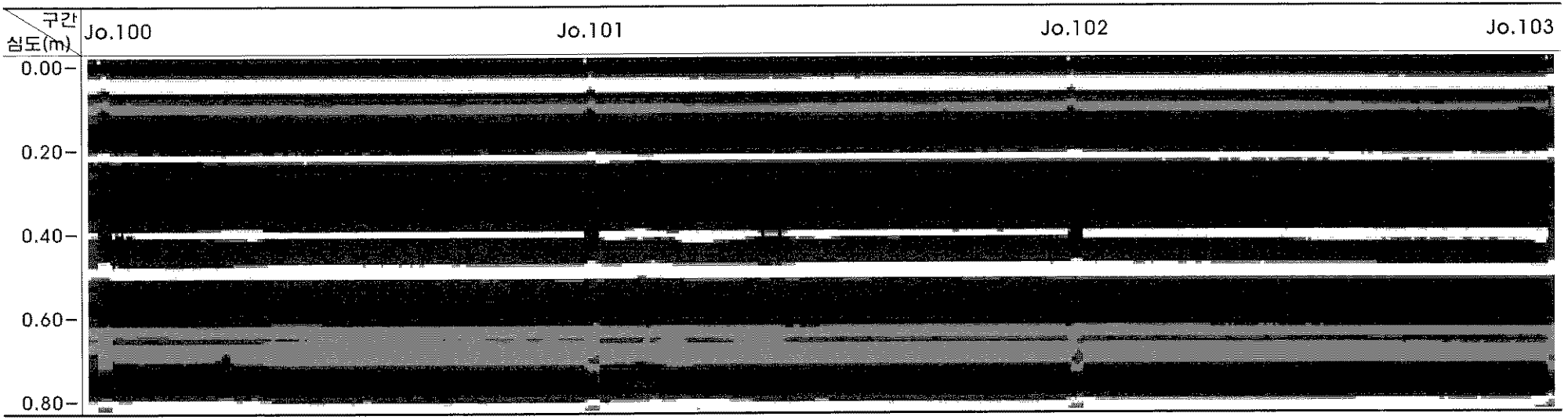

구간
심도(m)
Jo.83
Jo.84
Jo.85
Jo.86
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.86
Jo.87
Jo.88
Jo.89
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

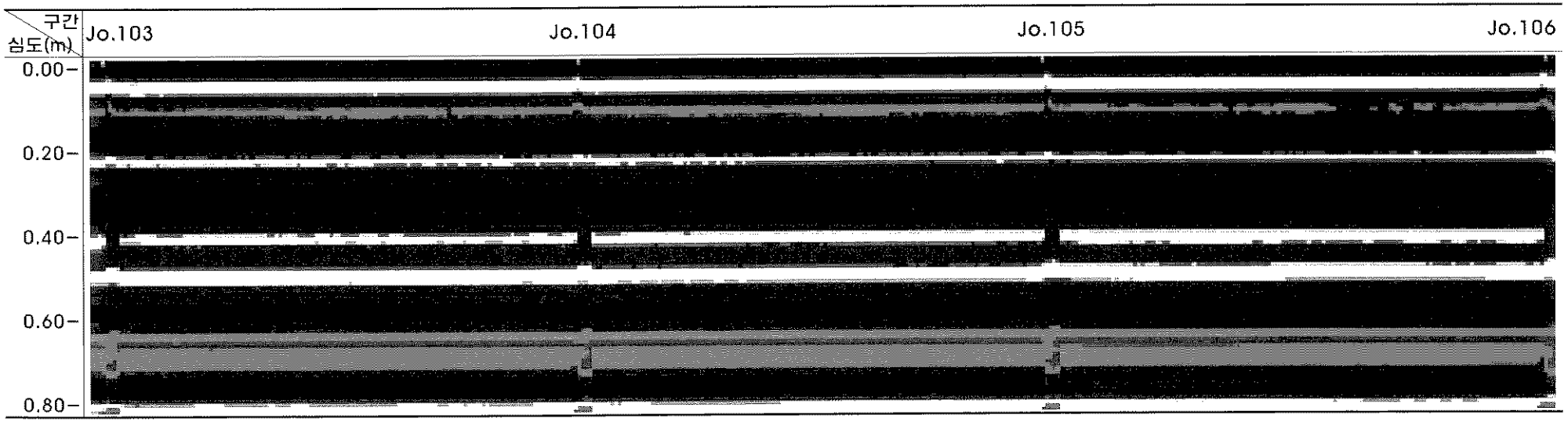

구간
심도(m)
Jo.89
Jo.90
Jo.91
Jo.92
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

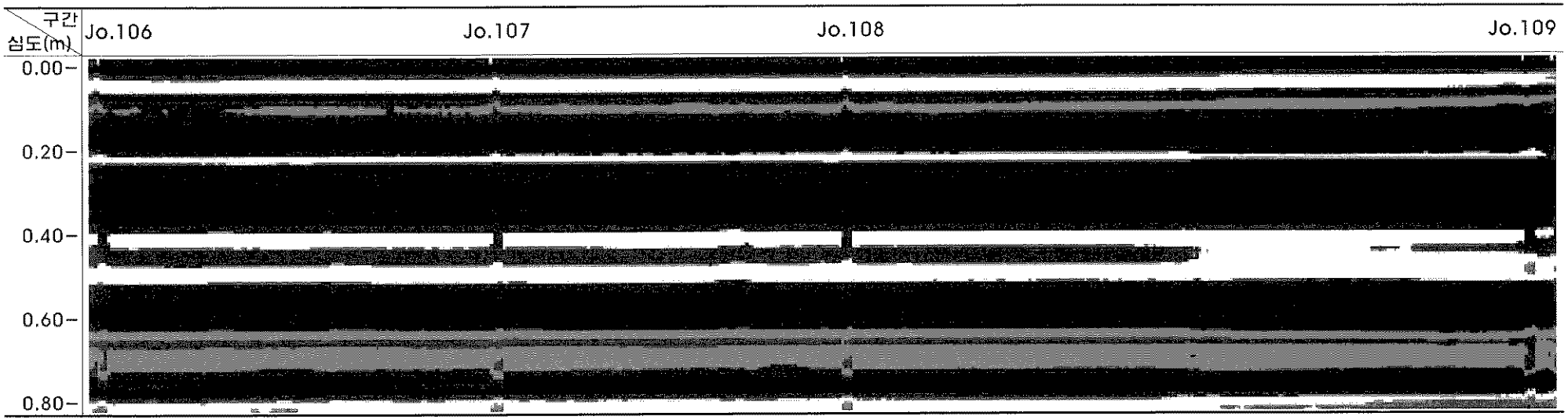

구간
심도(m)
Jo.92
Jo.93
Jo.94
Jo.95
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

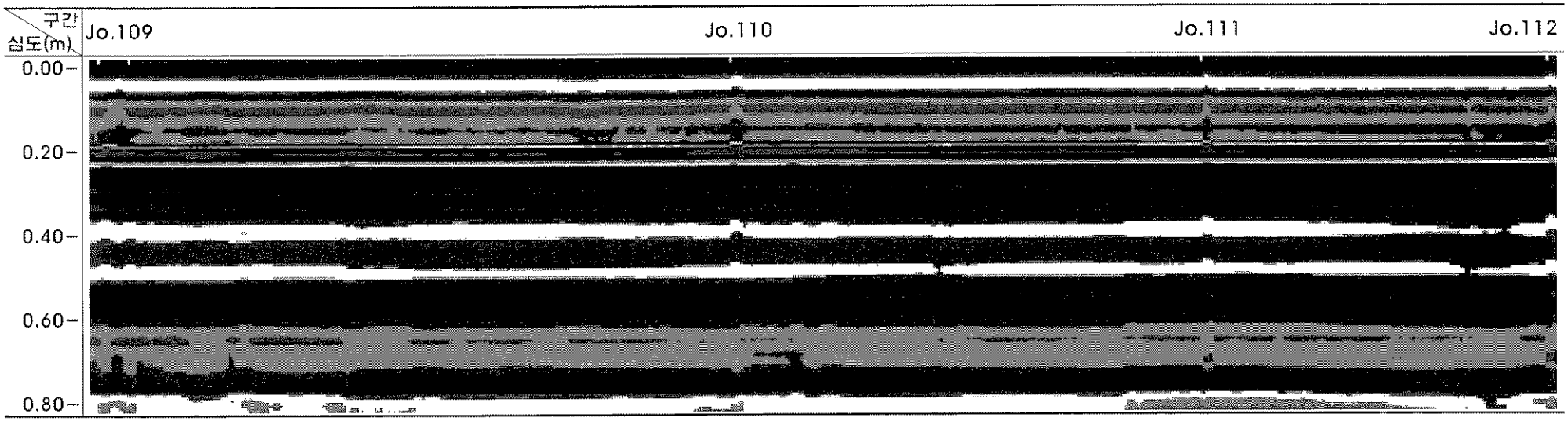

구간
심도(m)
Jo.95
Jo.96
Jo.97
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

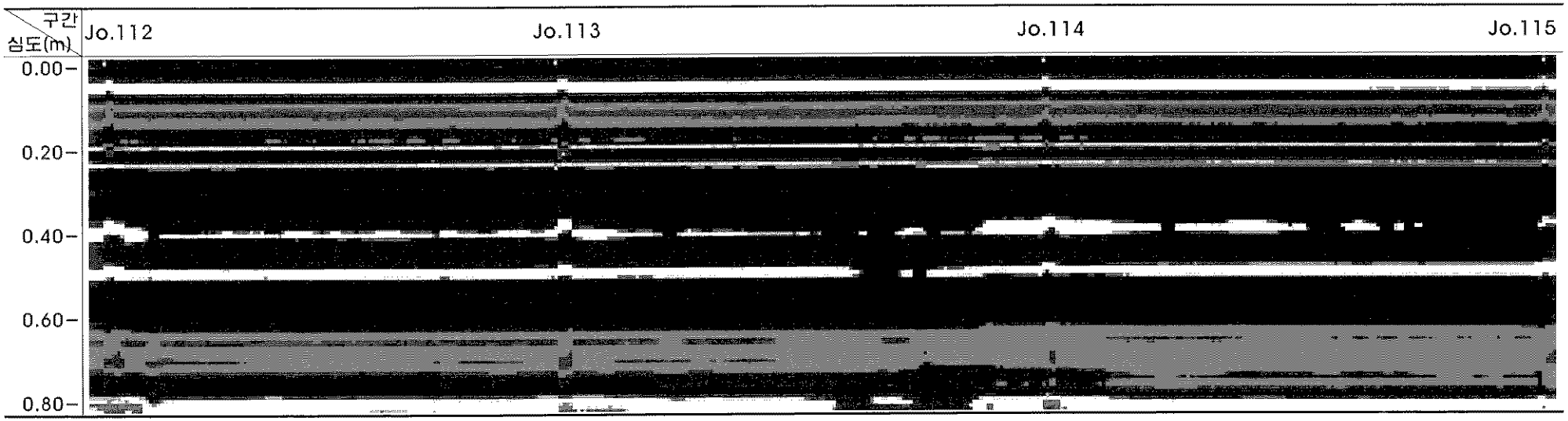

구간
심도(m)
Jo.97
Jo.98
Jo.99
Jo.100
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

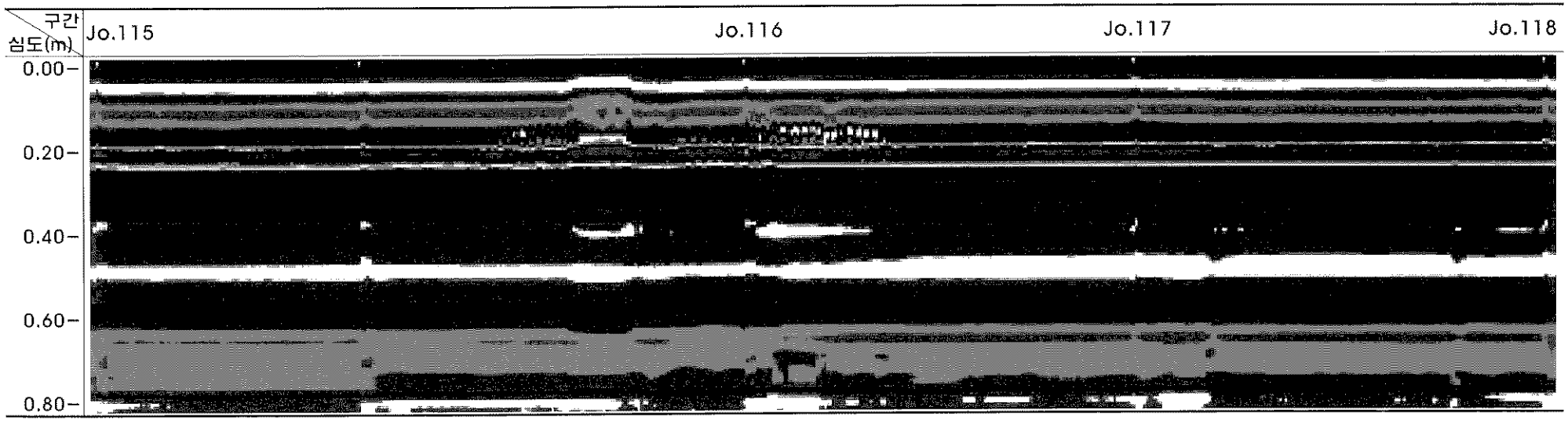

구간
심도(m)
Jo.100
Jo.101
Jo.102
Jo.103
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

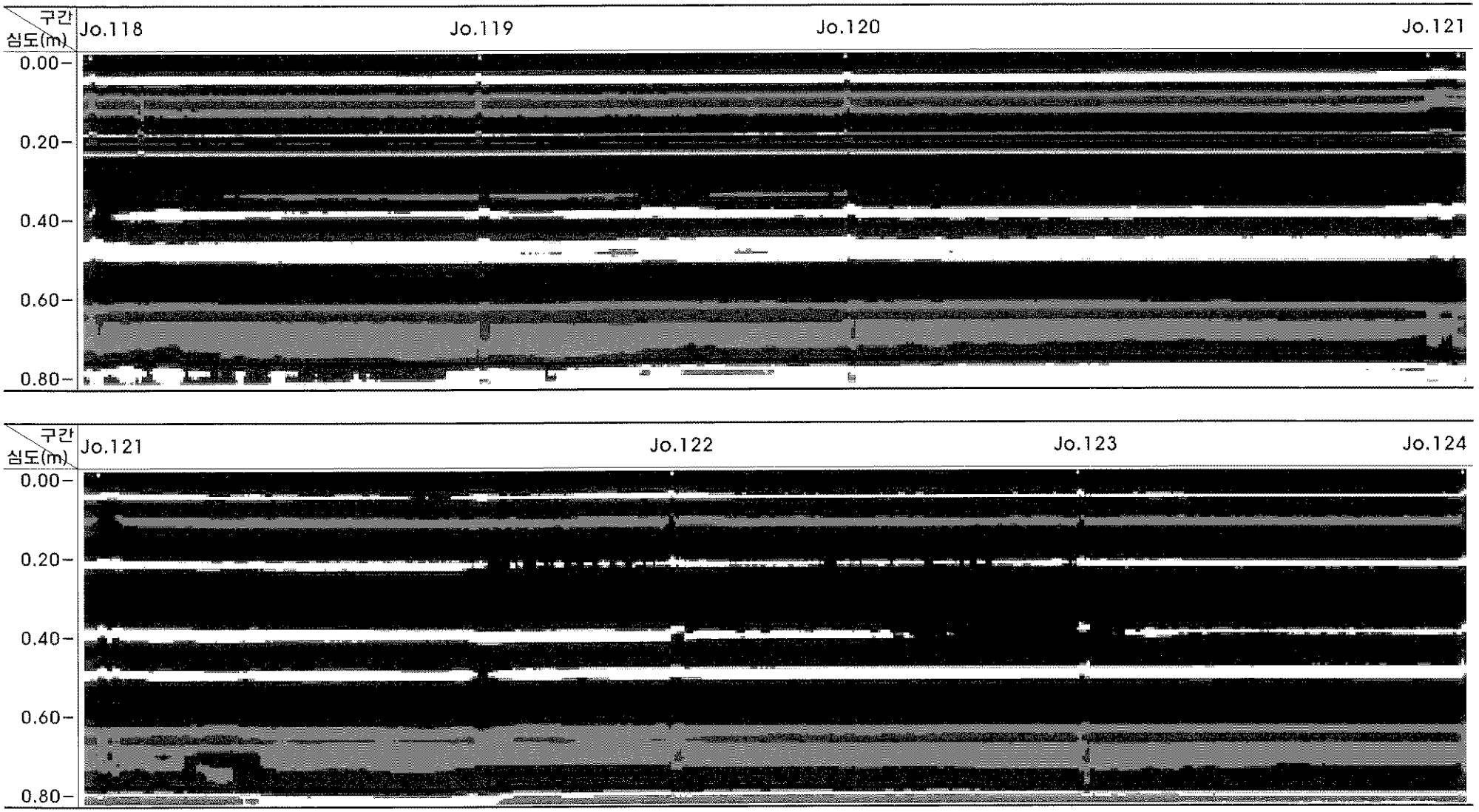

구간
심도(m)
Jo.103
Jo.104
Jo.105
Jo.106
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

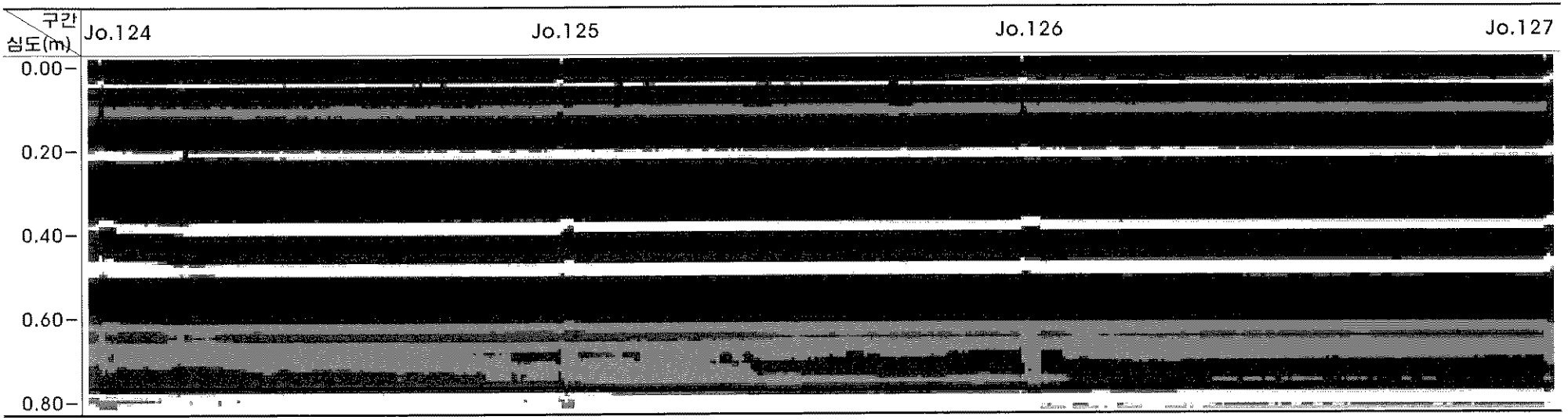

구간
심도(m)
Jo.106
Jo.107
Jo.108
Jo.109
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

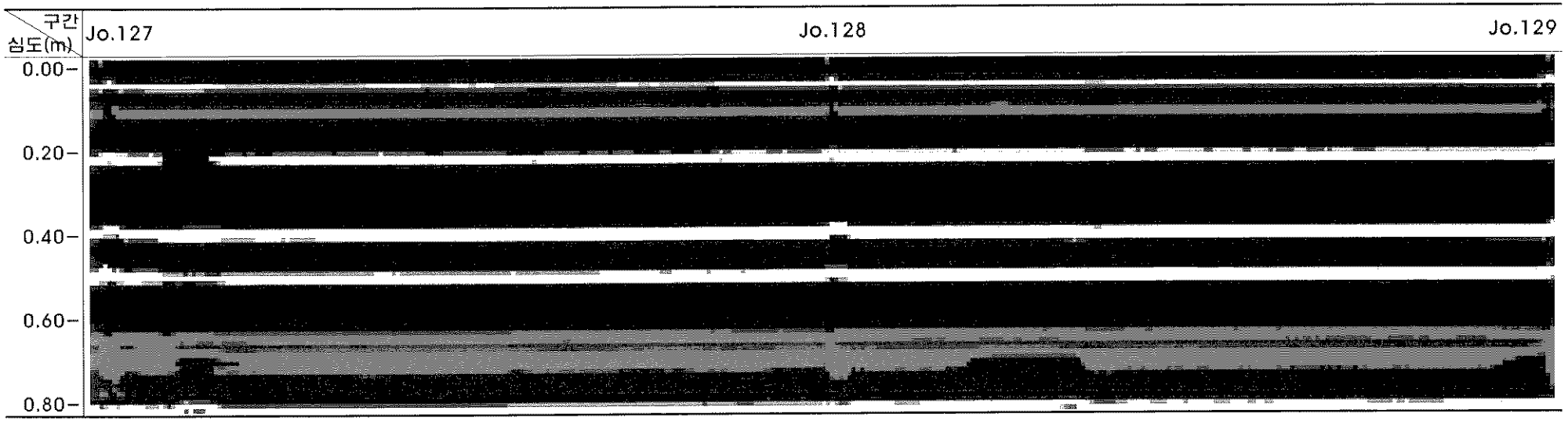

구간
심도(m)
Jo.109
Jo.110
Jo.111
Jo.112
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

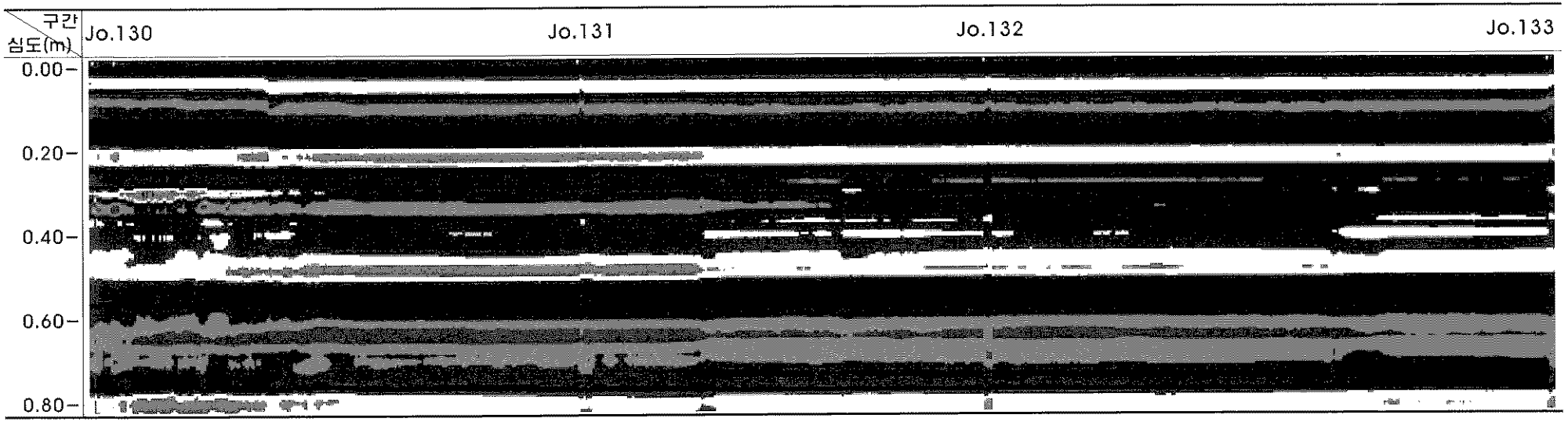

구간
심도(m)
Jo.112
Jo.113
Jo.114
Jo.115
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

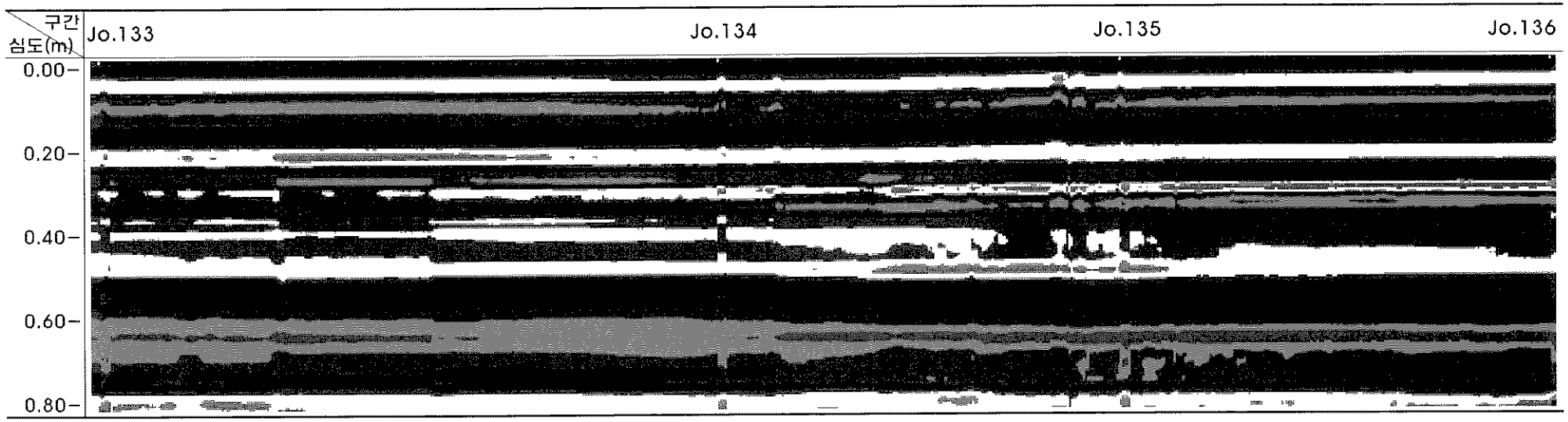

구간
심도(m)
Jo.115
Jo.116
Jo.117
Jo.118
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

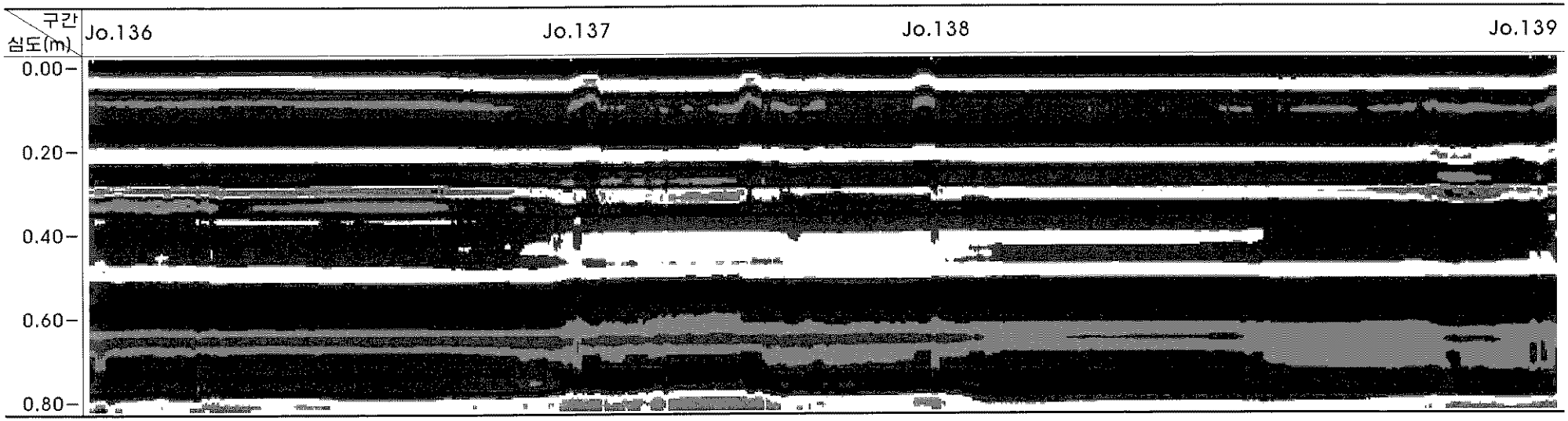

구간
심도(m)
Jo.118
Jo.119
Jo.120
Jo.121
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.121
Jo.122
Jo.123
Jo.124
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

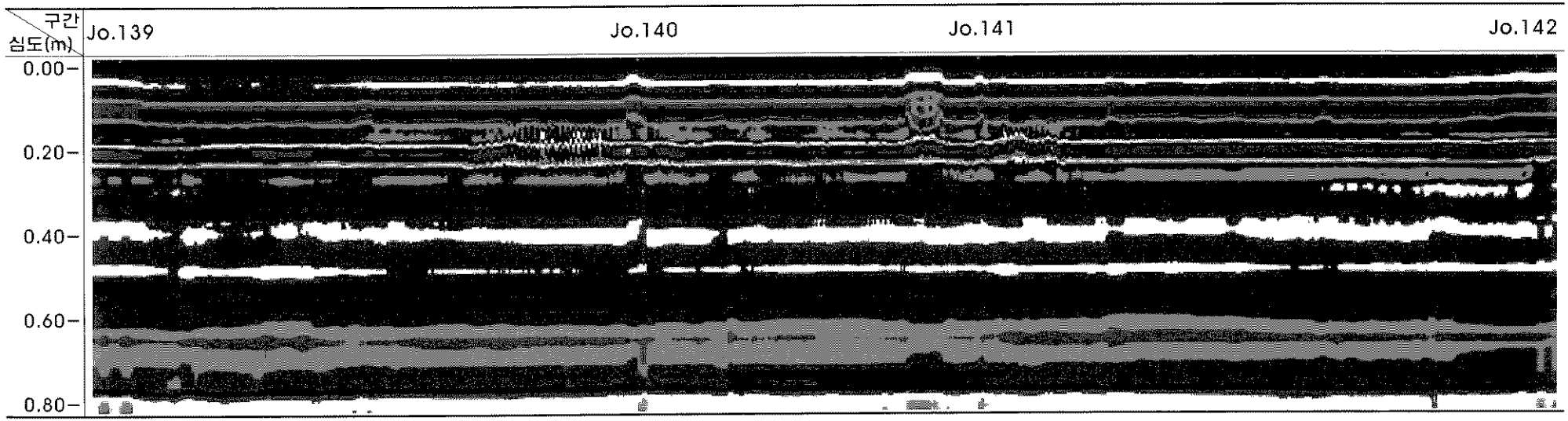

구간
심도(m)
Jo.124
Jo.125
Jo.126
Jo.127
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

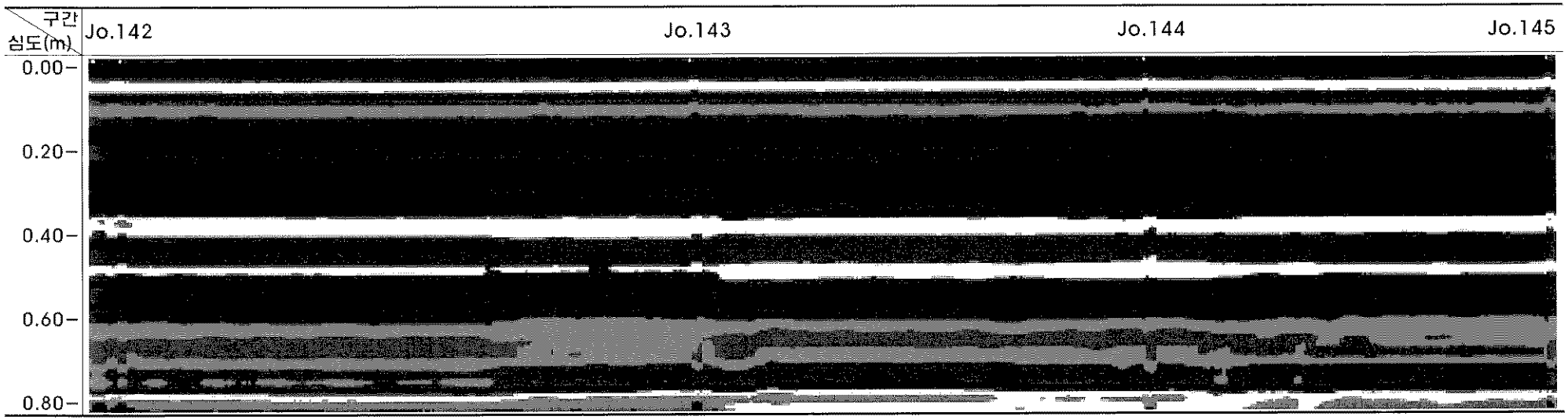

구간
심도(m)
Jo.127
Jo.128
Jo.129
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

