2019년도 범안로 시설물 정밀점검 기술용역

종 합 보 고 서

[가 천 교]

2019. 06.

대구동부순환도로(주)

가천교 시설물 정밀점검 용역

종합보고서

2019. 06.

대구동부순환도로㈜

제 출 문

대구동부순환도로(주) 귀하

귀 사와 2019년 4월 22일자로 계약 체결한 “2019년도 범안로 시설물 정밀점검 기술용역”에 대하여 과업을 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2019년 06월

㈜ 명 성 엔 지 니 어 링
대 표 이 사 김 선 무 (인)

참여기술진 명단

구 분	세부수행내용	성명	자격사항	과업참여기간	서명
책임기술자	과업 총괄	이상훈	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
참여기술자	분석 및 평가	인승철	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험	서동진	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	장진원	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	유재희	토목고급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	김정대	토목초급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	손기영	토목초급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	

가천교 정밀점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	2019년도 범안로 시설물 정밀점검 기술용역 (가천교)	진단기간	2019년 04월 22일~2019년06월09일		
관리주체명	대구동부순환도로(주)	대표자	정 인 호		
공동수급	독자수행	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	교량	종 류	강상형교	종 별	1종
준공일	2002. 08. 24	점검금액 (천원)	30,413	안전등급	B
시설물 위치	대구광역시 수성구 가천동	시설물 규모	L = 290.0m, B = 28.9~51.9m, 6차선		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	·본 교량의 중대한 결함사항은 없음
점검 주요결과	·교면포장 : 아스콘 균열, 파손 ·방호벽 및 중앙분리대 : 균열(cw=0.3mm미만), 백태, 단차 ·배수시설 : 배수관 막힘/탈락/누수 ·신축이음 : 본체하부 고무재 손상, 누수, 후타재 균열, 파손 ·바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 박락, 철근노출 ·거더 : 외부 변형 ·받침장치 : 받침콘크리트 및 몰탈 균열(cw=0.3mm미만), Plate 도장박리 ·교대 및 교각 : 균열(cw=0.3㎜미만), 망상균열, 파손, 조류배설물 퇴적, 체수흔적 등
주요 보수·보강	·단면보수, 표면처리, 아스콘 팻칭, 신축이음 하부 고무재 교체, 정비 등

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임	이상훈	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목특급기술자
참여기술자	인승철	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목특급기술자
	서동진	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목특급기술자
	장진원	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목특급기술자
	유재희	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목고급기술자
	김정대	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목초급기술자
	손기영	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	토목초급기술자

라. 참고사항

가천교 정밀점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견

가천교는 약 17년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 바닥판, 거더, 하부구조에는 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 금회 점검시 주부재 및 보조부재에 발생한 손상들은 교량의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 주의관찰을 통한 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다.

따라서, 본 교량의 상태평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 도로교로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

책임기술자 : 이 상 훈 (서명)

가. 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가	결함종류	보수·보강(안)
교면포장		b	아스콘 균열, 파손	아스콘 팻칭
방호벽 및 중분대		b	균열(cw=0.3mm미만), 백태	표면처리수
배수시설		b	배수관 막힘, 누수	정비(소통)
신축이음	본체	b	하부 고무재 손상, 누수	교체
	후타재		후타재 균열, 파손	표면처리, 단면보수
바닥판		b	균열(cw=0.3mm미만), 백태	표면처리
거더	외부	c	변형	주의관찰
교량받침		c	무수축몰탈 균열(cw:0.3㎜미만)	표면처리
			받침콘크리트 균열(cw:0.3㎜미만)	표면처리
			Plate 도장박리 및 들뜸	재도장

※ 부재별 상태평가 결과 중 최저등급 표기

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : b
결함발생 부재	**상태평가**	**결함종류**	**보수·보강(안)**
교대 및 교각	c	균열(cw=0.3mm미만)	표면처리
		누수흔적	표면처리
		파손	단면보수+방청

※ 부재별 상태평가 결과 중 최저등급 표기

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	금회 해당사항 없음	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

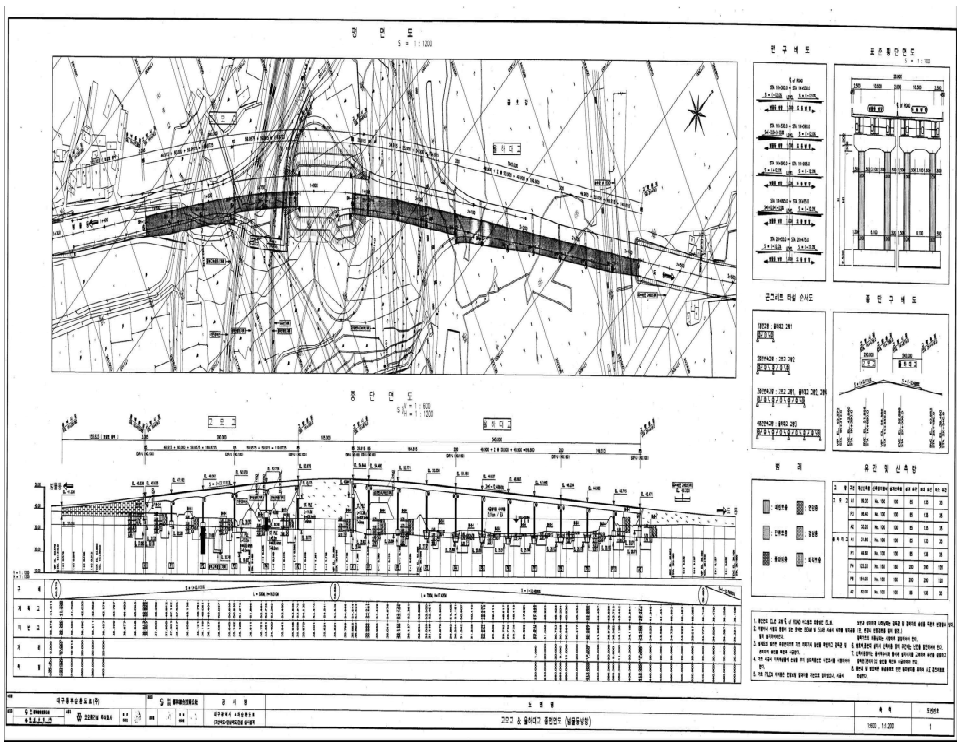
검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과요약
금회 해당사항 없음			

라. 현장시험(비파괴시험 및 실내시험)

시험명	시험부위	시험결과	책임기술자의견
반발경도시험	상부 하부	- 설계기준강도 : 상부 27.0 ㎫, 하부 24.0 ㎫ - 실측강도 : 상부 28.2~31.8㎫, 하부 25.9~27.9㎫	양호
탄산화 깊이	상부 하부	· 일부 잔여깊이가 10~30㎜ 미만이므로 상태등급은 “b”로 평가됨.	양호
종합평가	• 현장시험 및 측정에 대한 종합평가 결과 강도저하 및 철근부식 등 구조적으로 문제가 없는 것으로 평가됨		

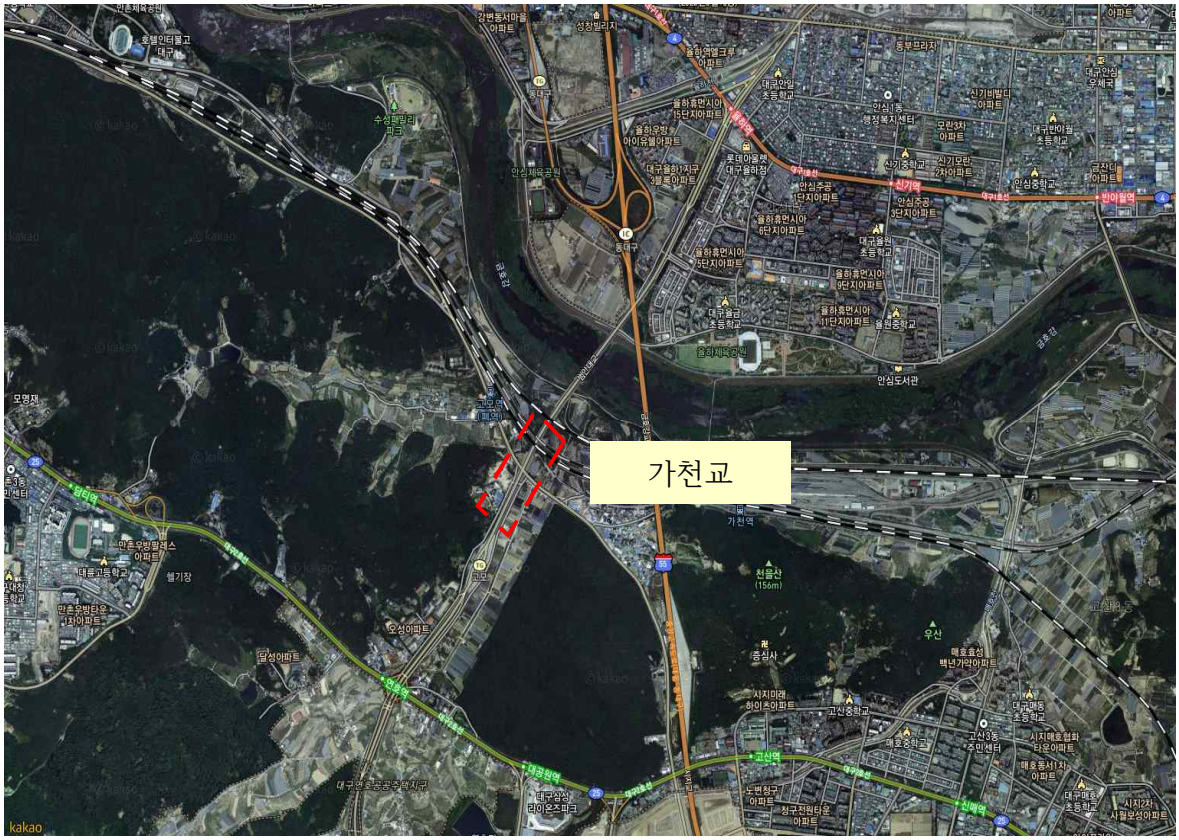
가천교 현황표

작성일 : 2019년 06월 01일

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		가천교	시설물번호		BR2003-0000504
준공년월일		2002년 08월 24일	관리번호		동부교량-2
시설물위치		대구광역시 수성구 가천동			
설계하중		DB-24	노선명(이정)		범안로(대로 1-19호선)
제원	연장	L=290.0m, (50.0+2@60.0+2@60.0=290.0m)			
	폭	B=28.9~51.9m, 왕복 6차선			
구조 형식	상부	강상형교	기초 형식	교대	직접기초(A1) 파일기초(A2)
	하부	역T형 교대 다주식 라멘형 교각		교각	직접기초(P1, P3) 파일기초(P2, P4)
교량받침		Pot Bearing	신축이음		레일 조인트
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		경부선 철도	통과높이		-
부착시설내용		콘크리트 방호벽, 난간, 가로등			
기타					

[종• 평 면 도]

시설물의 위치도



시설물의 전경사진(1)

상부 전경

측면 전경

시설물의 전경사진(2)

교면포장 전경

배수시설 전경

시설물의 전경사진(3)

난간 및 방호벽 전경

바닥판하면 전경

시설물의 전경사진(4)

거더외부 전경

거더내부 전경

시설물의 전경사진(5)

교량받침 전경

신축이음 전경

시설물의 전경사진(6)

교대 전경

교각 전경

요 약 문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 용역은「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」제11조에 의거 시설물의 물리적, 기능적 상태를 사전에 확보하기 위한 정밀점검으로 이전 상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지를 확인하여 향후 시설물의 점진적 손상 및 노후화를 방지하고 공용기간 동안 유지 관리의 효율성을 제고시키는데 있으며, 이를 위하여 대상 시설물의 외관조사, 상태평가, 안정성평가(필요시), 정밀안전진단 여부판단, 중대결함의 여부 확인 및 시설물의 보수방법 등 향후 유지관리방안을 제시하여 적절한 보수계획을 수립하는데 있음.

1.2 점검의 범위

가. 안전점검 자료 수집과 분석·평가 평가

- 관리주체의 안전점검 자료를 수집, 분석
- 시설물의 이력사항과 변형상태 조사 분석, 평가
- 기존 점검 자료를 활용하되 기존 자료 미흡부분에 대하여는 현장조사를 시행
- 기타 안전점검에 필요한 설계도서, 시방서 등 관련자료 수집, 분석
- 시설물의 유지관리를 철저히 하기 위한 시설물관리대장 작성에 필요한 자료 수집

나. 외관조사

- 시설물의 외관조사는『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』상 정밀점검 수준의 외관상태

평가 요령에 의한다.

- 각 부재별 상태 및 시설물 전체의 상태에 대한 소견을 제시한다.
- 점검 자료에는 시설물의 사용제한 사항, 부대시설물, 환경조건(시설물의 내구성과 안전성에 영향을 주는 조건), 기타(최고수위)

다. 조사결과 검토 및 분석

- 조사결과의 정리 및 기록(외관조사망도)
- 평가 기초자료 분석

라. 상태평가

- 부재별, 시설물별 상태평가
- 결함지수 산정
- 상태평가 등급 부여

마. 안전성 평가(필요시)

바. 종합평가

- 현상태와 이전상태의 비교검토
- 사용제한, 금지 등의 판단
- 정밀안전진단 여부 결정
- 손상, 결함정도 및 보수, 보강규모 파악
- 상태평가 및 안정성 평가 비교 종합평가
- 종합평가등급 부여

사. 유지, 보수, 보강 대책 수립

아. 종합보고서 작성

자. 기타 관리주체가 필요하여 요구하는 사항

1.3 과업기간

❍ 2019년 04월 22일~2019년06월09일(49일간)

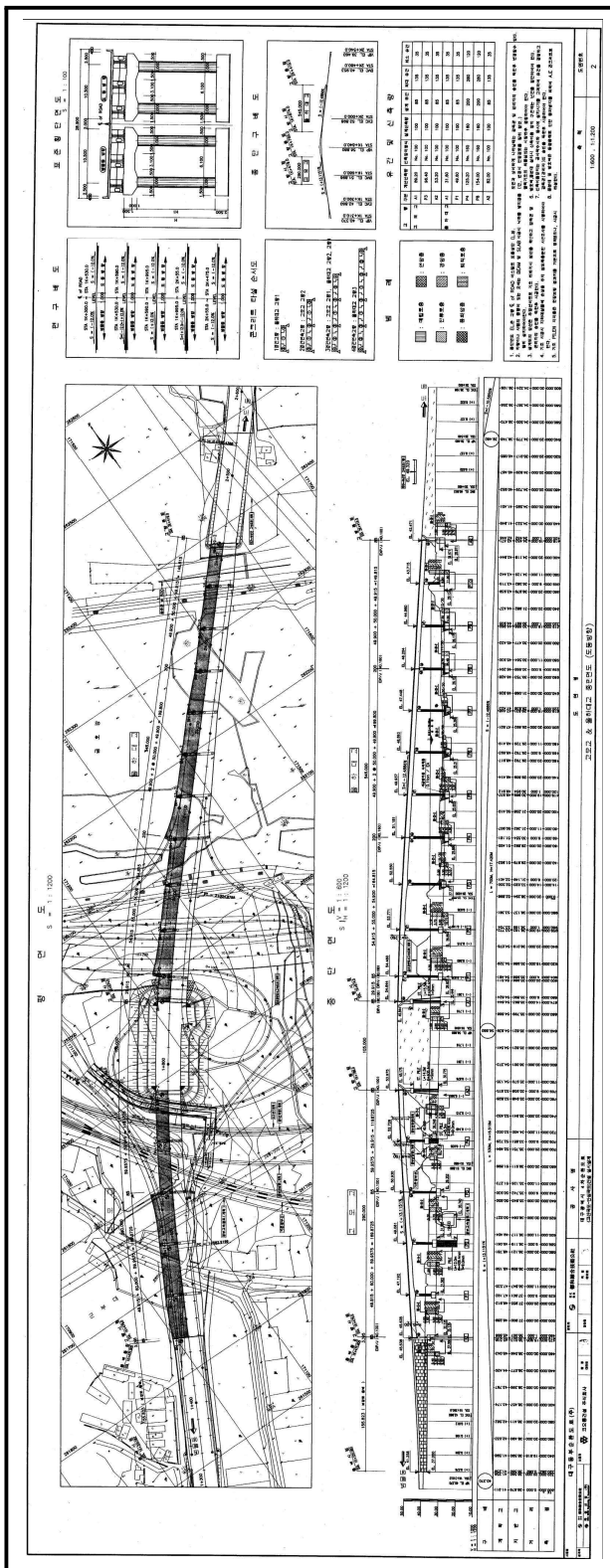
2. 시설물의 개요

2.1 시설물 개요

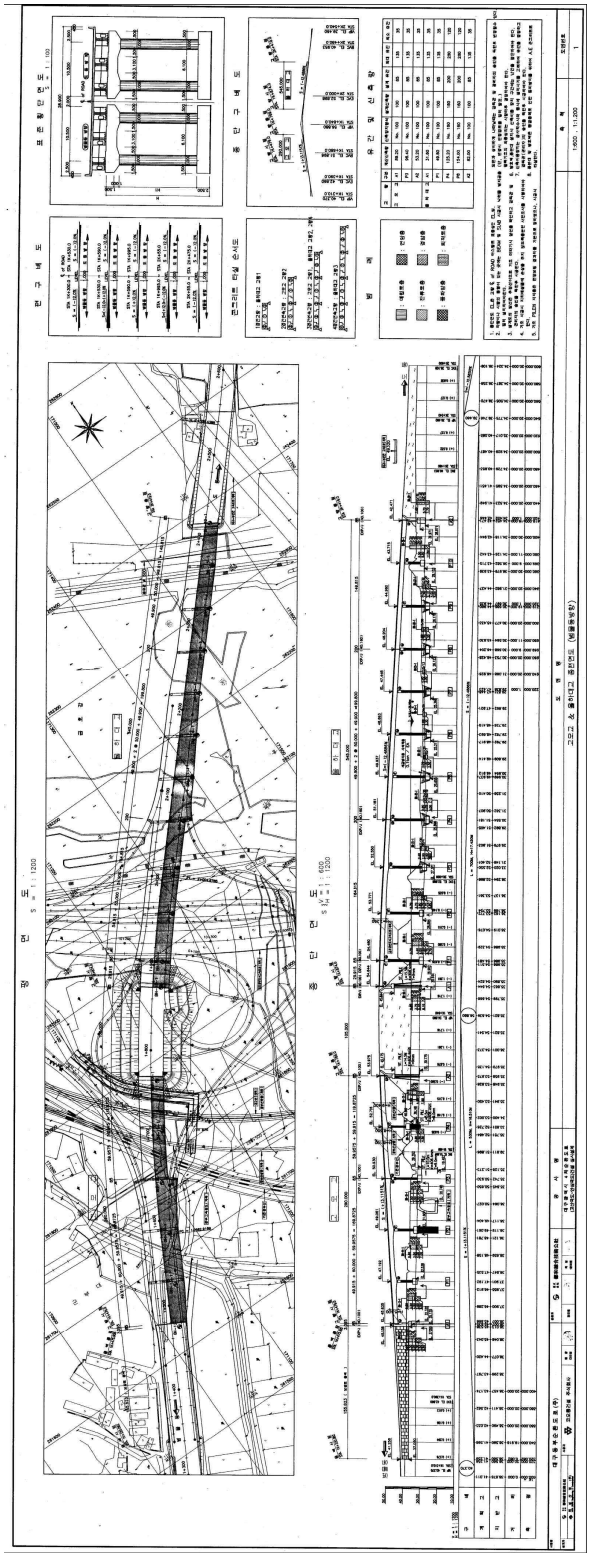
<표 2.1> 시설물 개요

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		가천교	시설물번호		BR2003-0000504
준공년월일		2002년 08월 24일	관리번호		동부교량-2
시설물위치		대구광역시 수성구 가천동			
설계하중		DB-24	노선명(이정)		범안로(대로 1-19호선)
제원	연장	L=290.0m, (50.0+2@60.0+2@60.0=290.0m)			
	폭	B=28.9~51.9m, 왕복6차선			
구조 형식	상부	강상자형교	기초 형식	교대	직접기초(A1) 파일기초(A2)
	하부	역T형 교대 다주식 라멘형 교각		교각	직접기초(P1, P3) 파일기초(P2, P4)
교량받침		Pot Bearing	신축이음		레일 조인트
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		경부선 철도	통과높이		-
부착시설내용		콘크리트 방호벽, 난간, 가로등			

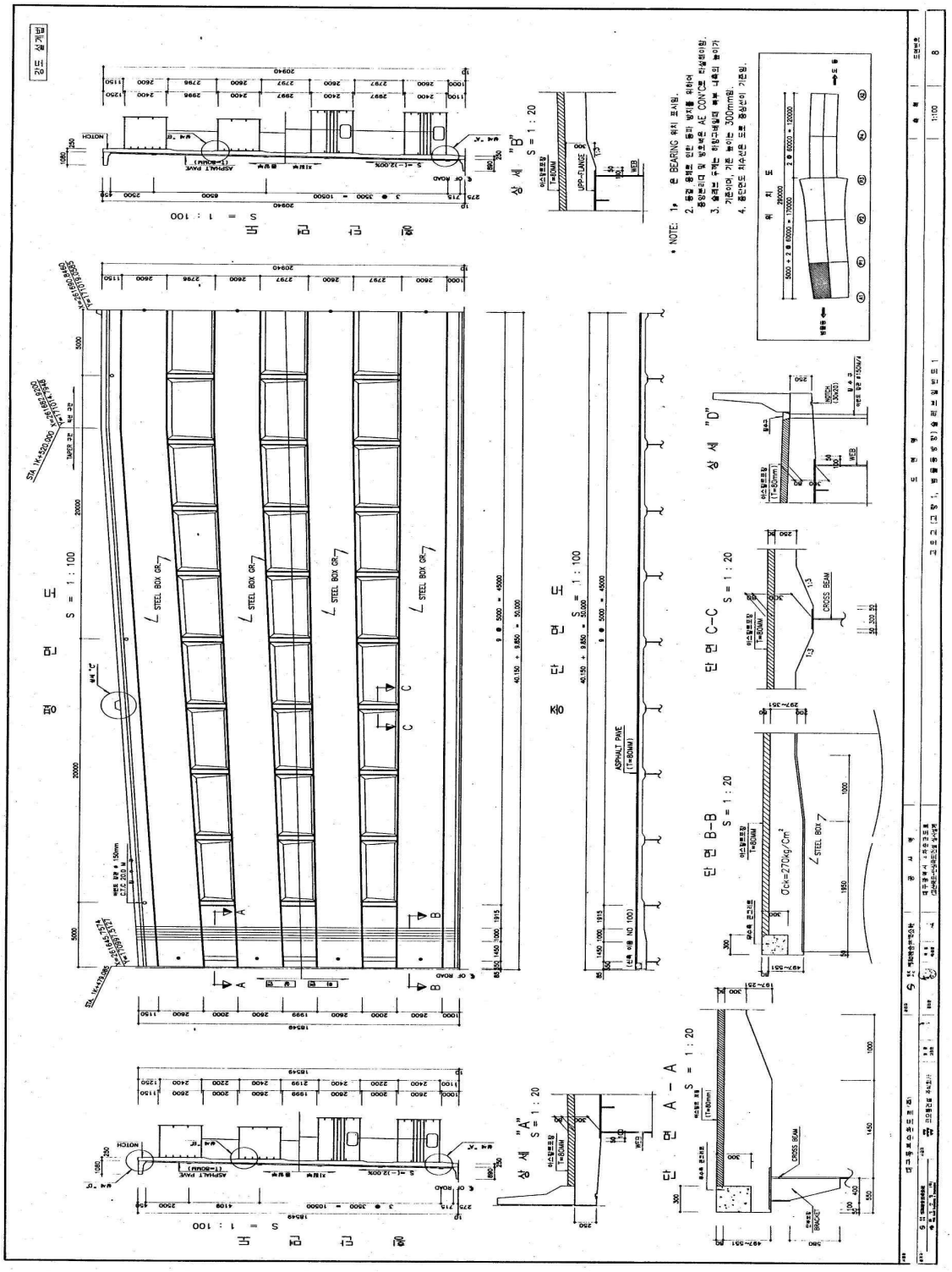
2.2 대상시설물의 주요도면



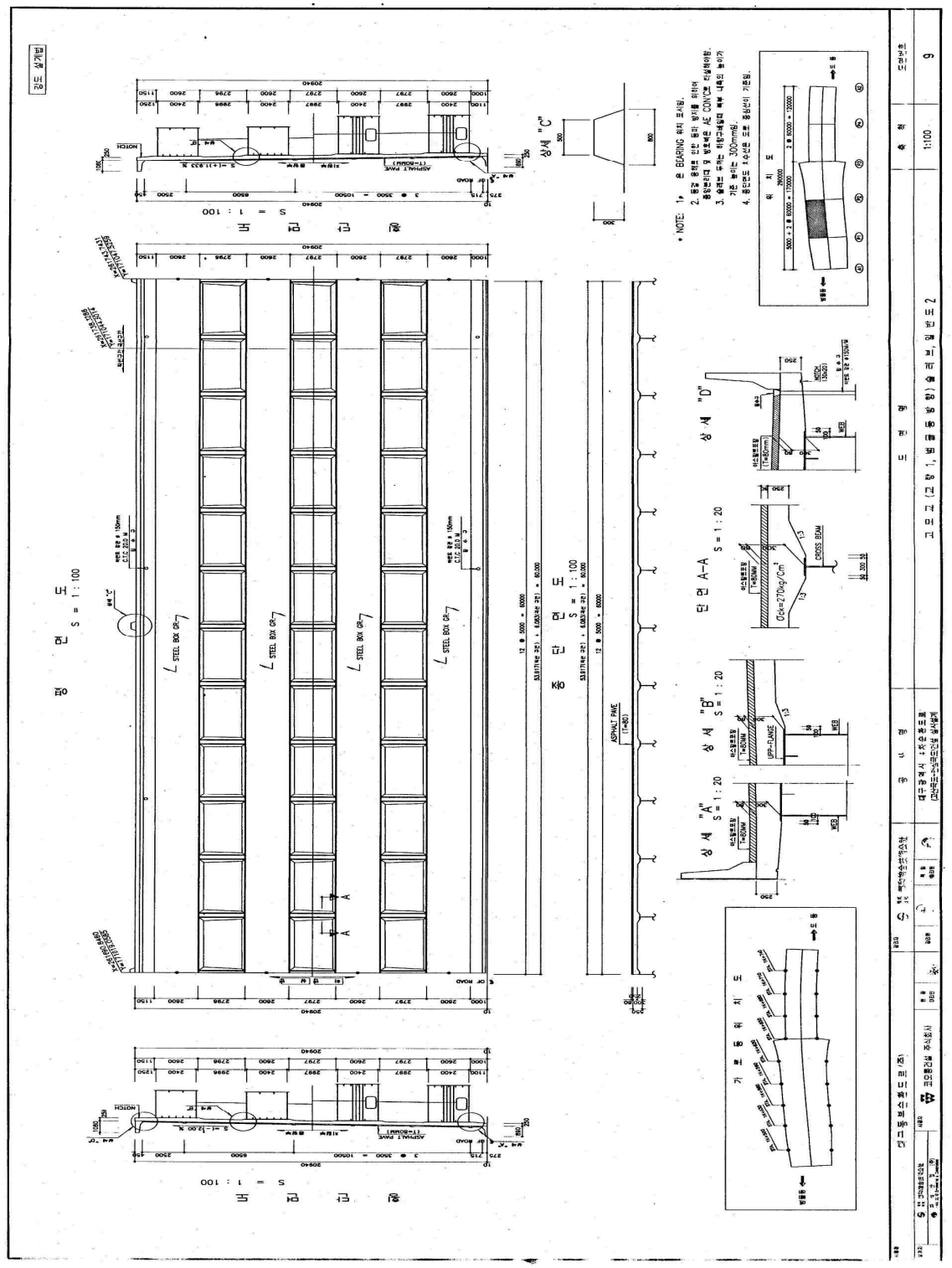
[종·평면도 범물방향]



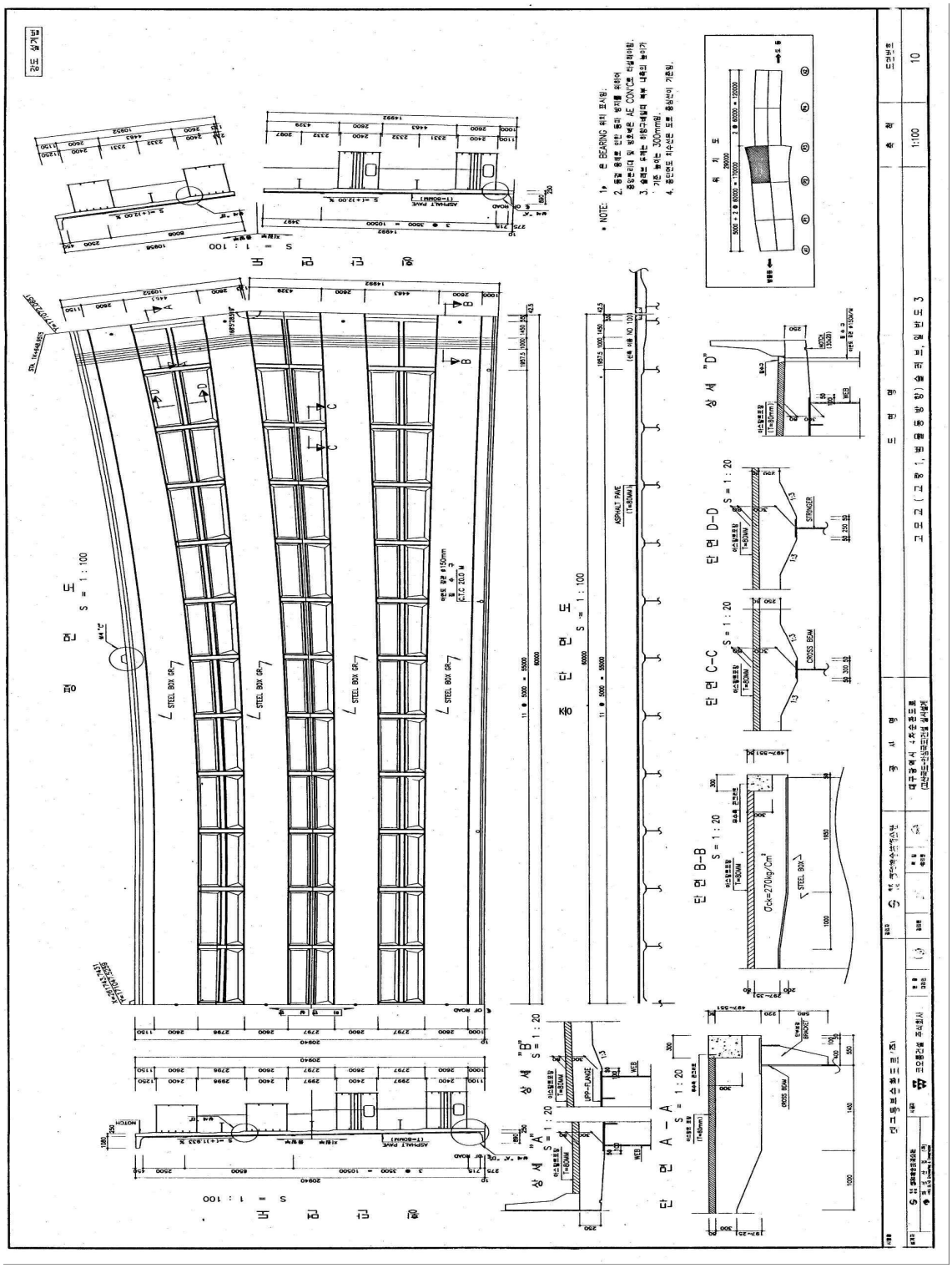
[종·평면도 안심방향]



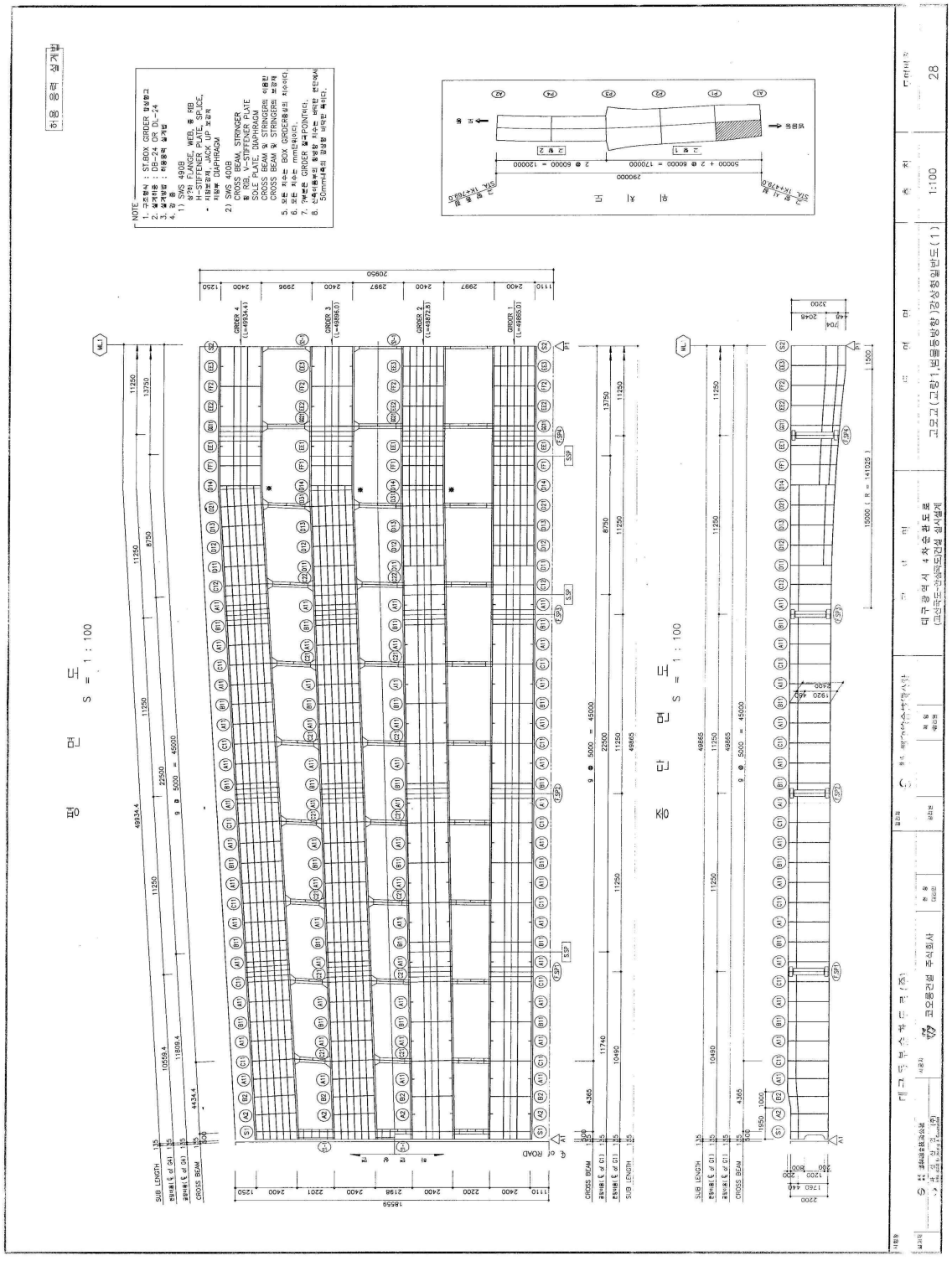
[일반도(슬래브)]



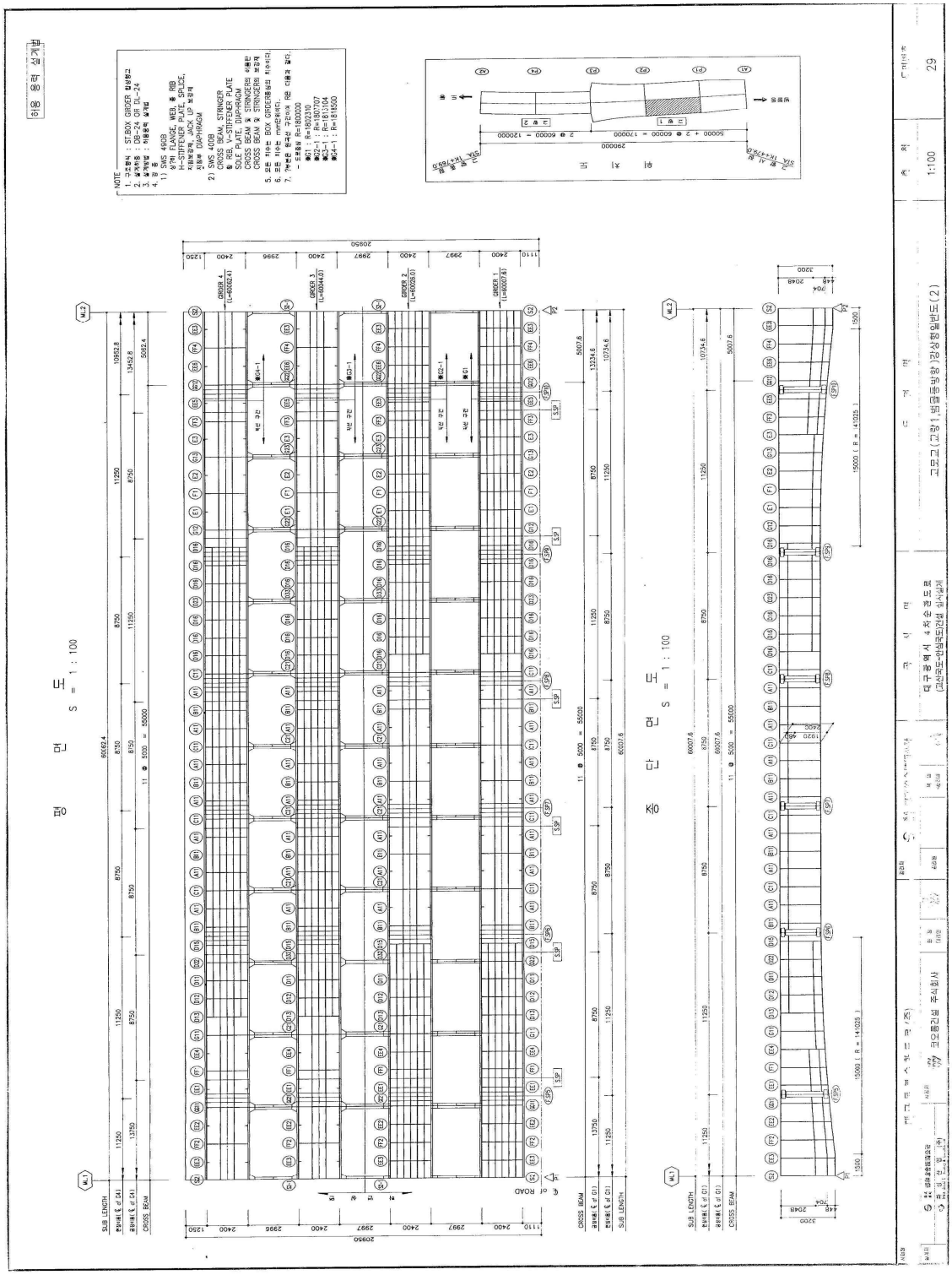
[일반도(슬래브)-계속]



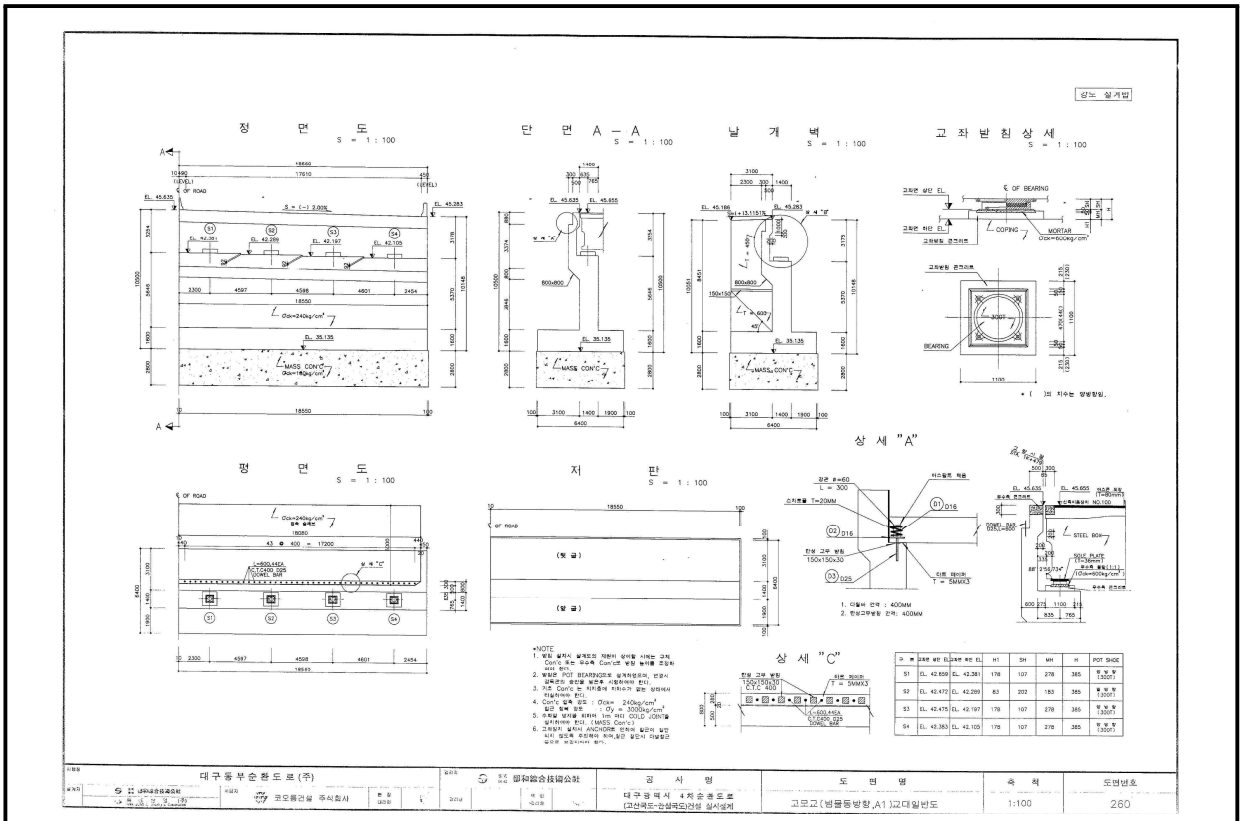
[일반도(슬래브)-계속]

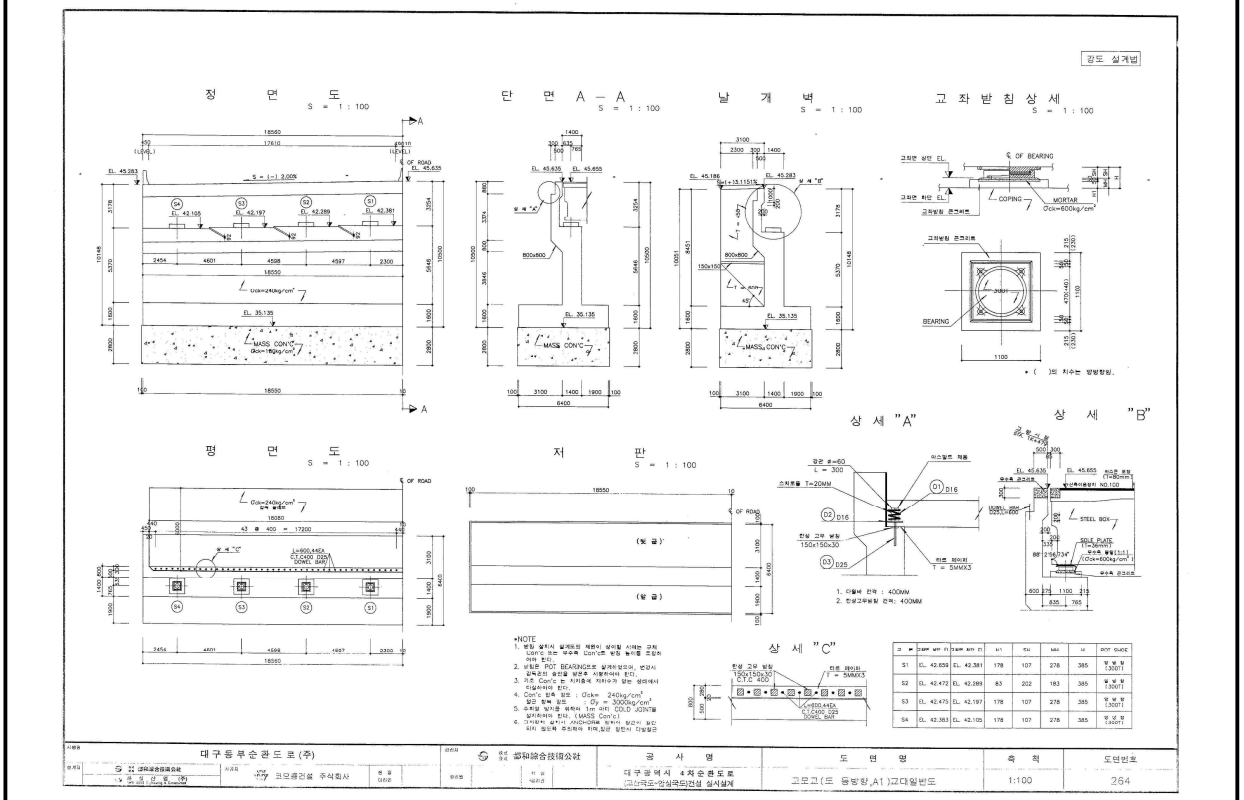


[일반도(Steel Box Girder)]

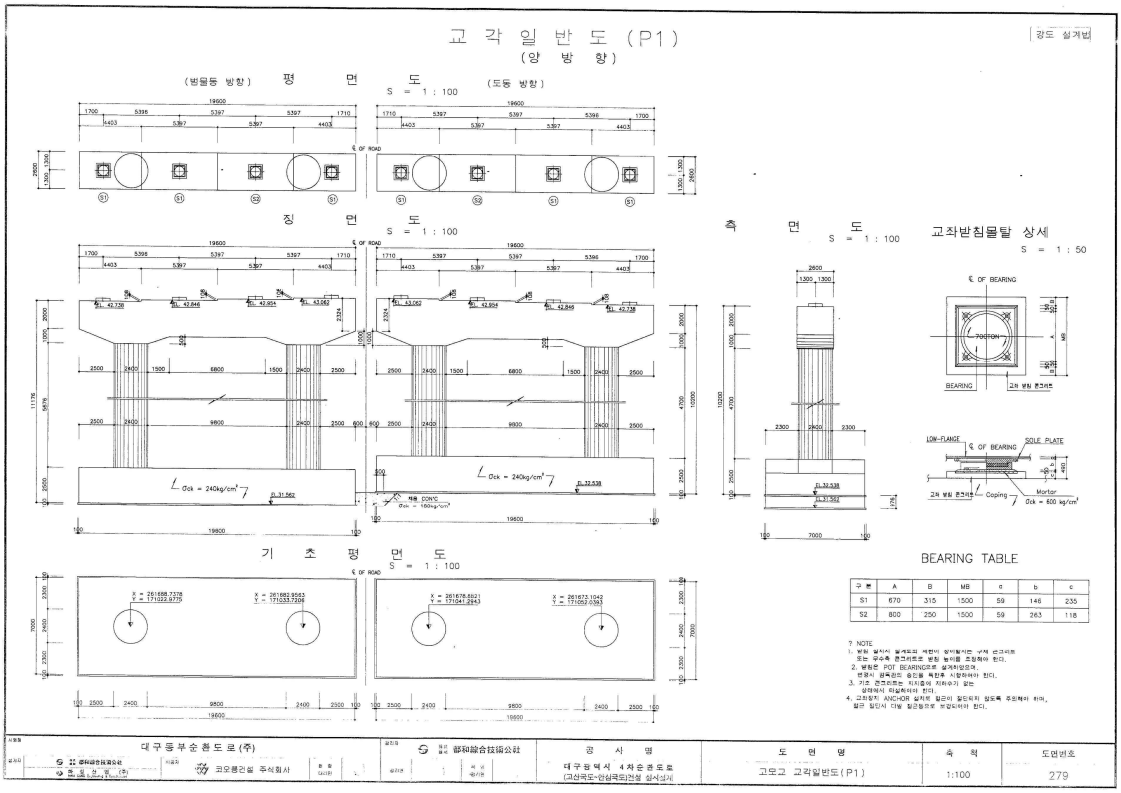


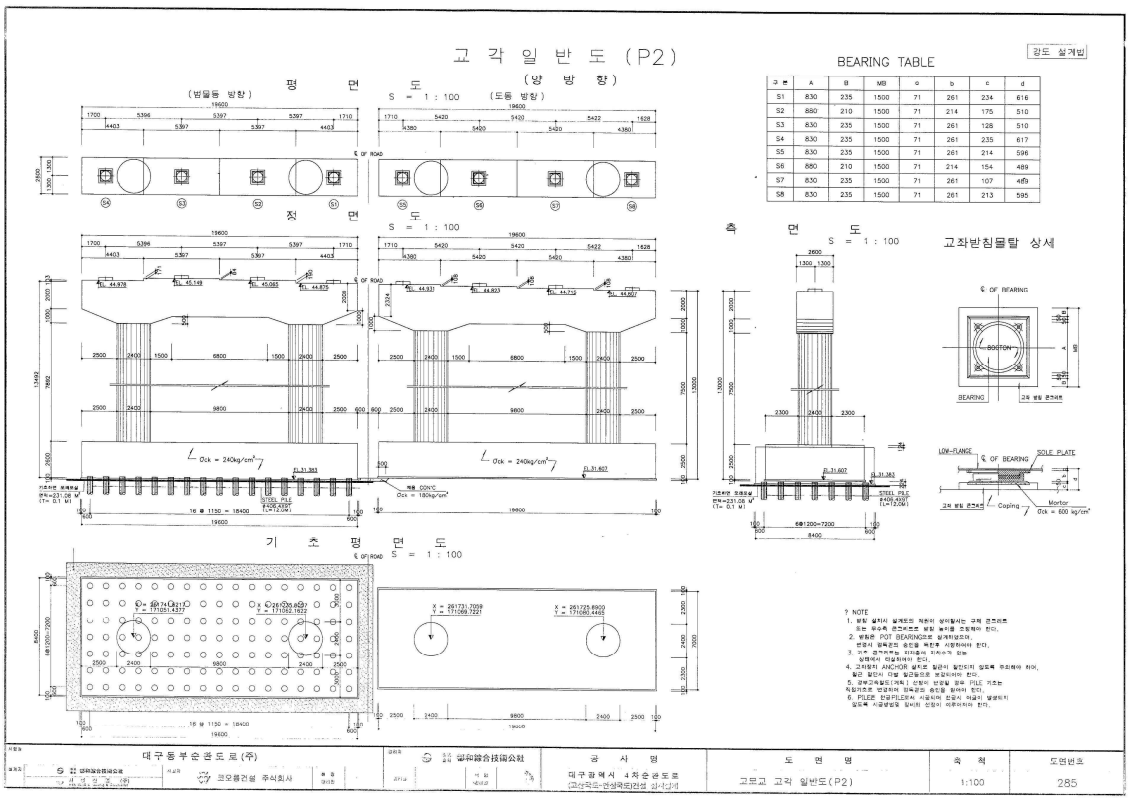
[일반도(Steel Box Girder)-계속]


강도 설계법
정 면 도
단 면 A - A
날 개 벽
고 좌 받 침 상 세
상 세 "A"
평 면 도
저 판
상 세 "C"
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
공 사 명
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-안심육도)건설 실시설계
도 면 명
고모고(범물동방향,A1)교대일반도
축 척
1:100
도면번호
260

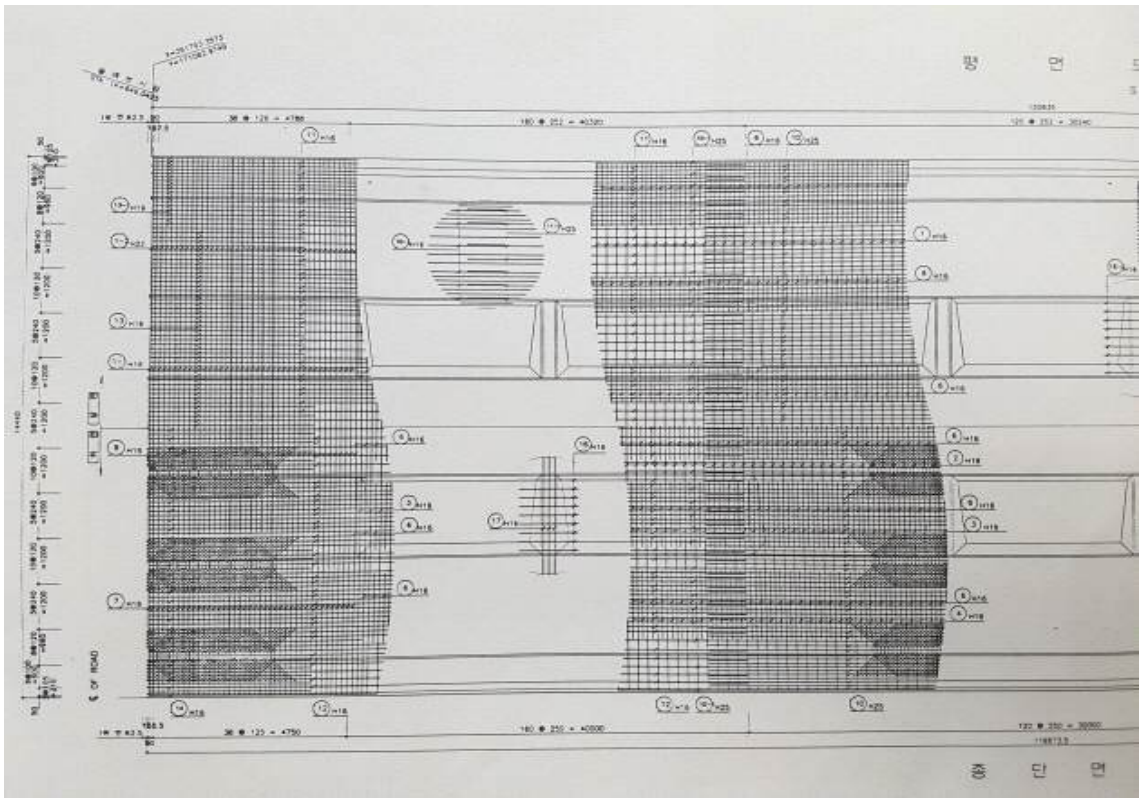

강도 설계법
정 면 도
단 면 A - A
날 개 벽
고 좌 받 침 상 세
상 세 "A"
상 세 "B"
평 면 도
저 판
상 세 "C"
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
공 사 명
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-안심육도)건설 실시설계
도 면 명
고모고(두 동방향,A1)교대일반도
축 척
1:100
도면번호
264

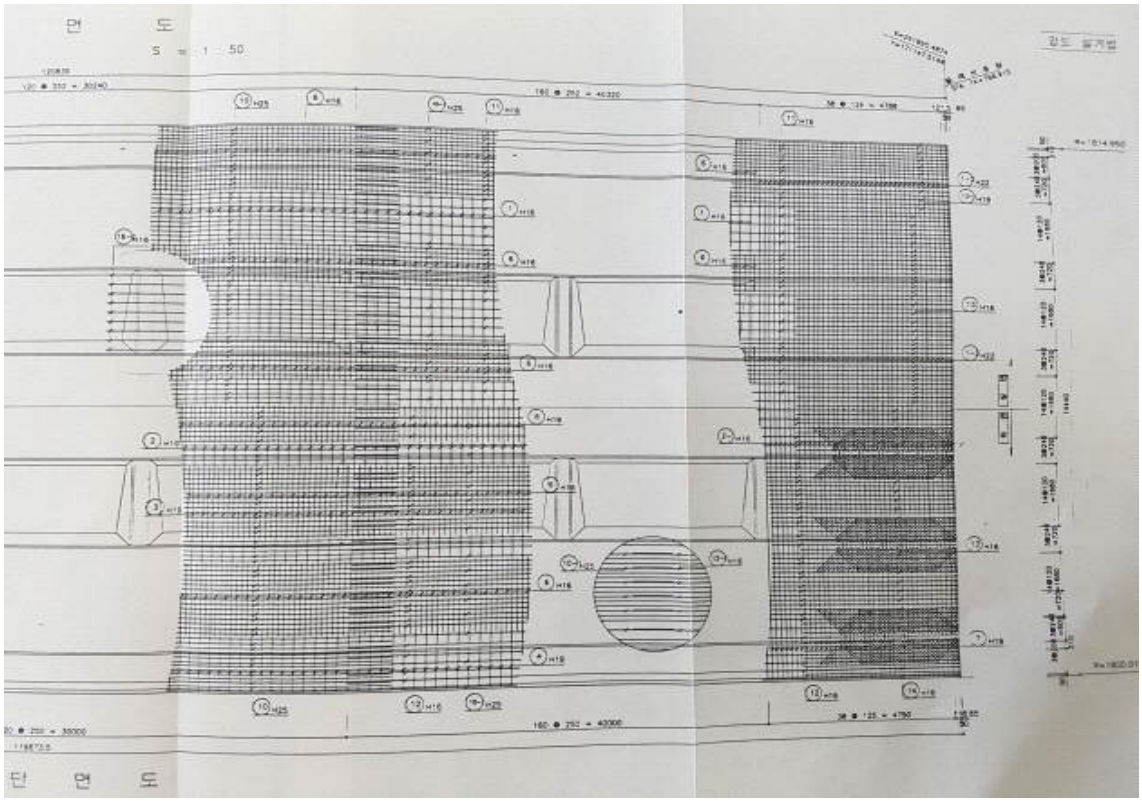
[일반도(교대)]


교 각 일 반 도 (P1)
(양 방 향)
강도 설계법
평 면 도
S = 1 : 100
정 면 도
S = 1 : 100
측 면 도
S = 1 : 100
교좌받침몰탈 상세
S = 1 : 50
기 초 평 면 도
S = 1 : 100
BEARING TABLE
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
大韓綜合技術公社
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연성육도)건설 실시설계
고모교 교각일반도(P1)
1:100
279

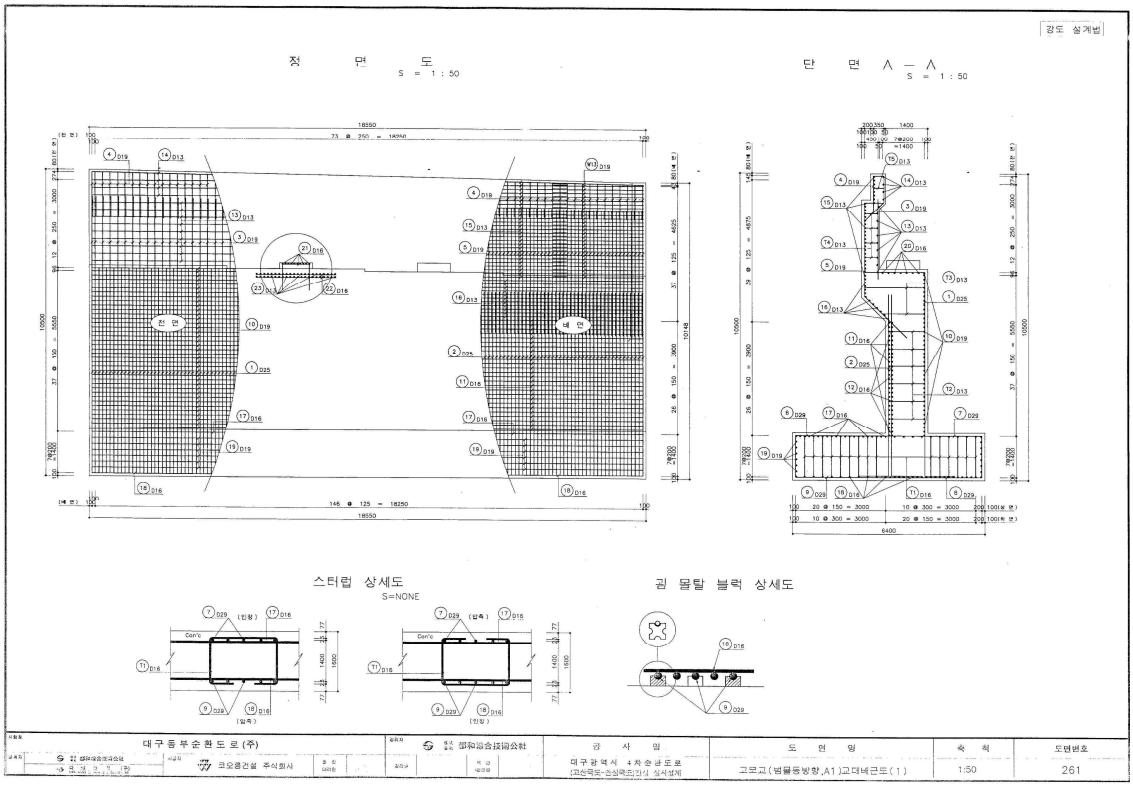

교 각 일 반 도 (P2)
(낭 방 향)
강도 설계법
BEARING TABLE
평 면 도
S = 1 : 100
정 면 도
S = 1 : 100
측 면 도
S = 1 : 100
교좌받침몰탈 상세
기 초 평 면 도
S = 1 : 100
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
大韓綜合技術公社
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연성육도)건설 실시설계
고모교 교각 일반도(P2)
1:100
285

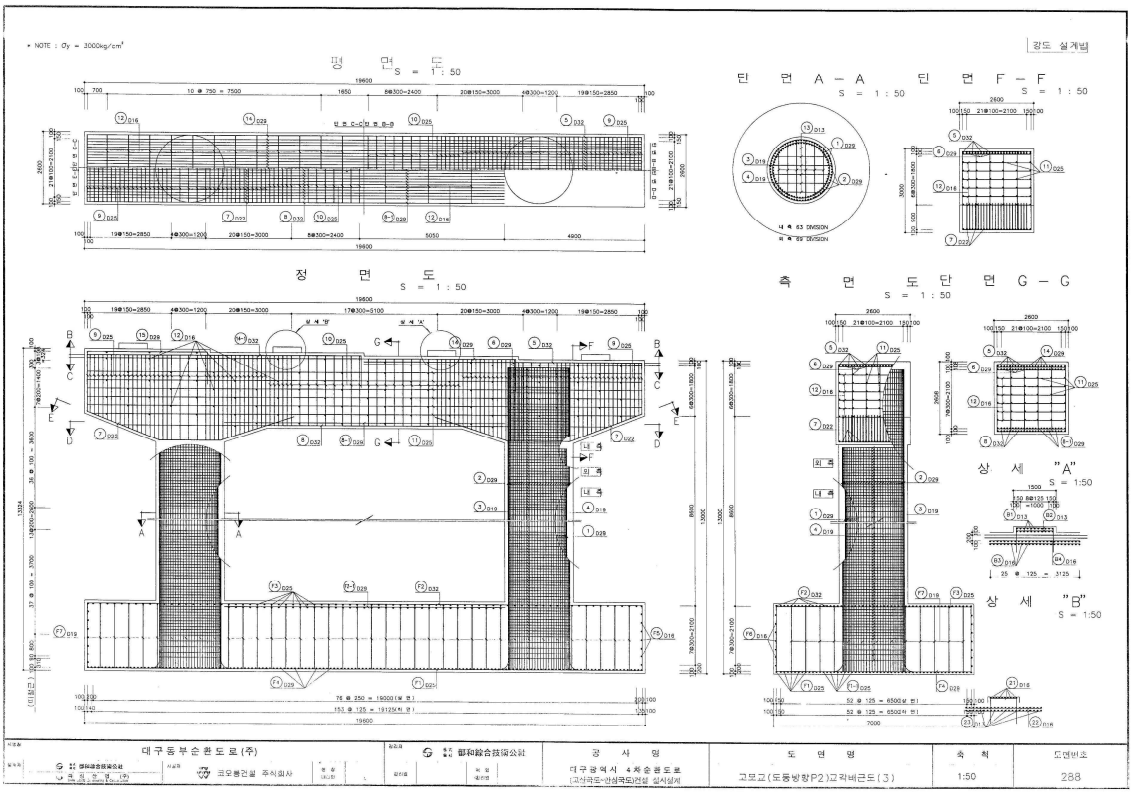
[일반도(교각)]





[배근도(슬래브)]


정 면 도
S = 1 : 50
단 면 A - A
S = 1 : 50
스터럽 상세도
S=NONE
귐 몰탈 블럭 상세도
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
都和綜合技術公社
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연삼육도)간선 설계설계
고모교(범물동방향,A1)고대배근도(1)
1:50
261


정 면 도
S = 1 : 50
단 면 A - A
S = 1 : 50
단 면 F - F
S = 1 : 50
측 면 도 단 면 G - G
S = 1 : 50
상 세 "A"
S = 1:50
상 세 "B"
S = 1:50
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
都和綜合技術公社
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연삼육도)간선 설계설계
고모교(도동방향P2)교각배근도(3)
1:50
288

[배근도(교대 및 교각)]

3. 자료수집 및 분석

3.1 자료수집

<표 3.1> 자료수집 목록

구 분	자료수집 대상 자료	보관유무	비고
건설관련 자료	1) 준공보고서 2) 준공도면 3) 시공상세도 4) 구조계산서 5) 수리, 수문계산서 6) 공사 및 특별시방서 7) 감리보고서 8) 품질관리 관련자료 9) 지반조사보고서 10) 건설공사 안전점검 보고서 11) 건설공사 초기점검보고서 12) 주요설계변경 내역 등	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ -	◦ FMS시스템 보유
유지관련 자료	1) 시설물관리대장 2) 기존 점점 자료 3) 기존 안전진단 자료 4) 보수·보강 및 용도변경 자료 5) 계측관리 관련 자료	○ ○ ○ - -	◦ 시설물관리대장 ◦ 기존 점검자료(정밀안전진단)
기타 자료	1) 시설물 인접굴착 자료 2) 관리주체 자체 점검 자료 3) 관리주체 중점관리 구간 자료 4) 관리주체 시설물 관리 기준 5) 관리주체 유지관리 시스템 및 방안 자료	- ○ - - -	◦ 자체 점검자료 입수

3.2 자료수집 및 분석

3.2.1 점검 및 진단이력

가. 정밀안전점검 및 정기안전점검 이력사항

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
1	정기점검	2018-08-21	2018-09-19	(주)명성엔지니어링	양호	외관조사 결과, 교면포장 아스콘 균열, 배수시설 배수관 누수, 배수구 막힘, 방호벽 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 받침콘크리트 균열, 바닥판 균열, 박락, 거더 내부 체수, 외부 이물질 퇴적, 교대 및 교각 균열, 박락 등의 손상이 조사됨. 본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수보강안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단됨.
2	정기점검	2018-03-20	2018-04-15	(주)명성엔지니어링	양호	외관조사 결과, 교면포장 아스콘 균열, 배수시설 배수관 누수, 배수구 막힘, 방호벽 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 받침콘크리트 균열, 바닥판 균열, 박락, 거더 내부 체수, 외부 이물질 퇴적, 교대 및 교각 균열, 박락 등의 손상이 조사됨. 본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수보강안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단됨.
3	정기점검	2017-11-01	2017-11-20	(주)삼우기술	양호	포장부 식생, 균열, 포장파손, 방호벽 델리네이터 파손, 중앙분리대 미세균열, 신축이음 식생, 본체 토사 및 아스콘 퇴적, 차수판 볼트 망실, 캔틸레버 미세균열, 단면파손, 교대 및 교각 균열, 긁힘, 단면파손, 누수오염, 교량받침 받침콘크리트 균열, 잡철, 배수구 막힘 등이 조사됨.

