

신대구부산고속도로 1,2종 시설물 (6 공구)
정밀 점검 보고서
[1·2종 시설물 / 교량·터널·옹벽]

2013. 12.



新대구부산고속도로주식회사
New DAEGU BUSAN Expressway Co., Ltd.

점검기관  (주) 아워브레인

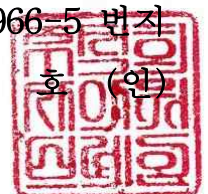
제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

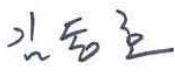
귀사에서 의뢰하신 『신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검 기술용역』의 과업을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2013년 12월

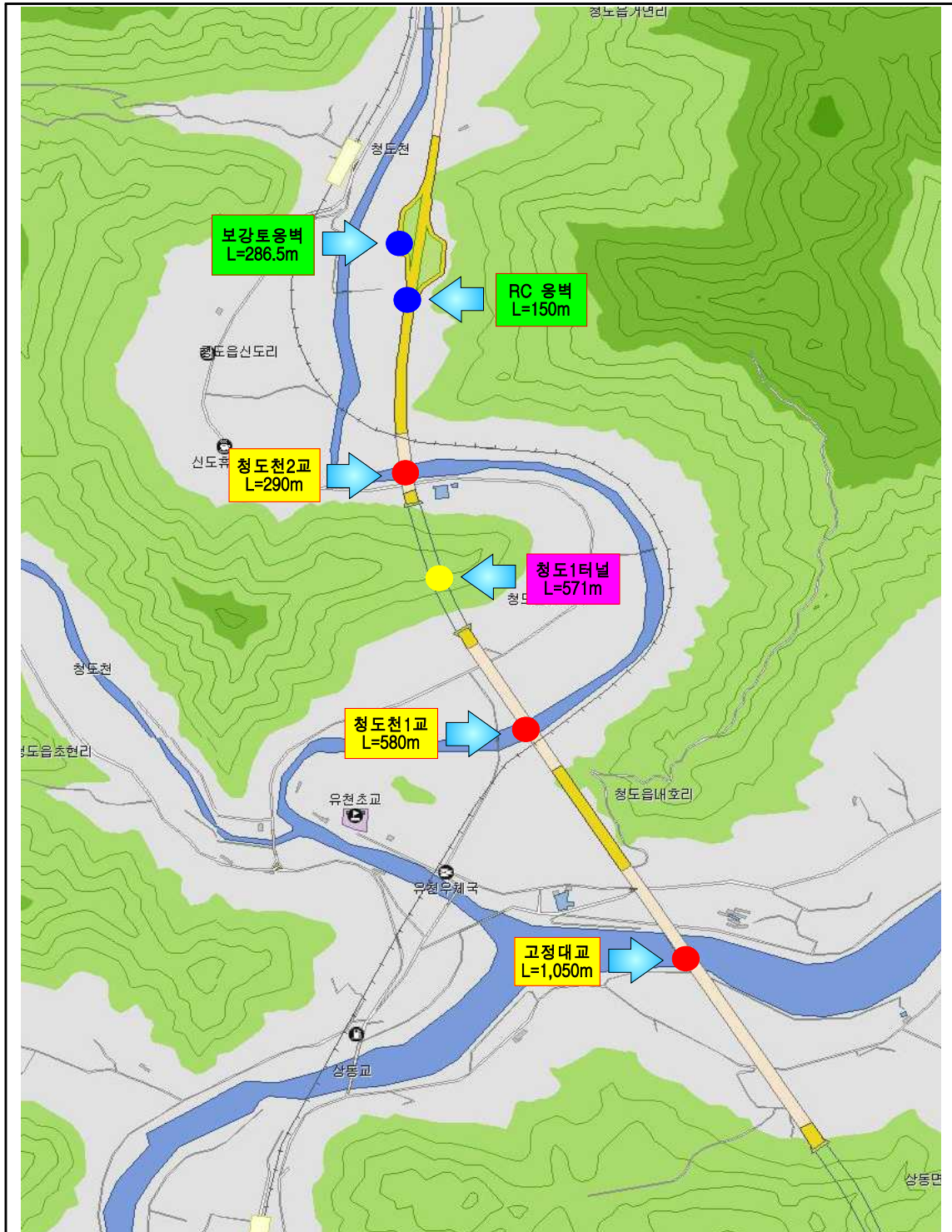
주식회사 아워브레인
서울시 강남구 대치3동 966-5번지
대표이사 김정호 (인)