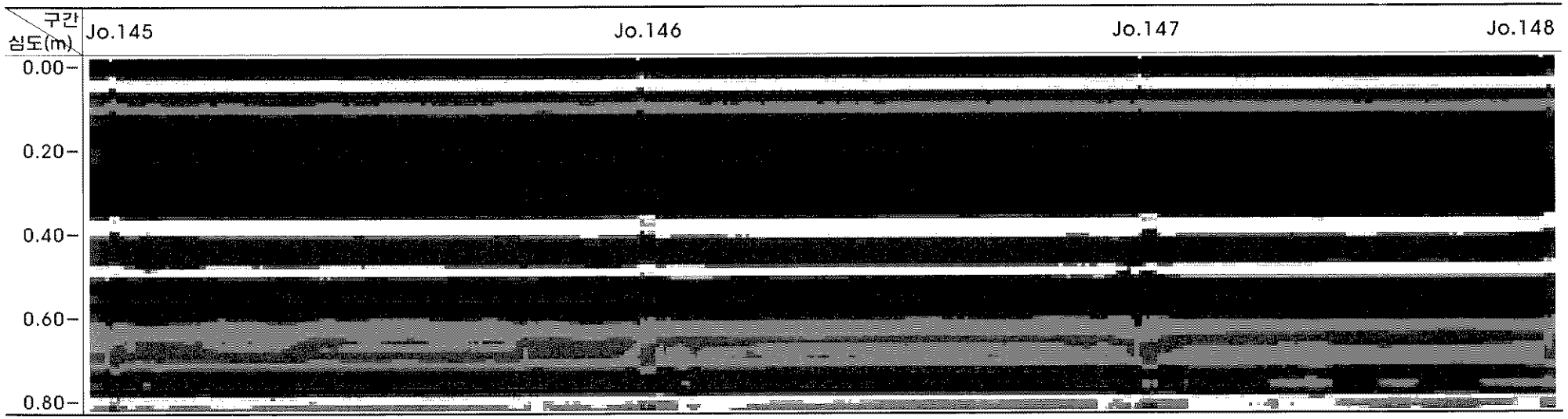

구간
심도(m)
Jo.130
Jo.131
Jo.132
Jo.133
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

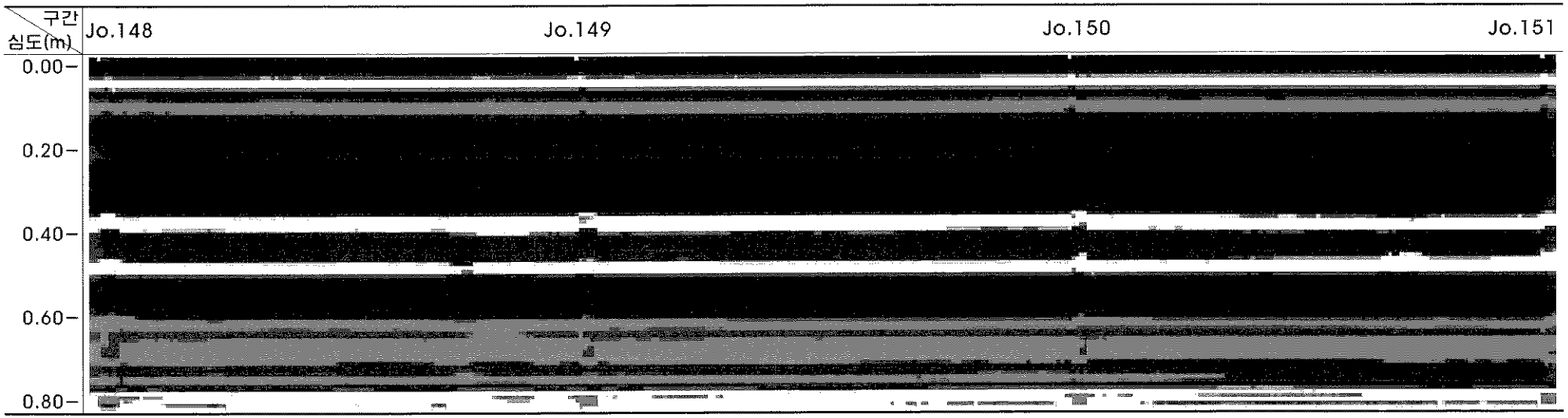

구간
심도(m)
Jo.133
Jo.134
Jo.135
Jo.136
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

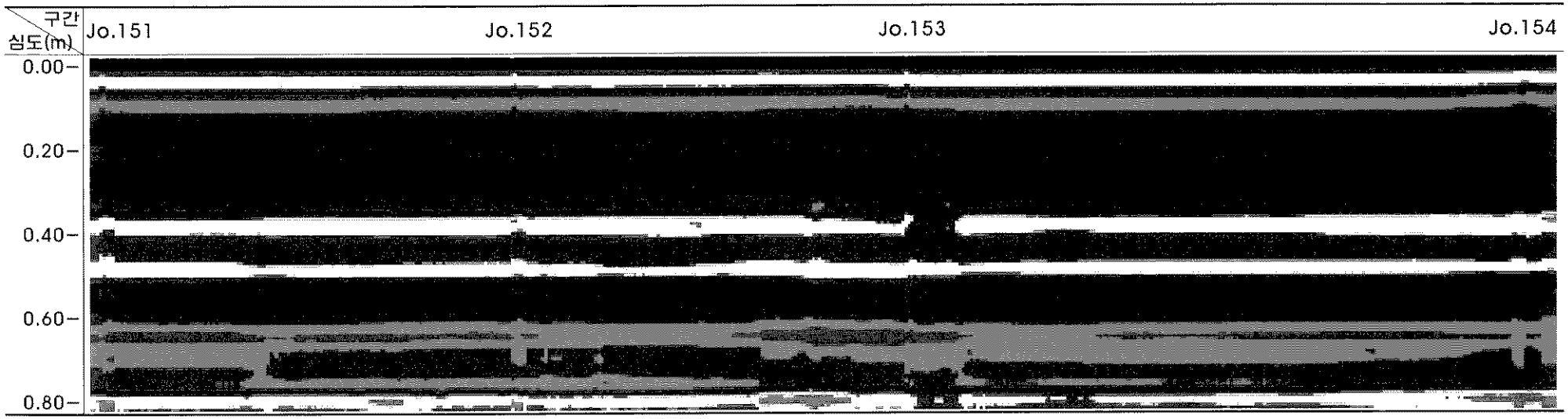

구간
심도(m)
Jo.136
Jo.137
Jo.138
Jo.139
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

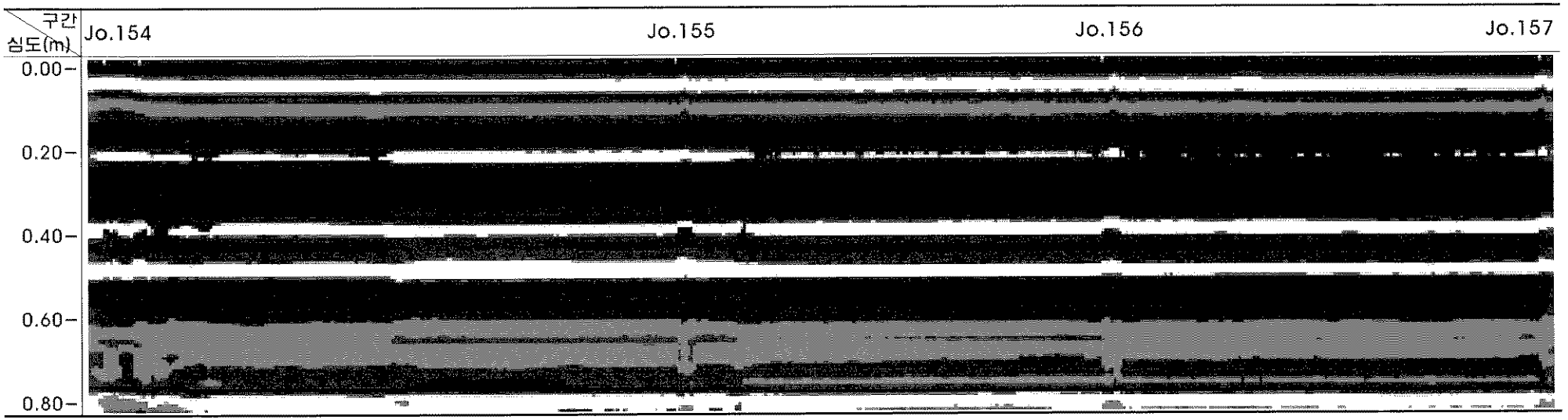

구간
심도(m)
Jo.139
Jo.140
Jo.141
Jo.142
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

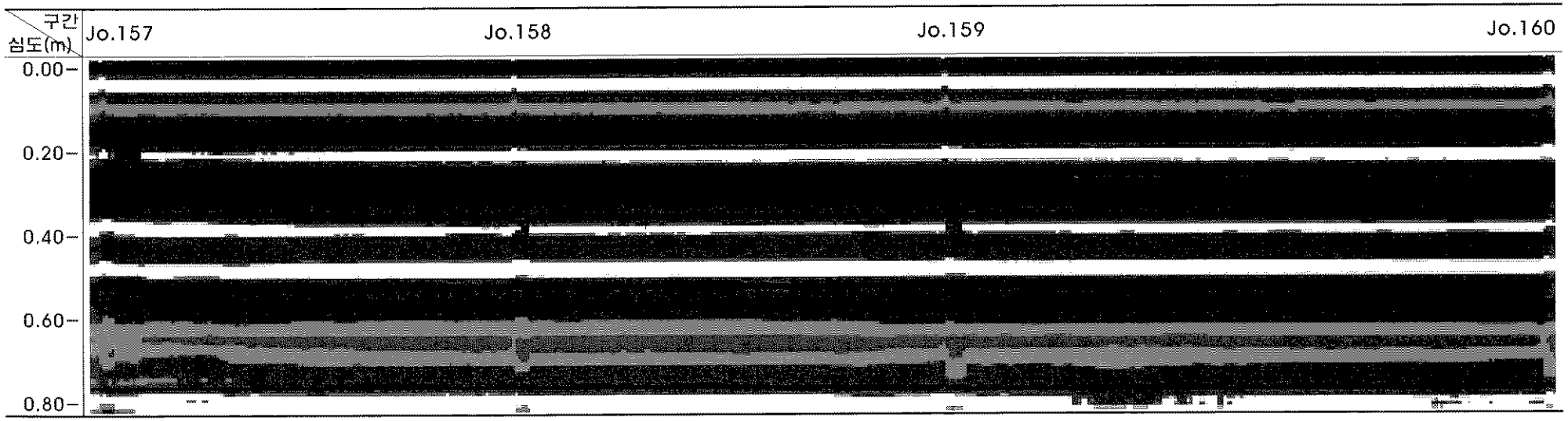

구간
심도(m)
Jo.142
Jo.143
Jo.144
Jo.145
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

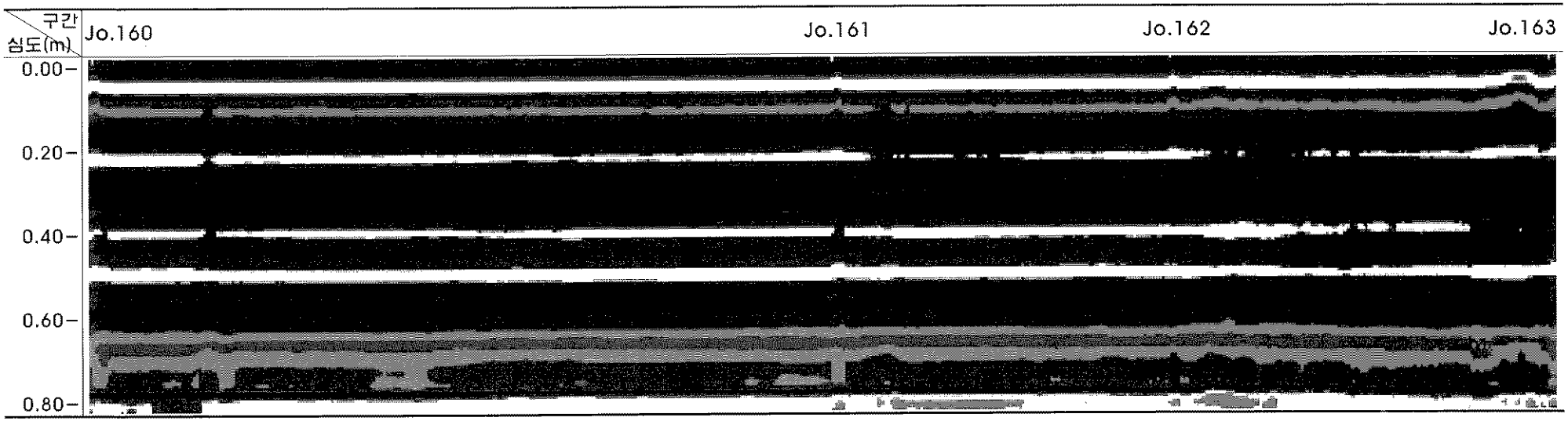

구간
심도(m)
Jo.145
Jo.146
Jo.147
Jo.148
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

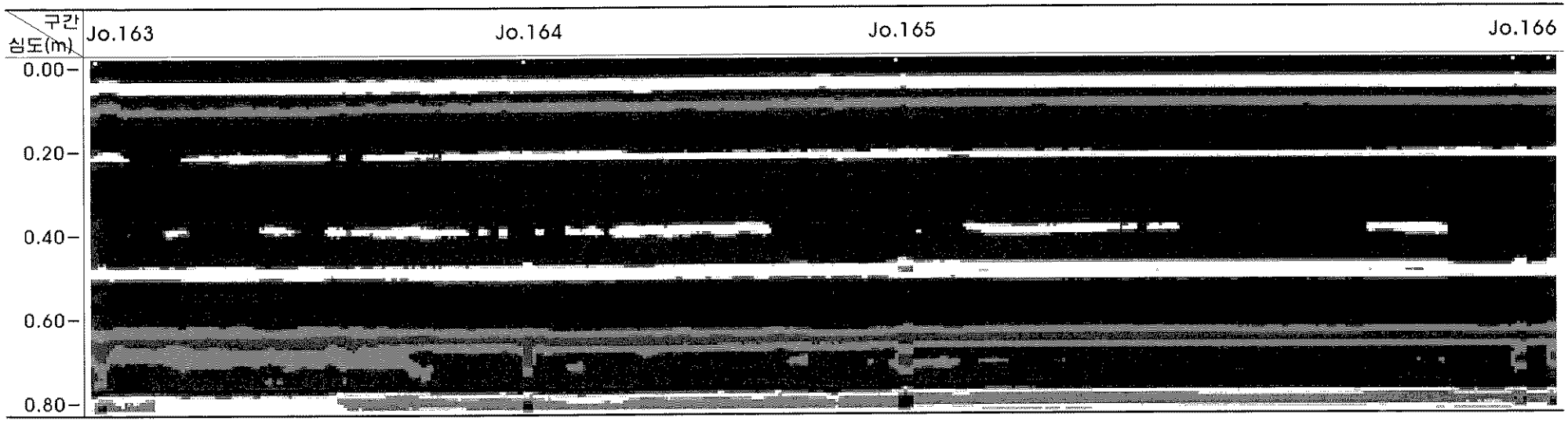

구간
심도(m)
Jo.148
Jo.149
Jo.150
Jo.151
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

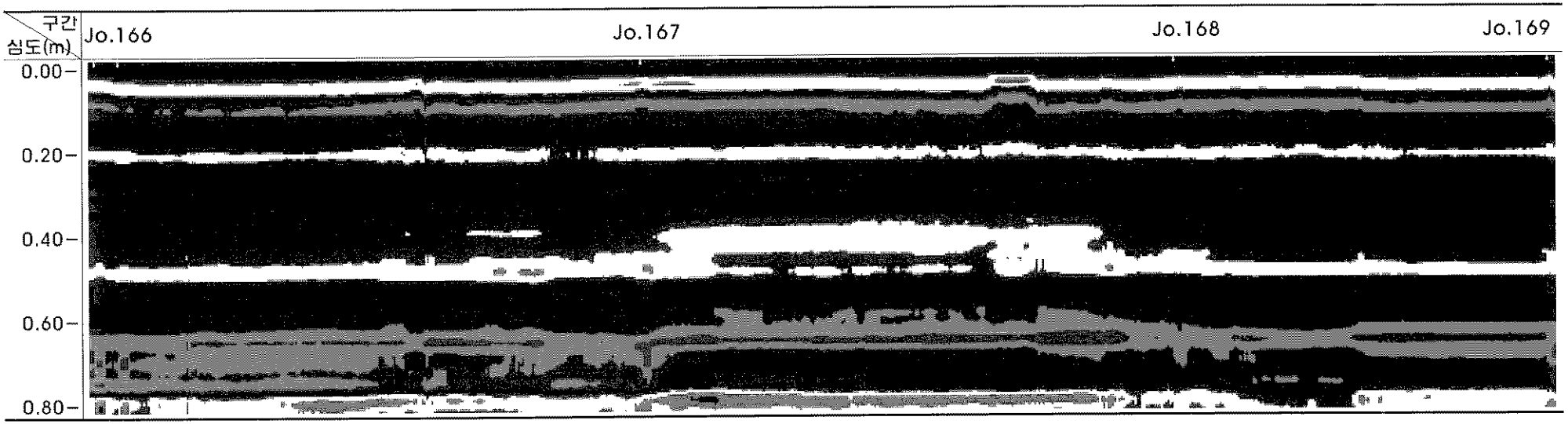

구간
심도(m)
Jo.151
Jo.152
Jo.153
Jo.154
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

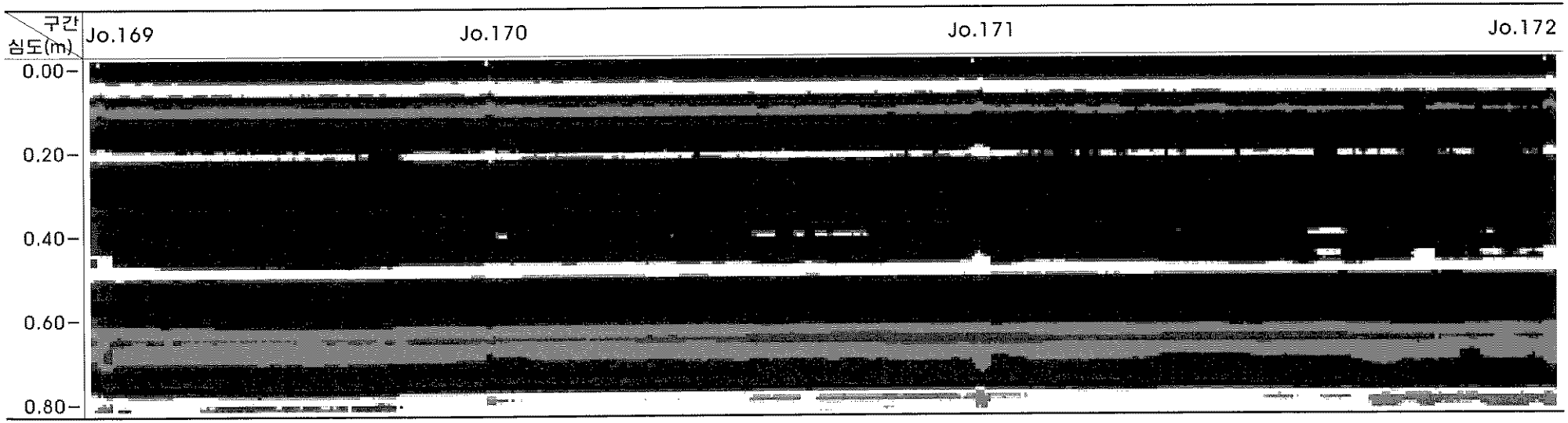

구간
심도(m)
Jo.154
Jo.155
Jo.156
Jo.157
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

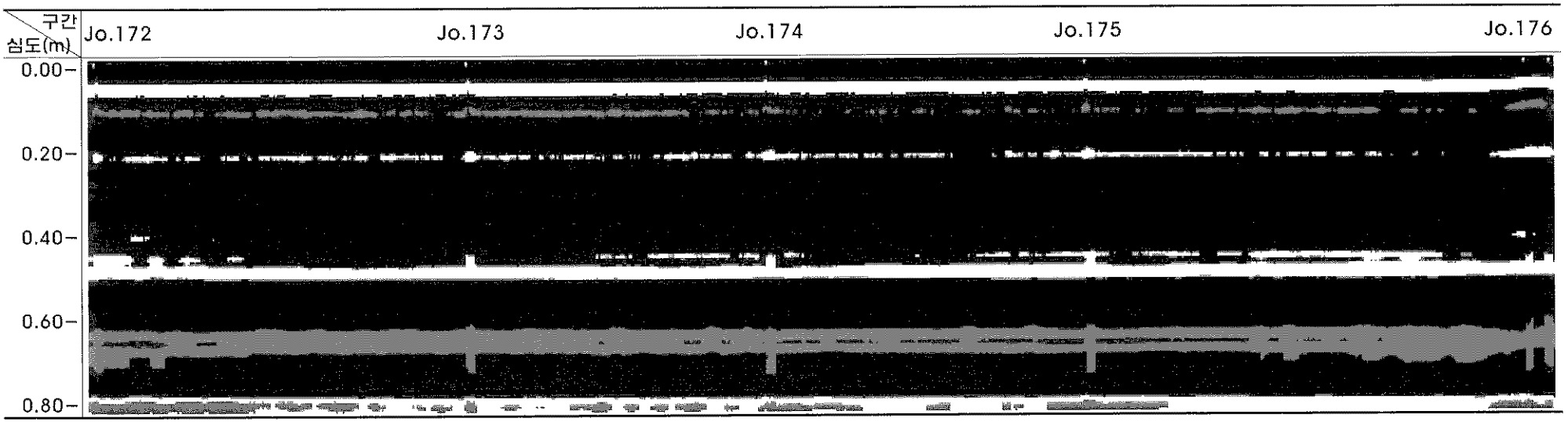

구간
심도(m)
Jo.157
Jo.158
Jo.159
Jo.160
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

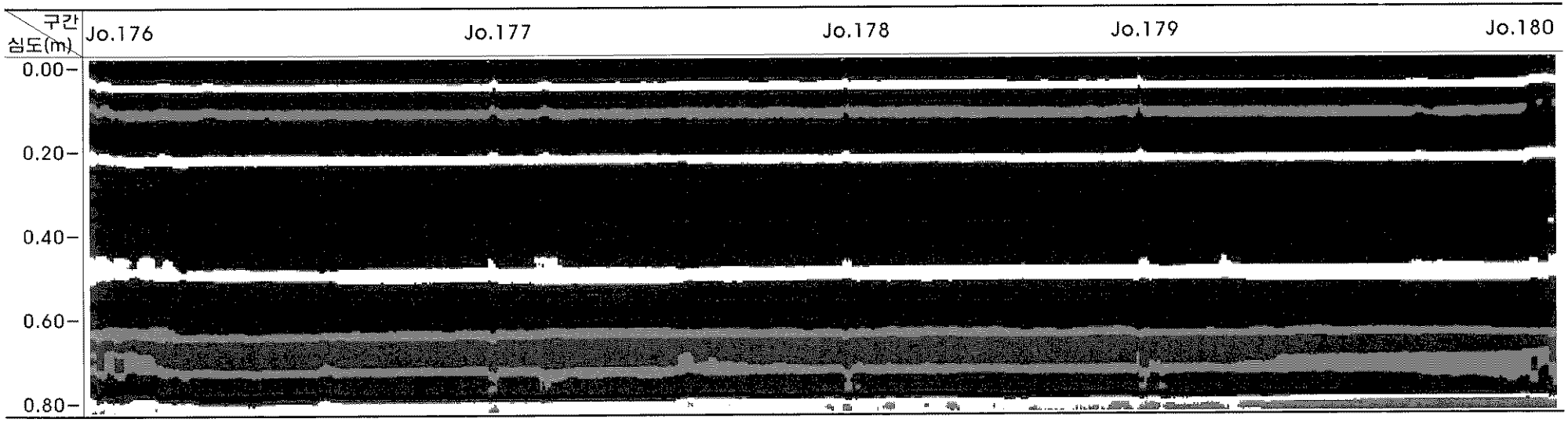

구간
심도(m)
Jo.160
Jo.161
Jo.162
Jo.163
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

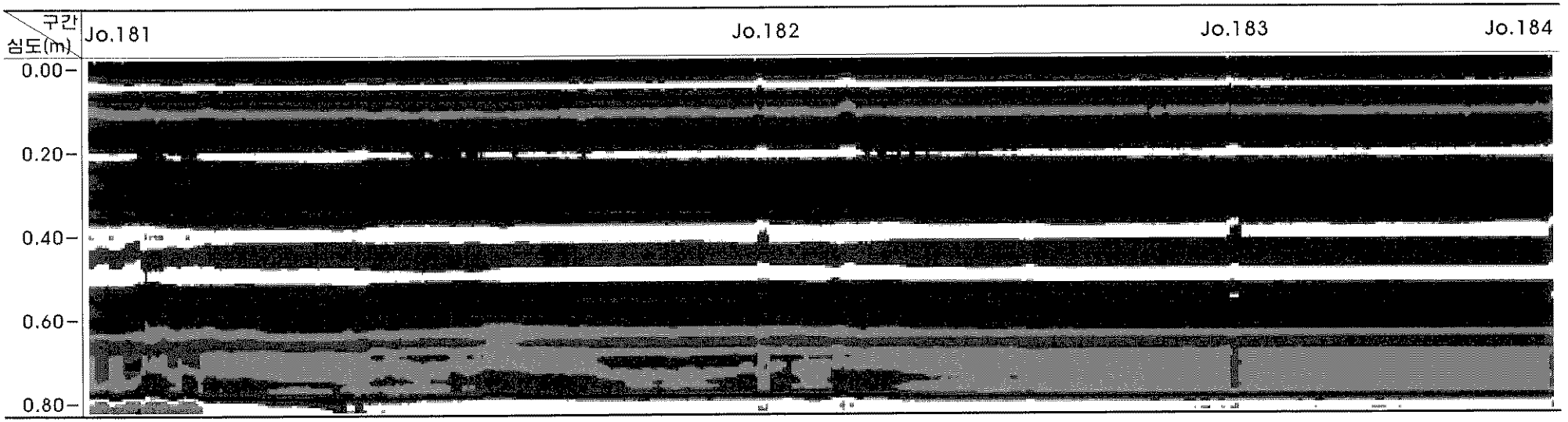

구간
심도(m)
Jo.163
Jo.164
Jo.165
Jo.166
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

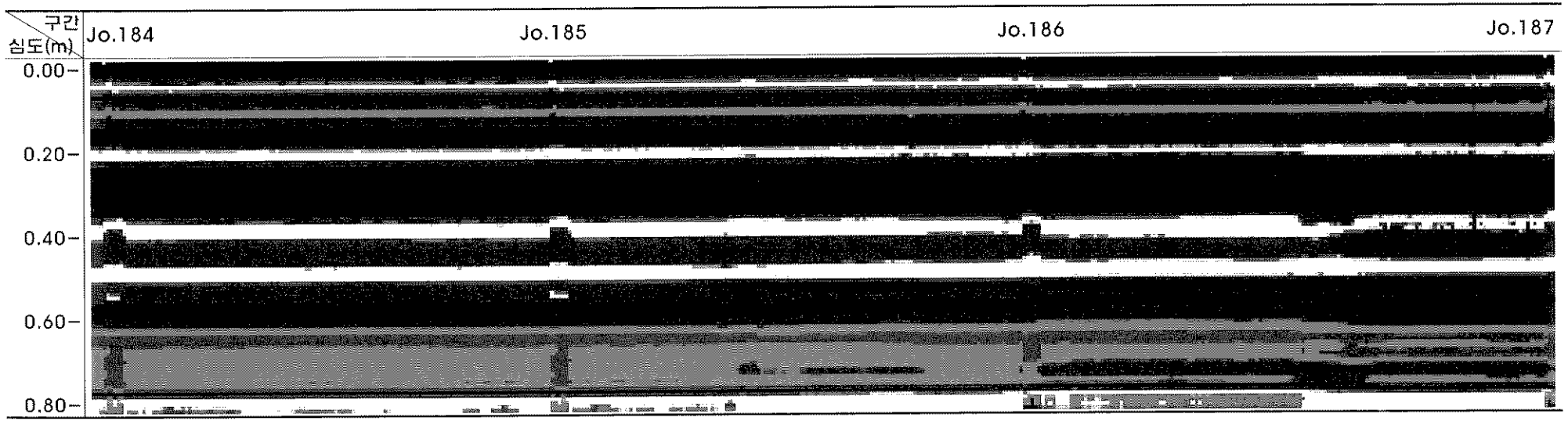

구간
심도(m)
Jo.166
Jo.167
Jo.168
Jo.169
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

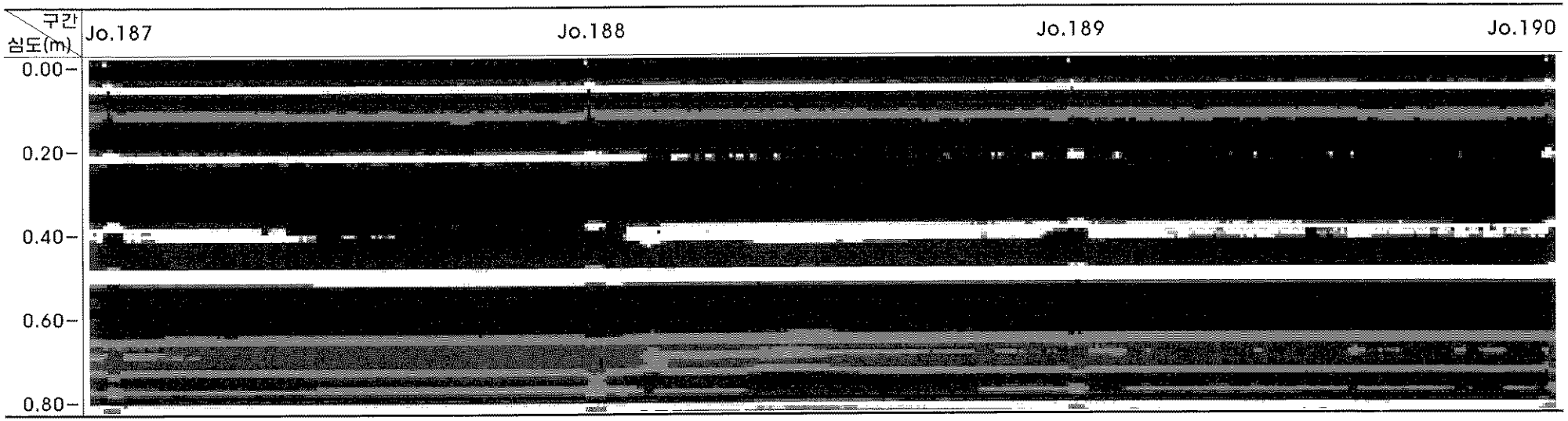

구간
심도(m)
Jo.169
Jo.170
Jo.171
Jo.172
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