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
4	정밀안전진단	2017-03-02	2017-06-09	(주)우림종합엔지니어링	B	교면포장 망상균열, 아스콘 균열, 패임, 콘크리트 방호난간 균열, 백태, 거더외부 강재긁힘, 변형 국부 발생 및 내부부식, 누수흔적, 실링처리미흡, 교대 미세균열, 교각 미세균열, 누수흔적 및 오염 등의 손상이 발생됨.
5	정기점검	2016-08-19	2016-09-01	(주)우림종합엔지니어링	양호	점검 결과, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열 및 교대의 누수오염에 대해서는 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 손상 부위에 대한 보수보강과 함께 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
6	정밀점검	2016-02-19	2016-04-03	(주)우림종합엔지니어링	B	가천교의 현장조사에 의한 상태평가 결과 “B”등급으로 평가되었으며, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대해서는 단기적인 보수와 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 유지관리 하는데는 문제가 없을 것으로 판단됨.
7	정기점검	2015-09-01	2015-09-19	(주)우림종합엔지니어링	양호	전회 정기점검 이후 하자보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태임. 주요 손상으로는 교면 포장균열, 갓길측 망상균열, 신축이음장치 후타재 균열, 교대 누수오염, 교각 누수오염, 백태 등이 조사되었으며, 시설물의 구조적 안전성과 차량의 주행성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 지속적인 주의관찰과 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
8	정기점검	2015-03-11	2015-03-25	(주)우림종합엔지니어링	양호	하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태임. 갓길측 망상균열, 포장균열, 신축장치 후타재 균열 등의 손상이 발생된 상태임.

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
9	정기점검	2014-10-10	2014-10-24	(주)우림종합엔지니어링	양호	하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사 결과, 신축장치 후타재 균열 등의 손상이 발생된 상태임.
10	정밀점검	2014-02-15	2014-04-05	(주)삼우기술	B	주요 손상으로는 일부 포장면에서 아스콘 균열 및 거북등균열(망상균열), 신축이음장치의 후타재 균열 및 박락, 교대/교각에서 미세균열 및 백태등이 조사됨. 조사된 손상에 대한 보수가 적절히 이루어진다면 제 기능을 지속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단됨.
11	정기점검	2013-08-26	2013-09-08	(주)삼우기술	양호	전회차 점검 이후 하자보수가 이루어졌으며, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열, 교대 백태 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되며 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
12	정기점검	2013-04-12	2013-04-26	(주)삼우기술	양호	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사결과 후타재 균열 및 방호벽 박리, 박락이 발생한 상태임.
13	정기점검	2012-11-02	2012-11-25	(주)삼우기술	양호	전회차 진단 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
14	정밀안전진단	2012-03-05	2012-06-30	(주)아워브레인	B	가천교에 대한 정밀안전진단 결과, 안전등급 “B”로 평가됨. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 나타났음. 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 신축이음 및 받침장치의 가동상태 등 교량의 전반적인 신축거동 또한 양호한 상태로 나타남.

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
15	정기점검	2011-11-01	2011-11-30	(주)아워브레인	양호	전회점검 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단됨. 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
16	정기점검	2011-05-02	2011-05-31	(주)아워브레인	양호	전회점검 이후 교면 재포장을 실시하였으며, 델리네이트 파손부에 대한 보수가 완료된 상태이며, 보조부재에 일부 손상이 추가된 상태임. 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
17	정기점검	2010-09-13	2010-11-30	(주)아워브레인	양호	전회점검 이후 주부재 및 보조부재에 일부 손상이 진전된 상태로, 진전된 주요손상으로는 포장균열, 균열부 주변 포트홀, 패임과 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 내부 손상 등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
18	정기점검	2010-04-27	2010-05-31	(주)아워브레인	양호	교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었음. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이나, 기 발생된 손상현황은 유지관리차원의 적절한 조치가 필요하며 특히, 신축이음 후타재 균열에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요함.

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
19	정기점검	2009-10-01	2009-11-30	(주)동화엔지니어링	양호	미세균열, 델리네이트 파손, 신축이음부 분부식이 일부구간 관찰되나 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며 전반적으로 양호한 상태로 조사됨.
20	정밀점검	2009-04-07	2009-06-30	(주)동화엔지니어링	A	가천교에 대한 정밀안전점검결과 시설물의 종합평가등급은 "A"등급으로 평가됨.
21	정기점검	2009-04-07	2009-05-31	(주)동화엔지니어링	양호	가천교에 대한 정기점검결과 시설물의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가됨. 따라서, 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 이 교량의 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단됨.
22	정기점검	2008-10-01	2008-11-29	(주)한국건설안전기술단	양호	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수 증가 및 중차량 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 바람직함.
23	정기점검	2008-04-23	2008-05-30	(주)한국건설안전기술단	양호	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수 증가 및 중차량 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 바람직함.
24	정기점검	2007-10-01	2007-11-30	부계기술단(주)	양호	0.2㎜이하 균열, 교량받침 녹발생 등이 발생됨.
25	정밀점검	2007-04-05	2007-05-31	부계기술단(주)	A	0.2㎜이하 균열, 교량받침 녹발생 등이 발생됨.

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
26	정기점검	2006-10-01	2006-11-30	부계기술단(주)	양호	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가됨.
27	정기점검	2006-05-08	2006-05-31	부계기술단(주)	양호	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가, 따라서 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성이 없음.
28	정기점검	2005-10-07	2005-11-30	(주)혜성안전기술원	양호	난간연석부분에 폭 0.1㎜ 일방향 균열 발생, 교대에 폭 0.1~0.2㎜ 일방향 균열 및 누수발생, 교각에 폭 0.1㎜ 일방향 균열발생, 신축이음장치는 일부 불량하나 전반적으로 상태 양호함.
29	정밀점검	2005-05-12	2005-07-05	(주)혜성안전기술원	A	교량의 안전성 및 사용성이 양호하며 국부적인 경미한 손상이 발생한 상태임. 정밀안전진단 필요성 없음.
30	정기점검	2004-11-01	2004-12-25	(주)혜성안전기술원	양호	상부구조 상태는 양호한 편이고 연석과 하부구조는 폭 0.1㎜ 균열이 다수 발생한 상태임. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태임.
31	정기점검	2004-05-19	2004-07-18	(주)혜성안전기술원	양호	상부구조 상태는 양호한 편이고 연석과 하부구조는 폭 0.1㎜ 균열이 다수 발생한 상태임. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태임.
32	정기점검	2003-10-25	2003-12-25	(주)한국건설안전기술단	양호	상태양호
33	정밀점검	2003-02-24	2003-04-25	(주)한국건설안전기술단	A	상태양호

나. 2017년 정밀안전진단 실시결과

구 분		내 용
점검구분		정밀안전진단
점검기관		㈜우림종합엔지니어링
종합의견		◦가천교는 안전등급 B의 전체적으로 양호한 상태의 교량으로 금회 외관조사 결과 지적된 손상에 대해서는 내구성 및 사용성확보 차원의 보수가 일부 필요한 것으로 판단된다. ◦현장 및 실내 시험을 통한 추정강도는 설계기준을 만족하고 있으며, 철근탐사를 통한 배근간격 및 피복두께는 측정부위에 따라 다소 편차는 있으나 전반적으로 설계 상태에 양호하게 조사 되었다. 탄산화 및 염화물함유량의 경우 a등급 이상을 유지하고 있는 양호한 상태로 평가되었다. ◦강재비파괴 시험결과, 맞대기 용접부 72개소에 대한 초음파탐상 실시 결과 'KS B 0896'의 판정 등급기준에 의거 판정되어 전체 불합격 결함은 조사되지 않은 양호한 것으로 판정되었다. ◦본 교량의 안전성 검토를 통한 강박스 거더와 바닥판 슬래브의 기본내하력 및 공용내하력 평가 결과 내하율 1.0 이상으로 설계활하중 DL(DB)-24를 만족하는 것으로 평가 되었다. ◦가천교의 외관조사에 의한 상태평가 결과는『B』등급이고, 구조안전성 평가 결과는『A』등급으로, 종합평가는『B』등급으로 평가되었으며, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여는 보고서에 제시된 보수·보강과 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
내구성 조사	압축 강도	◦상부구조: 29.5~30.1MPa 로 설계기준강도 100%이상인 것으로 분석됨. (상부구조: 27.0MPa) ◦하부구조: 25.0~25.7MPa 로 설계기준강도 100%이상인 것으로 분석됨. (하부구조: 24.0MPa)
	탄산화	◦탄산화 깊이 : 상부구조 9.8~13.8㎜, 하부구조 5.2~10.8㎜ ◦최소잔여 깊이 : 상부구조 23.4~44.4㎜, 하부구조 60.4~87.3㎜ "a~b"로 평가됨 ◦평가등급 : "a~b"로 평가됨
상태평가		◦결함도 점수: 0.160, 평가등급: B
평가등급		B등급

3.2.2 보수·보강이력

No	공사명 공사기간	보수보강부위 공사내역	시공자 책임기술자	**공사비 (천원)**
1	2010년 범안로 아스팔트포장 보수공사 2010-10-15 ~ 2010-10-20	교면포장 재포장	(주)협우건설 채수진	61,060
2	2011년 범안로 아스팔트포장 보수공사 2011-03-10 ~ 2011-03-15	교면포장 재포장	(주)협우건설 채수진	73,700
3	가천교 하자보수공사 2012-11	하자보수	-	-
4	가천교, 범안대교 방호벽 교체 및 추가설치 공사 2013-03	방호벽 및 중분대 중성화방지 보수	한성안전	70,000
5	가천교 아스팔트포장 보수공사 2013-03	교면포장 재포장	원진건설(주)	70,000
6	가천교 신축이음장치 보수공사 2015-05	신축이음장치 후타재 균열 및 단면보수	-	-
7	범안로 교량등 부분 포장 보수공사 2016-04-25 ~ 2016-04-26	교면포장 절삭 후 재포장	대익건설(주) 최철모	16,700
8	가천교 교면 방수공사 2017-09-25 ~ 2017-11-12	교면포장 A1~A2 교면 방수공사	(주)새움씨앤씨 윤종철	450,000

3.2.3 유지관리 관련 자료 분석결과

1) 정밀안전점검 6회, 정밀안전진단 2회에 대한 유지관련자료 분석 결과, 지속적인 점검결과에 따라 단계별로 보수계획을 수립하는 등 관리주체는 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위해 세심한 유지관리를 실시하고 있는 것으로 분석되었다.

2) 과업 수행시 효과적으로 용역을 수행하기 위하여 설계도면(복원도면)과 보수자료 등을 입수하였으며, 기타 필요한 자료는 관계자 청문 등을 통하여 확인하였다.

3) 과거 상태평가 결과와 금회 상태평가 결과를 비교·분석하여 변동여부를 검토한 후 결함점수 및 등급 변동에 대한 원인을 분석하고자 한다.

4) 금번 정밀안전점검은 7회차 점검으로써, 내구성 시험 중 반발경도, 탄산화시험의 상태 변화 등을 비교 할 수 있도록 하며, 특히 탄산화 깊이에 대한 변화여부에 대해 분석이 필요할 것으로 판단된다.

5) 과거 현장점점 결과를 종합해 보면, 조사된 손상들은 콘크리트 재료 및 시공, 환경요인적 특성, 공용기간 경과 등의 비구조적인 손상이 대부분이나, 내구성에 영향을 미치므로, 금회 과업 시 다음과 같은 중점 조사항목을 선정하여 금회 점검 방향을 설정하였다.

구 분		중점점검 사항	비고
외관 조사	교면포장	- 균열, 단차 및 함몰 발생 유무 - 소성변형, 포트홀 등 발생 유무	
	방호벽	- 무도장상태 및 강재부식 등 추가 발생 유무 - 방호벽 및 난간 부식 등 손상의 추가 발생 유무 - 공용기간 증가에 따른 방호벽 및 난간 손상 발생 유무	
	배수시설	- 원활한 배수상태 확보를 위한 청소 등의 일상적인 유지관리 필요	
	신축이음	- 공용기간 증가 시 본체 차수기능상실 등의 손상에 의한 하부구조 우수유입 유무 - 후타재 균열 보수 후 추가발생 유무, 단차발생 유무	
	바닥판하면	- 무도장상태 및 강재부식 등 추가 발생 유무 - 공용기간 증가에 따른 손상 발생 유무	
	거더	- 무도장상태 및 강재부식 등 추가 발생 유무 - 보강재 및 리브의 변형 및 좌굴여부 - 용접부 피로균열의 발생 여부 - 볼트 현장연결부 볼트이완 등 볼트체결 상태 - 처짐 및 변형 여부	
	받침장치	- 본체 파손 및 부식 발생 유무 - 받침대 콘크리트 균열 보수부 추가 손상 발생 여부 - 교량의 신축에 따른 제 기능 확보 여부	
	교대, 교각	- 교대 및 교각 균열보수 후 균열 진전 및 추가 손상발생 유무 - 교각 기둥부 침식 및 세굴, 하상변위 등의 발생 유무	

4. 외관조사 및 내구성조사

4.1 외관조사 결과

4.1.1 손상현황표(범물방향)

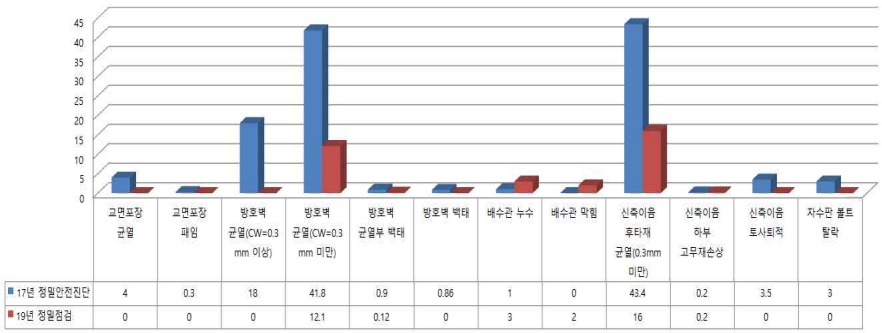
구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
교면포장		상태양호	-	-	-	
방호벽 및 중앙분리대		균열부 백태	㎡	0.12	4	
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	12.1	25	
배수시설		배수관 누수	EA	-	3	
		배수관 막힘	EA	-	2	
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.0	36	
		본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1	
바닥판		균열(0.3mm미만)	m	14.0	14	
		박락 및 철근노출	㎡	0.04	1	
		표면열화	㎡	5.0	1	
거더	외부	상태양호	-	-	-	
	내부	상태양호	-	-	-	
교량받침		받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.3	5	
		Plate 도장박리/들뜸	㎡	0.01	1	
교대		실란트 파손	m	2.0	1	
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	15.0	9	
		망상균열	㎡	11.0	5	
		긁힘	㎡	0.1	1	
		누수 및 체수흔적	㎡	8.0	3	
		조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	
		표면열화	㎡	20.0	1	

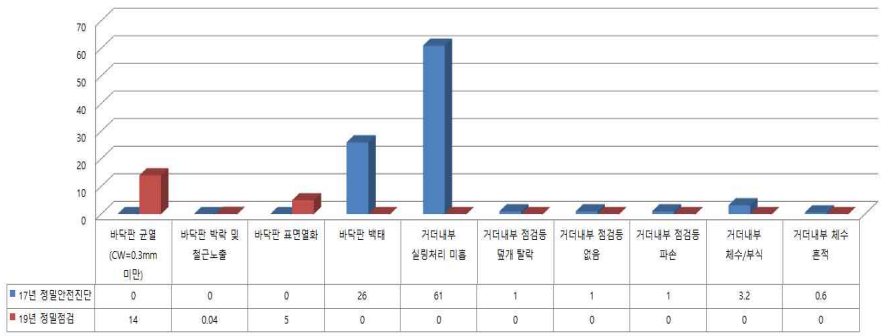
4.1.2 이전 점검과의 비교

가. 손상물량 비교표(범물방향)

구분		손상내용	단위	2017년 진단		금회		증,감 (▲,▼)	비고
				물량	개소	물량	개소		
교면포장		포장균열	m	4.0	1	-	-	4.0 ▼	감소(보수)
		패임	㎡	0.3	1	-	-	0.3 ▼	감소(보수)
난간 및 방호벽		균열(CW=0.3mm 이상)	m	18.0	9	-	-	18.0 ▼	감소(보수)
		균열(CW=0.3mm 미만)	m	41.8	36	12.1	25	29.74 ▼	감소(보수)
		균열부 백태	㎡	0.9	3	0.12	4	0.78 ▼	감소(보수)
		백태	㎡	0.86	10	-	-	0.86 ▼	감소(보수)
배수시설		배수관 누수	EA	-	1	-	3	▲ 2	증가(신규)
		배수관 막힘	EA	-	-	-	2	▲ 2	증가(신규)
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	43.4	66	16.0	36	27.4 ▼	감소(보수)
		하부 고무재손상(P3)	m	0.2	1	0.2	1	-	감소(보수)
		토사퇴적	m	3.5	3	-	-	3.5 ▼	감소(보수)
		차수판 볼트 탈락	EA	-	3	-	-	3 ▼	감소(보수)
바닥판		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	-	-	14.0	14	▲ 14.0	증가(신규)
		박락 및 철근노출	㎡	-	-	0.04	1	▲ 0.04	증가(신규)
		표면열화	㎡	-	-	5.0	1	▲ 5.0	증가(신규)
		백태	㎡	26.0	3	-	-	26.0 ▼	감소(보수)
거더	외부	상태양호	-	-	-	-	-	-	감소(보수)
	내부	실링처리 미흡	m	61.0	61	-	-	61.0 ▼	감소(보수)
		점검등 덮개 탈락	EA	-	1	-	-	1 ▼	감소(보수)
		점검등 없음	EA	-	1	-	-	1 ▼	감소(보수)
		점검등 파손	EA	-	1	-	-	1 ▼	감소(보수)
		체수/부식	㎡	3.2	2.0	-	-	3.2 ▼	감소(보수)
		체수 흔적	㎡	0.6	1.0	-	-	0.6 ▼	감소(보수)
교량받침		받침콘크리트 균열 (cw=0.3㎜미만)	m	-	-	1.3	5	▲ 1.3	증가(신규)
		Plate 도장박리/들뜸	㎡	-	-	0.01	1	▲ 0.01	증가(신규)
		부식	㎡	0.02	2	-	-	0.02 ▼	감소(보수)
교대		실란트 파손	m	-	-	2.0	1	▲ 2.0	증가(신규)
		균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.25	1	-	-	1.25 ▼	감소(보수)
		부착물 덮개탈락	EA	-	4	-	-	4 ▼	감소(보수)
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	24.8	17	15.0	9	9.8 ▼	감소(보수)
		망상균열	㎡	-	-	11.0	5	▲ 11.0	증가(신규)
		긁힘	㎡	-	-	0.1	1	▲ 0.1	증가(신규)
		누수 및 체수흔적	㎡	23.75	4	8.0	3	15.75 ▼	감소(보수)
		조류배설물 퇴적	㎡	6.0	1	3.0	1	3.0 ▼	감소(보수)
		표면열화	㎡	-	-	20.0	1	▲ 20.0	증가(신규)

나. 결과분석

<table>
<tr><th>구분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">주요
손상
증감
비교표</td><td>
주요손상 증감 비교표(물량)


<table>
<tr><th></th><th>교면포장 균열</th><th>교면포장 파임</th><th>방호벽 균열(CW=0.3 mm 이상)</th><th>방호벽 균열(CW=0.3 mm 미만)</th><th>방호벽 균열부 백태</th><th>방호벽 백태</th><th>배수관 누수</th><th>배수관 막힘</th><th>신축이음 후타재 균열(0.3mm 미만)</th><th>신축이음 하부 고무재손상</th><th>신축이음 토사퇴적</th><th>자수판 볼트 탈락</th></tr>
<tr><td>17년 정밀안전진단</td><td>4</td><td>0.3</td><td>18</td><td>41.8</td><td>0.9</td><td>0.86</td><td>1</td><td>0</td><td>43.4</td><td>0.2</td><td>3.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>19년 정밀점검</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>12.1</td><td>0.12</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>16</td><td>0.2</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>
주요손상 증감 비교표(물량)


<table>
<tr><th></th><th>바닥판 균열 (CW=0.3mm 미만)</th><th>바닥판 박락 및 철근노출</th><th>바닥판 표면열화</th><th>바닥판 백태</th><th>거더내부 실링처리 미흡</th><th>거더내부 점검등 덮개 탈락</th><th>거더내부 점검등 없음</th><th>거더내부 점검등 파손</th><th>거더내부 체수/부식</th><th>거더내부 체수 흔적</th></tr>
<tr><td>17년 정밀안전진단</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>26</td><td>61</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3.2</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>19년 정밀점검</td><td>14</td><td>0.04</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>
주요손상 증감 비교표(물량)

<table>
<tr><th></th><th>받침콘크리트 균열 (cw=0.3mm미만)</th><th>받침 Plate 도장박리/들뜸</th><th>받침 부식</th><th>교대 실란트 파손</th><th>교대 균열(cw=0.3 mm미만)</th><th>교대 부착물 덮개탈락</th><th>교각 균열(cw=0.3 mm미만)</th><th>교각 망상균열</th><th>교각 균열</th><th>교각 누수 및 체수흔적</th><th>교각 조류배설물 퇴적</th><th>교각 표면열화</th></tr>
<tr><td>17년 정밀안전진단</td><td>0</td><td>0</td><td>0.02</td><td>0</td><td>1.25</td><td>4</td><td>24.8</td><td>0</td><td>0</td><td>23.75</td><td>6</td><td>0</td></tr>
<tr><td>19년 정밀점검</td><td>1.3</td><td>0.01</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>15</td><td>11</td><td>0.1</td><td>8</td><td>3</td><td>20</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>결과분석</td><td>• 기 진단대비 손상이 대부분 감소한 반면 일부 손상인 바닥판 균열, 받침콘크리트 균열 등은 증가하였다. 현재 구조적 손상은 발생되지 않았으며, 장기공용에 의한 열화 및 기점검시 조사누락 등에 따른 비구조적 손상이 추가 조사됨
• 기 조사된 손상들은 다소 경미한 수준이며 보수 및 보강 후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 사료됨</td><td></td></tr>
</table>

4.1.3 손상현황표(안심방향)

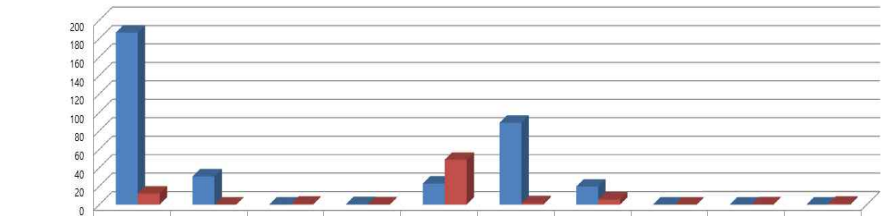
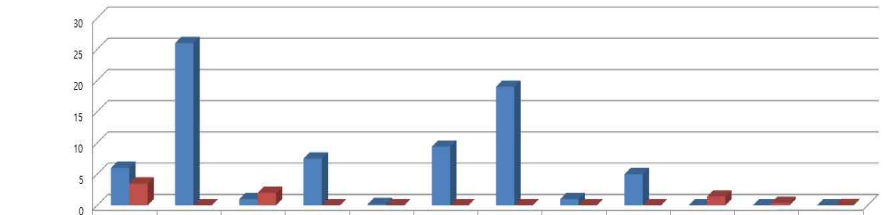
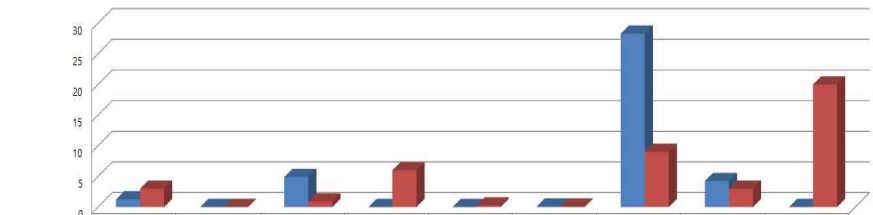
구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
교면포장		아스콘 균열	m	12.0	2	
		아스콘 파손	㎡	0.9	7	
난간 및 방호벽		균열부 백태	㎡	0.16	4	
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	48.6	98	
		단차	m	1.5	1	
배수시설		배수관 누수	EA	-	2	
		배수관 탈락	EA	-	1	
		배수구 막힘	EA	-	2	
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	5.5	11	
		후타재 파손	㎡	0.04	1	
		본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1	
		차수판 볼트 탈락	EA	1	1	
바닥판		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	3.5	5	
거더	외부	변형	m	2.0	1	
	내부	상태양호	-	-	-	
교량받침		받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.4	6	
		무수축몰탈균열(cw=0.3㎜미만)	m	0.4	2	
		잡철 노출	㎡	0.02	1	
교대		균열 (cw=0.3mm미만)	m	3.0	4	
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	0.9	2	
		망상균열	㎡	6.0	2	
		재료분리	㎡	0.25	1	
		긁힘 및 파손	㎡	0.08	2	
		누수 및 체수흔적	㎡	9.0	1	
		조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	
		표면열화	㎡	20	1	

4.1.4 이전 점검과의 비교(범물방향)

가. 손상물량 비교표

구분		손상내용	단위	2017년 진단		금회		증,감 (▲,▼)	비고
				물량	개소	물량	개소		
교면포장		아스콘 균열	m	186.5	13	12.0	2	174.5 ▼	감소(보수)
		망상균열	㎡	30.5	2	-	-	30.5 ▼	감소(보수)
		아스콘 파손	㎡	-	-	0.9	7	▲ 0.9	증가(미보수)
난간 및 방호벽		균열부 백태	㎡	0.5	5	0.16	4	0.34 ▼	감소(보수)
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	22.8	19	48.6	98	▲ 25.8	증가(신규)
		균열 (CW=0.3mm 이상)	m	88.7	58	1.5	1	87.2 ▼	감소(보수)
배수시설		상태양호	-	-	-	-	-	-	감소(보수)
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	19.5	39	5.5	11	14.0 ▼	감소(보수)
		후타재 파손	㎡	-	-	0.04	1	▲ 0.04	증가(신규)
		하부 고무재 손상(P3)	m	-	-	0.2	1	▲ 0.2	증가(신규)
		차수판 볼트 탈락	EA	-	-	1	1	▲ 1	증가(신규)
바닥판		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	6.0	6	3.5	5	▲ 2.5	증가(신규)
		백태	㎡	26.0	3	-	-	26.0 ▼	감소(보수)
거더	외부	변형	m	1.0	1	2.0	1	▲ 1.0	증가(기존)
		도장긁힘	㎡	7.5	2	-	-	7.5 ▼	감소(보수)
	내부	도장박락, 부식	㎡	0.2	1	-	-	0.2 ▼	감소(보수)
		조류배설물	㎡	9.4	4	-	-	9.4 ▼	감소(보수)
		실링처리 미흡	m	19.0	19	-	-	19.0 ▼	감소(보수)
		점검등 덮개파손	EA	1.0	1	-	-	1.0 ▼	감소(보수)
		점검등 파손	EA	5.0	5	-	-	5.0 ▼	감소(보수)
교량받침		받침콘크리트균열 (cw=0.3㎜미만)	m	-	-	1.4	6	▲ 1.4	증가(신규)
		몰탈균열(cw=0.3㎜미만)	m	-	-	0.4	2	▲ 0.4	증가(신규)
		잡철 노출	㎡	-	-	0.02	1	▲ 0.02	증가(신규)
교대		균열 (cw=0.3mm미만)	m	1.25	3	3.0	4	▲ 1.75	증가(신규)
		철근노출	㎡	0.01	1	-	-	0.01 ▼	감소(보수)
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	4.9	4	0.9	2	4.0 ▼	감소(보수)
		망상균열	㎡	-	-	6.0	2	▲ 6.0	증가(신규)
		재료분리	㎡	-	-	0.25	1	▲ 0.25	증가(신규)
		긁힘 및 파손	㎡	0.09	1	0.08	2	0.01 ▼	감소(보수)
		누수 및 체수흔적	㎡	28.29	6	9.0	1	19.29 ▼	감소(보수)
		조류배설물 퇴적	㎡	4.25	2	3.0	1	1.25 ▼	감소(보수)
		표면열화	㎡	-	-	20	1	▲ 2.0	증가(신규)

나. 결과분석

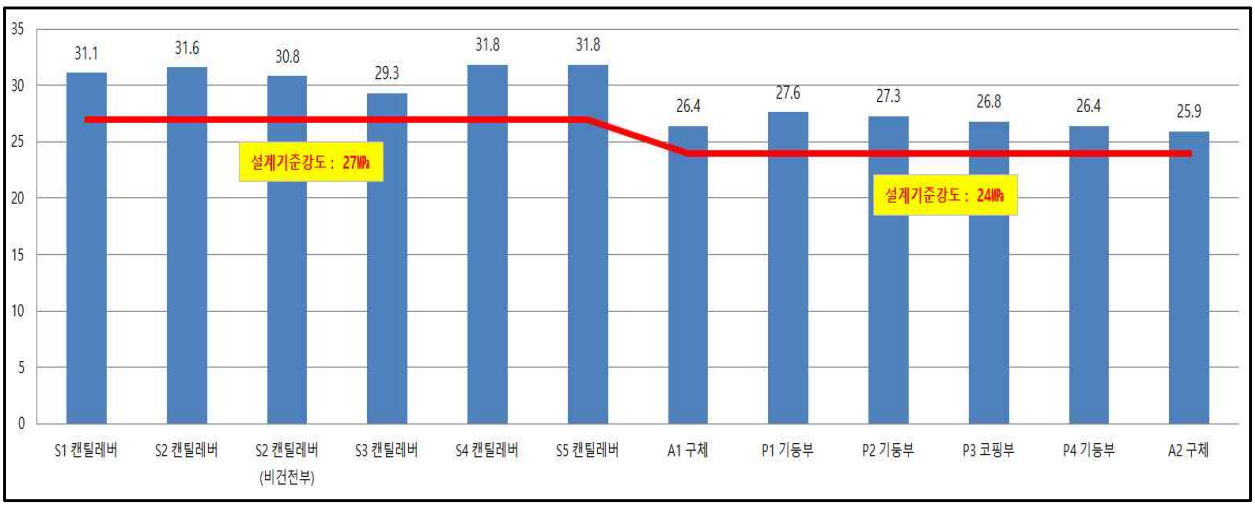
구분	내 용	비고
주요 손상 증감 비교표	주요손상 증감 비교표(물량)  200 180 160 140 120 100 80 60 40 20 0 교면포장 아스콘 균열 / 교면포장 망상균열 / 교면포장 아스콘 파손 / 방호벽 균열부 백태 / 방호벽 균열 (CW=0.3mm 미만) / 방호벽 균열 (CW=0.3mm 이상) / 후타재 균열(0.3mm미만) / 후타재 파손 / 신축이음 하부 고무재 손상 / 차수판 볼트 탈락 17년 정밀안전진단: 186.5 / 30.5 / 0 / 0.5 / 22.8 / 88.7 / 19.5 / 0 / 0 / 0 19년 정밀점검: 12 / 0 / 0.9 / 0.16 / 48.6 / 1.5 / 5.5 / 0.04 / 0.2 / 1	
	주요손상 증감 비교표(물량)  30 25 20 15 10 5 0 바닥판 균열 (CW=0.3mm 미만) / 바닥판 백태 / 거더외부 변형 / 거더외부 도장균열 / 거더내부 도장박락, 부식 / 거더내부 조류배설물 / 거더내부 실링처리 미흡 / 거더내부 점검등 멈개파손 / 거더내부 점검등 파손 / 받침콘크리트 균열(cw=0.3mm미만) / 교량받침 몰탈균열(cw=0.3mm미만) / 교량받침 접철 노출 17년 정밀안전진단: 6 / 26 / 1 / 7.5 / 0.2 / 9.4 / 19 / 1 / 5 / 0 / 0 / 0 19년 정밀점검: 3.5 / 0 / 2 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 1.4 / 0.4 / 0.02	
	주요손상 증감 비교표(물량)  30 25 20 15 10 5 0 교대 균열 (cw=0.3mm미만) / 교대 철근노출 / 교각 균열(cw=0.3mm 미만) / 교각 망상균열 / 교각 재료분리 / 교각 균열 및 파손 / 교각 누수 및 체수흔적 / 교각 조류배설물 퇴적 / 교각 표면열화 17년 정밀안전진단: 1.25 / 0.01 / 4.9 / 0 / 0 / 0.09 / 28.29 / 4.25 / 0 19년 정밀점검: 3 / 0 / 0.9 / 6 / 0.25 / 0.08 / 9 / 3 / 20	
결과분석	• 기 진단대비 손상이 대부분 감소한 반면 일부 손상인 교대 및 교각 균열 등은 증가하였다. 현재 구조적 손상은 발생되지 않았으며, 장기공용에 의한 열화 및 기점검시 조사누락 등에 따른 비구조적 손상이 추가 조사됨 • 기 조사된 손상들은 다소 경미한 수준이며 보수 및 보강 후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 사료됨	

4.2 내구성 조사

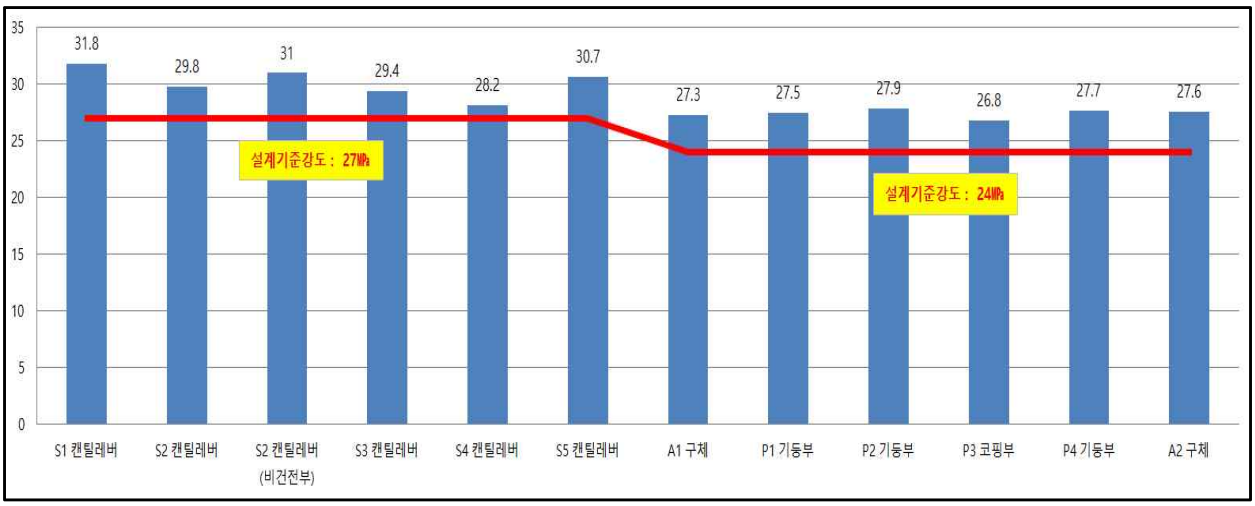
가. 콘크리트 품질조사 및 시험 결과

1) 반발경도 강도

비파괴 강도시험 결과, 범물방향은 상부구조 29.3~31.8MPa, 하부구조 25.9~27.6MPa이며, 안심방향은 상부구조 28.2~31.8MPa 하부구조 26.8~27.9MPa로 측정되었다. 설계기준강도인 상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0 MPa과 비교시 설계기준강도 이상으로 측정되었다.



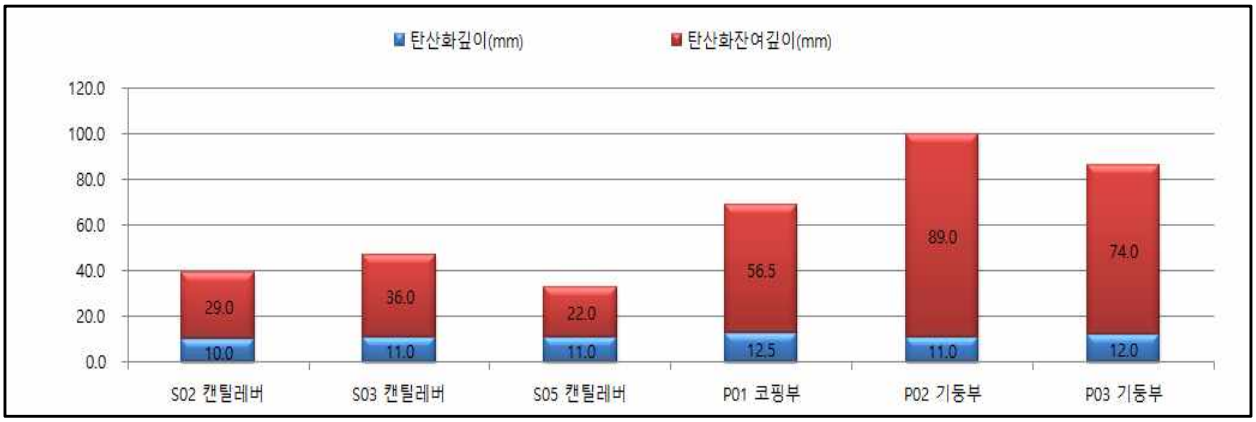
[범물방향 비파괴 시험결과]



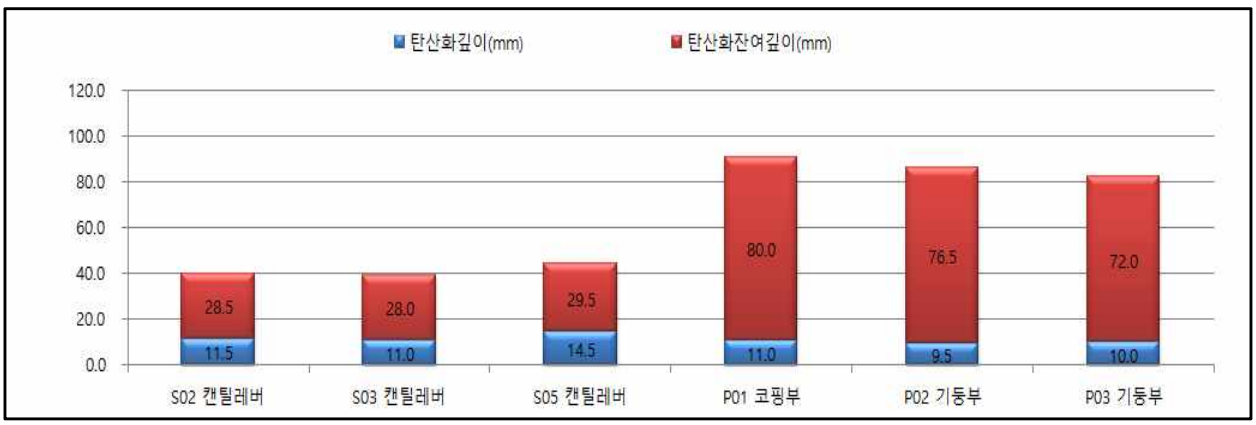
[안심방향 비파괴 시험결과]

2) 탄산화시험

탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로, 상부구조의 탄산화깊이는 범물방향 10.0~11.0㎜, 안심방향 11.5~14.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상으로 조사되었다. 하부구조의 경우 범물방향 11.0~12.5㎜, 안심방향 9.5~11.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상으로 상부·하부구조 모두 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있는 세부지침 기준 "b"등급으로 평가되었다.



[범물방향 탄산화 깊이 측정결과]



[안심방향 탄산화 깊이 측정결과]

나. 전회차(2017년) 시험결과와의 비교 분석

1) 전회차 시험결과 비교

시험항목		2017년 정밀안전진단	2019년 정밀점검
반발경도법	범물 방향	·상부구조 : 26.6~30.1(MPa) ·하부구조 : 24.4~28.(MPa)	·상부구조 : 29.3~31.8(MPa) ·하부구조 : 25.9~27.6(MPa)
	안심 방향		·상부구조 : 28.2~31.8(MPa) ·하부구조 : 26.8~27.9(MPa)
탄산화 깊이	범물 방향	·측정 범위 : 8.5~14.8㎜ ·잔여깊이 : 20.0~30.0㎜	·측정 범위 : 10.0~12.5㎜ ·잔여깊이 : 22.0~89.0㎜
	안심 방향		·측정 범위 : 9.5~14.5㎜ ·잔여깊이 : 28.0~91.0㎜

2) 전회차 시험결과와의 비교 분석

전회차 정밀안전진단과 비교해본 콘크리트 압축강도시험 결과, 측정위치에 따른 편차가 존재하나 설계기준강도 비교시 내구성에는 문제가 없을 것으로 사료된다.

탄산화 시험의 전회차 비교결과, 측정위치에 따른 측정값의 차이는 있으나 전반적으로 탄산화에 의한 철근부식의 영향은 미미한 것으로 판단된다.

5. 상태평가

5.1 상태평가 결과

가. 상태평가 결과(범물방향)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1	A1	강상판형교	a	a	a	a	a	b	b	a	a	q	x	x
S2	P1	강상판형교	b	a	a	a	a	b	x	b	b	q	b	a
S3	P2	강상판형교	b	a	a	a	b	b	x	a	b	q	a	a
S4	P3	강상판형교	a	a	a	a	a	b	b	b	b	q	x	a
S5	P4	강상판형교	c	a	a	a	b	b	x	b	b	q	b	a
-	A2	강상판형교							b	a	b	q		x
평균			0.200	0.100	0.100	0.100	0.140	0.200	0.200	0.150	0.183	0	0.167	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합			0.036	0.020	0.005	0.007	0.004	0.004	0.018	0.014	0.037	0	0.007	0.003
1. 환산결함도 점수 =													0.154	
2. 상태평가 결과 =													B	

나. 상태평가 결과(안심방향)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1	A1	강상판형교	a	c	a	b	a	b	b	a	b	q	x	a
S2	P1	강상판형교	a	a	a	b	b	b	x	b	b	q	b	a
S3	P2	강상판형교	b	a	b	b	b	b	x	b	b	q	b	a
S4	P3	강상판형교	b	a	a	a	a	b	c	b	c	q	x	x
S5	P4	강상판형교	a	a	a	a	b	a	x	c	b	q	b	x
-	A2	강상판형교							a	a	a	q		x
평균			0.140	0.160	0.120	0.160	0.160	0.180	0.233	0.200	0.217	0	0.200	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합			0.025	0.032	0.006	0.011	0.005	0.004	0.021	0.018	0.043	0	0.008	0.003
1. 환산결함도 점수 =													0.176	
2. 상태평가 결과 =													B	

다. 전체 교량상태 평가

구분	구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
가천교 (범물방향)	강상판형교	0.154	B	290	0.5	0.077
가천교 (안심방향)	강상판형교	0.176	B	290	0.5	0.088
1. 환산결함도 점수 =						**0.165**
2. 상태평가 결과 =						**B**

기준	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

※ 가천교 상태평가 결과 : 0.130 ≤ 0.165 < 0.260, 『 B 』로 평가됨.

5.2 기 진단 결과와 비교

가. 부재별 환산결함도 점수 비교

기 정밀안전진단과 비교시 금회 정밀조사로 인한 신규 손상으로 일부 물량이 증가하였다. 따라서 상태평가 평가 지수는 0.160에서 0.165로 상향하였고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태로 확인되었다.

나. 결과분석

구 분	정밀안전진단(2017년)	정밀점검(2019년)	비고
평가 지수	0.160	0.165	
상태평가 결과	B	B	

0	보수 불필요	0.13	부분 보수	0.26	보수	0.49	보강	0.79	재가설
A(최상)		B(양호)		C(보통)		D(불량)		E(위험)	
B등급 (0.165)								금회 정밀점검 상태평가 등급	
B등급 (0.160)								전차(2017년 정밀안전진단) 상태평가 등급	

◦ 환산결함도 점수가 0.165으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 『B등급(0.130≤0.165<0.260)』으로 평가되었다.

◦ 2017년 정밀안전진단과 금회 정밀점검의 환산결함도 점수를 비교한 결과, 일부 신규 손상으로 인하여 결함지수가 0.005 증가하였다.

6. 종합평가 및 안전등급

6.1 종합평가

○ 상태평가 및 안전성평가 결과

평가구분	결함점수 및 안전율	평가결과
상태평가	0.165(B)	B

○ 종합평가 결과: 『 B 』(상태평가 결과: B)

상태평가 결과	B	안전성평가 결과	-

종합평가 결과	B

6.2 안전등급 지정

종합평가에 의한 안전등급 산정 결과, “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 보수가 필요한 상태”인 **『B(양호)』**로 지정하였다.

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 부재별 개략공사비(범물방향)

구분	손상 내용	단위	물량	보수방안	단위	물량	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선순위
방호벽 및 중분대	균열부 백태	㎡	0.12	표면처리	㎡	0.2	50	10.0	3
	균열 (CW=0.3mm 미만)	m	12.1	표면처리	㎡	4.5	50	225.0	3
배수시설	배수관 누수	EA	3	정비	EA	4.5	10	45.0	2
	배수관 막힘	EA	2	정비(소통)	EA	3.0	250	750.0	2
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	16.0	표면처리	㎡	6.0	50	300.0	3
	하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	교체	식	1	5,000	5,000.0	1
바닥판	균열(0.3mm미만)	m	14.0	표면처리	㎡	5.3	**50**	265.0	**2**
	박락 및 철근노출	㎡	0.04	단면보수+방청	㎡	0.1	**250**	25.0	**1**
	표면열화	㎡	5.0	표면처리	㎡	7.5	50	375.0	2
교량받침	받침콘크리트균열 (cw=0.3㎜미만)	m	1.3	표면처리	㎡	0.5	50	25.0	2
	Plate 도장박리/들뜸	㎡	0.01	재도장	㎡	0.01	45	0.5	2
교대	실란트 파손	m	2.0	주의관찰	m	3.0	-	0.0	-
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m	15.0	표면처리	㎡	5.6	50	280.0	2
	망상균열	㎡	11.0	표면처리	㎡	16.5	50	825.0	2
	긁힘	㎡	0.1	단면보수	㎡	0.2	230	46.0	2
	누수 및 체수흔적	㎡	8.0	표면처리	㎡	12.0	50	600.0	2
	조류배설물 퇴적	㎡	3.0	정비	㎡	4.5	10	45.0	3
	표면열화	㎡	20.0	표면처리	㎡	30.0	50	1,500.0	2

※ 상기 개략공사비는 가시설비가 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 면적환산 = 균열보수(0.3㎜미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

7.2 부재별 개략공사비(안심방향)

구분	손상 내용	단위	물량	보수방안	단위	물량	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선순위
교면포장	아스콘 균열	m	12.0	아스콘팻칭	m	18.0	75	1,350.0	3
	아스콘 파손	㎡	0.9	아스콘팻칭	㎡	1.4	75	105.0	3
방호벽 및 중분대	균열부 백태	㎡	0.16	표면처리	㎡	0.2	50	10.0	3
	균열 (CW=0.3mm미만)	m	48.6	표면처리	㎡	18.2	50	910.0	3
	단차	m	1.5	주의관찰	m	2.3	-	0.0	-
배수시설	배수관 누수	EA	2	정비	EA	3.0	10	30.0	2
	배수관 탈락	EA	1	정비	EA	1.5	10	15.0	2
	배수구 막힘	EA	2	정비	EA	3.0	10	30.0	3
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	5.5	표면처리	㎡	2.1	50	105.0	3
	후타재 파손	㎡	0.04	단면보수	㎡	0.1	230	23.0	3
	본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	교체	식	1	5,000	5,000.0	1
	차수판 볼트 탈락	EA	1	정비	EA	1.5	10	15.0	3
바닥판	균열 **(CW=0.3mm 미만)**	m	3.5	**표면처리**	㎡	1.3	**50**	65.0	**2**
거더외부	변형	m	**2.0**	주의관찰	m	3.0	-	0.0	-
교량받침	받침콘크리트균열 (cw=0.3㎜미만)	m	1.4	표면처리	㎡	0.5	50	25.0	2
	무수축몰탈균열 (cw=0.3㎜미만)	m	0.4	표면처리	㎡	0.2	50	10.0	2
	잡철 노출	㎡	0.02	단면보수	㎡	0.03	230	6.9	2
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m	3.0	표면처리	㎡	1.1	50	55.0	2
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m	0.9	표면처리	㎡	0.3	50	15.0	2
	망상균열	㎡	6.0	표면처리	㎡	9.0	50	450.0	2
	재료분리	㎡	0.25	단면보수	㎡	0.4	230	92.0	2
	긁힘 및 파손	㎡	0.08	단면보수	㎡	0.1	230	23.0	1
	누수 및 체수흔적	㎡	9.0	표면처리	㎡	13.5	50	675.0	2
	조류배설물 퇴적	㎡	3.0	정비	㎡	4.5	10	45.0	2
	표면열화	㎡	20	표면처리	㎡	30.0	50	1,500.0	2

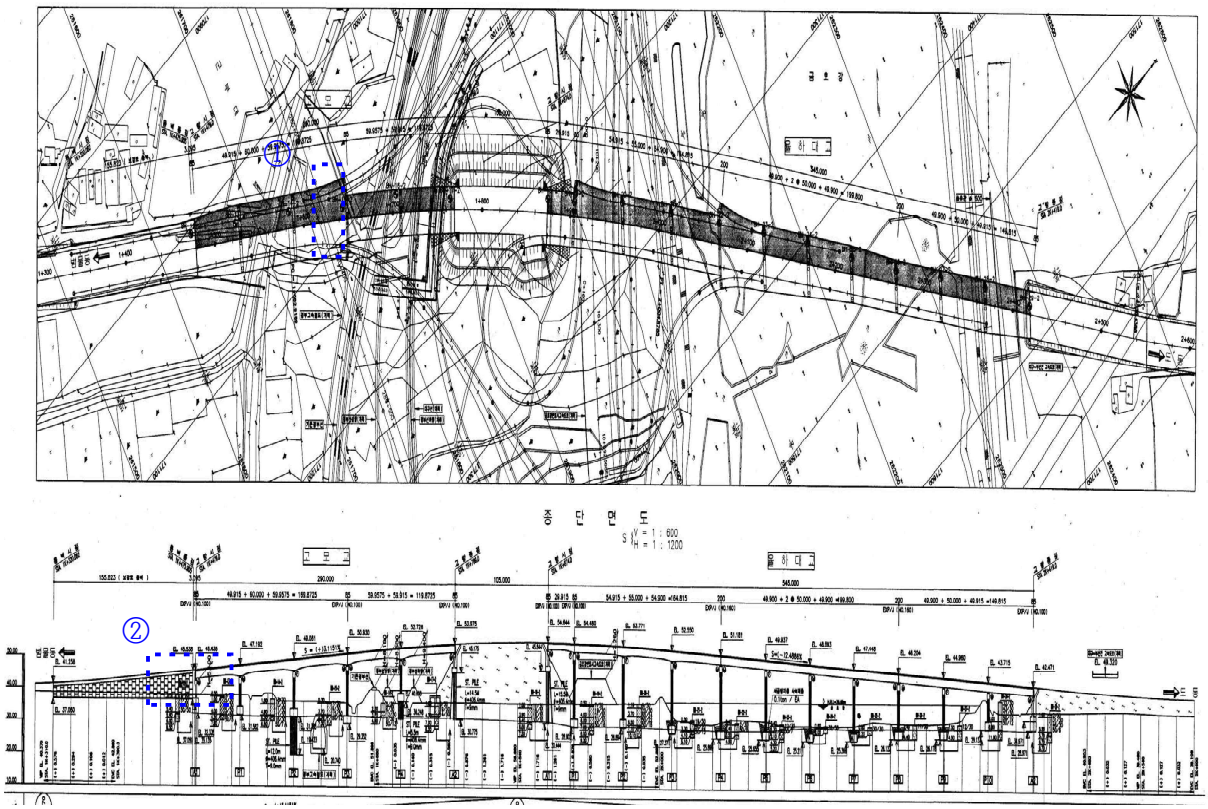
※ 상기 개략공사비는 가시설비가 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 면적환산 = 균열보수(0.3㎜미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

7.3 총괄개략공사비

구분		1순위(천원)	2순위(천원)	3순위(천원)
범물 방향	순공사비	5,025	4,712	580
	제경비(순공사비×50%)	2512	2,356	290
	개략 공사비	7,537	7,068	870
범물방향 총공사비 합계				**15,475**
안심 방향	순공사비	5,023	2,984	2,548
	제경비(순공사비×50%)	2512	1,492	1,274
	개략 공사비	7,535	4,476	3,822
안심방향 총공사비 합계				**15,833**
총공사비 합계				**31,308**

7.3 중점 유지관리 사항

	-
① 신축이음 P3 하부(양방향) - 파손 진전여부확인	-



② 방호벽(안심방향) - 단차 진행 영부 확인		

8. 종합결론

가천교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하며, 경부선 철도를 횡단하는 도로교량으로 총 5경간의 연장 L=290.0m, 형식은 Steel Box Girder교로 시공되어 현재 공용 중에 있다. 교량의 상부구조 형식은 5경간 강상형교, 하부구조는 역T형 교대, 다주식 교각으로 각각 시공되어 있으며, 받침장치는 POT받침, 신축이음장치는 Rail Joint로 A1, P3, A2 3개소 설치되어 있다.

현장 외관조사는 굴절차, 고소점검차, 우마형 사다리를 이용하여 근접 외관조사를 원칙으로 수행하였으며, 외관조사 후 내구성조사 및 상세조사를 실시하여 기 진단과 비교하였다.

본 구조물의 정밀점검 실시결과, 구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-교량편(2018.06)에 의한 금회 정밀점검의 결과를 요약하면 다음과 같다.

❑ 종합결론

가. 외관조사 결과(범물방향)

① 교면포장

- ○범물방향의 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

② 난간 및 방호벽

- ○방호벽 및 중앙분리대의 외관조사 결과, 전반적으로 보수를 실시하여 양호한 상태이나, 일부 구간 보수부위 CW=0.3mm미만 균열 및 백태 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 균열 및 백태 등에 대해 보수를 실시하여 손상이 다소 감소한 것으로 확인되었다.
- ○기 발생한 균열 및 백태는 경미한 수준으로 기 실시된 보수부위에 손상이 발생한 것이며, 교량 안전성 및 차량 주행의 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 부재의 내구성 확보를 위해 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

③ 배수시설

○배수시설에 대한 조사결과, 일부구간 배수관 막힘, 연결부 누수 등으로 인해 하부 낙수 등 바닥판 물고임이 조사되었다. 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 배수관 막힘이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○배수관 막힘은 공용중 교면 배수구를 통한 이물질이 배수관에 유입됨에 따라 배수기능이 상실되어, 슬래브와 배수관 연결부 틈새를 통한 낙수로 인해 하부 바닥판 물고임이 발생한 것으로 확인되었다. 기 손상들에 대해서는 주기적인 청소 및 연결부 재용접 등 정비를 실시하여 원활한 배수기능 확보 등 유지관리가 필요한 상태이다.

③ 신축이음

○신축이음 조사결과 본체 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다. 다만 본체 하부 고무재 손상이 조사되었으며, 후타재의 경우 기존 손상인 폭 0.3mm미만의 균열이 조사되었다. 기 진단과 비교 검토 결과 후타재 균열에 대해 일부 보수를 실시함에 따라 균열 손상이 다소 감소한 반면, 본체 하부 고무재 손상의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○본체 하부 고무재 손상은 공용중 노후화로 인해 발생한 것으로 현재 손상부를 통해 우수유입에 따른 하부구조 체수, 받침 녹발생 등 2차 손상이 발생되는 만큼, 하부 고무재 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다. 후타재 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.3㎜ 미만의 미세균열로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하며 손상의 진전 및 추가 발생시 표면처리 등 보수가 요구된다.

○가천교 범물방향의 유간거리 측정결과, 유간거리 측정결과, 최대 신장시 여유량을 확보한 것으로 측정되었고, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

④ 바닥판하면

○바닥판하면에 대한 조사결과 데크플레이트 부위는 전반적으로 양호한 상태이다. 반면 캔틸레버 부위에 폭 0.3mm미만 균열 및 백태, 콘크리트 박락, 철근노출, 표면열화 등의 손상이 조사되었다. 기 진단과 비교 검토 결과 금회 조사시 균열, 콘크리트 박락 및 철근노출 등의 손상이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○바닥판하면 외관조사 결과, 균열, 박락 및 철근노출, 표면열화 등이 조사되었다. 균열의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 것이며, 박락 및 철근노출의 경

우 시공미흡에 의한 것으로 판단된다. 손상부에 대해서는 현재 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리, 단면복구 등의 보수가 요구된다.

⑤ 거더(Steel Box)

○ 거더에 대한 외관조사 결과, 기존 손상들에 대해 보수 및 정비를 실시하여 현재 내·외부에 특기할 만한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

○ 거더는 현재 구조적 손상이 없는 양호한 상태이다. 향후 공용기간 증가 및 노후화에 따른 도장손상, 부식, 내부 우수유입 등 신규손상이 발생될 우려가 있는 만큼 주기적인 점검 등을 통해 현상태를 유지할 수 있도록 유지관리가 필요하다.

⑥ 교량받침

○ 교량받침에 대한 조사 결과, 가동상태는 양호한 상태이다. 다만 폭 0.3mm미만의 받침콘크리트 균열, 플레이트 도장박리 및 들뜸이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

○ 교량받침의 주요손상은 받침콘크리트 균열, Plate 도장 박리 등이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화 및 건조수축에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 현재 경미한 상태로 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

○ 받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. 여유량 부족으로 인한 손상은 현재 없는 것으로 판단된다. 주기적인 점검 및 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

⑤ 교대 및 교각

○ 교대 조사결과, Joint부 실란트 파손, 성토부 법면 보호블럭 침하 등 경미한 손상이 조사되었다. 교각 조사결과, 균열(cw=0.3mm미만) 및 망상균열, 긁힘에 의한 손상, 누수로 인한 체수흔적, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등의 손상이 조사되었다. 기 진단과 비교시 균열에 대해 일부 보수를 실시하여 다소 감소하였으나, 교각 망상균열의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○ 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축에 의한 비 구조적인 손상으로 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리가 필요하며, 체수흔적은 상부 신축이음 누수에 의한 2차 손상으로 상부구조와 연계한 정비 등이 요구된다. 이 외 손상인 긁힘, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등에 대해서도 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

나. 외관조사 결과(안심방향)

① 교면포장

○교면포장 안심방향 외관조사 결과 2017년 하반기 재포장이 실시되어 양호한 상태이나, 재포장 실시가 안된 갓길측에서 아스콘 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 기 진단과 비교시 재포장으로 인해 손상이 감소한 것으로 확인되었다.