참여기술자명단

참여 구분	성 명	직 위	자격 및 학위	서 명
책임기술자	유 근 무	이 사	토목구조기술사 토질및기초기술사	
과업참여자	김 정 호	이 사	건설안전기술사	
	김 동 호	이 사	토목구조기술사	
	김 영 진	이 사	토목시공기술사	
	임 형 준	이 사	공 학 사	
	성 태 균	이 사	토목기사	
	인 승 철	부 장	토목기사	
	서 영 노	부 장	토목기사	
	이 현 용	차 장	공 학 사	
	정 지 운	대 리	토목기사	
	곽 민 수	대 리	토목기사	
	서 동 진	대 리	토목기사	
	장 진 원	대 리	토목기사	
	이 상 훈	대 리	공 학 사	
	황 상 윤	사 원	토목기사	

위 치 도



시설물 전경 (교량)

			
교 량 명	고정대교	교 량 명	청도천1교
구조형식	P.S.C BOX GIRDER	구조형식	STEEL Box Girder
			
교 량 명	청도천2교		
구조형식	STEEL Box Girder		

시설물 전경 (터널)



터널명

청도1터널

시설물 전경 (옹벽)



옹벽명

콘크리트 옹벽(6공구)



옹벽명

보강토옹벽(6공구)

요 약 문

1. 과업의 목적

본 용역은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 규정에 의한 안전점검으로서 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전에 기록된 상태로부터 변화를 확인하며 구조물 현재의 사용요건을 확인하는데 목적이 있으며,

- 1) 시설물에 대한 외관상태 및 안전성을 확인하고
- 2) 시설물의 변화상태에 대한 지속적인 기록의 제공
- 3) 시설물의 안전성 확보 및 합리적인 유지관리를 할 수 있도록 하기 위함.

2. 대상시설물 개요

순번	교량명	위치	연장(m)	교폭(m)	경간수	최대 경간장(m)	상부형식	준공 년도	비고
1	고정대교	밀양시 상동면 ~청도읍 내호리	1,320	12.6	13	120	PSC Box	2006	1종
2	청도천1교	청도읍 유호리	580	12.6	12	50	ST Box	2006	1종
3	청도천2교	청도읍 유호리	290	12.6	6	50	ST Box	2006	1종

순번	터널명	위치	연장(m)		개문형식		차선평폭(m)	준공 년도	비고
			상행	하행	부산측	대구측			
4	청도1터널	청도읍 유호리	571	557	벨마우스	면벽식	7.2	2006	2종

순번	옹벽명	위치	옹벽 전면부		형식	재료	준공 년도	비고
			연장(m)	높이(m)				
5	RC옹벽 (6공구)	청도읍 거연리	150.0	5.0~7.0	역T형	철근 콘크리트	2006	2종
6	보강토옹벽 (6공구)	청도읍 거연리	286.5	1.88~11.25	보강토	콘크리트 판넬	2006	2종

3. 과업의 범위

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 시설물 외관상태 조사
- 3) 필요시 보수·보강 방법 제시
- 4) 시설물유지관리 및 점검 또는 진단시 중점 착안사항 제시
- 5) 간단한 비파괴 현장시험
- 6) 시설물 상태평가
- 7) 필요시 안전성 평가
- 8) 보고서 작성
- 9) 외관조사망도 작성