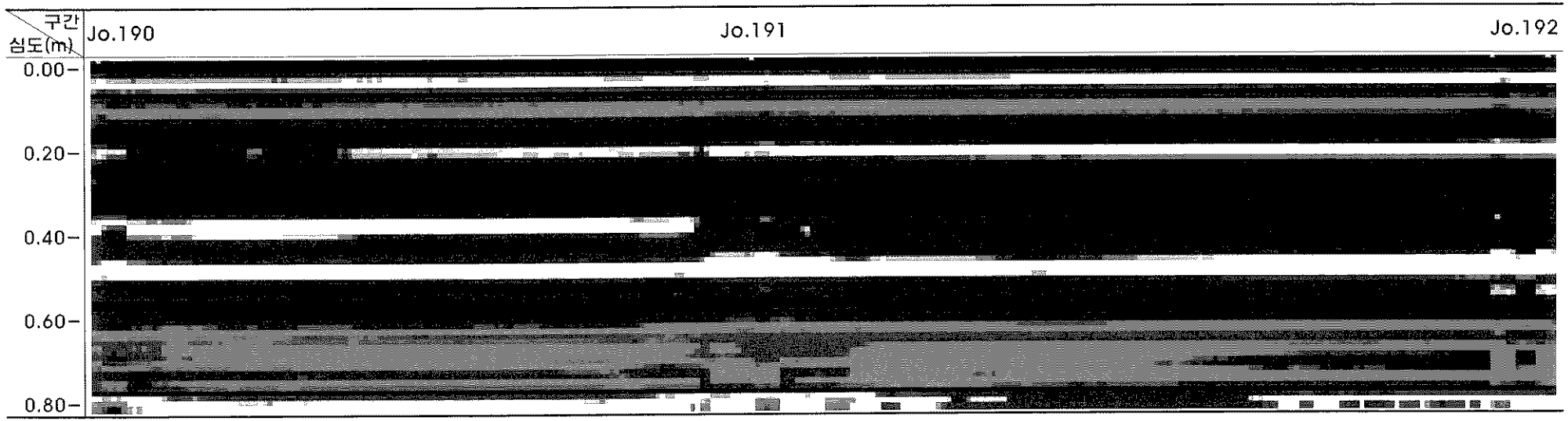

구간
심도(m)
Jo.172
Jo.173
Jo.174
Jo.175
Jo.176
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

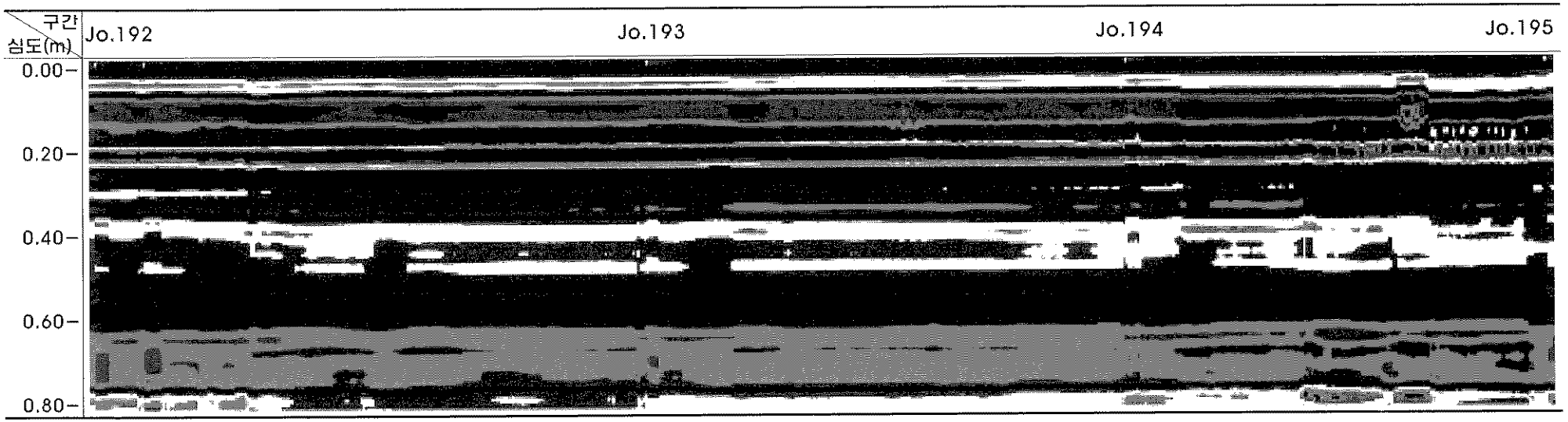

구간
심도(m)
Jo.176
Jo.177
Jo.178
Jo.179
Jo.180
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

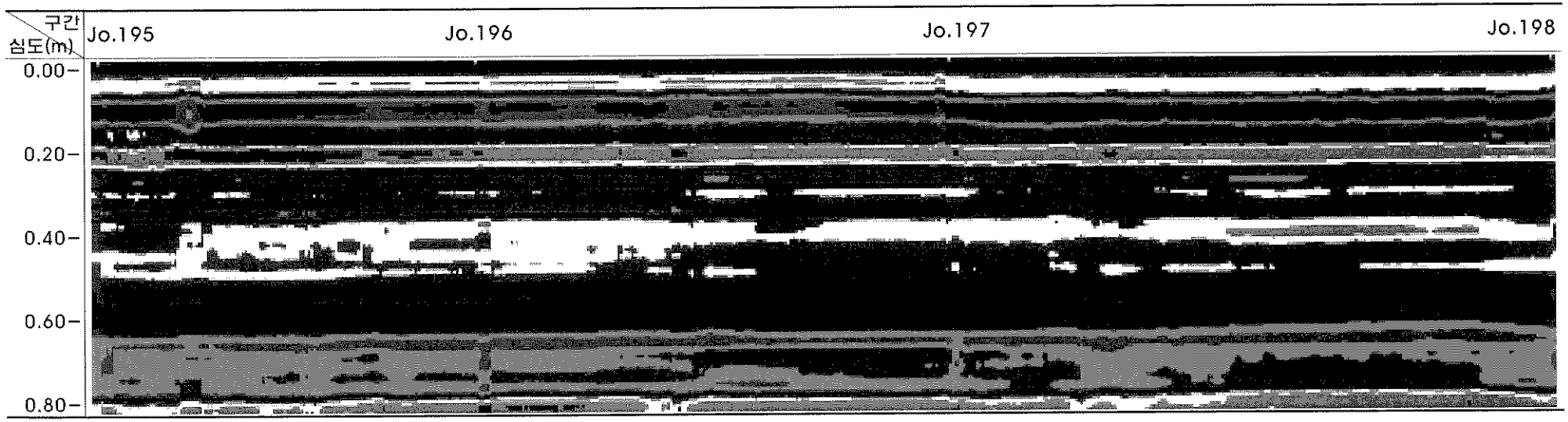

구간
심도(m)
Jo.181
Jo.182
Jo.183
Jo.184
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

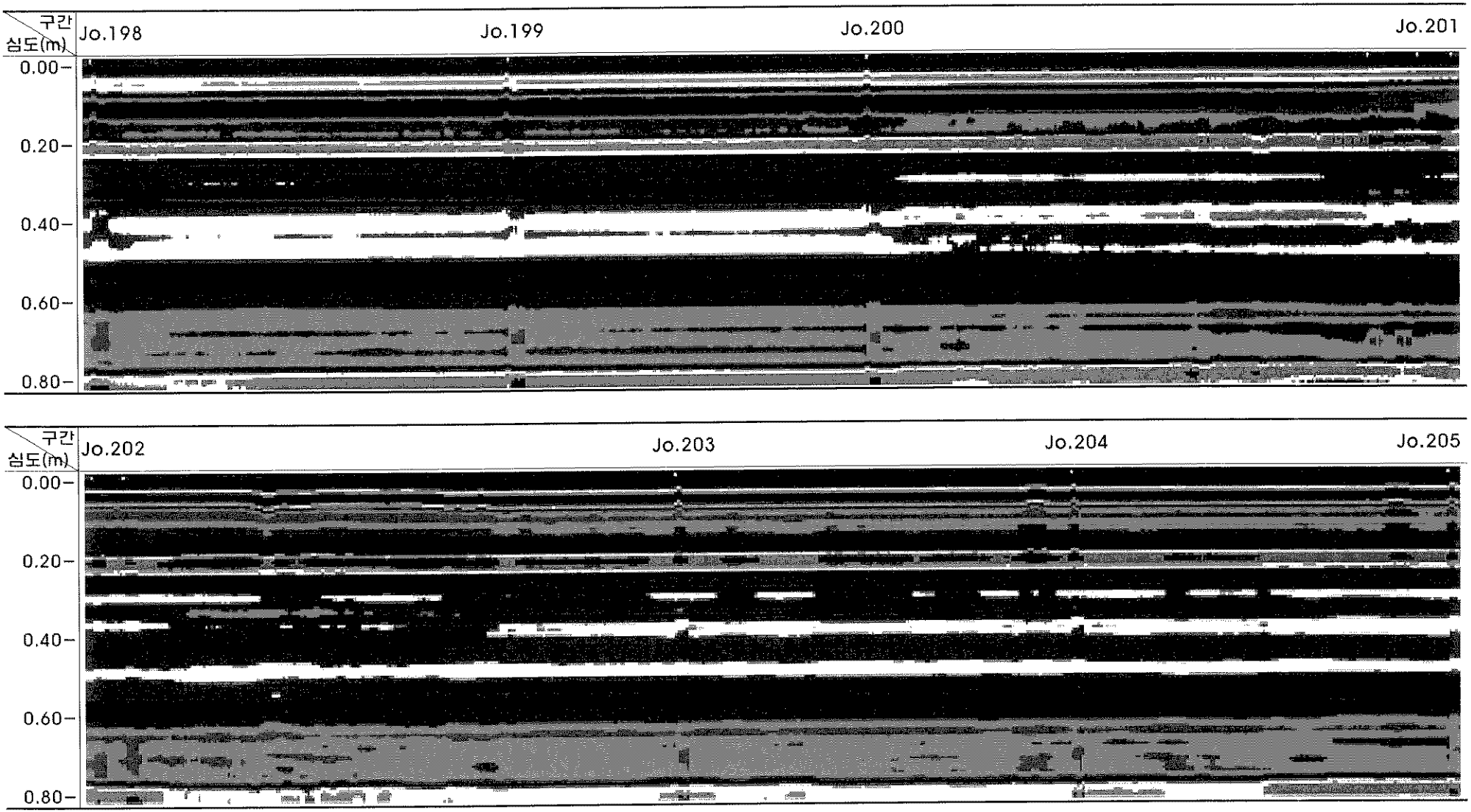

구간
심도(m)
Jo.184
Jo.185
Jo.186
Jo.187
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

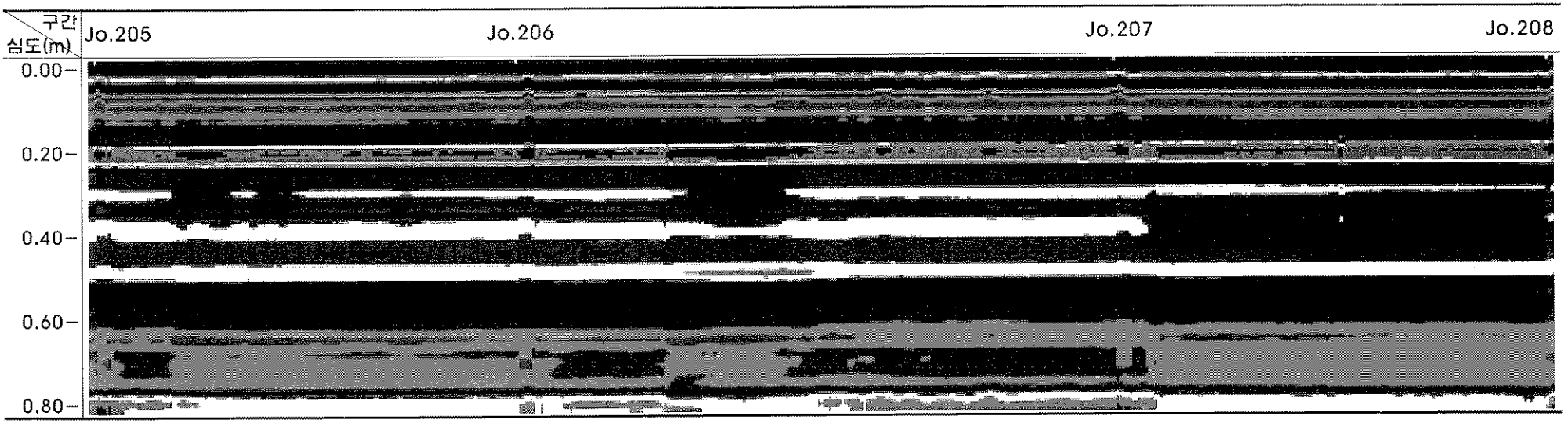

구간
심도(m)
Jo.187
Jo.188
Jo.189
Jo.190
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

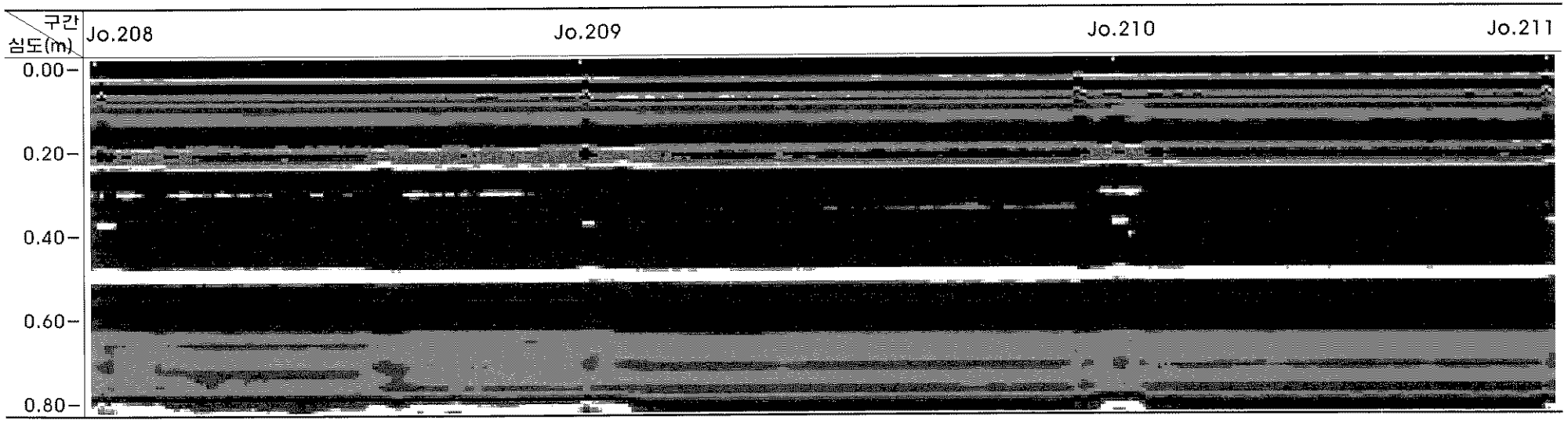

구간
심도(m)
Jo.190
Jo.191
Jo.192
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

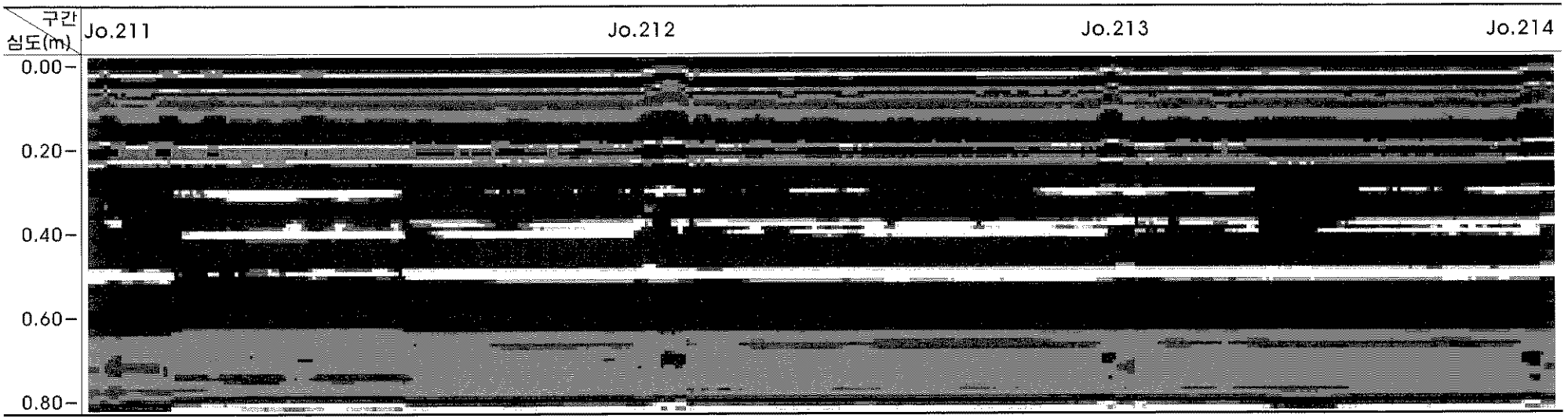

구간
심도(m)
Jo.192
Jo.193
Jo.194
Jo.195
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

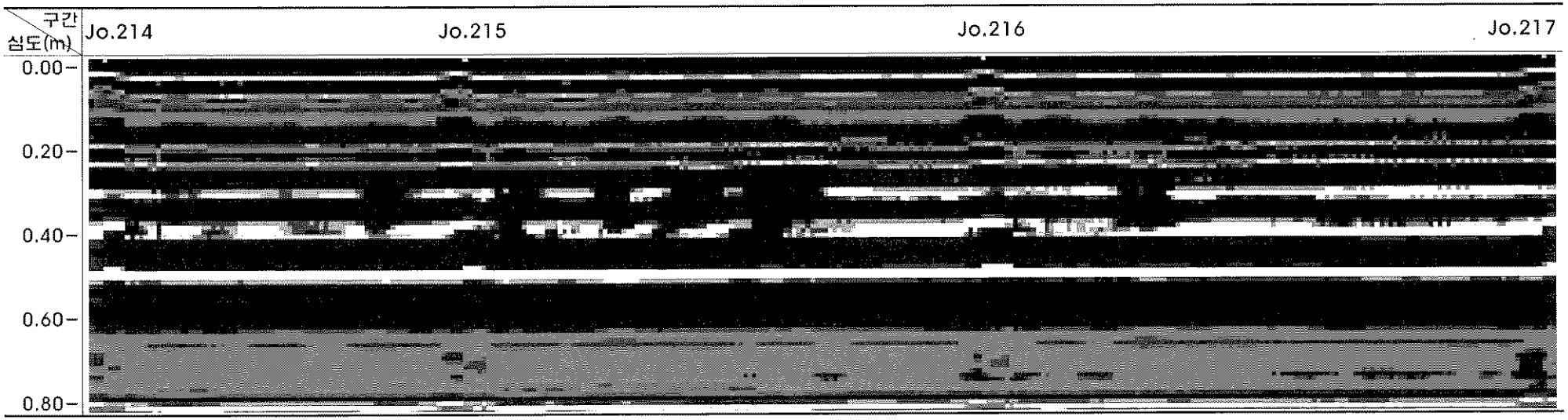

구간
심도(m)
Jo.195
Jo.196
Jo.197
Jo.198
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

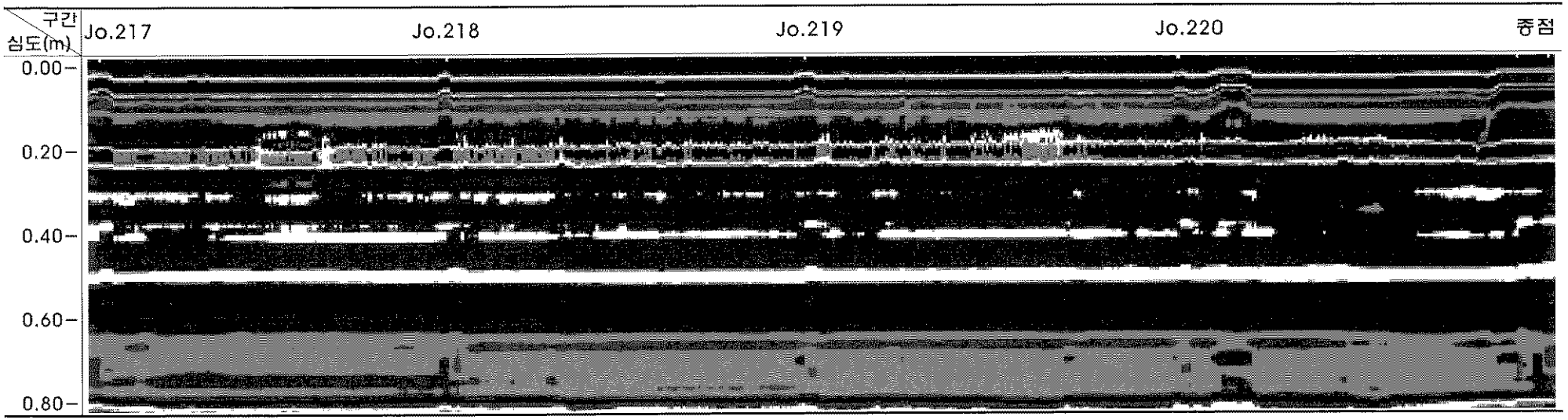

구간
심도(m)
Jo.198
Jo.199
Jo.200
Jo.201
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
구간
심도(m)
Jo.202
Jo.203
Jo.204
Jo.205
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80


구간
심도(m)
Jo.205
Jo.206
Jo.207
Jo.208
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

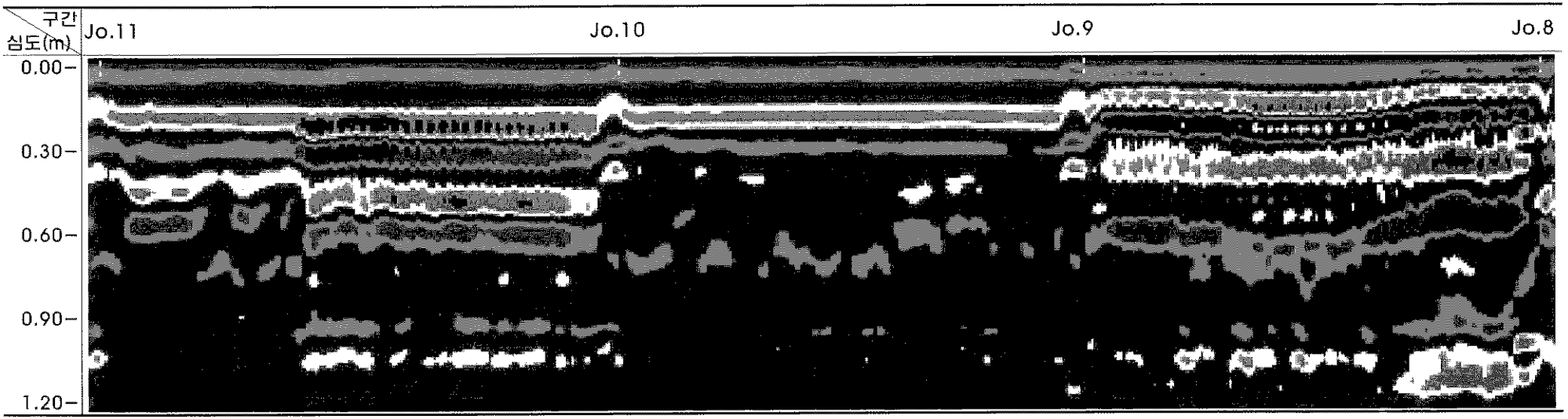

구간
심도(m)
Jo.208
Jo.209
Jo.210
Jo.211
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

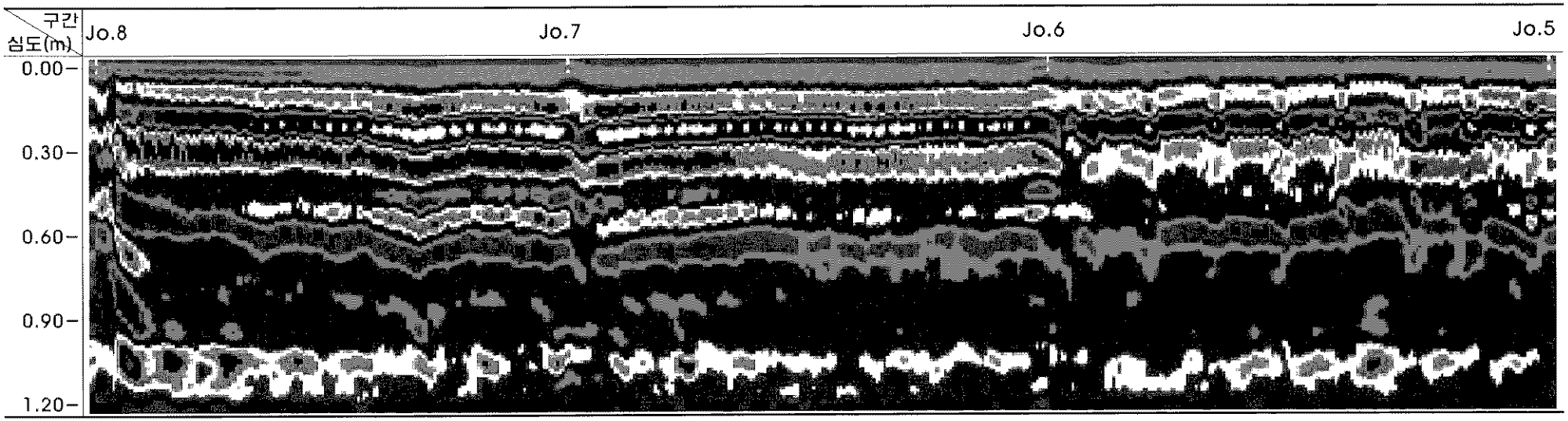

구간
심도(m)
Jo.211
Jo.212
Jo.213
Jo.214
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

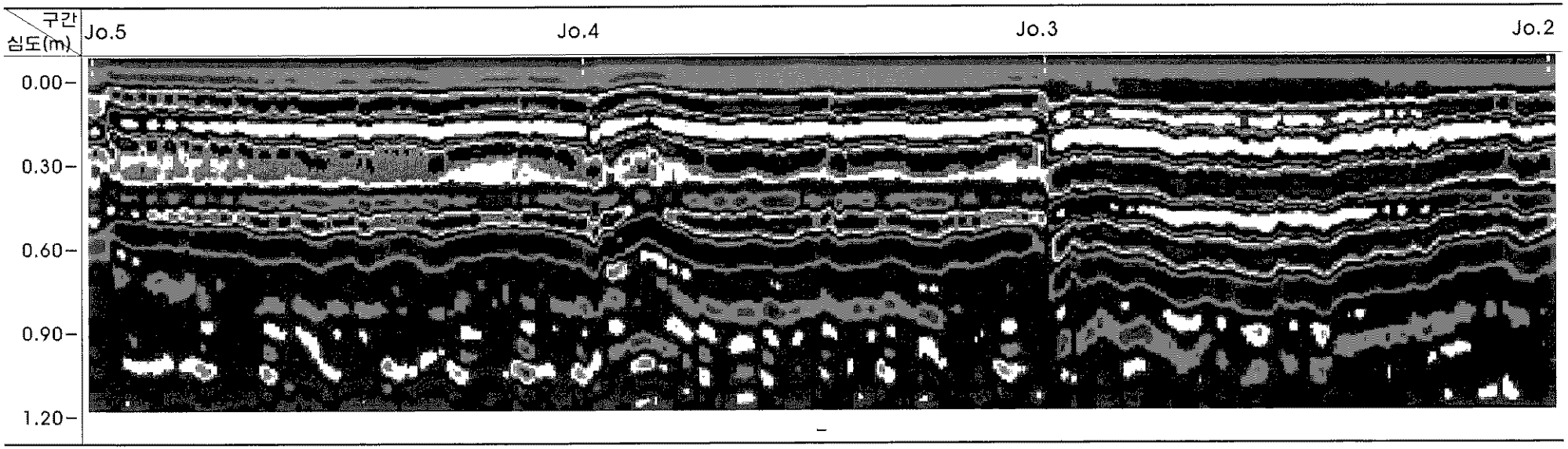

구간
심도(m)
Jo.214
Jo.215
Jo.216
Jo.217
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

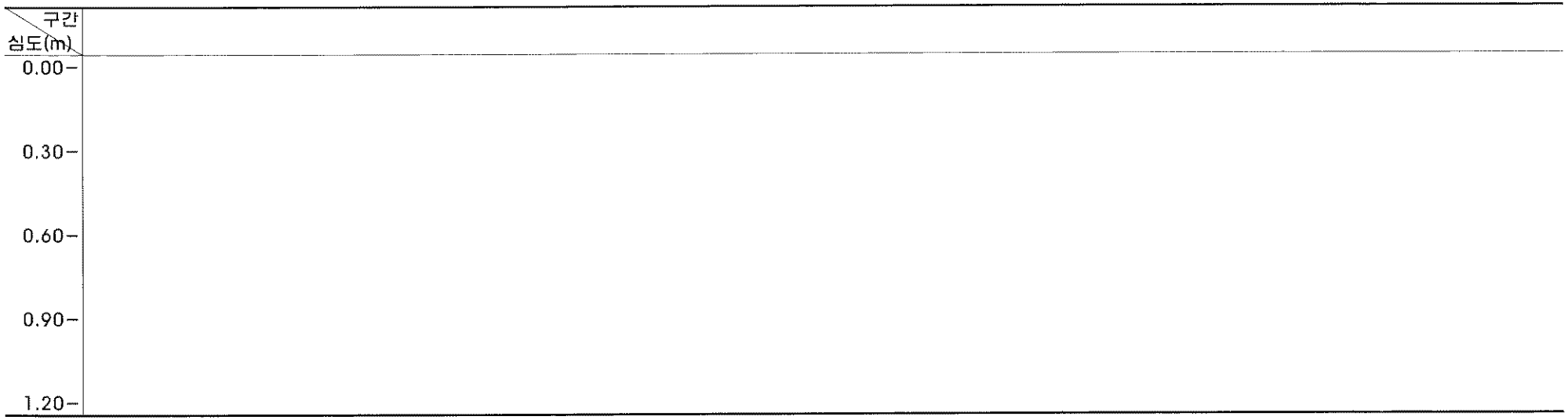

구간
심도(m)
Jo.217
Jo.218
Jo.219
Jo.220
종점
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80

□ 시점 아치부

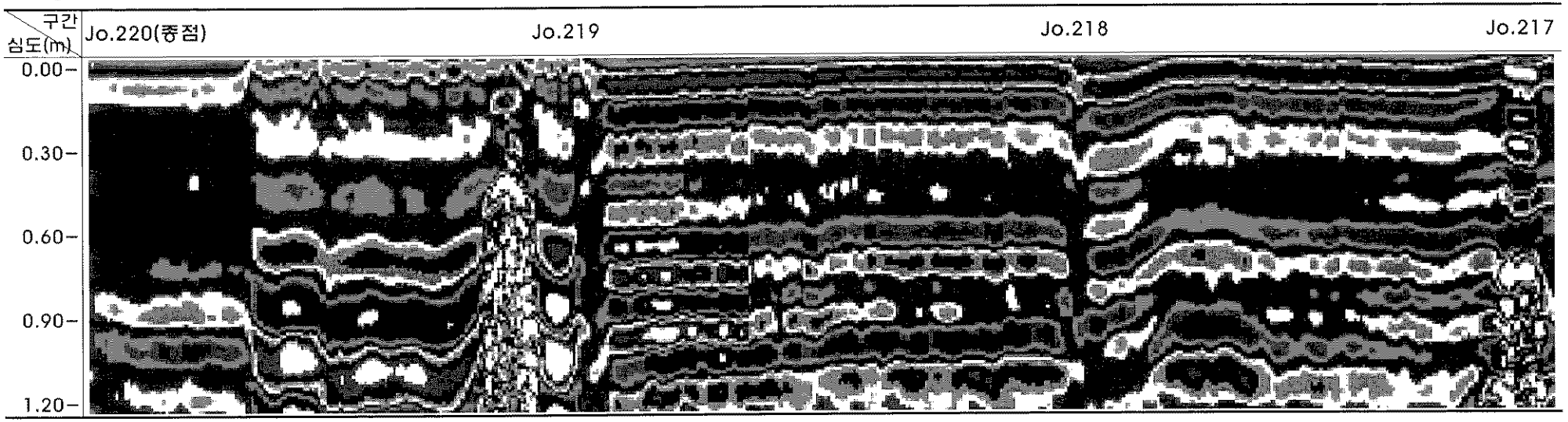

구간
심도(m)
Jo.11
Jo.10
Jo.9
Jo.8
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