○교면포장에 발생한 아스콘 균열 및 파손은 공용기간 증가에 따른 노후화 및 중차량 반복통행에 의한 것으로 판단되며 아스콘 씰링 및 패칭 등 적절한 보수가 필요하다.

② 방호벽 및 중앙분리대

○방호벽 및 중앙분리대의 외관조사 결과, 전반적으로 보수를 실시하여 양호한 상태이나, 일부 구간 보수부에 CW=0.3mm미만 균열 및 백태와 A1측 접속도로부 방호벽 단차 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 균열 및 백태 등에 대해 보수를 실시하여 손상이 다소 감소한 것으로 확인되었다.

○방호벽 및 중앙분리대에 발생한 균열 및 백태는 경미한 수준으로 기 실시된 보수부 위에 손상이 발생한 것이며, 내구성 확보를 위해 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 단차 구간의 경우 시공당시 초기 침하에 의한 것으로 판단되며 주기적인 점검을 통한 계측관리를 실시하는 것이 바람직하다.

③ 배수시설

○배수시설에 대한 조사결과, 일부구간 배수관 탈락, 막힘, 연결부 누수 등의 손상이 금회 점검시 추가 발생한 것으로 조사되었다.

○배수관 막힘은 공용중 교면 배수구를 통한 이물질이 배수관에 유입됨에 따라 배수기능이 상실되어, 슬래브와 배수관 연결부 틈새를 통한 낙수로 인해 하부 구조에 물고임이 발생한 것으로 확인되었다. 기 손상들에 대해서는 주기적인 청소, 배수관 재연결 등 정비를 실시하여 원활한 배수기능 확보 등 유지관리가 필요한 상태이다.

③ 신축이음

○신축이음 조사결과 본체 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다. 다만 본체 하부 고무재 손상이 조사되었으며, 후타재의 경우 폭 0.3mm미만 균열 및 파손과 차수판 볼타 탈락이 조사되었다. 기 진단과 비교 검토 결과 후타재 균열에 대해 일부 보수를 실시함에 따라 균열 손상이 다소 감소한 반면, 본체 하부 고무재 손상의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○본체 하부 고무재 손상은 공용중 노후화로 인해 발생한 것으로 현재 손상부를 통해 우수유입에 따른 하부구조 체수, 받침 녹발생 등 2차 손상이 발생되는 만큼, 하부 고무재 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다. 후타재 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.3㎜ 미만의 미세균열로 주의관찰을 통한 유지관리와 손상의 진전시 표면처리가 필요하며, 후타재 파손에 대해서는 내구성 확보를 위해 단면복구 등 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

○신축이음 유간거리 측정결과, 유간거리 측정결과, 최대 신장시 여유량을 확보한 것으로 측정되었고, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

④ 바닥판하면

○바닥판하면에 대한 조사결과 데크플레이트 부위는 전반적으로 양호한 상태이다. 반면 캔틸레버 부위에 폭 0.3mm미만 균열 등의 손상이 조사되었으며, 기 진단과 비교시 다소 감소한 것으로 확인되었다.

○바닥판하면에 발생된 균열은 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되는 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

⑤ 거더(Steel Box)

○거더에 대한 외관조사 결과 기존 손상들에 대해 보수 및 정비를 실시하여 양호한 상태이나, 거더 외부 일부구간에서 국부적인 변형이 조사되었다.

○거더 외부에 발생한 강재변형은 공용중 하부 통행차량 충돌에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주기적인 점검 등을 통한 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

⑥ 교량받침

○교량받침에 대한 조사 결과, 가동상태는 양호한 상태이다. 다만 폭 0.3mm미만의 받침콘크리트 균열, 플레이트 도장박리 및 들뜸이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

○교량받침의 주요손상은 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열, 잡철 노출 등이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화 및 건조수축에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

○받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. 여유량 부족으로 인한 손상은 현재 없는 것으로 판단된다. 주기적인 점검 및 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

⑤ 교대 및 교각

○교대 조사결과 균열(cw=0.3mm미만) 등의 손상이 조사되었다. 교각 조사결과, 균열(cw=0.3mm미만) 및 망상균열, 긁힘에 의한 손상, 누수로 인한 체수흔적, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등의 손상이 조사되었다. 기 진단과 비교시 균열에 대해 일부 보수를 실시하여 다소 감소하였으나, 교각 망상균열의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○교대 및 교각에 발생한 균열, 망상균열은 건조수축에 의한 비 구조적인 손상으로 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리가 필요하며, 체수흔적은 상부 신축이음 누수에 의한 2차 손상으로 상부구조와 연계한 정비 등이 요구된다. 이 외 긁힘, 조류배설물 퇴적, 재료분리, 표면열화 등에 대해서도 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

다. 내구성 평가 결과

① 콘크리트 강도

○비파괴 강도시험 결과, 범물방향은 상부구조 29.3~31.8㎫, 하부구조 25.9~27.6㎫이며, 안심방향은 상부구조 28.2~31.8㎫ 하부구조 26.8~27.9㎫로 측정되었다. 설계기준강도인 상부구조 27.0㎫, 하부구조 24.0 ㎫과 비교시 설계기준강도 이상으로 측정되었다.

② 탄산화 시험

○탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로, 상부구조의 탄산화깊이는 범물방향 10.0~11.0㎜, 안심방향 11.5~14.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상으로 조사되었다. 하부구조의 경우 범물방향 11.0~12.5㎜, 안심방향 9.5~11.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상으로 상부·하부구조 모두 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있는 세부지침 기준 "b"등급으로 평가되었다.

라. 상태평가 결과

○환산결함도 점수가 0.165으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 『B등급(0.130 ≤0.165<0.260)』으로 평가되었다.

○2017년 정밀안전진단과 금회 정밀점검의 환산결함도 점수를 비교한 결과, 일부 신규 손상으로 인하여 결함지수가 0.005 증가하였다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

○종합평가 결과 :『 B 』(상태평가 결과: B)

○안전등급 지정 : 안전등급은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가한 결과, “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 보수가 필요한 상태”인 『B(양호)』로 지정하였다.

바. 정밀안전진단 필요성 분석

○정밀점검 실시결과, 구조물의 안전성에 영향을 주는 구조적인 손상은 조사되지 않은 상태로 정밀안전진단 필요성은 없는 것으로 판단된다.

사. 종합결론

가천교는 약 17년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 바닥판, 거더, 하부구조에는 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 금회 점검시 주부재 및 보조부재에 발생한 손상들은 교량의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 주의관찰을 통한 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다.

따라서, 본 교량의 상태평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 도로교로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◉요약문

제1장 정밀점검 개요 ····· 1
1.1 과업의 목적 ····· 3
1.2 시설물의 개요 ····· 3
1.2.1 시설물 개요 ····· 3
1.2.2 대상시설물의 주요도면 ····· 4
1.3 점검의 범위 및 과업내용 ····· 14
1.3.1 대상시설물의 실시 범위 ····· 14
1.3.2 점검의 범위 ····· 14
1.3.3 점검의 내용 ····· 16
1.4 사용장비 및 시험기기 현황 ····· 17
1.5 과업 수행일정 ····· 18
1.5.1 과업수행 흐름도 ····· 18
1.5.2 과업기간 ····· 19
1.5.3 과업수행 일정 ····· 19
1.6 기호의 정의 ····· 20
1.7 과업의 적용기준 ····· 21

제2장 자료수집 및 분석 ····· 23
2.1 개요 ····· 25
2.2 자료수집 및 분석 ····· 26
2.2.1 설계도면 ····· 26
2.3 자료수집 및 분석 ····· 36
2.3.1 점검 및 진단이력 ····· 36
2.3.2 보수·보강이력 ····· 43
2.3.3 시설물의 내진설계 여부 확인 ····· 44
2.4 분석결과에 의한 중점 점검방향 ····· 44
2.4.1 유지관리 관련 자료 분석결과 ····· 44

제3장 현장조사 및 시험 ····· 47
3.1 개 요 ····· 49

3.1.1 현장조사 수행현황 ····· 51
3.1.2 주요 조사항목 ····· 52
3.2 현장조사 결과(범물방향) ····· 55
3.2.1 교면포장 ····· 55
3.2.2 방호벽 및 중앙분리대 ····· 56
3.2.3 배수시설 ····· 57
3.2.4 신축이음 ····· 59
3.2.5 바닥판하면 ····· 63
3.2.6 강 거더(Steel Box) ····· 65
3.2.7 받침장치 ····· 66
3.2.8 교대 및 교각 ····· 71
3.3 현장조사 결과(안심방향) ····· 74
3.3.1 교면포장 ····· 74
3.3.2 방호벽 및 중앙분리대 ····· 75
3.3.3 배수시설 ····· 78
3.3.4 신축이음 ····· 79
3.3.5 바닥판하면 ····· 83
3.3.6 거더(Steel Box) ····· 84
3.3.7 받침장치 ····· 86
3.3.8 교대 및 교각 ····· 91
3.4 외관조사 총괄표 ····· 94
3.4.1 손상현황표(범물방향) ····· 94
3.4.2 이전 점검과의 비교(범물방향) ····· 95
3.4.3 손상현황표(안심방향) ····· 97
3.4.4 이전 점검과의 비교(안심방향) ····· 98
3.5 시험 및 측정 ····· 100
3.5.1 개요 ····· 100
3.5.2 콘크리트 재료시험 ····· 102
3.5.3 내구성 평가 결과 ····· 113

제4장 상태평가 ····· 115
4.1 개요 ····· 117
4.2 교량의 상태평가 항목 및 기준 ····· 117
4.2.1 부재별 상태평가 적용범위 ····· 117
4.2.2 부재별 상태평가 기준 ····· 118
4.2.3 구조형식에 따른 부재별 가중치 ····· 126
4.2.4 상태평가 결과 산정 방법 ····· 128

4.3 상태평가 결과 산정 ····· 130
4.3.1 상태평가 결과(범물방향) ····· 130
4.3.2 상태평가 결과(안심방향) ····· 130
4.3.3 전체 교량 상태평가 ····· 131
4.3.4 기 점검 결과와 비교 ····· 132

제5장 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 133
5.1 종합평가 ····· 135
5.1.1 개요 ····· 135
5.1.2 종합평가 흐름도 ····· 136
5.1.3 종합평가 결과 산정 ····· 136
5.2 안전등급 지정 ····· 137
5.2.1 개요 ····· 137
5.2.2 안전등급에 따른 시설물의 상태 ····· 137
5.2.3 안전등급 지정 ····· 137

제6장 보수·보강 및 유지관리방안 ····· 139
6.1 개요 ····· 141
6.1.1 보수·보강 설계 ····· 142
6.1.2 보수범위의 선정 및 우선순위 ····· 144
6.2 보수·보강 방안 및 우선순위 ····· 147
6.3 보수·보강 공법 ····· 149
6.3.1 주입보수공법 ····· 149
6.3.2 표면처리공법 공법 ····· 155
6.3.3 단면복구공법 ····· 156
6.3.4 교면포장 보수 ····· 159
6.4 보수·보강 개략공사비 ····· 168
6.4.1 부재별 개략공사비(범물방향) ····· 168
6.4.2 부재별 개략공사비(안심방향) ····· 169
6.4.3 총괄 개략공사비 ····· 170
6.5 유지관리 방안 ····· 171
6.5.1 개요 ····· 171
6.5.2 점검계획 ····· 171
6.5.3 관리자료 보존 ····· 172
6.5.4 안전점검 및 정밀안전진단 ····· 173
6.5.5 가천교 중점유지관리사항 ····· 183

제7장 종합결론 ····· 185

표 목 차

<표 1.2.1> 시설물 개요 ····· 3
<표 1.3.1> 대상시설물의 실시 범위 ····· 14
<표 1.3.2> 과업의 내용 ····· 16
<표 1.4.1> 사용장비 및 시험기기 현황 ····· 17
<표 1.5.1> 과업수행 일정 ····· 19
<표 1.6.1> 교량기호의 정의 ····· 20
<표 2.1.1> 자료수집 목록 ····· 25
<표 2.3.1> 점검 이력사항 ····· 36
<표 2.3.2> 보수·보강 이력사항 ····· 43
<표 3.1.1> 현장조사 일자 및 내용 ····· 51
<표 3.1.2> 부재별 조사방법 및 손상종류 ····· 52
<표 3.2.1> 교면포장 손상물량표 ····· 55
<표 3.2.2> 방호벽 및 중분대 손상물량표 ····· 57
<표 3.2.3> 배수시설 손상물량표 ····· 58
<표 3.2.4> 신축이음 손상물량표 ····· 60
<표 3.2.5> 신축이음 유간 측정결과 ····· 61
<표 3.2.6> 신축이음장치 가동상태 검토결과 ····· 62
<표 3.2.7> 신축이음장치 가동여유량 검토결과 ····· 62
<표 3.2.8> 바닥판하면 손상물량표 ····· 63
<표 3.2.9> 거더 손상물량표 ····· 65
<표 3.2.10> 교량받침 손상물량표 ····· 66
<표 3.2.11> 받침장치 연단거리 측정결과 ····· 68
<표 3.2.12> 받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창 계수 ····· 69
<표 3.2.13> 받침장치의 이동량 검토결과 ····· 70
<표 3.2.14> 교대 및 교각 손상물량표 ····· 71
<표 3.3.1> 교면포장 손상물량표 ····· 75
<표 3.3.2> 방호벽 및 중분대 손상물량표 ····· 77
<표 3.3.3> 배수시설 손상물량표 ····· 78
<표 3.3.4> 신축이음 손상물량표 ····· 80
<표 3.3.5> 신축이음 유간 측정결과 ····· 81
<표 3.3.6> 신축이음장치 가동상태 검토결과 ····· 82
<표 3.3.7> 신축이음장치 가동여유량 검토결과 ····· 82
<표 3.3.8> 바닥판하면 손상물량표 ····· 83
<표 3.3.9> 거더 손상물량표 ····· 85

<표 3.3.10> 교량받침 손상물량표 ····· 86
<표 3.3.11> 받침장치 연단거리 측정결과 ····· 88
<표 3.3.12> 받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창 계수 ····· 89
<표 3.3.13> 받침장치의 이동량 검토결과 ····· 90
<표 3.3.14> 교대 및 교각 손상물량표 ····· 91
<표 3.4.1> 외관조사 손상현황 총괄표(범물방향) ····· 94
<표 3.4.2> 이전 점검과의 손상물량 비교표(범물방향) ····· 95
<표 3.4.3> 정밀점검에 따른 기점검과의 결과분석(범물방향) ····· 96
<표 3.4.4> 외관조사 손상현황 총괄표(안심방향) ····· 97
<표 3.4.5> 이전 점검과의 손상물량 비교표(안심방향) ····· 98
<표 3.4.6> 정밀점검에 따른 기점검과의 결과분석(안심방향) ····· 99
<표 3.5.1> 재료시험 측정일자 및 조사위치 ····· 101
<표 3.5.2> 재료시험 내용 ····· 101
<표 3.5.3> 재료시험 기준 및 실시수량 (총연장 : 430.0m) ····· 101
<표 3.5.4> 타격방향에 따른 보정계수 ····· 103
<표 3.5.5> 재령계수 α 의 값 ····· 105
<표 3.5.6> 비파괴 강도시험 결과 ····· 106
<표 3.5.7> 탄산화 속도식 비교 ····· 109
<표 3.5.8> 탄산화 상태평가 기준 ····· 110
<표 3.5.9> 탄산화 시험 결과 ····· 111
<표 4.2.1> 대상시설물의 실시 범위 ····· 117
<표 4.2.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 기준 ····· 118
<표 4.2.3> 강 거더 상태평가 기준 ····· 120
<표 4.2.4> 강 가로보와 세로보 상태평가 기준 ····· 120
<표 4.2.5> 교대 상태평가 기준 ····· 121
<표 4.2.6> 콘크리트 교각 상태평가 기준 ····· 122
<표 4.2.7> 기초 상태평가 기준 ····· 122
<표 4.2.8> 교량받침 상태평가 기준 ····· 123
<표 4.2.9> 신축이음 상태평가 기준 ····· 124
<표 4.2.10> 교면포장 상태평가기준 ····· 124
<표 4.2.11> 배수시설 상태평가 기준 ····· 125
<표 4.2.12> 난간 및 연석 상태평가 기준 ····· 125
<표 4.2.13> 탄산화 상태평가 기준 ····· 126
<표 4.2.14> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치 ····· 126
<표 4.2.15> 연호고가교 상태평가시 가중치 적용 ····· 127
<표 4.2.16> 결함도 점수 범위에 따른 기준 ····· 128
<표 4.3.1> 상태평가 결과(범물방향) ····· 130
<표 4.3.2> 상태평가 결과(안심방향) ····· 130
<표 4.3.3> 가천교 상태평가 결과 ····· 131

<표 4.3.4> 기 점검결과 및 금회점검 결과 ····· 132
<표 5.2.1> 안전등급에 따른 시설물의 상태 ····· 137
<표 6.1.1> 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항 ····· 141
<표 6.1.2> 우선순위 선정시 고려사항 ····· 144
<표 6.1.3> 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준 ····· 145
<표 6.1.4> 보수·보강 주체 선정 및 추진방향 ····· 146
<표 6.2.1> 보수·보강 방안 및 우선순위(범물방향) ····· 147
<표 6.2.1> 보수·보강 방안 및 우선순위(안심방향) ····· 148
<표 6.3.1> 주입공법의 종류 ····· 149
<표 6.3.2> 저압·저속식 주입방법 ····· 151
<표 6.3.3> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도 ····· 151
<표 6.3.4> 일반적인 주입파이프의 간격 ····· 151
<표 6.3.5> 균열주입보수 재료비교 ····· 153
<표 6.3.6> 균열주입보수 공법비교 ····· 154
<표 6.3.7> 단면복구 재료비교 ····· 158
<표 6.3.8> 교면방수 공법 비교표 ····· 168
<표 6.4.1> 보수·보강 개략공사비(범물방향) ····· 168
<표 6.4.2> 보수·보강 개략공사비(안심방향) ····· 169
<표 6.4.3> 보수·보강 총공사비 ····· 170

그 림 목 차

<그림 1.2.1> 주요도면 ····· 4
<그림 1.5.1> 과업수행 흐름도 ····· 18
<그림 1.6.1> 경간, 교대의 기호부여 ····· 20
<그림 3.2.1> 방호벽 손상분포도 ····· 57
<그림 3.2.2> 배수시설 손상분포도 ····· 58
<그림 3.2.3> 신축이음부 손상분포도 ····· 60
<그림 3.2.4> 바닥판하면 손상분포도 ····· 64
<그림 3.2.5> 교량받침 손상분포도 ····· 67
<그림 3.2.6> 교대 손상분포도 ····· 72
<그림 3.2.7> 교각 손상분포도 ····· 72
<그림 3.3.1> 교면포장 손상분포도 ····· 75
<그림 3.3.2> 방호벽 손상분포도 ····· 77
<그림 3.3.3> 배수시설 손상분포도 ····· 78
<그림 3.3.4> 신축이음부 손상분포도 ····· 80
<그림 3.3.5> 바닥판하면 손상분포도 ····· 83
<그림 3.3.6> 거더 손상분포도 ····· 85
<그림 3.3.7> 교량받침 손상분포도 ····· 87
<그림 3.3.8> 교대 손상분포도 ····· 92
<그림 3.3.9> 교각 손상분포도 ····· 92
<그림 3.5.1> 콘크리트 재료시험 위치도 ····· 102
<그림 3.5.2> 반발경도법에 의한 압축강도 추정 흐름도 ····· 102
<그림 3.5.3> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선 ····· 104
<그림 3.5.4> 범물방향 비파괴 시험결과 ····· 107
<그림 3.5.5> 안심방향 비파괴 시험결과 ····· 107
<그림 3.5.6> 탄산화에 의한 철근부식 메커니즘 ····· 108
<그림 3.5.7> 범물방향 탄산화 깊이 측정결과 ····· 112
<그림 3.5.7> 안심방향 탄산화 깊이 측정결과 ····· 112
<그림 4.2.1> 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예 ····· 128
<그림 5.1.1> 종합평가 결과의 산정흐름도 ····· 136
<그림 6.3.1> 아스팔트 팻칭보수 시공방법 및 시공순서도 ····· 160
<그림 6.3.2> 교면방수 시공상세도 ····· 165

시설물 정밀점검용역

(가천교)

제1장 정밀점검 개요

1.1 과업의 목적

1.2 시설물의 개요

1.3 점검의 범위 및 과업내용

1.4 사용장비 및 시험기기 현황

1.5 과업수행 일정

1.6 기호의 정의

1.7 과업의 적용기준

제1장 정밀점검 개요

1.1 과업의 목적

본 용역은「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」제11조에 의거 시설물의 물리적, 기능적 상태를 사전에 확보하기 위한 정밀점검으로 이전 상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지를 확인하여 향후 시설물의 점진적 손상 및 노후화를 방지하고 공용기간 동안 유지 관리의 효율성을 제고시키는데 있으며, 이를 위하여 대상 시설물의 외관조사, 상태평가, 안정성평가(필요시), 정밀안전진단 여부판단, 중대결함의 여부 확인 및 시설물의 보수방법 등 향후 유지관리방안을 제시하여 적절한 보수계획을 수립하는데 있음.

1.2 시설물의 개요

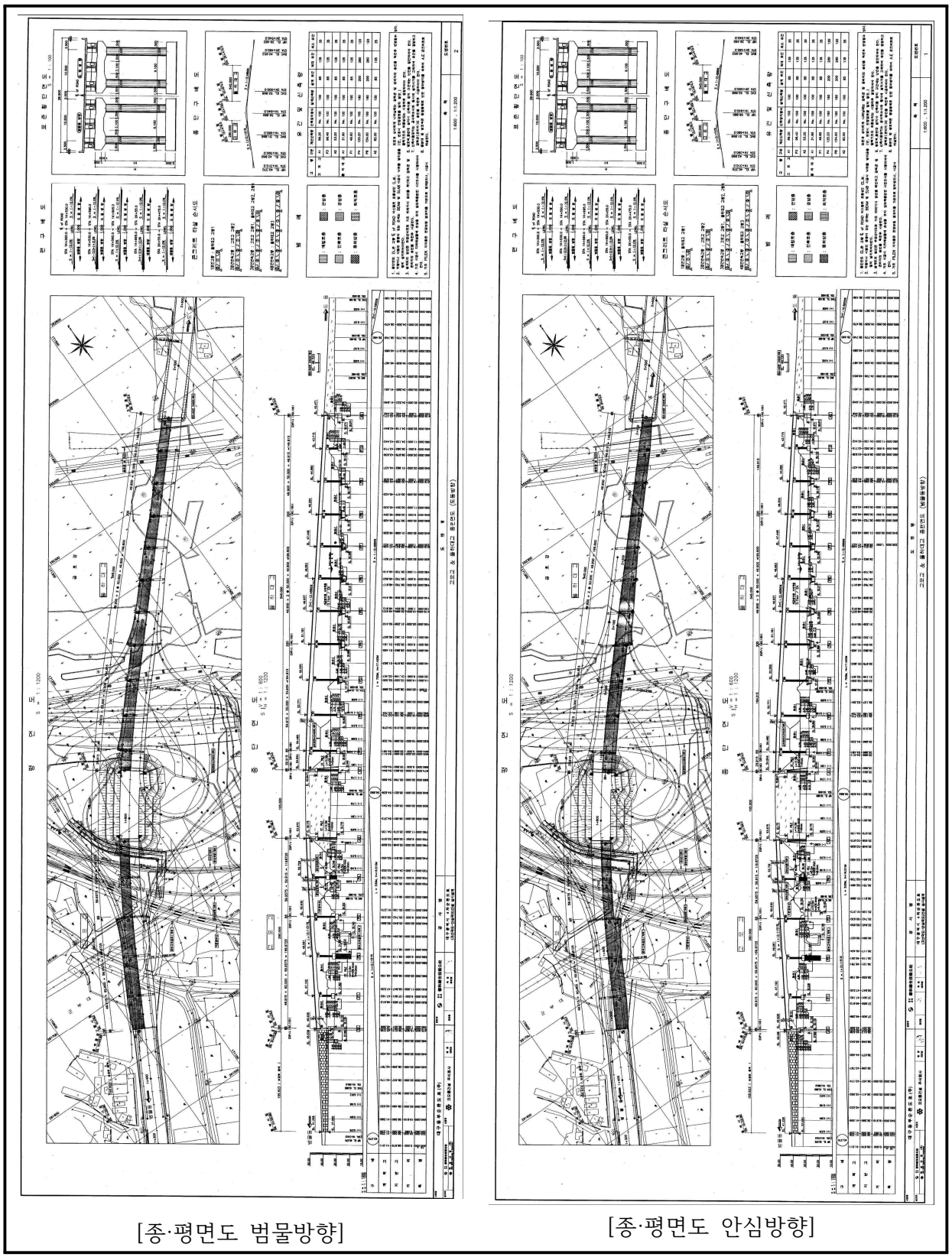
1.2.1 시설물 개요

가천교에 대한 시설물 개요는 <표 1.2.1>과 같다.

<표 1.2.1> 시설물 개요

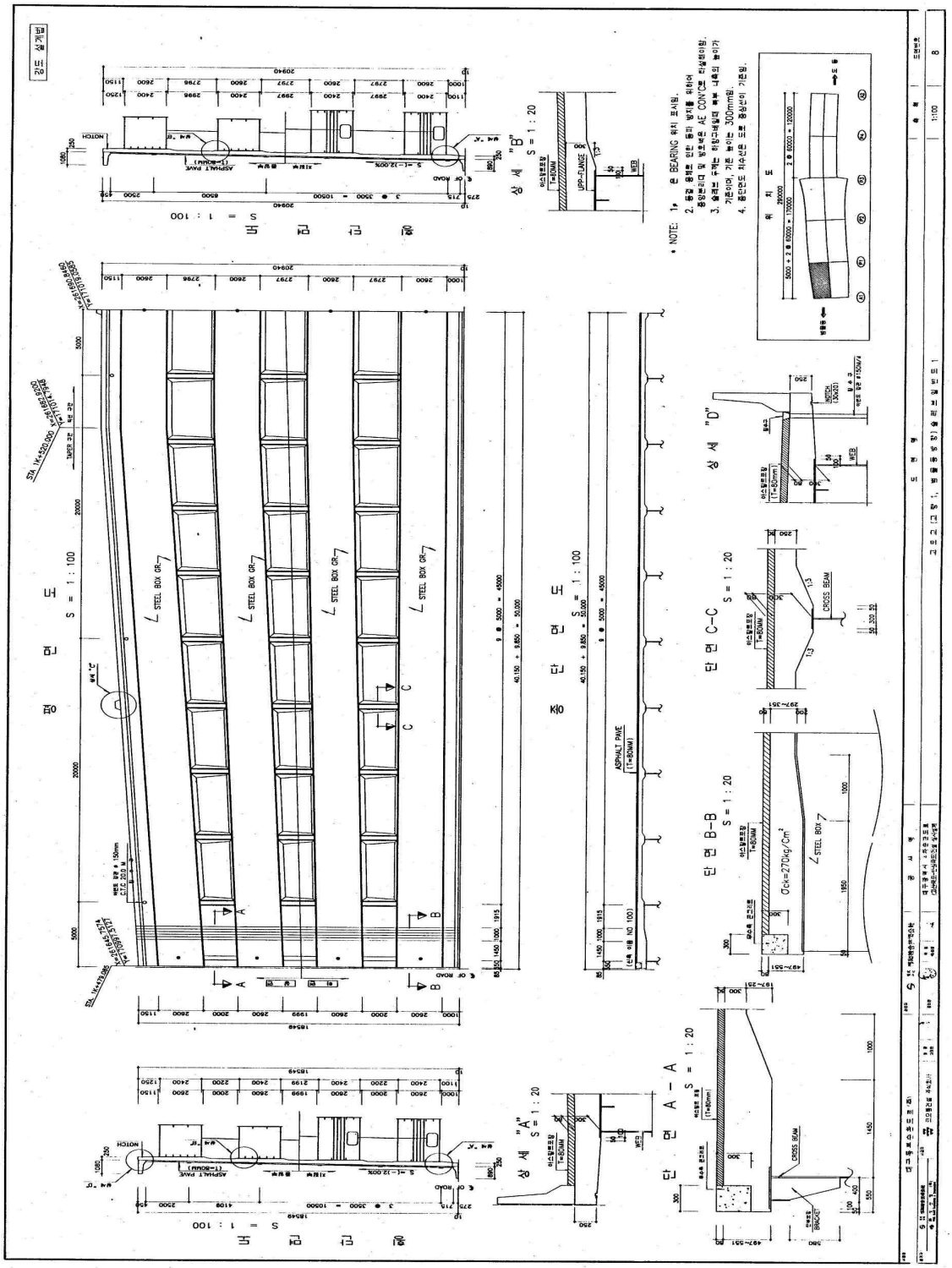
구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		가천교	시설물번호		BR2003-0000504
준공년월일		2002년 08월 24일	관리번호		동부교량-2
시설물위치		대구광역시 수성구 가천동			
설계하중		DB-24	노선명(이정)		범안로(대로 1-19호선)
제원	연장	L=290.0m, (50.0+2@60.0+2@60.0=290.0m)			
	폭	B=28.9~51.9m, 왕복6차선			
구조 형식	상부	강상자형교	기초 형식	교대	직접기초(A1) 파일기초(A2)
	하부	역T형 교대 다주식 라멘형 교각		교각	직접기초(P1, P3) 파일기초(P2, P4)
교량받침		Pot Bearing	신축이음		레일 조인트
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		경부선 철도	통과높이		-
부착시설내용		콘크리트 방호벽, 난간, 가로등			

1.2.2 대상시설물의 주요도면



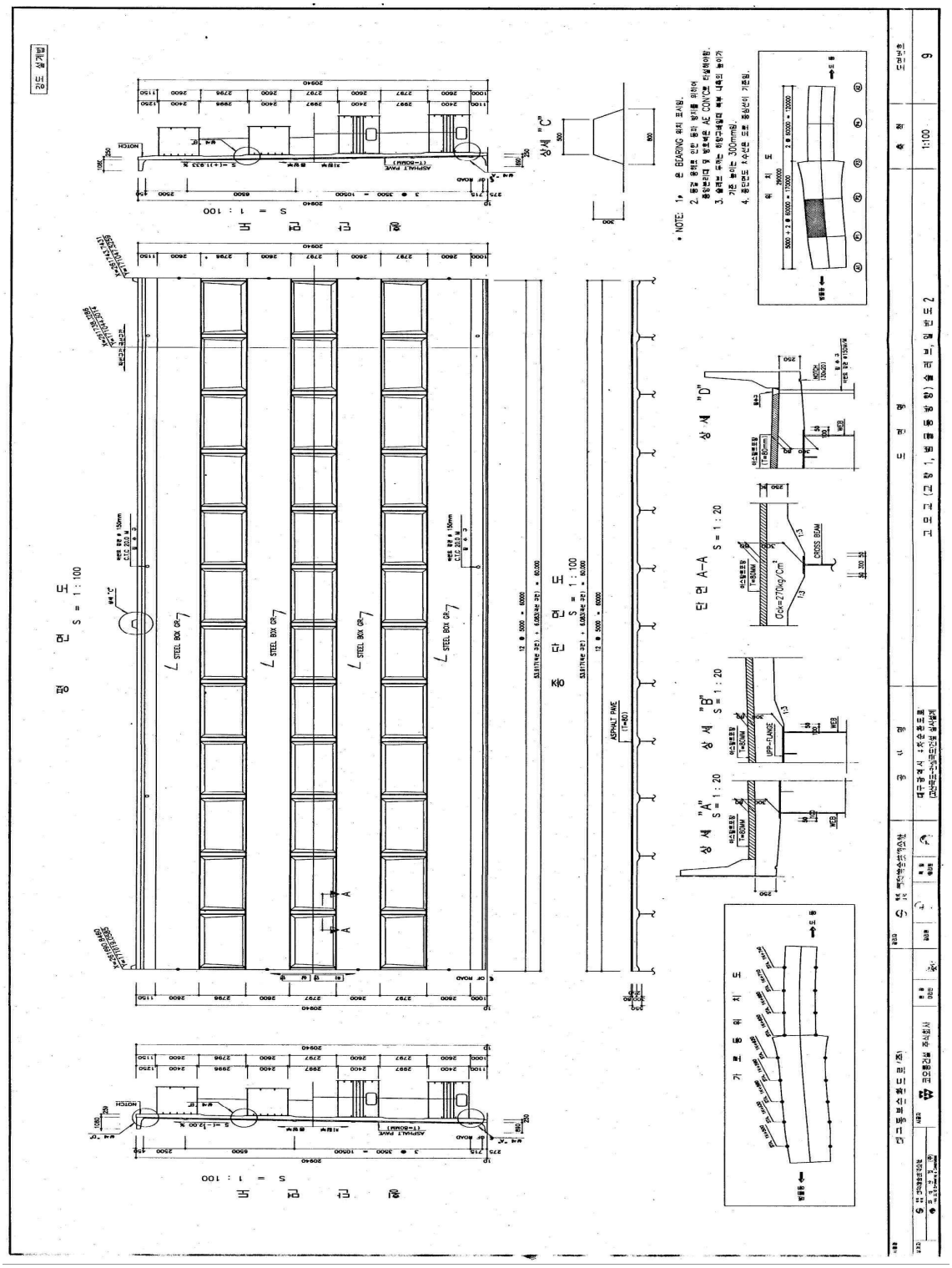
[종·평면도 범물방향] [종·평면도 안심방향]

<그림 1.2.1> 주요도면



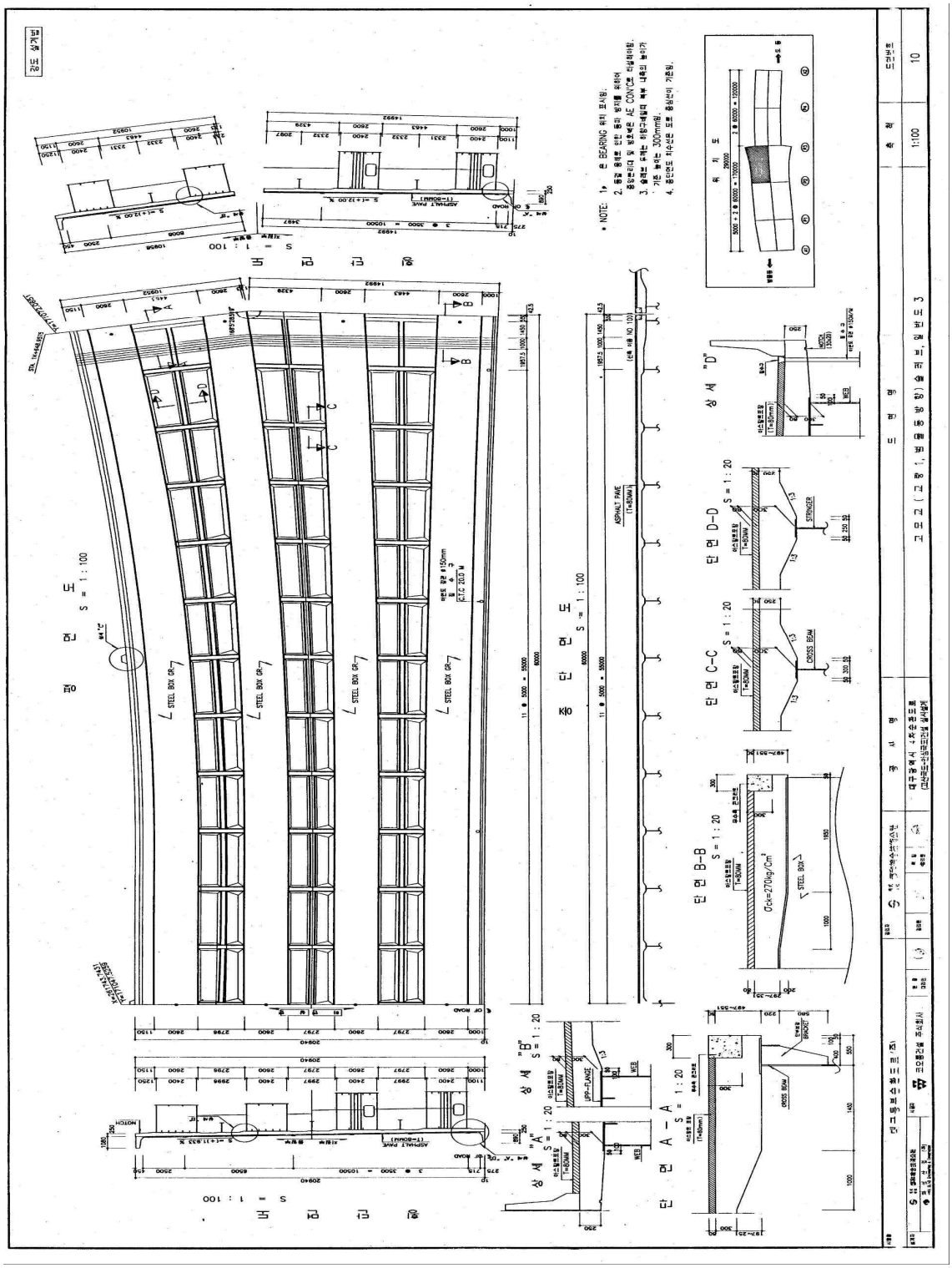
[일반도(슬래브)]

<그림 1.2.1> 주요도면(계속)



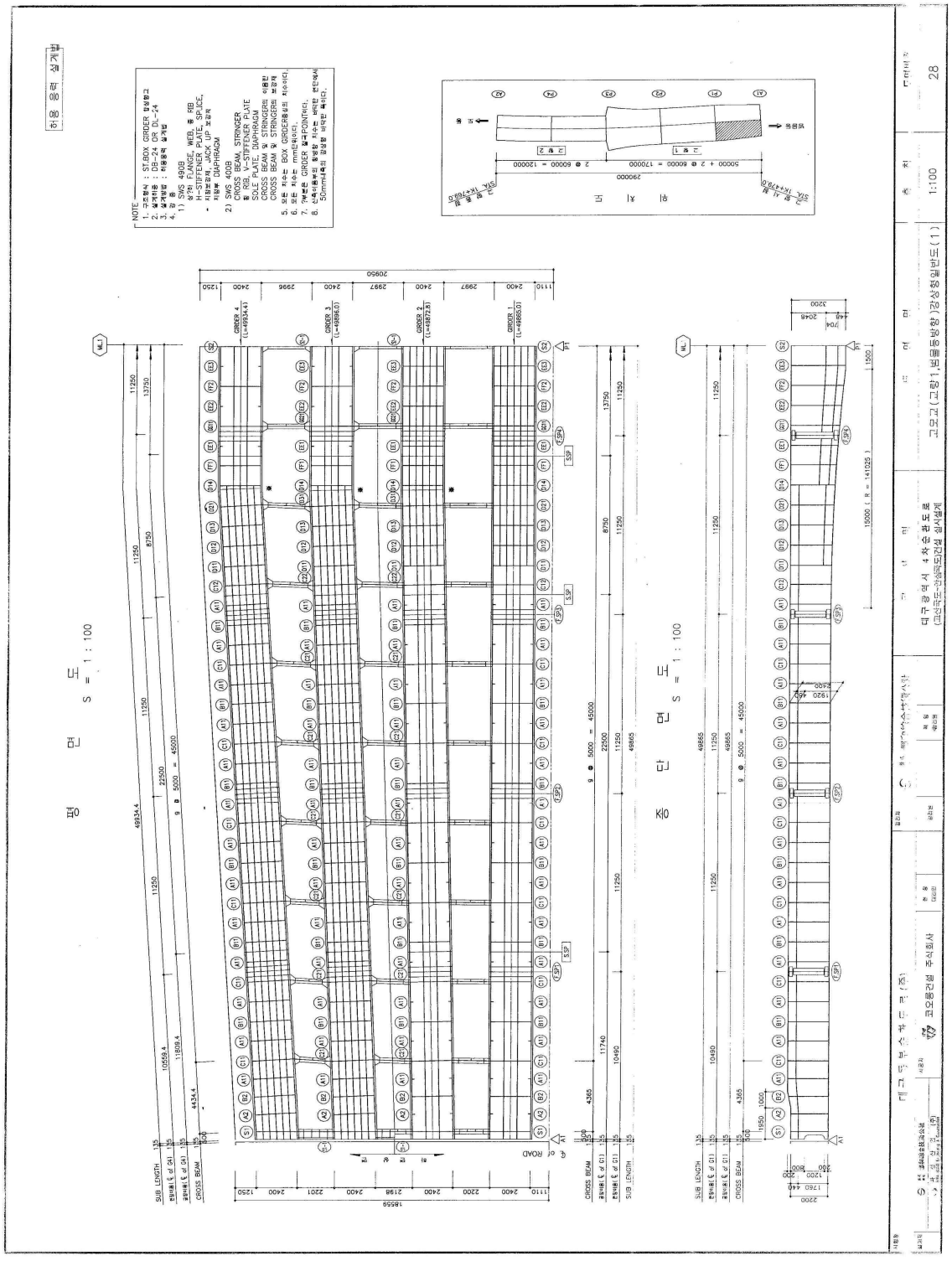
[일반도(슬래브)-계속]

<그림 1.2.1> 주요도면(계속)



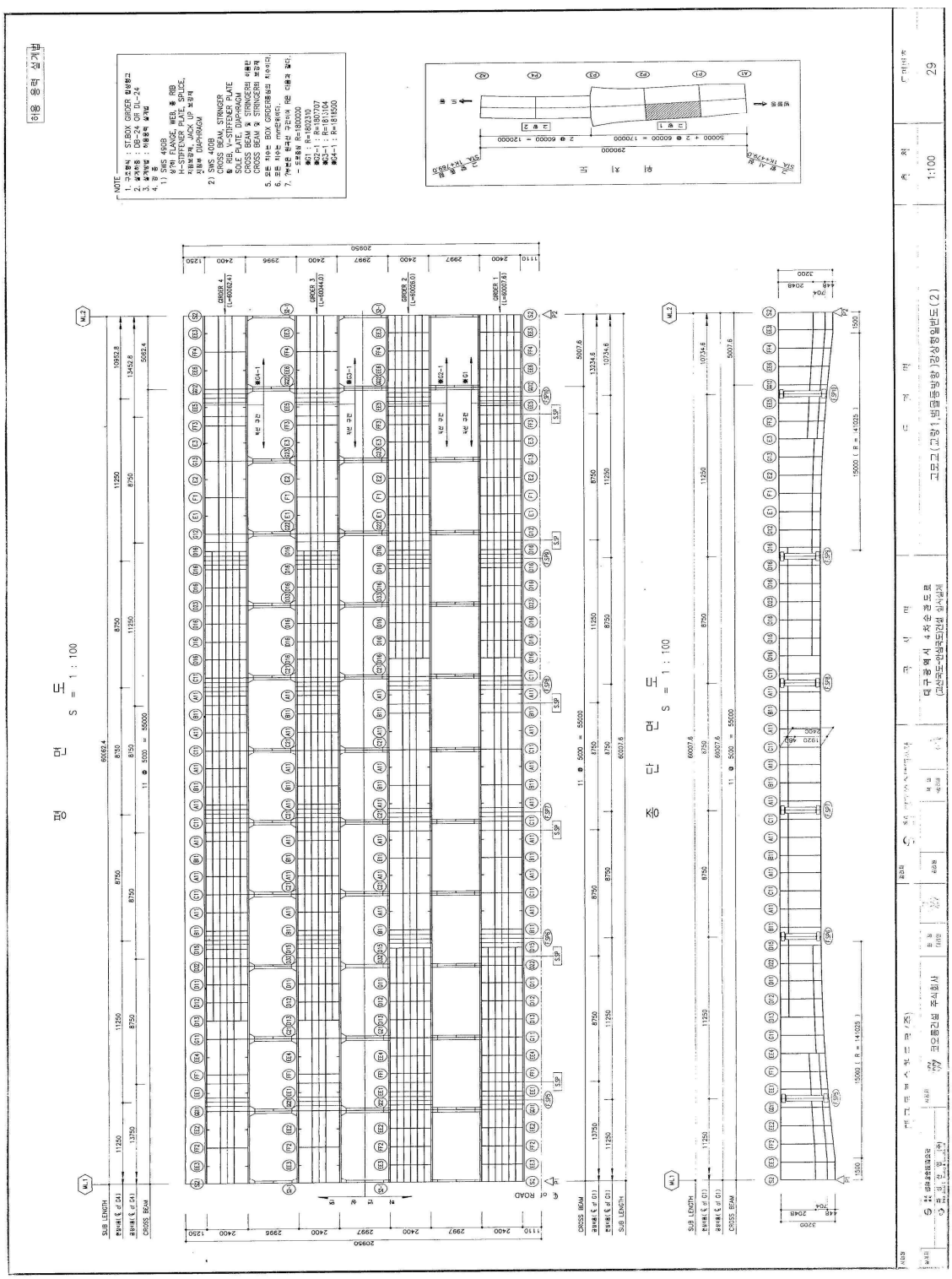
[일반도(슬래브)-계속]

<그림 1.2.1> 주요도면(계속)



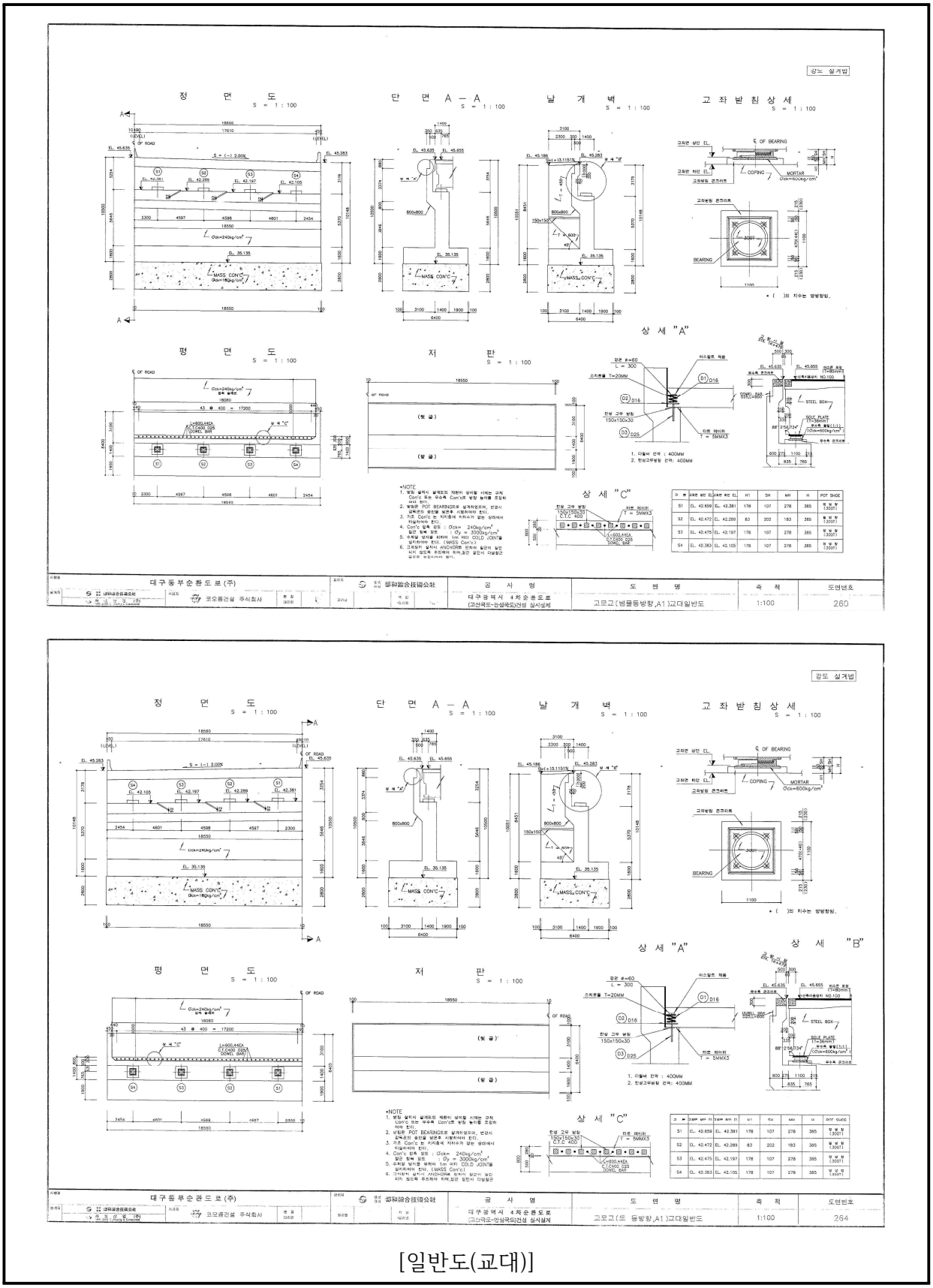
[일반도(Steel Box Girder)]

<그림 1.2.1> 주요도면(계속)



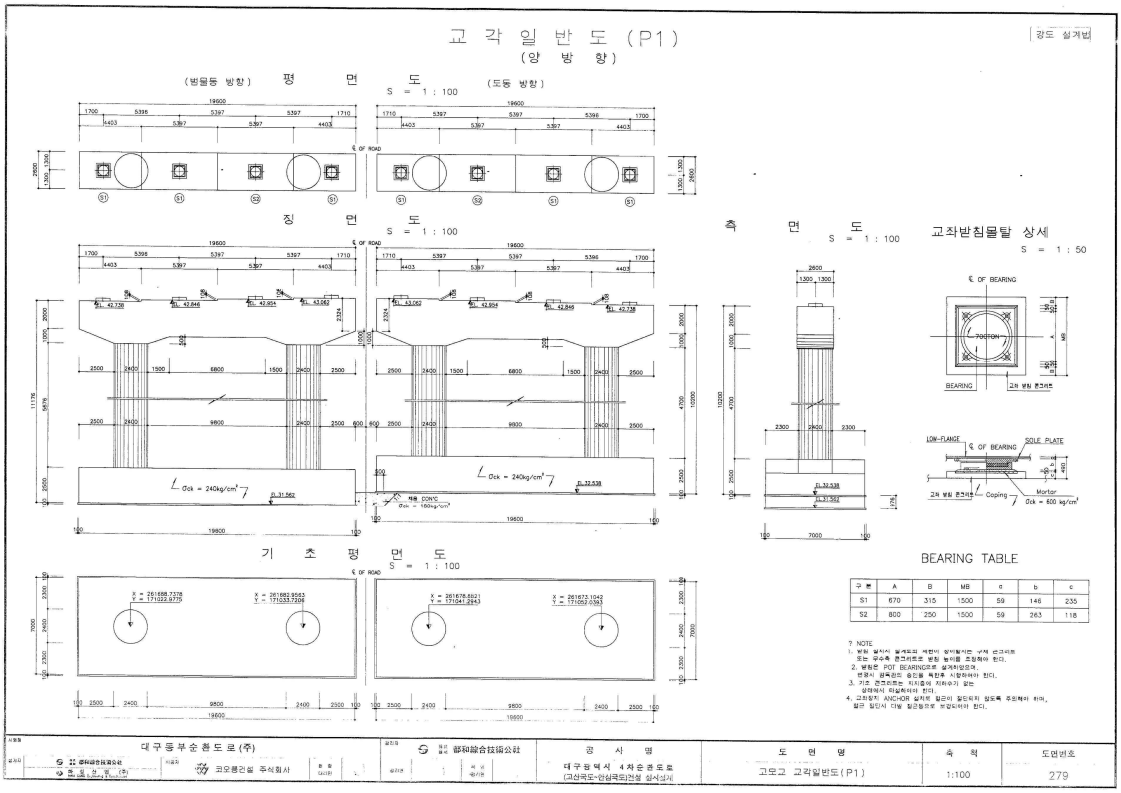
[일반도(Steel Box Girder)-계속]

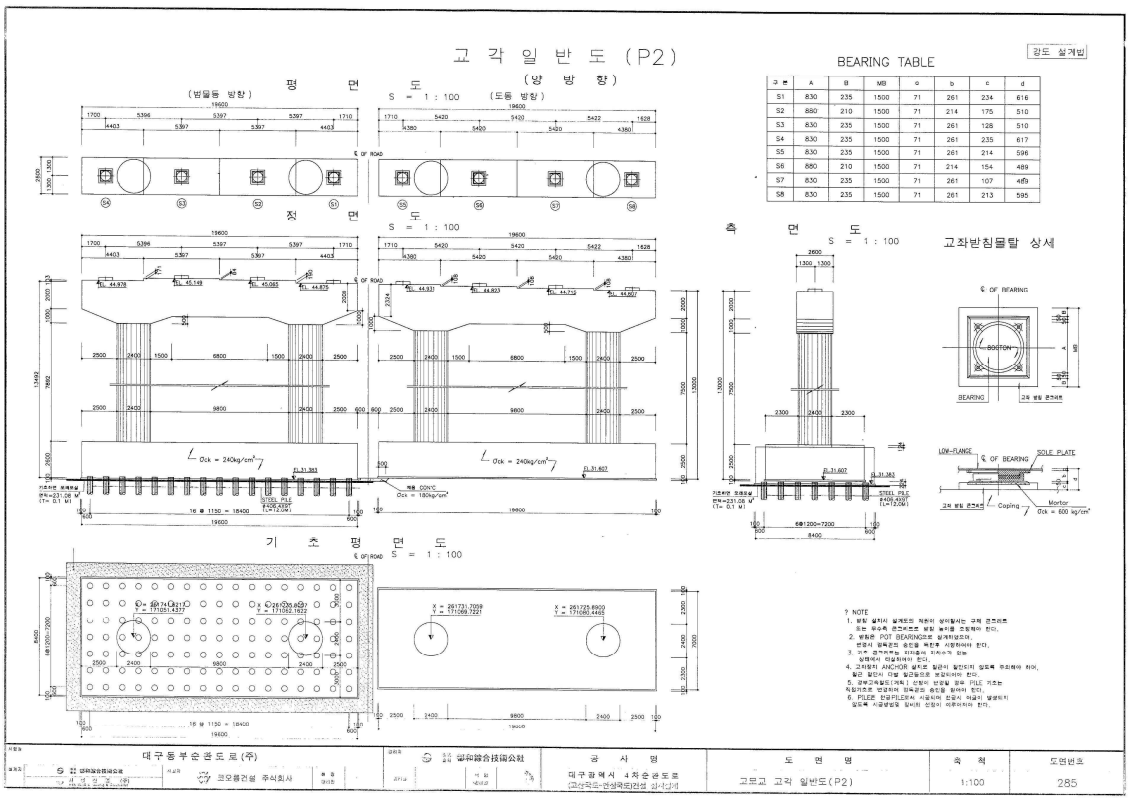
<그림 1.2.1> 주요도면(계속)



[일반도(교대)]

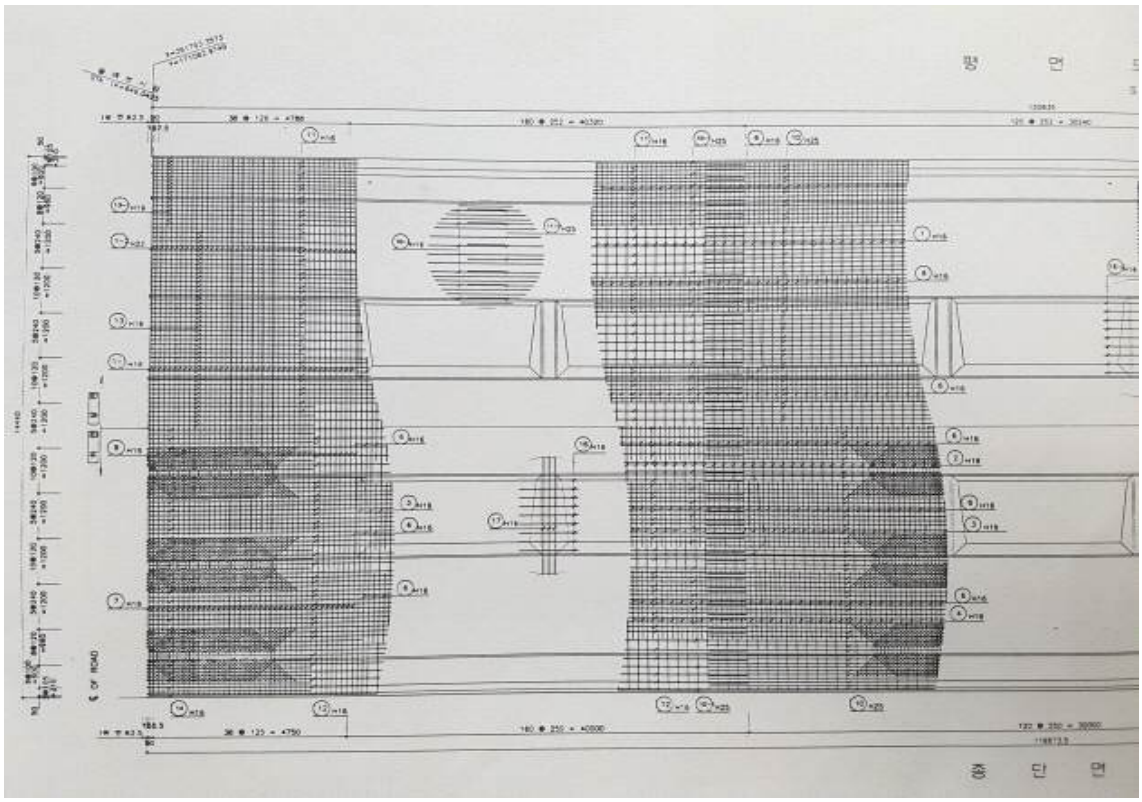
<그림 1.2.1> 주요도면(계속)

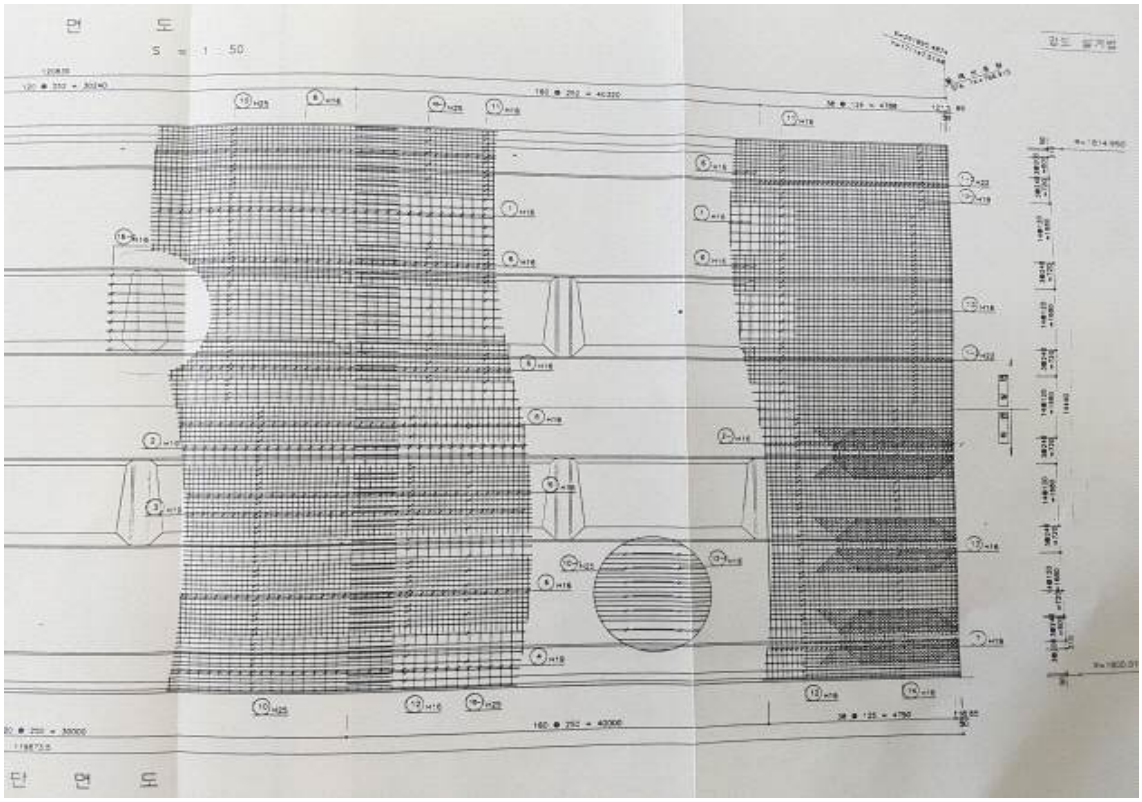




[일반도(교각)]

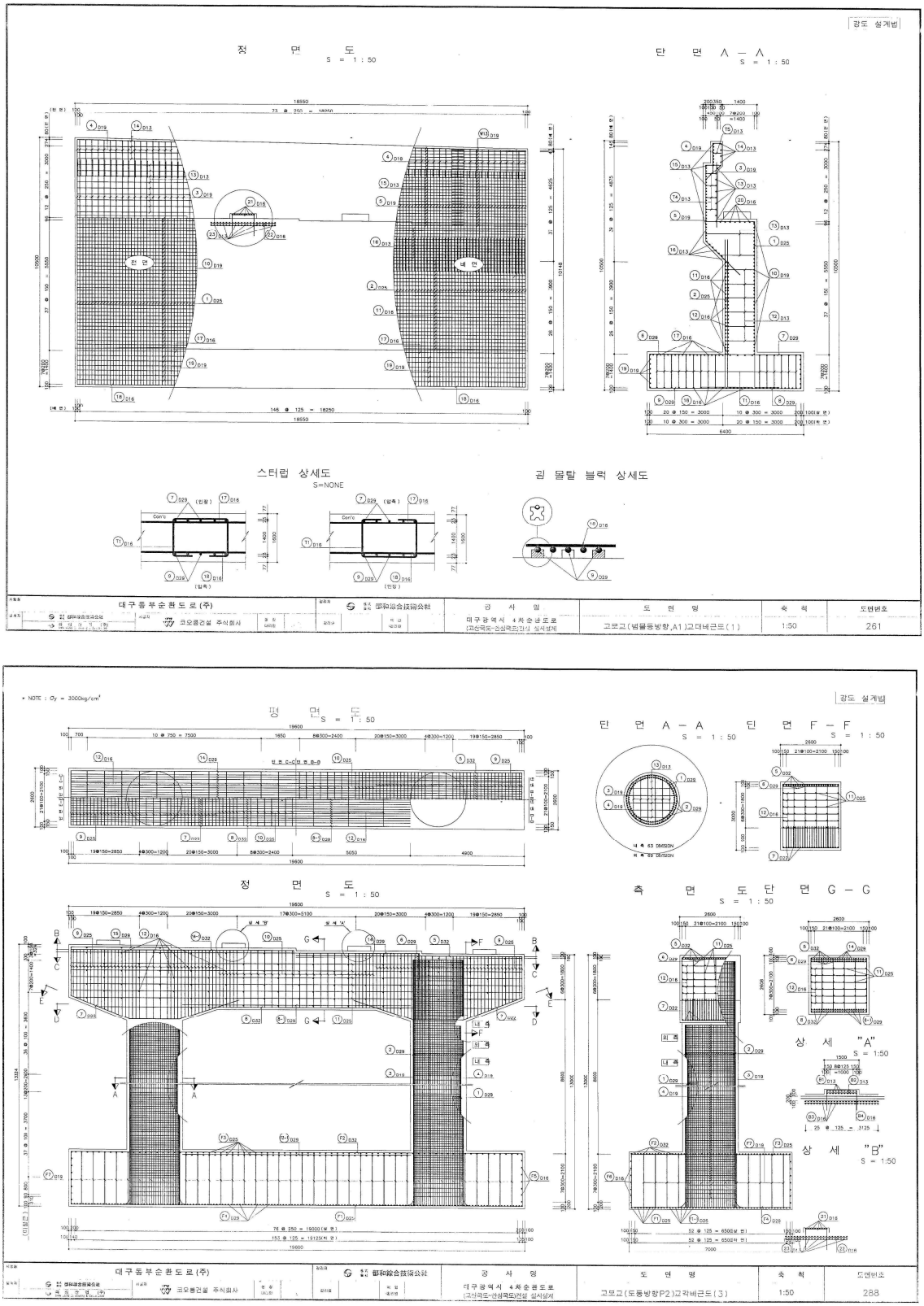
<그림 1.2.1> 주요도면(계속)





[배근도(슬래브)]

<그림 1.2.1> 주요도면(계속)



[배근도(교대 및 교각)]

<그림 1.2.1> 주요도면(계속)

1.3 점검의 범위 및 과업내용

1.3.1 대상시설물의 실시 범위

본 가천교에 대한 실시 범위는 다음과 같다.