4. 과업기간

- 2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31

5. 정밀점검 결과표

5.1 고정대교

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31					
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규					
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁					
시설물구분	도로	종류	도로교량		종별	1종		
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	12,812	안전 등급	상행	B	
			하행	12,812		하행	B	
시설물위치	밀양 상동 고정리 ~ 청도군 청도읍 내호리	시설물규모	상행	연장1,320m, 폭12.6m, 차선 2				
			하행	연장1,320m, 폭12.6m, 차선 2				
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과	- 교면포장 라벨링, 패임, 포트홀, 균열 - 배수구 막힘, 그레이팅 미설치 배수관 연결재 및 연결고리 탈락, 유도배수관 길이부족, PVC연결부 파손 - 방호벽 균열 및 표면균열, 백태, 국부파손, 단차 발생 - 신축장치 본체 지지대 탈락, 간격조절재 볼트탈락 및 용접 보수 미흡 진동 및 녹발생, 이물질 퇴적, 후타재 균열, 접속부 이격. - 거더 내·외부 균열(폭0.1~0.3mm), 표면균열, 보수부 채균열, 백태, 국부 파손 정착구 캡 녹발생, 재료분리, 이물질 적치 - 받침장치 몰탈 및 받침대 균열, 국부파손, 가설철물 미제거, 도장손상 - 하부구조 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 보수부 채균열, 국부 파손 누수흔적 및 백태, 철근노출, 들뜸 - 차수판 변형 및 볼트탈락, 교대 범면 이격 및 파손 - 방음벽 지주대 파손, 텔리네이트 파손, 점검로 발판 및 사다리 연결부 불량							
	주요 보수·보강	- 아스콘 채포장, 표면처리, 단면보수, 수지주입, 배수관 정비, 주의관찰						
다. 책임(참여)기술자 현황								
구분	성명	과업 참여기간				기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				고 급		
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 신축이음 하부 손상 추가발생 유무, 신축이음장치 및 받침장치 거동 상태 확인, 주형 균열의 진전 및 추가 발생 유무, 배수시설 손상의 진전 유무								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

고정대교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으나, 미보수 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 주형 균열, 백태 및 국부 파손, 교대 및 교각 균열, 보수부 재균열, 받침장치 몰탈 및 받침대 균열, 가설철물 미제거, 신축장치 지지대 및 간격조절재 볼트 탈락, 용접 보수 미흡, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 연결재 및 연결고리 탈락, 유도배수관 길이부족, 교대 법면 이격 및 파손, 점검로 안전발판 미설치 등이 발생한 상태이다.

특히 신축이음장치 본체 하부 손상의 경우 공용기간 증가와 지속적인 차량 통행으로 인해 추가 손상 발생이 예상되므로 보수후에도 지속적인 관찰이 요구되며, 또한 신축이음장치 및 받침장치의 경우 여유량이 크지 않으므로 지속적인 점검을 통한 주의관찰이 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 고정대교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	거 더	b	내·외부 균열(0.3mm 미만) 내부 콘크리트 파손 외부 재료분리	표면처리공법 단면보수공법 단면보수공법
하 부 구 조	교 대	b	균열(0.3mm 미만)	표면처리공법
	교 각	b	균열(0.3mm 미만)	표면처리공법
교량받침		b	무수축물탈 균열(0.3mm 미만) 받침콘크리트 균열(0.3mm 미만)	표면처리공법 표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	패임 라벨링	아스콘 팻칭 주의관찰
	신축이음	c	하부 볼트 탈락 하부 지지대 탈락	정비 및 주의관찰 정비 및 주의관찰
	난 간	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
	배수시설	c	유도배수관 길이부족	정비

2) 고정대교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	거 더	c	외부 균열(0.3mm 이상)	수지주입공법
하 부 구 조	교 대	b	균열(0.3mm 미만)	표면처리공법
	교 각	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
교량받침		b	무수축몰탈 균열(0.3mm 미만) 받침콘크리트 균열(0.3mm 미만)	표면처리공법 표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	아스콘 균열 라벨링	아스콘 팻칭 주의관찰
	신축이음	c	하부 녹발생	도장보수공법
	난 간	c	균열(0.3mm 이상)	수지주입공법
	배수시설	c	유도배수관 길이부족	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교대, 교각	적용	검토	1. 교대 토압적용시 Mononobe-Okabe 토압계 수 사용 2. 교각 검토시 탄성범위에 있으며, 기둥은 항 복하지 않는 것으로 설계됨