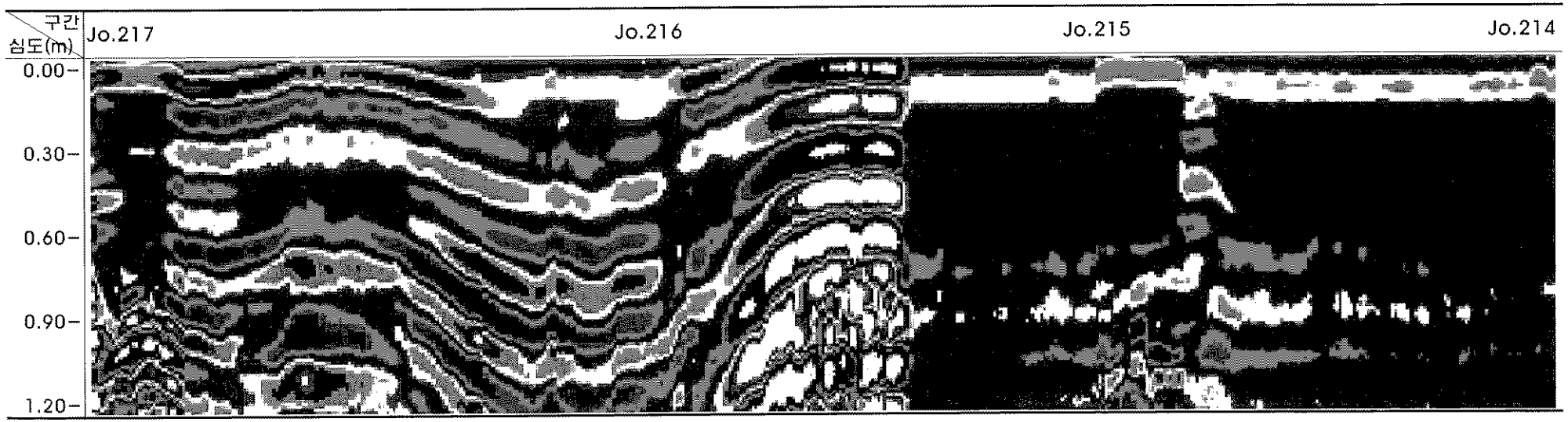

구간
심도(m)
Jo.8
Jo.7
Jo.6
Jo.5
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

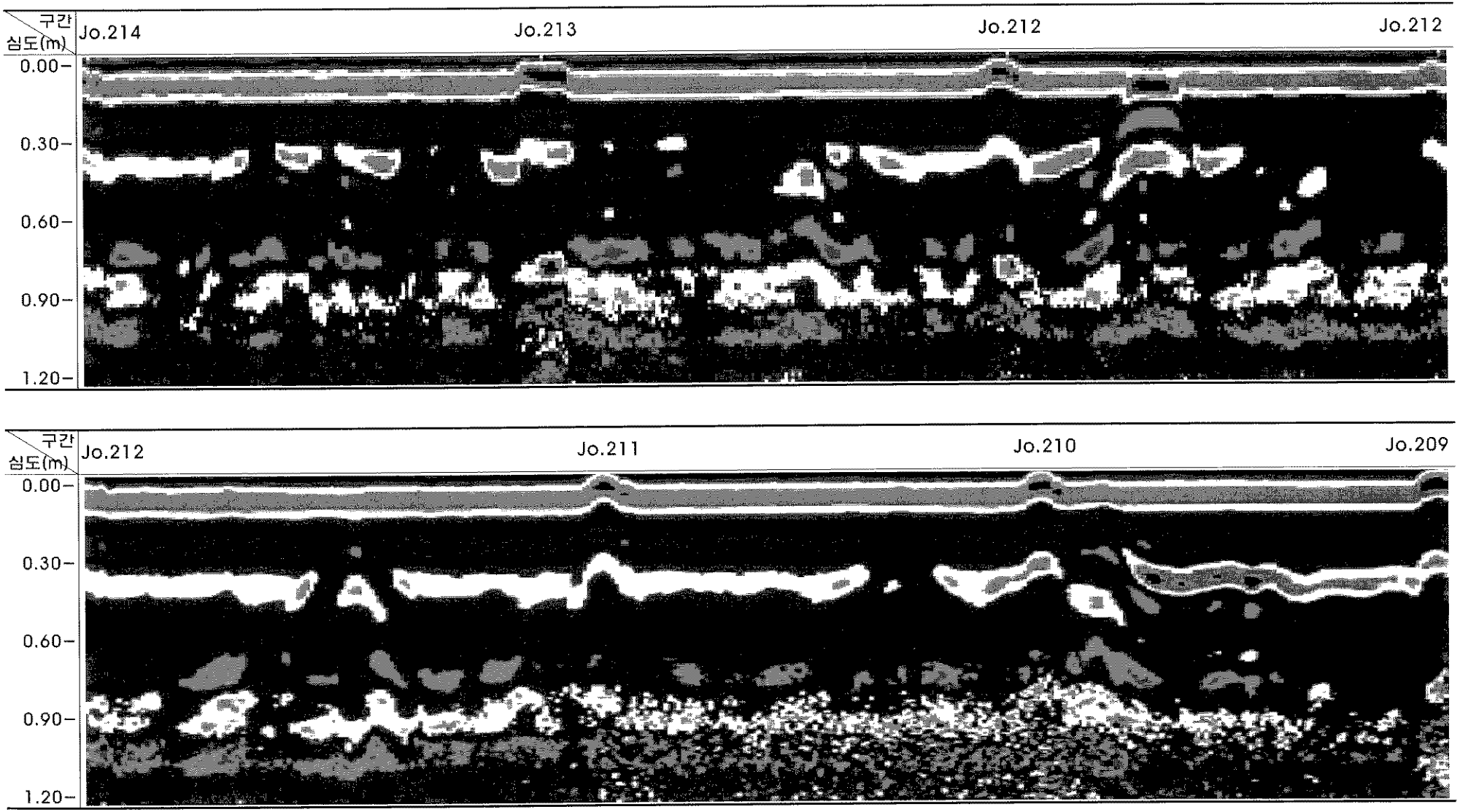

구간
심도(m)
Jo.5
Jo.4
Jo.3
Jo.2
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

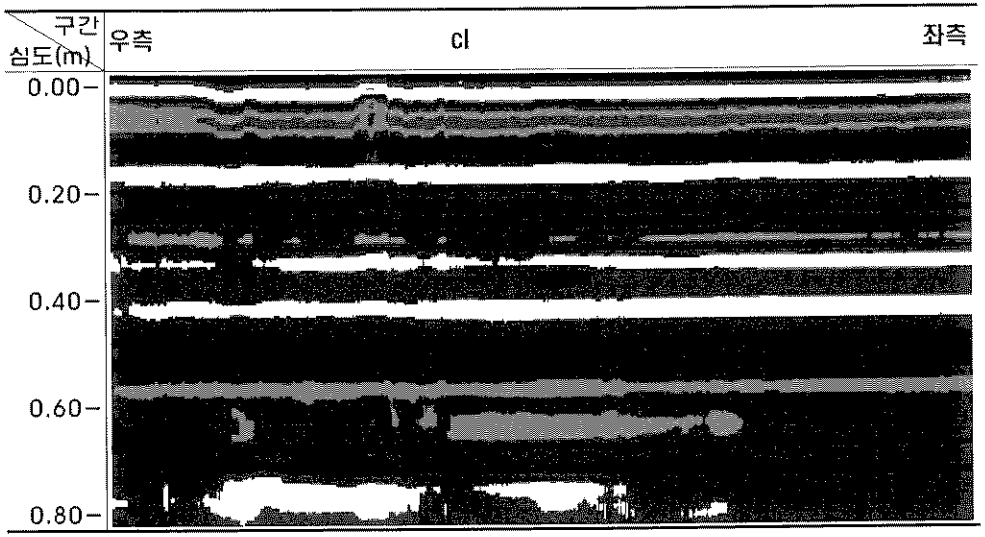
□ 종점 아치부


구간
심도(m)
Jo.220(종점)
Jo.219
Jo.218
Jo.217
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

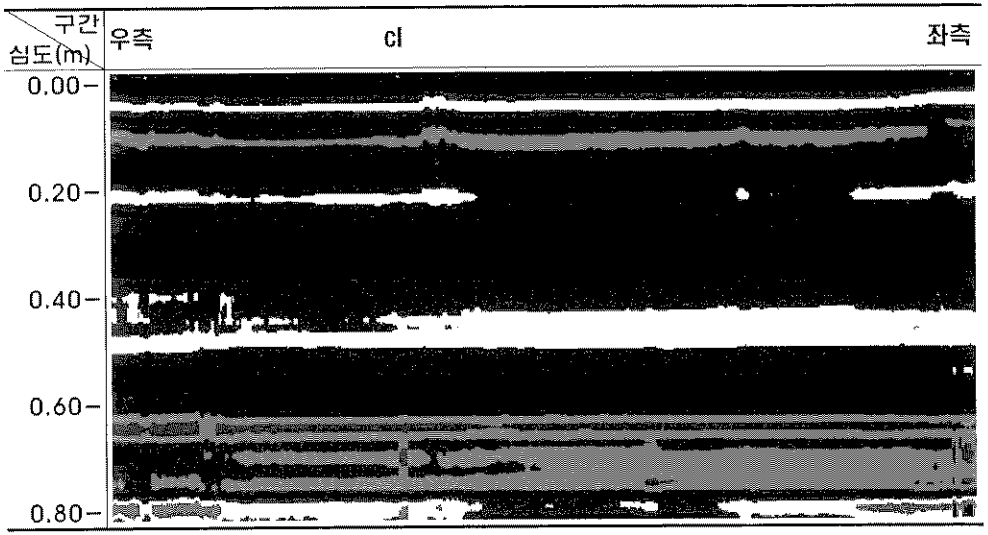

구간
심도(m)
Jo.217
Jo.216
Jo.215
Jo.214
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20


구간
심도(m)
Jo.214
Jo.213
Jo.212
Jo.212
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
구간
심도(m)
Jo.212
Jo.211
Jo.210
Jo.209
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20

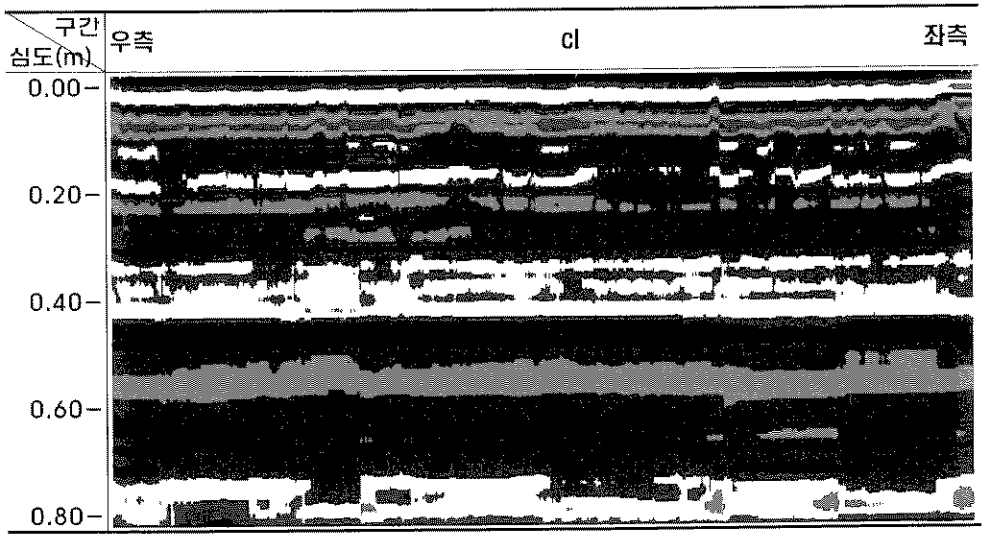
□ S16 횡측선



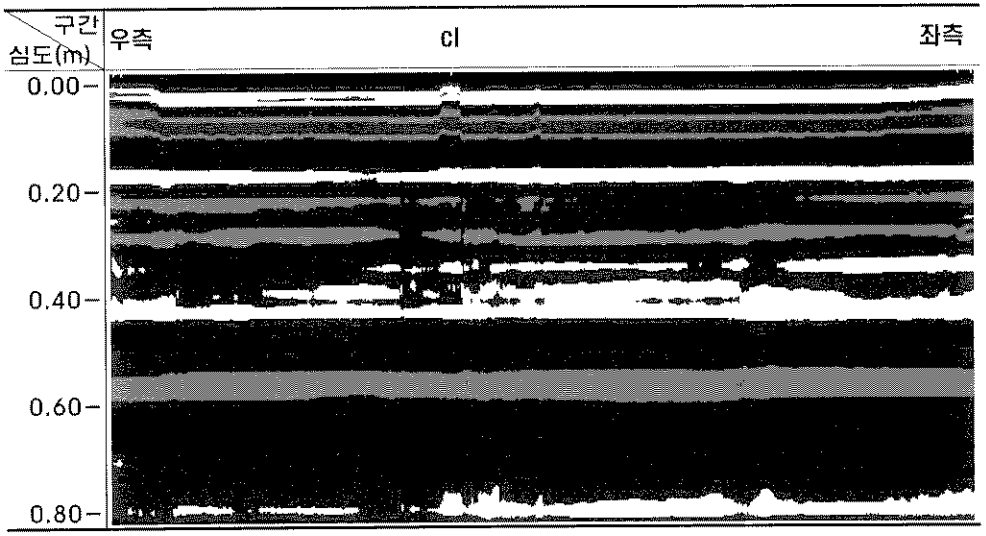
□ S35 횡측선



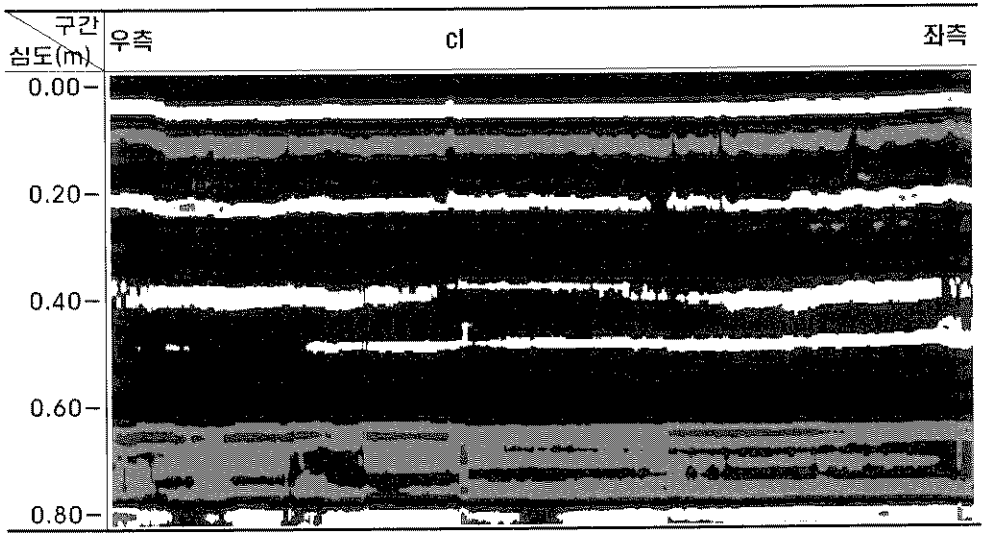
□ S58 횡측선



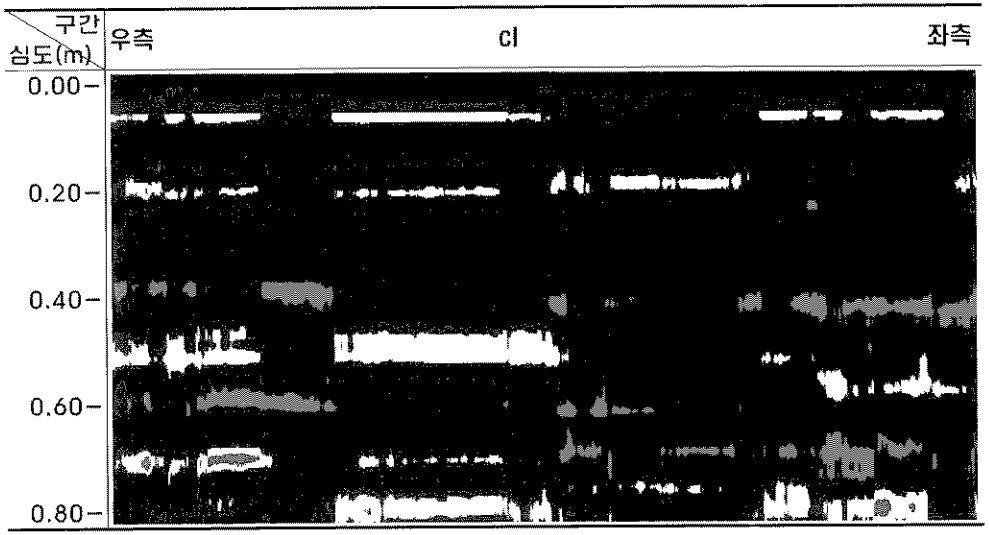
□ S83 횡측선



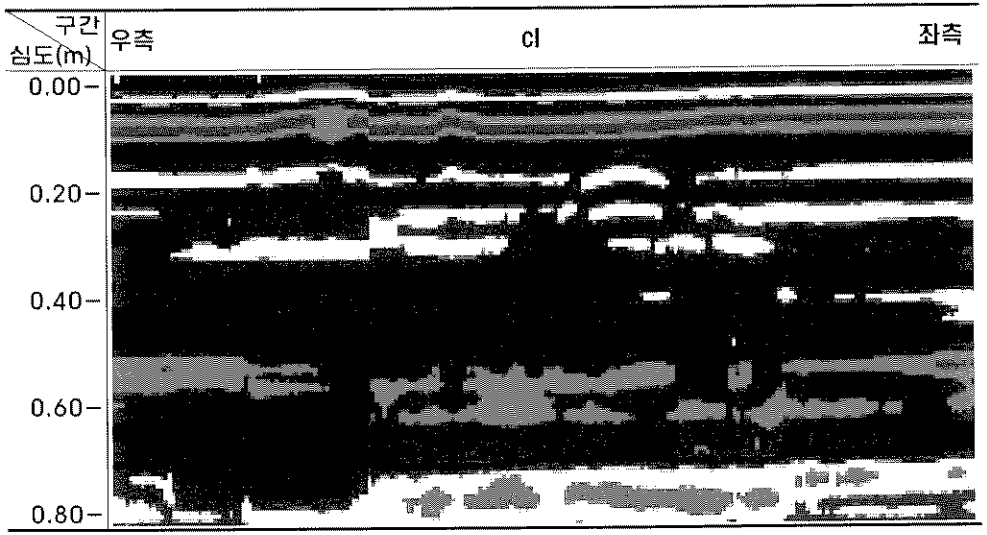
□ S100 횡측선



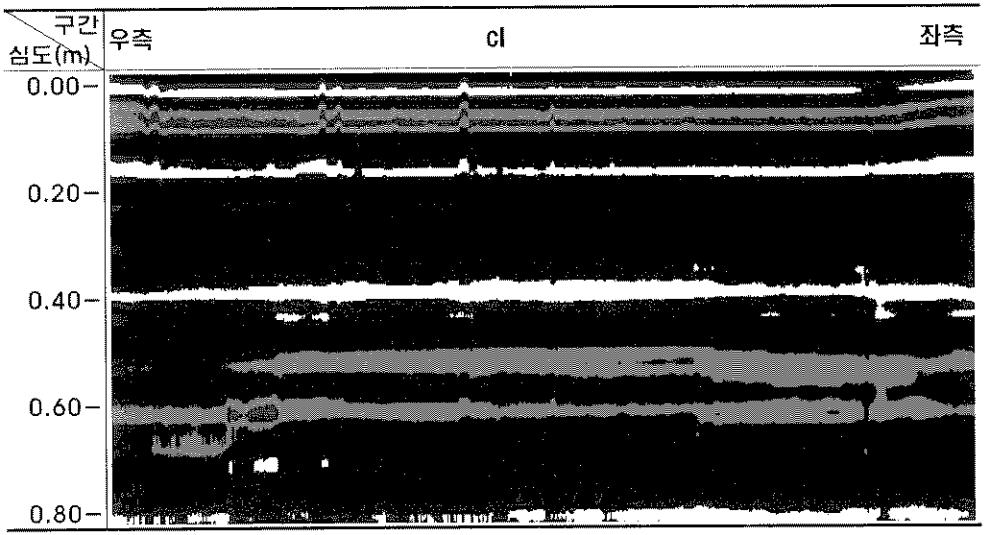
□ S131 횡측선



□ S160 횡측선



□ S190 횡측선



6. 구조검토 Data

1) 수학3교

① 성남방향

```
:-------------------------------------------------------------
--------------
:  MIDAS/Civil Text(MCT) File.
:  Date : 2017/12/26
:-------------------------------------------------------------
--------------
*VERSION
   8.5.5
*UNIT    : Unit System
: FORCE, LENGTH, HEAT, TEMPER
   KN    , MM, KCAL, C
*STRUCTYPE    : Structure Type
:  iSTYP,  iMASS,  iSMAS,  bMASSOFFSET,  bSELFWEIGHT,  GRAV,
TEMPER, bALIGNBEAM, bALIGNSLAB, bROTRIGID
     0, 1, 1, NO, YES, 9806, 0, NO, NO, YES
*REBAR-MATL-CODE    : Rebar Material Code
: CONC_CODE, CONC_MDB, SRC_CODE, SRC_MDB
 KSCE-LSD15(RC), SD300, KSCE-LSD15(RC), SD300
*NODE    : Nodes
: iNO, X, Y, Z
     1, 712.265, 13921.792, 0
     2, 1203.09, 13896.846, 0
     3, 601.388, 11754.63, 0
     4, 1093.387, 11729.65, 0
     5, 356.131, 6960.9, 0
     6, 850.724, 6935.788, 0
     7, 110.875, 2167.169, 0
     8, 608.559, 2141.901, 0
     9, 0, 0, 0
    10, 498.856, -25.333, 0
    11, 5093.074, 1925.234, 0
    12, 4993.323, -242.48, 0
    13, 5313.225, 6720.183, 0
    14, 5533.874, 11515.109, 0
    15, 5633.625, 13682.786, 0
    16, 10469.109, 11300.668, 0
    17, 10557.798, 13468.777, 0
    18, 10272.927, 6504.679, 0
    19, 10077.243, 1708.669, 0
    20, 9988.551, -459.575, 0
    21, 15233.664, 6314.467, 0
    22, 15405.374, 11111.394, 0
    23, 15482.997, 13279.853, 0
    24, 15062.451, 1517.521, 0
    25, 14984.82, -651.222, 0
    26, 19982.005, -817.295, 0
    27, 20048.572, 1351.899, 0
    28, 20195.308, 6149.656, 0
    29, 20342.543, 10947.396, 0
    30, 20409.098, 13116.14, 0
    31, 24979.97, -957.91, 0
    32, 25035.473, 1211.723, 0
    33, 25158.225, 6010.153, 0
    34, 25280.483, 10808.596, 0
    35, 25335.97, 12977.523, 0
    36, 30263.496, 12864.004, 0
    37, 30219.304, 10694.97, 0
    38, 30121.53, 5895.966, 0
    39, 30023.756, 1096.962, 0
    40, 29979.323, -1073.079, 0
    41, 35084.382, 5807.218, 0
    42, 35011.095, 1007.778, 0
    43, 34977.729, -1162.633, 0
    44, 35158.167, 10606.651, 0
    45, 35191.513, 12775.707, 0
    46, 39977.261, -1226.735, 0
    47, 44977.055, -1265.369, 0
    48, 44988.275, 905.708, 0
    49, 39999.555, 944.025, 0
    50, 40048.85, 5743.771, 0
    51, 45012.585, 5705.646, 0
    52, 45038.832, 10505.574, 0
    53, 40097.652, 10543.523, 0
    54, 40119.929, 12712.514, 0
    55, 49976.982, -1278.413, 0
    56, 49976.97, 892.952, 0
    57, 54966.468, 905.639, 0
    58, 54942.356, 5693.394, 0
    59, 49976.945, 5692.978, 0
    60, 49977.759, 10492.955, 0
    61, 54917.627, 10505.514, 0
    62, 54906.213, 12673.813, 0
    63, 59977.205, -1228.09, 0
    64, 59955.185, 943.769, 0
    65, 64943.64, 1007.452, 0
    66, 64870.489, 5806.894, 0
    67, 59906.027, 5743.517, 0
    68, 59857.366, 10543.27, 0
    69, 64796.846, 10606.329, 0
    70, 64763.316, 12773.745, 0
    71, 59836.206, 12711.179, 0
    72, 69976.137, -1075.65, 0
    73, 69931.866, 1096.573, 0
    74, 74919.245, 1211.138, 0
    75, 74796.629, 6009.571, 0
    76, 69834.059, 5895.576, 0
    77, 69736.252, 10694.579, 0
    78, 74674.512, 10808.018, 0
    79, 74620.2, 12974.246, 0
    80, 69691.648, 12858.775, 0
    81, 79972.514, -821.242, 0
    82, 84969.719, -655.787, 0
    83, 84892.238, 1516.773, 0
    84, 79906.132, 1351.243, 0
    85, 79760.134, 6149.022, 0
    86, 84721.106, 6301.37, 0
    87, 84549.593, 11110.656, 0
    88, 79612.439, 10946.749, 0
    89, 79545.777, 13112.216, 0
    90, 84471.898, 13275.315, 0
    91, 89966.017, -464.879, 0
    92, 89877.432, 1707.753, 0
    93, 94861.085, 1924.224, 0
    94, 94641.07, 6719.178, 0
    95, 89681.389, 6503.748, 0
    96, 89485.843, 11299.763, 0
    97, 94420.563, 11514.111, 0
    98, 94321.325, 13676.901, 0
    99, 89398.437, 13463.559, 0
   100, 99455.747, -31.743, 0
   101, 99955.599, -6.507, 0
   102, 99844.524, 2166.06, 0
   103, 99346.057, 2140.881, 0
   104, 99103.53, 6934.749, 0
   105, 99599.439, 6959.799, 0
   106, 99354.353, 11753.538, 0
   107, 98861.501, 11728.643, 0
   108, 98752.503, 13890.504, 0
   109, 54977.405, -1265.984, 0
   110, 64976.745, -1164.605, 0
   111, 74975.611, -961.213, 0
   112, 94960.777, -248.424, 0
   113, 45050.131, 12649.323, 0
   114, 99243.83, 13915.31, 0
   115, 1093.387, 11729.65, -1500
   116, 850.724, 6935.788, -1500
   117, 608.559, 2141.901, -1500
   118, 99346.057, 2140.881, -1500
   119, 99103.53, 6934.749, -1500
   120, 98861.501, 11728.643, -1500
   121, 30219.304, 10694.97, -1500
   122, 30121.53, 5895.966, -1500
   123, 30023.756, 1096.962, -1500
   124, 69931.866, 1096.573, -1500
   125, 69834.059, 5895.576, -1500
   126, 69736.252, 10694.579, -1500
   127, 49977.41, 12661.57, 0
*ELEMENT    : Elements
:  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  ANGLE,  iSUB,  EXVAL,
iOPT(EXVAL2) : Frame  Element
:  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  ANGLE,  iSUB,  EXVAL,
EXVAL2, bLMT : Comp/Tens Truss
:  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  iN3,  iN4,  iSUB,  iWID ,
LCAXIS    : Planar Element
:  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  iN3,  iN4,  iN5,  iN6,  iN7,
iN8     : Solid  Element
     1, BEAM  ,     1,     1,     3,     4,     0,     0
     2, BEAM  ,     1,     1,     4,    14,     0,     0
     3, BEAM  ,     1,     1,    14,    16,     0,     0
     4, BEAM  ,     1,     1,    16,    22,     0,     0
     5, BEAM  ,     1,     1,     5,     6,     0,     0
     6, BEAM  ,     1,     1,     6,    13,     0,     0
     7, BEAM  ,     1,     1,    13,    18,     0,     0
     8, BEAM  ,     1,     1,    18,    21,     0,     0
     9, BEAM  ,     1,     1,     7,     8,     0,     0
    10, BEAM  ,     1,     1,     8,    11,     0,     0
    11, BEAM  ,     1,     1,    11,    19,     0,     0
    12, BEAM  ,     1,     1,    19,    24,     0,     0
    13, BEAM  ,     1,     3,    22,    29,     0,     0
    14, BEAM  ,     1,     3,    21,    28,     0,     0
    15, BEAM  ,     1,     3,    24,    27,     0,     0
    16, BEAM  ,     1,     4,    29,    34,     0,     0
    17, BEAM  ,     1,     4,    28,    33,     0,     0
    18, BEAM  ,     1,     4,    27,    32,     0,     0
    19, BEAM  ,     1,     5,    34,    37,     0,     0
    20, BEAM  ,     1,     5,    33,    38,     0,     0
    21, BEAM  ,     1,     5,    32,    39,     0,     0
    22, BEAM  ,     1,     6,    37,    44,     0,     0
    23, BEAM  ,     1,     6,    38,    41,     0,     0
    24, BEAM  ,     1,     6,    39,    42,     0,     0
    25, BEAM  ,     1,     7,    44,    53,     0,     0
    26, BEAM  ,     1,     7,    41,    50,     0,     0
    27, BEAM  ,     1,     7,    42,    49,     0,     0
    28, BEAM  ,     1,     8,    53,    52,     0,     0
    29, BEAM  ,     1,     8,    50,    51,     0,     0
    30, BEAM  ,     1,     8,    49,    48,     0,     0
    31, BEAM  ,     1,     1,    52,    60,     0,     0
    32, BEAM  ,     1,     1,    60,    61,     0,     0
    33, BEAM  ,     1,     1,    51,    59,     0,     0
    34, BEAM  ,     1,     1,    59,    58,     0,     0
```