<표 1.3.1> 대상시설물의 실시 범위

구 분	시설물명		지침상 점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위
			정기점검	정밀점검	정밀안전진단	
주요 부재	상부구조	바닥판, 거더	○	○	○	○
	하부구조	교대 및 교각, 기초	○	○	○	○
	받침	교량받침	○	○	○	○
	케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	○	-
	기타부재	신축이음, 배수시설, 난간 및 연석, 교면포장	○	○	○	○
보조부재	2차부재	가로보 및 세로보	-	-	○	-

1.3.2 점검의 범위

가. 안전점검 자료 수집과 분석·평가 평가

- 관리주체의 안전점검 자료를 수집, 분석
- 시설물의 이력사항과 변형상태 조사 분석, 평가
- 기존 점검 자료를 활용하되 기존 자료 미흡부분에 대하여는 현장조사를 시행
- 기타 안전점검에 필요한 설계도서, 시방서 등 관련자료 수집, 분석
- 시설물의 유지관리를 철저히 하기 위한 시설물관리대장 작성에 필요한 자료 수집

나. 외관조사

- 시설물의 외관조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』상 정밀점검 수준의 외관상태 평가 요령에 의한다.
- 각 부재별 상태 및 시설물 전체의 상태에 대한 소견을 제시한다.
- 점검 자료에는 시설물의 사용제한 사항, 부대시설물, 환경조건(시설물의 내구성과 안전성에 영향을 주는 조건), 기타(최고수위)

다. 조사결과 검토 및 분석

- 조사결과의 정리 및 기록(외관조사망도)
- 평가 기초자료 분석

라. 상태평가

- 부재별, 시설물별 상태평가
- 결함지수 산정
- 상태평가 등급 부여

마. 안전성 평가(필요시)

바. 종합평가

- 현상태와 이전상태의 비교검토
- 사용제한, 금지 등의 판단
- 정밀안전진단 여부 결정
- 손상, 결함정도 및 보수, 보강규모 파악
- 상태평가 및 안정성 평가 비교 종합평가
- 종합평가등급 부여

사. 유지, 보수, 보강 대책 수립

아. 종합보고서 작성

자. 기타 관리주체가 필요하여 요구하는 사항

1.3.3 점검의 내용

본 과업을 수행하기 위하여 실시한 점검의 세부내용은 <표 1.3.2>와 같다.

<표 1.3.2> 과업의 내용

과업항목		과업수행 내용	비고
자료수집 및 분석		○ 준공도면, 구조계산서, 공사 시방서 ○ 시설물관리대장 ○ 시공관련자료 ○ 안전점검, 정밀안전진단 실시결과 자료 ○ 보수·보강이력 검토분석	
현장조사 및 시험	외관 조사	○ 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 -균열, 누수, 파손, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등	
	내구성 조사	○ 콘크리트 강도조사 ○ 탄산화 깊이 시험	
상태평가		○ 외관조사 결과분석 ○ 현장시험 및 재료시험 결과 분석 ○ 부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견	
종합평가 안전등급 지정		○ 상태평가 후 종합평가실시 ○ 종합평가를 통한 시설물의 안전등급 지정	
보수·보강 및 유지관리방안 제시		○ 기능회복 및 향상을 위한 보수·보강공법 제시 ○ 보수·보강 손상물량 및 개략공사비 제시 ○ 유지관리상 문제점과 지침 기준 작성 ○ 효율적인 유지관리방안 제시	
결과보고		○ 객관적인 과업수행을 위하여 중간 또는 최종성과품과 관련 하여 보고회시행	
보고서 작성		○ 지적사항 보완·반영하여 최종보고서 작성 및 제출	

1.4 사용장비 및 시험기기 현황

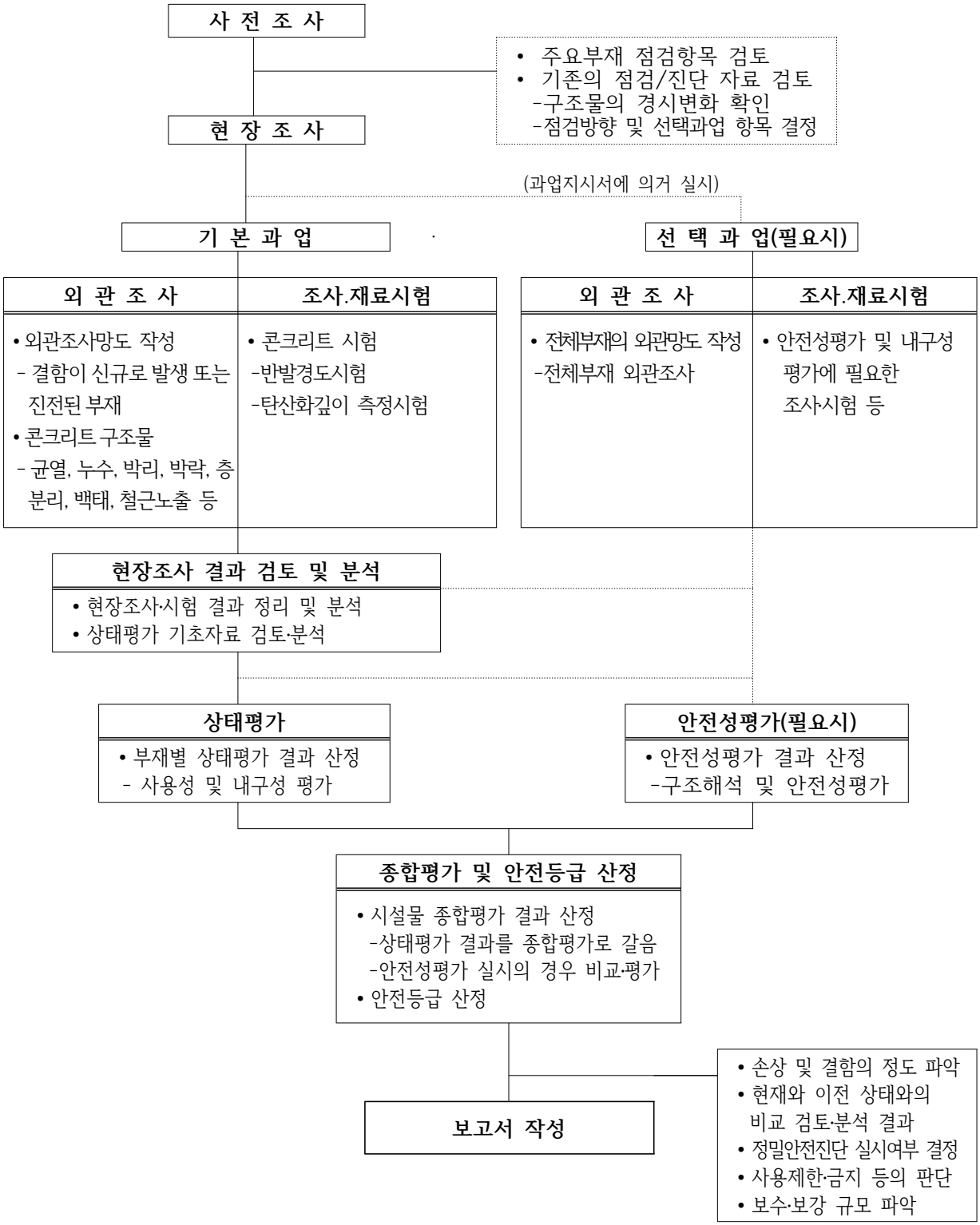
본 과업에 사용된 장비 및 시험기기는 다음과 같다.

<표 1.4.1> 사용장비 및 시험기기 현황

수행장비	장비명	용 도	사 진
휴대 장비	줄 자	구조물 부재 치수 측정	
	디지털 카메라	구조물 현황 사진 촬영	
	균열폭 측정기	외관조사시 균열폭 측정	
	버니어 캘리퍼스	부재 상세치수 측정	
비파괴 시험	슈미트해머	콘크리트 압축강도조사	
	암반용 슈미트해머	암반 강도조사	
	탄산화시험 SET	콘크리트 탄산화 조사	
	Rc-Radar	철근배근측정	
접근 장비	교량 점검차(굴절차)	외관조사시 근접조사	
	고소 점검차(스카이)	외관조사시 근접조사	
	우마 사다리	외관조사시 근접조사	

1.5 과업 수행일정

1.5.1 과업수행 흐름도



<그림 1.5.1> 과업수행 흐름도

1.5.2 과업기간

❍ 2019년 04월 22일~2019년06월09일(49일간)

1.5.3 과업수행 일정

본 과업을 위해 수행한 주요 업무일정은 <표 1.5.1>와 같다.

<표 1.5.1> 과업수행 일정

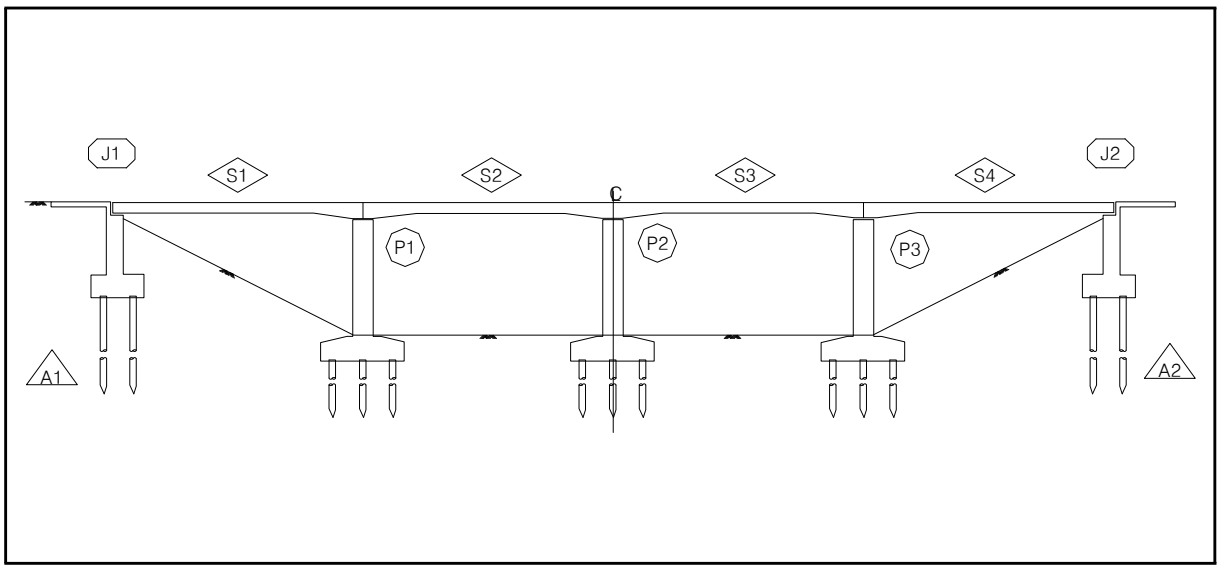
공 종	착수일로부터 49일						비고
	7	14	21	28	35	49	
1. 관련자료의 수집 및 분석							
. 설계도면의 검토							
. 관련기준 검토							
. 대상구조물의 이력조사							
2. 외업							
. 제원확인 및 측정							
. 외관조사(정밀점검)							
. 비파괴시험(정밀점검)							
3. 내업							
. 보고서 작성							
. 한국시설안전공단 보고서 등록 및 승인							

1.6 기호의 정의

본 과업을 수행하기 위하여 사용한 구조부재의 종류 및 위치 등에 관련된 기호의 정의는 <표 1.6.1>과 같다.

<표 1.6.1> 교량기호의 정의

구분	사용기호	정 의
경간	Si	경간번호(시점에서 종점방향으로 증가, i번째 경간)
교각	Pi	교각번호(시점, 종점, i번째 교대)
교대	Ai	교대번호(시점, 종점, i번째 교대)
신축이음	Ji	신축이음장치 번호(교량 시점에서 종점방향으로 증가 i번째 신축)



<그림 1.6.1> 경간, 교대의 기호부여

1.7 과업의 적용기준

1) 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 (국토교통부, 2018. 01)

2) 시설물의 안전 및 유지관리 세부지침 (국토교통부, 2018. 06)

3) 시설물 안전 및 유지관리업무 지침(서울특별시)

4) 도로교설계기준 (국토교통부, 2016)

5) 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 해설 (국토교통부, 2012. 12)

6) 콘크리트 표준시방서 (국토교통부, 2016)

7) 콘크리트 구조설계기준 및 해설 (국토교통부, 2012)

8) 콘크리트 내구성 평가절차 수립 (국토교통부, 1999. 12)

9) 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문 시방서 (국토교통부, 1999. 12)

제2장 자료수집 및 분석

2.1 개요

2.2 자료수집 및 분석

제2장 자료수집 및 분석

2.1 개요

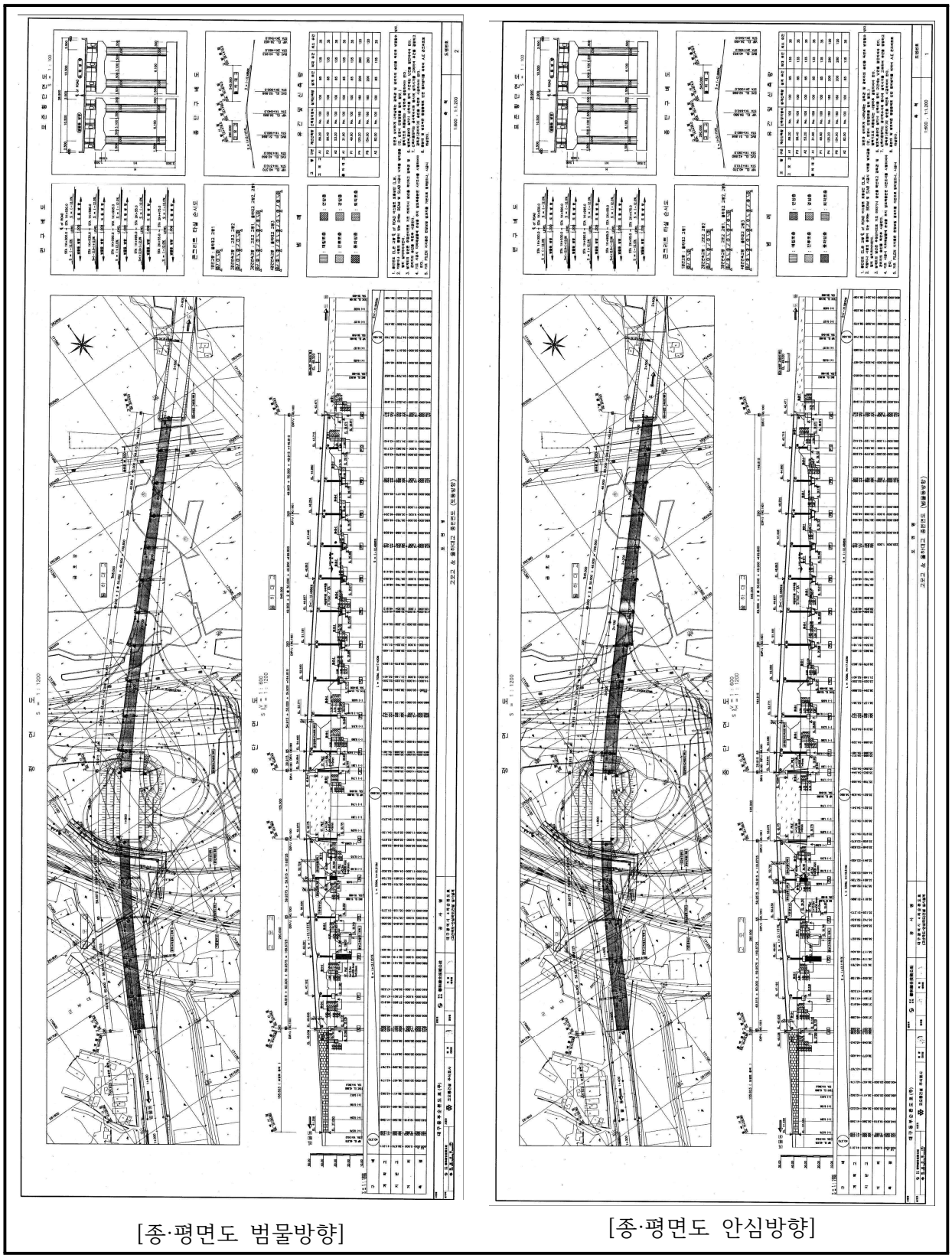
본 시설물에 대한 자료조사는 본 용역 착수 후 현지답사를 통해 구조특성을 파악하고 점검 방향과 세부수행 계획을 수립하였다. 또한, 관리주체에 보관된 건설관련 및 유지관련 자료 기타자료, 관련서류 조사, 관계자의 청문 등의 자료를 수집하였으며, 수집목록은 다음과 같다.

<표 2.1.1> 자료수집 목록

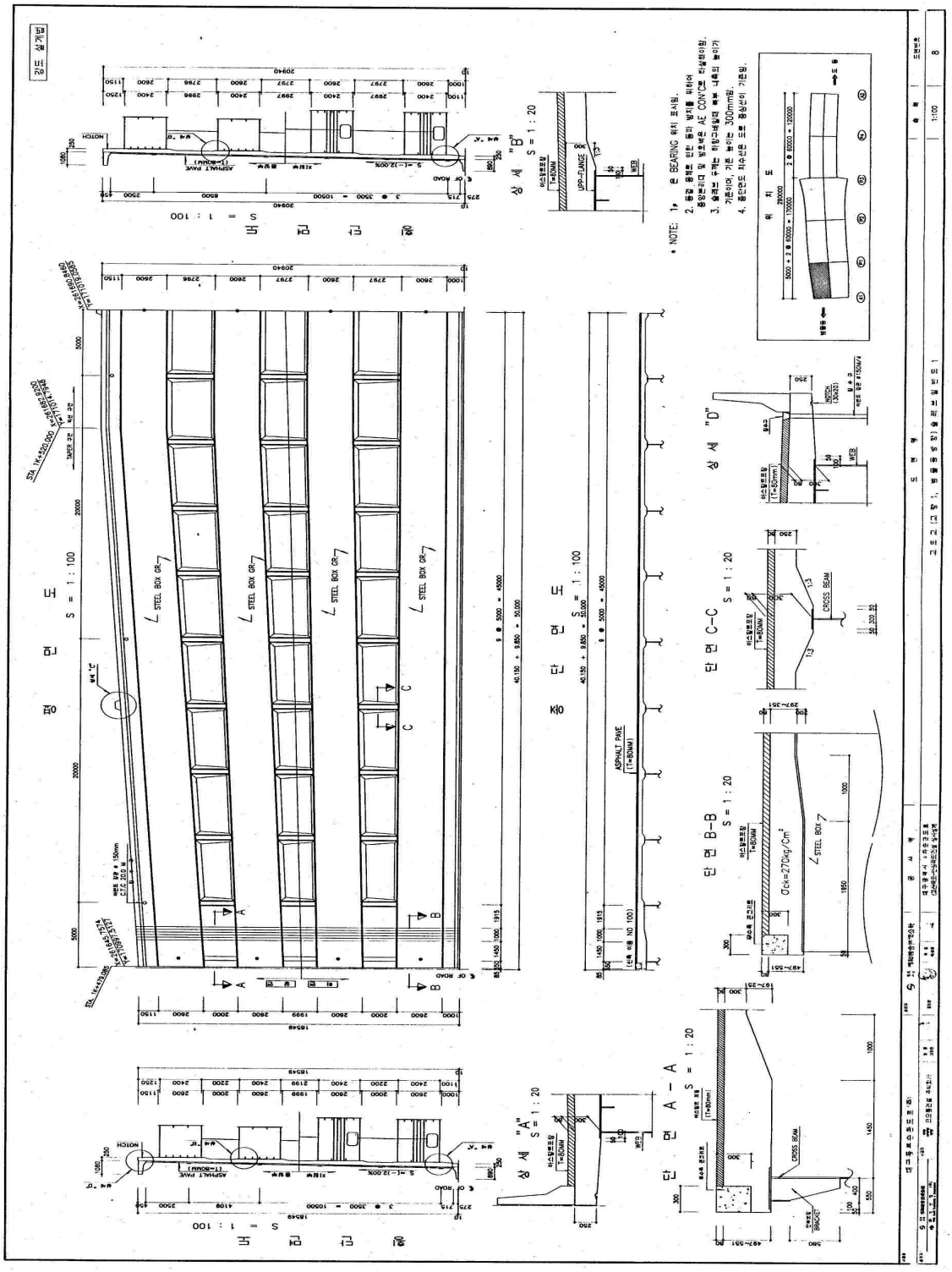
구 분	자료수집 대상 자료	보관유무	비고
건설관련 자료	1) 준공보고서	○	◦ FMS시스템 보유
	2) 준공도면	○	
	3) 시공상세도	○	
	4) 구조계산서	○	
	5) 수리, 수문계산서	○	
	6) 공사 및 특별시방서	○	
	7) 감리보고서	○	
	8) 품질관리 관련자료	○	
	9) 지반조사보고서	○	
	10) 건설공사 안전점검 보고서	-	
	11) 건설공사 초기점검보고서	-	
	12) 주요설계변경 내역 등	-	
유지관련 자료	1) 시설물관리대장	○	◦ 시설물관리대장
	2) 기존 점점 자료	○	◦ 기존 점검자료(정밀점검)
	3) 기존 안전진단 자료	-	
	4) 보수·보강 및 용도변경 자료	-	
	5) 계측관리 관련 자료	-	
기타 자료	1) 시설물 인접굴착 자료	-	◦ 자체 점검자료 입수
	2) 관리주체 자체 점검 자료	-	
	3) 관리주체 중점관리 구간 자료	-	
	4) 관리주체 시설물 관리 기준	-	
	5) 관리주체 유지관리 시스템 및 방안 자료	-	

2.2 자료수집 및 분석

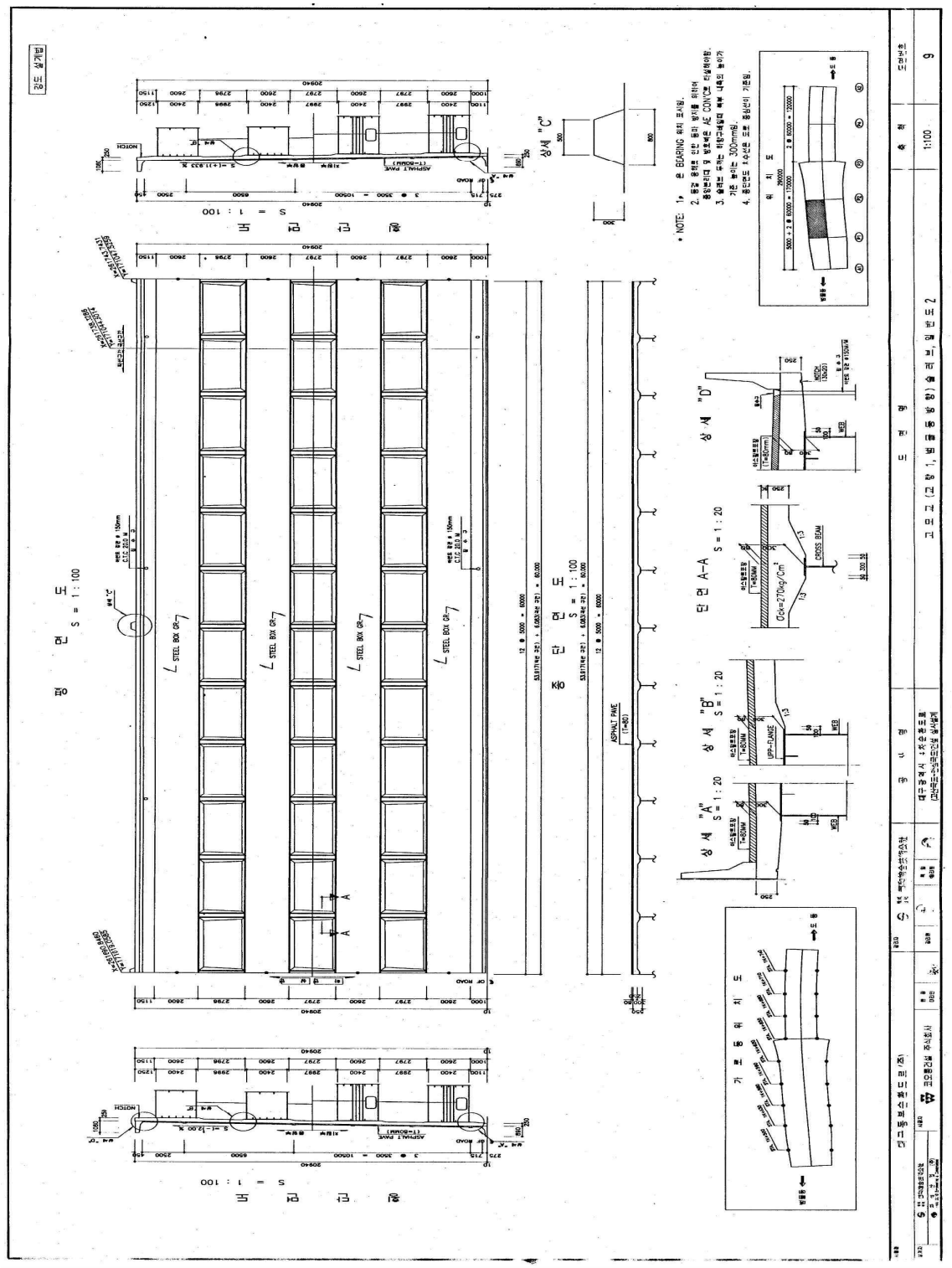
2.2.1 설계도면



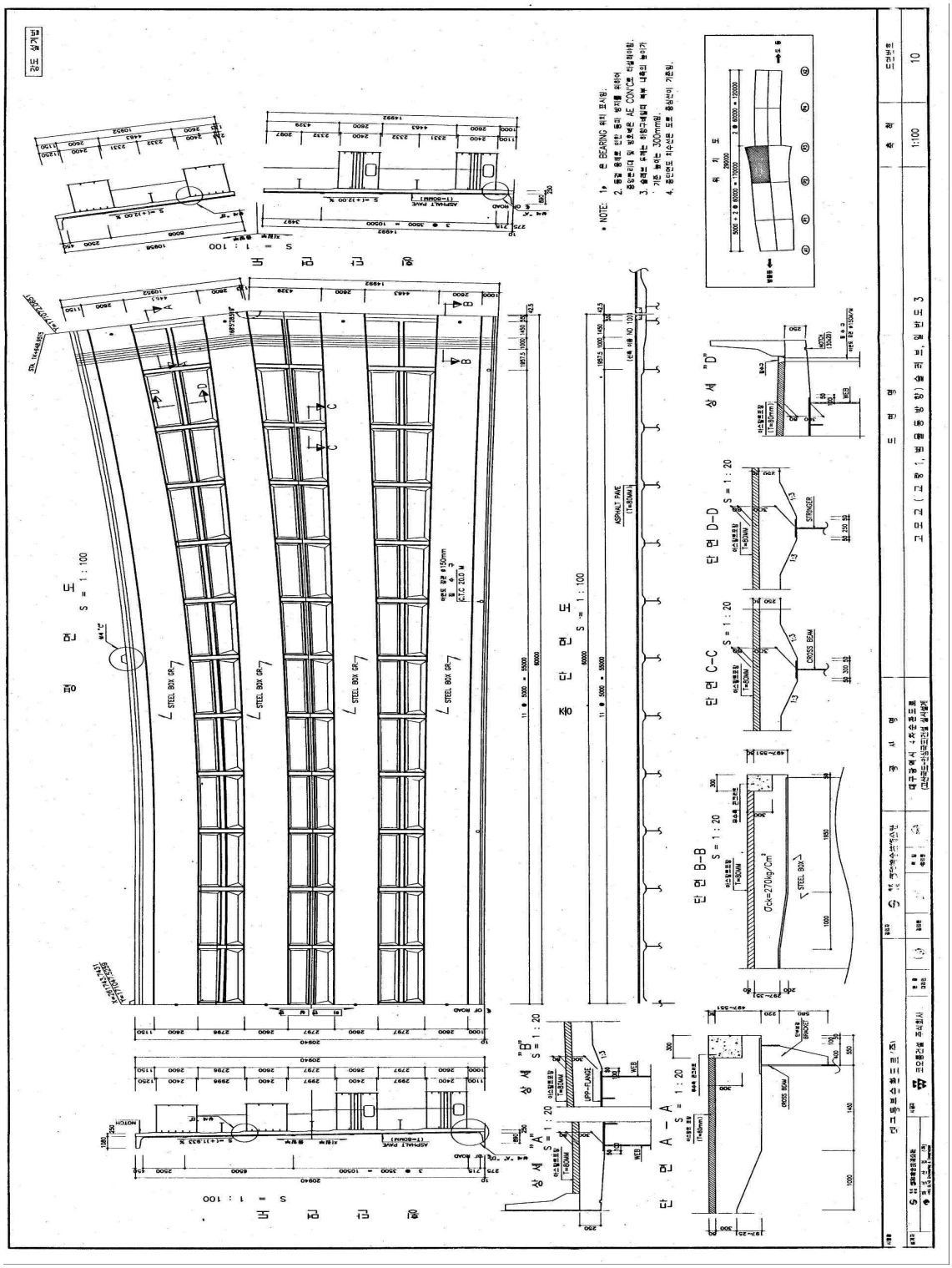
[종·평면도 범물방향] [종·평면도 안심방향]



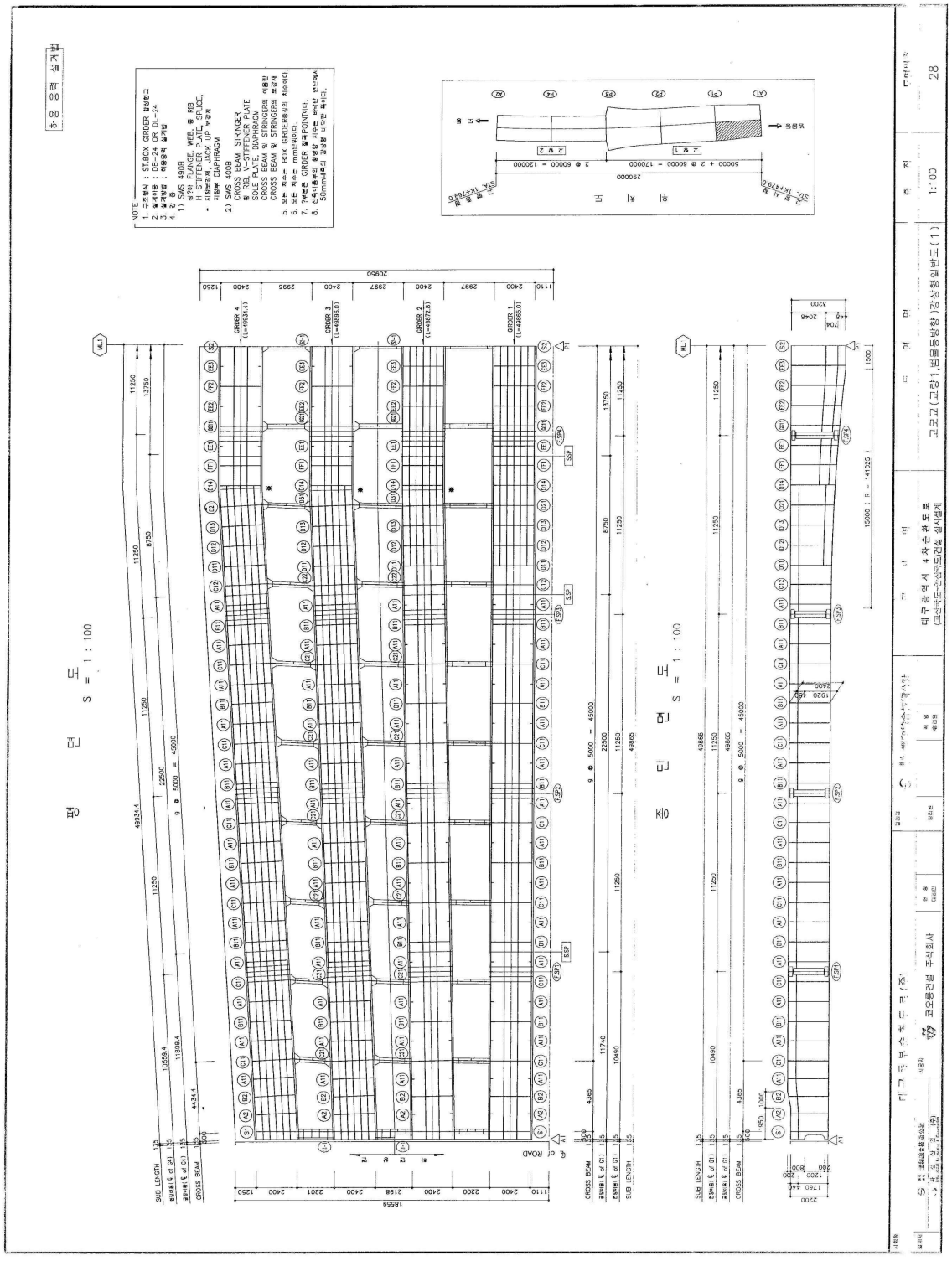
[일반도(슬래브)]



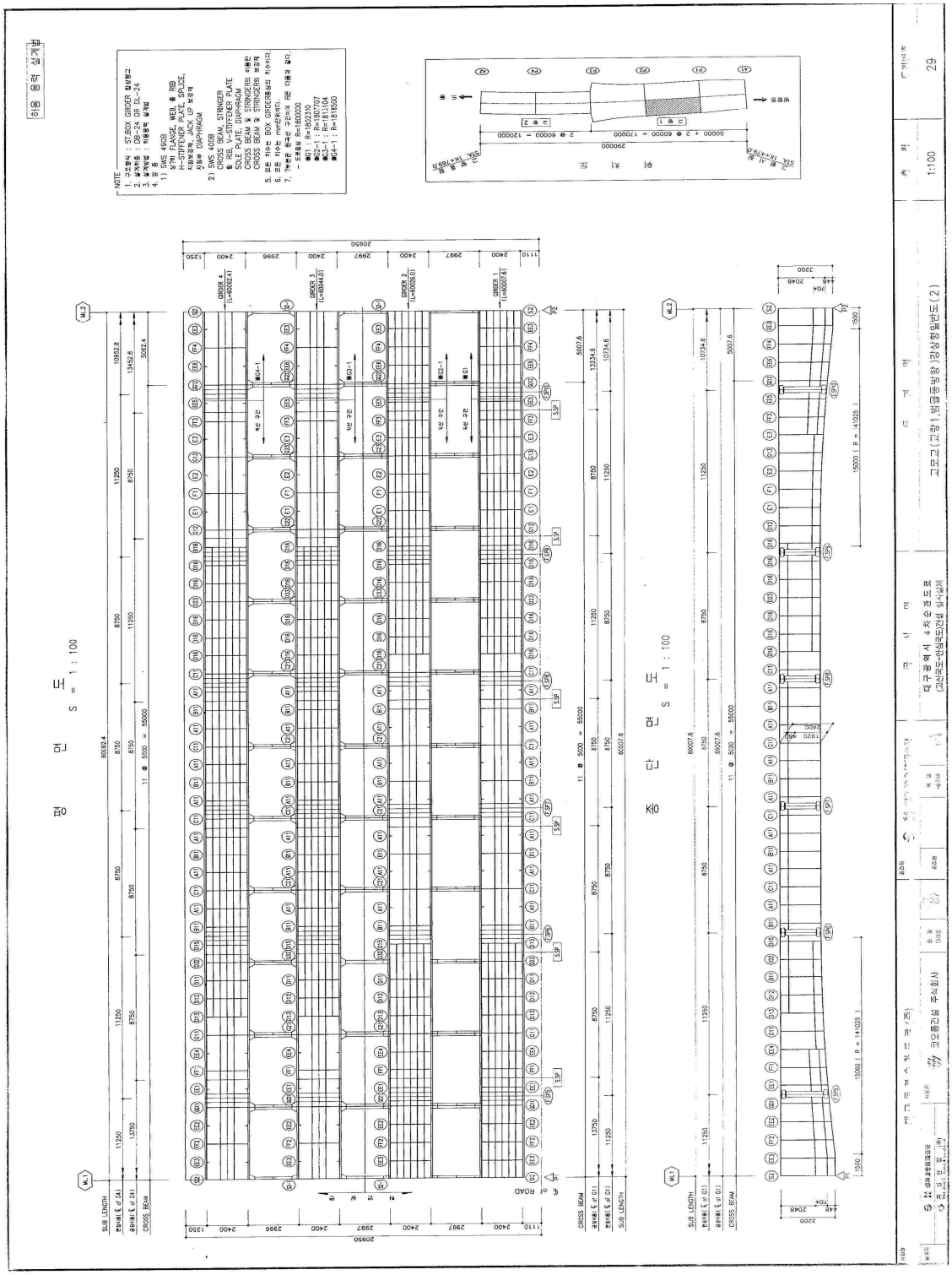
[일반도(슬래브)-계속]



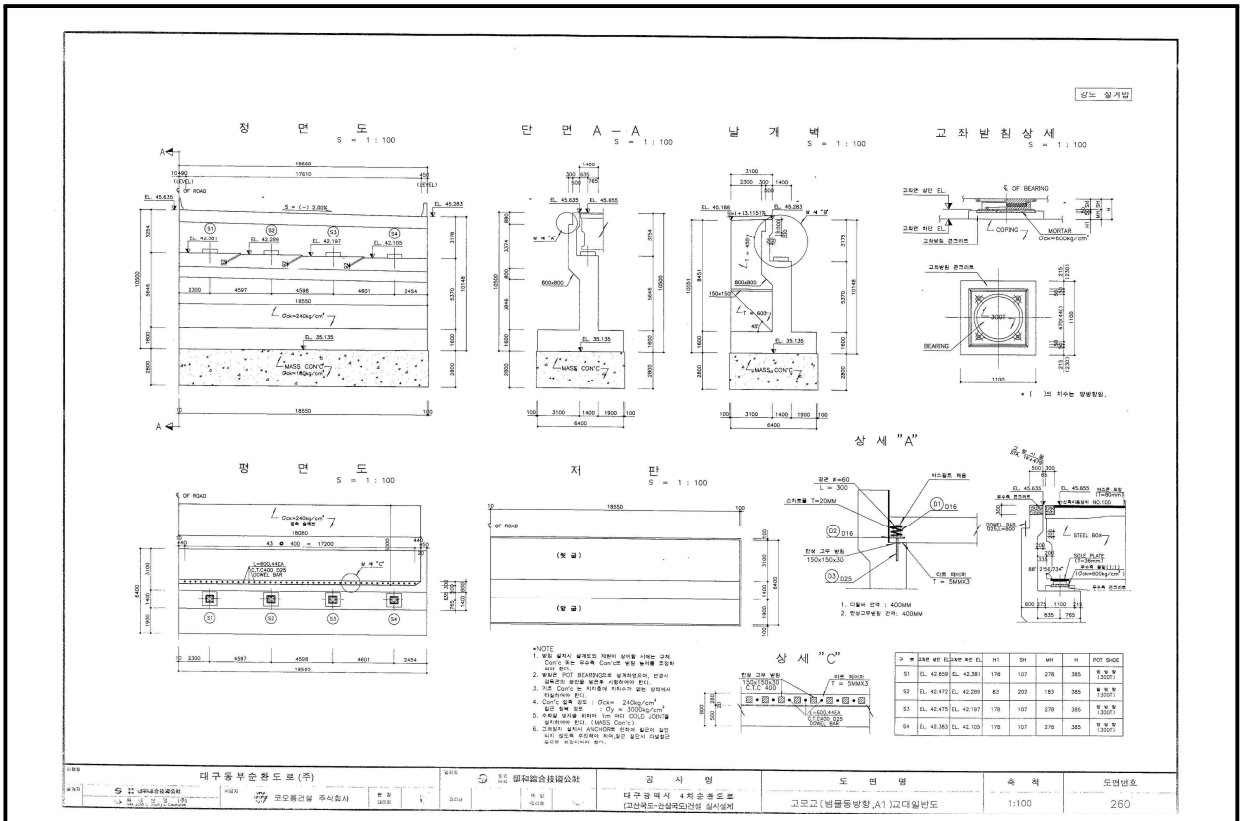
[일반도(슬래브)-계속]

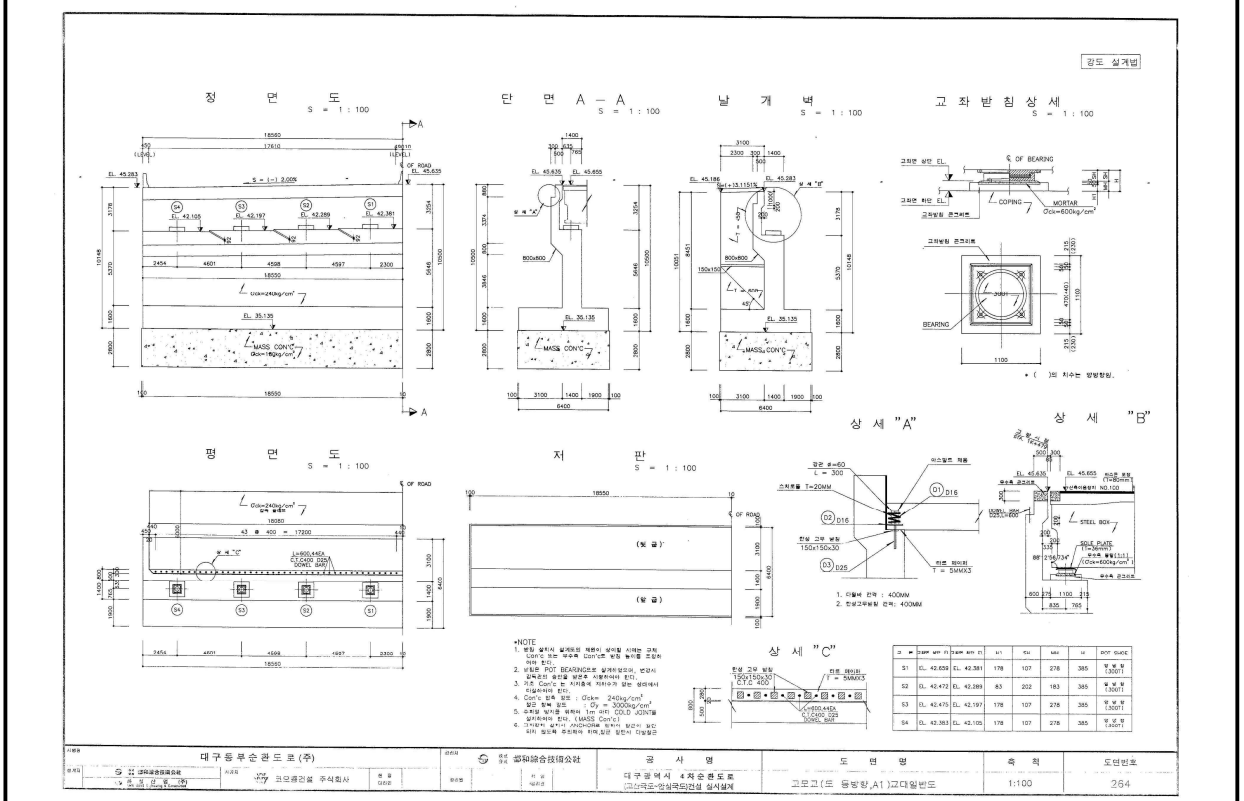


[일반도(Steel Box Girder)]

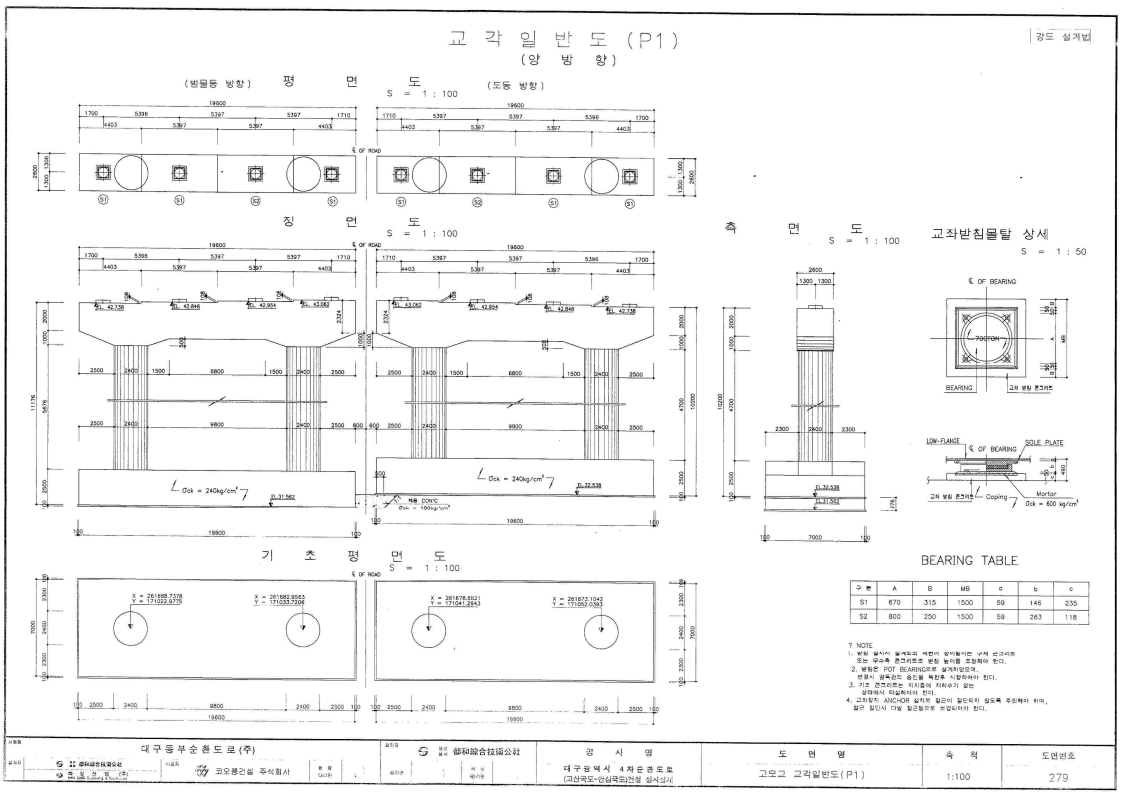


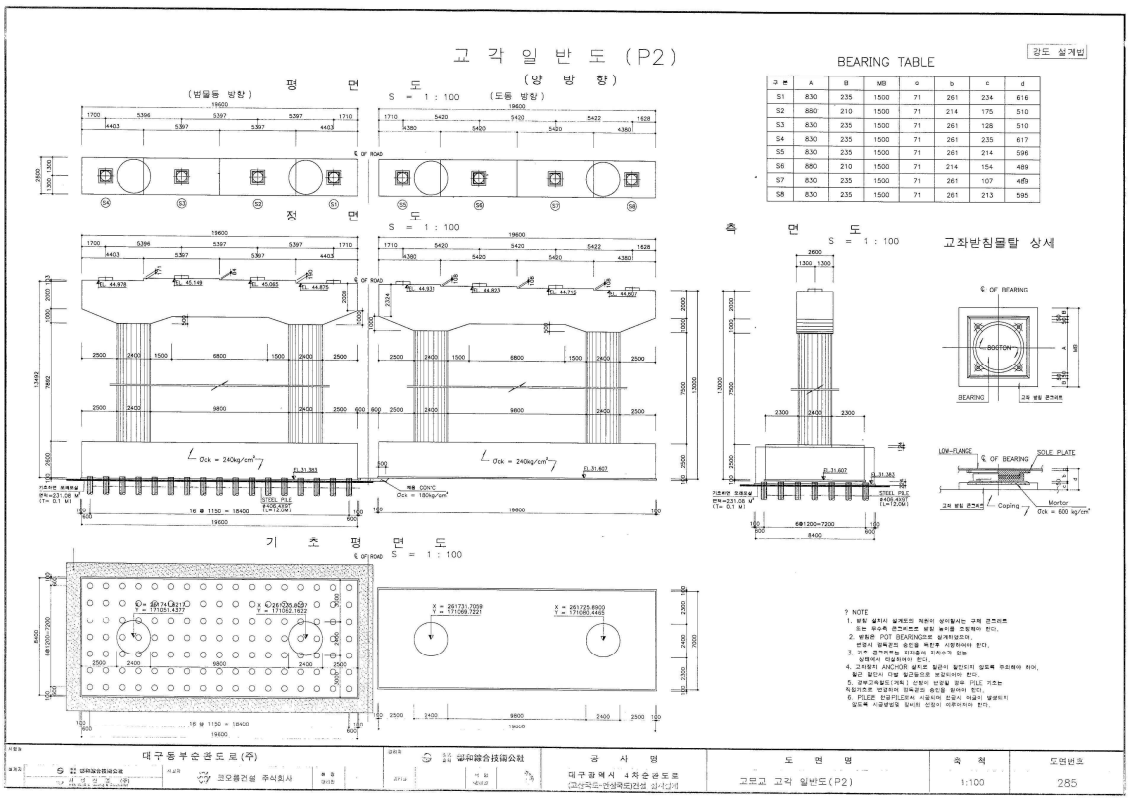
[일반도(Steel Box Girder)-계속]


강도 설계법
정 면 도 S = 1 : 100
단 면 A – A S = 1 : 100
날 개 벽 S = 1 : 100
고 좌 받 침 상 세 S = 1 : 100
상 세 "A"
평 면 도 S = 1 : 100
저 판 S = 1 : 100
상 세 "C"
*NOTE
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
공 사 명
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-안심육도)건설 실시설계
도 면 명
고모고(빗물동방향,A1)교대일반도
축 척
1:100
도면번호
260

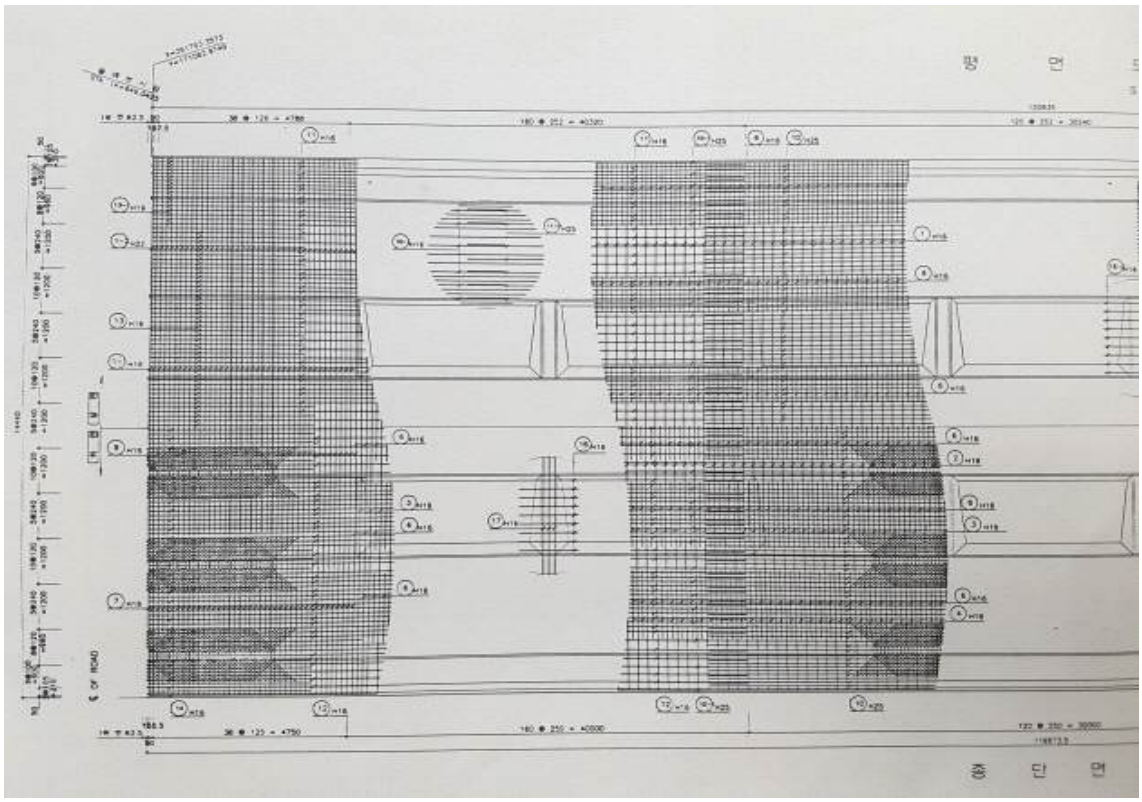

강도 설계법
정 면 도 S = 1 : 100
단 면 A – A S = 1 : 100
날 개 벽 S = 1 : 100
고 좌 받 침 상 세 S = 1 : 100
상 세 "A"
상 세 "B"
평 면 도 S = 1 : 100
저 판 S = 1 : 100
상 세 "C"
*NOTE
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
공 사 명
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-안심육도)건설 실시설계
도 면 명
고모고(도 동방향,A1)교대일반도
축 척
1:100
도면번호
264

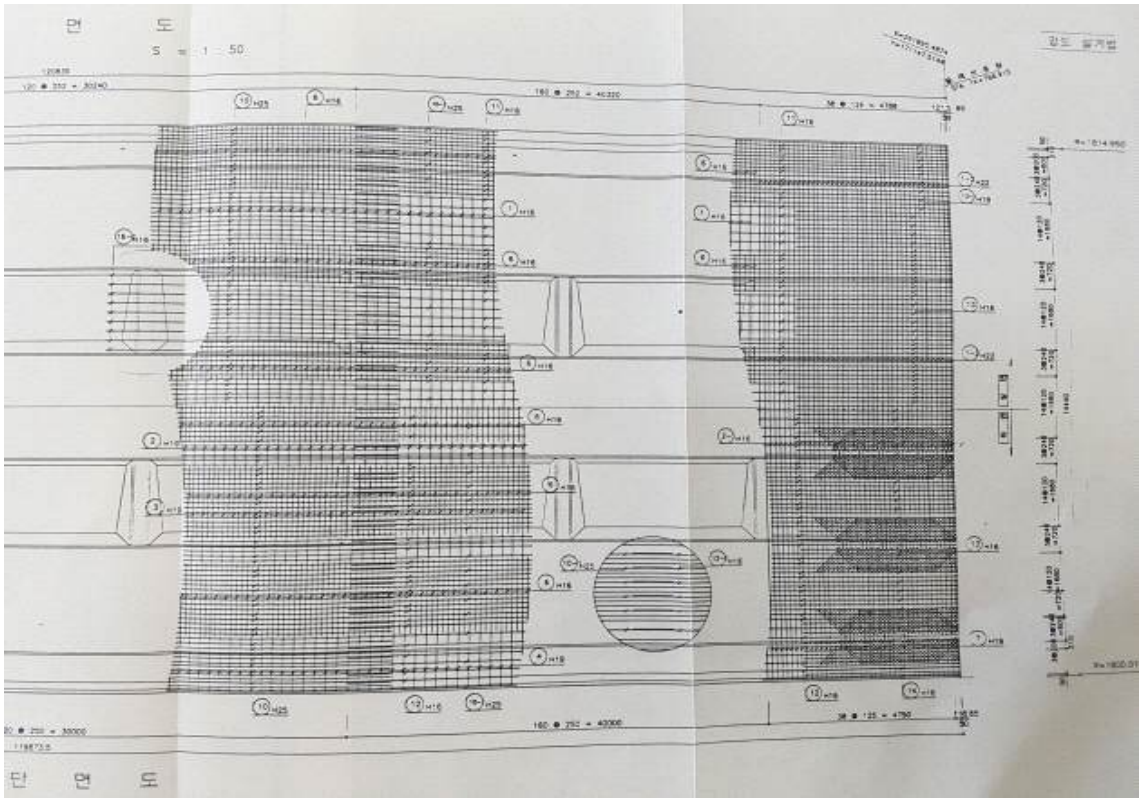
[일반도(교대)]


교 각 일 반 도 (P1)
(양 방 향)
강도 설계법
(범물동 방향) 평 면 도 (도동 방향)
S = 1 : 100
정 면 도
S = 1 : 100
측 면 도
S = 1 : 100
교좌받침몰탈 상세
S = 1 : 50
기 초 평 면 도
S = 1 : 100
BEARING TABLE
? NOTE
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
都和綜合技術公社
공 사 명
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연성육도)건설 실시설계
도 면 명
고모교 교각일반도(P1)
축 척
1:100
도면번호
279

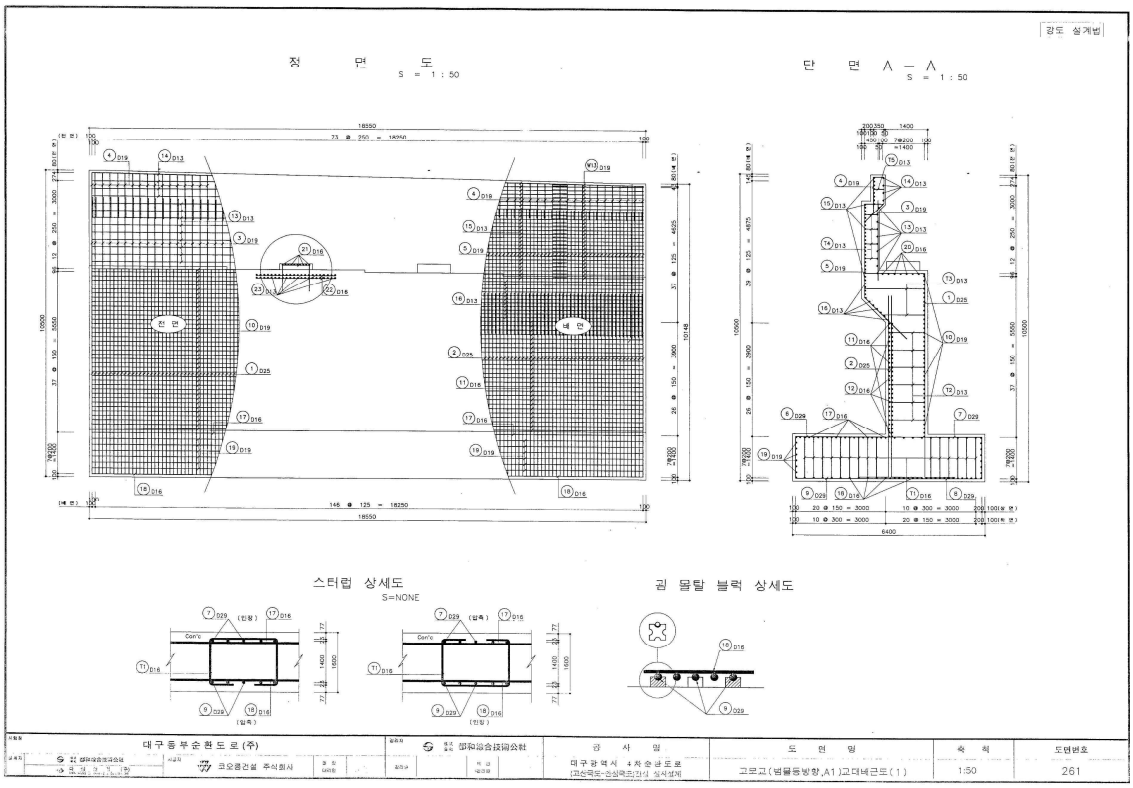

교 각 일 반 도 (P2)
(양 방 향)
강도 설계법
(범물동 방향) 평 면 도 (도동 방향)
S = 1 : 100
정 면 도
S = 1 : 100
측 면 도
S = 1 : 100
교좌받침몰탈 상세
BEARING TABLE
기 초 평 면 도
S = 1 : 100
? NOTE
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
都和綜合技術公社
공 사 명
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연성육도)건설 실시설계
도 면 명
고모교 교각 일반도(P2)
축 척
1:100
도면번호
285

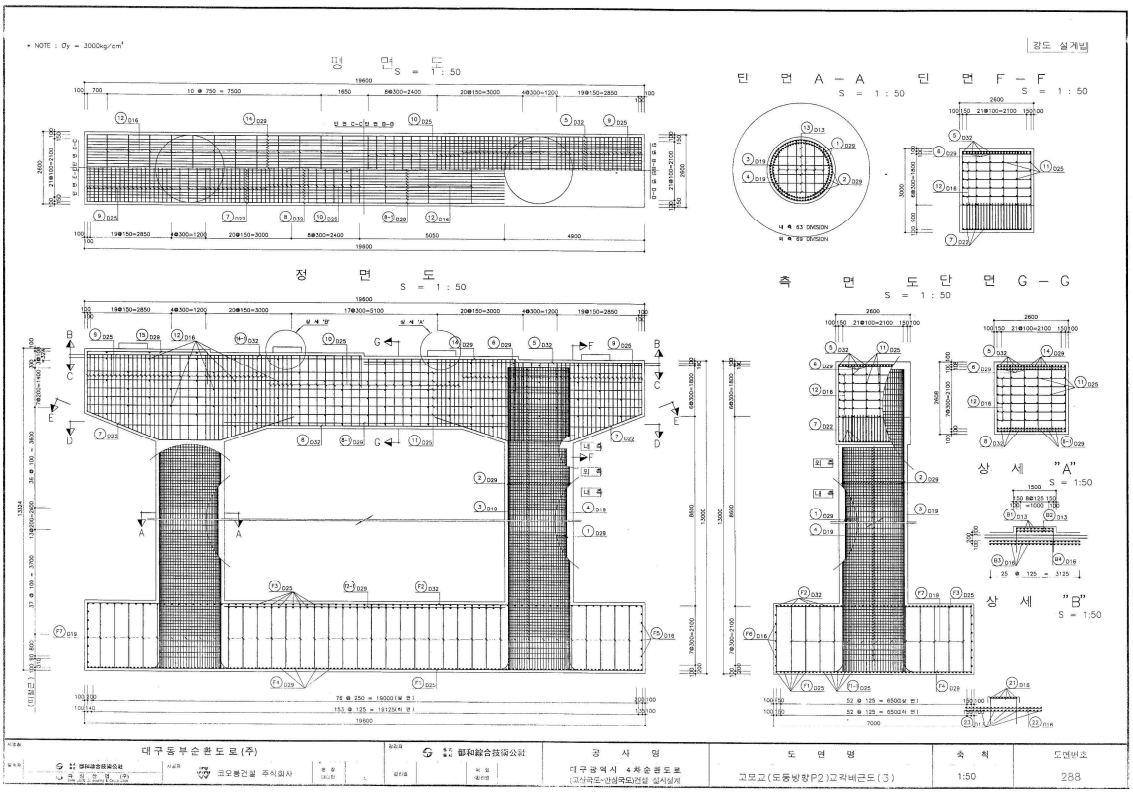
[일반도(교각)]





[배근도(슬래브)]


강도 설계법
정 면 도
S = 1 : 50
단 면 A – A
S = 1 : 50
스터럽 상세도
S=NONE
귐 몰탈 블럭 상세도
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
都和綜合技術公社
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연삼육도)간선 실시설계
고모교(범물동방향,A1)고대벽근도(1)
1:50
261


강도 설계법
정 면 도
S = 1 : 50
단 면 A – A
S = 1 : 50
단 면 F – F
S = 1 : 50
정 면 도
S = 1 : 50
측 면 도 단 면 G – G
S = 1 : 50
상 세 "A"
S = 1:50
상 세 "B"
S = 1:50
대구동부순환도로(주)
코오롱건설 주식회사
都和綜合技術公社
대구광역시 4차순환도로
(고산육도-연삼육도)간선 실시설계
고모교(도동방향P2)고각벽근도(3)
1:50
288

[배근도(교대 및 교각)]

2.3 자료수집 및 분석

2.3.1 점검 및 진단이력

가. 정밀안전점검 및 정기안전점검 이력사항

<표 2.3.1> 점검 이력사항

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
1	정기점검	2018-08-21	2018-09-19	(주)명성엔지니어링	양호	외관조사 결과, 교면포장 아스콘 균열, 배수시설 배수관 누수, 배수구 막힘, 방호벽 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 받침콘크리트 균열, 바닥판 균열, 박락, 거더 내부 체수, 외부 이물질 퇴적, 교대 및 교각 균열, 박락 등의 손상이 조사됨. 본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수보강안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단됨.
2	정기점검	2018-03-20	2018-04-15	(주)명성엔지니어링	양호	외관조사 결과, 교면포장 아스콘 균열, 배수시설 배수관 누수, 배수구 막힘, 방호벽 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 받침콘크리트 균열, 바닥판 균열, 박락, 거더 내부 체수, 외부 이물질 퇴적, 교대 및 교각 균열, 박락 등의 손상이 조사됨. 본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수보강안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단됨.
3	정기점검	2017-11-01	2017-11-20	(주)삼우기술	양호	포장부 식생, 균열, 포장파손, 방호벽 델리네이터 파손, 중앙분리대 미세균열, 신축이음 식생, 본체 토사 및 아스콘 퇴적, 차수판 볼트 망실, 캔틸레버 미세균열, 단면파손, 교대 및 교각 균열, 긁힘, 단면파손, 누수오염, 교량받침 받침콘크리트 균열, 잡철, 배수구 막힘 등이 조사됨.