라. 현장시험

1) 고정대교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1 ~ S13	40.4 ~ 45.1	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으 로 양호한 상태임
	A1, A2	24.6 ~ 25.1	설계기준강도 교대 24MPa를 상회하며 전 반적으로 양호한 상태임
	P1 ~ P12	27.2 ~ 29.6	설계기준강도 교각 27MPa를 상회하며 전 반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S3, S8, S9	3.0 ~ 6.0	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없 는 상태임
	A1, P1, P2	5.0 ~ 9.0	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 고정대교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1 ~ S13	40.5 ~ 44.3	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으 로 양호한 상태임
	A1, A2	25.9 ~ 26.5	설계기준강도 교대 24MPa를 상회하며 전 반적으로 양호한 상태임
	P1 ~ P12	27.5 ~ 29.7	설계기준강도 교각 27MPa를 상회하며 전 반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S8, S10, S13	2.0 ~ 4.0	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없 는 상태임
	A2, P1, P2	4.0 ~ 8.0	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.2 청도천1교

1. 기본현황

가. 일반현황							
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규				
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁				
시설물구분	도로	종류	도로교량		중별	1종	
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	6,100	안전 등급	상행	B
			하행	6,100		하행	B
시설물위치	경상북도 청도군 청도읍 유흥리	시설물규모	상행	연장 580.0m, 폭 12.6m, 차선 2			
			하행	연장 580.0m, 폭 12.6m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황							
중대결함	해당사항 없음						
점검 주요 결과	- 교면포장 라벨링, 패임, 포트홀 - 배수구 막힘, 배수관 연결재, 연결고리 탈락, 위치 부적절 - 방호벽 균열(폭0.2mm이하), 백태, 파손, 단차 발생 - 신축장치 하부 간격조절재 볼트탈락, 레일 본체 진동 및 유동 발생, 유간부착 Support Beam 지지대 Bearing 이격, 유간 이물질 퇴적, 녹발생 - 신축장치 후타재 균열, 접속부 이격 및 단차 - 바닥판하면 균열(폭0.2mm이하), 백태, 표면균열 - 주형 내·외부 도장손상 및 녹발생, 내부 우수유입 - 받침장치 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 도장손상, 녹발생 - 교대 균열, 백태, 누수흔적 발생, 교각 균열, 표면균열, 누수흔적, 이물질퇴적 - 차수관 볼트 탈락, 텔리네이트 파손, 교대 법면 이격 및 침하						
주요 보수·보강	- 표면처리, 재도장, 아스콘 재포장, 신축이음 하부 보수, 주의관찰, 정비						
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]							
구분	성명	과업 참여기간			기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			고 급		
라. 참고사항							
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 신축이음장치 하부 간격재 손상 진전여부 및 거동상태, 신축 장치 주변 포장손상의 진전여부, 주형내부 우수유입과 누수흔적의 진전여부							

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

청도천1교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으므로, 미보수된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 바닥판하면 균열 및 백태, 주형 내·외부 도장손상, 주형 내부 우수 유입, 하부구조 균열 및 백태, 받침장치 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 교면포장 라벨링, 패임, 배수관 지지철물 탈락, 위치 부적절, 방호벽 균열 및 백태, 단차, 신축이음장치 본체 간격조절재 볼트 탈락, Bearing 이격, 레일 본체 진동 등이 발생한 상태이다.

특히 신축장치 하부 손상의 경우 공용기간 증가 및 지속적인 차량통행에 따른 진동 및 충격 등의 영향으로 인해 손상의 재발생 가능성이 예상되므로, 보수후에도 지속적인 점검 등을 통한 유지관리가 필요하며, 신축이음 유간여유량 부족에 대해서도 적절한 조치 후 지속적인 주의관찰이 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 청도천1교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	바 닥 판	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
	주 형	b	내·외부 도장손상 내부 누수 및 우수유입	도장보수공법 주의관찰
	가로보, 세로보	b	도장손상	도장보수공법
하 부 구 조	교 대	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
	교 각	b	균열(0.3mm 미만) 누수흔적	표면처리공법 표면처리공법
교량받침		b	받침콘크리트 균열(0.3mm 미만) 불소수지판 노출	표면처리공법 주의관찰
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링 패임	주의관찰 아스콘 팻칭
	신축이음	c	볼트 탈락 하부 누수 및 녹발생	정비 및 주의관찰 도장보수공법
	난 간	c	균열(0.3mm 이상)	수지주입공법
	배수시설	c	배수관 연결고리 탈락 배수관 연결재 탈락	정비 정비