35, BEAM , 1, 1, 48, 56, 0, 0
36, BEAM , 1, 1, 56, 57, 0, 0
37, BEAM , 1, 3, 61, 68, 0, 0
38, BEAM , 1, 3, 58, 67, 0, 0
39, BEAM , 1, 3, 57, 64, 0, 0
40, BEAM , 1, 4, 68, 69, 0, 0
41, BEAM , 1, 4, 67, 66, 0, 0
42, BEAM , 1, 4, 64, 65, 0, 0
43, BEAM , 1, 5, 69, 77, 0, 0
44, BEAM , 1, 5, 66, 76, 0, 0
45, BEAM , 1, 5, 65, 73, 0, 0
46, BEAM , 1, 6, 77, 78, 0, 0
47, BEAM , 1, 6, 76, 75, 0, 0
48, BEAM , 1, 6, 73, 74, 0, 0
49, BEAM , 1, 7, 78, 88, 0, 0
50, BEAM , 1, 7, 75, 85, 0, 0
51, BEAM , 1, 7, 74, 84, 0, 0
52, BEAM , 1, 8, 88, 87, 0, 0
53, BEAM , 1, 8, 85, 86, 0, 0
54, BEAM , 1, 8, 84, 83, 0, 0
55, BEAM , 1, 1, 87, 96, 0, 0
56, BEAM , 1, 1, 96, 97, 0, 0
57, BEAM , 1, 1, 97, 107, 0, 0
58, BEAM , 1, 1, 107, 106, 0, 0
59, BEAM , 1, 1, 86, 95, 0, 0
60, BEAM , 1, 1, 95, 94, 0, 0
61, BEAM , 1, 1, 94, 104, 0, 0
62, BEAM , 1, 1, 104, 105, 0, 0
63, BEAM , 1, 1, 83, 92, 0, 0
64, BEAM , 1, 1, 92, 93, 0, 0
65, BEAM , 1, 1, 93, 103, 0, 0
66, BEAM , 1, 1, 103, 102, 0, 0
67, BEAM , 2, 9, 107, 104, 0, 0
68, BEAM , 2, 9, 104, 103, 0, 0
69, BEAM , 2, 9, 4, 6, 0, 0
70, BEAM , 2, 9, 6, 8, 0, 0
71, BEAM , 2, 11, 14, 13, 0, 0
72, BEAM , 2, 11, 16, 18, 0, 0
73, BEAM , 2, 11, 22, 21, 0, 0
74, BEAM , 2, 11, 29, 28, 0, 0
75, BEAM , 2, 11, 13, 11, 0, 0
76, BEAM , 2, 11, 18, 19, 0, 0
77, BEAM , 2, 11, 21, 24, 0, 0
78, BEAM , 2, 11, 28, 27, 0, 0
79, BEAM , 2, 12, 34, 33, 0, 0
80, BEAM , 2, 12, 33, 32, 0, 0
81, BEAM , 2, 12, 44, 41, 0, 0
82, BEAM , 2, 12, 41, 42, 0, 0
83, BEAM , 2, 10, 37, 38, 0, 0
84, BEAM , 2, 10, 38, 39, 0, 0
85, BEAM , 2, 11, 53, 50, 0, 0
86, BEAM , 2, 11, 52, 51, 0, 0
87, BEAM , 2, 11, 60, 59, 0, 0
88, BEAM , 2, 11, 61, 58, 0, 0
89, BEAM , 2, 11, 68, 67, 0, 0
90, BEAM , 2, 11, 50, 49, 0, 0
91, BEAM , 2, 11, 51, 48, 0, 0
92, BEAM , 2, 11, 59, 56, 0, 0
93, BEAM , 2, 11, 58, 57, 0, 0
94, BEAM , 2, 11, 67, 64, 0, 0
95, BEAM , 2, 12, 69, 66, 0, 0
96, BEAM , 2, 12, 66, 65, 0, 0
97, BEAM , 2, 12, 78, 75, 0, 0
98, BEAM , 2, 12, 75, 74, 0, 0
99, BEAM , 2, 10, 77, 76, 0, 0
100, BEAM , 2, 10, 76, 73, 0, 0
101, BEAM , 2, 11, 88, 85, 0, 0
102, BEAM , 2, 11, 87, 86, 0, 0
103, BEAM , 2, 11, 96, 95, 0, 0
104, BEAM , 2, 11, 97, 94, 0, 0
105, BEAM , 2, 11, 85, 84, 0, 0
106, BEAM , 2, 11, 86, 83, 0, 0
107, BEAM , 2, 11, 95, 92, 0, 0
108, BEAM , 2, 11, 94, 93, 0, 0
109, PLATE , 3, 1, 1, 2, 4, 3,
2, 0
110, PLATE , 3, 1, 3, 5, 6, 4,
2, 0
111, PLATE , 3, 1, 5, 7, 8, 6,
2, 0
112, PLATE , 3, 1, 7, 9, 10, 8,
2, 0
113, PLATE , 3, 1, 2, 15, 14, 4,
2, 0
114, PLATE , 3, 1, 4, 14, 13, 6,
2, 0
115, PLATE , 3, 1, 6, 13, 11, 8,
2, 0
116, PLATE , 3, 1, 8, 11, 12, 10,
2, 0
117, PLATE , 3, 1, 15, 17, 16, 14,
2, 0
118, PLATE , 3, 1, 14, 13, 18, 16,
2, 0
119, PLATE , 3, 1, 13, 18, 19, 11,
2, 0
120, PLATE , 3, 1, 11, 19, 20, 12,
2, 0
121, PLATE , 3, 1, 17, 23, 22, 16,
2, 0
122, PLATE , 3, 1, 16, 22, 21, 18,
2, 0
123, PLATE , 3, 1, 18, 19, 24, 21,
2, 0
124, PLATE , 3, 1, 19, 24, 25, 20,
2, 0
125, PLATE , 3, 1, 23, 30, 29, 22,
2, 0
126, PLATE , 3, 1, 22, 29, 28, 21,
2, 0
127, PLATE , 3, 1, 21, 28, 27, 24,
2, 0
128, PLATE , 3, 1, 24, 27, 26, 25,
2, 0
129, PLATE , 3, 1, 30, 35, 34, 29,
2, 0
130, PLATE , 3, 1, 29, 34, 33, 28,
2, 0
131, PLATE , 3, 1, 28, 33, 32, 27,
2, 0
132, PLATE , 3, 1, 27, 32, 31, 26,
2, 0
133, PLATE , 3, 1, 35, 36, 37, 34,
2, 0
134, PLATE , 3, 1, 34, 37, 38, 33,
2, 0
135, PLATE , 3, 1, 33, 38, 39, 32,
2, 0
136, PLATE , 3, 1, 32, 39, 40, 31,
2, 0
137, PLATE , 3, 1, 36, 45, 44, 37,
2, 0
138, PLATE , 3, 1, 37, 44, 41, 38,
2, 0
139, PLATE , 3, 1, 38, 41, 42, 39,
2, 0
140, PLATE , 3, 1, 39, 42, 43, 40,
2, 0
141, PLATE , 3, 1, 45, 54, 53, 44,
2, 0
142, PLATE , 3, 1, 44, 53, 50, 41,
2, 0
143, PLATE , 3, 1, 41, 50, 49, 42,
2, 0
144, PLATE , 3, 1, 42, 49, 46, 43,
2, 0
145, PLATE , 3, 1, 54, 113, 52, 53,
2, 0
146, PLATE , 3, 1, 53, 52, 51, 50,
2, 0
147, PLATE , 3, 1, 50, 51, 48, 49,
2, 0
148, PLATE , 3, 1, 49, 48, 47, 46,
2, 0
149, PLATE , 3, 1, 113, 127, 60, 52,
2, 0
150, PLATE , 3, 1, 52, 60, 59, 51,
2, 0
151, PLATE , 3, 1, 51, 59, 56, 48,
2, 0
152, PLATE , 3, 1, 48, 56, 55, 47,
2, 0
153, PLATE , 3, 1, 127, 62, 61, 60,
2, 0
154, PLATE , 3, 1, 60, 61, 58, 59,
2, 0
155, PLATE , 3, 1, 59, 58, 57, 56,
2, 0
156, PLATE , 3, 1, 56, 57, 109, 55,
2, 0
157, PLATE , 3, 1, 62, 71, 68, 61,
2, 0
158, PLATE , 3, 1, 61, 68, 67, 58,
2, 0
159, PLATE , 3, 1, 58, 67, 64, 57,
2, 0
160, PLATE , 3, 1, 57, 64, 63, 109,
2, 0
161, PLATE , 3, 1, 71, 70, 69, 68,
2, 0
162, PLATE , 3, 1, 68, 69, 66, 67,
2, 0
163, PLATE , 3, 1, 67, 66, 65, 64,
2, 0
164, PLATE , 3, 1, 64, 65, 110, 63,
2, 0
165, PLATE , 3, 1, 70, 80, 77, 69,
2, 0
166, PLATE , 3, 1, 69, 77, 76, 66,
2, 0

```
   167, PLATE ,     3,       1,      66,      76,      73,      65,
2,      0
   168, PLATE ,     3,       1,      65,      73,      72,     110,
2,      0
   169, PLATE ,     3,       1,      80,      79,      78,      77,
2,      0
   170, PLATE ,     3,       1,      77,      78,      75,      76,
2,      0
   171, PLATE ,     3,       1,      76,      75,      74,      73,
2,      0
   172, PLATE ,     3,       1,      73,      74,     111,      72,
2,      0
   173, PLATE ,     3,       1,      79,      89,      88,      78,
2,      0
   174, PLATE ,     3,       1,      78,      75,      85,      88,
2,      0
   175, PLATE ,     3,       1,      75,      85,      84,      74,
2,      0
   176, PLATE ,     3,       1,      74,     111,      81,      84,
2,      0
   177, PLATE ,     3,       1,      89,      90,      87,      88,
2,      0
   178, PLATE ,     3,       1,      88,      87,      86,      85,
2,      0
   179, PLATE ,     3,       1,      85,      86,      83,      84,
2,      0
   180, PLATE ,     3,       1,      84,      83,      82,      81,
2,      0
   181, PLATE ,     3,       1,      90,      99,      96,      87,
2,      0
   182, PLATE ,     3,       1,      87,      86,      95,      96,
2,      0
   183, PLATE ,     3,       1,      86,      95,      92,      83,
2,      0
   184, PLATE ,     3,       1,      83,      92,      91,      82,
2,      0
   185, PLATE ,     3,       1,      99,      98,      97,      96,
2,      0
   186, PLATE ,     3,       1,      96,      97,      94,      95,
2,      0
   187, PLATE ,     3,       1,      95,      94,      93,      92,
2,      0
   188, PLATE ,     3,       1,      92,      93,     112,      91,
2,      0
   189, PLATE ,     3,       1,      98,     108,     107,      97,
2,      0
   190, PLATE ,     3,       1,      97,      94,     104,     107,
2,      0
   191, PLATE ,     3,       1,      94,     104,     103,      93,
2,      0
   192, PLATE ,     3,       1,      93,     103,     100,     112,
2,      0
   193, PLATE ,     3,       1,     108,     114,     106,     107,
2,      0
   194, PLATE ,     3,       1,     107,     106,     105,     104,
2,      0
   195, PLATE ,     3,       1,     104,     105,     102,     103,
2,      0
   196, PLATE ,     3,       1,     103,     102,     101,     100,
2,      0
*GROUP    : Group
; NAME, NODE_LIST, ELEM_LIST, PLANE_TYPE
    0,                  ; , , 0
*MATERIAL    : Material
; iMAT, TYPE, MNAME, SPHEAT, HEATCO, PLAST, TUNIT, bMASS,
DAMPRATIO, [DATA1]          ; STEEL, CONC, USER
; iMAT, TYPE, MNAME, SPHEAT, HEATCO, PLAST, TUNIT, bMASS,
DAMPRATIO, [DATA2], [DATA2]  : SRC
; [DATA1] : 1, DB, NAME, CODE, USEELAST, ELAST
; [DATA1] : 2, ELAST, POISN, THERMAL, DEN, MASS
; [DATA1] : 3, Ex, Ey, Ez, Tx, Ty, Tz, Sxy, Sxz, Syz, Pxy,
Pxz, Pyz, DEN, MASS          : Orthotropic
; [DATA2] : 1, DB, NAME, CODE, USEELAST, ELAST or 2, ELAST,
POISN, THERMAL, DEN, MASS
    1, STEEL, 주부재(SM490B)      , 0, 0, , C, NO, 0.02, 1,
KSCE-LSD15(S),          , SM490          , NO, 205
    2, STEEL, 부부재(SM400B)      , 0, 0, , C, NO, 0.02, 1,
KSCE-LSD15(S),          , SM400          , NO, 205
    3, CONC , C27                 , 0, 0, , C, NO, 0.05, 1,
KSCE-LSD15(RC),          , C27           , NO, 26.681
*MATL-COLOR
; iMAT, W_R, W_G, W_B, HF_R, HF_G, HF_B, HE_R, HE_G, HE_B,
bBLEND, FACT
    1, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
    2, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
    3, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
*SECTION    : Section
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, [DATA1],
[DATA2]                     ; 1st line - DB/USER
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, BLT, D1, ...,
D8, iCEL                ; 1st line - VALUE
;                         AREA,   ASy,   ASz,   Ixx,   Iyy,   Izz
                          ; 2nd line
;       CyP, CyM, CzP, CzM, QyB, QzB, PERI_OUT, PERI_IN, Cy,
Cz                        ; 3rd line
;              Y1,  Y2,  Y3,  Y4,  Z1,  Z2,  Z3,  Z4,  Zyy,  Zzz
                          ; 4th line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, ELAST, DEN,
POIS, POIC, SF, THERMAL : 1st line - SRC
;                                                 D1,     D2,     [SRC]
                          ; 2nd line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 1, DB, NAME1,
NAME2, D1, D2             : 1st line - COMBINED
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 2, D11, D12,
D13, D14, D15, D21, D22, D23, D24
;  iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET2],  bSD,  bWE,  SHAPE,  iyVAR,
izVAR, STYPE                 : 1st line - TAPERED
;                                                 DB,     NAME1,     NAME2
                          ; 2nd line(STYPE=DB)
;                                                 [DIM1],     [DIM2]
                          ; 2nd line(STYPE=USER)
;                D11,  D12,  D13,  D14,  D15,  D16,  D17,  D18
                          ; 2nd line(STYPE=VALUE)
;                   AREA1,  ASy1,  ASz1,  Ixx1,  Iyy1,  Izz1
                          ; 3rd line(STYPE=VALUE)
;           CyP1, CyM1, CzP1, CzM1, QyB1, QzB1, PERI_OUT1,
PERI_IN1, Cy1, Cz1             : 4th line(STYPE=VALUE)
;          Y11, Y12, Y13, Y14, Z11, Z12, Z13, Z14, Zyy1, Zyy2
                          : 5th line(STYPE=VALUE)
;                D21,  D22,  D23,  D24,  D25,  D26,  D27,  D28
                          : 6th line(STYPE=VALUE)
;                   AREA2,  ASy2,  ASz2,  Ixx2,  Iyy2,  Izz2
                          : 7th line(STYPE=VALUE)
;           CyP2, CyM2, CzP2, CzM2, QyB2, QzB2, PERI_OUT2,
PERI_IN2, Cy2, Cz2             : 8th line(STYPE=VALUE)
;          Y21, Y22, Y23, Y24, Z21, Z22, Z23, Z24, Zyy2, Zzz2
                          : 9th line(STYPE=VALUE)
;                                                 OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                        : 2nd line(STYPE=PSC)
;                           ELAST,   DEN,   POIS,   POIC,   THERMAL
                        : 2nd line(STYPE=PSC-CMPW)
;           bSHEARCHK, [SCHK-I], [SCHK-J], [WT-I], [WT-J], WI,
WJ, bSYM, bSIDEHOLE : 3rd line(STYPE=PSC)
;             bSHEARCHK,  bSYM,  bHUNCH,  [CMPWEB-I],  [CMPWEB-J]
                          : 3rd line(STYPE=PSC-CMPW)
;          bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF-I],
[STIFF-J]          : 4th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-A]-i
                        : 5th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-B]-i
                        : 6th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-C]-i
                        : 7th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-D]-i
                        : 8th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-A]-j
                        : 9th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-B]-j
                        : 10th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-C]-j
                        : 11th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-D]-j
                        : 12th line(STYPE=PSC)
;           GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMULTI,
EsEc-L, EsEc-S          : 2nd line(STYPE=CMP-B/I)
;            SW_i, Hw_i, tw_i, B_i, Bf1_i, tf1_i, B2_i, Bf2_i,
tf2_i                     : 3rd line(STYPE=CMP-B/I)
;            SW_j, Hw_j, tw_j, B_j, Bf1_j, tf1_j, B2_j, Bf2_j,
tf2_j                     : 4th line(STYPE=CMP-B/I)
;                             N1,    N2,    Hr,    Hr2,    tr1,    tr2
                        : 5th line(STYPE=CMP-B)
;           GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb, bSYM,
SW_i, SW_j          : 2nd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                        : 3rd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-A]-i
                        : 4th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-B]-i
                        : 5th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-C]-i
                        : 6th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-D]-i
                        : 7th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-A]-j
                        : 8th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-B]-j
                        : 9th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-C]-j
                        : 10th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-D]-j
                        : 11th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;  iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET],  bSD,  bWE,  STYPE1,  STYPE2
                        : 1st line - CONSTRUCT
;           SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                        : Before (STYPE1)
;           SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                        : After  (STYPE2)
```

```
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                : 1st line - COMPOSITE-SB
;                Hw,   tw,   B,   Bf1,   tf1,   B2,   Bf2,   tf2
                : 2nd line
;                      N1,   N2,   Hr,   Hr2,   tr1,   tr2
                : 3rd line
;       SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti, Elong, Esh
                : 4th line
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                : 1st line - COMPOSITE-SI
;                      Hw,   tw,   B,   tf1,   B2,   tf2
                : 2nd line
;       SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti, Elong, Esh
                : 3rd line
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                : 1st line - COMPOSITE-CI/CT
;                                  OPT1,   OPT2,   [JOINT]
                : 2nd line
;                                                  [SIZE-A]
                : 3rd line
;                                                  [SIZE-B]
                : 4th line
;                                                  [SIZE-C]
                : 5th line
;                                                  [SIZE-D]
                : 6th line
;         SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb
                : 7th line
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                : 1st line - PSC
;                                  OPT1,   OPT2,   [JOINT]
                : 2nd line
;          bSHEARCHK, [SCHK], [WT], WIDTH, bSYM, bSIDEHOLE
                : 3rd line
;         bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF]
                : 4th line
;              bWE,  [WARPING  POINT]-i,  [WARPING  POINT]-j
                : 5th line
;                                                  [SIZE-A]
                : 6th line
;                                                  [SIZE-B]
                : 7th line
;                                                  [SIZE-C]
                : 8th line
;                                                  [SIZE-D]
                : 9th line
; [DATA1] : 1, DB, NAME or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10
; [DATA2] : CCSHAPE or iCEL or iN1, iN2
; [SRC]   : 1, DB, NAME1, NAME2 or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, iN1, iN2
; [DIM1], [DIM2] : D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8
; [OFFSET] : OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSER, iVERT, VUSER
;   [OFFSET2]: OFFSET,  iCENT,  iREF,  iHORZ,  HUSERI,  HUSERJ, iVERT, VUSERI, VUSERJ
; [JOINT]  :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM),  8(PSCH), 9(PSCT),  2(PSCB), 0(nCELL),  2(nCEL2)
; [SIZE-A] :  6(1CELL, 2CELL), 10(3CELL), 10(PSCM),  6(PSCH), 8(PSCT), 10(PSCB), 5(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-B] :  6(1CELL, 2CELL), 12(3CELL),  6(PSCM),  6(PSCH), 8(PSCT),  6(PSCB), 8(nCELL), 18(nCEL2)
; [SIZE-C] : 10(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM), 10(PSCH), 7(PSCT),  8(PSCB), 0(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-D] :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  6(PSCM),  7(PSCH), 8(PSCT),  5(PSCB), 0(nCELL), 18(nCEL2)
; [STIFF]  : AREA, ASy, ASz, Ixx, Iyy, Izz
; [SCHK]   : bAUTO_Z1, Z1, bAUTO_Z3, Z3
; [WT]     : bAUTO_TOR, TOR, bAUTO_SHR1, SHR1, bAUTO_SHR2, SHR2, bAUTO_SHR3, SHR3
; [CMPWEB] : EFD, LRF, A, B, H, T
;   [WARPING  POINT]  :  nWarpingCheck,  X1,X2,X3,X4,X5,X6, Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6
    1, COMPOSITE , STB(2.1X1.5) 12-12, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, B
       1500, 12, 2100, 120, 12, 2100, 120, 12
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 좀리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 좀리브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
    2, COMPOSITE , STB(2.1X2.0) 16-20, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, B
       2000, 12, 2100, 120, 14, 2100, 120, 18
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 좀리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 좀리브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0.   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
    3, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0.   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1500, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    4, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0.   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    5, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0.   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 2000, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    6, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0.   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 2000, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    7, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    8, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18, 1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120, 1500, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    9, DBUSER    , "가로보(C1, 21)"   , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, H   , 2, 1400, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   10, DBUSER    , "가로보(C7, 15)"   , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, H   , 2, 2000, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   11, DBUSER    , "가로보(C2~5, 9~13, 17~20)", CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, H   , 2, 900, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   12, DBUSER    , "가로보(C6, 8, 14, 16)", CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0, YES, NO, H   , 2, 1047, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
*SECT-COLOR
; iSEC, W_R, W_G, W_B, HF_R, HF_G, HF_B, HE_R, HE_G, HE_B, bBLEND, FACT
    1, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    2, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    3, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    4, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    5, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    6, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    7, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    8, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
    9, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
   10, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO, 0.5
```

```
   11, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
   12, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
*COMP-GEN-SECT-PSC-DESIGN       : Composite Section for PSC
Design
; SECT, bCompPSC, (Z1, Z2, Z3, t1, t2, t3, TotT)-I, (Z1, Z2,
Z3, t1, t2, t3, TotT)-J
    1, NO,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
    2, NO,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
*DGN-SECT
;  iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET],  bSD,  bWE,  SHAPE,  [DATA1],
[DATA2]                          : 1st line - DB/USER
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, BLT, D1, ...,
D8, iCEL                 : 1st line - VALUE
;                        AREA,   ASy,   ASz,   Ixx,   Iyy,   Izz
                         : 2nd line
;        CyP, CyM, CzP, CzM, QyB, QzB, PERI_OUT, PERI_IN, Cy,
Cz                       : 3rd line
;             Y1,  Y2,  Y3,  Y4,  Z1,  Z2,  Z3,  Z4,  Zyy,  Zzz
                         : 4th line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, ELAST, DEN,
POIS, POIC, SF, THERMAL : 1st line - SRC
;                                                 D1,      D2,      [SRC]
                         : 2nd line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 1, DB, NAME1,
NAME2, D1, D2            : 1st line - COMBINED
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 2, D11, D12,
D13, D14, D15, D21, D22, D23, D24
;  iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET2],  bSD,  bWE,  SHAPE,  iyVAR,
izVAR, STYPE                    : 1st line - TAPERED
;                                                 DB,      NAME1,      NAME2
                         : 2nd line(STYPE=DB)
;                                                 [DIM1],      [DIM2]
                         : 2nd line(STYPE=USER)
;               D11,  D12,  D13,  D14,  D15,  D16,  D17,  D18
                         : 2nd line(STYPE=VALUE)
;                  AREA1,   ASy1,   ASz1,   Ixx1,   Iyy1,   Izz1
                         : 3rd line(STYPE=VALUE)
;           CyP1, CyM1, CzP1, CzM1, QyB1, QzB1, PERI_OUT1,
PERI_IN1, Cy1, Cz1            : 4th line(STYPE=VALUE)
;          Y11, Y12, Y13, Y14, Z11, Z12, Z13, Z14, Zyy1, Zyy2
                         : 5th line(STYPE=VALUE)
;               D21,  D22,  D23,  D24,  D25,  D26,  D27,  D28
                         : 6th line(STYPE=VALUE)
;                  AREA2,   ASy2,   ASz2,   Ixx2,   Iyy2,   Izz2
                         : 7th line(STYPE=VALUE)
;           CyP2, CyM2, CzP2, CzM2, QyB2, QzB2, PERI_OUT2,
PERI_IN2, Cy2, Cz2            : 8th line(STYPE=VALUE)
;          Y21, Y22, Y23, Y24, Z21, Z22, Z23, Z24, Zyy2, Zzz2
                         : 9th line(STYPE=VALUE)
;                                    OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                  : 2nd line(STYPE=PSC)
;                      ELAST,   DEN,   POIS,   POIC,   THERMAL
                  : 2nd line(STYPE=PSC-CMPW)
;         bSHEARCHK, [SCHK-I], [SCHK-J], [WT-I], [WT-J], WI,
WJ, bSYM, bSIDEHOLE : 3rd line(STYPE=PSC)
;           bSHEARCHK, bSYM, bHUNCH, [CMPWEB-I], [CMPWEB-J]
                  : 3rd line(STYPE=PSC-CMPW)
;       bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF-I],
[STIFF-J]         : 4th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-A]-i
                  : 5th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-B]-i
                  : 6th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-C]-i
                  : 7th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-D]-i
                  : 8th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-A]-j
                  : 9th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-B]-j
                  : 10th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-C]-j
                  : 11th line(STYPE=PSC)
;                                                 [SIZE-D]-j
                  : 12th line(STYPE=PSC)
;          GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMULTI,
EsEc-L, EsEc-S         : 2nd line(STYPE=CMP-B/I)
;         SW_i, Hw_i, tw_i, B_i, Bf1_i, tf1_i, B2_i, Bf2_i,
tf2_i                  : 3rd line(STYPE=CMP-B/I)
;         SW_j, Hw_j, tw_j, B_j, Bf1_j, tf1_j, B2_j, Bf2_j,
tf2_j                  : 4th line(STYPE=CMP-B/I)
;                          N1,   N2,   Hr,   Hr2,   tr1,   tr2
                  : 5th line(STYPE=CMP-B)
;        GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb, bSYM,
SW_i, SW_j         : 2nd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                    OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                  : 3rd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-A]-i
                  : 4th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-B]-i
                  : 5th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-C]-i
                  : 6th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-D]-i
                  : 7th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-A]-j
                  : 8th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-B]-j
                  : 9th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-C]-j
                  : 10th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                 [SIZE-D]-j
                  : 11th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;  iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET],  bSD,  bWE,  STYPE1,  STYPE2
                  : 1st line - CONSTRUCT
;          SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                  : Before (STYPE1)
;          SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                  : After  (STYPE2)
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                  : 1st line - COMPOSITE-SB
;                  Hw,   tw,   B,   Bf1,   tf1,   B2,   Bf2,   tf2
                  : 2nd line
;                                 N1,   N2,   Hr,   Hr2,   tr1,   tr2
                  : 3rd line
;        SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti,
Elong, Esh          : 4th line
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                  : 1st line - COMPOSITE-SI
;                          Hw,   tw,   B,   tf1,   B2,   tf2
                  : 2nd line
;        SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti,
Elong, Esh          : 3rd line
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                  : 1st line - COMPOSITE-CI/CT
;                                    OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                  : 2nd line
;                                                 [SIZE-A]
                  : 3rd line
;                                                 [SIZE-B]
                  : 4th line
;                                                 [SIZE-C]
                  : 5th line
;                                                 [SIZE-D]
                  : 6th line
;         SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb
                  : 7th line
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                  : 1st line - PSC
;                                    OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                  : 2nd line
;           bSHEARCHK, [SCHK], [WT], WIDTH, bSYM, bSIDEHOLE
                  : 3rd line
;         bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF]
                  : 4th line
;                bWE, [WARPING POINT]-i, [WARPING POINT]-j
                  : 5th line
;                                                 [SIZE-A]
                  : 6th line
;                                                 [SIZE-B]
                  : 7th line
;                                                 [SIZE-C]
                  : 8th line
;                                                 [SIZE-D]
                  : 9th line
; [DATA1] : 1, DB, NAME or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8,
D9, D10
; [DATA2] : CCSHAPE or iCEL or iN1, iN2
; [SRC]  : 1, DB, NAME1, NAME2 or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6,
D7, D8, D9, D10, iN1, iN2
; [DIM1], [DIM2] : D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8
; [OFFSET] : OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSER, iVERT, VUSER
; [OFFSET2]: OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSERI, HUSERJ,
iVERT, VUSERI, VUSERJ
; [JOINT]  :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM),  8(PSCH),
9(PSCT),  2(PSCB),  0(nCELL),  2(nCEL2)
; [SIZE-A] :  6(1CELL, 2CELL), 10(3CELL), 10(PSCM),  6(PSCH),
8(PSCT), 10(PSCB), 5(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-B] :  6(1CELL, 2CELL), 12(3CELL),  6(PSCM),  6(PSCH),
8(PSCT),  6(PSCB), 8(nCELL), 18(nCEL2)
; [SIZE-C] : 10(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM), 10(PSCH),
7(PSCT),  8(PSCB), 0(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-D] :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  6(PSCM),  7(PSCH),
8(PSCT),  5(PSCB), 0(nCELL), 18(nCEL2)
; [STIFF]  : AREA, ASy, ASz, Ixx, Iyy, Izz
; [SCHK]   : bAUTO_Z1, Z1, bAUTO_Z3, Z3
; [WT]     : bAUTO_TOR, TOR, bAUTO_SHR1, SHR1, bAUTO_SHR2,
SHR2, bAUTO_SHR3, SHR3
; [CMPWEB] : EFD, LRF, A, B, H, T
;  [WARPING POINT]  :  nWarpingCheck,  X1,X2,X3,X4,X5,X6,
Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6
    1, COMPOSITE , STB(2.1X1.5) 12~12, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, B
       1500, 12, 2100, 120, 12, 2100, 120, 12
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 중리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 중리
브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
```

```
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES,
400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3,
0.18, 1.2, NO, ,
    2, COMPOSITE , STB(2.1X2.0) 16-20, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, B
       2000, 12, 2100, 120, 14, 2100, 120, 18
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 종리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 종리
브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES,
400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3,
0.18, 1.2, NO, ,
    3, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1500, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    4, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    5, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
2000, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    6, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
2000, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    7, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    8, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1500, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    9, DBUSER    , "가로보(C1, 21)"  , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, H  , 2, 1400, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   10, DBUSER    , "가로보(C7, 15)"  , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, H  , 2, 2000, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   11, DBUSER    , "가로보(C2~5, 9~13, 17~20)", CT, 0, 0, 0,
0, 0, 0, YES, NO, H  , 2, 900, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0,
0
   12, DBUSER    , "가로보(C6, 8, 14, 16)", CT, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, H  , 2, 1047, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
*THICKNESS    : Thickness
; iTHK, TYPE, bSAME, THIK-IN, THIK-OUT, bOFFSET, OFFTYPE,
VALUE : TYPE=VALUE
;      iTHK,      TYPE,      SUBTYPE,      RPOS,      WEIGHT
  : TYPE=STIFFENED, SUBTYPE=VALUE
;                      SHAPE,   THIK-IN,   THIK-OUT,   HU,   HL
  :      for yz section
;                      SHAPE,   THIK-IN,   THIK-OUT,   HU,   HL
  :      for xz section
;     iTHK,      TYPE,      SUBTYPE,      RPOS,      PLATETHIK
  : TYPE=STIFFENED, SUBTYPE=USER
;           bRIB {, SHAPE, DIST, SIZE1, SIZE2, ..., SIZE6}
  :      for yz section
;           bRIB {, SHAPE, DIST, SIZE2, SIZE2, ..., SIZE6}
  :      for xz section
;    iTHK,    TYPE,    SUBTYPE,    RPOS,    PLATETHIK,    OBNAME
  : TYPE=STIFFENED, SUBTYPE=OB
;                      bRIB   {,   SHAPE,   DIST,   SNAME}
  :      for yz section
;                      bRIB   {,   SHAPE,   DIST,   SNAME}
  :      for xz section
    1, VALUE, YES, 250, 0,  NO, 0, 0
*THIK-COLOR
; iTHK, W_R, W_G, W_B, HF_R, HF_G, HF_B, HE_R, HE_G, HE_B,
bBLEND, FACT
    1, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
*STLDCASE    ; Static Load Cases
; LCNAME, LCTYPE, DESC
   자중 , D ,
   방호벽, D ,
   중분대, D ,
   LC-1 , USER,
   LC-2 , USER,
   LC-3 , USER,
*CONSTRAINT    ; Supports
; NODE_LIST, CONST(Dx,Dy,Dz,Rx,Ry,Rz), GROUP
   125, 111000,
   124 126, 101000,
   116 119 122, 011000,
   115 117 118 120 121 123, 001000,
*RIGIDLINK    ; Rigid Link
; M-NODE, DOF, S-NODE LIST, GROUP
   115, 111111, 4,
   116, 111111, 6,
   117, 111111, 8,
   118, 111111, 103,
   119, 111111, 104,
   120, 111111, 107,
   121, 111111, 37,
   122, 111111, 38,
   123, 111111, 39,
   124, 111111, 73,
   125, 111111, 76,
   126, 111111, 77,
*USE-STLD, 자중
; *SELFWEIGHT, X, Y, Z, GROUP
*SELFWEIGHT, 0, 0, -1,
; End of data for load case [자중] ------------------------
*USE-STLD, 방호벽
*PRESSURE    ; Pressure Loads
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU, P1,
P2, P3, P4, GROUP  ; ETYP=PLATE, LTYP=FACE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1,
P2, GROUP          ; ETYP=PLATE, LTYP=EDGE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1, P2,
GROUP              ; ETYP=PLANE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iFACE, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU,
P1, P2, P3, P4, GROUP ; ETYP=SOLID
; [PLATE] : plate, plane stress, [PLANE] : axisymmetric,
plane strain
   109, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   113, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   117, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   121, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   125, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   129, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   133, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   137, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   141, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   145, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   149, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   153, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   157, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   161, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   165, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   169, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   173, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   177, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   181, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   185, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   189, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
   193, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.01089, 0, 0,
;    End    of    data    for    load    case    [방호벽]
------------------------
*USE-STLD, 중분대
*PRESSURE    ; Pressure Loads
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU, P1,
P2, P3, P4, GROUP  ; ETYP=PLATE, LTYP=FACE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1,
P2, GROUP          ; ETYP=PLATE, LTYP=EDGE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1, P2,
```

```
GROUP                ; ETYP=PLANE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iFACE, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU,
P1, P2, P3, P4, GROUP : ETYP=SOLID
; [PLATE] : plate, plane stress, [PLANE] : axisymmetric,
plane strain
   112, PRES , PLATE, EDGE, 2, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   116, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   120, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   124, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   128, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   132, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   136, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   140, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   144, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   148, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   152, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   156, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   160, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   164, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   168, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   172, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   176, PRES , PLATE, EDGE, 2, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   180, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   184, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   188, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   192, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   196, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
;    End    of    data    for    load    case    [중분대]
------------------------
*PNLOADTYPE    : Plane Load Type
; NAME=NAME, TYPE(POINT/LINE/AREA), DESC
; CP_X=X1, X2, ...
; CP_Y=Y1, Y2, ...
;           DATA=X1,           Y1,           F1,           M1
        : TYPE=POINT
;      ...
;      Xn, Yn, Fn, Mn
;   DATA=bUNIFORM,   TYPE,   X1,   Y1,   L1,   X2,   Y2,   L2
        : TYPE=LINE
; DATA=bUNIFORM, b3PT, X1, Y1, L1, X2, Y2, L2, X3, Y3, L3,
X4, Y4, L4 : TYPE=AREA
  NAME=LC-1, POINT,
  DATA=81634.1, 12339.2, -36.55, 0
       81634.1, 10289.2, -36.55, 0
       84834.1, 12239.2, -50.45, 0
       84834.1, 10389.2, -50.45, 0
       86134.1, 12239.2, -50.45, 0
       86134.1, 10389.2, -50.45, 0
  NAME=LC-2, POINT,
  DATA=81634.1, 7256.2, -36.55, 0
       81634.1, 5206.2, -36.55, 0
       84834.1, 7156.2, -50.45, 0
       84834.1, 5306.2, -50.45, 0
       86134.1, 7156.2, -50.45, 0
       86134.1, 5306.2, -50.45, 0
  NAME=LC-3, POINT,
  DATA=81634.1, 2209.7, -36.55, 0
       81634.1, 159.7, -36.55, 0
       84834.1, 2109.7, -50.45, 0
       84834.1, 259.7, -50.45, 0
       86134.1, 2109.7, -50.45, 0
       86134.1, 259.7, -50.45, 0
*PLANELOAD    : Plane Loads
;         LCNAME,         LTNAME,         ETYPE,         GROUP
          : 1st line
;    ELEM-SEL,    ELEM-GROUP,    FACE,    DIR,    PROJ,    DESC
          : 2nd line
; OX, OY, OZ, XX, XY, XZ, YX, YY, YZ, TOL, bLAREA, iNODE1,
... , iNODEn  : 3rd line
   LC-1, LC-1, PLATE,
   LPLANE, , 1, GZ, LD,
   0, 0, 0,  99955.6, -6.507, 0,  99243.8, 13915.3, 0,  1, NO
   LC-2, LC-2, PLATE,
   LPLANE, , 1, GZ, LD,
   0, 0, 0,  99955.6, -6.507, 0,  99243.8, 13915.3, 0,  1, NO
   LC-3, LC-3, PLATE,
   LPLANE, , 1, GZ, LD,
   0, 0, 0,  99955.6, -6.507, 0,  99243.8, 13915.3, 0,  1, NO
*SFUNCTION    : Spectrum Function
; FUNC=NAME, iTYPE, iMETHOD, SCALE/MAX, GRAV, DRATIO, DESC,
RMF      : line 1
;                              SPEC_CODE,          [CODE_DATA]
       : line 2
;              PERIOD1,   VALUE1,   PERIOD2,   VALUE2,   ...
       : from line 3
;[CODE_DATA] : NSC, SFI, SC, EQ, TG, DP, MaxEQ


          : CH2001
;[CODE_DATA]  : NSC,  SFI,  SC,  EQ,  TG,  DP,  MaxEQ,  nLForce
       : CH2010
;[CODE_DATA]    :    SFI,    SC,    EQ,    TG,    DP,    MaxEQ
       : CHSH2003
;[CODE_DATA]    :    DIV,    SC,    SFI,    EQ,    TG,    G
       : GB50111_2006
;[CODE_DATA] : BT, ZM, ST, SI, SC, TG, CI, CS, CD, EPA, SMAX,
PERIOD : JTG/T B02-01-2008
   FUNC=KS-Bridge, 1, 0, 1, 9806, 0.05, KS-Bridge : Soil =
1.00  Area = 0.110  I = 1.000  R = 1.000, 1.000000
  KS_BRG
          0.000000,          0.275,    0.060000,          0.275
          0.120000,          0.275,    0.180000,          0.275
          0.240000,          0.275,    0.300000,          0.275
          0.332554,          0.275,    0.360000, 0.26083884233
          0.420000, 0.23536456074,    0.480000, 0.21531772026
          0.540000, 0.19905729188,    0.600000, 0.18555518637
          0.660000, 0.17413175382,    0.720000, 0.16431817404
          0.780000, 0.15577969986,    0.840000, 0.14827038224
          0.900000, 0.14160510974,    0.960000, 0.13564166409
          1.020000, 0.13026882124,    1.080000, 0.12539823609
          1.140000, 0.12095877047,    1.200000, 0.11689244261
          1.260000, 0.11315147886,    1.320000, 0.10969613105
          1.380000, 0.10649303562,    1.440000, 0.10351396318
          1.500000, 0.10073485334,    1.560000, 0.098135061499
          1.620000,     0.095696764562,                1.680000,
0.093404487829
          1.740000,     0.091244724805,                1.800000,
0.089205629268
          1.860000,     0.087276763943,                1.920000,
0.085448893914
          1.980000, 0.08371381571,    2.040000, 0.082064215011
          2.100000,     0.080493547513,                2.160000,
0.078995938635
          2.220000, 0.07756609865,    2.280000, 0.076199250545
          2.340000,     0.074891068394,                2.400000,
0.073637624509
          2.460000, 0.07243534392,    2.520000, 0.071280965024
          2.580000, 0.070171505446,   2.640000,  0.0691042323
          2.700000,     0.068076636226,                2.760000,
0.067086408625
          2.820000,     0.066131421652,                2.880000,
0.065209710582
          2.940000,     0.064319458223,                3.000000,
0.063458981094
          3.060000,     0.062626717151,                3.120000,
0.061821214857
          3.180000,     0.061041123416,                3.240000,
0.060285184039
          3.300000,     0.059552222118,                3.360000,
0.058841140185
          3.420000, 0.05815091158,    3.480000, 0.057480574737
          3.540000,     0.056829228018,                3.600000,
0.056196025042
          3.660000,     0.055580170445,                3.720000,
0.054980916029
          3.780000,     0.054397557257,                3.840000,
0.053829430066
          3.900000, 0.053275907948,   3.960000, 0.05273639929
          4.020000, 0.051627274975,   4.080000, 0.05061746475
          4.140000, 0.049641719742,   4.200000, 0.04869842169
          4.260000,     0.047786050869,                4.320000,
0.046903178802
          4.380000,     0.046048461614,                4.440000,
0.045220633944
          4.500000, 0.04441850338,    4.560000, 0.043640945345
          4.620000,     0.042886898413,                4.680000,
0.042155359999
          4.740000,     0.041445382393,                4.800000,
0.040756069114
          4.860000, 0.04008657154,    4.920000, 0.039436085803
          4.980000,     0.038803849919,                5.040000,
0.038189141134
          5.100000,     0.037591273467,                5.160000,
0.037009595436
          5.220000,     0.036443487944,                5.280000,
0.035892362322
          5.340000,     0.035355658509,                5.400000,
0.034832843358
          5.460000,     0.034323409066,                5.520000,
0.033826871702
          5.580000,     0.033342769845,                5.640000,
0.032870663305
          5.700000,     0.032410131937,                5.760000,
0.031960774526
          5.820000,     0.031522207753,                5.880000,
0.031094065216
          5.940000,     0.030675996525,                6.000000,
0.030267666448
*SPLDCASE    : Spectrum Load Cases
; TYPE, bADDSIGN, iSIGNTYPE
; NAME=NAME, DIR, ANGLE, SCALE, PMFT, bDAMP, bECC, INTERP,
DESC,       : line 1
;                    COMTYPE,    bADDSIGN,    iSIGNTYPE,    bMODE
       : line 2
;                          FUNC1,     FUNC2,     FUNC3,     ...
       : line 3
;      bUSE1, dFACTOR1, bUSE2, dFACTOR2, ..., bUSEn, dFACTORn
        : line 4 (bMODE=YES)
;                                        bCDR,       [DR-DC]
       : line 5 (bDAMP=YES)
```

```
;  [DR-DC]  :  iMDTYPE, DALL, iMODE1, DAMPING1, iMODE2,
DAMPING2, ...     : iMDTYPE=1
;           : iMDTYPE, iCOEF, bMASSP, MASSC, bSTIFFP, STIFFC
        : iMDTYPE=2, iCOEF=1
;         : iMDTYPE, iCOEF, iCALC, bMASSP, FP1, DR1, bSTIFFP,
FP2, DR2 : iMDTYPE=2, iCOEF=2
   NAME=X-dir, XY, 0, 1, 1, NO, NO, LOG,
        CQC, NO, 0, YES
        KS-Bridge
        YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES,
1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES,
1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1
   NAME=Y-dir, XY, 90, 1, 1, NO, NO, LOG,
        CQC, NO, 0, YES
        KS-Bridge
        YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES,
1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES,
1,YES, 1,YES, 1,YES, 1,YES, 1
*LOADCOMB    ; Combinations
;  NAME=NAME, KIND, ACTIVE, bES, iTYPE, DESC, iSERV-TYPE,
nLCOMTYPE   : line 1
;                        ANAL1,    LCNAME1,    FACT1,    ...
      : from line 2
   NAME=CB-1, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0
        ST, 자중, 1, ST, 방호벽, 1, ST, 중분대, 1, ST, LC-1,
1
   NAME=CB-2, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0
        ST, 자중, 1, ST, 방호벽, 1, ST, 중분대, 1, ST, LC-2,
1
   NAME=CB-3, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0
        ST, 자중, 1, ST, 방호벽, 1, ST, 중분대, 1, ST, LC-3,
1
*LC-COLOR    ; Diagram Color for Load Case
;  ANAL, LCNAME, iR1(ALL), iG1(ALL), iB1(ALL), iR2(MIN),
iG2(MIN), iB2(MIN), iR3(MAX), iG2(MAX), iB2(MAX)
 ST, 자중, 0, 192, 192, 0, 157, 192, 192, 128, 0
 ST, 방호벽, 255, 87, 128, 160, 192, 255, 192, 72, 0
 ST, LC-1, 210, 210, 210, 146, 0, 255, 0, 128, 128
 ST, LC-2, 255, 255, 87, 0, 128, 255, 255, 0, 128
 ST, LC-3, 192, 0, 192, 160, 255, 255, 255, 255, 255
 RS, X-dir, 255, 87, 128, 0, 192, 192, 192, 192, 192
 RS, Y-dir, 192, 0, 192, 255, 192, 87, 255, 0, 192
 CB, CB-1, 192, 192, 192, 255, 192, 87, 0, 128, 255
 ST, 중분대, 210, 210, 210, 0, 192, 192, 255, 87, 87
 CB, CB-2, 192, 72, 0, 255, 0, 128, 85, 0, 192
 CB, CB-3, 163, 255, 160, 85, 192, 0, 192, 0, 128
*EIGEN-CTRL    ; Eigenvalue Analysis Control
;  TYPE,  iFREQ,  iITER,  iDIM,  TOL,  bMINMAX,  FRMIN,  FRMAX,
bSTRUM   : TYPE=EIGEN
;                TYPE,                bINCNL,                iGNUM
   : TYPE=RITZ(line 1)
;                      KIND1,    CASE1/GROUND1,    iNOG1,    ...
   : TYPE=RITZ(from line2)
   EIGEN, 20, 20, 1, 1e-010, NO, 0, 1600, NO
*DGN-MATL    ; Modify Steel(Concrete) Material
;         iMAT,          TYPE,          MNAME,          [DATA1]
   : STEEL
;  iMAT, TYPE, MNAME, [DATA2], [R-DATA], FCI, bSERV, SHORT,
LONG : CONC
;    iMAT,    TYPE,    MNAME,    [DATA3],    [DATA2],    [R-DATA]
   : SRC
;         iMAT,          TYPE,          MNAME,          [DATA5]
   : STEEL(None) & KSCE-ASD05
;  [DATA1] : 1, DB, CODE, NAME or 2, ELAST, POISN, FU, FY1,
FY2, FY3, FY4
;             FY5, FY6, AFT, AFT2, AFT3, FY, AFV, AFV2, AFV3
;  [DATA2] : 1, DB, CODE, NAME or 2, FC, CHK, LAMBDA
;  [DATA3] : 1, DB, CODE, NAME or 2, ELAST, FU, FY1, FY2, FY3,
FY4
;             FY5, FY6, AFT, AFT2, AFT3, FY, AFV, AFV2, AFV3
;  [DATA4] : 1, DB, CODE, NAME or 2, FC
;  [DATA5] : 3, ELAST, POISN, AL1, AL2, AL3, AL4, AL5, AL6,
AL7, AL8, AL9, AL10
;             MIN1, MIN2, MIN3
;  [R-DATA]: RBCODE, RBMAIN, RBSUB, FY(R), FYS
    1,  STEEL,  주부재(SM490B)          ,  1,  KSCE-LSD15(S),
 ,SM490          , 2, 0, , , , 0, 0,NO,0.0000e+000,     0,, 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,     0,, 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,     0,, 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,
    2,  STEEL,  부부재(SM400B)          ,  1,  KSCE-LSD15(S),
 ,SM400          , 2, 0, , , , 0, 0,NO,0.0000e+000,     0,, 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,     0,, 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,     0,, 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0,
    3, CONC , C27                       ,  1, KSCE-LSD15(RC),
 ,C27            , NO, 1, , , , 0, 0, 0.0189, NO, 0, 0,
                 ,                    , 0, NO, 1, , , , 0, 0, 0
*SECTION MANAGER-GROUP & PART    ; Section Manager - Group &
Part
;           SECT          =          NO,          bSAMEJ
                ; line 1
;              GRPDISIZE, GRPDJSIZE, PARTISIZE, PARTJSIZE
                  ; line 2
;
;.....
.....;
;                    LOOP  UTIL  (GRPDISIZE,  GRPDJSIZE)
                ;
;                         GROUPID,  GROUPNAME,  GROUPTYPE
                ; line n
;                                   .
;.....
.....;
;                    LOOP  UTIL  (PARTISIZE,  PARTJSIZE)
                ;
;         PARTTYPE, GROUPID, PARTNAME, PARTSHAPE, bSTIFFENER
                ; line n
;                              LINESIZE,  LINEINDEX[i].....
                ; line n
;
;.....
.....;
  SECT=1, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=2, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=3, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=4, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=5, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=6, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=7, YES
 0, 0, 0, 0
  SECT=8, YES
 0, 0, 0, 0
*SECTION MANAGER-STIFFENER    ; Section Manager - Stiffener
;           SECT          =          NO,          bSAMEJ
                ; line 1
;                              STFNISIZE,  STFNJSIZE
                ; line 2
;
;.....
.....;
;                    LOOP  UTIL  (STFNISIZE,  STFNJSIZE)
                ;
;          TYPE, Z, STANDREF, POSLINE, STANDREFL, NUM, CTC
                ; line n
;                              STIFFTYPE,  dSIZE(0  ~  20)
                ; line n
;                               LINESIZE,  LINEINDEX[i].....
                ; line n
;
;.....
.....;
  SECT=1, YES
 0, 0
  SECT=2, YES
 0, 0
  SECT=3, YES
 0, 0
  SECT=4, YES
 0, 0
  SECT=5, YES
 0, 0
  SECT=6, YES
 0, 0
  SECT=7, YES
 0, 0
  SECT=8, YES
 0, 0
*ENDDATA
```