<표 2.3.1> 점검 이력사항(계속)

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
4	정밀안전진단	2017-03-02	2017-06-09	(주)우림종합엔지니어링	B	교면포장 망상균열, 아스콘 균열, 패임, 콘크리트 방호난간 균열, 백태, 거더외부 강재긁힘, 변형 국부 발생 및 내부부식, 누수흔적, 실링처리미흡, 교대 미세균열, 교각 미세균열, 누수흔적 및 오염 등의 손상이 발생됨.
5	정기점검	2016-08-19	2016-09-01	(주)우림종합엔지니어링	양호	점검 결과, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열 및 교대의 누수오염에 대해서는 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 손상 부위에 대한 보수보강과 함께 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
6	정밀점검	2016-02-19	2016-04-03	(주)우림종합엔지니어링	B	가천교의 현장조사에 의한 상태평가 결과 “B”등급으로 평가되었으며, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대해서는 단기적인 보수와 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 유지관리 하는데는 문제가 없을 것으로 판단됨.
7	정기점검	2015-09-01	2015-09-19	(주)우림종합엔지니어링	양호	전회 정기점검 이후 하자보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태임. 주요 손상으로는 교면 포장균열, 갓길측 망상균열, 신축이음장치 후타재 균열, 교대 누수오염, 교각 누수오염, 백태 등이 조사되었으며, 시설물의 구조적 안전성과 차량의 주행성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 지속적인 주의관찰과 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
8	정기점검	2015-03-11	2015-03-25	(주)우림종합엔지니어링	양호	하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태임. 갓길측 망상균열, 포장균열, 신축장치 후타재 균열 등의 손상이 발생된 상태임.

<표 2.3.1> 점검 이력사항(계속)

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
9	정기점검	2014-10-10	2014-10-24	(주)우림종합엔지니어링	양호	하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사 결과, 신축장치 후타재 균열 등의 손상이 발생된 상태임.
10	정밀점검	2014-02-15	2014-04-05	(주)삼우기술	B	주요 손상으로는 일부 포장면에서 아스콘 균열 및 거북등균열(망상균열), 신축이음장치의 후타재 균열 및 박락, 교대/교각에서 미세균열 및 백태등이 조사됨. 조사된 손상에 대한 보수가 적절히 이루어진다면 제 기능을 지속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단됨.
11	정기점검	2013-08-26	2013-09-08	(주)삼우기술	양호	전회차 점검 이후 하자보수가 이루어졌으며, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열, 교대 백태 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되며 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
12	정기점검	2013-04-12	2013-04-26	(주)삼우기술	양호	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사결과 후타재 균열 및 방호벽 박리, 박락이 발생한 상태임.
13	정기점검	2012-11-02	2012-11-25	(주)삼우기술	양호	전회차 진단 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
14	정밀안전진단	2012-03-05	2012-06-30	(주)아워브레인	B	가천교에 대한 정밀안전진단 결과, 안전등급 “B”로 평가됨. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 나타났음. 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 신축이음 및 받침장치의 가동상태 등 교량의 전반적인 신축거동 또한 양호한 상태로 나타남.

<표 2.3.1> 점검 이력사항(계속)

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
15	정기점검	2011-11-01	2011-11-30	(주)아워브레인	양호	전회점검 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단됨. 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
16	정기점검	2011-05-02	2011-05-31	(주)아워브레인	양호	전회점검 이후 교면 재포장을 실시하였으며, 델리네이트 파손부에 대한 보수가 완료된 상태이며, 보조부재에 일부 손상이 추가된 상태임. 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
17	정기점검	2010-09-13	2010-11-30	(주)아워브레인	양호	전회점검 이후 주부재 및 보조부재에 일부 손상이 진전된 상태로, 진전된 주요손상으로는 포장균열, 균열부 주변 포트홀, 패임과 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 내부 손상 등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
18	정기점검	2010-04-27	2010-05-31	(주)아워브레인	양호	교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었음. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이나, 기 발생된 손상현황은 유지관리차원의 적절한 조치가 필요하며 특히, 신축이음 후타재 균열에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요함.

<표 2.3.1> 점검 이력사항(계속)

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
19	정기점검	2009-10-01	2009-11-30	(주)동화엔지니어링	양호	미세균열, 델리네이트 파손, 신축이음부 분부식이 일부구간 관찰되나 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며 전반적으로 양호한 상태로 조사됨.
20	정밀점검	2009-04-07	2009-06-30	(주)동화엔지니어링	A	가천교에 대한 정밀안전점검결과 시설물의 종합평가등급은 "A"등급으로 평가됨.
21	정기점검	2009-04-07	2009-05-31	(주)동화엔지니어링	양호	가천교에 대한 정기점검결과 시설물의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가됨. 따라서, 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 이 교량의 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단됨.
22	정기점검	2008-10-01	2008-11-29	(주)한국건설안전기술단	양호	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수 증가 및 중차량 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 바람직함.
23	정기점검	2008-04-23	2008-05-30	(주)한국건설안전기술단	양호	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수 증가 및 중차량 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 바람직함.
24	정기점검	2007-10-01	2007-11-30	부계기술단(주)	양호	0.2㎜이하 균열, 교량받침 녹발생 등이 발생됨.
25	정밀점검	2007-04-05	2007-05-31	부계기술단(주)	A	0.2㎜이하 균열, 교량받침 녹발생 등이 발생됨.
26	정기점검	2006-10-01	2006-11-30	부계기술단(주)	양호	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가됨.
27	정기점검	2006-05-08	2006-05-31	부계기술단(주)	양호	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가, 따라서 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성이 없음.
28	정기점검	2005-10-07	2005-11-30	(주)혜성안전기술원	양호	난간연석부분에 폭 0.1㎜ 일방향 균열 발생, 교대에 폭 0.1~0.2㎜ 일방향 균열 및 누수발생, 교각에 폭 0.1㎜ 일방향 균열발생, 신축이음장치는 일부 불량하나 전반적으로 상태 양호함.

<표 2.3.1> 점검 이력사항(계속)

No	구분	시작일	종료일	점검진단기관	안전등급	주요점검진단결과
29	정밀점검	2005-05-12	2005-07-05	(주)혜성안전기술원	A	교량의 안전성 및 사용성이 양호하며 국부적인 경미한 손상이 발생한 상태임. 정밀안전진단 필요성 없음.
30	정기점검	2004-11-01	2004-12-25	(주)혜성안전기술원	양호	상부구조 상태는 양호한 편이고 연석과 하부구조는 폭 0.1㎜ 균열이 다수 발생한 상태임. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태임.
31	정기점검	2004-05-19	2004-07-18	(주)혜성안전기술원	양호	상부구조 상태는 양호한 편이고 연석과 하부구조는 폭 0.1㎜ 균열이 다수 발생한 상태임. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태임.
32	정기점검	2003-10-25	2003-12-25	(주)한국건설안전기술단	양호	상태양호
33	정밀점검	2003-02-24	2003-04-25	(주)한국건설안전기술단	A	상태양호

다. 2017년 정밀안전진단 실시결과

구 분		내 용
점검구분		정밀안전진단
점검기관		㈜우림종합엔지니어링
종합의견		◦가천교는 안전등급 B의 전체적으로 양호한 상태의 교량으로 금회 외관조사 결과 지적된 손상에 대해서는 내구성 및 사용성확보 차원의 보수가 일부 필요한 것으로 판단된다. ◦현장 및 실내 시험을 통한 추정강도는 설계기준을 만족하고 있으며, 철근탐사를 통한 배근간격 및 피복두께는 측정부위에 따라 다소 편차는 있으나 전반적으로 설계 상태에 양호하게 조사 되었다. 탄산화 및 염화물함유량의 경우 a등급 이상을 유지하고 있는 양호한 상태로 평가되었다. ◦강재비파괴 시험결과, 맞대기 용접부 72개소에 대한 초음파탐상 실시 결과 'KS B 0896'의 판정 등급기준에 의거 판정되어 전체 불합격 결함은 조사되지 않은 양호한 것으로 판정되었다. ◦본 교량의 안전성 검토를 통한 강박스 거더와 바닥판 슬래브의 기본내하력 및 공용내하력 평가 결과 내하율 1.0 이상으로 설계활하중 DL(DB)-24를 만족하는 것으로 평가 되었다. ◦가천교의 외관조사에 의한 상태평가 결과는『B』등급이고, 구조안전성 평가 결과는『A』등급으로, 종합평가는『B』등급으로 평가되었으며, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여는 보고서에 제시된 보수·보강과 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
내구성 조사	압축 강도	◦상부구조: 29.5~30.1MPa 로 설계기준강도 100%이상인 것으로 분석됨. (상부구조: 27.0MPa) ◦하부구조: 25.0~25.7MPa 로 설계기준강도 100%이상인 것으로 분석됨. (하부구조: 24.0MPa)
	탄산화	◦탄산화 깊이 : 상부구조 9.8~13.8㎜, 하부구조 5.2~10.8㎜ ◦최소잔여 깊이 : 상부구조 23.4~44.4㎜, 하부구조 60.4~87.3㎜ "a~b"로 평가됨 ◦평가등급 : "a~b"로 평가됨
상태평가		◦결함도 점수: 0.160, 평가등급: B
평가등급		B등급

2.3.2 보수·보강이력

<표 2.3.2> 보수·보강 이력사항

No	공사명 공사기간	보수보강부위 공사내역	시공자 책임기술자	**공사비 (천원)**
1	2010년 범안로 아스팔트포장 보수공사 2010-10-15 ~ 2010-10-20	교면포장 재포장	(주)협우건설 채수진	61,060
2	2011년 범안로 아스팔트포장 보수공사 2011-03-10 ~ 2011-03-15	교면포장 재포장	(주)협우건설 채수진	73,700
3	가천교 하자보수공사 2012-11	하자보수	-	-
4	가천교, 범안대교 방호벽 교체 및 추가설치 공사 2013-03	방호벽 및 중분대 중성화방지 보수	한성안전	70,000
5	가천교 아스팔트포장 보수공사 2013-03	교면포장 재포장	원진건설(주)	70,000
6	가천교 신축이음장치 보수공사 2015-05	신축이음장치 후타재 균열 및 단면보수	-	-
7	범안로 교량등 부분 포장 보수공사 2016-04-25 ~ 2016-04-26	교면포장 절삭 후 재포장	대익건설(주) 최철모	16,700
8	가천교 교면 방수공사 2017-09-25 ~ 2017-11-12	교면포장 A1~A2 교면 방수공사	(주)새움씨앤씨 윤종철	450,000

2.3.3 시설물의 내진설계 여부 확인

구 분	내진성능 확보 여부
가천교	- 시설물 유지관리자료인 가천교 시설물관리대장 검토결과 상세제원에 내진설계 적용여부란에 “적용”으로 표기되어 내진설계가 반영된 것으로 추정한다.

2.4 분석결과에 의한 중점 점검방향

2.4.1 유지관리 관련 자료 분석결과

1) 정밀안전점검 6회, 정밀안전진단 2회에 대한 유지관련자료 분석 결과, 지속적인 점검결과에 따라 단계별로 보수계획을 수립하는 등 관리주체는 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위해 세심한 유지관리를 실시하고 있는 것으로 분석되었다.

2) 과업 수행시 효과적으로 용역을 수행하기 위하여 설계도면(복원도면)과 보수자료 등을 입수하였으며, 기타 필요한 자료는 관계자 청문 등을 통하여 확인하였다.

3) 과거 상태평가 결과와 금회 상태평가 결과를 비교·분석하여 변동여부를 검토한 후 결함점수 및 등급 변동에 대한 원인을 분석하고자 한다.

4) 금번 정밀안전점검은 7회차 점검으로써, 내구성 시험 중 반발경도, 탄산화시험의 상태변화 등을 비교 할 수 있도록 하며, 특히 탄산화 깊이에 대한 변화여부에 대해 분석이 필요할 것으로 판단된다.

5) 과거 현장점점 결과를 종합해 보면, 조사된 손상들은 콘크리트 재료 및 시공, 환경요인적 특성, 공용기간 경과 등의 비구조적인 손상이 대부분이나, 내구성에 영향을 미치므로, 금회 과업 시 다음과 같은 중점 조사항목을 선정하여 금회 점검 방향을 설정하였다.

구 분		중점점검 사항	비고
외관 조사	교면포장	- 균열, 단차 및 함몰 발생 유무 - 소성변형, 포트홀 등 발생 유무	
	방호벽	- 무도장상태 및 강재부식 등 추가 발생 유무 - 방호벽 및 난간 부식 등 손상의 추가 발생 유무 - 공용기간 증가에 따른 방호벽 및 난간 손상 발생 유무	
	배수시설	- 원활한 배수상태 확보를 위한 청소 등의 일상적인 유지관리 필요	
	신축이음	- 공용기간 증가 시 본체 차수기능상실 등의 손상에 의한 하부구조 우수유입 유무 - 후타재 균열 보수 후 추가발생 유무, 단차발생 유무	
	바닥판하면	- 무도장상태 및 강재부식 등 추가 발생 유무 - 공용기간 증가에 따른 손상 발생 유무	
	거더	- 무도장상태 및 강재부식 등 추가 발생 유무 - 보강재 및 리브의 변형 및 좌굴여부 - 용접부 피로균열의 발생 여부 - 볼트 현장연결부 볼트이완 등 볼트체결 상태 - 처짐 및 변형 여부	
	받침장치	- 본체 파손 및 부식 발생 유무 - 받침대 콘크리트 균열 보수부 추가 손상 발생 여부 - 교량의 신축에 따른 제 기능 확보 여부	
	교대, 교각	- 교대 및 교각 균열보수 후 균열 진전 및 추가 손상발생 유무 - 교각 기둥부 침식 및 세굴, 하상변위 등의 발생 유무	

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개요

3.2 현장조사 결과(범물방향)

3.3 현장조사 결과(안심방향)

3.4 외관조사 총괄표

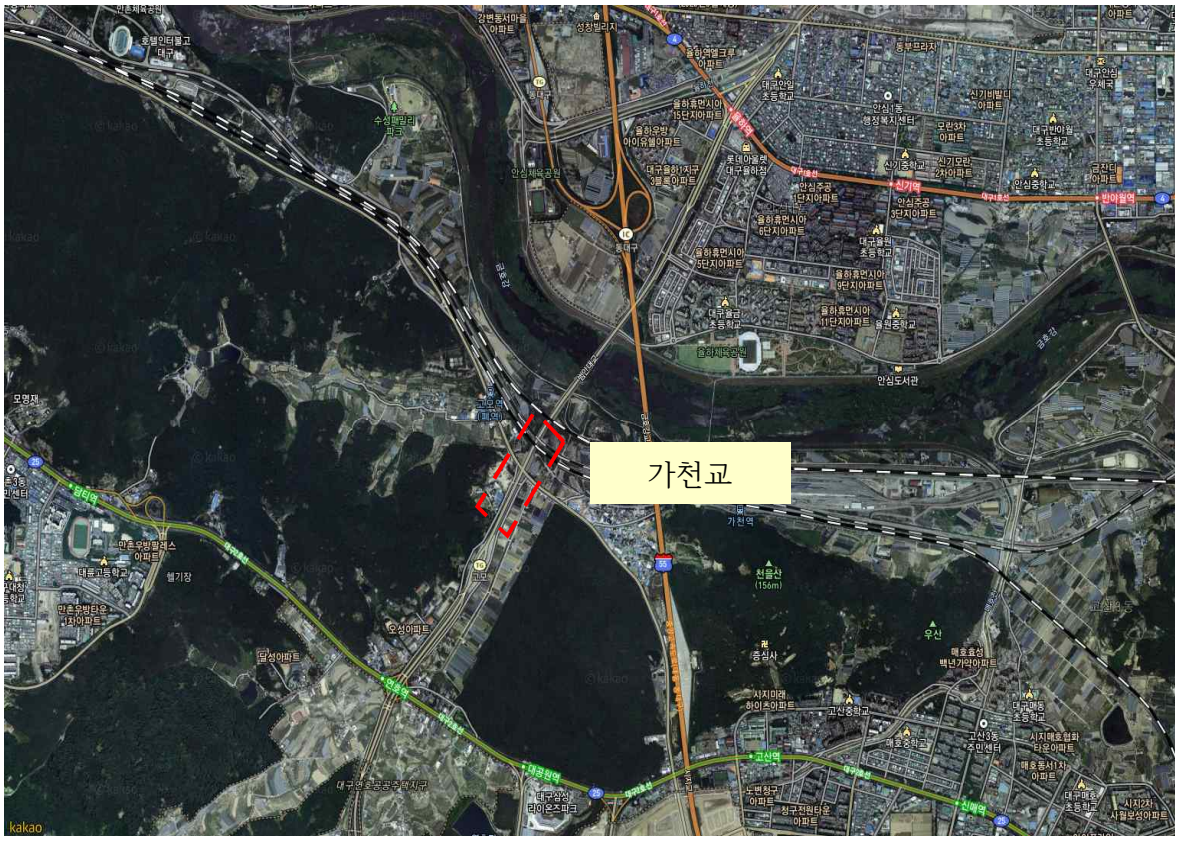
3.5 시험 및 측정

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

본 시설물에 대한 현장조사 및 시험은 본 용역 착수 후 현지답사를 통해 구조특성을 파악하고, 점검방향은 과업수행계획서와 사전검토보고서를 작성하여 세부수행 계획을 수립하였다.

본 과업의 대상교량인 가천교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하며, 경부선 철도를 횡단하는 도로교량으로 총 5경간의 연장 L=290.0m, 형식은 Steel Box Girder교로 시공되어 현재 공용 중에 있다.



굴절차를 이용한 점검	고소점검차를 이용한 점검

☞ **현장 외관조사**

외관조사는 사전에 중점점검사항 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 손상내용 확인 및 보수부 확인, 새로운 결함 발생 여부에 중점을 두고 조사하였다. 특히, 교량의 안전성에 영향을 미치는 구조적인 결함의 유무와 하부 손상에 대해 중점적으로 확인하였다.

점검대상 시설물의 정밀조사를 위해 굴절차 및 고소차, 사다리 등의 접근장비를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, Crack 스케일을 사용하여 균열폭을 측정하고, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동, 보수부 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.

☞ **현장 재료시험**

현장 재료시험 및 실내시험은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(국토교통부 2018)』 및 발주기관에서 제공된 설계서에 의거하여 수행하였으며, 교량의 상태평가 및 보수·보강방안을 제시하는데 필요한 기초자료로 사용하였다.

구분	세부지침 기준		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	◦ 50m마다	◦ 50m마다	
탄산화 깊이 측정	◦ 5경간 이내 : 2~3개소[주1)] ◦ 5경간 이상 : 3~6개소[주2)]		

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상실시

3.1.1 현장조사 수행현황

가. 현장조사 일자 및 내용

<표 3.1.1> 현장조사 일자 및 내용

조사일자	조사내용	조사방법	비고
현장답사	외관조사 계획수립	도보	
2019.05.07 ~ 05.11	외관조사 및 내구성 조사	도보조사	
2018.05.14 ~ 05.15	외관조사 및 내구성 조사	굴절차, 고소점검차	

나. 현장조사 방법

외관조사시 발견된 손상이나 결함은 구조물 외관 및 외관조사망도에 위치, 크기, 종류, 형태, 보수부 상태 등을 체크하여 상세히 기록하였으며, 주요 결함 및 손상에 대해서는 현장에서 진행여부를 판단할 수 있도록 시·종점 및 폭을 분필을 이용하여 표시하여 보수·보강 및 점검 등 유지관리에 활용토록 하였다.

굴절차를 활용한 근접조사	고소점검차를 활용한 근접조사

구 분	과업수행 내용	비고
현장조사 방법	· 포장부 : 도보 조사(싸인보드가 배치) · 바닥판, 교대, 교각, 받침장치 : 고소점검차 + 사다리	
장비	교량점검차, 사다리, 비파괴 장비 등	

3.1.2 주요 조사항목

가. 부재별 조사방법 및 손상종류

<표 3.1.2> 부재별 조사방법 및 손상종류

구분	점검부위	손상종류	비고
강 바닥판, 강 거더	공통	· 도장 손상 및 부식 · 현장이음부 볼트손상, 누수 · 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 · 이상음발생	
	피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	· 피로균열	
	받침부	· 복부판 부식 및 국부좌굴 · 거더와 받침연결부 부식 · 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 · 지점보강재 하단 용접부 균열 · 박스내부 출입구 방치 · 박스내부 바닥 물고임 및 부식	
	중앙부	· 부식 · 플랜지 변형 및 처짐 · 맛대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열	
교대	공통	· 교대 기울음 및 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	
교각	공통	· 교각 기울음 및 전도 · 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)	
	두부(Coping)	· 두부 물고임 · 받침부 하부 균열 및 파손	
	구체	· 시공이음부 균열 · 이동 또는 기울음 · 수면접촉부 침식	

<표 3.1.2> 부재별 조사방법 및 손상종류(계속)

구분	점검부위		손상종류	비고
받침장치	본체	공통	· 가동받침의 신축유간 부족 · 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 · 받침과 거더의 밀착상태 · 수직보강재와 받침 편기상태 · 받침 물고임 및 부식	
		탄성받침	· 부풀음 및 갈라짐 · 고무판의 과도한 변형	
	받침 콘크리트		· 앵커볼트 파손, 절단 · 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 · 교각두부 균열	
신축이음	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	
교면포장	공통	아스팔트	· 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모	
		콘크리트	· 균열, 마모, 박리, 파손	
	신축이음 전후 구조물 경계부		· 단차, 파손	
	곡선부, 중차량 통행차로		· 마모, 바퀴자국	
	배수구 주변		· 물고임	
배수시설	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)	
난간 및 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. 기 진단결과 주요 손상에 따른 조사방향

구분	주요 손상에 따른 조사방향	기 진단 현황사진
교면 포장	·균열, 파손 추가 발생 유무 ▶손상부 차량 주행성 영향 확인(보수 필요시 발주처 즉시보고) ·소성변형, 포트홀 등 발생유무	 [아스콘 망상균열]
바닥판, 강 거더	·바닥판하면 균열 및 백태 진전여부 확인 ·현장이음부 볼트손상, 누수 발생유무	 [바닥판 상태]
하부 구조	·균열 및 균열보수 후 균열진전 및 추가 손상발생 유무 ·교각 기둥부 침식 및 세굴 등의 발생유무	 [교대 균열]
신축이음	·신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 ·후타재 균열 추가 발생 유무 ·유간부 토사퇴적, 후타재 균열, 이상음 발생 유무	 [후타재 균열]
발주처 확인사항	-	

3.2 현장조사 결과(범물방향)

3.2.1 교면포장

가천교 범물방향의 총 폭은 14.45~25.95m이며, 3차선으로 구성되어 있고, 아스콘 포장으로 시공되어 있다.

교면포장 전경	교명판 전경

가. 손상현황

· 외관조사 결과, 2017년 하반기 재포장이 실시되어 균열, 패임 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

· 기 진단과 비교 검토 결과 전회 점검시 조사된 포장면 균열, 패임 등은 재포장을 실시하여 손상이 없는 것으로 확인되었다.

교면포장 전경

<표 3.2.1> 교면포장 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소
교면포장	상태 양호	-	-	-

나. 원인 및 대책

· 범물방향 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등 유지관리가 요구된다.

3.2.2 방호벽 및 중앙분리대

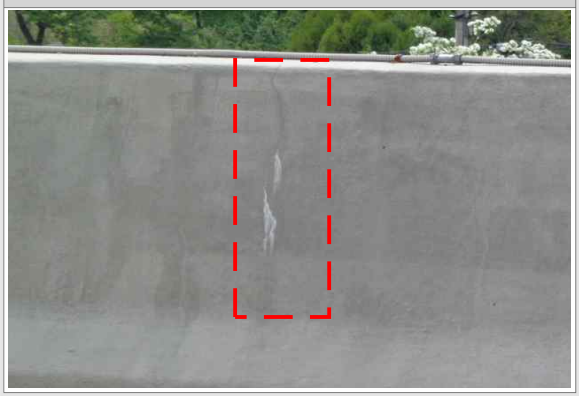
방호벽 전경

가. 손상현황

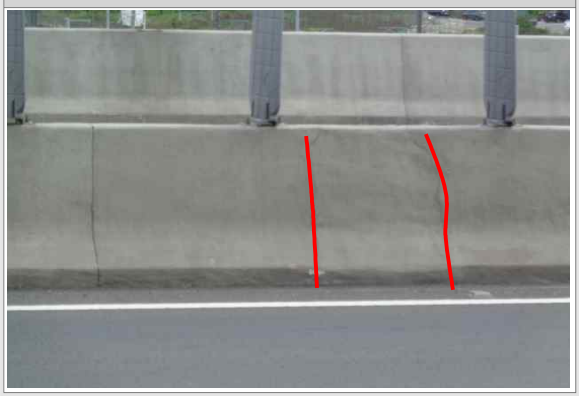
· 방호벽 및 중앙분리대의 외관조사 결과, 전반적으로 보수를 실시하여 양호한 상태이나, 일부 구간 보수부위 CW=0.3mm미만 균열 및 백태 등의 손상이 조사되었다.

· 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 균열 및 백태 등에 대해 보수를 실시하여 손상이 다소 감소한 것으로 확인되었다.

<S3> 방호벽 콘크리트 백태

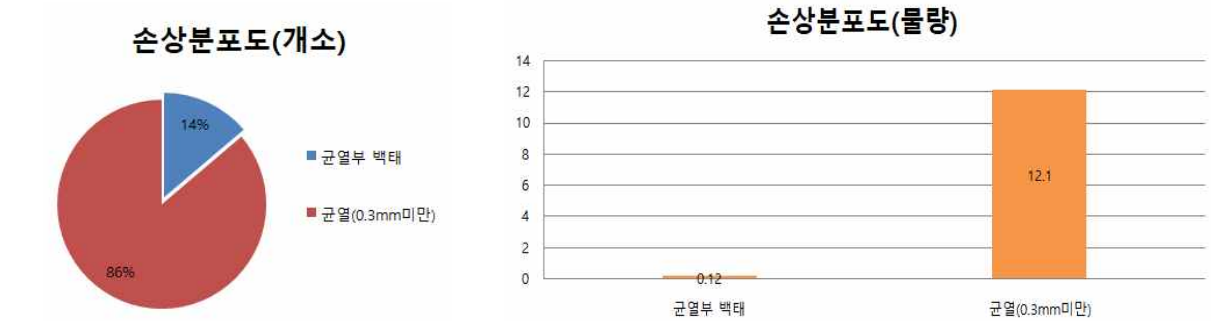


<S4> 중앙분리대 균열



<표 3.2.2> 난간 및 방호벽 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
방호벽	균열부 백태	㎡	0.12	4	
	균열 (CW=0.3mm 미만)	m	12.1	25	



<그림 3.2.1> 방호벽 손상분포도

나. 원인 및 대책

· 방호벽 및 중앙분리대에 발생한 균열 및 백태는 경미한 수준으로 기 실시된 보수부위에 손상이 발생한 것이며, 교량 안전성 및 차량 주행의 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 부재의 내구성 확보를 위해 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3.2.3 배수시설

본 교량의 배수시설은 육교형식으로 교량 상면에 총 16개소가 방호벽 측에 설치되어 있으며, 상면 배수구를 통해 하부구조로 유도되는 형식으로 설치되어 있다

배수관 전경	배수구 전경

가. 손상현황

· 배수시설에 대한 조사결과, 일부구간 배수관 막힘, 연결부 누수 등으로 인해 하부 낙수 등 바닥판 물고임이 조사되었다.

· 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 배수관 막힘이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

<표 3.2.3> 배수시설 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
배수시설	배수관 누수	EA	-	3	
	배수관 막힘	EA	-	2	

<그림 3.2.2> 배수시설 손상분포도

<S3> 배수관 막힘

<S3> 배수관 막힘 및 누수에 의한 하부 물고임

나. 원인 및 대책

· 배수관 막힘은 공용중 교면 배수구를 통한 이물질이 배수관에 유입됨에 따라 배수기능이 상실되어, 슬래브와 배수관 연결부 틈새를 통한 낙수로 인해 하부 바닥판 물고임이 발생한 것으로 확인되었다. 기 손상들에 대해서는 주기적인 청소 및 연결부 재용접 등 정비를 실시하여 원활한 배수기능 확보 등 유지관리가 필요한 상태이다.

3.2.4 신축이음

가천교 범물방향의 신축이음은 Rail Joint로 A1, P3, A2 3개소 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

A1 신축이음 전경	P3 신축이음 전경

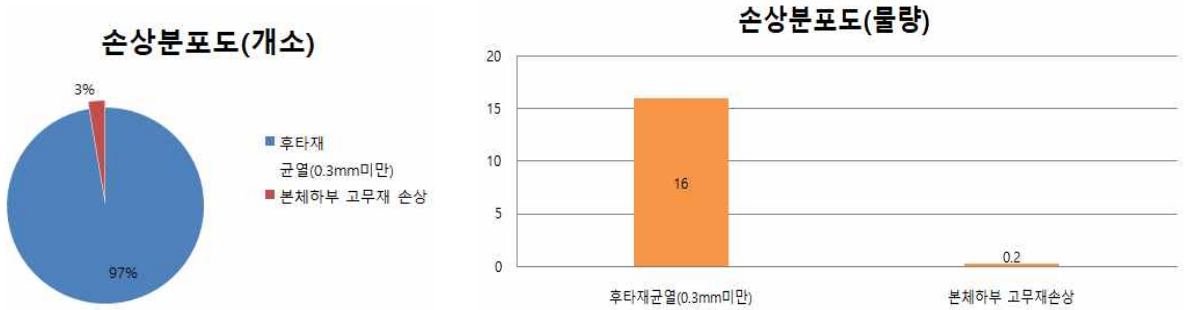
가. 손상현황

· 신축이음 조사결과 본체 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다. 다만 본체 하부 고무재 손상이 조사되었으며, 후타재의 경우 기존 손상인 폭 0.3mm미만의 균열이 조사되었다.

· 기 진단과 비교 검토 결과 후타재 균열에 대해 일부 보수를 실시함에 따라 균열 손상이 다소 감소한 반면, 본체 하부 고무재 손상의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

<표 3.2.4> 신축이음 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.0	36
	본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1



<그림 3.2.3> 신축이음부 손상분포도

나. 원인 및 대책

· 본체 하부 고무재 손상은 공용중 노후화로 인해 발생한 것으로 현재 손상부를 통해 우수유입에 따른 하부구조 체수, 받침 녹발생 등 2차 손상이 발생되는 만큼, 하부 고무재 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

· 후타재 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.3㎜ 미만의 미세균열로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하며 손상의 진전 및 추가 발생시 표면처리 등 보수가 요구된다.

다. 신축이음 신축거동상태 검토

· 본 교량의 신축거동상태를 확인하기 위해 22.7℃(5월15일) 신축이음장치에 대한 유간을 측정하였고, 이론 변동량과의 비교를 통해 신축거동상태를 검토하였다. 또한, 측정된 유간으로부터 최대 온도 상승시 신장량과 최저 온도 하강시 수축량을 계산하여 유간확보 여부를 검토하였다.

1) 신축이음 유간 측정결과

<표 3.2.5> 신축이음 유간 측정결과

측정위치	측 정 값(㎜)	비 고
	2019.05.15	
EXP.J1(A1)	30.0	레일조인트(No.100)
EXP.J2(P3)	35.0	레일조인트(No.100)
EXP.J3(A2)	20.0	레일조인트(No.100)

측정전경(A1)	측정전경(P3)

2) 검토결과

가천교 범물방향의 유간거리 측정결과, 유간거리 측정결과, 최대 신장시 여유량을 확보한 것으로 측정되었고, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

<표 3.2.6> 신축이음장치 가동상태 검토결과

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	계산 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기 (최대수축시)	하절기 (최대신장시)
EXP.J1(A1)	32.7	17.3	1.2×10^{-5}	110	43.2	22.8
EXP.J2(P3)	32.7	17.3	1.2×10^{-5}	120	47.1	24.9
EXP.J3(A2)	32.7	17.3	1.2×10^{-5}	60	23.5	12.5

1) 조사당시 온도 : 22.7℃(조사일 : 2019년 5월 15일, 평균온도)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

※ P2, P4 를 고정단으로 산정

<표 3.2.7> 신축이음장치 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜) ④	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 ③-②	
EXP.J1(A1)	43.2	22.8	30.0	100.0	26.8	7.2	O.K
EXP.J2(P4)	47.1	24.9	35.0	100.0	17.9	10.1	O.K
EXP.J3(A2)	23.5	12.5	20.0	100.0	56.5	7.5	O.K

3.2.5 바닥판하면

바닥판하면은 거더와 거더사이에 Deck Plate로 설치되어 있으며, 캔틸레버 구간은 콘크리트로 시공되어져 있다. 콘크리트 바닥판하면의 상세조사를 위해 굴절차 및 고소작업차를 이용하여 근접조사를 실시하였다..

바닥판 하면 전경	바닥판 하면 전경(2)

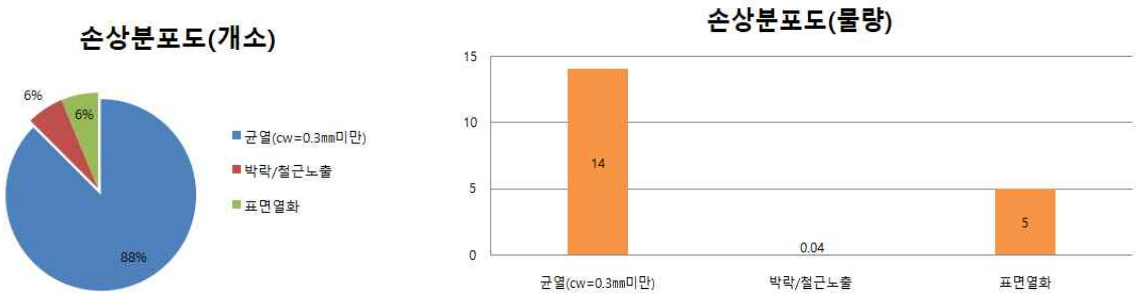
가. 손상현황

· 바닥판하면에 대한 조사결과 데크플레이트 부위는 전반적으로 양호한 상태이다. 반면 캔틸레버 부위에 폭 0.3mm미만 균열 및 백태, 콘크리트 박락, 철근노출, 표면열화 등의 손상이 조사되었다.

· 기 진단과 비교 검토 결과 금회 조사시 균열, 콘크리트 박락 및 철근노출 등의 손상이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

<표 3.2.8> 바닥판하면 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
바닥판	균열(0.3mm미만)	m	14.0	14	
	박락 및 철근노출	㎡	0.04	1	
	표면열화	㎡	5.0	1	



<그림 3.2.4> 바닥판하면 손상분포도

<S3> 캔틸레버 균열 (cw=0.3㎜미만)

<S5> 캔틸레버 콘크리트 박락 및 철근노출

나. 원인 및 대책

· 바닥판하면 외관조사 결과, 균열, 박락 및 철근노출, 표면열화 등이 조사되었다. 균열의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 것이며, 박락 및 철근노출의 경우 시공미흡에 의한 것으로 판단된다.

· 손상부에 대해서는 현재 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리, 단면복구 등의 보수가 요구된다.

3.2.6 거더 (Steel Box)

가천교의 거더는 Steel Box Girder로 총 6련 Box로 시공되어있다.

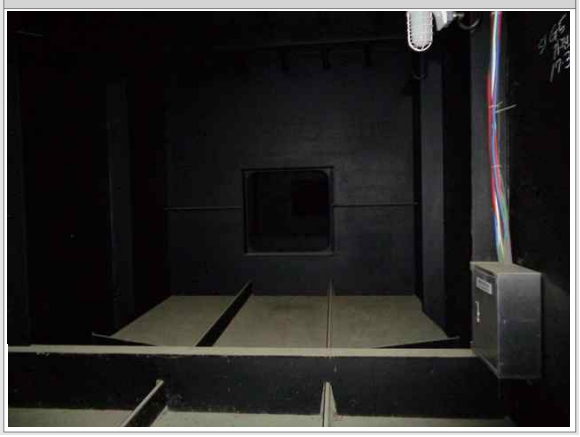
거더외부 전경	거더내부 전경

가. 손상현황

· 거더에 대한 외관조사 결과, 기존 손상들에 대해 보수 및 정비를 실시하여 현재 내·외부에 특기할 만한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

<표 3.2.9> 거더 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
거더 외부	상태양호	-	-	-	
거더 내부	상태양호	-	-	-	

거더 외부 전경	거더 내부 전경
	

나. 원인 및 대책

· 거더 내·외부는 현재 구조적 손상이 없는 양호한 상태이다. 향후 공용기간 증가 및 노후화에 따른 도장손상, 부식, 내부 우수유입 등 신규손상이 발생될 우려가 있는 만큼 주기적인 점검 등을 통해 현상태를 유지할 수 있도록 유지관리가 필요하다.

3.2.7 받침장치

가천교 범물방향의 받침장치는 포트받침으로 고정단 7기, 가동단 18기 총 25기가 설치되어 있다.

받침장치 전경(고정단)	받침장치 전경(가동단)

가. 손상현황

· 교량받침에 대한 조사 결과, 가동상태는 양호한 상태이다. 다만 폭 0.3mm미만의 받침콘크리트 균열, 플레이트 도장박리 및 들뜸이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

<표 3.2.10> 교량받침 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.3	5	
	Plate 도장박리/들뜸	㎡	0.01	1	

<그림 3.2.5> 교량받침 손상분포도

<P1-SH1> 받침콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만)

<P1-SH4> 받침콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만)

<P3-SH4> 받침콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만)

<P4-SH2> Plate 도장 박리

나. 원인 및 대책

· 교량받침의 주요손상은 받침콘크리트 균열, Plate 도장 박리 등이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화 및 건조수축에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 현재 경미한 상태로 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

다. 연단거리 검토

· 교량 받침은 상부구조로부터 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 또한 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서 받침장치 앵커볼트에서 정부(楨部)연단까지의 거리가 작으면, 고정단에서는 전단면에서 받침면이 파손되는 경우가 있고, 또한 가동단에서는 받침이 벗어나 거더가 낙교 할 수도 있다. 따라서 본 과업에서는 도로교 설계기준에 준하여 실제 연단거리와 설계 연단거리를 비교.검토하였다.

- 거더의 경간길이 100m이하 : 연단거리(S) = 200 + 5 × L
- 거더의 경간길이 100m이상 : 연단거리(S) = 300 + 4 × L

여기서, L : 지간길이 (m)

- S1 : L = 50.0m → S = 200 + 5 × 50.0cm = 450mm
- S2∽S5 : L = 60.0m → S = 200 + 5 × 60.0cm = 500mm

<표 3.2.11> 받침장치 연단거리 측정결과

구분	연단거리(㎝)							지간길이 (m)	최소연단거리 (㎜)	비고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7			
A1	600	600	550	590				50	450	O.K
P1	1000	1050	1000	1050				60	500	O.K
P2	1050	1000	1000	1050				60	500	O.K
P3	750	700	700	750	740	670	730	60	500	O.K
P4	850	760	820					60	500	O.K
A2	610	605	650					60	500	O.K

라. 받침장치 가동 여유량 검토

· 설계시 받침의 이동량은 온도변화, 활하중, 크리프, 건조수축, 부가여유량 및 설치여유량 등을 고려하여 산정하나, 금회 조사에서는 교량의 공용년수가 20년 이상 경과되었으므로 크리프 및 건조수축 의한 변화는 거의 종결된 것으로 간주하여 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다. 받침장치 가동여유량에 대한 검토는『도로교설계기준』에 따라 측정일 온도에서 설계검토 최저, 최고온도까지 수축 및 신장거동에 대한 받침장치의 부가여유량을 검토하였다.

<표 3.2.12> 받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창 계수

교량의 종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭 지방	
PSC교, RC교	- 5℃ ~ + 35℃	- 15℃ ~ + 35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	**- 10℃ ~ + 40℃**	- 20℃ ~ + 40℃	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	- 10℃ ~ + 50℃	- 20℃ ~ + 40℃	1.2×10^{-5}

- 조사시 온도 : 2019년 05월 15일 가동량 측정시 외기온도 ⇒ 22.7℃
- 검토 온도 : -10℃ ~ +40℃ (강교일 경우)

◎ 받침장치 여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell t = \alpha \times \Delta T \times \ell$
- 선팽창계수(강교) : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$
- 온도범위 : ΔT = 22.7℃ - (-10℃) = 32.7℃ (최대 수축시, 동절기)
  40.0℃ - 22.7℃ = 17.3℃ (최대 신장시, 하절기)
- 적용 경간 길이 (ℓ) = 50.0m(S1), 60.0m(S2∽S5)

<표 3.2.13> 받침장치의 이동량 검토결과

위 치	구 분	설계 이동량 (㎜)	실측 이동량 (㎜)	여유량(㎜)		온도변화에 의한 이동량		판 정
				신장	수축	신장	수축	
A1	SH1	±100	10.0	90.0	110.0	22.8	43.2	O.K
	SH2		5.0	95.0	105.0	22.8	43.2	O.K
	SH3		5.0	95.0	105.0	22.8	43.2	O.K
	SH4		25.0	75.0	125.0	22.8	43.2	O.K
P1	SH1	±75	-20.0	95.0	55.0	12.5	23.5	O.K
	SH2		-10.0	85.0	65.0	12.5	23.5	O.K
	SH3		-20.0	95.0	55.0	12.5	23.5	O.K
	SH4		0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
P2	SH1	고정단	-	-	-	-	-	-
	SH2		-	-	-	-	-	-
	SH3		-	-	-	-	-	-
	SH4		-	-	-	-	-	-
P3(전)	SH1	±75	20.0	55.0	95.0	12.5	23.5	O.K
	SH2		15.0	60.0	90.0	12.5	23.5	O.K
	SH3		15.0	60.0	90.0	12.5	23.5	O.K
	SH4		0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
P3(후)	SH5	±75	-5.0	80.0	70.0	12.5	23.5	O.K
	SH6		-5.0	80.0	70.0	12.5	23.5	O.K
	SH7		0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
P4	SH1	고정단	-	-	-	-	-	-
	SH2		-	-	-	-	-	-
	SH3		-	-	-	-	-	-
A2	SH1	±75	30.0	45.0	105.0	12.5	23.5	O.K
	SH2		40.0	35.0	115.0	12.5	23.5	O.K
	SH3		40.0	35.0	115.0	12.5	23.5	O.K

※ 실측 이동량은 고정단(P2, P4)을 기준으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

· 받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었으며, 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3.2.8 교대 및 교각

가천교의 교대 기초 형식은 강관말뚝기초와 구체는 역T형 구조이며, 교각기초는 말뚝기초+직접기초이며, 다주식 라멘형으로 시공되어있다.

교대 전경	교각 전경

가. 손상현황

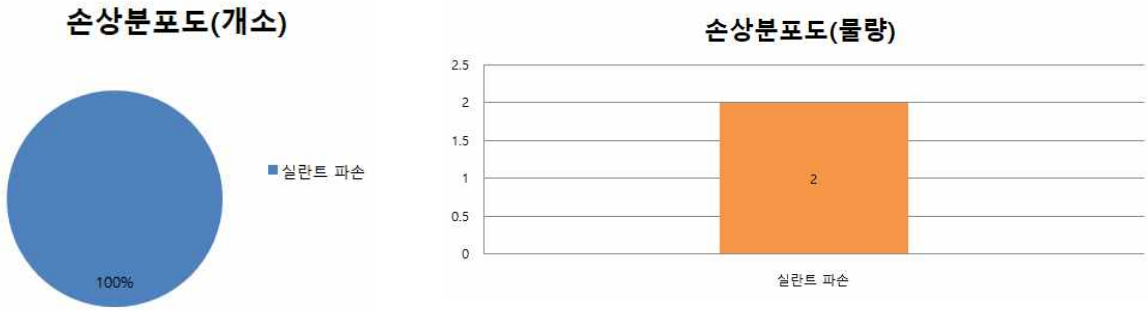
· 교대 조사결과, Joint부 실란트 파손, 성토부 법면 보호블럭 침하 등 경미한 손상이 조사되었다.

· 교각 조사결과, 균열(cw=0.3mm미만) 및 망상균열, 긁힘에 의한 손상, 누수로 인한 체수흔적, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등의 손상이 조사되었다.

· 기 진단과 비교시 균열에 대해 일부 보수를 실시하여 다소 감소하였으나, 교각 망상균열의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

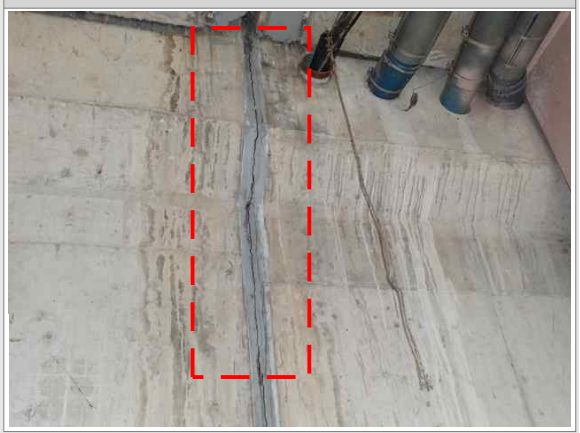
<표 3.2.14> 교대 및 교각 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
교대	실란트 파손	m	2.0	1	
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m	15.0	9	
	망상균열	㎡	11.0	5	
	긁힘	㎡	0.1	1	
	누수 및 체수흔적	㎡	8.0	3	
	조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	
	표면열화	㎡	20.0	1	



<그림 3.2.6> 교대 손상분포도

<그림 3.2.7> 교각 손상분포도

A2 Joint부 실란트 파손	P2 코핑부 균열 (cw=0.3㎜미만)
	

P3 코핑부 망상균열	P3 코핑부 조류배설물 퇴적

나. 원인 및 대책

· 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축에 의한 비 구조적인 손상으로 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리가 필요하며, 체수흔적은 상부 신축이음 누수에 의한 2차 손상으로 상부구조와 연계한 정비 등이 요구된다. 이 외 손상인 긁힘, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등에 대해서도 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

3.3 현장조사 결과(안심방향)

3.3.1 교면포장

가천교 교면포장 안심방향의 총 폭은 14.45~25.95m이며, 3차선이며 으로 구성되어 있고, 아스콘 포장으로 시공되어 있다.

교면포장 전경	교명판 전경

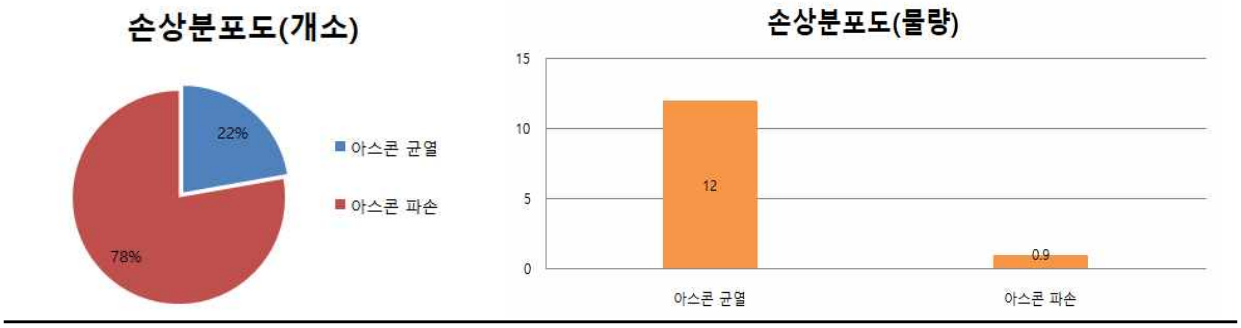
가. 손상현황

· 교면포장 안심방향 외관조사 결과 2017년 하반기 재포장이 실시되어 양호한 상태이나, 재포장 실시가 안된 갓길측에서 아스콘 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 기 진단과 비교시 재포장으로 인해 손상이 감소한 것으로 확인되었다.

<S1> 교면포장 아스콘 균열	<S3> 교면포장 아스콘 균열

<표 3.3.1> 교면포장 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소
교면포장	아스콘 균열	m	12.0	2
	아스콘 파손	㎡	0.9	7



<그림 3.3.1> 교량포장 손상분포도

나. 원인 및 대책

· 안심방향 교면포장에 발생한 아스콘 균열 및 파손은 공용기간 증가에 따른 노후화 및 중차량 반복통행에 의한 것으로 판단되며 아스콘 씰링 및 패칭 등 적절한 보수가 필요하다.

3.3.2 방호벽 및 중앙분리대

방호벽 전경

가. 손상현황

· 방호벽 및 중앙분리대의 외관조사 결과, 전반적으로 보수를 실시하여 양호한 상태이나, 일부 구간 보수부에 CW=0.3mm미만 균열 및 백태와 A1측 접속도로부 방호벽 단차 등의 손상이 조사되었다.

· 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 균열 및 백태 등에 대해 보수를 실시하여 손상이 다소 감소한 것으로 확인되었다.

<A1측 접속도로> 방호벽 단차

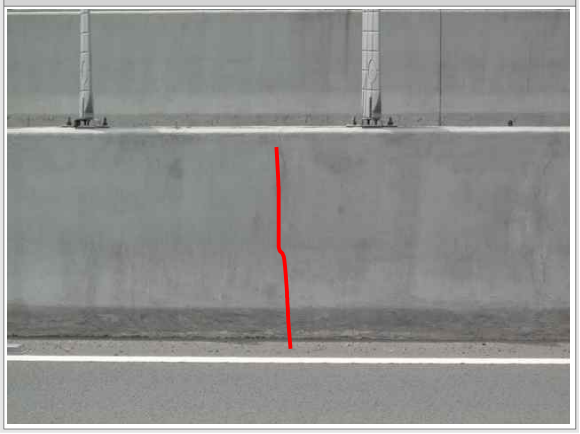
<A1측 접속도로> 방호벽 단차

<A1측 접속도로> 방호벽 단차

<A1측 접속도로> 방호벽 단차

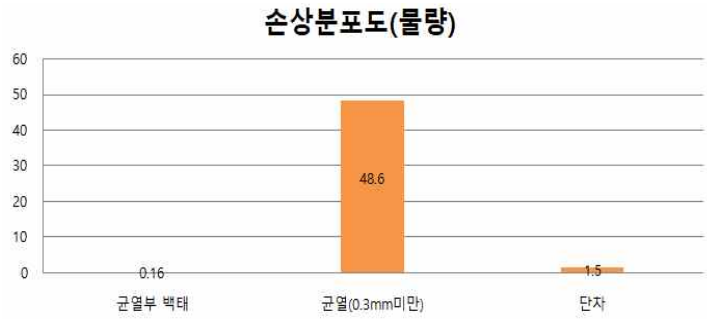
<S3> 중앙분리대 백태

<S3> 중앙분리대 균열



<표 3.3.2> 난간 및 방호벽 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
방호벽	균열부 백태	㎡	0.16	4	
	균열 (CW=0.3mm 미만)	m	48.6	98	
	단차	m	1.5	1	



<그림 3.3.2> 방호벽 손상분포도

나. 원인 및 대책

· 방호벽 및 중앙분리대에 발생한 균열 및 백태는 경미한 수준으로 기 실시된 보수부위에 손상이 발생한 것이며, 내구성 확보를 위해 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 단차 구간의 경우 시공당시 초기 침하에 의한 것으로 판단되며 주기적인 점검을 통한 계측관리를 실시하는 것이 바람직하다.

3.3.3 배수시설

본 교량의 배수시설은 육교형식으로 교량 상면에 총 16개소가 방호벽 측에 설치되어 있으며, 상면 배수구를 통해 하부구조로 유도되는 형식으로 설치되어 있다

배수관 전경	배수구 전경

가. 손상현황

· 배수시설에 대한 조사결과, 일부구간 배수관 탈락, 막힘, 연결부 누수 등의 손상이 금회 점검시 추가 발생한 것으로 조사되었다.

<표 3.3.3> 배수시설 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
배수시설	배수관 누수	EA	-	2	
	배수관 탈락	EA	-	1	
	배수구 막힘	EA	-	2	

<그림 3.3.3> 배수시설 손상분포도

<S2> 배수관 탈락	<S3> 배수관 누수

나. 원인 및 대책

· 배수관 막힘은 공용중 교면 배수구를 통한 이물질이 배수관에 유입됨에 따라 배수기능이 상실되어, 슬래브와 배수관 연결부 틈새를 통한 낙수로 인해 하부 구조에 물고임이 발생한 것으로 확인되었다. 기 손상들에 대해서는 주기적인 청소, 배수관 재연결 등 정비를 실시하여 원활한 배수기능 확보 등 유지관리가 필요한 상태이다.

3.3.4 신축이음

가천교 안심방향의 신축이음은 Rail Joint로 A1, P3, A2 3개소 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

A1 신축이음 전경	P3 신축이음 전경

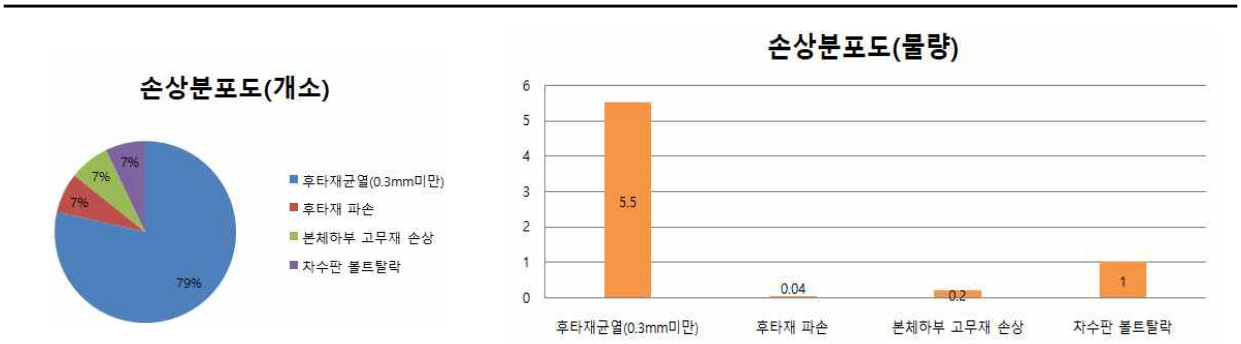
가. 손상현황

· 신축이음 조사결과 본체 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다. 다만 본체 하부 고무재 손상이 조사되었으며, 후타재의 경우 폭 0.3mm미만 균열 및 파손과 차수판 볼타 탈락이 조사되었다.

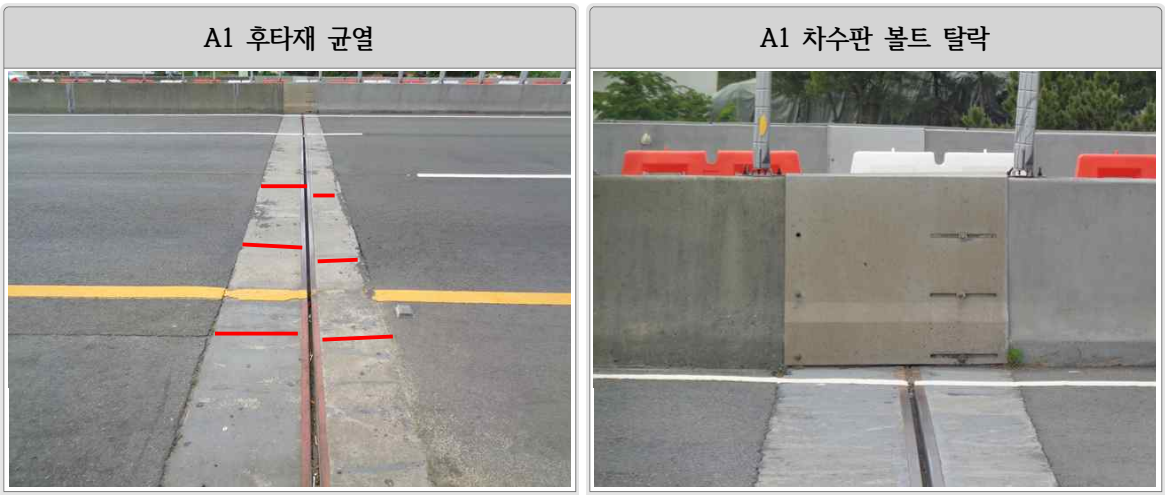
· 기 진단과 비교 검토 결과 후타재 균열에 대해 일부 보수를 실시함에 따라 균열 손상이 다소 감소한 반면, 본체 하부 고무재 손상의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

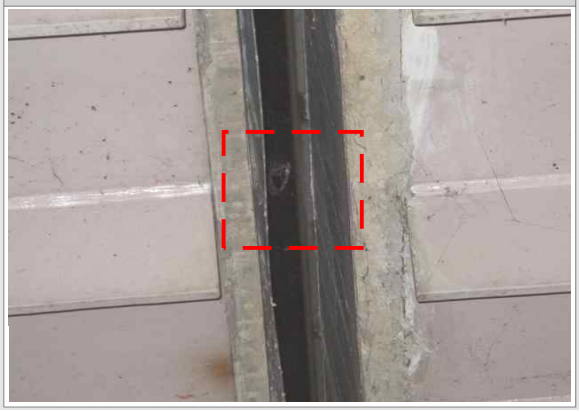
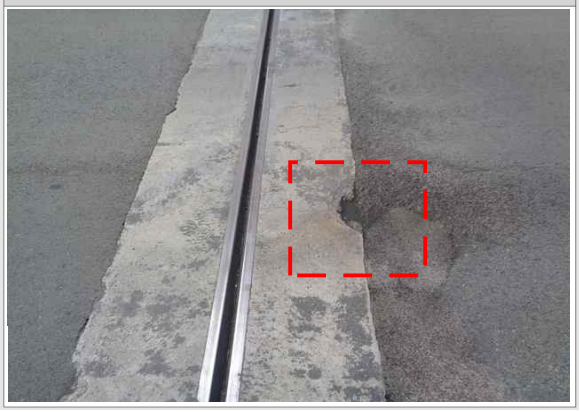
<표 3.3.4> 신축이음 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	5.5	11
	후타재 파손	m^2	0.04	1
	본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1
	차수판 볼트 탈락	EA	1	1



<그림 3.3.4> 신축이음부 손상분포도



P3 본체 하부 고무재 파손	P3 후타재 파손
	

나. 원인 및 대책

· 본체 하부 고무재 손상은 공용중 노후화로 인해 발생한 것으로 현재 손상부를 통해 우수유입에 따른 하부구조 체수, 받침 녹발생 등 2차 손상이 발생되는 만큼, 하부 고무재 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

· 후타재 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.3㎜ 미만의 미세균열로 주의관찰을 통한 유지관리와 손상의 진전시 표면처리가 필요하며, 후타재 파손에 대해서는 내구성 확보를 위해 단면복구 등 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 신축이음 신축거동상태 검토

· 본 교량의 신축거동상태를 확인하기 위해 22.7℃(5월15일) 신축이음장치에 대한 유간을 측정하였고, 이론 변동량과의 비교를 통해 신축거동상태를 검토하였다. 또한, 측정된 유간으로부터 최대 온도 상승시 신장량과 최저 온도 하강시 수축량을 계산하여 유간확보 여부를 검토하였다.