2) 청도천1교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결합발생 부재		상태 평가 결과	결합 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	바 닥 판	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
	주 형	b	내·외부 도장손상 내부 누수 및 우수유입	도장보수공법 주의관찰
	가로보, 세로보	b	도장손상	도장보수공법
하 부 구 조	교 대	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
	교 각	b	균열(0.3mm 미만) 표면균열	표면처리공법 표면처리공법
교량받침		b	Plate 도장손상 볼트 녹발생	도장보수공법 도장보수공법
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링 패임	주의관찰 아스콘 팻칭
	신축이음	c	하부 녹발생 하부 볼트 탈락 하부 베어링 들뜸	정비 정비 정비
	난 간	c	균열(0.3mm 이상)	수지주입공법
	배수시설	c	배수관 위치불량	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
받침장치	적용	검토	가속도계수 A=0.15를 적용한 내진1등급교 다중모드 스펙트럼 해석 실시 불소수지 POT BEARING 적용
교대, 교각	적용	검토	가속도계수 A=0.15를 적용한 내진1등급교 다중모드 스펙트럼 해석 실시 불소수지 POT BEARING 적용

라. 현장시험

1) 청도천1교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~S12	27.4~29.5MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, A2 P1~P11	24.7~26.9MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1, S3, S5 S9, S12	1.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1, A2 P1, P3, P5	4.0~8.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 청도천1교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~S12	27.3~29.0MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, A2 P1~P11	24.3~26.9MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S2, S4, S6 S8, S10	2.0~6.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1, A2 P7, P9, P11	5.0~9.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.3 청도천2교

1. 기본현황

가. 일반현황							
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규				
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁				
시설물구분	도로	종류	도로교량		종별	1종	
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	4,542	안전 등급	상행	B
			하행	4,542		하행	B
시설물위치	경상북도 청도군 청도읍 유흥리	시설물규모	상행	연장 290.0m, 폭 12.6m, 차선 2			
			하행	연장 290.0m, 폭 12.6m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황							
중대결함	해당사항 없음						
점검 주요 결과	- 교면포장 라벨링, 패임, 포트홀 - 배수관 바닥판 연결부 누수(보수부 채손상), 연결재 탈락, 배수구 막힘 - 방호벽 균열(폭0.2mm이하), 균열부 백태 - 신축장치 본체 유간 여유량 부족, 이물질퇴적, 녹발생,접속부 이격 및 단차 - 바닥판 균열(폭0.2mm이하) 및 백태, 상·하행선 접합부 백태 재료분리 및 철근노출 - 주형 내부 누수 및 우수유입, 이물질퇴적, 도장손상, 용접불량, 이상음 발생 - 주형 외부 도장손상, 가로보 도장손상 - 받치장치 이동여유량 부족, 도장손상, 마감재 탈락 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열, 국부파손 - 교대 및 교각 균열, 백태, 누수흔적. - 차수판 앵커 볼트 탈락, 교대 법면 보호블럭 이격 및 침하						
주요 보수·보강	- 아스콘 채포장, 표면처리, 단면보수, 채도장, 정비, 주의관찰						
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]							
구분	성명	과업 참여기간			기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			고 급		
라. 참고사항							
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 신축이음장치 및 받침장치 거동상태 및 유간부족에 의한 2차 손상 발생 유무, 주형내부 누수 및 이상음 발생 구간 추가 손상 발생 유무							

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

청도천2교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 보수는 실시되지 않은 상태이며, 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으나 기 발생한 손상에 대해서는 구조물의 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 바닥판하면 균열 및 백태, 주형 내부 누수 및 우수유입, 도장손상, 이물질퇴적, 하부구조 균열 및 백태, 교량받침 도장손상 및 이동여유량 부족, 교면포장 라벨링, 패임, 신축이음장치 유간부족, 후타재 접속부 이격 및 단차, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 연결부 누수, 연결재 탈락 등이 조사되었다.