② 장호원방향

```
;------------------------------------------------------------------
---------------
;  MIDAS/Civil Text(MCT) File.
;  Date : 2017/12/26
;------------------------------------------------------------------
---------------
*VERSION
   8.5.5
*UNIT    : Unit System
; FORCE, LENGTH, HEAT, TEMPER
   KN    , MM, KCAL, C
*STRUCTYPE    : Structure Type
;  iSTYP,  iMASS,  iSMAS,  bMASSOFFSET,  bSELFWEIGHT,  GRAV,
TEMPER, bALIGNBEAM, bALIGNSLAB, bROTRIGID
     0, 1, 1, NO, YES, 9806, 0, NO, NO, YES
*REBAR-MATL-CODE    : Rebar Material Code
; CONC_CODE, CONC_MDB, SRC_CODE, SRC_MDB
 KSCE-LSD15(RC), SD300, KSCE-LSD15(RC), SD300
*NODE    : Nodes
; iNO, X, Y, Z
     1, 712.265, 13921.792, 0
     2, 1203.09, 13896.846, 0
     3, 601.388, 11754.63, 0
     4, 1093.387, 11729.65, 0
     5, 356.131, 6960.9, 0
     6, 850.724, 6935.788, 0
     7, 110.875, 2167.169, 0
     8, 608.559, 2141.901, 0
     9, 0, 0, 0
    10, 498.856, -25.333, 0
    11, 5093.074, 1925.234, 0
    12, 4993.323, -242.48, 0
    13, 5313.225, 6720.183, 0
    14, 5533.874, 11515.109, 0
    15, 5633.625, 13682.786, 0
    16, 10469.109, 11300.668, 0
    17, 10557.798, 13468.777, 0
    18, 10272.927, 6504.679, 0
    19, 10077.243, 1708.669, 0
    20, 9988.551, -459.575, 0
    21, 15233.664, 6314.467, 0
    22, 15405.374, 11111.394, 0
    23, 15482.997, 13279.853, 0
    24, 15062.451, 1517.521, 0
    25, 14984.82, -651.222, 0
    26, 19982.005, -817.295, 0
    27, 20048.572, 1351.899, 0
    28, 20195.308, 6149.656, 0
    29, 20342.543, 10947.396, 0
    30, 20409.098, 13116.14, 0
    31, 24979.97, -957.91, 0
    32, 25035.473, 1211.723, 0
    33, 25158.225, 6010.153, 0
    34, 25280.483, 10808.596, 0
    35, 25335.97, 12977.523, 0
    36, 30263.496, 12864.004, 0
    37, 30219.304, 10694.97, 0
    38, 30121.53, 5895.966, 0
    39, 30023.756, 1096.962, 0
    40, 29979.323, -1073.079, 0
    41, 35084.382, 5807.218, 0
    42, 35011.095, 1007.778, 0
    43, 34977.729, -1162.633, 0
    44, 35158.167, 10606.651, 0
    45, 35191.513, 12775.707, 0
    46, 39977.261, -1226.735, 0
    47, 44977.055, -1265.369, 0
    48, 44988.275, 905.708, 0
    49, 39999.555, 944.025, 0
    50, 40048.85, 5743.771, 0
    51, 45012.585, 5705.646, 0
    52, 45038.832, 10505.574, 0
    53, 40097.652, 10543.523, 0
    54, 40119.929, 12712.514, 0
    55, 49976.982, -1278.413, 0
    56, 49976.97, 892.952, 0
    57, 54966.468, 905.639, 0
    58, 54942.356, 5693.394, 0
    59, 49976.945, 5692.978, 0
    60, 49977.759, 10492.955, 0
    61, 54917.627, 10505.514, 0
    62, 54906.213, 12673.813, 0
    63, 59977.205, -1228.09, 0
    64, 59955.185, 943.769, 0
    65, 64943.64, 1007.452, 0
    66, 64870.489, 5806.894, 0
    67, 59906.027, 5743.517, 0
    68, 59857.366, 10543.27, 0
    69, 64796.846, 10606.329, 0
    70, 64763.316, 12773.745, 0
    71, 59836.206, 12711.179, 0
    72, 69976.137, -1075.65, 0
    73, 69931.866, 1096.573, 0
    74, 74919.245, 1211.138, 0
    75, 74796.629, 6009.571, 0
    76, 69834.059, 5895.576, 0
    77, 69736.252, 10694.579, 0
    78, 74674.512, 10808.018, 0
    79, 74620.2, 12974.246, 0
    80, 69691.648, 12858.775, 0
    81, 79972.514, -821.242, 0
    82, 84969.719, -655.787, 0
    83, 84892.238, 1516.773, 0
    84, 79906.132, 1351.243, 0
    85, 79760.134, 6149.022, 0
    86, 84721.106, 6301.37, 0
    87, 84549.593, 11110.656, 0
    88, 79612.439, 10946.749, 0
    89, 79545.777, 13112.216, 0
    90, 84471.898, 13275.315, 0
    91, 89966.017, -464.879, 0
    92, 89877.432, 1707.753, 0
    93, 94861.085, 1924.224, 0
    94, 94641.07, 6719.178, 0
    95, 89681.389, 6503.748, 0
    96, 89485.843, 11299.763, 0
    97, 94420.563, 11514.111, 0
    98, 94321.325, 13676.901, 0
    99, 89398.437, 13463.559, 0
   100, 99455.747, -31.743, 0
   101, 99955.599, -6.507, 0
   102, 99844.524, 2166.06, 0
   103, 99346.057, 2140.881, 0
   104, 99103.53, 6934.749, 0
   105, 99599.439, 6959.799, 0
   106, 99354.353, 11753.538, 0
   107, 98861.501, 11728.643, 0
   108, 98752.503, 13890.504, 0
   109, 54977.405, -1265.984, 0
   110, 64976.745, -1164.605, 0
   111, 74975.611, -961.213, 0
   112, 94960.777, -248.424, 0
   113, 45050.131, 12649.323, 0
   114, 99243.83, 13915.31, 0
   115, 1093.387, 11729.65, -1500
   116, 850.724, 6935.788, -1500
   117, 608.559, 2141.901, -1500
   118, 99346.057, 2140.881, -1500
   119, 99103.53, 6934.749, -1500
   120, 98861.501, 11728.643, -1500
   121, 30219.304, 10694.97, -1500
   122, 30121.53, 5895.966, -1500
   123, 30023.756, 1096.962, -1500
   124, 69931.866, 1096.573, -1500
   125, 69834.059, 5895.576, -1500
   126, 69736.252, 10694.579, -1500
   127, 49977.41, 12661.57, 0
*ELEMENT    : Elements
;  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  ANGLE,  iSUB,  EXVAL,
iOPT(EXVAL2) : Frame  Element
;  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  ANGLE,  iSUB,  EXVAL,
EXVAL2, bLMT : Comp/Tens Truss
;  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  iN3,  iN4,  iSUB,  iWID ,
LCAXIS    : Planar Element
;  iEL,  TYPE,  iMAT,  iPRO,  iN1,  iN2,  iN3,  iN4,  iN5,  iN6,  iN7,
iN8     : Solid  Element
     1, BEAM  ,     1,     1,     3,     4,     0,     0
     2, BEAM  ,     1,     1,     4,    14,     0,     0
     3, BEAM  ,     1,     1,    14,    16,     0,     0
     4, BEAM  ,     1,     1,    16,    22,     0,     0
     5, BEAM  ,     1,     1,     5,     6,     0,     0
     6, BEAM  ,     1,     1,     6,    13,     0,     0
     7, BEAM  ,     1,     1,    13,    18,     0,     0
     8, BEAM  ,     1,     1,    18,    21,     0,     0
     9, BEAM  ,     1,     1,     7,     8,     0,     0
    10, BEAM  ,     1,     1,     8,    11,     0,     0
    11, BEAM  ,     1,     1,    11,    19,     0,     0
    12, BEAM  ,     1,     1,    19,    24,     0,     0
    13, BEAM  ,     1,     3,    22,    29,     0,     0
    14, BEAM  ,     1,     3,    21,    28,     0,     0
    15, BEAM  ,     1,     3,    24,    27,     0,     0
    16, BEAM  ,     1,     4,    29,    34,     0,     0
    17, BEAM  ,     1,     4,    28,    33,     0,     0
    18, BEAM  ,     1,     4,    27,    32,     0,     0
    19, BEAM  ,     1,     5,    34,    37,     0,     0
    20, BEAM  ,     1,     5,    33,    38,     0,     0
    21, BEAM  ,     1,     5,    32,    39,     0,     0
    22, BEAM  ,     1,     6,    37,    44,     0,     0
    23, BEAM  ,     1,     6,    38,    41,     0,     0
    24, BEAM  ,     1,     6,    39,    42,     0,     0
    25, BEAM  ,     1,     7,    44,    53,     0,     0
    26, BEAM  ,     1,     7,    41,    50,     0,     0
    27, BEAM  ,     1,     7,    42,    49,     0,     0
    28, BEAM  ,     1,     8,    53,    52,     0,     0
    29, BEAM  ,     1,     8,    50,    51,     0,     0
    30, BEAM  ,     1,     8,    49,    48,     0,     0
    31, BEAM  ,     1,     1,    52,    60,     0,     0
    32, BEAM  ,     1,     1,    60,    61,     0,     0
    33, BEAM  ,     1,     1,    51,    59,     0,     0
    34, BEAM  ,     1,     1,    59,    58,     0,     0
```

```
   35, BEAM    ,    1,    1,   48,   56,    0,    0
   36, BEAM    ,    1,    1,   56,   57,    0,    0
   37, BEAM    ,    1,    3,   61,   68,    0,    0
   38, BEAM    ,    1,    3,   58,   67,    0,    0
   39, BEAM    ,    1,    3,   57,   64,    0,    0
   40, BEAM    ,    1,    4,   68,   69,    0,    0
   41, BEAM    ,    1,    4,   67,   66,    0,    0
   42, BEAM    ,    1,    4,   64,   65,    0,    0
   43, BEAM    ,    1,    5,   69,   77,    0,    0
   44, BEAM    ,    1,    5,   66,   76,    0,    0
   45, BEAM    ,    1,    5,   65,   73,    0,    0
   46, BEAM    ,    1,    6,   77,   78,    0,    0
   47, BEAM    ,    1,    6,   76,   75,    0,    0
   48, BEAM    ,    1,    6,   73,   74,    0,    0
   49, BEAM    ,    1,    7,   78,   88,    0,    0
   50, BEAM    ,    1,    7,   75,   85,    0,    0
   51, BEAM    ,    1,    7,   74,   84,    0,    0
   52, BEAM    ,    1,    8,   88,   87,    0,    0
   53, BEAM    ,    1,    8,   85,   86,    0,    0
   54, BEAM    ,    1,    8,   84,   83,    0,    0
   55, BEAM    ,    1,    1,   87,   96,    0,    0
   56, BEAM    ,    1,    1,   96,   97,    0,    0
   57, BEAM    ,    1,    1,   97,  107,    0,    0
   58, BEAM    ,    1,    1,  107,  106,    0,    0
   59, BEAM    ,    1,    1,   86,   95,    0,    0
   60, BEAM    ,    1,    1,   95,   94,    0,    0
   61, BEAM    ,    1,    1,   94,  104,    0,    0
   62, BEAM    ,    1,    1,  104,  105,    0,    0
   63, BEAM    ,    1,    1,   83,   92,    0,    0
   64, BEAM    ,    1,    1,   92,   93,    0,    0
   65, BEAM    ,    1,    1,   93,  103,    0,    0
   66, BEAM    ,    1,    1,  103,  102,    0,    0
   67, BEAM    ,    2,    9,  107,  104,    0,    0
   68, BEAM    ,    2,    9,  104,  103,    0,    0
   69, BEAM    ,    2,    9,    4,    6,    0,    0
   70, BEAM    ,    2,    9,    6,    8,    0,    0
   71, BEAM    ,    2,   11,   14,   13,    0,    0
   72, BEAM    ,    2,   11,   16,   18,    0,    0
   73, BEAM    ,    2,   11,   22,   21,    0,    0
   74, BEAM    ,    2,   11,   29,   28,    0,    0
   75, BEAM    ,    2,   11,   13,   11,    0,    0
   76, BEAM    ,    2,   11,   18,   19,    0,    0
   77, BEAM    ,    2,   11,   21,   24,    0,    0
   78, BEAM    ,    2,   11,   28,   27,    0,    0
   79, BEAM    ,    2,   12,   34,   33,    0,    0
   80, BEAM    ,    2,   12,   33,   32,    0,    0
   81, BEAM    ,    2,   12,   44,   41,    0,    0
   82, BEAM    ,    2,   12,   41,   42,    0,    0
   83, BEAM    ,    2,   10,   37,   38,    0,    0
   84, BEAM    ,    2,   10,   38,   39,    0,    0
   85, BEAM    ,    2,   11,   53,   50,    0,    0
   86, BEAM    ,    2,   11,   52,   51,    0,    0
   87, BEAM    ,    2,   11,   60,   59,    0,    0
   88, BEAM    ,    2,   11,   61,   58,    0,    0
   89, BEAM    ,    2,   11,   68,   67,    0,    0
   90, BEAM    ,    2,   11,   50,   49,    0,    0
   91, BEAM    ,    2,   11,   51,   48,    0,    0
   92, BEAM    ,    2,   11,   59,   56,    0,    0
   93, BEAM    ,    2,   11,   58,   57,    0,    0
   94, BEAM    ,    2,   11,   67,   64,    0,    0
   95, BEAM    ,    2,   12,   69,   66,    0,    0
   96, BEAM    ,    2,   12,   66,   65,    0,    0
   97, BEAM    ,    2,   12,   78,   75,    0,    0
   98, BEAM    ,    2,   12,   75,   74,    0,    0
   99, BEAM    ,    2,   10,   77,   76,    0,    0
  100, BEAM    ,    2,   10,   76,   73,    0,    0
  101, BEAM    ,    2,   11,   88,   85,    0,    0
  102, BEAM    ,    2,   11,   87,   86,    0,    0
  103, BEAM    ,    2,   11,   96,   95,    0,    0
  104, BEAM    ,    2,   11,   97,   94,    0,    0
  105, BEAM    ,    2,   11,   85,   84,    0,    0
  106, BEAM    ,    2,   11,   86,   83,    0,    0
  107, BEAM    ,    2,   11,   95,   92,    0,    0
  108, BEAM    ,    2,   11,   94,   93,    0,    0
  109, PLATE   ,    3,    1,    1,    2,    4,    3,
2,    0
  110, PLATE   ,    3,    1,    3,    5,    6,    4,
2,    0
  111, PLATE   ,    3,    1,    5,    7,    8,    6,
2,    0
  112, PLATE   ,    3,    1,    7,    9,   10,    8,
2,    0
  113, PLATE   ,    3,    1,    2,   15,   14,    4,
2,    0
  114, PLATE   ,    3,    1,    4,   14,   13,    6,
2,    0
  115, PLATE   ,    3,    1,    6,   13,   11,    8,
2,    0
  116, PLATE   ,    3,    1,    8,   11,   12,   10,
2,    0
  117, PLATE   ,    3,    1,   15,   17,   16,   14,
2,    0
  118, PLATE   ,    3,    1,   14,   13,   18,   16,
2,    0
  119, PLATE   ,    3,    1,   13,   18,   19,   11,
2,    0
  120, PLATE   ,    3,    1,   11,   19,   20,   12,
2,    0
  121, PLATE   ,    3,    1,   17,   23,   22,   16,
2,    0
  122, PLATE   ,    3,    1,   16,   22,   21,   18,
2,    0
  123, PLATE   ,    3,    1,   18,   19,   24,   21,
2,    0
  124, PLATE   ,    3,    1,   19,   24,   25,   20,
2,    0
  125, PLATE   ,    3,    1,   23,   30,   29,   22,
2,    0
  126, PLATE   ,    3,    1,   22,   29,   28,   21,
2,    0
  127, PLATE   ,    3,    1,   21,   28,   27,   24,
2,    0
  128, PLATE   ,    3,    1,   24,   27,   26,   25,
2,    0
  129, PLATE   ,    3,    1,   30,   35,   34,   29,
2,    0
  130, PLATE   ,    3,    1,   29,   34,   33,   28,
2,    0
  131, PLATE   ,    3,    1,   28,   33,   32,   27,
2,    0
  132, PLATE   ,    3,    1,   27,   32,   31,   26,
2,    0
  133, PLATE   ,    3,    1,   35,   36,   37,   34,
2,    0
  134, PLATE   ,    3,    1,   34,   37,   38,   33,
2,    0
  135, PLATE   ,    3,    1,   33,   38,   39,   32,
2,    0
  136, PLATE   ,    3,    1,   32,   39,   40,   31,
2,    0
  137, PLATE   ,    3,    1,   36,   45,   44,   37,
2,    0
  138, PLATE   ,    3,    1,   37,   44,   41,   38,
2,    0
  139, PLATE   ,    3,    1,   38,   41,   42,   39,
2,    0
  140, PLATE   ,    3,    1,   39,   42,   43,   40,
2,    0
  141, PLATE   ,    3,    1,   45,   54,   53,   44,
2,    0
  142, PLATE   ,    3,    1,   44,   53,   50,   41,
2,    0
  143, PLATE   ,    3,    1,   41,   50,   49,   42,
2,    0
  144, PLATE   ,    3,    1,   42,   49,   46,   43,
2,    0
  145, PLATE   ,    3,    1,   54,  113,   52,   53,
2,    0
  146, PLATE   ,    3,    1,   53,   52,   51,   50,
2,    0
  147, PLATE   ,    3,    1,   50,   51,   48,   49,
2,    0
  148, PLATE   ,    3,    1,   49,   48,   47,   46,
2,    0
  149, PLATE   ,    3,    1,  113,  127,   60,   52,
2,    0
  150, PLATE   ,    3,    1,   52,   60,   59,   51,
2,    0
  151, PLATE   ,    3,    1,   51,   59,   56,   48,
2,    0
  152, PLATE   ,    3,    1,   48,   56,   55,   47,
2,    0
  153, PLATE   ,    3,    1,  127,   62,   61,   60,
2,    0
  154, PLATE   ,    3,    1,   60,   61,   58,   59,
2,    0
  155, PLATE   ,    3,    1,   59,   58,   57,   56,
2,    0
  156, PLATE   ,    3,    1,   56,   57,  109,   55,
2,    0
  157, PLATE   ,    3,    1,   62,   71,   68,   61,
2,    0
  158, PLATE   ,    3,    1,   61,   68,   67,   58,
2,    0
  159, PLATE   ,    3,    1,   58,   67,   64,   57,
2,    0
  160, PLATE   ,    3,    1,   57,   64,   63,  109,
2,    0
  161, PLATE   ,    3,    1,   71,   70,   69,   68,
2,    0
  162, PLATE   ,    3,    1,   68,   69,   66,   67,
2,    0
  163, PLATE   ,    3,    1,   67,   66,   65,   64,
2,    0
  164, PLATE   ,    3,    1,   64,   65,  110,   63,
2,    0
  165, PLATE   ,    3,    1,   70,   80,   77,   69,
2,    0
  166, PLATE   ,    3,    1,   69,   77,   76,   66,
2,    0
```

```
   167, PLATE ,     3,       1,      66,      76,      73,      65,
2,      0
   168, PLATE ,     3,       1,      65,      73,      72,     110,
2,      0
   169, PLATE ,     3,       1,      80,      79,      78,      77,
2,      0
   170, PLATE ,     3,       1,      77,      78,      75,      76,
2,      0
   171, PLATE ,     3,       1,      76,      75,      74,      73,
2,      0
   172, PLATE ,     3,       1,      73,      74,     111,      72,
2,      0
   173, PLATE ,     3,       1,      79,      89,      88,      78,
2,      0
   174, PLATE ,     3,       1,      78,      75,      85,      88,
2,      0
   175, PLATE ,     3,       1,      75,      85,      84,      74,
2,      0
   176, PLATE ,     3,       1,      74,     111,      81,      84,
2,      0
   177, PLATE ,     3,       1,      89,      90,      87,      88,
2,      0
   178, PLATE ,     3,       1,      88,      87,      86,      85,
2,      0
   179, PLATE ,     3,       1,      85,      86,      83,      84,
2,      0
   180, PLATE ,     3,       1,      84,      83,      82,      81,
2,      0
   181, PLATE ,     3,       1,      90,      99,      96,      87,
2,      0
   182, PLATE ,     3,       1,      87,      86,      95,      96,
2,      0
   183, PLATE ,     3,       1,      86,      95,      92,      83,
2,      0
   184, PLATE ,     3,       1,      83,      92,      91,      82,
2,      0
   185, PLATE ,     3,       1,      99,      98,      97,      96,
2,      0
   186, PLATE ,     3,       1,      96,      97,      94,      95,
2,      0
   187, PLATE ,     3,       1,      95,      94,      93,      92,
2,      0
   188, PLATE ,     3,       1,      92,      93,     112,      91,
2,      0
   189, PLATE ,     3,       1,      98,     108,     107,      97,
2,      0
   190, PLATE ,     3,       1,      97,      94,     104,     107,
2,      0
   191, PLATE ,     3,       1,      94,     104,     103,      93,
2,      0
   192, PLATE ,     3,       1,      93,     103,     100,     112,
2,      0
   193, PLATE ,     3,       1,     108,     114,     106,     107,
2,      0
   194, PLATE ,     3,       1,     107,     106,     105,     104,
2,      0
   195, PLATE ,     3,       1,     104,     105,     102,     103,
2,      0
   196, PLATE ,     3,       1,     103,     102,     101,     100,
2,      0
*GROUP    ; Group
; NAME, NODE_LIST, ELEM_LIST, PLANE_TYPE
    0           ,  ,  , 0
*MATERIAL    ; Material
; iMAT, TYPE, MNAME, SPHEAT, HEATCO, PLAST, TUNIT, bMASS,
DAMPRATIO, [DATA1]          : STEEL, CONC, USER
; iMAT, TYPE, MNAME, SPHEAT, HEATCO, PLAST, TUNIT, bMASS,
DAMPRATIO, [DATA2], [DATA2]  : SRC
; [DATA1] : 1, DB, NAME, CODE, USEELAST, ELAST
; [DATA1] : 2, ELAST, POISN, THERMAL, DEN, MASS
; [DATA1] : 3, Ex, Ey, Ez, Tx, Ty, Tz, Sxy, Sxz, Syz, Pxy,
Pxz, Pyz, DEN, MASS          : Orthotropic
; [DATA2] : 1, DB, NAME, CODE, USEELAST, ELAST or 2, ELAST,
POISN, THERMAL, DEN, MASS
    1, STEEL, 주부재(SM490B)      , 0, 0, , C, NO, 0.02, 1,
KSCE-LSD15(S),          , SM490          , NO, 205
    2, STEEL, 부부재(SM400B)      , 0, 0, , C, NO, 0.02, 1,
KSCE-LSD15(S),          , SM400          , NO, 205
    3, CONC , C27                 , 0, 0, , C, NO, 0.05, 1,
KSCE-LSD15(RC),          , C27            , NO, 26.681
*MATL-COLOR
; iMAT, W_R, W_G, W_B, HF_R, HF_G, HF_B, HE_R, HE_G, HE_B,
bBLEND, FACT
    1, 255,   0,   0,     0, 255,   0,     0,   0, 255,  NO,
0.5
    2, 255,   0,   0,     0, 255,   0,     0,   0, 255,  NO,
0.5
    3, 255,   0,   0,     0, 255,   0,     0,   0, 255,  NO,
0.5
*SECTION    ; Section
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, [DATA1],
[DATA2]                     ; 1st line - DB/USER
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, BLT, D1, ....
D8, iCEL                ; 1st line - VALUE
;                       AREA,   ASy,   ASz,   Ixx,   Iyy,   Izz
                        ; 2nd line
;       CyP, CyM, CzP, CzM, QyB, QzB, PERI_OUT, PERI_IN, Cy,
Cz                      ; 3rd line
;             Y1,  Y2,  Y3,  Y4,  Z1,  Z2,  Z3,  Z4,  Zyy,  Zzz
                        ; 4th line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, ELAST, DEN,
POIS, POIC, SF, THERMAL ; 1st line - SRC
;                                              D1,     D2,     [SRC]
                        ; 2nd line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 1, DB, NAME1,
NAME2, D1, D2           ; 1st line - COMBINED
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 2, D11, D12,
D13, D14, D15, D21, D22, D23, D24
;  iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET2], bSD, bWE, SHAPE, iyVAR,
izVAR, STYPE                ; 1st line - TAPERED
;                                              DB,     NAME1,     NAME2
                        ; 2nd line(STYPE=DB)
;                                                      [DIM1],     [DIM2]
                        ; 2nd line(STYPE=USER)
;               D11,  D12,  D13,  D14,  D15,  D16,  D17,  D18
                        ; 2nd line(STYPE=VALUE)
;                   AREA1,  ASy1,  ASz1,  Ixx1,  Iyy1,  Izz1
                        ; 3rd line(STYPE=VALUE)
;           CyP1, CyM1, CzP1, CzM1, QyB1, QzB1, PERI_OUT1,
PERI_IN1, Cy1, Cz1          ; 4th line(STYPE=VALUE)
;         Y11, Y12, Y13, Y14, Z11, Z12, Z13, Z14, Zyy1, Zyy2
                        ; 5th line(STYPE=VALUE)
;               D21,  D22,  D23,  D24,  D25,  D26,  D27,  D28
                        ; 6th line(STYPE=VALUE)
;                   AREA2,  ASy2,  ASz2,  Ixx2,  Iyy2,  Izz2
                        ; 7th line(STYPE=VALUE)
;           CyP2, CyM2, CzP2, CzM2, QyB2, QzB2, PERI_OUT2,
PERI_IN2, Cy2, Cz2          ; 8th line(STYPE=VALUE)
;         Y21, Y22, Y23, Y24, Z21, Z22, Z23, Z24, Zyy2, Zzz2
                        ; 9th line(STYPE=VALUE)
;                                              OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                    ; 2nd line(STYPE=PSC)
;                       ELAST,   DEN,   POIS,   POIC,   THERMAL
                    ; 2nd line(STYPE=PSC-CMPW)
;           bSHEARCHK, [SCHK-I], [SCHK-J], [WT-I], [WT-J], WI,
WJ, bSYM, bSIDEHOLE ; 3rd line(STYPE=PSC)
;           bSHEARCHK, bSYM, bHUNCH, [CMPWEB-I], [CMPWEB-J]
                    ; 3rd line(STYPE=PSC-CMPW)
;         bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF-I],
[STIFF-J]          ; 4th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-A]-i
                    ; 5th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-B]-i
                    ; 6th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-C]-i
                    ; 7th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-D]-i
                    ; 8th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-A]-j
                    ; 9th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-B]-j
                    ; 10th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-C]-j
                    ; 11th line(STYPE=PSC)
;                                                      [SIZE-D]-j
                    ; 12th line(STYPE=PSC)
;           GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMULTI,
EsEc-L, EsEc-S          ; 2nd line(STYPE=CMP-B/I)
;           SW_i, Hw_i, tw_i, B_i, Bf1_i, tf1_i, B2_i, Bf2_i,
tf2_i                   ; 3rd line(STYPE=CMP-B/I)
;           SW_j, Hw_j, tw_j, B_j, Bf1_j, tf1_j, B2_j, Bf2_j,
tf2_j                   ; 4th line(STYPE=CMP-B/I)
;                                 N1,    N2,    Hr,    Hr2,    tr1,    tr2
                    ; 5th line(STYPE=CMP-B)
;         GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb, bSYM,
SW_i, SW_j          ; 2nd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                              OPT1,     OPT2,     [JOINT]
                    ; 3rd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-A]-i
                    ; 4th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-B]-i
                    ; 5th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-C]-i
                    ; 6th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-D]-i
                    ; 7th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-A]-j
                    ; 8th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-B]-j
                    ; 9th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-C]-j
                    ; 10th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                      [SIZE-D]-j
                    ; 11th line(STYPE=CMP-CI/CT)
; iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET],  bSD,  bWE,  STYPE1,  STYPE2
                    ; 1st line - CONSTRUCT
;           SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                    ; Before (STYPE1)
;           SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                    ; After  (STYPE2)
```

```
;' iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                  : 1st line - COMPOSITE-SB
;                  Hw,   tw,   B,   Bf1,   tf1,   B2,   Bf2,   tf2
                  : 2nd line
;                        N1,   N2,   Hr,   Hr2,   tr1,   tr2
                  : 3rd line
;       SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti,
Elong, Esh         : 4th line
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                  : 1st line - COMPOSITE-SI
;                        Hw,   tw,   B,   tf1,   B2,   tf2
                  : 2nd line
;       SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti,
Elong, Esh         : 3rd line
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                  : 1st line - COMPOSITE-CI/CT
;                                 OPT1,   OPT2,   [JOINT]
                  : 2nd line
;                                                   [SIZE-A]
                  : 3rd line
;                                                   [SIZE-B]
                  : 4th line
;                                                   [SIZE-C]
                  : 5th line
;                                                   [SIZE-D]
                  : 6th line
;         SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb
                  : 7th line
;   iSEC,   TYPE,   SNAME,   [OFFSET],   bSD,   bWE,   SHAPE
                  : 1st line - PSC
;                                 OPT1,   OPT2,   [JOINT]
                  : 2nd line
;          bSHEARCHK, [SCHK], [WT], WIDTH, bSYM, bSIDEHOLE
                  : 3rd line
;         bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF]
                  : 4th line
;               bWE, [WARPING POINT]-i, [WARPING POINT]-j
                  : 5th line
;                                                   [SIZE-A]
                  : 6th line
;                                                   [SIZE-B]
                  : 7th line
;                                                   [SIZE-C]
                  : 8th line
;                                                   [SIZE-D]
                  : 9th line
; [DATA1] : 1, DB, NAME or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8,
D9, D10
; [DATA2] : CCSHAPE or iCEL or iN1, iN2
; [SRC]   : 1, DB, NAME1, NAME2 or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6,
D7, D8, D9, D10, iN1, iN2
; [DIM1], [DIM2] : D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8
; [OFFSET] : OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSER, iVERT, VUSER
; [OFFSET2]: OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSERI, HUSERJ,
iVERT, VUSERI, VUSERJ
; [JOINT]  :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM),  8(PSCH),
9(PSCT),  2(PSCB), 0(nCELL),  2(nCEL2)
; [SIZE-A] :  6(1CELL, 2CELL), 10(3CELL), 10(PSCM),  6(PSCH),
8(PSCT), 10(PSCB), 5(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-B] :  6(1CELL, 2CELL), 12(3CELL),  6(PSCM),  6(PSCH),
8(PSCT),  6(PSCB), 8(nCELL), 18(nCEL2)
; [SIZE-C] : 10(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM), 10(PSCH),
7(PSCT),  8(PSCB), 0(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-D] :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  6(PSCM),  7(PSCH),
8(PSCT),  5(PSCB), 0(nCELL), 18(nCEL2)
; [STIFF]  : AREA, ASy, ASz, Ixx, Iyy, Izz
; [SCHK]   : bAUTO_Z1, Z1, bAUTO_Z3, Z3
; [WT]     : bAUTO_TOR, TOR, bAUTO_SHR1, SHR1, bAUTO_SHR2,
SHR2, bAUTO_SHR3, SHR3
; [CMPWEB] : EFD, LRF, A, B, H, T
;  [WARPING POINT]  :  nWarpingCheck,  X1,X2,X3,X4,X5,X6,
Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6
    1, COMPOSITE , STB(2.1X1.5) 12-12, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, B
       1500, 12, 2100, 120, 12, 2100, 120, 12
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 중리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 중리
브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES,
400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3,
0.18, 1.2, NO, ,
    2, COMPOSITE , STB(2.1X2.0) 16~20, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, B
       2000, 12, 2100, 120, 14, 2100, 120, 18
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 중리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 중리
브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES,
400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3,
0.18, 1.2, NO, ,
    3, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1500, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    4, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    5, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
2000, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    6, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
2000, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    7, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    8, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1500, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    9, DBUSER    , 가로보(C1, 21)' , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, H  , 2, 1400, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   10, DBUSER    , "가로보(C7, 15)" , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, H  , 2, 2000, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   11, DBUSER    , "가로보(C2~5, 9~13, 17~20)', CT, 0, 0, 0,
0, 0, 0, YES, NO, H  , 2, 900, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0,
0
   12, DBUSER    , '가로보(C6, 8, 14, 16)", CT, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, H  , 2, 1047, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
*SECT-COLOR
; iSEC, W_R, W_G, W_B, HF_R, HF_G, HF_B, HE_R, HE_G, HE_B,
bBLEND, FACT
    1, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    2, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    3, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    4, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    5, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    6, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    7, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    8, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
    9, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
   10, 255,   0,   0,   0, 255,   0,   0,   0, 255,  NO,
0.5
```

```
   11, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
   12, 255,   0,   0,    0, 255,   0,    0,   0, 255,  NO,
0.5
*COMP-GEN-SECT-PSC-DESIGN       : Composite Section for PSC
Design
; SECT, bCompPSC, (Z1, Z2, Z3, t1, t2, t3, TotT)-I, (Z1, Z2,