1) 신축이음 유간 측정결과

<표 3.3.5> 신축이음 유간 측정결과

측정위치	측 정 값(㎜)	비 고
	2019.05.15	
EXP.J1(A1)	32.0	레일조인트(No.100)
EXP.J2(P3)	38.0	레일조인트(No.100)
EXP.J3(A2)	20.0	레일조인트(No.100)

측정전경(A1)	측정전경(P3)

2) 검토결과

가천교 범물방향의 유간거리 측정결과, 유간거리 측정결과, 최대 신장시 여유량을 확보한 것으로 측정되었고, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

<표 3.3.6> 신축이음장치 가동상태 검토결과

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	계산 이동량(㎜)	
	동절기	하절기			동절기 (최대수축시)	하절기 (최대신장시)
EXP.J1(A1)	32.7	17.3	1.2×10^{-5}	110	43.2	22.8
EXP.J2(P3)	32.7	17.3	1.2×10^{-5}	120	47.1	24.9
EXP.J3(A2)	32.7	17.3	1.2×10^{-5}	60	23.5	12.5

1) 조사당시 온도 : 22.7℃(조사일 : 2019년 5월 15일, 평균온도)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

※ P2, P4 를 고정단으로 산정

<표 3.3.7> 신축이음장치 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간 (㎜) ③	허용량 (㎜) ④	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 ③-②	
EXP.J1(A1)	43.2	22.8	32.0	100.0	24.8	9.2	O.K
EXP.J2(P4)	47.1	24.9	38.0	100.0	14.9	13.1	O.K
EXP.J3(A2)	23.5	12.5	20.0	100.0	56.5	7.5	O.K

3.3.5 바닥판하면

바닥판하면은 거더사이에 Deck Plate로 설치되어 있으며, 캔틸레버 구간은 콘크리트로 시공되어져 있다. 콘크리트 바닥판하면의 상세조사를 위해 굴절차 및 고소작업차를 이용하여 근접조사를 실시하였다..

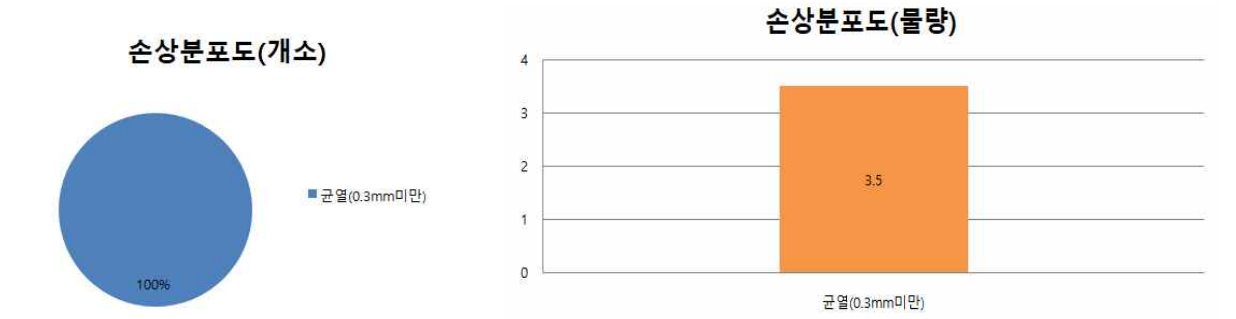
바닥판 하면 전경	바닥판 하면 전경(2)

가. 손상현황

· 바닥판하면에 대한 조사결과 데크플레이트 부위는 전반적으로 양호한 상태이다. 반면 캔틸레버 부위에 폭 0.3mm미만 균열 등의 손상이 조사되었으며, 기 진단과 비교시 다소 감소한 것으로 확인되었다.

<표 3.3.8> 바닥판하면 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
바닥판	균열(0.3mm미만)	m	3.5	5	



<그림 3.3.5> 바닥판하면 손상분포도

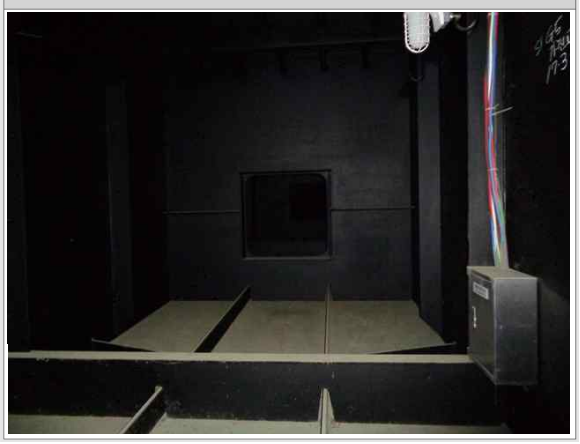
<S3> 캔틸레버 균열 (cw=0.3㎜미만)	<S4> 캔틸레버 균열 (cw=0.3㎜미만)

나. 원인 및 대책

· 바닥판하면에 발생된 균열은 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되는 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

3.3.6 거더 (Steel Box)

가천교의 안심방향의 거더는 Steel Box Girder로 총 6련 Box로 시공되어있다.

거더외부 전경	거더내부 전경
	

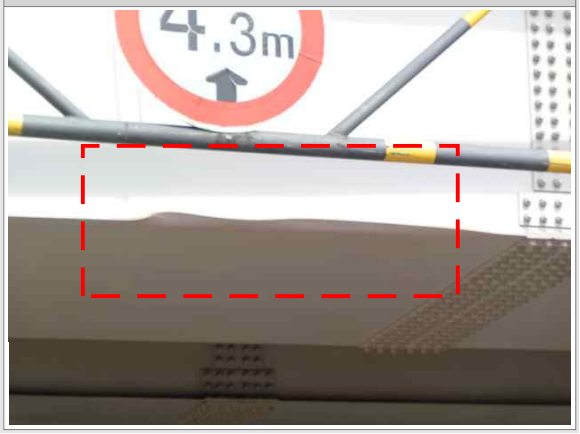
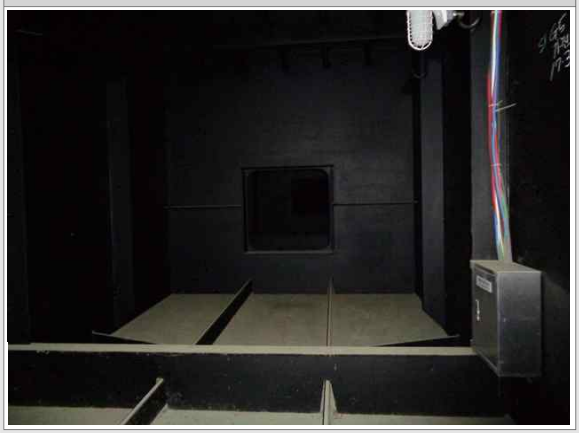
가. 손상현황

· 거더에 대한 외관조사 결과 기존 손상들에 대해 보수 및 정비를 실시하여 양호한 상태이나, 거더 외부 일부구간에서 국부적인 변형이 조사되었다.

<표 3.3.9> 거더 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
거더 외부	변형	m	2.0	1	
거더 내부	상태양호	-	-	-	

<그림 3.3.6> 거더 손상분포도

<S1 G4> 거더 외부 변형	거더 내부 전경
	

나. 원인 및 대책

· 거더 외부에 발생한 강재변형은 공용중 하부 통행차량 충돌에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주기적인 점검 등을 통한 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

3.3.7 받침장치

가천교 안심방향의 받침장치는 포트받침으로 고정단 7기, 가동단 18기 총 25기가 설치되어 있다.

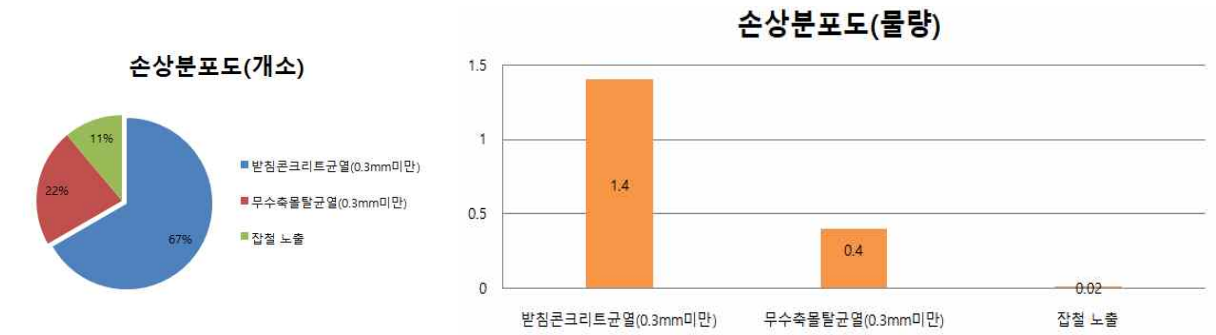
받침장치 전경(고정단)	받침장치 전경(가동단)

가. 손상현황

· 교량받침에 대한 조사 결과, 가동상태는 양호한 상태이다. 다만 폭 0.3mm미만의 받침 콘크리트 균열, 플레이트 도장박리 및 들뜸이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

<표 3.3.10> 교량받침 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.4	6	
	무수축몰탈균열(cw=0.3㎜미만)	m	0.4	2	
	잡철 노출	㎡	0.02	1	



<그림 3.3.7> 교량받침 손상분포도

<A2-SH3> 잡철 노출

<P1-SH4> 받침콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만)

<P3-SH6> 무수축몰탈 균열(cw=0.3㎜미만)

<P3-SH7> 받침콘크리트 균열(cw=0.3㎜미만)

나. 원인 및 대책

· 교량받침의 주요손상은 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열, 잡철 노출 등이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화 및 건조수축에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

다. 연단거리 검토

· 교량 받침은 상부구조로부터 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 또한 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서 받침장치 앵커볼트에서 정부(楨部)연단까지의 거리가 작으면, 고정단에서는 전단면에서 받침면이 파손되는 경우가 있고, 또한 가동단에서는 받침이 벗어나 거더가 낙교 할 수도 있다. 따라서 본 과업에서는 도로교 설계기준에 준하여 실제 연단거리와 설계 연단거리를 비교.검토하였다.

- 거더의 경간길이 100m이하 : 연단거리(S) = 200 + 5 × L
- 거더의 경간길이 100m이상 : 연단거리(S) = 300 + 4 × L

여기서, L : 지간길이 (m)

- S1 : L = 50.0m → S = 200 + 5 × 50.0cm = 450mm
- S2∽S5 : L = 60.0m → S = 200 + 5 × 60.0cm = 500mm

<표 3.3.11> 받침장치 연단거리 측정결과

구분	연단거리(㎝)							지간길이 (m)	최소연단거리 (㎜)	비고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7			
A1	600	550	595	595				50	450	O.K
P1	1050	1050	1050	1000				60	500	O.K
P2	1010	950	960	960				60	500	O.K
P3	700	710	700	710	750	805	780	60	500	O.K
P4	850	770	850					60	500	O.K
A2	650	600	680					60	500	O.K

라. 받침장치 가동 여유량 검토

· 설계시 받침의 이동량은 온도변화, 활하중, 크리프, 건조수축, 부가여유량 및 설치여유량 등을 고려하여 산정하나, 금회 조사에서는 교량의 공용년수가 20년 이상 경과되었으므로 크리프 및 건조수축 의한 변화는 거의 종결된 것으로 간주하여 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다. 받침장치 가동여유량에 대한 검토는『도로교설계기준』에 따라 측정일 온도에서 설계검토 최저, 최고온도까지 수축 및 신장거동에 대한 받침장치의 부가여유량을 검토하였다.

<표 3.3.12> 받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창 계수

교량의 종류	온도변화		선팽창계수
	보통지방	한랭 지방	
PSC교, RC교	- 5℃ ~ + 35℃	- 15℃ ~ + 35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	**- 10**℃ ~ **+ 40**℃	- 20℃ ~ + 40℃	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	- 10℃ ~ + 50℃	- 20℃ ~ + 40℃	1.2×10^{-5}

- 조사시 온도 : 2019년 05월 15일 가동량 측정시 외기온도 ⇒ 22.7℃
- 검토 온도 : -10℃ ~ +40℃ (강교일 경우)

◎ 받침장치 여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell t = \alpha \times \Delta T \times \ell$
- 선팽창계수(강교) : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$
- 온도범위 : ΔT = 22.7℃ - (-10℃) = 32.7℃ (최대 수축시, 동절기)
  40.0℃ - 22.7℃ = 17.3℃ (최대 신장시, 하절기)
- 적용 경간 길이 (ℓ) = 50.0m(S1), 60.0m(S2~S5)

<표 3.3.13> 받침장치의 이동량 검토결과

위 치	구 분	설계 이동량 (㎜)	실측 이동량 (㎜)	여유량(㎜)		온도변화에 의한 이동량		판 정
				신장	수축	신장	수축	
A1	SH1	±100	0	100.0	100.0	22.8	43.2	O.K
	SH2		0	100.0	100.0	22.8	43.2	O.K
	SH3		0	100.0	100.0	22.8	43.2	O.K
	SH4		0	100.0	100.0	22.8	43.2	O.K
P1	SH1	±75	0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
	SH2		0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
	SH3		-5.0	80.0	70.0	12.5	23.5	O.K
	SH4		-5.0	80.0	70.0	12.5	23.5	O.K
P2	SH1	고정단	-	-	-	-	-	-
	SH2		-	-	-	-	-	-
	SH3		-	-	-	-	-	-
	SH4		-	-	-	-	-	-
P3(전)	SH1	±75	30.0	45.0	105.0	12.5	23.5	O.K
	SH2		20.0	55.0	95.0	12.5	23.5	O.K
	SH3		35.0	40.0	110.0	12.5	23.5	O.K
	SH4		40.0	35.0	115.0	12.5	23.5	O.K
P3(후)	SH5	±75	0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
	SH6		0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
	SH7		0	75.0	75.0	12.5	23.5	O.K
P4	SH1	고정단	-	-	-	-	-	-
	SH2		-	-	-	-	-	-
	SH3		-	-	-	-	-	-
A2	SH1	±75	45.0	30.0	120.0	12.5	23.5	O.K
	SH2		40.0	35.0	115.0	12.5	23.5	O.K
	SH3		40.0	35.0	115.0	12.5	23.5	O.K

※ 실측 이동량은 고정단(P2, P4)을 기준으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

· 받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었으며, 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3.3.8 교대 및 교각

가천교 안심방향의 교대 기초 형식은 강관말뚝기초와 구체는 역T형 구조이며, 교각기초는 말뚝기초+직접기초이며, 다주식 라멘형으로 시공되어있다.

교대 전경	교각 전경

가. 손상현황

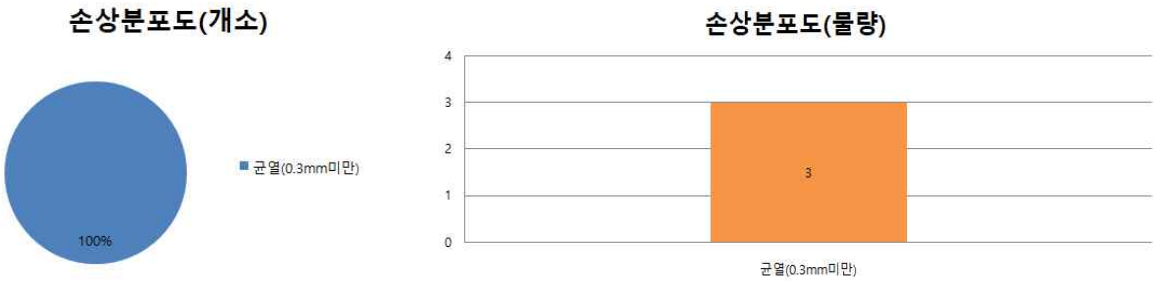
· 교대 조사결과 균열(cw=0.3mm미만) 등의 손상이 조사되었다.

· 교각 조사결과, 균열(cw=0.3mm미만) 및 망상균열, 긁힘에 의한 손상, 누수로 인한 체수흔적, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등의 손상이 조사되었다.

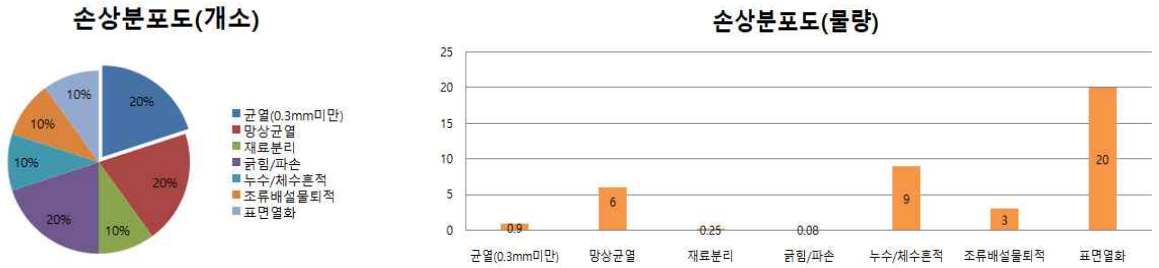
· 기 진단과 비교시 균열에 대해 일부 보수를 실시하여 다소 감소하였으나, 교각 망상균열의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

<표 3.3.14> 교대 및 교각 손상물량표

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m	3.0	4	
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m	0.9	2	
	망상균열	㎡	6.0	2	
	재료분리	㎡	0.25	1	
	긁힘 및 파손	㎡	0.08	2	
	누수 및 체수흔적	㎡	9.0	1	
	조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	
	표면열화	㎡	20	1	



<그림 3.3.8> 교대 손상분포도



<그림 3.3.9> 교각 손상분포도

A1 균열 (cw=0.3㎜미만)	P1 코핑부 균열 (cw=0.3㎜미만)

P2 기둥부 망상균열	P2 기둥부 긁힘

나. 원인 및 대책

· 교대 및 교각에 발생한 균열, 망상균열은 건조수축에 의한 비 구조적인 손상으로 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리가 필요하며, 체수흔적은 상부 신축이음 누수에 의한 2차 손상으로 상부구조와 연계한 정비 등이 요구된다. 이 외 손상인 긁힘, 조류 배설물 퇴적, 재료분리, 표면열화 등에 대해서도 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

3.4 외관조사 총괄표

3.4.1 손상현황표(범물방향)

<표 3.4.1> 외관조사 손상현황 총괄표(범물방향)

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
교면포장		상태양호	-	-	-	
방호벽 및 중앙분리대		균열부 백태	㎡	0.12	4	
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	12.1	25	
배수시설		배수관 누수	EA	-	3	
		배수관 막힘	EA	-	2	
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.0	36	
		본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1	
바닥판		균열(0.3mm미만)	m	14.0	14	
		박락 및 철근노출	㎡	0.04	1	
		표면열화	㎡	5.0	1	
거더	외부	상태양호	-	-	-	
	내부	상태양호	-	-	-	
교량받침		받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.3	5	
		Plate 도장박리/들뜸	㎡	0.01	1	
교대		실란트 파손	m	2.0	1	
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	15.0	9	
		망상균열	㎡	11.0	5	
		긁힘	㎡	0.1	1	
		누수 및 체수흔적	㎡	8.0	3	
		조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	
		표면열화	㎡	20.0	1	

3.4.2 이전 점검과의 비교(범물방향)

가. 손상물량 비교표

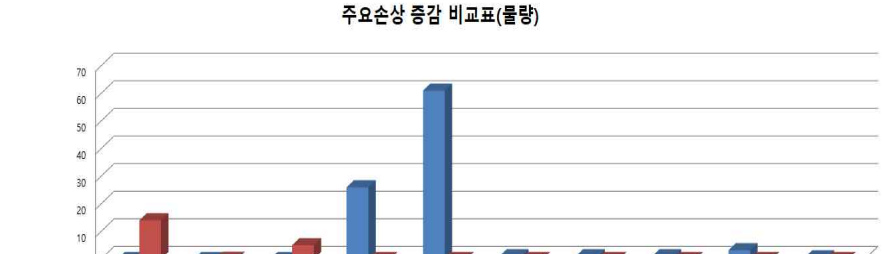
<표 3.4.2> 이전 점검과의 손상물량 비교표(범물방향)

구분		손상내용	단위	2017년 진단		금회		증,감 (🡅,🡇)	비고
				물량	개소	물량	개소		
교면포장		포장균열	m	4.0	1	-	-	4.0 🡇	감소(보수)
		패임	㎡	0.3	1	-	-	0.3 🡇	감소(보수)
난간 및 방호벽		균열(CW=0.3mm 이상)	m	18.0	9	-	-	18.0 🡇	감소(보수)
		균열(CW=0.3mm 미만)	m	41.8	36	12.1	25	29.74 🡇	감소(보수)
		균열부 백태	㎡	0.9	3	0.12	4	0.78 🡇	감소(보수)
		백태	㎡	0.86	10	-	-	0.86 🡇	감소(보수)
배수시설		배수관 누수	EA	-	1	-	3	🡅 2	증가(신규)
		배수관 막힘	EA	-	-	-	2	🡅 2	증가(신규)
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	43.4	66	16.0	36	27.4 🡇	감소(보수)
		하부 고무재손상(P3)	m	0.2	1	0.2	1	-	감소(보수)
		토사퇴적	m	3.5	3	-	-	3.5 🡇	감소(보수)
		차수판 볼트 탈락	EA	-	3	-	-	3 🡇	감소(보수)
바닥판		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	-	-	14.0	14	🡅 14.0	증가(신규)
		박락 및 철근노출	㎡	-	-	0.04	1	🡅 0.04	증가(신규)
		표면열화	㎡	-	-	5.0	1	🡅 5.0	증가(신규)
		백태	㎡	26.0	3	-	-	26.0 🡇	감소(보수)
거더	외부	상태양호	-	-	-	-	-	-	감소(보수)
	내부	실링처리 미흡	m	61.0	61	-	-	61.0 🡇	감소(보수)
		점검등 덮개 탈락	EA	-	1	-	-	1 🡇	감소(보수)
		점검등 없음	EA	-	1	-	-	1 🡇	감소(보수)
		점검등 파손	EA	-	1	-	-	1 🡇	감소(보수)
		체수/부식	㎡	3.2	2.0	-	-	3.2 🡇	감소(보수)
		체수 흔적	㎡	0.6	1.0	-	-	0.6 🡇	감소(보수)
교량받침		받침콘크리트 균열 (cw=0.3㎜미만)	m	-	-	1.3	5	🡅 1.3	증가(신규)
		Plate 도장박리/들뜸	㎡	-	-	0.01	1	🡅 0.01	증가(신규)
		부식	㎡	0.02	2	-	-	0.02 🡇	감소(보수)
교대		실란트 파손	m	-	-	2.0	1	🡅 2.0	증가(신규)
		균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.25	1	-	-	1.25 🡇	감소(보수)
		부착물 덮개탈락	EA	-	4	-	-	4 🡇	감소(보수)
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	24.8	17	15.0	9	9.8 🡇	감소(보수)
		망상균열	㎡	-	-	11.0	5	🡅 11.0	증가(신규)
		긁힘	㎡	-	-	0.1	1	🡅 0.1	증가(신규)
		누수 및 체수흔적	㎡	23.75	4	8.0	3	15.75 🡇	감소(보수)
		조류배설물 퇴적	㎡	6.0	1	3.0	1	3.0 🡇	감소(보수)
		표면열화	㎡	-	-	20.0	1	🡅 20.0	증가(신규)

나. 결과분석

<표 3.4.3> 정밀점검에 따른 기점검과의 결과분석(범물방향)

<table>
<tr><th>구분</th><th>내 용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">주요
손상
증감
비교표</td><td>

<table>
<tr><th></th><th>교면포장 균열</th><th>교면포장 파임</th><th>방호벽 균열(CW=0.3 mm 이상)</th><th>방호벽 균열(CW=0.3 mm 미만)</th><th>방호벽 균열부 백태</th><th>방호벽 백태</th><th>배수관 누수</th><th>배수관 막힘</th><th>신축이음 후타재 균열(0.3mm 미만)</th><th>신축이음 하부 고무재손상</th><th>신축이음 토사퇴적</th><th>자수판 볼트 탈락</th></tr>
<tr><td>17년 정밀안전진단</td><td>4</td><td>0.3</td><td>18</td><td>41.8</td><td>0.9</td><td>0.86</td><td>1</td><td>0</td><td>43.4</td><td>0.2</td><td>3.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>19년 정밀점검</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>12.1</td><td>0.12</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>16</td><td>0.2</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>


<table>
<tr><th></th><th>바닥판 균열 (CW=0.3mm 미만)</th><th>바닥판 박락 및 철근노출</th><th>바닥판 표면열화</th><th>바닥판 백태</th><th>거더내부 실링처리 미흡</th><th>거더내부 점검등 멸개 탈락</th><th>거더내부 점검등 없음</th><th>거더내부 점검등 파손</th><th>거더내부 체수/부식</th><th>거더내부 체수 흔적</th></tr>
<tr><td>17년 정밀안전진단</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>26</td><td>61</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3.2</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>19년 정밀점검</td><td>14</td><td>0.04</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>

<table>
<tr><th></th><th>받침콘크리트 균열 (cw=0.3mm미만)</th><th>받침 Plate 도장박리/들뜸</th><th>받침 부식</th><th>교대 실란트 파손</th><th>교대 균열(cw=0.3 mm미만)</th><th>교대 부착물 멸개탈락</th><th>교각 균열(cw=0.3 mm미만)</th><th>교각 망상균열</th><th>교각 균팀</th><th>교각 누수 및 체수흔적</th><th>교각 조류배설물 퇴적</th><th>교각 표면열화</th></tr>
<tr><td>17년 정밀안전진단</td><td>0</td><td>0</td><td>0.02</td><td>0</td><td>1.25</td><td>4</td><td>24.8</td><td>0</td><td>0</td><td>23.75</td><td>6</td><td>0</td></tr>
<tr><td>19년 정밀점검</td><td>1.3</td><td>0.01</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>15</td><td>11</td><td>0.1</td><td>8</td><td>3</td><td>20</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>결과분석</td><td>• 기 진단대비 손상이 대부분 감소한 반면 일부 손상인 바닥판 균열, 받침콘크리트 균열 등은 증가하였다. 현재 구조적 손상은 발생되지 않았으며, 장기공용에 의한 열화 및 기점검시 조사누락 등에 따른 비구조적 손상이 추가 조사됨
• 기 조사된 손상들은 다소 경미한 수준이며 보수 및 보강 후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 사료됨</td><td></td></tr>
</table>

3.4.3 손상현황표(안심방향)

<표 3.4.4> 외관조사 손상현황 총괄표(안심방향)

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
교면포장		아스콘 균열	m	12.0	2	
		아스콘 파손	㎡	0.9	7	
난간 및 방호벽		균열부 백태	㎡	0.16	4	
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	48.6	98	
		단차	m	1.5	1	
배수시설		배수관 누수	EA	-	2	
		배수관 탈락	EA	-	1	
		배수구 막힘	EA	-	2	
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	5.5	11	
		후타재 파손	㎡	0.04	1	
		본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1	
		차수판 볼트 탈락	EA	1	1	
바닥판		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	3.5	5	
거더	외부	변형	m	2.0	1	
	내부	상태양호	-	-	-	
교량받침		받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.4	6	
		무수축몰탈균열(cw=0.3㎜미만)	m	0.4	2	
		잡철 노출	㎡	0.02	1	
교대		균열 (cw=0.3mm미만)	m	3.0	4	
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	0.9	2	
		망상균열	㎡	6.0	2	
		재료분리	㎡	0.25	1	
		긁힘 및 파손	㎡	0.08	2	
		누수 및 체수흔적	㎡	9.0	1	
		조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	
		표면열화	㎡	20	1	

3.4.4 이전 점검과의 비교(안심방향)

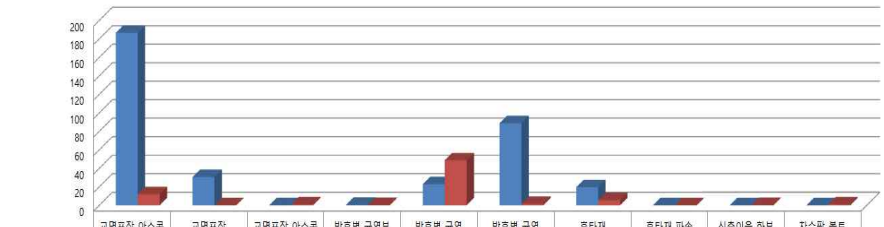
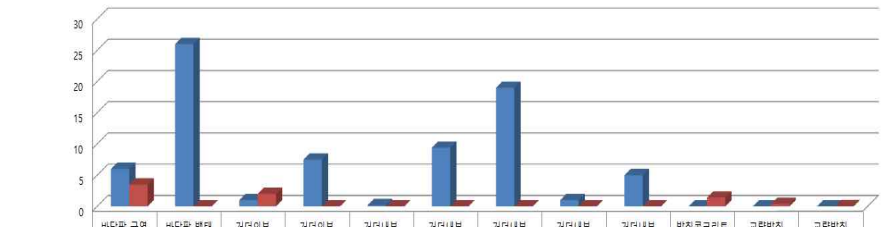
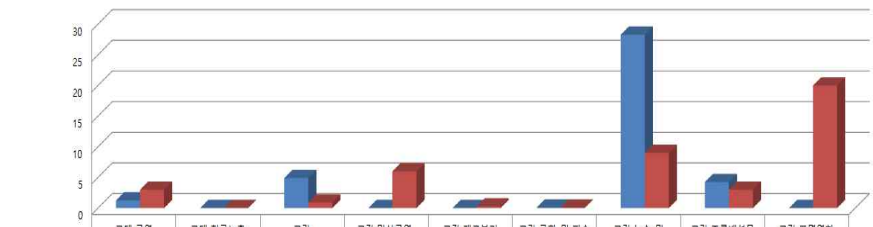
가. 손상물량 비교표

<표 3.4.5> 이전 점검과의 손상물량 비교표(안심방향)

구분		손상내용	단위	2017년 진단		금회		증,감 (⬆,⬇)	비고
				물량	개소	물량	개소		
교면포장		아스콘 균열	m	186.5	13	12.0	2	174.5 ⬇	감소(보수)
		망상균열	㎡	30.5	2	-	-	30.5 ⬇	감소(보수)
		아스콘 파손	㎡	-	-	0.9	7	⬆ 0.9	증가(미보수)
난간 및 방호벽		균열부 백태	㎡	0.5	5	0.16	4	0.34 ⬇	감소(보수)
		균열(CW=0.3mm 미만)	m	22.8	19	48.6	98	⬆ 25.8	증가(신규)
		균열(CW=0.3mm 이상)	m	88.7	58	1.5	1	87.2 ⬇	감소(보수)
배수시설		상태양호	-	-	-	-	-	-	감소(보수)
신축이음		후타재균열(0.3mm미만)	m	19.5	39	5.5	11	14.0 ⬇	감소(보수)
		후타재 파손	㎡	-	-	0.04	1	⬆ 0.04	증가(신규)
		하부 고무재 손상(P3)	m	-	-	0.2	1	⬆ 0.2	증가(신규)
		차수판 볼트 탈락	EA	-	-	1	1	⬆ 1	증가(신규)
바닥판		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	6.0	6	3.5	5	⬆ 2.5	증가(신규)
		백태	㎡	26.0	3	-	-	26.0 ⬇	감소(보수)
거더	외부	변형	m	1.0	1	2.0	1	⬆ 1.0	증가(기존)
		도장긁힘	㎡	7.5	2	-	-	7.5 ⬇	감소(보수)
	내부	도장박락, 부식	㎡	0.2	1	-	-	0.2 ⬇	감소(보수)
		조류배설물	㎡	9.4	4	-	-	9.4 ⬇	감소(보수)
		실링처리 미흡	m	19.0	19	-	-	19.0 ⬇	감소(보수)
		점검등 덮개파손	EA	1.0	1	-	-	1.0 ⬇	감소(보수)
		점검등 파손	EA	5.0	5	-	-	5.0 ⬇	감소(보수)
교량받침		받침콘크리트균열 (cw=0.3㎜미만)	m	-	-	1.4	6	⬆ 1.4	증가(신규)
		몰탈균열(cw=0.3㎜미만)	m	-	-	0.4	2	⬆ 0.4	증가(신규)
		잡철 노출	㎡	-	-	0.02	1	⬆ 0.02	증가(신규)
교대		균열 (cw=0.3mm미만)	m	1.25	3	3.0	4	⬆ 1.75	증가(신규)
		철근노출	㎡	0.01	1	-	-	0.01 ⬇	감소(보수)
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	4.9	4	0.9	2	4.0 ⬇	감소(보수)
		망상균열	㎡	-	-	6.0	2	⬆ 6.0	증가(신규)
		재료분리	㎡	-	-	0.25	1	⬆ 0.25	증가(신규)
		긁힘 및 파손	㎡	0.09	1	0.08	2	0.01 ⬇	감소(보수)
		누수 및 체수흔적	㎡	28.29	6	9.0	1	19.29 ⬇	감소(보수)
		조류배설물 퇴적	㎡	4.25	2	3.0	1	1.25 ⬇	감소(보수)
		표면열화	㎡	-	-	20	1	⬆ 2.0	증가(신규)

나. 결과분석

<표 3.4.6> 정밀점검에 따른 기점검과의 결과분석(안심방향)

구분	내 용	비고
주요 손상 증감 비교표	주요손상 증감 비교표(물량)  교면포장 아스콘 균열 / 교면포장 망상균열 / 교면포장 아스콘 파손 / 방호벽 균열부 백태 / 방호벽 균열 (CW=0.3mm 미만) / 방호벽 균열 (CW=0.3mm 이상) / 후타재 균열(0.3mm미만) / 후타재 파손 / 신축이음 하부 고무재 손상 / 차수판 볼트 탈락 17년 정밀안전진단: 186.5 / 30.5 / 0 / 0.5 / 22.8 / 88.7 / 19.5 / 0 / 0 / 0 19년 정밀점검: 12 / 0 / 0.9 / 0.16 / 48.6 / 1.5 / 5.5 / 0.04 / 0.2 / 1	
	주요손상 증감 비교표(물량)  바닥판 균열 (CW=0.3mm 미만) / 바닥판 백태 / 거더외부 변형 / 거더외부 도장균열 / 거더내부 도장박락, 부식 / 거더내부 조류배설물 / 거더내부 실링처리 미흡 / 거더내부 점검등 덮개파손 / 거더내부 점검등 파손 / 받침콘크리트 균열(cw=0.3mm미만) / 교량받침 몰탈균열(cw=0.3mm미만) / 교량받침 접철 노출 17년 정밀안전진단: 6 / 26 / 1 / 7.5 / 0.2 / 9.4 / 19 / 1 / 5 / 0 / 0 / 0 19년 정밀점검: 3.5 / 0 / 2 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 1.4 / 0.4 / 0.02	
	주요손상 증감 비교표(물량)  교대 균열 (cw=0.3mm미만) / 교대 철근노출 / 교각 균열(cw=0.3mm 미만) / 교각 망상균열 / 교각 재료분리 / 교각 균열 및 파손 / 교각 누수 및 체수흔적 / 교각 조류배설물 퇴적 / 교각 표면열화 17년 정밀안전진단: 1.25 / 0.01 / 4.9 / 0 / 0 / 0.09 / 28.29 / 4.25 / 0 19년 정밀점검: 3 / 0 / 0.9 / 6 / 0.25 / 0.08 / 9 / 3 / 20	
결과분석	• 기 진단대비 손상이 대부분 감소한 반면 일부 손상인 교대 및 교각 균열 등은 증가하였다. 현재 구조적 손상은 발생되지 않았으며, 장기공용에 의한 열화 및 기점검시 조사누락 등에 따른 비구조적 손상이 추가 조사됨 • 기 조사된 손상들은 다소 경미한 수준이며 보수 및 보강 후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 사료됨	

3.5 시험 및 측정

3.5.1 개요

교량 구조물의 내구성 저하의 대표적인 현상은 콘크리트 탄산화, 철근부식, 균열, 강도저하, 표면 노후화, 부재의 큰 변형, 동결융해, 누수 등의 현상으로 분류된다. 철근의 부식과 콘크리트의 균열은 독립된 원인에 의해 나타나는 것이 아니고, 그 밖의 열화 현상을 일으키는 원인과도 복합적으로 관계되고 있다.

재료시험은 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물의 재료시험에 의해서 향후 열화 경향을 예측 및 예방하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

재료시험의 범위는 다음과 같다.

- 재료시험을 대상으로 하는 구조물은 콘크리트 구조물에 한한다.
- 재료시험은 구조체를 중심으로 수행한다.
- 재료시험은 조사 시점의 열화상태 뿐만 아니라 구조물의 이력, 주요환경, 열화원인을 조사하여 향후 열화손상 진행정도를 예측하고, 내용년수와 관련하여 종합적인 안전진단을 수행한다.
- 본 구조물의 재료시험 내용은 안전성평가를 위한 내구성 저하 유무를 확인하기 위한 조사 및 시험을 실시하였다.
- 향후 유지관리시 금회 재료시험 위치에서의 결과치를 활용하여 비교·분석할 수 있도록 재료시험 위치도를 수록하였다.

본 장에서는 콘크리트의 재료시험을 실시하여 외관조사 내용과 함께 구조물의 내구성과 사용성을 검토하고 상태평가, 보수·보강공법 및 유지관리 방안을 제시하기 위한 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였으며, 재료시험의 주요 시험내용은 <표 3.4.1>～<표 3.4.3>에 정리하였다.

가. 재료시험 측정일자 및 조사위치

<표 3.5.1> 재료시험 측정일자 및 조사위치

구 분	일 자	조 사 위 치	사용장비
재료시험 및 측정	2019.05.7.~2019.05.09	하부구조 내구성 조사	도보조사
	2019.05.14.~2019.05.15	상부구조 내구성 조사	굴절점검차, 고소점검차

나. 재료시험 내용

<표 3.5.2> 재료시험 내용

구 분	조사 및 시험내용
1. 콘크리트 강도조사	• 비파괴 시험 장비와 코어채취를 이용하여 콘크리트 강도조사 • 슈미트 해머 사용 직전에 실내에서 테스트앤빌에 의해 교정한 후 반발경도 측정(테스트햄머의 반발경도 R은 80±2 범위에 측정됨)
2. 탄산화깊이측정	• 탄산화시험기를 이용하여 콘크리트 구조물의 탄산화 깊이를 측정 • 탄산화 속도계수를 산정

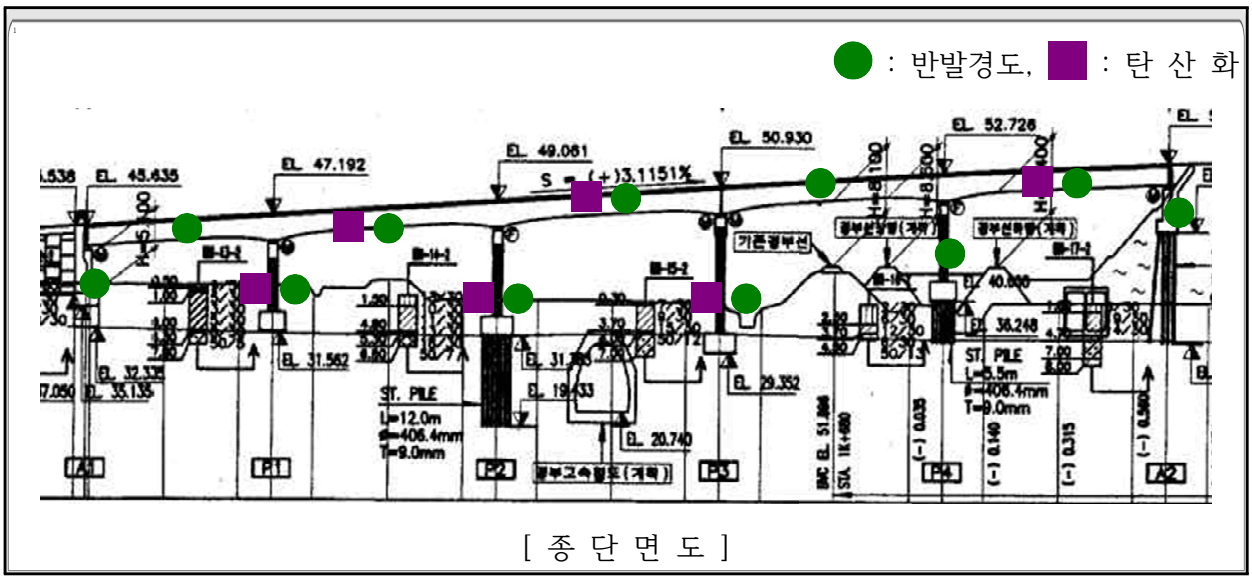
<표 3.5.3> 재료시험 기준 및 실시수량 (총연장 : 290.0m)

구분	세부지침 기준		기준수량	실시수량	비고
	상부구조	하부구조			
반발경도	◦ 50m마다	◦ 50m마다	상부 : 6개소 하부 : 6개소	상부 : 6개소 하부 : 6개소	
탄산화깊이	◦5경간 이내 : 2~3개소[주1)] ◦5경간 이상 : 3~6개소[주2)]		6개소	상부 : 3개소 하부 : 3개소	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

반발경도

탄산화깊이



<그림 3.5.1> 콘크리트 재료시험 위치도

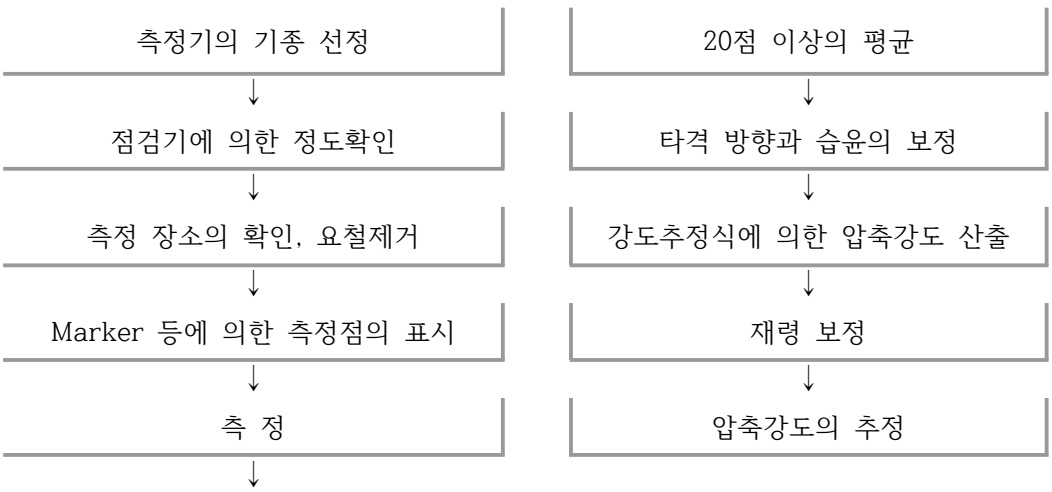
3.5.2 콘크리트 재료시험

가. 콘크리트 강도시험

1) 반발경도법

가) 개 요

콘크리트 표면의 반발경도를 측정하여 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용되는데, 슈미트 해머는 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(f_c')와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.



<그림 3.5.2> 반발경도법에 의한 압축강도 추정 흐름도

나) 반발경도(R)

측정개소에 대해서 타격점 상호간의 간격 3cm를 표준으로 종, 횡으로 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값을 구한다. 산술평균값에 대해 각 반발경도의 값이 ±20%의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다.

다) 보정반발경도(Ro)

보정반발경도 Ro은 다음과 같이 측정경도 R에 보정 값을 더한 값으로 한다.

◦ Ro = R + ΔR1 + ΔR2 + ΔR3 식 (3.4.1)

여기서, ΔR1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR2 : 압축응력에 따른 보정값

ΔR3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

(1) 타격방향에 따른 보정값

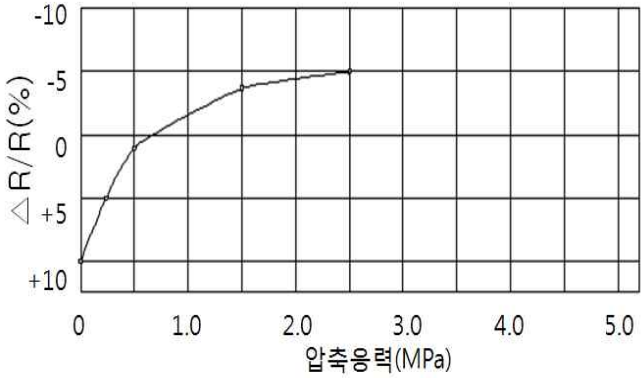
수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다. 하향타격(-90°)의 경우에는 슈미트해머 내부의 해머중량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 (+)값으로 수정해 주고, 상향의 타격(+90°)의 경우에는 반대현상에 의해서 (-)값으로 수정해 주어야 한다. 타격방향에 따른 보정계수는 다음과 같다.

<표 3.5.4> 타격방향에 따른 보정계수

반발경도	보정값				비고
	+90°	+45°	-45°	-90°	
10			+2.4	+3.2	상향수직타격 +90° 하향수직타격 -90°
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1	
40	-3.4	-2.6	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.1	+1.5	+2.2	
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	

(2) 압축응력에 따른 반발경도의 보정

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 대략 압축응력이 0.1㎫인 경우 ΔR2 = -0.015R, 0.25㎫인 경우 ΔR2 = -0.05R이다.



<그림 3.5.3> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선

(3) 콘크리트 습윤상태에 따른 보정

콘크리트 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서, 습하고 타격의 흔적이 있는 경우를 기준으로 ΔR3 = +3, 완전 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로 ΔR3 = +5를 적용한다.

라) 압축강도의 추정

보정반발경도 R_0로부터 압축강도(F_c)의 상관관계를 도출한 다음 식을 사용하였다. 적용된 제안식들은 다음과 같다.

(가) 보통콘크리트(fck=40㎫미만)

◦ 일본재료학회 (보통콘크리트)

$$F_C = -18.0 + 1.27R_o\,(\text{MPa})$$ 식 (3.4.2)

◦ 일본건축학회 (보통콘크리트)

$$F_C = (7.3R_o + 100)\times 0.1\,(\text{MPa})$$ 식 (3.4.3)

(나) 고강도콘크리트(fck=40㎫이상)

◦ 과학기술부(고강도콘크리트)

$$F_C = (15.2R_0 - 112.8)\times 0.1\,(\text{MPa})$$ 식 (3.4.4)

여기서, 과학기술부의 Ro = R × α

(α = 6.36 / t + 0.7) t : 28일보다 큰 재령일수

마) 28일 강도의 추정

수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면경도가 높기 때문에 식(3.4.5)과 같이 재령계수를 곱하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 <표 3.4.5>과 같으며, 3,000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

◦ Fn = α.Fc 식 (3.4.5)

여기서, α 는 재령계수

<표 3.5.5> 재령계수 α 의 값

재령일	7	15	28	30	60	100	300	500	1000	3000
α	1.67	1.32	1.00	0.99	0.86	0.78	0.70	0.67	0.65	0.63

2) 반발경도시험 보고서

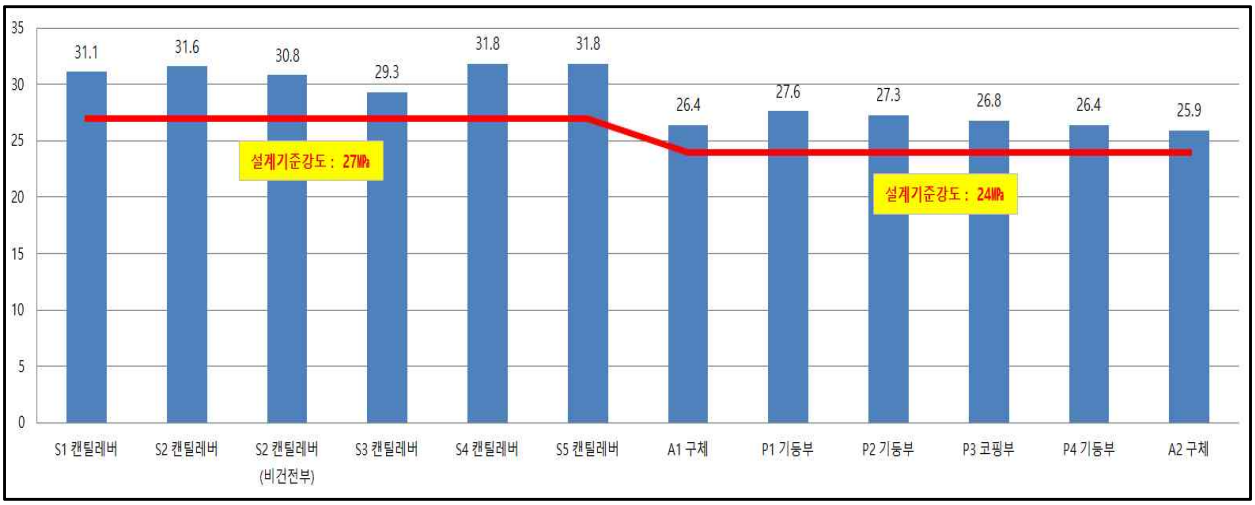
구 분	내 용
시험 일자, 시간	- 2019년 05월 07일 ~ 05월 09일, 09:00~17:00 - 2019년 05월 14일 ~ 05월 15일, 09:00~17:00
구조물에서 시험 영역의 위치	- 상·하부구조 교대 및 교각, 바닥판하면
시험 대상 구조물 또는 표본에 대한 설명	- 각 시험개소별 Data Sheet에 표기
콘크리트의 설계 조건	- 상부 : f_{ck}=27.0MPa - 하부 : f_{ck}=24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	- 건전부 : 콘크리트의 표면상태는 균열/박리/화재 피해가 거의 없는 건전한 상태를 유지하고 있음 - 비건전부 : 콘크리트의 표면상태는 균열/누수/재료분리/박리/박락 등의 표면불량 상태임
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	- 20.2℃~22.7℃, 3,000일 이상
타격방향	- 바닥판하면 90˚ - 하부구조 0˚
콘크리트 내부 함수 상태	-콘크리트 표면은 표면건조상태이나 그라인딩을 통해 표면부를 제거하고 시험하였음
반발경도측정기 종류	-Proceq NR-Type

3) 비파괴 강도시험 결과

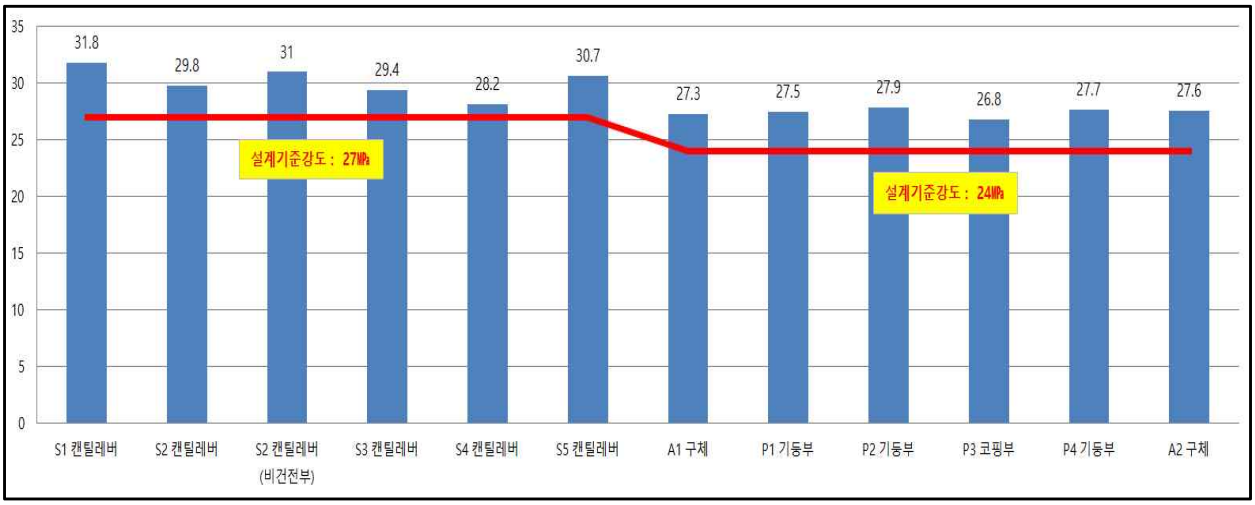
<표 3.5.6> 비파괴 강도시험 결과

시험위치			반발경도 (R0)	반발경도(㎫)		평균강도 (MPa)	설계강도 (㎫)	비고
				일본 재료학회	일본 건축학회			
범물 방향	상부 구조	S1 캔틸레버	53.70	31.7	30.4	31.1	27.0	115.2 %
		S2 캔틸레버	54.57	32.4	30.8	31.6		117.0 %
		S2 캔틸레버 (비건전부)	53.27	31.4	30.2	30.8		114.1 %
		S3 캔틸레버	50.90	29.5	29.1	29.3		108.5 %
		S4 캔틸레버	54.89	32.7	30.9	31.8		117.8 %
		S5 캔틸레버	54.89	32.7	30.9	31.8		117.8 %
	하부 구조	A1 구체	46.30	25.8	27.0	26.4	24.0	110.0 %
		P1 기둥부	48.20	27.3	27.9	27.6		115.0 %
		P2 기둥부	47.70	26.9	27.7	27.3		113.8 %
		P3 코핑부	46.80	26.2	27.3	26.8		111.7 %
		P4 기둥부	46.20	25.7	27.0	26.4		110.0 %
		A2 구체	45.40	25.1	26.6	25.9		107.9 %
안심 방향	상부 구조	S1 캔틸레버	54.78	32.6	30.9	31.8	27.0	117.8 %
		S2 캔틸레버	51.65	30.1	29.5	29.8		110.4 %
		S2 캔틸레버 (비건전부)	53.49	31.6	30.3	31.0		114.8 %
		S3 캔틸레버	51.00	29.6	29.2	29.4		108.9 %
		S4 캔틸레버	49.17	28.1	28.3	28.2		104.4 %
		S5 캔틸레버	53.16	31.3	30.1	30.7		113.7 %
	하부 구조	A1 구체	47.70	26.9	27.7	27.3	24.0	113.8 %
		P1 기둥부	47.90	27.1	27.8	27.5		114.6 %
		P2 기둥부	48.60	27.6	28.1	27.9		116.2 %
		P3 코핑부	46.90	26.3	27.3	26.8		111.7 %
		P4 기둥부	48.30	27.4	27.9	27.7		115.4 %
		A2 구체	48.20	27.3	27.9	27.6		115.0 %

4) 비파괴 강도시험 결과 분석



<그림 3.5.4> 범물방향 비파괴 시험결과



<그림 3.5.5> 안심방향 비파괴 시험결과

비파괴 강도시험 결과, 범물방향은 상부구조 29.3~31.8MPa, 하부구조 25.9~27.6MPa이며, 안심방향은 상부구조 28.2~31.8MPa 하부구조 26.8~27.9MPa로 측정되었다. 설계기준강도인 상부구조 27.0MPa, 하부구조 24.0 MPa과 비교시 설계기준강도 이상으로 측정되었다.

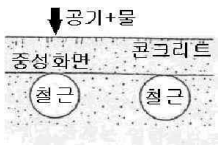
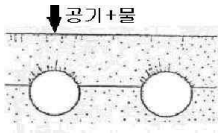
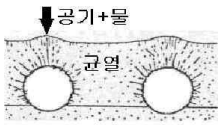
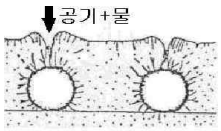
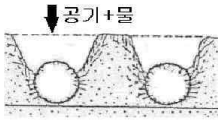
나. 탄산화 깊이 측정

1) 개요

탄산화는 굳은 콘크리트와 공기 중의 탄산가스가 반응하면서 알칼리성을 잃게 되는 현상을 일컫는다. 즉 건전한 콘크리트는 경화 시멘트풀의 수산화 화합물 중 약 25%를 차지하는 수산화칼슘(Ca(OH)2)의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타내나 탄산가스가 수산화칼슘과 반응하면 탄산칼슘(CaCO3)으로 환원되면서 표면부터 콘크리트의 pH가 서서히 10 이하로 낮아지는 현상이다.

◦ $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ 식 (3.4.6)

콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 성능이 저하되는 것은 아니며, 단지 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근표면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다. 탄산화에 의한 철근부식 메커니즘은 다음과 같다.

STEP 1		정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없음 (약간의 건조수축에 의한 균열)
STEP 2.		녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생
STEP 3		철근의 윗면이 팽창한다. 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보임
STEP 4		철근 윗면의 피복이 부수어져 떨어지고, 철근의 노출이 시작 철근단면적이 감소
STEP 5		철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출 내구성능은 없음

<그림 3.5.6> 탄산화에 의한 철근부식 메커니즘

2) 탄산화 깊이 산정방법

대기 중의 탄산가스에 의한 콘크리트 표면으로부터 탄산화 진행을 경과시간의 함수로서 표현한 것이 탄산화 속도식이다. 탄산화가 정상상태에서 탄산가스의 콘크리트내부 확산에 따라 생긴다고 가정하면, 탄산화깊이(C)는 경과시간(t)의 평방근에 비례한다고 하는 식이 도출된다. 이것은 통상, √t 법으로 불리며, 가장 일반적으로 사용되고 있다.

◦ $C = A\sqrt{t}$ 식 (3.4.7)

위 식에서 계수 A는 탄산화속도 계수라고 하며, A의 수치가 큰 만큼 탄산화 속도가 크게 된다. 계수 A는 콘크리트의 재료적 요인 및 환경조건에 의해 정해지는 복잡한 함수이다. 지금까지 제안되고 있는 실용적인 제안식을 요약하면 다음과 같다.

<표 3.5.7> 탄산화 속도식 비교

구분	탄산화 속도식	비고
하마다식 (浜田式)	$t = \frac{0.3(1.15+3x)/(x-0.25)^2}{R} C^2$	x : 물-시멘트 비 R : 탄산화비율(시멘트, 골재, 활성제의 종류에 따른 계수)
키시타니식 (岸谷式)	$t = \frac{0.3(1.15+3x)}{R^2(x-0.25)^2} C^2 \quad (x \geq 0.6)$ $t = \frac{(7.2)}{R^2(4.6x-1.76)^2} C^2 \quad (x \leq 0.6)$	x : 물-시멘트 비 R : 탄산화비율(시멘트, 골재, 활성제의 종류에 따른 계수)
시로야마식 (白山式)	$t = \alpha\beta\gamma\delta\epsilon \frac{5000}{(x-38)^2} C^2$	x : 물-시멘트 비 $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon$: 골재, 혼화제, 시멘트, 시공정도, 마감재, 실내외 등에 따른 계수
요다식 (依田式)	$t = \alpha\beta\gamma \frac{262}{(100x-18)^2} \times C^2$ (실내) $t = \alpha\beta\gamma \frac{155}{(100x-36)^2} \times C^2$ (실외)	x : 물-시멘트 비 α : 콘크리트 품질계수 β : 탄산화지연 효과 계수 γ : 환경조건(일반의 경우 1.0)

3) 경과년수에 따른 수명평가

탄산화에 의한 수명평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화속도 계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 수명으로 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C = A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화깊이 C는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화속도 계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 다음 식을 통하여 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있다.

◦ $t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_0$ 식 (3.4.8)

여기서, t_d는 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간, D_c는 현장조사로부터 얻어진 철근까지의 피복두께(㎜), A는 탄산화시험으로부터 계산된 계수, t_0는 현재의 구조물 경과시간이다.

4) 탄산화 진행상태에 따른 상태평가 기준

탄산화 진행 상태는 피복두께의 절대값이 클수록 탄산화 잔여 절대값이 커지므로 피복두께가 클수록 일반적으로 철근부식까지의 탄산화 도달시간에 대한 여유가 크다. 피복두께와 탄산화 측정 깊이를 고려한 철근 콘크리트 구조물에서의 탄산화 진행 상태에 대한 평가 기준은 다음과 같다.

<표 3.5.8> 탄산화 상태평가 기준

기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	30㎜ 이상	탄산화에 의한 부식 발생우려 없음
b	10㎜이상~30㎜미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	0㎜이상~10㎜미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	0㎜미만	철근부식 발생
e	-	-

5) 탄산화시험 보고서

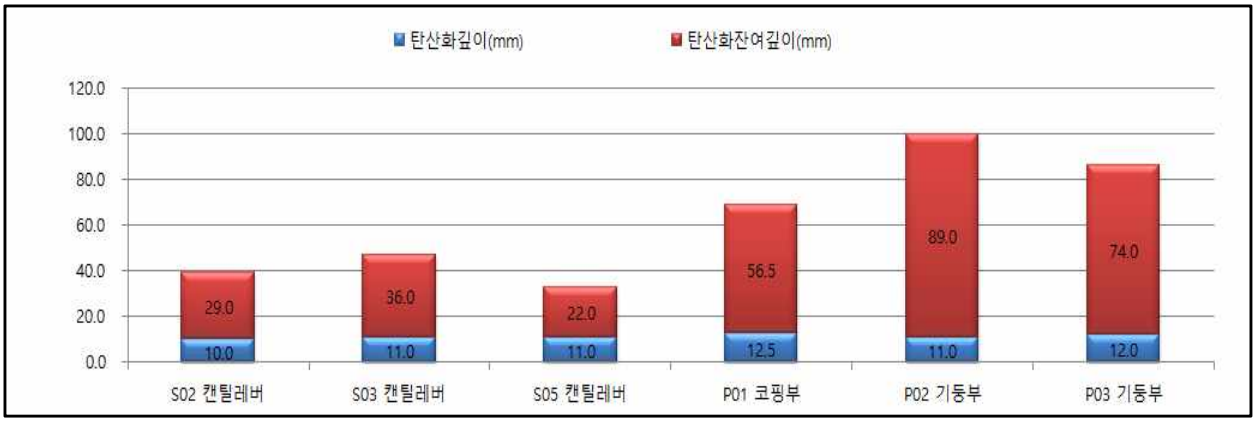
구 분	내 용
시험 일자, 시간	- 2019년 05월 07일 ~ 05월 09일, 09:00~17:00 - 2019년 05월 14일 ~ 05월 15일, 09:00~17:00
구조물에서 시험 영역의 위치	- 상·하부구조 교대 및 교각, 바닥판하면
시험 대상 구조물 또는 표본에 대한 설명	- 각 시험개소별 Data Sheet에 표기
시험면 종류	- 콘크리트 드릴링
시약	- 페놀프탈레인 용액
시험시의 온도	- 20.2℃ ~ 22.7℃
측정기구	- 버니어캘리퍼스
탄산화깊이측정 시험값	- 측정, 시험, 계측 성과표 참조

6) 탄산화 시험 결과

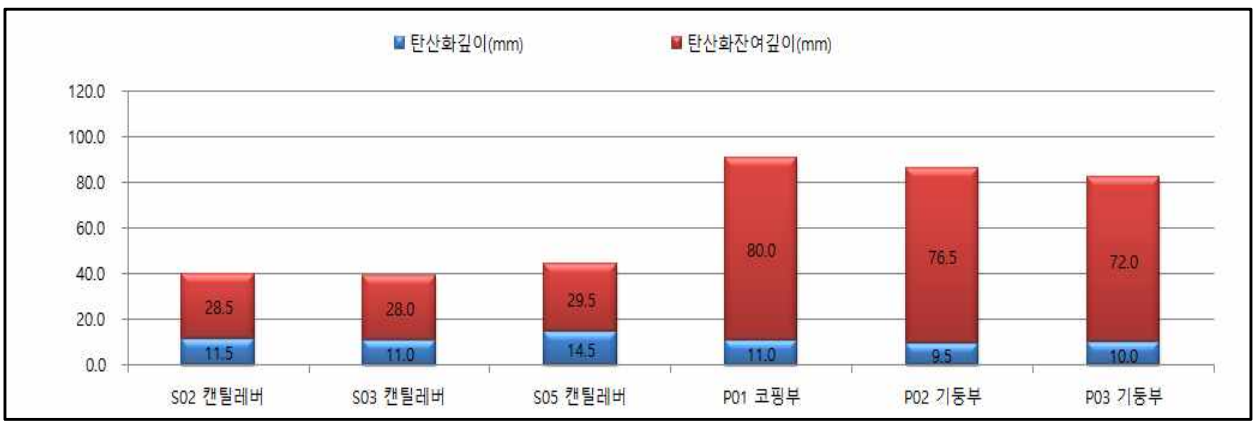
<표 3.5.9> 탄산화 시험 결과

시험위치			탄산화깊이 (㎜)	실측피복 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)	상태 등급	비고
범물 방향	상부 구조	S2 켄틸레버	10.0	39.0	29.0	2.43	143.0	b	
		S3 켄틸레버	11.0	47.0	36.0	2.67	182.1	a	
		S5 켄틸레버	11.0	33.0	22.0	2.67	68.0	b	
	하부 구조	P1 코핑부	12.5	69.0	56.5	3.03	347.3	a	
		P2 기둥부	11.0	100.0	89.0	2.67	1,112.9	a	
		P3 기둥부	12.0	86.0	74.0	2.91	646.5	a	
안심 방향	상부 구조	S2 켄틸레버	11.5	40.0	28.5	2.79	104.4	b	
		S3 켄틸레버	11.0	39.0	28.0	2.67	110.1	b	
		S5 켄틸레버	14.5	44.0	29.5	3.52	70.4	b	
	하부 구조	P1 코핑부	11.0	91.0	80.0	2.67	899.2	a	
		P2 기둥부	9.5	86.0	76.5	2.30	1,102.4	a	
		P3 기둥부	10.0	82.0	72.0	2.43	881.3	a	

7) 탄산화 시험 결과 분석



<그림 3.5.7> 범물방향 탄산화 깊이 측정결과



<그림 3.5.8> 안심방향 탄산화 깊이 측정결과

금회 점검시 피복 두께는 철근탐사기를 사용하여 실측 피복두께를 측정하였고, 결과값은 부록에 첨부하였다. 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 상부구조의 탄산화깊이는 범물방향 10.0~11.0㎜, 안심방향 11.0~14.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상, 하부구조의 탄산화 깊이는 범물방향 11.0~12.5㎜, 안심방향 9.5~11.0㎜로 잔여깊이가 20㎜이상으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있는 세부지침 기준 "b"등급으로 평가되었다.