특히 주형내부 누수의 경우 유입된 우수와 콘충사체가 접촉하여 사체의 부식으로 인해 도장오염이나 도장손상을 유발할 수 있으므로, 누수 방지를 위한 적절한 조치 및 이물질에 대한 정비가 요구된다. 또한 신축이음장치 및 받침장치의 경우 여유량이 크지 않으므로 지속적인 점검을 통한 주의관찰이 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 청도천2교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	바 닥 판	b	균열(0.3mm 미만) 재료분리 및 철근노출	표면처리공법 방청, 단면보수공법
	주 형	b	내·외부 도장손상 내부 누수 및 우수유입	도장보수공법 주의관찰
	가로보, 세로보	b	도장손상	도장보수공법
하 부 구 조	교 대	b	균열(0.3mm 미만) 콘크리트 파손	표면처리공법 단면보수공법
	교 각	b	균열(0.3mm 미만) 표면균열	표면처리공법 표면처리공법
교량받침		b	받침콘크리트 균열(0.3mm 미만) 무수축물탈 균열(0.3mm 미만)	표면처리공법 표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	패임	아스콘 팻칭
	신축이음	b	이물질퇴적	정비
	난 간	c	균열(0.3mm 이상)	수지주입공법
	배수시설	b	배수구 막힘	정비

2) 청도천2교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	바 닥 판	b	균열(0.3mm 미만)	표면처리공법
	주 형	b	내·외부 도장손상 내부 이물질퇴적	도장보수공법 정비
	가로보, 세로보	b	도장손상 플랜지 국부 변형	도장보수공법 정비
하 부 구 조	교 대	b	균열(0.3mm 미만) 누수 및 백태	표면처리공법 표면처리공법
	교 각	b	균열(0.3mm 미만)	표면처리공법
교량받침		b	Plate 도장손상 받침콘크리트 파손	도장보수공법 단면보수공법
기 타 부 재	교면포장	b	패임 라벨링	아스콘 팻칭 주의관찰
	신축이음	b	이물질퇴적 접속부 이격 및 단차	정비 주의관찰
	난 간	b	균열(0.3mm 미만) 백태	표면처리공법 표면처리공법
	배수시설	c	배수관 연결재 탈락	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
받침장치	적용	검토	가속도계수 A=0.15를 적용한 내진1등급교 다중모드 스펙트럼 해석 실시 불소수지 POT BEARING 적용
교대, 교각	적용	검토	가속도계수 A=0.15를 적용한 내진1등급교 다중모드 스펙트럼 해석 실시 불소수지 POT BEARING 적용

라. 현장시험

1) 청도천2교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~S6	27.9~29.7MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, A2 P1~P4	24.4~26.1MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1, S2, S4 S5, S6	1.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1, A2 P1~P3	2.0~6.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 청도천2교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~S6	27.4~29.0MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, A2 P2~P5	25.0~26.5MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1, S2, S4 S5, S6	2.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1, A2 P3~P5	3.0~6.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.4 청도1터널

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2 중 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31					
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규					
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁					
시설물구분	도로	종류	도로터널		종별	2종		
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	11,152	안전 등급	상행	A	
			하행	10,701		하행	A	
시설물위치	경상북도 청도군 청도읍 유호리	시설물규모	상행	연장 560m, 폭 9.5m, 높이 7.7m, 2차선				
			하행	연장 575m, 폭 9.5m, 높이 7.7m, 2차선				
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과	- 갭문 철근노출, 갭문배수로 토사퇴적 - 천정부 중·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열 - 측벽부 누수 및 균열, 타일파손 - 조인트부 콘크리트 들뜸, 덮개 파손 - 공동구 덮개 및 벽체 파손, 포장부 스폐링 및 스킨링 - 시·중점측 사면 표층유실, 수목전도위험, 낙생토유실, 암괴, 누수							
주요 보수·보강	- 균열부 주입보수공법, 단면보수, 정비							
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]								
구분	성명	과업 참여기간				기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특급		
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특급		
분야별책임기술자 (사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				고급		
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 천정부 중·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열, 조인트부 들뜸, 시·중점측 사면 손상부 진전여부								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