Z3, t1, t2, t3, TotT)-J
     1, NO,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
     2, NO,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
*DGN-SECT
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, [DATA1],
[DATA2]                    ; 1st line - DB/USER
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, BLT, D1, ...,
D8, iCEL                   ; 1st line - VALUE
;                          AREA,  ASy,  ASz,  Ixx,  Iyy,  Izz
                           ; 2nd line
;        CyP, CyM, CzP, CzM, QyB, QzB, PERI_OUT, PERi_IN, Cy,
Cz                         ; 3rd line
;              Y1,  Y2,  Y3,  Y4,  Z1,  Z2,  Z3,  Z4,  Zyy,  Zzz
                           ; 4th line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, ELAST, DEN,
POIS, POIC, SF, THERMAL : 1st line - SRC
;                                          D1,      D2,      [SRC]
                           ; 2nd line
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 1, DB, NAME1,
NAME2, D1, D2              : 1st line - COMBINED
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET], bSD, bWE, SHAPE, 2, D11, D12,
D13, D14, D15, D21, D22, D23, D24
; iSEC, TYPE, SNAME, [OFFSET2], bSD, bWE, SHAPE, iyVAR,
izVAR, STYPE                   : 1st line - TAPERED
;                                          DB,      NAME1,      NAME2
                           ; 2nd line(STYPE=DB)
;                                                   [DIM1],      [DIM2]
                           ; 2nd line(STYPE=USER)
;                 D11,  D12,  D13,  D14,  D15,  D16,  D17,  D18
                           ; 2nd line(STYPE=VALUE)
;                    AREA1,  ASy1,  ASz1,  Ixx1,  Iyy1,  Izz1
                           ; 3rd line(STYPE=VALUE)
;              CyP1, CyM1, CzP1, CzM1, QyB1, QzB1, PERI_OUT1,
PERi_IN1, Cy1, Cz1             : 4th line(STYPE=VALUE)
;            Y11, Y12, Y13, Y14, Z11, Z12, Z13, Z14, Zyy1, Zyy2
                           ; 5th line(STYPE=VALUE)
;                 D21,  D22,  D23,  D24,  D25,  D26,  D27,  D28
                           ; 6th line(STYPE=VALUE)
;                    AREA2,  ASy2,  ASz2,  Ixx2,  Iyy2,  Izz2
                           ; 7th line(STYPE=VALUE)
;              CyP2, CyM2, CzP2, CzM2, QyB2, QzB2, PERI_OUT2,
PERi_IN2, Cy2, Cz2             : 8th line(STYPE=VALUE)
;            Y21, Y22, Y23, Y24, Z21, Z22, Z23, Z24, Zyy2, Zzz2
                           ; 9th line(STYPE=VALUE)
;                                    OPT1,    OPT2,    [JOINT]
                     ; 2nd line(STYPE=PSC)
;                          ELAST,   DEN,   POIS,   POIC,   THERMAL
                     ; 2nd line(STYPE=PSC-CMPW)
;           bSHEARCHK, [SCHK-I], [SCHK-J], [WT-I], [WT-J], WI,
WJ, bSYM, bSIDEHOLE : 3rd line(STYPE=PSC)
;             bSHEARCHK, bSYM, bHUNCH, [CMPWEB-I], [CMPWEB-J]
                     ; 3rd line(STYPE=PSC-CMPW)
;          bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF-I],
[STIFF-J]          ; 4th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-A]-i
                     ; 5th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-B]-i
                     ; 6th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-C]-i
                     ; 7th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-D]-i
                     ; 8th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-A]-j
                     ; 9th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-B]-j
                     ; 10th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-C]-j
                     ; 11th line(STYPE=PSC)
;                                                        [SIZE-D]-j
                     ; 12th line(STYPE=PSC)
;            GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMULTI,
EsEc-L, EsEc-S           ; 2nd line(STYPE=CMP-B/I)
;           SW_i, Hw_i, tw_i, B_i, Bf1_i, tf1_i, B2_i, Bf2_i,
tf2_i                    ; 3rd line(STYPE=CMP-B/I)
;           SW_j, Hw_j, tw_j, B_j, Bf1_j, tf1_j, B2_j, Bf2_j,
tf2_j                    ; 4th line(STYPE=CMP-B/I)
;                            N1,    N2,    Hr,    Hr2,    tr1,    tr2
                     ; 5th line(STYPE=CMP-B)
;          GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb, bSYM,
SW_i, SW_j           ; 2nd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                    OPT1,    OPT2,    [JOINT]
                     ; 3rd line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-A]-i
                     ; 4th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-B]-i
                     ; 5th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-C]-i
                     ; 6th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-D]-i
                     ; 7th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-A]-j
                     ; 8th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-B]-j
                     ; 9th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-C]-j
                     ; 10th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;                                                        [SIZE-D]-j
                     ; 11th line(STYPE=CMP-CI/CT)
;  iSEC,  TYPE,  SNAME,  [OFFSET],  bSD,  bWE,  STYPE1,  STYPE2
                     ; 1st line - CONSTRUCT
;          SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                     ; Before (STYPE1)
;          SHAPE, ...(same with other type data from shape)
                     ; After  (STYPE2)
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                     ; 1st line - COMPOSITE-SB
;                     Hw,   tw,   B,   Bf1,   tf1,   B2,   Bf2,   tf2
                     ; 2nd line
;                            N1,    N2,    Hr,    Hr2,    tr1,    tr2
                     ; 3rd line
;        SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti,
Elong, Esh           ; 4th line
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                     ; 1st line - COMPOSITE-SI
;                              Hw,    tw,    B,    tf1,    B2,    tf2
                     ; 2nd line
;        SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EsEc, DsDc, Ps, Pc, bMulti,
Elong, Esh           ; 3rd line
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                     ; 1st line - COMPOSITE-CI/CT
;                                    OPT1,    OPT2,    [JOINT]
                     ; 2nd line
;                                                        [SIZE-A]
                     ; 3rd line
;                                                        [SIZE-B]
                     ; 4th line
;                                                        [SIZE-C]
                     ; 5th line
;                                                        [SIZE-D]
                     ; 6th line
;          SW, GN, CTC, Bc, Tc, Hh, EgdEsb, DgdDsb, Pgd, Psb
                     ; 7th line
;    iSEC,    TYPE,    SNAME,    [OFFSET],    bSD,    bWE,    SHAPE
                     ; 1st line - PSC
;                                    OPT1,    OPT2,    [JOINT]
                     ; 2nd line
;           bSHEARCHK, [SCHK], [WT], WIDTH, bSYM, bSIDEHOLE
                     ; 3rd line
;          bUSERDEFMESHSIZE, MESHSIZE, bUSERINPSTIFF, [STIFF]
                     ; 4th line
;                bWE, [WARPING POINT]-i, [WARPING POINT]-j
                     ; 5th line
;                                                        [SIZE-A]
                     ; 6th line
;                                                        [SIZE-B]
                     ; 7th line
;                                                        [SIZE-C]
                     ; 8th line
;                                                        [SIZE-D]
                     ; 9th line
; [DATA1] : 1, DB, NAME or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8,
D9, D10
; [DATA2] : CCSHAPE or iCEL or iN1, iN2
; [SRC]  : 1, DB, NAME1, NAME2 or 2, D1, D2, D3, D4, D5, D6,
D7, D8, D9, D10, iN1, iN2
; [DIM1], [DIM2] : D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8
; [OFFSET] : OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSER, iVERT, VUSER
; [OFFSET2]: OFFSET, iCENT, iREF, iHORZ, HUSER1, HUSERJ,
iVERT, VUSER1, VUSERJ
; [JOINT]  :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM),  8(PSCH),
9(PSCT),  2(PSCB), 0(nCELL),  2(nCEL2)
; [SIZE-A] :  6(1CELL, 2CELL), 10(3CELL), 10(PSCM),  6(PSCH),
8(PSCT), 10(PSCB), 5(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-B] :  6(1CELL, 2CELL), 12(3CELL),  6(PSCM),  6(PSCH),
8(PSCT),  6(PSCB), 8(nCELL), 18(nCEL2)
; [SIZE-C] : 10(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  9(PSCM), 10(PSCH),
7(PSCT),  8(PSCB), 0(nCELL), 11(nCEL2)
; [SIZE-D] :  8(1CELL, 2CELL), 13(3CELL),  6(PSCM),  7(PSCH),
8(PSCT),  5(PSCB), 0(nCELL), 18(nCEL2)
; [STIFF]  : AREA, ASy, ASz, Ixx, Iyy, Izz
; [SCHK]   : bAUTO_Z1, Z1, bAUTO_Z3, Z3
; [WT]     : bAUTO_TOR, TOR, bAUTO_SHR1, SHR1, bAUTO_SHR2,
SHR2, bAUTO_SHR3, SHR3
; [CMPWEB] : EFD, LRF, A, B, H, T
;  [WARPING  POINT]  :  nWarpingCheck,  X1,X2,X3,X4,X5,X6,
Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6
    1, COMPOSITE , STB(2.1X1.5) 12-12, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, B
       1500, 12, 2100, 120, 12, 2100, 120, 12
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 중리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 좔리
브(측면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
```

```
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES,
400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3,
0.18, 1.2, NO, ,
    2, COMPOSITE , STB(2.1X2.0) 16-20, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, 6
       2000, 12, 2100, 120, 14, 2100, 120, 18
       2, 0, 1, 1, 2, 5
       2, 종리브(상하면), 0, 150, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 종리
브(흑면), 0, 160, 16, 0, 0, 0, 0, 0, 0
       1, 500, 1, YES
       1, 500, 1, YES
       2, 800, 0, YES, 800, 0, YES
       5, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES, 400, 0, YES,
400, 0, YES
       2100, 1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3,
0.18, 1.2, NO, ,
    3, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1500, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    4, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    5, TAPERED   , 변단면(중앙-지점)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
2000, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    6, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-1, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
2000, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       0
       0
    7, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-2, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1800, 14, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    8, TAPERED   , 변단면(지점-중앙)-3, CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, CSGB, 1, 1, GB
       1, 2100,   2100, 1, 0,   7.68337, 3.13991, 0.3, 0.18,
1.2, NO, ,
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1600, 12, 12, 12, 12
       YES, 2100, 120, 0, 0, 120, 2100, 120, 120, 2100, 120,
1500, 12, 12, 12, 12
       0
       0
    9, DBUSER    , "가로보(C1, 21)"  , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, H   , 2, 1400, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   10, DBUSER    , "가로보(C7, 15)"  , CT, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
YES, NO, H   , 2, 2000, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
   11, DBUSER    , "가로보(C2~5, 9~13, 17~20)", CT, 0, 0, 0,
0, 0, 0, YES, NO, H   , 2, 900, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0,
0
   12, DBUSER    , "가로보(C6, 8, 14, 16)", CT, 0, 0, 0, 0,
0, 0, YES, NO, H   , 2, 1047, 300, 12, 12, 300, 12, 0, 0, 0, 0
*THICKNESS    : Thickness
; iTHK, TYPE, bSAME, THIK-IN, THIK-OUT, bOFFSET, OFFTYPE,
VALUE ; TYPE=VALUE
;      iTHK,      TYPE,      SUBTYPE,      RPOS,      WEIGHT
  ; TYPE=STIFFENED, SUBTYPE=VALUE
;                    SHAPE,   THIK-IN,   THIK-OUT,   HU,   HL
  ;      for yz section
;                    SHAPE,   THIK-IN,   THIK-OUT,   HU,   HL
  ;      for xz section
;      iTHK,      TYPE,      SUBTYPE,      RPOS,      PLATETHIK
  ; TYPE=STIFFENED, SUBTYPE=USER
;           bRIB {,  SHAPE,  DIST,  SIZE1,  SIZE2,  ....,  SIZE6}
  ;      for yz section
;           bRIB {,  SHAPE,  DIST,  SIZE2,  SIZE2,  ....,  SIZE6}
  ;      for xz section
;    iTHK,    TYPE,    SUBTYPE,    RPOS,    PLATETHIK,    DBNAME
  ; TYPE=STIFFENED, SUBTYPE=DB
;                    bRIB   {,   SHAPE,   DIST,   SNAME}
  ;      for yz section
;                    bRIB   {,   SHAPE,   DIST,   SNAME}
  ;      for xz section
    1, VALUE, YES, 250.0,  NO, 0, 0
*THIK-COLOR
; iTHK, W_R, W_G, W_B, HF_R, HF_G, HF_B, HE_R, HE_G, HE_B,
bBLEND, FACT
    1, 255,   0,   0,     0, 255,   0,     0,   0, 255,  NO,
0.5
*STLDCASE    ; Static Load Cases
; LCNAME, LCTYPE, DESC
   자중 , D ,
   방호벽, D ,
   중분대, D ,
   LC-1 , USER,
   LC-2 , USER,
   LC-3 , USER,
*CONSTRAINT    ; Supports
; NODE_LIST, CONST(Dx,Dy,Dz,Rx,Ry,Rz), GROUP
   125, 111000,
   124 126, 101000,
   116 119 122, 011000,
   115 117 118 120 121 123, 001000,
*RIGIDLINK    ; Rigid Link
; M-NODE, DOF, S-NODE LIST, GROUP
   115, 111111, 4,
   116, 111111, 6,
   117, 111111, 8,
   118, 111111, 103,
   119, 111111, 104,
   120, 111111, 107,
   121, 111111, 37,
   122, 111111, 38,
   123, 111111, 39,
   124, 111111, 73,
   125, 111111, 76,
   126, 111111, 77,
*USE-STLD, 자중
; *SELFWEIGHT, X, Y, Z, GROUP
*SELFWEIGHT, 0, 0, -1,
; End of data for load case [자중] ~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
*USE-STLD, 방호벽
*PRESSURE    ; Pressure Loads
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU, P1,
P2, P3, P4, GROUP  ; ETYP=PLATE, LTYP=FACE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1,
P2, GROUP          ; ETYP=PLATE, LTYP=EDGE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1, P2,
GROUP              ; ETYP=PLANE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iFACE, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU,
P1, P2, P3, P4, GROUP ; ETYP=SOLID
; [PLATE] : plate, plane stress, [PLANE] : axisymmetric,
plane strain
   112, PRES , PLATE, EDGE, 2, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   116, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   120, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   124, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   128, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   132, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   136, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   140, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   144, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   148, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   152, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   156, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   160, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   164, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   168, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   172, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   176, PRES , PLATE, EDGE, 2, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   180, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   184, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   188, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   192, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
   196, PRES , PLATE, EDGE, 3, GZ, 0, 0, 0, -0.00752, 0, 0,
;    End    of    data    for    load    case    [방호벽]
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
*USE-STLD, 중분대
*PRESSURE    ; Pressure Loads
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU, P1,
P2, P3, P4, GROUP  ; ETYP=PLATE, LTYP=FACE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, LTYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1,
P2, GROUP          ; ETYP=PLATE, LTYP=EDGE
; ELEM_LIST, CMD, ETYP, iEDGE, DIR, VX, VY, VZ, PU, P1, P2,
```

```
GROUP                  : ETYP=PLANE
: ELEM_LIST, CMD, ETYP, iFACE, DIR, VX, VY, VZ, bPROJ, PU,
P1, P2, P3, P4, GROUP : ETYP=SOLID
: [PLATE] : plate, plane stress, [PLANE] : axisymmetric,
plane strain
   109, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   113, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   117, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   121, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   125, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   129, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   133, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   137, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   141, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   145, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   149, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   153, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   157, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   161, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   165, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   169, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   173, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   177, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   181, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   185, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   189, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
   193, PRES , PLATE, EDGE, 1, GZ, 0, 0, 0, -0.00312, 0, 0,
:    End    of    data    for    load    case    [종로대]
-------------------------
*PNLOADTYPE    : Plane Load Type
: NAME=NAME, TYPE(POINT/LINE/AREA), DESC
: CP_X=X1, X2, ...
: CP_Y=Y1, Y2, ...
:           DATA=X1,          Y1,          F1,          M1
        : TYPE=POINT
:       ...
:      Xn, Yn, Fn, Mn
:   DATA=bUNIFORM,   TYPE,   X1,   Y1,   L1,   X2,   Y2,   L2
        : TYPE=LINE
: DATA=bUNIFORM, b3PT, X1, Y1, L1, X2, Y2, L2, X3, Y3, L3,
X4, Y4, L4 : TYPE=AREA
  NAME=LC-1, POINT,
  DATA=88034.1, 12469.2, -36.55, 0
       88034.1, 10419.2, -36.55, 0
       84834.1, 12369.2, -50.45, 0
       84834.1, 10519.2, -50.45, 0
       83534.1, 12369.2, -50.45, 0
       83534.1, 10519.2, -50.45, 0
  NAME=LC-2, POINT,
  DATA=88034.1, 7409.2, -36.55, 0
       88034.1, 5359.2, -36.55, 0
       84834.1, 7309.2, -50.45, 0
       84834.1, 5459.2, -50.45, 0
       83534.1, 7309.2, -50.45, 0
       83534.1, 5459.2, -50.45, 0
  NAME=LC-3, POINT,
  DATA=88304.1, 2339.7, -36.55, 0
       88034.1, 289.7, -36.55, 0
       84834.1, 2239.7, -50.45, 0
       84834.1, 389.7, -50.45, 0
       83534.1, 2239.7, -50.45, 0
       83534.1, 389.7, -50.45, 0
*PLANELOAD     : Plane Loads
:         LCNAME,         LTNAME,         ETYPE,         GROUP
          : 1st line
:    ELEM-SEL,    ELEM-GROUP,    FACE,    DIR,    PROJ,    DESC
          : 2nd line
: QX, QY, QZ, XX, XY, XZ, YX, YY, YZ, TOL, bLAREA, iNODE1,
... , iNODEn  : 3rd line
   LC-1, LC-1, PLATE,
   LPLANE, , 1, GZ, LD,
   0, 0, 0,  99955.6, -6.507, 0,  99243.8, 13915.3, 0,  1, NO
   LC-2, LC-2, PLATE,
   LPLANE, , 1, GZ, LD,
   0, 0, 0,  99955.6, -6.507, 0,  99243.8, 13915.3, 0,  1, NO
   LC-3, LC-3, PLATE,
   LPLANE, , 1, GZ, LD,
   0, 0, 0,  99955.6, -6.507, 0,  99243.8, 13915.3, 0,  1, NO
*SFUNCTION     : Spectrum Function
: FUNC=NAME, iTYPE, iMETHOD, SCALE/MAX, GRAV, DRATIO, DESC,
RMF       : line 1
:                              SPEC_CODE,          [CODE_DATA]
       : line 2
:                PERIOD1,   VALUE1,   PERIOD2,   VALUE2,   ...
       : from line 3
:[CODE_DATA] : NSC, SFI, SC, EQ, TG, DP, MaxEQ


          : CH2001
;[CODE_DATA] : NSC, SFI, SC, EQ, TG, DP, MaxEQ, nLForce
       : CH2010
:[CODE_DATA]    :    SFI,    SC,    EQ,    TG,    DP,    MaxEQ
       : CHSH2003
:[CODE_DATA]    :    DIV,    SC,    SFI,    EQ,    TG,    G
       : GB50111_2006
;[CODE_DATA] : BT, ZM, ST, SI, SC, TG, CI, CS, CD, EPA, SMAX,
PERIOD : JTG/T B02-01-2008
   FUNC=KS-Bridge, 1, 0, 1, 9806, 0.05, KS-Bridge : Soil =
1.00  Area = 0.110  I = 1.000  R = 1.000, 1.000000
   KS_BRG
          0.000000,          0.275,    0.060000,          0.275
          0.120000,          0.275,    0.180000,          0.275
          0.240000,          0.275,    0.300000,          0.275
          0.332554,          0.275,    0.360000, 0.26083884233
          0.420000, 0.23536456074,    0.480000, 0.21531772026
          0.540000, 0.19905729188,    0.600000, 0.18555518637
          0.660000, 0.17413175382,    0.720000, 0.16431817404
          0.780000, 0.15577969986,    0.840000, 0.14827038224
          0.900000, 0.14160510974,    0.960000, 0.13564166409
          1.020000, 0.13026882124,    1.080000, 0.12539823609
          1.140000, 0.12095877047,    1.200000, 0.11689244261
          1.260000, 0.11315147886,    1.320000, 0.10969613105
          1.380000, 0.10649303562,    1.440000, 0.10351396318
          1.500000, 0.10073485334,    1.560000, 0.098135061499
          1.620000,     0.095696764562,                1.680000,
0.093404487829
          1.740000,     0.091244724805,                1.800000,
0.089205629268
          1.860000,     0.087276763943,                1.920000,
0.085448893914
          1.980000, 0.08371381571,    2.040000, 0.082064215011
          2.100000,     0.080493547513,                2.160000,
0.078995938635
          2.220000, 0.07756609865,    2.280000, 0.076199250545
          2.340000,     0.074891068394,                2.400000,
0.073637624509
          2.460000, 0.07243534392,    2.520000, 0.071280965024
          2.580000, 0.070171505446,   2.640000,  0.0691042323
          2.700000,     0.068076636226,                2.760000,
0.067086408625
          2.820000,     0.066131421652,                2.880000,
0.065209710582
          2.940000,     0.064319458223,                3.000000,
0.063458981094
          3.060000,     0.062626717151,                3.120000,
0.061821214857
          3.180000,     0.061041123416,                3.240000,
0.060285184039
          3.300000,     0.059552222118,                3.360000,
0.058841140185
          3.420000, 0.05815091158,    3.480000, 0.057480574737
          3.540000,     0.056829228018,                3.600000,
0.056196025042
          3.660000,     0.055580170445,                3.720000,
0.054980916029
          3.780000,     0.054397557257,                3.840000,
0.053829430066
          3.900000, 0.053275907948,   3.960000, 0.05273639929
          4.020000, 0.05162727495,    4.080000, 0.05061746475
          4.140000, 0.049641719742,   4.200000, 0.04869842169
          4.260000,     0.047786050869,                4.320000,
0.046903178802
          4.380000,     0.046048461614,                4.440000,
0.045220633944
          4.500000, 0.04441850338,    4.560000, 0.043640945345
          4.620000,     0.042886898413,                4.680000,
0.042155359999
          4.740000,     0.041445382393,                4.800000,
0.040756069114
          4.860000, 0.040086571154,   4.920000, 0.039436085803
          4.980000,     0.038803849919,                5.040000,
0.038189141134
          5.100000,     0.037591273467,                5.160000,
0.037009595436
          5.220000,     0.036443487944,                5.280000,
0.035892362322
          5.340000,     0.035355658509,                5.400000,
0.034832843358
          5.460000,     0.034323409066,                5.520000,
0.033826871702
          5.580000,     0.033342769845,                5.640000,
0.032870663305
          5.700000,     0.032410131937,                5.760000,
0.031960774526
          5.820000,     0.031522207753,                5.880000,
0.031094065216
          5.940000,     0.030675996525,                6.000000,
0.030267666448
*SPLDCASE     : Spectrum Load Cases
: TYPE, bADDSIGN, iSIGNTYPE
: NAME=NAME, DIR, ANGLE, SCALE, PMFT, bDAMP, bECC, INTERP,
DESC,       : line 1
:                    COMTYPE,    bADDSIGN,    iSIGNTYPE,    bMODE
       : line 2
:                              FUNC1,    FUNC2,    FUNC3,    ...
       : line 3
:      bUSE1, dFACTOR1, bUSE2, dFACTOR2, .... bUSEn, dFACTORn
        : line 4 (bMODE=YES)
:                                        bCQR,        [DR-DC]
        : line 5 (bDAMP=YES)
```

```
;  [DR-DC]  :  iMDTYPE, DALL, iMODE1, DAMPING1, iMODE2, DAMPING2, ...      : iMDTYPE=1
;           : iMDTYPE, iCOEF, bMASSP, MASSC, bSTIFFP, STIFFC          : iMDTYPE=2, iCOEF=1
;           : iMDTYPE, iCOEF, iCALC, bMASSP, FP1, DR1, bSTIFFP, FP2, DR2 : iMDTYPE=2, iCOEF=2
   NAME=X-dir, XY, 0, 1, 1, NO, NO, LOG,
        COC, NO, 0, YES
        KS-Bridge
        YES, 1.YES, 1.YES, 1
   NAME=Y-dir, XY, 90, 1, 1, NO, NO, LOG,
        COC, NO, 0, YES
        KS-Bridge
        YES, 1.YES, 1.YES, 1
*LOADCOMB    : Combinations
; NAME=NAME, KIND, ACTIVE, bES, iTYPE, DESC, iSERV-TYPE, nLCOMTYPE   : line 1
;                        ANAL1,    LCNAME1,    FACT1,    ...
       ; from line 2
   NAME=CB-1, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0
        ST, 자중, 1, ST, 방호벽, 1, ST, 중분대, 1, ST, LC-1, 1
   NAME=CB-2, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0
        ST, 자중, 1, ST, 방호벽, 1, ST, 중분대, 1, ST, LC-2, 1
   NAME=CB-3, GEN, ACTIVE, 0, 0, , 0, 0
        ST, 자중, 1, ST, 방호벽, 1, ST, 중분대, 1, ST, LC-3, 1
*LC-COLOR    : Diagram Color for Load Case
;  ANAL, LCNAME, iR1(ALL), iG1(ALL), iB1(ALL), iR2(MIN), iG2(MIN), iB2(MIN), iR3(MAX), iG2(MAX), iB2(MAX)
 ST, 자중, 0, 192, 192, 0, 157, 192, 192, 128, 0
 ST, 방호벽, 255, 87, 128, 160, 192, 255, 192, 72, 0
 ST, LC-1, 210, 210, 210, 146, 0, 255, 0, 128, 128
 ST, LC-2, 255, 255, 87, 0, 128, 255, 255, 0, 128
 ST, LC-3, 192, 0, 192, 160, 255, 255, 255, 255, 255
 RS, X-dir, 255, 87, 128, 0, 192, 192, 192, 192, 192
 RS, Y-dir, 192, 0, 192, 255, 192, 87, 255, 0, 192
 CB, CB-1, 192, 192, 192, 255, 192, 87, 0, 128, 255
 ST, 중분대, 210, 210, 210, 0, 192, 192, 255, 87, 87
 CB, CB-2, 192, 72, 0, 255, 0, 128, 85, 0, 192
 CB, CB-3, 163, 255, 160, 85, 192, 0, 192, 0, 128
*EIGEN-CTRL    : Eigenvalue Analysis Control
; TYPE, iFREQ, iITER, iDIM, TOL, bMINMAX, FRMIN, FRMAX, bSTRUM   : TYPE=EIGEN
;                TYPE,              bINCNL,              iGNUM
   : TYPE=RITZ(line 1)
;                     KIND1,   CASE1/GROUND1,   iNOG1,   ...
   ; TYPE=RITZ(from line2)
   EIGEN, 3, 20, 1, 1e-010, NO, 0, 0, NO
*DGN-MATL    ; Modify Steel(Concrete) Material
;          iMAT,          TYPE,          MNAME,          [DATA1]
  : STEEL
; iMAT, TYPE, MNAME, [DATA2], [R-DATA], FCI, bSERV, SHORT, LONG : CONC
;    iMAT,   TYPE,   MNAME,   [DATA3],   [DATA2],   [R-DATA]
  : SRC
;          iMAT,          TYPE,          MNAME,          [DATA5]
  : STEEL(None) & KSCE-ASD05
; [DATA1] : 1. DB, CODE, NAME or 2. ELAST, POISN, FU, FY1, FY2, FY3, FY4
;             FY5, FY6, AFT, AFT2, AFT3, FY, AFV, AFV2, AFV3
; [DATA2] : 1. DB, CODE, NAME or 2. FC, CHK, LAMBDA
; [DATA3] : 1. DB, CODE, NAME or 2. ELAST, FU, FY1, FY2, FY3, FY4
;             FY5, FY6, AFT, AFT2, AFT3, FY, AFV, AFV2, AFV3
; [DATA4] : 1. DB, CODE, NAME or 2. FC
; [DATA5] : 3. ELAST, POISN, AL1, AL2, AL3, AL4, AL5, AL6, AL7, AL8, AL9, AL10
;             MIN1, MIN2, MIN3
; [R-DATA]: RBCODE, RBMAIN, RBSUB, FY(R), FYS
    1,  STEEL,  주부재(SM490B)          ,  1,  KSCE-LSD15(S),
  ,SM490          , 2, 0, , , , 0, 0,NO,0.0000e+000,      0., 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,      0., 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,      0., 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,
    2,  STEEL,  부부재(SM400B)          ,  1,  KSCE-LSD15(S),
  ,SM400          , 2, 0, , , , 0, 0,NO,0.0000e+000,      0., 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,      0., 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0.0000e+000,      0., 0,
0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,0, 0, 0,
    3,  CONC  ,  C27                    ,  1,  KSCE-LSD15(RC),
  ,C27            , NO, 1, , , , , 0, 0, 0.0189, NO, 0, 0,
                  ,                   , 0, NO, 1, , , , 0, 0, 0
*SECTION MANAGER-GROUP & PART    ; Section Manager - Group & Part
;          SECT          =          NO.          bSAMEJ
                ; line 1
;             GRPDISIZE, GRPDJSIZE, PARTISIZE, PARTJSIZE
                  : line 2
;
;                     LOOP   UTIL   (GRPDISIZE,   GRPDJSIZE)
                  ;
;                           GROUPID,   GROUPNAME,   GROUPTYPE
                ; line n
;
;                        LOOP   UTIL   (PARTISIZE,   PARTJSIZE)
                  ;
;         PARTTYPE, GROUPID, PARTNAME, PARTSHAPE, bSTIFFENER
                ; line n
;                           LINESIZE,   LINEINDEX[i].....
                ; line n
;
;  SECT=1, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=2, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=3, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=4, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=5, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=6, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=7, YES
0, 0, 0, 0
  SECT=8, YES
0, 0, 0, 0
*SECTION MANAGER-STIFFENER    : Section Manager - Stiffener
;          SECT          =          NO.          bSAMEJ
                ; line 1
;                           STFNISIZE,   STFNJSIZE
                ; line 2
;
;                        LOOP   UTIL   (STFNISIZE,   STFNJSIZE)
                  ;
;          TYPE, Z, STANDREF, POSLINE, STANDREFL, NUM, CTC
                ; line n
;                        STIFFTYPE,   dSIZE(0   ~   20)
                ; line n
;                           LINESIZE,   LINEINDEX[i].....
                ; line n
;
;  SECT=1, YES
0, 0
  SECT=2, YES
0, 0
  SECT=3, YES
0, 0
  SECT=4, YES
0, 0
  SECT=5, YES
0, 0
  SECT=6, YES
0, 0
  SECT=7, YES
0, 0
  SECT=8, YES
0, 0
*ENDDATA
```