3.5.3 내구성 평가 결과

가. 콘크리트 품질조사 및 시험 결과

1) 반발경도 강도

· 반발경도에 의한 비파괴 강도시험 결과, 상부구조 압축강도 28.2~31.8㎫, 하부구조 압축강도 25.9~27.9㎫로 측정되어, 가천교의 콘크리트압축강도는 양호한 것으로 판단된다.

2) 탄산화시험

· 탄산화깊이는 9.5~14.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 10㎜~30㎜미만으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있는 세부지침 기준 "b"등급으로 평가되었다.

나. 전회차(2017년) 시험결과와의 비교 분석

1) 전회차 시험결과 비교

시험항목		2017년 정밀안전진단	2019년 정밀점검
반발경도법	범물 방향	·상부구조 : 26.6~30.1(MPa) ·하부구조 : 24.4~28.(MPa)	·상부구조 : 29.3~31.8(MPa) ·하부구조 : 25.9~27.6(MPa)
	안심 방향		·상부구조 : 28.2~31.8(MPa) ·하부구조 : 26.8~27.9(MPa)
탄산화 깊이	범물 방향	·측정 범위 : 8.5~14.8㎜ ·잔여깊이 : 20.0~30.0㎜	·측정 범위 : 10.0~12.5㎜ ·잔여깊이 : 22.0~89.0㎜
	안심 방향		·측정 범위 : 9.5~14.5㎜ ·잔여깊이 : 28.0~91.0㎜

2) 전회차 시험결과와의 비교 분석

· 전회차 정밀안전진단과 비교해본 콘크리트 압축강도시험 결과, 측정위치에 따른 편차가 존재하나 설계기준강도 비교시 내구성에는 문제가 없을 것으로 사료된다.

· 탄산화 시험의 전회차 비교결과, 측정위치에 따른 측정값의 차이는 있으나 전반적으로 탄산화에 의한 철근부식의 영향은 미미한 것으로 판단된다.

제4장 시설물의 상태평가

4.1 개요

4.2 교량의 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 결과 산정

제4장 시설물의 상태평가

4.1 개요

정밀점검에서는 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검·정밀점검을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검·정밀점검 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

4.2 교량의 상태평가 항목 및 기준

4.2.1 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가 기준은 교량의 부재를 분리하고, 콘크리트의 탄산화에 대한 평가항목을 포함하여 세분화 하였으며, <표 4.2.1>과 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다.

교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 슬래브, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장은 a~d로 범위를 조정하였다.

<표 4.2.1> 대상시설물의 실시 범위

부재의 분류		금회 실시범위
상부구조	바닥판, 강거더, 강가로보	a, b, c, d, e
하부구조	교대 및 교각, 기초	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

부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며, 정성적 평가 시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

4.2.2 부재별 상태평가 기준

가. 콘크리트 바닥판

<표 4.2.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

기준	균 열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	·균열폭 0.1㎜미만 균열	·망상균열폭 0.1㎜미만	·없음
b	·균열폭 0.1㎜~0.3㎜미만 균열 ·균열율 2%미만	·망상균열폭 0.1㎜~0.3㎜미만	·표면손상 면적이 2% 미만
c	·균열폭 0.3㎜~0.5㎜미만 균열 ·균열율 2%~10%미만	·망상균열폭 0.3㎜이상	·표면손상 면적이 2%이상~10%미만 ·철근부식 손상면적 2%미만 ·데크플레이트 박리 및 누수발생
d	·균열폭 0.5㎜~1.0㎜미만 균열 ·균열율 10~20%미만	·망상균열의 진전으로인한 콘크리트 박리발생	·표면손상 면적이 10%이상 ·철근부식 손상면적 2%이상 ·데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식발생
e	·균열폭 1.0㎜이상 균열 ·균열율 20%이상	·망상균열에 인한 박리가 심하여 펀칭파괴 발생가능성 있음	·부식으로 인한 철근 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 모든 교량형식이 RC 및 PC바닥판과 RC 및 PSC 박스거더교량의 상부플랜지의 상태평가에 적용한다.
- 1방향균열의 경우 0.3㎜미만의 균열평가 기준을“b”로 1.0㎜이상의 균열과 균열을 20%이상인 상태를“e”로 평가한다.
- 2방향균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생시 평가기준을“d”, 펀칭파괴의 발생 가능성이 있으면“e”로 평가한다.
- “열화 및 손상” 손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식에 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.

- 표면손상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.
- PSC 박스거더교의 경우 상하부 프랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부 플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.
- 균열율은 폭 0.2㎜이상의 균열을 대상으로 산정한다.
- 바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.
- 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용 균열폭을 참고하였다.

주1) 균열율 산정 방법

- 1방향 균열인 경우

○ 균열발생 면적은 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며,
○ 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.
○ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \quad \%$$

- 2방향 균열인 경우

○ 균열 발생면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후, 점선내 면적인(가로길이 + 0.25m)×(세로길이 + 0.25m)로 구한다.
○ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \quad \%$$

주2) 표면손상에 대한 면적율 산정 방법

$$\text{표면손상면적율}(\%) = \frac{\text{결함및손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

주3) 철근부식 손상면적율 산정 방법

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

나. 강 거더

<표 4.2.3> 강 거더 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트이완, 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	. 보조부재 전반적변형 및 파단 . 주부재의 국부적 변형 . 주탑하단부 연결 볼트 부식	. 보조부재 2%이상~10%미만 . 주부재 2% 미만	. 주부재의 심한 용접 불량 (기공, 슬래그, 언더컷) . 부분적 용입부족 용접누락	. 도장탈락 면적10%이상 . 부식발생면적 2%이상~10%미만
d	. 주부재의 국부적 균열	. 주부재의 전반적 변형 및 파단 . 좌굴에 의한 주부재변형 . 주탑 하단부 연결 볼트 파단	. 보조부재 10%이상 . 주부재 2%이상~10%미만	. 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	. 부식발생면적 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 균열진전으로 인해 연결기능 상실	. 부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

다. 강 가로보와 세로보

<표 4.2.4> 강 가로보와 세로보 상태평가 기준

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)	. 도장 탈락 면적 10%미만 . 부식발생 면적 2%미만
c	. 보조부재의 전반적 균열 . 주부재의 국부적 균열	. 주부재의 국부적 변형 . 변형, 충격에 의한 손상발생	. 보조부재 2~10% 미만 . 주부재 2% 미만	. 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) . 부분적 용입부족, 용접누락	. 도장 탈락 면적 10%이상 . 부식 발생 면적 2~10%미만 . 부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	. 주부재의 전반적 균열	. 주부재 압축부 좌굴에 의한 변형 . 부재의 파단 발생	. 보조부재 10% 이상 . 주부재 2% 이상	. 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	. 부식 발생 면적 10%이상 . 부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
e	-	-	-	-	-

라. 교대

<표 4.2.5> 교대 상태평가 기준

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

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.
- 균열폭에 관한 상태평가 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우"e"로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태평가기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부구조물 중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.
- 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.

마. 콘크리트 교각

<표 4.2.6> 콘크리트 교각 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상, 철근부식
a	·균열폭 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 1.0㎜이상 ·부등침하로 인한 교각 안전성 저하	·코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 ·심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

<해 설>
- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태평가에 적용한다.
- 열화 및 손상의 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e"로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

바. 기초

<표 4.2.7> 기초 상태평가 기준

기준	세굴, 기초손상	침하, 변위
a	·없음	·없음
b	·직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜미만의 균열발생	·매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	·직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜이상의 균열 및 단면손상 발생 ·침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨기초의 단면손상 발생	·침하가 20㎜미만 발생 ·세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨
d	·직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근노출 발생 ·침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨기초의 철근노출 발생	·침하가 20㎜이상 발생 ·세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 전반적으로 노출됨 ·기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	·기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구조물의 안전성 저하	·기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.
- 기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함등이 있으며, 지반의 안정성 항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가 항목이 된다.
- 기초의 침하는 20㎜ 미만이 발생하면 평가기준은 “c", 20㎜ 이상이 발생하면 ”d"로 평가한다.
- 지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은 “c"로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 ”d"로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 “e"로 평가한다.

사. 교량받침

<표 4.2.8> 교량받침 상태평가 기준

기준	받침 본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	·양호	·양호	·양호
b	·미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	·외부 도장탈락 및 부식 ·도장탈색, 먼지 쌓임	·부분적 박리, 탈락 등 손상
c	·측면 부풀음 ·받침두께의 0.3배 미만의 전단변형	·미끄럼판 부식 발생 ·부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	·받침 콘크리트에 0.3㎜이상 균열 발생 ·박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	·고무재 파손 및 단차, 균열심화 ·받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 ·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 1/2 미만	·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 1/2 이상	·받침 신축기능 불량으로 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 ·작동불능 상태	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 강재 및 탄성받침의 상태평가에 적용하며, 기타 특수받침의 경우에도 본 상태평가 기준을 준용한다.
- 받침 본체는 상태평가 기준 범위는 “a~e"를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 ”a~d"로 한다.

아. 신축이음

<표 4.2.9> 신축이음 상태평가 기준

기준	본 체	후 타 재
a	·없음	·양호
b	·토사, 이물질 퇴적 ·고무판 노화	·미세균열 발생
c	·물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 ·유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식등의 열화 ·고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 ·누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	·균열이 50cm 이하의 간격으로 발생 ·국부적인 박리, 박락, 파손
d	·강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 ·신축유간 밀착으로 인한 거동불량 ·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	-	-

<해 설>
- 본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 한다.
- 신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우 “d"로 평가하며, 긴급보수·보강을 실시한다.
- 후타재 균열이 30㎝이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하며 평가를 “d"로 한다.

자. 교면포장

<표 4.2.10> 교면포장 상태평가기준

기준	포장불량		배수
a	·미세균열	·없음	·없음
b	·포장불량 2%미만	·포장손상이 미미하여 주행에 영향이 없음	·배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	·포장불량 2%이상~10%미만	·포장파손으로 인하여 차량통행에 영향있음	·배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	·포장불량 10%이상	·전반적인 재포장이 필요한 상태	·배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	-	-	-

<해 설>
- 본 상태평가 기준은 아스팔트포장과 콘크리트포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 한다.
- 평가기준 “d"는 균열율을 포함하여 포장불량이 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
- 포장불량율은 균열발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기보수된 부분 등의 면적율 전부 더한 값을 경간면적으로 나눈 비율이다

차. 배수시설

<표 4.2.11> 배수시설 상태평가 기준

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 다른 위험 초래
d	·파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

<해 설>
- 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 한다.
- 평가기준 “d"는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
- 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최저값을 배수시설의 평가결과로 한다.

카. 난간 및 연석

<표 4.2.12> 난간 및 연석 상태평가 기준

기준	강재		콘크리트
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 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 · 낙석으로 인한 손상발생 · 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	· 박리, 파손, 철근노출 10%이상 · 철근부식손상 길이 2%이상
e	-	-	-

<해 설>
- 본 상태평가 기준은 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 난간과 연석의 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 하며, 점검단위는 부재의 길이로 한다.
- 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가 시 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.
- 강재의 경우 도장 변색 및 손상 점검길이의 10%이상 즉, 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험 가능성이 있는 상태의 기준은 “c"로 평가한다.
- 콘크리트는 0.3㎜이상의 균열이 발생할 경우 평가기준은 “c"로 평가하며, 보수 및 보강을 실시한다.

타. 탄산화

<표 4.2.13> 탄산화 상태평가 기준

기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	·30㎜이상	·탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	·10㎜이상~30㎜미만	·향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	·0㎜이상~10㎜미만	·탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	·0㎜미만	·철근부식 발생
e	-	-

※ 일본구조물진단기술협회『비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼』(2003년)

<해 설>

- 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
- 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d"로 한다.
- 탄산화 조사는 상·하부구조로 구분하여 [공통편] 부록 1의 콘크리트 탄산화 깊이 측정 따라 시행하며, 시험 개소별로 평가한다.
- 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

4.2.3 구조형식에 따른 부재별 가중치

<표 4.2.14> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더교량							라멘교		
				일반거더교			바닥판·거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	20	15		34	20	21
	거더		-	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	상부	2(4)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	상부	2(0)	2(0)		-	-	2(0)	2(0)	-	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

주) ( ) : 정밀점검 시 적용 가중치

<표 4.2.15> 가천교 상태평가시 가중치 적용

구분		결함도 평가항목	일반거더교	비고
상부		바닥판	18	
		거더	20	
		2차부재	5	
하부		교대/교각	13(20)	
		기초	7(0)	
받침		교량받침	9	
기타		신축이음	9	
		교면포장	7	
		배수시설	3	
		난간/연석	2	
콘크리트	탄산화	상부	4	
		하부	3	
가중치 합계			100	

1) 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목의 가중치에 포함시킨다.

2) 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등분배하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.

3) 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태평가 기준에 따라 평가한다.

4) 교량받침이 없는 라멘교의 경우 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.

5) 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.

6) 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

4.2.4 상태평가 결과 산정 방법

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

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

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

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

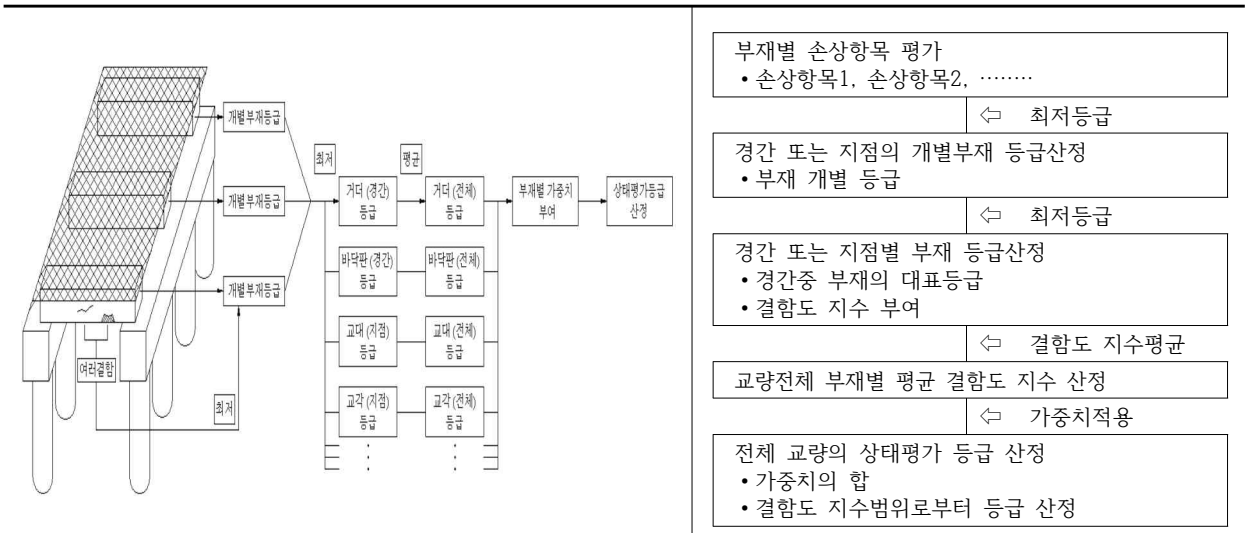
나. 전체 시설물의 상태평가 결과 산정

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 기준값이며, 아래의 결함도 점수범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

<표 4.2.16> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	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



<그림 4.2.1> 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예

라. 전체 교량에 대한 상태평가 결과 산정 순서도

1) 부재별 개별부재의 정의

구분	부재분류	정의 단위	분할단위	예시	비고
1	콘크리트 바닥판	경간	경간	1경간 바닥판 2경간 바닥판 3경간 바닥판 ⋮	-
2	강바닥판	경간	경간	경간 ①의 바닥판 경간 ②의 바닥판 경간 ③의 바닥판 ⋮	
3	강거더	경간	부재	경간①의 거더 1 거더 2 경간②의 거더 1 거더 2	경간의 다수개의 거더는 각각 개별부재가 됨
4	강교각	지점	지점	지점①의 교각 1 지점②의 교각 2 지점③의 교각 3 ⋮	지점별로 구분하고 개별부재를 정의함
5	철근콘크리트 거더	경간	부재	경간①의 거더 1 거더 2	경간의 다수개의 거더는 각각 개벌부재가 됨
6	프리스트레스 콘크리트 거더			경간②의 거더 1 거더 2	
7	콘크리트 가로보	경간	경간	경간①의 가로보 또는 세로보 경간②의 가로보 또는 세로보 경간③의 가로보 또는 세로보 ⋮	다수개의 가로보에 대한 한 경간의 가로보(세로보)를 모두 묶어 개별부재로 정의함
8	강가로보				
9	강세로보				
10	교대	지점	지점	지점①의 교대(교각,기초) 지점②의 교대(교각,기초) 지점③의 교대(교각,기초) ⋮	지점별로 구분하고 개별부재를 정의함
11	콘크리트 교각				
12	기초				
13	교량받침	지점	지점	지점①의 받침(신축이음) 지점②의 받침(신축이음) 지점③의 받침(신축이음) ⋮	지점별로 구분하고 개별부재를 정의함
14	신축이음				
15	교량포장	경간	경간	경간①의 포장 (배수시설, 난간 및 연석) 경간②의 포장 (배수시설, 난간 및 연석) 경간③의 포장 (배수시설, 난간 및 연석) ⋮	-
16	배수시설				
17	난간 및 연석				
18	탄산화	경간	경간	⋮	-
19	염화물				

4.3 상태평가 결과 산정

4.3.1 상태평가 결과(범물방향)

가. 상태평가 결과

<표 4.3.1> 상태평가 결과(범물방향)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1	A1	강상판형교	a	a	a	a	a	b	b	a	a	q	x	x
S2	P1	강상판형교	b	a	a	a	a	b	x	b	b	q	b	a
S3	P2	강상판형교	b	a	a	a	b	b	x	a	b	q	a	a
S4	P3	강상판형교	a	a	a	a	a	b	b	b	b	q	x	a
S5	P4	강상판형교	c	a	a	a	b	b	x	b	b	q	b	a
-	A2	강상판형교							b	a	b	q		x
평균			0.200	0.100	0.100	0.100	0.140	0.200	0.200	0.150	0.183	0	0.167	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합			0.036	0.020	0.005	0.007	0.004	0.004	0.018	0.014	0.037	0	0.007	0.003
1. 환산결함도 점수 =													0.154	
2. 상태평가 결과 =													B	

4.3.2 상태평가 결과(안심방향)

가. 상태평가 결과

<표 4.3.2> 상태평가 결과(안심방향)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재			신축 이음	받침	하부구조		내구성 요소	
경간 번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
S1	A1	강상판형교	a	c	a	b	a	b	b	a	b	q	x	a
S2	P1	강상판형교	a	a	a	b	b	b	x	b	b	q	b	a
S3	P2	강상판형교	b	a	b	b	b	b	x	b	b	q	b	a
S4	P3	강상판형교	b	a	a	a	a	b	c	b	c	q	x	x
S5	P4	강상판형교	a	a	a	a	b	a	x	c	b	q	b	x
-	A2	강상판형교							a	a	a	q		x
평균			0.140	0.160	0.120	0.160	0.160	0.180	0.233	0.200	0.217	0	0.200	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합			0.025	0.032	0.006	0.011	0.005	0.004	0.021	0.018	0.043	0	0.008	0.003
1. 환산결함도 점수 =													0.176	
2. 상태평가 결과 =													B	

4.3.3 전체 교량상태 평가

<표 4.3.3> 가천교 상태평가 결과

구분	구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 ×연장비
가천교 (범물방향)	강상판형교	0.154	B	290	0.5	0.077
가천교 (안심방향)	강상판형교	0.176	B	290	0.5	0.088
1. 환산결함도 점수 =						**0.165**
2. 상태평가 결과 =						**B**

기준	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

※ 가천교 상태평가 결과 : 0.130 ≤ 0.165 < 0.260, 『 B 』로 평가됨.

4.3.4 기 점검 결과와 비교

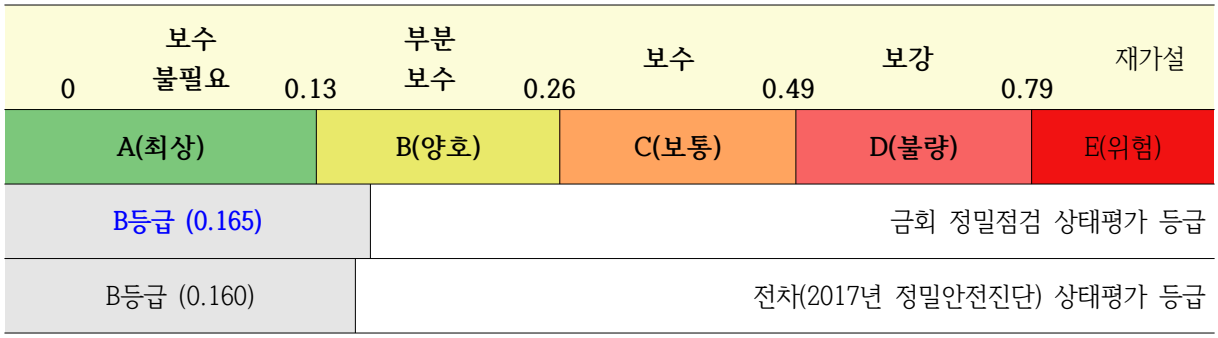
가. 부재별 환산결함도 점수 비교

기 정밀안전진단과 비교시 금회 정밀조사로 인한 신규 손상으로 일부 물량이 증가하였다. 따라서 상태평가 평가 지수는 0.160에서 0.165로 상향하였고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태로 확인되었다.

나. 결과분석

<표 4.3.4> 기 점검결과 및 금회점검 결과

구 분	정밀안전진단(2017년)	정밀점검(2019년)	비고
평가 지수	0.160	0.165	
상태평가 결과	B	B	



◦ 환산결함도 점수가 0.165으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 『B등급(0.130≤0.165<0.260)』으로 평가되었다.

◦ 2017년 정밀안전진단과 금회 정밀점검의 환산결함도 점수를 비교한 결과, 일부 신규 손상으로 인하여 결함지수가 0.005 증가하였다.

제5장 종합평가 및 안전등급 지정

5.1 종합평가

5.2 안전등급 지정

제5장 종합평가 및 안전등급 지정

5.1 종합평가

5.1.1 개요

시설물의 종합평가는 <시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법>에 의거, 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

각 시설물에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다.

가. 정밀점검

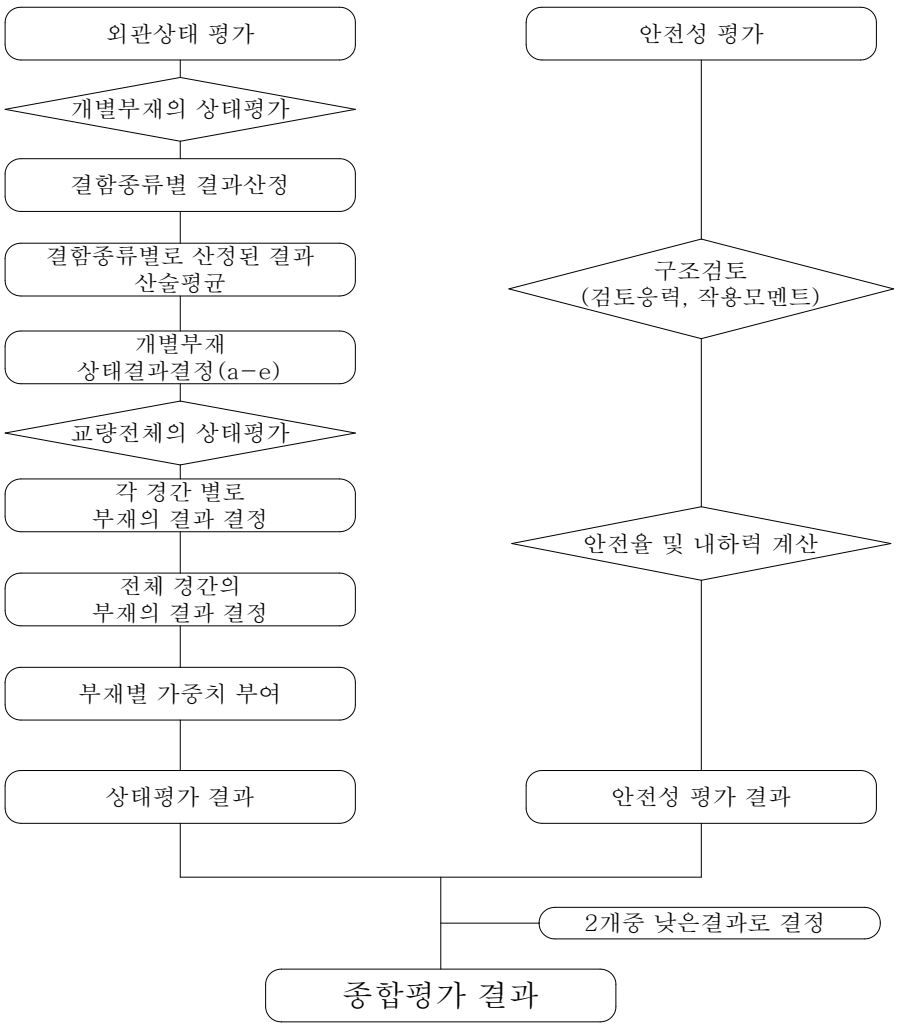
정밀점검 시 안정성평가를 수행하지 않고, 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 하며, 안전성평가까지 모두 수행한 경우 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

나. 정밀안전진단

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

■ 종합평가 등급 = MIN (상태평가 결과, 안전성 평가 결과)

5.1.2 종합평가 흐름도



<그림 5.1.1> 종합평가 결과의 산정흐름도

5.1.3 종합평가 결과 산정

○ 상태평가 및 안전성평가 결과

평가구분	결함점수 및 안전율	평가결과
상태평가	0.165(B)	B

○ 종합평가 결과:『 B 』(상태평가 결과: B)

상태평가 결과	B	안전성평가 결과	-

종합평가 결과	B

5.2 안전등급 지정

5.2.1 개요

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하는 경우 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」제10조의 2 및 「영」제11조의 5에 따라서 책임기술자는 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다. 다만, 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

5.2.2 안전등급에 따른 시설물의 상태

<표 5.2.1> 안전등급에 따른 시설물의 상태

안전등급		시설물의 상태
A	(우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B	(양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5.2.3 안전등급 지정

가천교의 종합평가에 의한 안전등급 산정 결과, “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 보수가 필요한 상태”인 **『B(양호)』**로 지정하였다.

제6장 보수 · 보강 및 유지관리방안

6.1 개요

6.2 보수 · 보강 방안 및 우선순위

6.3 보수 · 보강공법

6.4 보수 · 보강 개략공사비

6.5 유지관리 방안

제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개요

가천교의 정밀점검결과 구조적 문제점이나 중대결함은 없는 것으로 판단되나, 내구성에 영향을 미칠 수 있는 손상들이 조사되었으므로, 제안된 보수방안을 토대로 보수를 실시한 후, 보수부재손상에 대한 진행여부를 지속 관찰하고, 향후 점검시 작성된 외관조사망도 등을 참조하여 손상진행 판단에 적극 활용토록 해야 한다. 특히 보수·보강시 평가결과를 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등을 충분히 고려하여 적절한 최적의 방법 및 수준을 결정해야 한다.

조사된 손상 및 결함에 대하여는 가능한 한 빠른 시일 내에 보수·보강을 실시하는 것이 원칙이나, 동시에 전체 손상에 대한 보수·보강을 실시하는 것이 비경제적이므로, 경제적이고 효율적인 보수·보강 작업을 위해서는 발생한 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하고 손상 및 결함별로 구분하여 보수·보강 우선순위에 따른 보수·보강 시기를 결정하여야 한다. <표 6.1.1>은 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 일반적인 검토사항에 대해서 언급하였다.

<표 6.1.1> 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항

검 토 순 서	내 용
기존자료 분석	•기존 점검 및 진단자료 분석, 설계도서 조사
보수·보강 이력 검토	•공용기간 중 시설물의 보수·보강 이력 검토
보수·보강 범위 산정	•손상규모에 따른 보수·보강 여부 결정 •구조물의 사용년한을 고려한 보수·보강 범위 산정
공법 선정	•구조물의 기능에 따른 공법 선정 •구조물의 주변환경 및 형식을 고려하여 공법 선정 •공법의 시공성 및 경제성을 고려하여 결정
보수·보강 재료 선정	•기존의 재료와 물성이 같은 보수·보강 재료 선택 •구조물의 종류 및 환경조건 고려 •구조물의 사용년한을 고려한 보수·보강 재료 선택
보수·보강 시기 결정	•구조적인 안전성, 내구성, 사용성, 결함 및 열화 등의 중요도에 따라 우선순위 부여

6.1.1 보수·보강 설계

손상된 콘크리트 구조물에 보수를 고려하는 경우에는 구조물의 열화상황 및 이에 따르는 구조물의 성능저하의 상황을 정확하게 평가하고, 그 후에 적절한 보수·보강공법, 보수시기 및 그에 필요한 재료를 선택해야 한다.

기본적인 보수설계 작업은 크게 4가지로 구성되어 있다.

① 구조물의 열화상황 및 열화에 따른 구조물의 성능저하상태의 평가·판정작업

② 열화 혹은 구조물 성능의 저하상태의 보수에 적합한 후보가 되는 보수공법들을 선정

③ 후보가 되는 공법에 사용되는 보수재료의 선정

④ 후보가 되는 공법의 성능조사

또한, 보수 설계에 있어서 고려해야 될 사항은 다음과 같다.

① 보수여부 판정에 기인하여 보수범위와 규모를 설정한다.

② 균열의 원인, 균열의 발생상황, 구조물의 중요도 및 환경조건 등을 파악한다.

③ 보수 목적 및 회복 목표를 명확히 결정하고 ②의 환경조건을 고려하여 보수에 가장 적당하다고 생각하는 보수재료, 보수공법, 보수시기를 선정한다.

보수·보강설계를 원만하게하기 위해서는 구조물의 유지관리가 어떻게 되고 있는가에 관해서 미리 고려해 두는 것도 중요하다. 구조물의 유지관리에서는 구조물의 중요도, 설계공용기간 혹은 잔존공용수명, 환경조건 및 라이프 사이클 비용 등을 고려해서 구조물에 문제가 발생할 경우에 어떤 점에 중점을 두고 보수를 실행할 것인가를 미리 명확하게 해두어야 한다.

가. 보수·보강 공법선정 및 수준 결정

1) 보수·보강 공법의 선정

우수한 성능의 보수·보강 공법도 적용구조물의 형식과 환경조건에 따라서 그 성능이 충분히 발휘되지 않는 경우가 있다. 따라서 보수·보강 공법 선정 시에는 구조물의 중요도, 형식, 기능, 환경조건 혹은 보수 후의 내용연수 등을 고려하고 공법이 그 성능을 충분하게 발휘할 수 있는지 확인하여야 한다.

2) 보수·보강의 수준 결정

조사 및 시험을 통하여 얻은 결과를 기초자료로 종합적인 평가를 실시한 후 보수·보강의 수준을 결정하게 된다. 손상 및 열화에 대하여 분포면적, 분포유형, 시설물의 안전성, 현 상태의 내구성능, 보수 후의 회복목표수준 등을 고려하여 보수·보강 여부 및 수준을 아래의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준이상으로 개선
- 개축

나. 보수·보강 재료의 선정

보수 재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하여야 한다.

1) 보수 재료의 기본 특성 설정

보수 재료의 선정을 위한 기본은 구조물의 종류 및 기능, 보수 재료의 종류 및 성능 규격치, 환경조건, 시공조건 및 보수부위의 내용연수 등을 설정한다.

2) 보수 재료의 요구 성능 설정

보수 재료의 요구 성능은 보호성능, 내구성능, 시공성능 및 기본적인 성능을 고려하여 설정한다. 일반적으로 보수 재료에 요구되는 성능으로는 시공성과 내구성능이다. 보수 재료는 재료 자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다. 내구성능은 보수 재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 공용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능이다. 재료 자체의 열화에 대한 저항성과 밀접한 관계가 있다. 부착성과 수축성 등은 보수 재료가 구조물과 일체화해서 거동하는 것에 기본이 되는 성능이고, 이것이 불충분한 경우에 이들 재료는 그 본래의 목적을 달성할 수 없다.

3) 적용 가능한 보수 재료의 선정

구체적인 요구 성능 및 그 요구수준이 결정되면 그것을 만족시키는 재료의 후보를 선정한다. 단, 재료를 새로 설계하는 것이 곤란한 경우에는 시판 재료 중에서 요구 성능을 만족시키는 것으로 생각되는 것을 선택하거나, 혹은 요구 성능을 만족하도록 복수의 시판재료를 조합한 재료시스템을 구축해도 좋다. 재료를 조합해서 사용하는 경우에는 고려방법과 조합의 가능성, 문제점 등에 관해서 명확히 해둘 필요가 있다.

4) 보수 재료의 성능조사

보수 재료가 요구 성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이 조사는 설계된 재료의 성능평가 값이 요구 성능의 수준 이상인 것을 확인하는 것으로 성능조사의 구체적인 방법은 다음과 같다.

첫 번째 방법으로는 재료의 다양한 특성 값을 사용해서 요구 성능을 직접 평가하고 그 결과를 요구수준과 비교하는 것이다.

또 다른 방법으로는 공공기관이 정한 규격시험을 통해 얻어진 재료시험 결과를 공공기관이 설정한 규격치와 비교하는 것이다.

6.1.2 보수범위의 선정 및 우선순위

가. 보수범위의 선정

보수 범위는 회복 목표 수준, 보수공법 등에 따라서 구조물의 내하력에 영향을 미치지 않도록 설정한다.

① 부분적인 보수는 보수 대상 부위 중에서 부식되어 있는 철근 주변의 콘크리트를 제거하고, 부식되어 있는 부분은 전부 제거하는 것을 원칙으로 한다.

② 전면적인 보수는 콘크리트의 균열이나 박리가 나타나고, 철근이 부식되어 있는 부위 및 녹물이 있는 부위는 물론 주변 부위에 대해서도 테스트 해머로 타격하여 콘크리트가 들뜬 범위를 표시하고, 그 위치 부근을 전동 드릴, 정, 등을 사용하여 제거한다.

나. 보수·보강 우선순위

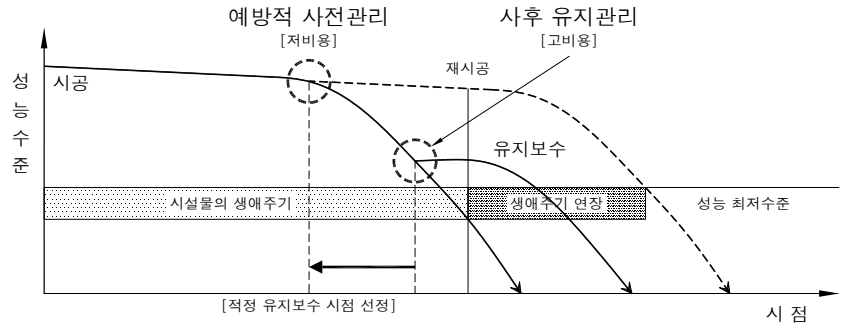
각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수 방안은 다음 사항을 원칙으로 하여 다음과 같이 보수·보강 우선순위를 결정하였다.

① 구조물의 직접적인 안전성과 관련 있는 손상을 최우선으로 한다.

② 보수보다 보강을 우선으로 한다.

③ 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 방치 시 결함의 규모가 증대되거나 사용성 저하가 우려되는 손상 등을 종합검토 후 우선순위를 결정한다.

<표 6.1.2> 우선순위 선정시 고려사항

구 분	우선순위 선정시 고려사항
시설물의 구조적 안전성	• 정밀점검 및 정밀안전진단시 시설물의 안전등급을 5단계(A~E)로 판정
보수·보강의 효과	• 시설물의 보수시기를 놓치게 되면 시설물의 기능·안전성 저하, 막대한 보수비용 소요 및 시설물의 수명 단축을 초래하게 됨. 
기타 고려사항	• 위험도(Risk), 노선의 중요도, 외부환경, 우회도로 유무, 공사여건 등 ※ 위험도(Risk) = 사고확률 × 예상 피해규모

다. 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준

노후화되고 있는 도로시설물의 안전하고 효율적인 관리 및 우선순위의 일관성을 위해 수립한 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준은 다음과 같으며, 보수방안시 참고하여 적용하였다.

1) 보수기한 기준

<표 6.1.3> 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준

구 분	내 용	보수·보강
1순위	• 『시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행령』제18조(시설물의 중대한 결함)의 "대통령령으로 정하는 중대한 결함"에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 • 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 "d"이하인 경우 • 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우	단기 (1순위)
2순위	• 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 • 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 • 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우	중기 (2순위)
3순위	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상 • 발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우	장기 (3순위)
주의 관찰	• 1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 0.2mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 경미한 강재의 용접결함 - 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상(빈번한 차량통행으로 인한 보슈효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등) - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우	지속관찰

2) 보수·보강 주체 선정 및 추진 방향

<표 6.1.4> 보수·보강 주체 선정 및 추진방향

구 분	관리주체	하자보수
내용	- 사용 중 구조물에 발생한 손상 - 자연적인 손상 및 노후화 - 하자담보 책임기간이 만료된 기타부재	해당사항 없음
보수방안	- 주요부재 및 보조부재 : 상부구조(바닥판, 거더, 2차부재) : 하부구조(교대 및 교각) - 기타부재 : 교면포장, 방호울타리, 배수시설 : 신축이음장치, 교량받침	해당사항 없음
손상내용	균열(건조수축 및 수화열 등) - 철근노출, 박리 : 철근관련 손상 - 재료분리, 박락 : 단면손상 - 기타 시공미흡에 의해 발생한 손상 - 기타부재에 발생한 손상 - 외부 충격에 의해 발생한 손상 - 파손, 긁힘 등	해당사항 없음

가천교 정밀점검 결과

상태평가결과

- 상태평가결과 → "B" (0.165)
- 바닥판 : 0.1~0.2㎜ 균열, 철근노출
- 거더외부 : 변형
- 하부구조 : 0.1~0.2㎜ 균열, 파손, 망상균열, 재료분리
- 교량받침 : 받침콘크리트 균열, Plate 도장손상, 몰탈균열
- 신축이음 : 후타재균열,파손, 하부손상
- 교면포장 : 상태 양호
- 배수시설 : 배수관탈락, 막힘, 누수
- 방호벽 : 0.1~0.2㎜ 균열, 백태

안전성평가결과

- 안전성평가 결과 → 해당사항 없음.

보수, 보강방향

1 순위	2 순위	3 순위
• 바닥판하면 박락, 철근노출 • 신축이음 하무 고무재 손상 • 하부구조 파손	• 바닥판하면 균열 • 하부구조 균열 및 망상균열 • 교량받침 균열 • 육교형배수관 막힘 • 교면포장 균열, 파손	• 방호벽 균열 및 파손 • 신축이음 후타재 균열 • 교대 실란트 손상

6.2 보수·보강 방안 및 우선순위

<표 6.2.1> 보수·보강 방안 및 우선순위(범물방향)

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교면포장		상태양호	-	-	-	-	-
방호벽 및 중앙분리대		균열부 백태	㎡	0.12	4	표면처리	3
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	12.1	25	표면처리	3
배수시설		배수관 누수	EA	-	3	정비	2
		배수관 막힘	EA	-	2	정비(소통)	2
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.0	36	표면처리	3
		본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1	교체	1
바닥판		균열(0.3mm미만)	m	14.0	14	표면처리	2
		박락 및 철근노출	㎡	0.04	1	단면보수+방청	1
		표면열화	㎡	5.0	1	표면처리	2
거더	외부	상태양호	-	-	-	-	-
	내부	상태양호	-	-	-	-	-
교량받침		받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.3	5	표면처리	2
		Plate 도장박리/들뜸	㎡	0.01	1	재도장	2
교대		실란트 파손	m	2.0	1	주의관찰	-
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	15.0	9	표면처리	2
		망상균열	㎡	11.0	5	표면처리	2
		긁힘	㎡	0.1	1	단면보수	2
		누수 및 체수흔적	㎡	8.0	3	표면처리	2
		조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	정비	3
		표면열화	㎡	20.0	1	표면처리	2

<표 6.2.2> 보수·보강 방안 및 우선순위(안심방향)

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교면포장		아스콘 균열	m	12.0	2	아스콘팻칭	3
		아스콘 파손	㎡	0.9	7	아스콘팻칭	3
난간 및 방호벽		균열부 백태	㎡	0.16	4	표면처리	3
		균열 (CW=0.3mm 미만)	m	48.6	98	표면처리	3
		단차	m	1.5	1	주의관찰	-
배수시설		배수관 누수	EA	-	2	정비	2
		배수관 탈락	EA	-	1	정비	2
		배수구 막힘	EA	-	2	정비(소통)	2
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	5.5	11	표면처리	3
		후타재 파손	㎡	0.04	1	단면보수	3
		본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	1	교체	1
		차수판 볼트 탈락	EA	1	1	정비	3
바닥판		균열 **(CW=0.3mm 미만)**	m	3.5	5	**표면처리**	**2**
거더	외부	변형	m	**2.0**	**1**	주의관찰	-
	내부	상태양호	-	-	-	-	-
교량받침		받침콘크리트균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.4	6	표면처리	2
		무수축몰탈균열(cw=0.3㎜미만)	m	0.4	2	표면처리	2
		잡철 노출	㎡	0.02	1	단면보수	2
교대		균열 (cw=0.3mm미만)	m	3.0	4	표면처리	2
교각		균열(cw=0.3mm미만)	m	0.9	2	표면처리	2
		망상균열	㎡	6.0	2	표면처리	2
		재료분리	㎡	0.25	1	단면보수	2
		긁힘 및 파손	㎡	0.08	2	단면보수	1
		누수 및 체수흔적	㎡	9.0	1	표면처리	2
		조류배설물 퇴적	㎡	3.0	1	정비	2
		표면열화	㎡	20	1	표면처리	2

6.3 보수·보강 공법

6.3.1 주입보수공법

가. 개요

균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화 방지에 효과적이다. 균열보수는 균열폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수목적에 따라 가장 유리한 보수대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생속도를 갖는 수지재료를 사용한다.

- 미세한 균열까지 완전하게 수지를 침투시키기 위해서는 수지의 점도와 주입압이 적절해야 한다.
- 동일한 수지에서도 온도에 따라 점도는 상당히 변화하므로 시공시기에 따라 적절하게 조성된 재료를 사용해야 한다.
- 일반적으로 수지주입은 외기 및 콘크리트의 온도가 저하되어 있는 겨울철보다는 온도가 높은 시기에 시공하는 것이 수지의 온도 관리가 용이하여 주입에 대한 신뢰도가 높게 된다.

균열주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입방법이 있으며, 주입공법의 종류는 다음과 같다.

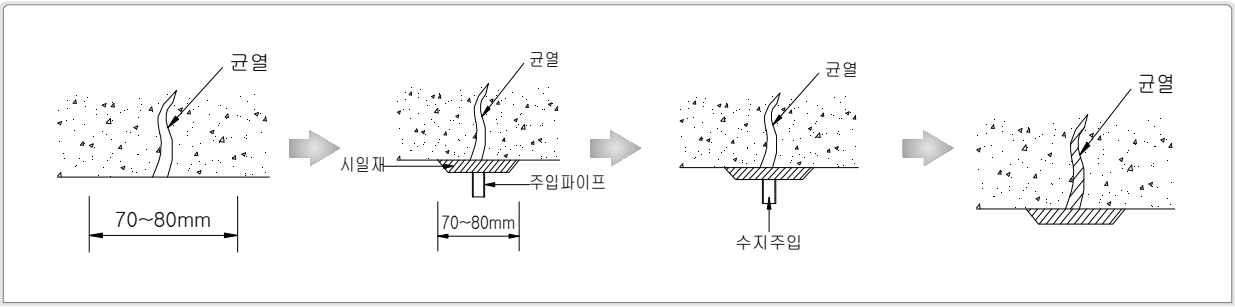
<표 6.3.1> 주입공법의 종류

○ 압입식
• 수동식 주입 : 인력 • 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 • 저압 • 저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
○ 흡입식
• 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

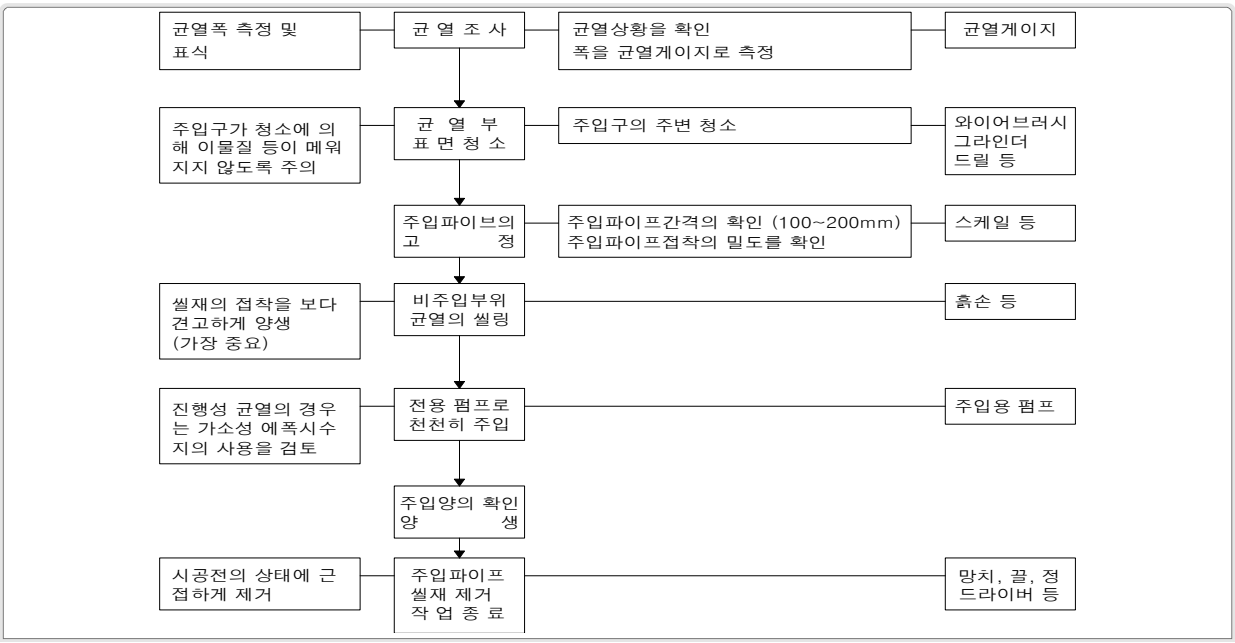
종래에는 수동식 기계주입방법이 많이 이용되고 있으나 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다.

나. 균열주입 개요도

1. 균열을 중심으로 약 7.0~8.0cm 폭의 콘크리트면을 샌드, 와이어 브러쉬 등으로 털어 내고 신나 등으로 청소한다.
2. Seal 작업 및 주입파이프 설치 Seal재로 균열을 밀봉하면서 균열 위에 20~50cm 간격으로 주입파이프 설치한다.
3. 수지주입
   주입 펌프에 의해 수지를 주입하고, 주입이 끝나면 나무마개로 주입구를 막는다.
4. 주입 파이프 철거 및 표면마무리 주입된 수지가 안정되면 주입파이프를 철거하고 표면을 마무리 한다.



다. 시공흐름도



따라서, 저압·저속의 주입공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다. 이 공법은 균열위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 다음과 같다.

<표 6.3.2> 저압·저속식 주입방법

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

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 <표 6.3.3>과 같으며, 일반적인 주입파이프의 간격은 <표 6.3.4>와 같다.

<표 6.3.3> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

항 목	기준치	항 목		기준치	시험방법
배합비	주제 : 경화제 (3:1이상)	접착 강도	표준조건	6.0N/㎟이상	KS F 4923
			습윤시	3.0N/㎟이상	
외관색상	혼합시 투명	인장강도		15N/㎟이상	KS F 4923
점도(mPs•s)	130~260±50	경화수축율		3%이하	KS F 4923
가시시간	상온60분±10	인장파단시 신장율		10%이하	KS F 4923
지속경화시	상온14시간±5	완전경화시간		24~36시간	

-경질에폭시 중에서 점도가 100~1000mPa·s인 에폭시를 저점도 에폭시라 함
-초저점도 조건에서도 상기의 접착강도 및 인장강도를 만족하여야 함

<표 6.3.4> 일반적인 주입파이프의 간격

균열폭	주입파이프 간격
0.3이하	50~100
0.3~0.5	100~200
0.5~1.0	150~250
1.0이상	200~300

이 공법은 다음과 같은 특징이 있다. 수지가 들어있는 용기를 균열위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기높이의 저압력에 의해 자동으로 주입 되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 작아 시공관리가 용이하다. 그리고 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 방생되지 않는다. 주입압력은 4kg/㎠ 이하로 규정되어 있으나 실제로는 사용할 수 있어, 습윤환경에서 사용 가능하다. 반면, 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

라. 기 발생된 균열 주입보수 표준시방서

1) 균열조사 및 면처리

균열 상태, 폭, 깊이, 등을 사전에 체크하여 공정을 결정한다. 씰링 예정부위의 먼지나 오물을 와이어 부러쉬를 이용하여 제거하고 기름류가 있는 경우에는 비누, 신나 등의 세제를 이용하여 표면의 오물을 깨끗이 제거한다.

2) 천공

- 구조물의 균열선을 따라 45도 각도로 1m@20㎝의 간격으로 천공을 한다.

3) 패카 삽입, 고정

- 패카를 천공한 홀에 끼워 넣고, 고정 시킨다
  → 너트의 cutting Line은 콘크리트의 표면보다 약간 깊이 들어가도록 한다.
  → T복스룰 이용하여 패카의 너트를 잠근다. 약액 주입시 주입압력으로 인하여 설치된 패카가 빠질 수 있음으로 충분히 조여준다.

4) 에폭시 수지혼합

- 탄성주입제를 정해진 배합비에 맞게 3:1로 혼합을 한다. 자재의 온도 및 현장의 온도에 따라 가사시간이 큰 차이가 있으므로 처음 혼합시 소량만 혼합을 하도록한다.

5) 에폭시 주입작업

① 고정된 패카에 zekr coupler를 채결한 후 주입기를 이용하여 에폭시 수지를 주입한다.
② 주입이 끝난 후 너트를 바로 제거한다.
③ 너트를 제거하여도 홀에 삽입된 패카는 절대 빠지지 않으며, 주입된 약액은 역류하여 흐르지 않는다.

6) 마감작업

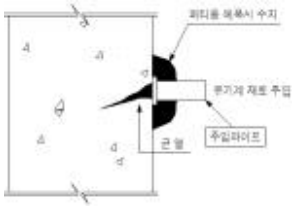
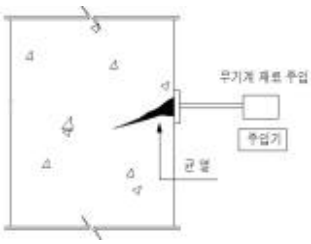
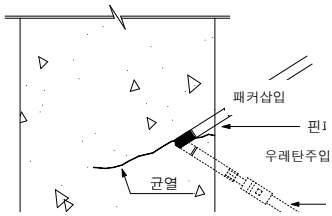
① 에폭시 퍼티 및 아크릴 퍼티로 패카 제거 부위를 마감한다.

7) 사용상의 주의사항

① 약액을 취급 시에는 헬멧, 보호안경, 장갑, 작업복 등 보호장구를 착용하고 작업한다.
② 약액이 피부에 묻었을 때에는 즉시 닦아내고 비눗물로 깨끗이 씻어 낸다.
③ 작업에 사용된 각종 손 도구나 장비를 신나 등으로 깨끗이 세척한다.
④ 밀폐된 장소에서의 작업시 강제환기를 행하여 신선한 공기가 유입될 수 있도록 한다.
⑤ 약액이 피부에 묻어 피부발진이 있을 때에는 전문의의 처방을 받도록 한다.
⑥ 영상 5도이하 일 때에는 약액의 온도를 인위적으로 올려 사용하여야 원하는 Pot Life를 얻을 수 있다
⑦ 대기 온도가 높고 수분이 많은 현장에서는 약액의 Pot Life가 빨라지고 반대로 온도가 낮은 현장에서는 Pot Life가 길어지므로 이점에 유의하여 작업을 하도록 한다.

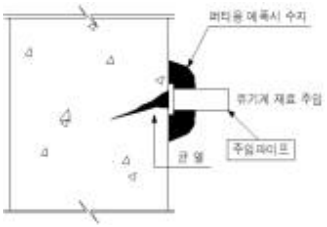
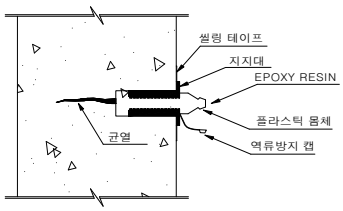
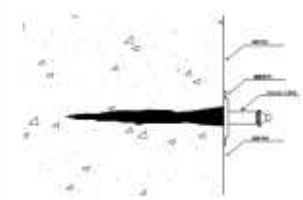
마. 균열주입보수 재료비교

<표 6.3.5> 균열주입보수 재료비교

구분	에폭시 주입공법	슬러리시멘트 주입공법	우레탄 주입공법
개요도			
공법개요	· 균열부위를 컷팅하고 균열부를 씰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법임	· 균열부위를 컷팅하고 균열부를 씰링한 후에 무기계 재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법임	· 콘크리트 균열 부위에 지그재그 방향으로 패커를 삽입하고 우레탄을 주입하는 공법임
시공방법	· 표면처리→주입기 설치→균열부 씰링→에폭시 주입→단면복구	· 표면처리→주입기 설치→균열부 씰링→폴리머 슬러리시멘트 주입→단면복구	· 표면처리→지그재그 천공→패커 설치→지수용 우레탄 발포제 주입→마무리 작업
공법의 특징	· 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 경화시간이 빠름 · 시공실적 다수 있음 · 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 · 주입압력이 크면 균열이 확대되므로 주의가 필요함	· 품질관리가 용이, 재균열 발생 우려 없음 · 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방이 확보됨 · 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성을 가짐 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 · 보통형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 · 공정이 다소 복잡하고 시공 전문가가 필요함	· 접착력 우수함 · 탄성이 뛰어나고 인장강도 우수함 · 저점도이므로 미세균열에도 침투가 가능함 · 다소 유해함 · 변형 발생 가능성이 있음

바. 균열주입보수 공법비교

<표 6.3.6> 균열주입보수 공법비교

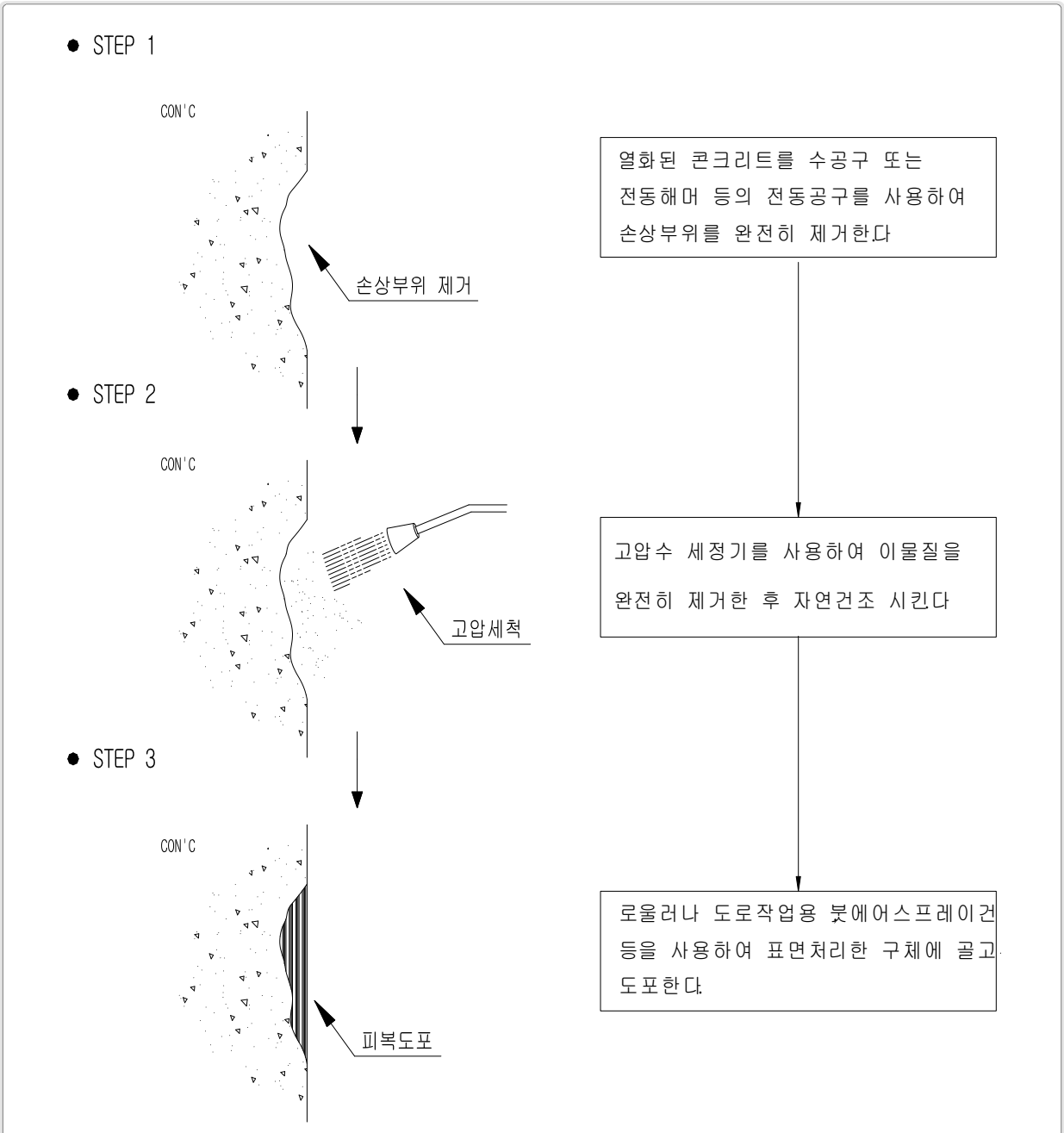
구분	패카 에폭시 주입공법	SPI 에폭시 주입공법	SKI공법
개요도			
공법개요	· 균열부위를 컷팅하고 균열부를 씰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 패커를 이용하여 주입하는 공법임	· 좌대를 균열부위에 씰링재를 사용하여 부착시킨 후 역류방지 nipple를 좌대에 설치하고, 전용 주입기를 사용하여 에폭시 수지를 주입한 후에 탄성모르타르로 마감하여 보수하는 공법으로 균열보수 후 추가적인 균열 진행을 막을 수 있는 공법임.	· 코어비트 드릴을 사용하여 얕게 천공한 후에 마이크로 패커를 사용하여 주입구를 간단히 설치하고 균열 특성에 적합한 보수액을 중압으로 주입시키는 공법임.
시공방법	· 표면처리→천공→패커 설치→씰링작업→에폭시 주입→씰링재, 패커 제거→표면 정리	· 표면처리→좌대 부착→씰링작업→에폭시 주입→씰링재, 좌대 제거→탄성 모르타르 마감처리	· 햄머드릴 천공→중공형 코어비트 드릴 천공→프라이머 도포/확인창 부착, 씰링재 도포→플라스틱 마이크로 패커 설치→보수액 주입
공법의 특징	· 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 시공실적 다수 있음 · 경화시간이 빠름 · 주입량 점검이 용이하고, 균열 깊이까지 주입이 가능함 · 가장 일반적으로 쓰이는 공법 · 시공이 간단함	· 주입기 압력 조절이 가능하여 미세균열에서 대균열까지 보수가 가능함 · nipple에 보수액의 역류를 방지하는 ball 역류장치가 되어 있어 시공시 안전함 · 작업속도, 경화시간이 빠름 · 깊은곳 까지 충분히 주입이 가능함 · 균열보수 전용 탄성모르타르 마감으로 보수 후 균열의 진행을 방지할 수 있음 · 주입재의 물성치가 우수함 · 기존 주입공법의 장점을 유지	· 다양한 보수액의 주입 가능함 · 주입압력의 조절이 우수함 · 주입량의 조절이 우수함 · 단기간 작업이 가능함 · 시공부위에 제약이 없음 · 신공법에 대한 인지도가 미흡 · 주입압력이 크면 균열이 확대되므로 주의가 필요함

6.3.2 표면처리공법 공법

가. 개요

누수를 포함하지 않는 백태 등의 손상부에 적용하는 공법

나. 시공방법



<표면처리 시공방법>

6.3.3 단면복구공법

가. 개요

콘크리트 단면 결손부중 박락(파손) 및 철근 노출부는 내구성 저하방지를 위하여 단면복구공법을 사용하여 보수를 실시하는데, 콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제함으로서 구조물의 내구성 저하를 방지하는 공법으로써 알카리 회복제, 염해방지재, 철근방청재의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결함중 콘크리트 파손부 및 철근노출부에 대한 보수방법으로 사용한다.

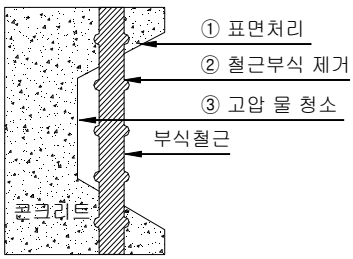
나. 시공순서

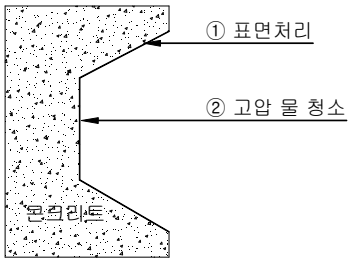
1) 표면처리: 열화된 콘크리트를 수공구 또는 전등해머 등의 전동공구를 이용 제거
2) 철근부식제거: 철근의 부식 부분을 수공구 또는 샌더 등의 전동공구를 사용하여 완전히 제거한다(철근부식부)
3) 고압물 청소: 고압수 세정기를 사용하여 이물질은 완전히 제거
4) 시공면 처리 확인: ① 열화된 콘크리트 구조체로부터 코어를 채취하여 1%페놀프탈레인으로 중성화 깊이를 측정한 것과 열화된 콘크리트 구조체의 철거 및 치핑 후의 중성화 깊이를 측정 비교하여 손상된 콘크리트 면의 철거 및 치핑의 두께가 적정한지를 확인. ② 시공면 처리 전 구조체에 균열이 있거나 시공면의 부착력이 부족한 경우 또는 보강이 필요하다고 판단될 때 감독관과 협의 하여 보완 조치를 취함.
5) 알카리성 회복제 도포: 로울러나 붓 등을 사용하여 회복재 원액을 충분히 함침
6) 염해방지재 도포: 로울러나 붓 등을 사용하여 염해방지재 도포
7) 시멘트계 방청도포재: 붓이나 흙손 등을 사용하여 철근 주위에 균일하게 도포
8) 폴리머모르터 단면복구: 폴리머모르터를 이용하여 단면복구
9) 중성화 방지 도포: 로울러나 도료작업용 붓, 등을 사용하여 균일하게 도포(2회)

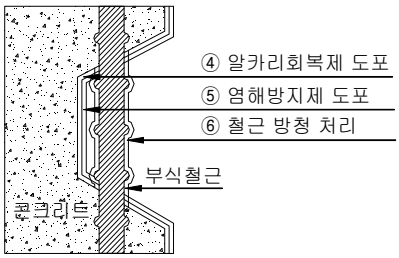
다. 시공시 주의사항

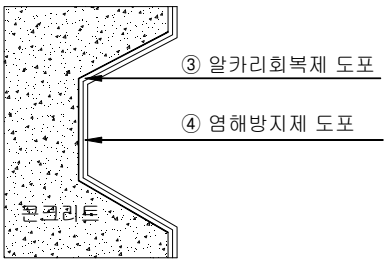
1) 기존 보수부에 발생된 들뜸 등의 단면복구시 우선 기존 보수부를 치핑하여 기타 지장물과의 유무를 확인한 후, 누수가 없는 곳은 단면복구보수 한다.
2) 5℃ 이하 30℃이상 직사광선일 때는 시공을 피해야 한다.
3) 시공 후 24시간 이내에 비가 올 경우는 비닐 등으로 덮어서 표면이 젖지 않게 한다.
4) 강한 직사광선이나 바람의 영향이 있어 빨리 건조되지 않도록 표면을 보호하여야 한다.
5) 비가 예상 될 경우 작업을 중단해야 한다.

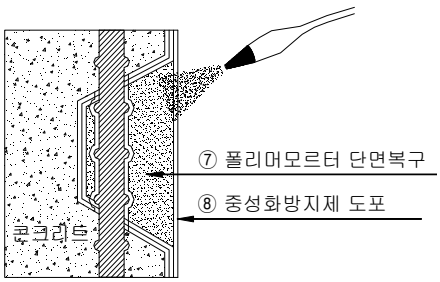
라. 단면복구공법 개요도



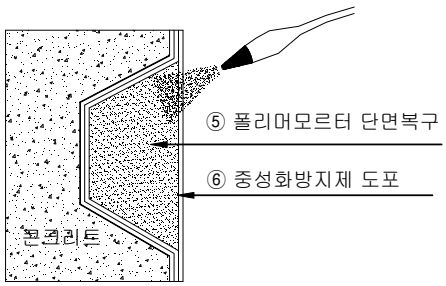








[철근 노출부 단면복구]



[철근 비노출부 단면복구]

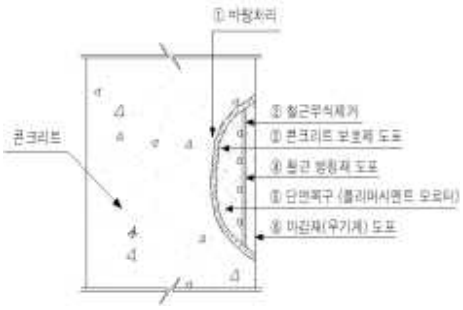
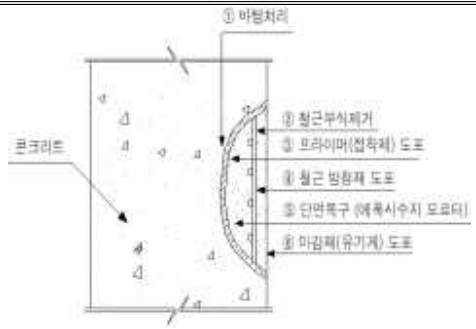
마. 단면복구 후 재 탈락 방지 방안

1) 모르터가 경화된 후 (7일 이후) 타검봉을 두들겨 소리로 부착면의 들뜸 유무를 검사한다. 들뜸이 있다고 판단되면 코어로 확인하여 보완 등의 조치를 취해야 한다.
2) 철근노출부 단면복구시 굵은골재 최대치수 이상으로 철근을 노출하고 단면복구를 수행하여야 재 탈락이 감소된다.
3) 단면복구시 현장조사시 결함 두께를 고려하며 시공시 주의사항 및 시공순서에 따라 보수를 실시한다.

바. 단면복구공법 비교

1) 단면복구 재료비교

<표 6.3.7> 단면복구 재료비교

구 분	1 안 폴리머시멘트 모르터 공법	2 안 에폭시수지 모르터 공법
개요도		
공 법 개 요	· 콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을제거하고 콘크리트 보호제를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 무기계 마감재로 마감하는 공법	· 콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법
시 공 방 법	· 치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 콘크리트 보호재(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계) 도포	· 치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
장 점	· 철근의 방청효과가 우수하고 재부식 확률이 없음 · 철근 노출부 보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 · 폴리머시멘트의 사용으로 콘크리트 탄산화 방지 효과가 우수함 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함	· 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함 · 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수함 · 재료비가 폴리머 시멘트에 비해 저가임 · 경화시간이 빠름
단 점	· 일반적으로 한 번의 시공두께가 얇기 때문에 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 · 보통 형식의 것은 경화시간의 늦고 공기가 길어짐	· 방청효과가 확실하지 않음 · 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 · 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움

6.3.4 교면포장 보수

가. 아스팔트 팻칭보수

1) 목적

팻칭이란 아스콘 파손부 등 작은 면적의 손상된 곳을 직접 채우는 임시적인 방법과 불량부분을 약간 크게 절취하여 수리하는 방법으로 구분할 수 있다. 전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 사용하는 재료는 기존포장과 같은 재료를 사용하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 하는 것과 기설 포장과 같은 재료를 얻기 어려울 때에는 쉽게 구할 수 있는 재료를 사용해도 좋다. 재료는 일반적으로 가열 아스팔트 혼합물이 사용되며, 긴급을 요할 때는 상온 아스팔트 혼합물도 사용된다.

2) 시공방법

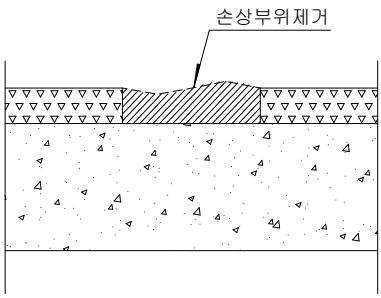
가) 가열 혼합식 공법

(1) 용도 및 목적

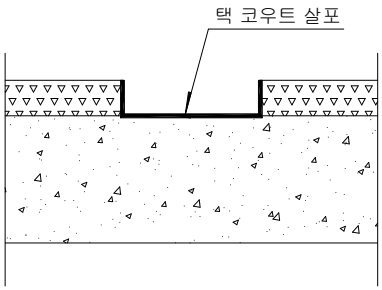
가열 혼합식 공법에 의한 혼합물은 기존 포장과 부착이 좋고 내구성과 안정성이 우수하며 시공직후 안정되어 대형차 교통량이 많은 도로에 적합하다. 반면에 혼합물의 온도관리를 엄중히 하지 않아 온도가 떨어진 혼합물로 포설한 부분은 충분한 밀도가 얻어지지 않고 기존 포장과의 부착도 기대할 수 없게 된다. 따라서 혼합물의 운반에 있어 천막 등으로 덮어 보온에 특히 주의하여 온도강하를 방지해야 한다.

(2) 시공순서

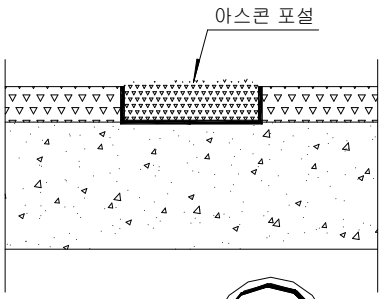
- 파손부 주위의 불량부분을 브레이커나 콘크리트 커트 등으로 장방향이나 수직으로 절취한다.
- 내측과 주위에 있는 먼저와 부스러기를 깨끗이 청소한다.
- 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.
- 택코우트를 실시하고, 가열 혼합물을 투입하여 고르게 편다.
- 전압기계를 사용하여 다진다. 표면온도가 손으로 댈 수 있을 정도가 되면 석분이나 가는 모래를 얇게 살포하고 교통을 개방한다.



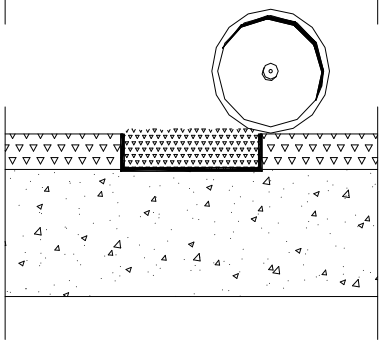
1. 파손된 부분보다 30㎝ 정도 크게 절삭기를 이용하여 절삭한다.
2. 제거하는 부분은 수직으로 정사각형 또는 직사각형의 형상을 만든다.
3. 차량 진행 방향에 직각으로 해야 한다.
4. 포장의 절단은 면이 고르게 나올 수 있도록 해야 한다.
5. 먼지 및 부스러기를 깨끗이 청소한다.



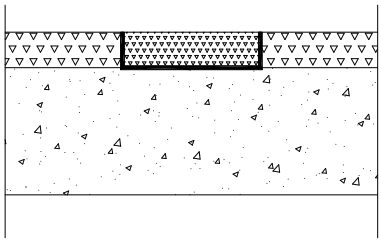
1. 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 택 코우팅을 실시한다.
2. 택 코우트는 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하므로 시험 살포를 통하여 디스트 리뷰터의 속도와 살포량의 관계를 파악하여 두는 것이 중요하다.
3. 절삭된 면에도 택 코우트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.



1. 밀입도 아스팔트 혼합물을 채운다.
2. 가열 아스팔트를 포설할 경우에는 온도가 120℃ 이하가 되지 않도록 시공해야 한다.
3. 인력 포설 경우에는 혼합물의 온도가 쉽게 내려가기 때문에 신속히 작업해야 한다.
4. 균일한 밀도 및 두께가 되도록 신중히 포설한다.
5. 포설시 혼합물의 재료 분리가 발생되지 않도록 주의한다.
6. 가열 아스팔트 혼합물의 사용이 불가능하면 유화 아스팔트나 커트백 아스팔트를 사용한 플랜트 배합 아스팔트를 사용할 수 있다.



1. 포설 후 가능하면 빨리 다짐을 하며, 다짐을 하기 전에 표면을 점검하고 불균일한 표면이나 요철 등이 발생한 경우에는 즉시 수정해야 한다.
2. 다짐 작업은 보수 규모에 맞는 장비를 선택해야 한다.
   작업의 규모가 작은 보수 공사의 경우에는 진동 컴팩터 또는 1t 진동 롤러가 적합하며 작업 규모가 큰 경우에는 8~12t사이의 진동 롤러가 적합하다.



1. 보수 부위의 종단평탄성을 비롯한 품질 관리를 위해서는 직선자 또는 스트링 라인(String line)을 사용한다.

<그림 6.3.1> 아스팔트 팻칭보수 시공방법 및 시공순서도

(3) 팻칭보수시 유의사항

① 아스콘 파손부 주위의 불량부는 파손된 부분보다 30cm 크게 절삭하고 최소보수 면적은 1.0m×1.0m(A=1.0㎡) 이상으로 한다.

② 토공구간 시점인 구조물 경계부의 포장 파손은 재손상 방지를 위해 보수시 보조기층 및 다짐상태 등을 확인 후 보수를 시행 한다.

③ 포장의 절취는 상판면까지 행하여 상판에 손상이 가지 않도록 주의한다.

④ 택코우트는 상판면 뿐만 아니라 측면까지 구석구석 잘 도포한다.

⑤ 골재의 최대입경은 5~10㎜로 한다.

⑥ 마무리 면은 주변의 포장 표면과 같이 되도록 시공한다. 포설시의 성토 여유높이는 다짐시의 혼합물 온도가 적당할 경우 두께 3cm에 대하여 1cm의 비율로 포설한다.

⑦ 포트홀의 깊이가 7cm 이상이면 2층으로 시공한다. 압밀침하를 고려해서 깊이 5cm당 2~5㎜ 높게 마무리한다.

(4) 토공부 재포장시 확인사항 및 대책방안

토공부 재포장시 확인사항	대책방안
보조기층 재료 상태 확인 (유기물, 먼지 등의 유해물 확인)	1) 보조기층 재료가 유기물, 먼지 등 혹은 다짐도가 확보 되지 않은 것으로 판단된 경우
보조기층 습윤 상태 확인	2) 보조기층이 습윤상태인 경우 → 보조기층을 양질의 재료로 치환 후 충분한 다짐을 실시하고 재포장 실시
보조기층 지지력이 부족한 경우	3) 보조기층 지지력이 부족한 경우 → 보조기층을 진동다짐을 충분히 실시한 후 재포장 실시 → 필요시 양질보조기층 재료 추가(포설)

(5) 보조기층의 재료

• 내구적인 쇄석, 자갈, 모래, 슬래브 등 감독관이 승인을 득한 재료
• 유기물, 먼지 등의 유해물이 존재하지 않아야 한다.
• 품질규정: 마모감량이 50%이하, 소성지수가 6이하, CBR 30이상, 모래당량이 25이상
• 슬래그는 출하지 정색판정 시험 실시
• 시멘트 콘크리트 포장에서 콘크리트 슬래브 직하의 보조기층의 CBR 80이상
• 소성지수에 대한 고찰
- 소성지수 6이상이면 완공 후 수분을 흡수하며 교통 하중이 반복하여 노면이 처지고 결국 포장이 파손으로 이어질 수 있으므로 소성지수를 6이하로 제한함
- 소성지수가 6이하라 해도 NO. 200체 통과량이 많을 경우 파손이 일어날 수 있음.

(6) 다짐도 관련 사항

• 다짐은 다음의 항목에 준하여 시행한다.
- 균등계수 10이상, 곡률계수 1 < Cg 3, 운반이 용이, 필요토량확보 등
• 다짐공법
- 전압다짐 : 점성토, 장기간 공사시행, 기층용 및 포장용 장비사용
- 진동다짐 : 사질토, 간기간 공사시행, 동적하중, 진동 다짐장비 사용
• 다짐도 판정
- 상대다짐도 : 노상 95%이상, 노체 : 90%, 지지력 측정 : 평판재하시험, 수정 CBR
- 포화도 : 85~95%, 변형량 확인 : 보조기층 3.0㎜이하, 노상 5.0㎜이하로 관리

나) 상온 혼합식 공법

(1) 용도 및 목적

상온 혼합식 공법에 사용하는 혼합물은 상온에서 취급하는 것이 특징이므로 운반과 포설에 편리하다. 상온 혼합물에 의한 포설에서도 가열 혼합식과 거의 같은 순서, 방법으로 시행하면 된다. 혼합물은 어느 기간 동안 저장할 수 있으나 가열 혼합물과 비교할 때 안전성, 내구성이 떨어지므로 대형차 교통량이 많은 도로에서는 긴급을 요하는 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋다.

(2) 시공순서

- 파손부 주위의 불량부분을 브레이커나 콘크리트 커트 등으로 장방향이나 수직으로 절취한다.
- 내측과 주위에 있는 먼저와 부스러기를 깨끗이 청소한다.
- 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.
- 택코우트를 실시하고, 상온 혼합물을 투입하여 고르게 편다. 이때 상온 혼합물의 보존기간은 일반적으로 2~3개월간 저장이 가능하다.
- 전압기계를 사용하여 다진다.
- 상온 혼합물이 안정되기 위해서는 수분의 증발, 용제의 휘발이 필요하며, 이들의 작용을 촉진하기 위해서는 혼합물을 포설한 후에 공기에 노출시킨다든지 다짐작업에 충분한 시간을 주도록 하는 것이 좋다. 표면에 석분 또는 모래를 살포한다.

(3) 유의사항

- 마무리 면은 주위의 포장표면과 같은 높이가 되도록 시공한다.
- 전압 전에 버너를 약간 가열하는 것이 좋다.
- 압밀침하를 고려해서 여유있게 성토하도록 한다.
- 가열 혼합물에 비해 안정성, 내구성이 떨어진다.

나. 아스팔트 씰링보수

1) 적용범위

① Injection Type(Filling , No Cutting)

ⓐ 공법 특징

- 컷팅작업 없이 시공하므로 시공속도가 빠르고 경제적이며 균열의 폭이 좁고 깊이가 낮아 상대적으로 이물질이 적게 침투되어 있는 균열이나 초기균열보수에 적합하다.

ⓑ 시공규격

- 균 열 폭 : 1.0cm 이하
- 균열깊이 : 1.0 ~ 2.0cm 이하

② T-Type(Sealing , Cutting)

ⓐ 공법 특징

- 발달된 균열의 진행방향에 따라 컷팅작업을 하여 침투되어 있는 이 물질을 완전히 제거할 수 있어 균열과 시공면 접착부의 접착 강도를 증진시킬 수 있다. 균열의 폭이 크고 깊이가 깊은 균열에 적합하다.

ⓑ 시공규격

- 균 열 폭 : 1.0 ~ 4.0cm
- 균열깊이 : 2.0 ~ 3.0cm

2) 시공방법

① 균열부를 깨끗이 청소한다. 균열부 내부의 이물질 제거시에는 와이어브러시 및 대나무 등으로 후벼낸 후, 압축공기를 뿜어 날려버린다.

② 도로구배가 높은 곳으로부터 낮은 곳을 향해 주입한다.

③ 가열주입재의 경우는 온도가 낮아지면 교통을 개방한다.

3) 시공시 주의사항

① 주입재의 가열온도는 구성하는 재료에 따라 다르지만, 균열부에 주입하기 좋도록 유동성을 가질 때까지 가열하는 것이 좋다.

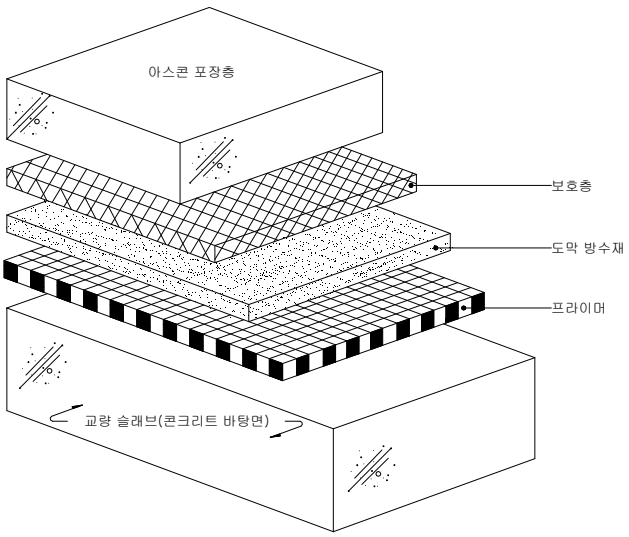
② 특히, 넓게 벌어진 균열부는 1회의 실링으로는 충분하지 않기 때문에 몇 번이고 충분히 실링해야 한다.

나. 교면방수

교면포장부가 손상되어 우수가 포장층 하부로 침투하게 되면, 콘크리트의 슬래브는 습윤 상태에서 반복된 교통하중에 의한 피로저항과 동절기 수분의 동결 및 융해로 인하여 방수층 파손 및 균열, 하부 단면결손부를 통한 누수 등의 2차손상 등으로 구조물의 내구성을 저하시키게 된다.

1) 교면방수시공 순서도 및 시공상세도

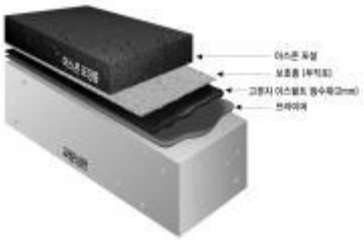
1. 시공 전	2. 바탕면 처리	3. 바탕면 정리 및 청소
4. 프라이머도포	5. 방수재도포	6. 방수층 보호재 부착



<그림 6.3.2> 교면방수 시공상세도

2) 교면방수 공법 비교표

<표 6.3.8> 교면방수 공법 비교표

구 분	도 막 식		
	고무아스팔트계(로드씰)	에폭시 + 규사	CR 합성고무계(일반)
개요도			
공법개요	· 간접가열한 고분자 개질 아스팔트 도막 방수재 도포 및 보호층 시공 후 아스콘을 포장하는 공법	· 바탕처리된 바닥판에 에폭시 수지, 고강도 규사를 살포 바닥판에 강한 미끄럼 방지층을 형성 아스콘 접착성을 증대시키는 공법	· 합성고무(클로로프렌계)를 톨루엔 등의 용재에 용해한 액체를 교량 슬래브에 도포하여 방수층을 형성하는 공법
재료	· 고무아스팔트계	· 에폭시 수지계 + 규사살포	· 클로로프렌계 합성고무
두께	· 3㎜이상	· 0.8 ~ 0.9㎜	· 3㎜ 이상
장점	· 내구성 우수 · 높은 접착성으로 밀림현상 없음 · 균열에 대처성 양호 · 아스팔트 접착성 매우 우수 · 연성 재료로 진동에 대한 내구성이 커서 강교 또는 연속교에 특히 채택됨 · 연결부 없는 연속 시공이 가능하며 바닥판의 형상과 무관하게 설치가능 · 도포 후 양생기간이 필요없어 아스콘 포장이 바로 가능함	· 중차량 통행 및 원심력에 의한 아스콘 밀림, 들뜸 방지 · 아스콘 포설장비에 의한 파손 없어 시공성 우수 · 콘크리트 바닥판에 존재하는 미세 균열 보강 · 기름, 산, 염화칼슘, 동결융해제 등에 대한 저항성 우수	· 콘크리트층과의 접착력 우수 · 내한, 내산, 내열성 우수
단점	· 방수 후 장기간 미 포장 시 품질저하 우려 · 가열식으로 용융용 장비 필요	· 진동에 의한 취성화 발생 우려 · 아스콘 포장면 균열발생 우려 · 시공비가 다소 고가임	· 많은 양생기간이 소요 · 도막의 자연건조에 의한 양생 시간시 기포발생 및 품질저하가 우려됨 · 휘발성 용액을 사용하므로 화재에 위험성이 내포

<표 6.3.8> 교면방수 공법 비교표(계속)

구 분	쉬 트 식(일반)	침 투 식 (유·무기질계)
개요도		
공법개요	· 콘크리트 바탕면과 아스콘 표층과의 사이에 시트를 설치하여 노면수의 침투를 방지하고 균열발생을 저지하며 진동에 대한 저항력은 증가시키는 방법	· 콘크리트 구조물에 DRA를 도포하여 콘크리트 표면강화를 시켜 외부로부터의 열화물질을 차단, 억제하고 방수 성능을 향상시킨 방수 공법
재료	· 아스팔트 시트	· 유 · 무기질 혼합 침투액
두께	· 4㎜	· 4㎜ 이상 침투
장점	· 방수두께가 균일 · 연성으로 균열,진동에 강함 · 자체접착성과 보수성이 있음 · 내열성 우수	· 시공성 우수 · 후속공정관리 용이 · 시공비 저렴
단점	· 곡선 또는 거친 바닥판에서 시공이 어려움 · 겹치는 부분 누수 우려 · 극한 기온시 수축부분 박리 · 동계 시공 곤란 밀림 및 요철 현상 발생	· 진행성 균열에 대응 미흡 · 침투깊이가 10㎜ 이상이라고 하나 확인 불가능 · 주기적이고 반복적인 보수관리 요구 · 장비사용 유지관리시 파손우려 · 젖은 상태 시공불가 · 초기바탕정리가 철저해야 함 · 콘크리트 강도와 밀접한 관계

6.4 보수·보강 개략공사비

6.4.1 부재별 개략공사비(범물방향)

<표 6.4.1> 보수·보강 개략공사비(범물방향)

구분	손상 내용	단위	물량	보수방안	단위	물량	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선순위
방호벽 및 중분대	균열부 백태	㎡	0.12	표면처리	㎡	0.2	50	10.0	3
	균열 (CW=0.3mm 미만)	m	12.1	표면처리	㎡	4.5	50	225.0	3
배수시설	배수관 누수	EA	3	정비	EA	4.5	10	45.0	2
	배수관 막힘	EA	2	정비(소통)	EA	3.0	250	750.0	2
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	16.0	표면처리	㎡	6.0	50	300.0	3
	하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	교체	식	1	5,000	5,000.0	1
바닥판	균열(0.3mm미만)	m	14.0	표면처리	㎡	5.3	**50**	265.0	**2**
	박락 및 철근노출	㎡	0.04	단면보수+방청	㎡	0.1	**250**	25.0	**1**
	표면열화	㎡	5.0	표면처리	㎡	7.5	50	375.0	2
교량받침	받침콘크리트균열 (cw=0.3㎜미만)	m	1.3	표면처리	㎡	0.5	50	25.0	2
	Plate 도장박리/들뜸	㎡	0.01	재도장	㎡	0.01	45	0.5	2
교대	실란트 파손	m	2.0	주의관찰	m	3.0	-	0.0	-
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m	15.0	표면처리	㎡	5.6	50	280.0	2
	망상균열	㎡	11.0	표면처리	㎡	16.5	50	825.0	2
	긁힘	㎡	0.1	단면보수	㎡	0.2	230	46.0	2
	누수 및 체수흔적	㎡	8.0	표면처리	㎡	12.0	50	600.0	2
	조류배설물 퇴적	㎡	3.0	정비	㎡	4.5	10	45.0	3
	표면열화	㎡	20.0	표면처리	㎡	30.0	50	1,500.0	2

※ 상기 개략공사비는 가시설비가 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 면적환산 = 균열보수(0.3㎜미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

6.4.2 부재별 개략공사비(안심방향)

<표 6.4.2> 보수·보강 개략공사비(안심방향)

구분	손상 내용	단위	물량	보수방안	단위	물량	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선순위
교면포장	아스콘 균열	m	12.0	아스콘팻칭	m	18.0	75	1,350.0	3
	아스콘 파손	㎡	0.9	아스콘팻칭	㎡	1.4	75	105.0	3
방호벽 및 중분대	균열부 백태	㎡	0.16	표면처리	㎡	0.2	50	10.0	3
	균열 (CW=0.3mm미만)	m	48.6	표면처리	㎡	18.2	50	910.0	3
	단차	m	1.5	주의관찰	m	2.3	-	0.0	-
배수시설	배수관 누수	EA	2	정비	EA	3.0	10	30.0	2
	배수관 탈락	EA	1	정비	EA	1.5	10	15.0	2
	배수구 막힘	EA	2	정비	EA	3.0	10	30.0	3
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	5.5	표면처리	㎡	2.1	50	105.0	3
	후타재 파손	㎡	0.04	단면보수	㎡	0.1	230	23.0	3
	본체 하부 고무재 손상(P3)	m	0.2	교체	식	1	5,000	5,000.0	1
	차수판 볼트 탈락	EA	1	정비	EA	1.5	10	15.0	3
바닥판	균열 **(CW=0.3mm 미만)**	m	3.5	**표면처리**	㎡	1.3	**50**	65.0	**2**
거더외부	변형	m	**2.0**	주의관찰	m	3.0	-	0.0	-
교량받침	받침콘크리트균열 (cw=0.3㎜미만)	m	1.4	표면처리	㎡	0.5	50	25.0	2
	무수축몰탈균열 (cw=0.3㎜미만)	m	0.4	표면처리	㎡	0.2	50	10.0	2
	잡철 노출	㎡	0.02	단면보수	㎡	0.03	230	6.9	2
교대	균열(cw=0.3mm미만)	m	3.0	표면처리	㎡	1.1	50	55.0	2
교각	균열(cw=0.3mm미만)	m	0.9	표면처리	㎡	0.3	50	15.0	2
	망상균열	㎡	6.0	표면처리	㎡	9.0	50	450.0	2
	재료분리	㎡	0.25	단면보수	㎡	0.4	230	92.0	2
	긁힘 및 파손	㎡	0.08	단면보수	㎡	0.1	230	23.0	1
	누수 및 체수흔적	㎡	9.0	표면처리	㎡	13.5	50	675.0	2
	조류배설물 퇴적	㎡	3.0	정비	㎡	4.5	10	45.0	2
	표면열화	㎡	20	표면처리	㎡	30.0	50	1,500.0	2

※ 상기 개략공사비는 가시설비가 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
※ 면적환산 = 균열보수(0.3㎜미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

6.4.3 총괄 개략공사비

<표 6.4.3> 보수·보강 총공사비

구분		1순위(천원)	2순위(천원)	3순위(천원)
범물 방향	순공사비	5,025	4,712	580
	제경비(순공사비×50%)	2512	2,356	290
	개략 공사비	7,537	7,068	870
범물방향 총공사비 합계				**15,475**
안심 방향	순공사비	5,023	2,984	2,548
	제경비(순공사비×50%)	2512	1,492	1,274
	개략 공사비	7,535	4,476	3,822
안심방향 총공사비 합계				**15,833**
총공사비 합계				**31,308**

6.5 유지관리 방안

6.5.1 개요

효과적인 교량 유지관리는 결함, 손상 및 열화를 초래할 수 있는 요인들을 미리 발견하여 예방적 조치를 취함으로서 손상단계로의 진전을 미연에 방지하고 이미 결함, 손상 및 열화가 발생한 경우에는 초기에 대책을 강구함으로서 대규모의 보수•보강에까지 이르지 않도록 경제적인 유지관리를 행하여 교량의 공용수명을 연장하는 것이다. 이를 위해서는 설계 및 시공 단계에서부터 유지관리를 염두에 둔 계획이 이루어져야 하며 관련자료의 보존, 점검 및 진단, 일상적 예방유지관리 계획수립과 시행결과에 따른 조치개책 수립 등의 일련의 과정이 적절히 수행되어야 한다.

6.5.2 점검계획

교량점검을 안전하고 효율적으로 수행하기 위해서는 철저한 사전계획과 준비가 필요하다. 점검계획은 대상 교량의 규모 및 중요도에 따라 적절하게 수립해야 하며, 수심이 깊은 기초부, 붕괴유발부재의 피로취약부 등은 점검시 세심한 주의를 기울일 수 있도록 계획을 수립해야 한다.

점검 계획을 수립할 때 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

① 점검의 종류, 범위, 항목, 방법, 장비, 시간, 소요인원, 점검자의 자격
② 과거의 점검, 진단 및 보수 이력
③ 대상 교량의 설계 및 시공자료
④ 대상 교량의 구조적 특성 및 붕괴 유발 부재의 유무
⑤ 교량의 규모 및 점검의 난이도
⑥ 하부구조 조사시 교통통제에 따른 영향
⑦ 점검장비의 접근성
⑧ 점검시의 기상상태
⑨ 대상교량의 주변 환경
⑩ 타 기관 또는 필요한 경우 사용자와의 협조 및 공지사항
⑪ 기타 관련사항

6.5.3 관리자료 보존

시설물의 관리자료는 안전점검 및 정밀안전진단의 점검내용과 방향을 정하는데 필요하며, 특히 유지관리시 단계별로 매우 유용하게 이용되므로 다음에 명시된 관리자료를 적절히 정리하고 보관하여야 한다.

가. 설계 및 시공관련 자료

1) 설계도서

① 시공도서: 시공도면, 보수·보강도면, 구조계산서, 수리·수문 계산서

② 제작 및 작업도면: 붕괴유발부재를 포함한 시설물의 부재별 상세도면

③ 준공도면: 최종도면

④ 시방서: 공사시방서

2) 사진

① 정면도 및 측면

② 주요결함 부위

③ 주요 시공사진

3) 품질관리 관련자료

① 재료증명서: 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장재료 증명서

② 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료

4) 시설물 관리대장

- 교량에 관한 손상과 보수·보강도를 포함한 연도별 점검기록이 포함된 관리기록으로서 관리항목에는 다음과 관련된 사항이 포함된다.

5) 보수·보강 이력

- 보수기간, 보수위치 및 손상종류, 보수업체, 공사비, 참여기술자

6) 사고기록

- 사고일시, 경위, 부재의 손상 및 보수·보강현황, 인명이나 장비 등 손상정도

나. 점검 및 진단자료

시설물의 점검 및 진단자료는 다음 점검사항을 포함시켜야 한다.

1) 기존 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과

2) 사용제한 사항

3) 부대시설물, 환경조건

4) 보수·보강이력

5) 기타(최고수위 등)

다. 상태 및 안전성평가 자료

시설물의 상태와 내하력 평가자료를 기본으로 한다.

1) 상태평가 자료

시설물의 유지관리 또는 사용제한사항 등을 포함한 시설물에 대한 상태평가자료

2) 내하력평가 기록

내하력 평가방법의 종류 및 해석결과, 사용된 계수 등 내하력 결정에 관련된 제반기록

3) 재하시험 경간 선정

라. 변화된 상태에 따른 내하력 재평가

유지보수나 개량작업으로 인한 부재의 강도나 고정하중의 변화 등으로 구조물의 상태 또는 내하력의 변화가 예상되는 경우에는 내하력을 다시 평가하여 그 결과를 보존한다.

6.5.4 안전점검 및 정밀안전진단

안전점검이란 경험과 기술을 갖춘자가 육안 또는 점검기구 등으로 검사하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위를 말하며(시특법 제 2조 7항), 정밀안전진단이란 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 초치를 취하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위를 말한다.(시특법 제2조 8항)

가. 정기점검

정기점검은 순찰과 유사한 성격의 점검으로 공용중의 모든 터널의 상태파악을 위해 시행하는 점검이다.

정기점검은 육안 및 망원경, 거울 등의 보조기구를 사용하여 점검자가 도보로 접근 가능한 시설물의 상부와 하부의 전반적인 외관형태를 관찰하여 중대한 결함을 발견할 수 있도록 세심한 외관조사 수준으로 한다.

정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)로부터 반기에 1회 이상실시하여야 하며 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 실시기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

나. 정밀점검

정밀점검은 시설물의 물리적, 기능적 상태를 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지를 확인하기 위한 점검이다.

정밀점검 실시시기는 해당 시설물의 안전등급에 따라 다음표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀점검을 실시 완료하여야 한다.

안전등급	정밀점검
A 등급	3년에 1회 이상
B·C 등급	2년에 1회 이상
D·E 등급	1년에 1회 이상

다. 정밀안전진단

정밀안전진단은 정밀점검 과정을 통하여 쉽게 발견할 수 없는 결함부를 찾기 위하여 향하여지는 정밀한 외관조사 및 장비에 의한 근접점검 이다.

정밀안전진단은 영 제9조에 따른 1종시설물을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시 완료하여야 한다. 차회의 정밀안전진단으로 전회의 정밀안전진단 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 다음 표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전진단을 실시 완료하여야 한다.

안전등급	정밀안전진단
A 등급	6년에 1회 이상
B·C 등급	5년에 1회 이상
D·E 등급	4년에 1회 이상

다만, 시설물의 특성상 정밀안전진단이 1년 이상 소요되는 시설물은 국토해양부장관과 협의하여 실시 완료하여야 한다.

라. 유지관리시 점검요령

1) 교면포장

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	• 균열(미세, 선상, 격자형) • 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) • 함몰(패임) • 노면잡물(구배불량)
▷ 신축이음부 전후, 구조물 경계부	• 단차, 침하
▷ 배수구 주변	• 물고임(배수구 간격, 유출구 간격)

주요부위

<교면포장>

<교명판>

점검요령

○ 점검방법
-방호울타리 양측 노견에서 상세점검
-중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검
-신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검
-배수구 주변 물고임 점검(가급적 비온 직후 교면의 물고임 및 함몰 점검) 및 부유물 퇴적 흔적에 의한 물고임 부이 확인
○ 손상발생시 조치
-교면포장의 균열 및 보수면적, 단차 등 손상에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영
○ 점검시 유의사항
-노견에서 점검시 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검진행
-상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도후 안전하게 점검

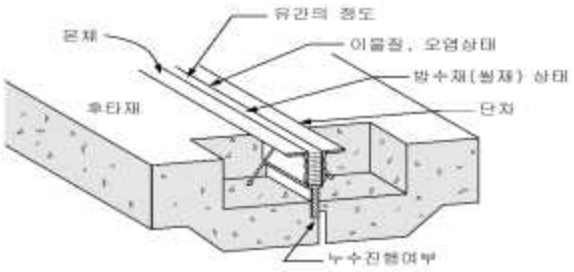
점검도구

• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
• 점검야장
• 신호봉 또는 수기

2) 방호벽

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td rowspan="2">▷ 난간
▷ 방호벽</td><td>- 알루미늄</td><td>• 변형, 파손(차량 충돌)</td></tr>
<tr><td>- 철근 콘크리트</td><td>• 균열(부모멘트부 균열, 침하균열)
• 박리, 철근노출, 파손(충돌)</td></tr>
<tr><td>▷ 연석</td><td>- 철근 콘크리트</td><td>• 박리, 부스러짐, 파손</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">
<방호벽 전경></td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">○ 점검방법
-교량 한쪽에서 눈을 방호울타리 높이 정도로 낮추어 방호울타리의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검
-난간의 경우 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인
○ 손상발생시 조치
-난간 및 차량방호울타리의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록
-난간 및 차량방호울타리의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요
-차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td>• 사진기
• 줄자(5m, 50m)</td><td>• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
• 점검야장</td></tr>
</table>

3) 신축이음장치

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷ 본체</td><td>- 공통</td><td>• 누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적)
• 유간(부족 및 과다)
• 이상진동(충격음)
• 본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
• 강재 연결부 이완 및 파손</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 후타재</td><td>• 균열, 파손(패임 및 요철)
• 전•후의 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브)</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">
<신축이음장치 전경>
 

<신축이음 점검사항></td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">○ 점검방법
-방호벽측에서 점검하며 필요시 교통유도 후 점검
-신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검
(단차관리기준 예 : 자동차 전용도로 10mm, 교통량이 많은 일반도로 15 ~ 20mm, 교통량이 적은 일반도로 20 ~ 30mm)
-고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브상태 점검
-신축이음의 방수기능 점검
-점검기간내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검
○ 손상발생시 조치
-신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행 안정성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립
○ 점검시 유의사항
-차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행
-신축유간 점검시 통행차량에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">• 사진기
• 줄자
• 점검용 망치
• 드라이버(driver) - 유간오물 확인
• 필기도구(소형보드판, 매직 분필)
• 점검야장</td></tr>
</table>

4) 배수시설

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td>▷ 배수구</td><td>- 격자판(grating)
- 유입구</td><td>• 파손, 누락
• 오물퇴적, 막힘(물고임)
• 배수구 설치위치 불량 및 설치간격 넓음</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 배수관</td><td>• 파손(연결 고정부 탈락)
• 배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐)
• 유출구 위치 부적절</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td colspan="2">
<배수구>

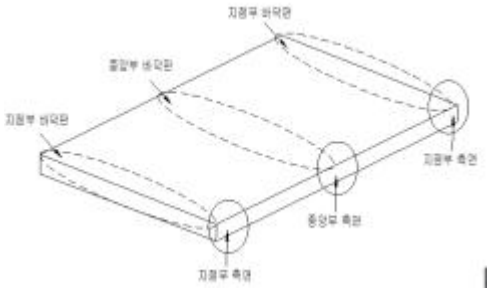
<배수관></td></tr>
<tr><td>점검요령</td><td colspan="2">○ 점검방법
-배수구 : 차도노견에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락 여부, 파손 및 오물 퇴적 확인
-배수관
① 교량하부 및 측면에서 점검하며 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용
② 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검
③ 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검
④ 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검
⑤ 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검
○ 손상발생시 조치
-배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우는 드라이버를 사용하여 제거
○ 점검시 유의사항
-노견에서 점검시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의
-접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="2">• 사진기
• 드라이버(driver)
• 점검용 망치
• 줄자
• 필기도구(소형보드판, 매직 분필)
• 점검야장</td></tr>
</table>

5) 바닥판, 강거더

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	· 도장 손상 및 부식 · 현장이음부 볼트손상, 누수 · 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 · 이상음발생

주요부위

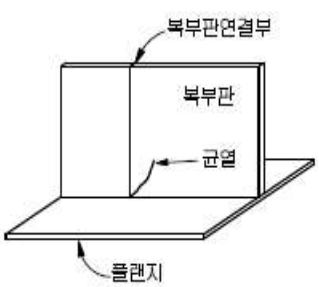
<바닥판 전경>

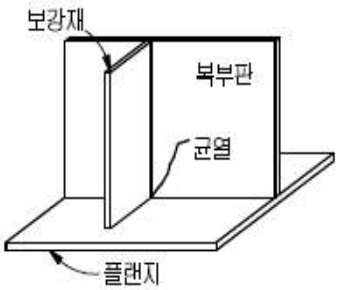


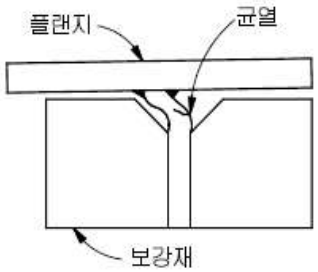
<바닥판 점검사항>

점검요령

○ 점검방법
-도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검
-강재 거더에 대한 용접연결부에 대한 정기적으로 관찰
-용접불량의 종류를 내하력저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과내하력저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 점검을 진행
-부식과 도장탈락 진전여부 관찰
-부재의 균열, 변형, 파단, 연결볼트 이완, 탈락, 용접연결부 결함 등 진전여부 관찰





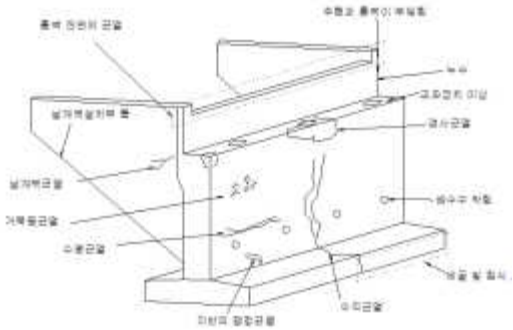


6) 교대

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 백태(유리석회), 파손, 철근노출 • 교대 회전(기울음) • 교대 침하(연직이동)
▷ 두부(Coping)	• 두부 물고임 • 두부와 흉벽 경계부 균열 • 거더와 흉벽 신축유간 부족 • 받침부 균열 및 파손
▷ 구체	• 균열(수직균열) • 구체와 날개벽 분리(이동)
▷ 날개벽	• 날개벽 이동 및 전도

주요부위

<교대 전경>



<교대 점검사항>

점검요령

○점검방법
- 접근 장비에 의해 근접 육안점검
- 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전호방으로 교대 구체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인(날개벽, 옹벽 포함)
- 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인

○점검시 유의사항
- 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀있을 경우 거더 상·하부와 흉벽사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인
- 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검
- 구체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1.0㎜ 이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함

점검도구

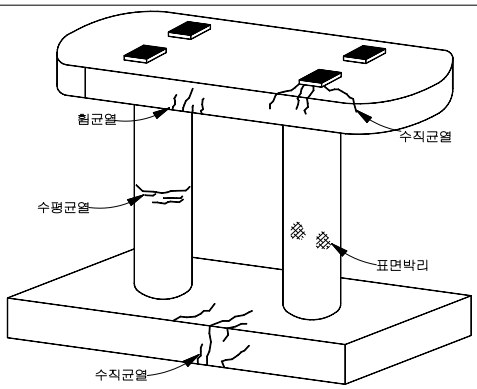
• 사진기	• 점검추 - 기울음 축정
• 균열자	• 탄산화 시험기
• 줄자(5m자)	• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
• 점검용 망치	• 점검야장

7) 교각

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 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

주요부위

<교각 전경>



<교각 점검사항>

점검요령

○ 점검방법
- 접근장비 및 점검로에서 점검
- 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기기로 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인

○ 손상발생 시 조치
- 교각두부 받침하부에 폭 0.3㎜이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립

○ 점검 시 유의사항
- 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임

점검도구

• 사진기	• 점검추 - 기울음 축정
• 균열자	• 탄산화 시험기
• 줄자(5m자)	• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
• 점검용 망치	• 점검야장

8) 교량받침

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	• 부식(오물퇴적), 변형 • 균열, 파손(균열발생으로 파손진행) • 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 • 받침과 거더의 밀착상태(분리) • 앵커볼트 파손(절단) • 가동방향 오류, 편기설치
▷ 강재받침	• 두부 물고임 • 받침부 하부 균열 및 파손
▷ 고무받침	• 고무재 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
▷받침대	• 균열, 파손(하부공동) • 부분 침하
▷이동제한장치	• 용접부 균열 • 파손

주요부위

<교량받침 전경>

<교량받침 점검사항>

점검요령

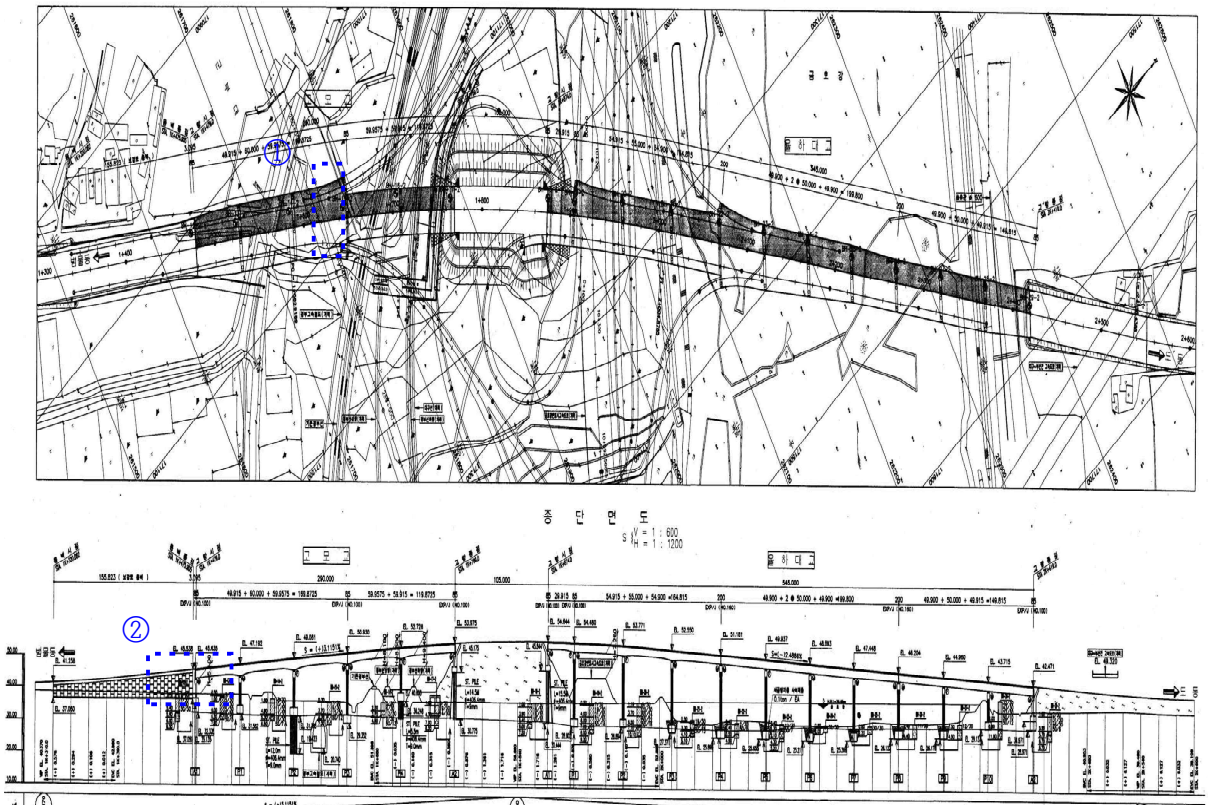
○ 점검방법
- 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검
- 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함
- 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 헝겊으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 이동제한장치 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음
- 곡선교 내측 단부 혹은 사교의 예각부 단부의 부반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검
- 경사교에서 받침 경사설치로 인한 상부가동받침과 하부받침 접촉 및 받침 부속품과의 접촉으로 인한 가동장애요소 점검
- 수직보강재와 받침이 10cm 이상 편기시 하부플랜지의 국부변형이나 거더 복부판의 좌굴 여부 확인
- 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인
- 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석

○ 손상발생시 조치
- 받침하부 교각 두부에 폭 0.3㎜ 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고, 안전성 검토 및 대책 수립 필요

점검도구		
	• 사진기	• 점검추 - 기울음 축정
	• 균열자	• 탄산화 시험기
	• 줄자(5m자)	• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
	• 점검용 망치	• 점검야장

6.5.5 가천교 중점유지관리사항

	-
① 신축이음 P3 하부(양방향) - 파손 진전여부확인	-



② 방호벽(안심방향) - 단차 진행 영부 확인		

제7장 종합결론

제7장 종합결론

가천교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하며, 경부선 철도를 횡단하는 도로교량으로 총 5경간의 연장 L=290.0m, 형식은 Steel Box Girder교로 시공되어 현재 공용 중에 있다. 교량의 상부구조 형식은 5경간 강상형교, 하부구조는 역T형 교대, 다주식 교각으로 각각 시공되어 있으며, 받침장치는 POT받침, 신축이음장치는 Rail Joint로 A1, P3, A2 3개소 설치되어 있다.

현장 외관조사는 굴절차, 고소점검차, 우마형 사다리를 이용하여 근접 외관조사를 원칙으로 수행하였으며, 외관조사 후 내구성조사 및 상세조사를 실시하여 기 진단과 비교하였다.

본 구조물의 정밀점검 실시결과, 구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-교량편(2018.06)에 의한 금회 정밀점검의 결과를 요약하면 다음과 같다.

❑ 종합결론

가. 외관조사 결과(범물방향)

① 교면포장

○ 범물방향의 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

② 난간 및 방호벽

○ 방호벽 및 중앙분리대의 외관조사 결과, 전반적으로 보수를 실시하여 양호한 상태이나, 일부 구간 보수부위 CW=0.3mm미만 균열 및 백태 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 균열 및 백태 등에 대해 보수를 실시하여 손상이 다소 감소한 것으로 확인되었다.

○ 기 발생한 균열 및 백태는 경미한 수준으로 기 실시된 보수부위에 손상이 발생한 것이며, 교량 안전성 및 차량 주행의 안전성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 부재의 내구성 확보를 위해 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

③ 배수시설

○배수시설에 대한 조사결과, 일부구간 배수관 막힘, 연결부 누수 등으로 인해 하부 낙수 등 바닥판 물고임이 조사되었다. 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 배수관 막힘이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○배수관 막힘은 공용중 교면 배수구를 통한 이물질이 배수관에 유입됨에 따라 배수기능이 상실되어, 슬래브와 배수관 연결부 틈새를 통한 낙수로 인해 하부 바닥판 물고임이 발생한 것으로 확인되었다. 기 손상들에 대해서는 주기적인 청소 및 연결부 재용접 등 정비를 실시하여 원활한 배수기능 확보 등 유지관리가 필요한 상태이다.

③ 신축이음

○신축이음 조사결과 본체 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다. 다만 본체 하부 고무재 손상이 조사되었으며, 후타재의 경우 기존 손상인 폭 0.3mm미만의 균열이 조사되었다. 기 진단과 비교 검토 결과 후타재 균열에 대해 일부 보수를 실시함에 따라 균열 손상이 다소 감소한 반면, 본체 하부 고무재 손상의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○본체 하부 고무재 손상은 공용중 노후화로 인해 발생한 것으로 현재 손상부를 통해 우수유입에 따른 하부구조 체수, 받침 녹발생 등 2차 손상이 발생되는 만큼, 하부 고무재 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다. 후타재 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.3㎜ 미만의 미세균열로 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하며 손상의 진전 및 추가 발생시 표면처리 등 보수가 요구된다.

○가천교 범물방향의 유간거리 측정결과, 유간거리 측정결과, 최대 신장시 여유량을 확보한 것으로 측정되었고, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

④ 바닥판하면

○바닥판하면에 대한 조사결과 데크플레이트 부위는 전반적으로 양호한 상태이다. 반면 캔틸레버 부위에 폭 0.3mm미만 균열 및 백태, 콘크리트 박락, 철근노출, 표면열화 등의 손상이 조사되었다. 기 진단과 비교 검토 결과 금회 조사시 균열, 콘크리트 박락 및 철근노출 등의 손상이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○바닥판하면 외관조사 결과, 균열, 박락 및 철근노출, 표면열화 등이 조사되었다. 균열의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 것이며, 박락 및 철근노출의 경

우 시공미흡에 의한 것으로 판단된다. 손상부에 대해서는 현재 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리, 단면복구 등의 보수가 요구된다.

⑤ 거더(Steel Box)

○ 거더에 대한 외관조사 결과, 기존 손상들에 대해 보수 및 정비를 실시하여 현재 내·외부에 특기할 만한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

○ 거더는 현재 구조적 손상이 없는 양호한 상태이다. 향후 공용기간 증가 및 노후화에 따른 도장손상, 부식, 내부 우수유입 등 신규손상이 발생될 우려가 있는 만큼 주기적인 점검 등을 통해 현상태를 유지할 수 있도록 유지관리가 필요하다.

⑥ 교량받침

○ 교량받침에 대한 조사 결과, 가동상태는 양호한 상태이다. 다만 폭 0.3mm미만의 받침콘크리트 균열, 플레이트 도장박리 및 들뜸이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

○ 교량받침의 주요손상은 받침콘크리트 균열, Plate 도장 박리 등이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화 및 건조수축에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 현재 경미한 상태로 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

○ 받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. 여유량 부족으로 인한 손상은 현재 없는 것으로 판단된다. 주기적인 점검 및 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

⑤ 교대 및 교각

○ 교대 조사결과, Joint부 실란트 파손, 성토부 법면 보호블럭 침하 등 경미한 손상이 조사되었다. 교각 조사결과, 균열(cw=0.3mm미만) 및 망상균열, 긁힘에 의한 손상, 누수로 인한 체수흔적, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등의 손상이 조사되었다. 기 진단과 비교시 균열에 대해 일부 보수를 실시하여 다소 감소하였으나, 교각 망상균열의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○ 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축에 의한 비 구조적인 손상으로 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리가 필요하며, 체수흔적은 상부 신축이음 누수에 의한 2차 손상으로 상부구조와 연계한 정비 등이 요구된다. 이 외 손상인 긁힘, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등에 대해서도 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

나. 외관조사 결과(안심방향)

① 교면포장

○교면포장 안심방향 외관조사 결과 2017년 하반기 재포장이 실시되어 양호한 상태이나, 재포장 실시가 안된 갓길측에서 아스콘 균열, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 기 진단과 비교시 재포장으로 인해 손상이 감소한 것으로 확인되었다.

○교면포장에 발생한 아스콘 균열 및 파손은 공용기간 증가에 따른 노후화 및 중차량 반복통행에 의한 것으로 판단되며 아스콘 씰링 및 패칭 등 적절한 보수가 필요하다.

② 방호벽 및 중앙분리대

○방호벽 및 중앙분리대의 외관조사 결과, 전반적으로 보수를 실시하여 양호한 상태이나, 일부 구간 보수부에 CW=0.3mm미만 균열 및 백태와 A1측 접속도로부 방호벽 단차 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상과 기 진단과 비교 검토 결과 균열 및 백태 등에 대해 보수를 실시하여 손상이 다소 감소한 것으로 확인되었다.

○방호벽 및 중앙분리대에 발생한 균열 및 백태는 경미한 수준으로 기 실시된 보수부 위에 손상이 발생한 것이며, 내구성 확보를 위해 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 단차 구간의 경우 시공당시 초기 침하에 의한 것으로 판단되며 주기적인 점검을 통한 계측관리를 실시하는 것이 바람직하다.

③ 배수시설

○배수시설에 대한 조사결과, 일부구간 배수관 탈락, 막힘, 연결부 누수 등의 손상이 금회 점검시 추가 발생한 것으로 조사되었다.

○배수관 막힘은 공용중 교면 배수구를 통한 이물질이 배수관에 유입됨에 따라 배수기능이 상실되어, 슬래브와 배수관 연결부 틈새를 통한 낙수로 인해 하부 구조에 물고임이 발생한 것으로 확인되었다. 기 손상들에 대해서는 주기적인 청소, 배수관 재연결 등 정비를 실시하여 원활한 배수기능 확보 등 유지관리가 필요한 상태이다.

③ 신축이음

○신축이음 조사결과 본체 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다. 다만 본체 하부 고무재 손상이 조사되었으며, 후타재의 경우 폭 0.3mm미만 균열 및 파손과 차수판 볼타 탈락이 조사되었다. 기 진단과 비교 검토 결과 후타재 균열에 대해 일부 보수를 실시함에 따라 균열 손상이 다소 감소한 반면, 본체 하부 고무재 손상의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○본체 하부 고무재 손상은 공용중 노후화로 인해 발생한 것으로 현재 손상부를 통해 우수유입에 따른 하부구조 체수, 받침 녹발생 등 2차 손상이 발생되는 만큼, 하부 고무재 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다. 후타재 균열은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.3㎜ 미만의 미세균열로 주의관찰을 통한 유지관리와 손상의 진전시 표면처리가 필요하며, 후타재 파손에 대해서는 내구성 확보를 위해 단면복구 등 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

○신축이음 유간거리 측정결과, 유간거리 측정결과, 최대 신장시 여유량을 확보한 것으로 측정되었고, 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

④ 바닥판하면

○바닥판하면에 대한 조사결과 데크플레이트 부위는 전반적으로 양호한 상태이다. 반면 캔틸레버 부위에 폭 0.3mm미만 균열 등의 손상이 조사되었으며, 기 진단과 비교시 다소 감소한 것으로 확인되었다.

○바닥판하면에 발생된 균열은 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되는 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리 등의 보수가 요구된다.

⑤ 거더(Steel Box)

○거더에 대한 외관조사 결과 기존 손상들에 대해 보수 및 정비를 실시하여 양호한 상태이나, 거더 외부 일부구간에서 국부적인 변형이 조사되었다.

○거더 외부에 발생한 강재변형은 공용중 하부 통행차량 충돌에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주기적인 점검 등을 통한 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

⑥ 교량받침

○교량받침에 대한 조사 결과, 가동상태는 양호한 상태이다. 다만 폭 0.3mm미만의 받침콘크리트 균열, 플레이트 도장박리 및 들뜸이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

○교량받침의 주요손상은 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열, 잡철 노출 등이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화 및 건조수축에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 주기적인 점검 및 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

○받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. 여유량 부족으로 인한 손상은 현재 없는 것으로 판단된다. 주기적인 점검 및 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

⑤ 교대 및 교각

○교대 조사결과 균열(cw=0.3mm미만) 등의 손상이 조사되었다. 교각 조사결과, 균열(cw=0.3mm미만) 및 망상균열, 긁힘에 의한 손상, 누수로 인한 체수흔적, 조류배설물 퇴적, 표면열화 등의 손상이 조사되었다. 기 진단과 비교시 균열에 대해 일부 보수를 실시하여 다소 감소하였으나, 교각 망상균열의 경우 금회 조사시 추가 발생한 것으로 확인되었다.

○교대 및 교각에 발생한 균열, 망상균열은 건조수축에 의한 비 구조적인 손상으로 경미한 수준이나 내구성 확보를 위해 표면처리가 필요하며, 체수흔적은 상부 신축이음 누수에 의한 2차 손상으로 상부구조와 연계한 정비 등이 요구된다. 이 외 긁힘, 조류배설물 퇴적, 재료분리, 표면열화 등에 대해서도 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

다. 내구성 평가 결과

① 콘크리트 강도

○비파괴 강도시험 결과, 범물방향은 상부구조 29.3~31.8㎫, 하부구조 25.9~27.6㎫이며, 안심방향은 상부구조 28.2~31.8㎫ 하부구조 26.8~27.9㎫로 측정되었다. 설계기준강도인 상부구조 27.0㎫, 하부구조 24.0 ㎫과 비교시 설계기준강도 이상으로 측정되었다.

② 탄산화 시험

○탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로, 상부구조의 탄산화깊이는 범물방향 10.0~11.0㎜, 안심방향 11.5~14.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상으로 조사되었다. 하부구조의 경우 범물방향 11.0~12.5㎜, 안심방향 9.5~11.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 20㎜이상으로 상부·하부구조 모두 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있는 세부지침 기준 "b"등급으로 평가되었다.

라. 상태평가 결과

○환산결함도 점수가 0.165으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 『B등급(0.130 ≤0.165<0.260)』으로 평가되었다.

○2017년 정밀안전진단과 금회 정밀점검의 환산결함도 점수를 비교한 결과, 일부 신규 손상으로 인하여 결함지수가 0.005 증가하였다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

○ 종합평가 결과 : 『 B 』(상태평가 결과: B)

○ 안전등급 지정 : 안전등급은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가한 결과, “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 보수가 필요한 상태”인 『B(양호)』로 지정하였다.

바. 정밀안전진단 필요성 분석

○ 정밀점검 실시결과, 구조물의 안전성에 영향을 주는 구조적인 손상은 조사되지 않은 상태로 정밀안전진단 필요성은 없는 것으로 판단된다.

사. 종합결론

가천교는 약 17년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서, 주부재인 바닥판, 거더, 하부구조에는 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 금회 점검시 주부재 및 보조부재에 발생한 손상들은 교량의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 주의관찰을 통한 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다.

따라서, 본 교량의 상태평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 도로교로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.