7. 상태평가 Data

1) 수학3교

① 성남방향

[수하3교(성남방향)] [강상자형교] 결과표

개별교량명 *수하3교(성남방향)*

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
성남방향[1]	*강상자형교*	a	a	a	a	a	b	a	b	a	Q	Q	Q	N/A	N/A
성남방향[2]	*강상자형교*	a	a	a	a	a	b	a	a	a	Q	Q	Q	N/A	N/A
성남방향[3]	*강상자형교*	a	a	a	a	a	b	a	a	b	Q	Q	Q	N/A	N/A
성남방향[4]	*강상자형교*	X	X	X	X	X	X	X	b	b	Q	Q	Q	N/A	N/A
평균		0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	0.150	0.150	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
가중치		19	21	6	8	3	3	10	10	20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/가중치합		0.019	0.021	0.006	0.008	0.003	0.006	0.010	0.015	0.030	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

1. 환산결함도 점수 = *0.118*

2. 상태평가 결과 = *A*

[수하3교(성남방향)] 결과표

개별교량명 :	*수하3교(성남방향)*					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
수하3교	*강상자형교*	*0.121*	*A*	*100*	*1.000*	*0.121*
합계(∑)				*100*	*1.000*	*0.121*
<평가자 의견>						
1. 환산결함도 점수 =						*0.120*
2. 상태평가 결과 =						*A*

[수하3교(성남방향)] 상태평가 결과표

교 량 명 :	*수하3교(성남방향)*						
구성교량명	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (M)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
수하3교(성남방향)	*0.121*	*A*	*100*	*2*	*200*	*1.000*	*0.121*
합계(∑)			*100*		*200*	*1*	*0.121*
<평가자 의견>							
1. 평가지수 =							*0.121*
2. 상태평가 결과 =							*A 등급*

② 장호원방향

[수하3교(장호원방향)] [강상자형교] 결과표

개별교량명 *수하3교(장호원방향)*

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
장호원방향[1	*강상자형교*	a	a	a	a	a	a	a	b	b	Q	Q	Q	N/A	N/A
장호원방향[2	*강상자형교*	a	a	a	a	a	b	a	a	b	Q	Q	Q	N/A	N/A
장호원방향[3	*강상자형교*	a	a	a	a	a	b	a	a	a	Q	Q	Q	N/A	N/A
장호원방향[4	*강상자형교*	X	X	X	X	X	X	X	b	a	Q	Q	Q	N/A	N/A
평균		0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.167	0.100	0.150	0.150	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
가중치		19	21	6	8	3	3	10	10	20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/가중치합		0.019	0.021	0.006	0.008	0.003	0.005	0.010	0.015	0.030	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

1. 환산결함도 점수 = *0.117*

2. 상태평가 결과 = *A*

[수하3교(장호원방향)] 결과표

개별교량명 :	*수하3교(장호원방향)*					
구분	구조형식	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
수하3교	*강상자형교*	*0.120*	*A*	*100*	*1.000*	*0.120*
합계(∑)				*100*	*1.000*	*0.120*
<평가자 의견>						
1. 환산결함도 점수 =						*0.120*
2. 상태평가 결과 =						*A*

[수하3교(장호원방향)] 상태평가 결과표

교 량 명 :	*수하3교(장호원방향)*						
구성교량명	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (M)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
수하3교(장호원방향)	*0.120*	*A*	*100*	*2*	*200*	*1.000*	*0.120*
합계(∑)			*100*		*200*	*1*	*0.120*
<평가자 의견>							
1. 평가지수 =							*0.120*
2. 상태평가 결과 =							*A 등급*

2) 봉현터널

① 성남방향

Span No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	철근노출	중성화	염화물	결함점수합	결함지수
1	1663	1685	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.11
2	1695	1698	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03
3	1719	1922	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03
평 균				2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.06

터널명 봉현터널 성남 터널종류 도로터널 터널형식 NATM(철근콘크리트) SPAN NO. 4

결함지수 0.047 터널상태평가등급 A

터널상태평가

항목	균열	손상	누수	박리	박락	백태	철근노출	중성화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건	합계
결함점수	2	0	0	0	0	0	0	0	0					2

라이닝상태평가

SPAN No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	철근노출	중성화	염화물	합계
1	1663	1683	20	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2	1683	1698	15	a	a	a	a	a	a	a	a		a
3	1698	1728	30	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4	1728	1922	194	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
평 균													a

Span No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	결함점수합계	결함지수
1	1698	1728	30	4	0	0	0	0	0	4	0.15
2	1728	1758	30	1	0	0	0	0	0	1	0.04
3	1758	1788	30	1	0	0	0	0	0	1	0.04
4	1788	1818	30	1	0	0	0	0	0	1	0.04
5	1818	1848	30	1	0	0	0	0	0	1	0.04
6	1848	1878	30	1	0	0	0	0	0	1	0.04
7	1878	1887	9	1	0	0	0	0	0	1	0.04
평 균				1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.05

Span No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	철근노출	중성화	염화물	결함점수합	결함지수
1	2660	2680	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.028
2	2680	2700	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.028
3	4570	4590	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.028
4	4590	4610	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.028
평 균				1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.027778

터널명 정개터널 장호원 터널종류 도로터널 터널형식 NATM(철근콘크리트) SPAN NO. 4

결함지수 0.023 터널상태평가등급 A

터널상태평가

항목	균열	손상	누수	박리	박락	백태	철근노출	중성화	염화물	배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건	합계
결함점수	1	0	0	0	0	0	0	0	0					1

라이닝상태평가

SPAN No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	철근노출	중성화	염화물	합계
1	2660	2680	20	a	a	a	a	a	a	a			a
2	2680	2700	20	a	a	a	a	a	a	a			a
3	4570	4590	20	a	a	a	a	a	a	a			a
4	4590	4610	20	a	a	a	a	a	a	a			a
평 균													a

Span No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	결함점수합	결함지수
1	2700	2735	35	1	0	0	0	0	0	1	0.037
2	2735	2765	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
3	2765	2795	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
4	2795	2825	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
5	2825	2855	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
6	2855	2885	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
7	2885	2915	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
8	2915	2945	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
9	2945	2975	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
10	2975	3005	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
11	3005	3035	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
12	3035	3065	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
13	3065	3095	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
14	3095	3125	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
15	3125	3155	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
16	3155	3185	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
17	3185	3215	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
18	3215	3245	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
19	3245	3275	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
20	3275	3305	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
21	3305	3335	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
22	3335	3365	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
23	3365	3395	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
24	3395	3425	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
25	3425	3455	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
26	3455	3485	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
27	3485	3515	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
28	3515	3545	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
29	3545	3575	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
30	3575	3605	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
31	3605	3635	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
32	3635	3665	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
33	3665	3695	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
34	3695	3725	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
35	3725	3755	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
36	3755	3785	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
37	3785	3815	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
38	3815	3845	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
39	3845	3875	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
40	3875	3905	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
41	3905	3935	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
42	3935	3965	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
43	3965	3995	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
44	3995	4025	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
45	4025	4055	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
46	4055	4085	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
47	4085	4115	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
48	4115	4145	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
49	4145	4175	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
50	4175	4205	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
51	4205	4235	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
52	4235	4265	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
53	4265	4295	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
54	4295	4325	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
55	4325	4355	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
56	4355	4385	30	4	0	0	0	0	0	4	0.148
57	4385	4415	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
58	4415	4445	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
59	4445	4475	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
60	4475	4505	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
61	4505	4535	30	1	0	0	0	0	0	1	0.037
62	4535	4570	35	1	0	0	0	0	0	1	0.037
평 균				1.484	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.484	0.055

터널명 정개터널(장호원) 터널종류 도로터널 터널형식 NATM(무근콘크리트) SPAN NO. 62

결함지수 0.044 터널상태평가등급 A

터널상태평가

항목	균열	손상	누수	박리	박락	백태	배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건	합계
결함점수	1.484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.484

라이닝상태평가

SPAN No.	시점	종점	Span 길이	균열	누수	손상	박리	박락	백태	등급
1	2700	2735	35	a	a	a	a	a	a	a
2	2735	2765	30	a	a	a	a	a	a	a
3	2765	2795	30	a	a	a	a	a	a	a
4	2795	2825	30	a	a	a	a	a	a	a
5	2825	2855	30	a	a	a	a	a	a	a
6	2855	2885	30	a	a	a	a	b	a	a
7	2885	2915	30	b	a	a	a	a	a	b
8	2915	2945	30	a	a	a	a	a	a	a
9	2945	2975	30	a	a	b	a	a	a	a
10	2975	3005	30	b	a	a	a	a	a	b
11	3005	3035	30	b	a	a	a	a	a	b
12	3035	3065	30	a	a	a	a	a	a	a
13	3065	3095	30	a	a	a	a	a	a	a
14	3095	3125	30	a	a	a	a	a	a	a
15	3125	3155	30	a	a	a	a	a	a	a
16	3155	3185	30	a	a	b	a	a	a	a
17	3185	3215	30	a	a	a	a	a	a	a
18	3215	3245	30	b	a	a	a	a	a	b
19	3245	3275	30	a	a	a	a	a	a	a
20	3275	3305	30	a	a	a	a	a	a	a
21	3305	3335	30	a	a	a	a	b	a	a
22	3335	3365	30	a	a	a	a	a	a	a
23	3365	3395	30	a	a	a	a	a	a	a
24	3395	3425	30	a	a	a	a	a	a	a
25	3425	3455	30	a	a	a	a	a	a	a
26	3455	3485	30	b	a	a	a	a	a	b
27	3485	3515	30	a	a	a	b	a	a	a
28	3515	3545	30	a	a	a	a	a	a	a
29	3545	3575	30	a	a	a	a	a	a	a
30	3575	3605	30	b	a	a	a	a	a	b
31	3605	3635	30	a	a	a	a	a	a	a
32	3635	3665	30	b	a	a	a	b	a	b
33	3665	3695	30	a	a	a	a	a	a	a
34	3695	3725	30	a	a	a	a	a	a	a
35	3725	3755	30	a	a	a	a	a	a	a
36	3755	3785	30	a	a	a	b	a	a	a
37	3785	3815	30	a	a	a	a	a	a	a
38	3815	3845	30	a	a	a	a	a	a	a
39	3845	3875	30	a	a	a	a	a	a	a
40	3875	3905	30	a	a	a	a	a	a	a
41	3905	3935	30	b	a	a	a	a	a	b
42	3935	3965	30	a	a	a	a	a	a	a
43	3965	3995	30	a	a	a	a	a	a	a
44	3995	4025	30	b	a	a	a	a	a	b
45	4025	4055	30	a	a	a	a	a	a	a
46	4055	4085	30	a	a	a	a	a	a	a
47	4085	4115	30	a	a	a	a	b	a	a
48	4115	4145	30	a	a	a	a	a	a	a
49	4145	4175	30	a	a	a	a	a	a	a
50	4175	4205	30	a	a	a	a	a	a	a
51	4205	4235	30	a	a	a	a	a	a	a
52	4235	4265	30	a	a	a	b	a	a	a
53	4265	4295	30	a	a	a	a	a	a	a
54	4295	4325	30	a	a	a	a	a	a	a
55	4325	4355	30	a	a	b	a	a	a	a
56	4355	4385	30	b	a	a	a	a	a	b
57	4385	4415	30	a	a	a	a	a	a	a
58	4415	4445	30	a	a	a	a	a	a	a
59	4445	4475	30	a	a	a	a	a	a	a
60	4475	4505	30	a	a	a	a	a	a	a
61	4505	4535	30	a	a	a	a	a	a	a
62	4535	4570	35	a	a	a	a	a	a	a
평 균				a						a

4) 사면 STA.0+170~0+410 장호원

절토 사면 상태 진단 결과표

1. 시설물명 : 절토사면
2. 위 치 : 0+170~0+410
3. 사면 종류 : 절리암반사면
4. 스팬의 갯수 : 6

No.	파괴징후			파괴현황	사면손상 상태지수 (f1)	지반상태			사면형상		자연요인	인위요인			사면 파괴요인 지수 (f2)	평가단위 결함지수 (f1+f2)	단위상태 평가등급
	인장 균열	지반 변형	구조물 변형	발생 규모		토질 조건 지반강도 특성 절리 간격 절리 주향	토층 심도율 면구조 경사 저면 경사 절리경사	풍화상태 절리상태	사면 경사	집수 지형	강우 및 지하수	표면 보호 절취 상태	배수 조건	보호 / 보강 상태			
1	-	-	-	1	0.04	2	1	3	1		1	1	1	-	0.19	0.14	A
2	-	-	-	1	0.04	1	1	2	1		2	2	1	-	0.19	0.14	A
3	-	-	-	1	0.04	-	-	1	1		1	1	1	1	0.12	0.09	A
4	-	-	-	1	0.04	3	-	1	1		1	1	1	1	0.17	0.13	A
5	-	-	-	2	0.08	3	-	2	1		2	1	1	-	0.19	0.16	B
6	-	-	-	-	-	1	1	-	1		1	1	1	1	0.13	0.09	A
평균	-	-	-	1.0	0.04	1.7	0.5	1.5	1.0	-	1.3	1.2	1.0	0.5	0.17	0.13	

상태평가등급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

0+170~0+210

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	2
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	0
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.14
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

0+210~0+250

항목 \ 0			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	2
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	2
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	2
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	0
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = ∑ (① ~ ⑫) / 76	0.14
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

0+250~0+290

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.12

결함지수 (F) = ∑ (① ~ ⑫) / 76	0.09
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준> 0+290~0+330

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.17

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.13
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

0+330~0+370

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	2
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.08

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	2
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	2
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	0
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.16
상 태 등 급	B

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준> 0+370~0+410 0+370~0+410

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	0
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.00

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.13

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.09
상 태 등 급	A

5) 사면 STA.2+030~2+390 장호원

절토 사면 상태 진단 결과표

1. 시설물명 : 절토사면
2. 위 치 : 2+030~2+390
3. 사면 종류 : 절리암반사면
4. 스팬의 갯수 : 8

No.	파괴징후			파괴현황	사면손상 상태지수 (f1)	지반상태			사면형상		자연요인	인위요인			사면 파괴요인 지수 (f2)	평가단위 결함지수 (f1+f2)	단위상태 평가등급
	인장 균열	지반 변형	구조물 변형	발생 규모		토질 조건 지반강도 특성 절리 간격 절리 주향	토층 심도율 연구조 경사 저면 경사 절리경사	풍화상태 절리상태	사면 경사	집수 지형	강우 및 지하수	표면 보호 절취 상태	배수 조건	보호/보강 상태			
1	-	-	-	-	-	-	-	1	1		1	1	1	1	0.12	0.08	A
2	-	-	-	-	-	-	-	1	1		1	1	1	1	0.12	0.08	A
3	-	-	-	1	0.04	3	-	1	2		1	1	1	1	0.19	0.14	A
4	-	-	-	1	0.04	3	-	1	2		1	1	1	1	0.19	0.14	A
5	-	-	-	2	0.08	3	1	1	2		1	1	1	1	0.21	0.17	B
6	-	-	-	1	0.04	3	1	1	1		1	1	1	1	0.19	0.14	A
7	-	-	-	1	0.04	-	1	1	1		1	1	1	1	0.13	0.11	A
8	-	-	-	2	0.08	3	1	1	1		1	1	1	1	0.19	0.16	B
평균	-	-	-	1.0	0.04	1.9	0.5	1.0	1.4	-	1.0	1.0	1.0	1.0	0.17	0.13	

상태평가등급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+030~2+080

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상	0
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑ (① ~ ④) / 24								0.0

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.12

결함지수 (F) = ∑ (① ~ ⑫) / 76	0.08
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+080~2+130

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상	0
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑ (① ~ ④) / 24								0.0

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.12

결함지수 (F) = ∑ (① ~ ⑫) / 76	0.08
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준> 2+130~2+180

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	2
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.14
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+180~2+220

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	2
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.14
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+220~2+260

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상	2
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.08

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	2
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.21

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.17
상 태 등 급	B

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+260~2+300

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = ∑ (① ~ ⑫) / 76	0.14
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+300~2+340

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑ (① ~ ④) / 24								0.04

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	0
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.13

결함지수 (F) = ∑ (① ~ ⑫) / 76	0.11
상 태 등 급	A

절리 암반 사면 상태 평가표

<사면 손상상태 평가 기준>

2+340~2+390

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
파괴징후	① 인 장 균 열	구분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상	0
		점수	0	1~3	4~5	6~7	8~10	
	② 지 반 변 형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
	③ 구조물변형	구분	없음			있음		0
		점수	0~2			3~5		
파괴현황	④ 발 생 규 모	구분	0	1㎡ 미만	1㎡ 이상 8㎡ 미만	8㎡ 이상 64㎡ 미만	64㎡ 이상	2
		점수	0	1	2	3	4	
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ (① ~ ④) / 24								0.08

<사면 파괴요인 평가 기준>

항목 \ 결함 등급			a	b	c	d	e	평가 점수
지반상태	⑤ 절 리 주 향 (사면과의 사이)	구분	사면 주향과	사면 주향과 30° ~ 45°	사면 주향과	사면 주향과 10° ~ 20°	사면 주향과	3
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑥ 절 리 경 사 - 사 면 경 사	구분	10° 이상	0° 초과 10° 미만	0°	-10° 이상 0° 미만	-10° 미만	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑦ 절 리 상 태	구분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
사면형상	⑧ 사 면 경 사	구분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상	1
		점수	0	1	2	3	4	
자연요인	⑨ 강우 및 지 하 수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상	1
		지하수위	완전건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의	사면 높이의 2/3	완전포화	
		점수	0	1	2	3	4	
인위요인	⑩ 절취상태	구분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨	1
		점수	0	1~2	3~4	5~6	7~8	
	⑪ 배수조건	구분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량	1
		점수	0	1	2	3	4	
	⑫ 보호/보강 상태	구분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨	1
		점수	0~2		3~6		6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ (⑤ ~ ⑫) / 52								0.19

결함지수 (F) = Σ (① ~ ⑫) / 76	0.16
상 태 등 급	B