청도1터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 주요현황으로는 천정부 재균열, 측벽부 타일균열 및 파손, 누수 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸 및 덮개 파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 스펀링 및 스켈링, 사면부 표층유실, 수목전도 위험, 녹생토 유실, 암반 노출, 배수로 균열 및 누수 등의 손상이 발생하였다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 지속적인 주의관찰이 요망된다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 청도1터널(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	균열, 들뜸, 누수	주입 및 표면보수
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	단면보수공법
	갯 문	0.5	녹생토퇴적, 균열, 철근노출	정비
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
기타	포 장 부	-	스켈링, 스펀링	단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	교체
	사·종점측 사 면 부	-	녹생토유실, 수목전도위험, 암피노출, 측구 균열 및 이격	정비, 주의관찰 단면보수공법

2) 청도1터널(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	균열, 들뜸, 누수	주입 및 표면보수
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	단면보수공법
	갯 문	0.5	녹생토퇴적, 균열, 철근노출	정비
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
기타	포 장 부	-	스켈링, 스폐링	단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	교체
	시·종점측 사 면 부	-	녹생토유실, 수목전도위험, 압괴노출, 측구 균열 및 이격	정비, 주의관찰 단면보수공법

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
			해당사항 없음

라. 현장시험

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘 크 리 트 반발경도	[상행선 : 2개소] S-2,65 [하행선 : 2개소] S-2,65	콘크리트라이닝 [24.2~24.9MPa]	설계기준강도 24MPa를 상회하며 양호한 상태임
콘 크 리 트 탄산화	[상행선 : 2개소] S-2,65 [하행선 : 2개소] S-2,65	3~6mm	철근피복두께(50mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.5 콘크리트옹벽

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	도로	종류	콘크리트옹벽	종별	2종
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	5,554	안전 등급	A
시설물위치	경북 청도군 청도읍 거연리	시설물규모	연장 : 150.0m , 높이 : 5.0~7.0m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함					
점검 주요 결과	- 침하, 활동 및 전도 등의 징후는 보이지 않음 - 옹벽 전면 균열 및 보수부 재균열 일부 발생 - 조인트부 실란트파손 일부 발생 - 그을음 발생				
주요 보수·보강	- 주의 관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
분야별책임기술자 (사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		고 급	
라. 참고사항					
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 조인트부 실란트파손 진전여부(J3)					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
콘크리트옹벽(6공구)에 대한 정밀점검 결과, 우수한 상태인 “A” 등급으로 평가되었다. 콘크리트옹벽은 상부 성토부, 하부 도로부 및 성토부, 배수로는 양호한 상태이며, 침하, 전도 및 활동 등 옹벽의 안전성에 영향을 미치는 손상은 없는 양호한 상태이다. 금회 조사시 조인트부 들뜸에 대해 보수를 실시하였고, 주요 손상현황으로 전면부 일부에서 수직균열 및 재균열, 조인트부 실란트파손, 그을음 등의 손상이 조사되었다. 옹벽의 내구성을 높이기 위하여 균열보수가 필요할 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 콘크리트옹벽

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 부재	상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	재균열(0.3mm미만)	표면처리
SPAN 3	a	재균열(0.3mm미만)	표면처리
SPAN 3	a	그을음	주의관찰
JOINT 3	a	실란트파손	재시공
SPAN 4	a	균열(0.3mm미만)	표면처리
SPAN 5	a	균열(0.3mm미만)	표면처리
SPAN 6	a	균열(0.3mm미만)	표면처리

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
	해당사항 없음		

라. 현장시험

1) 콘크리트옹벽(6공구)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	SPAN 1, 2, 4	25.2~25.9MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	SPAN 1, 2, 4	3~4mm	철근피복두께와 비교시 문제가 없는 상태임

5.6 보강토옹벽(6공구)

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	도로	종류	보강토옹벽	종별	2종
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	7,081	안전 등급	A
시설물위치	경북 청도군 청도읍 거연리	시설물규모	연장 : 286.5m , 높이 : 1.88~11.25m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함					
점검 주요 결과	- 침하, 전도 및 활동 등의 징후는 보이지 않음. - 콘크리트 판넬 일부 파손 발생. - 옹벽 전면판 누수 및 누수흔적, 백태 조치요망. - 비 진행성 배부름 손상은 전회와 비교시 진전은 극히 미미함.				
주요 보수·보강	- 누수부 조치요망, 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
분야별책임기술자 (사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		고 급	
라. 참고사항					
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 전면판 누수부 진전 및 토사세굴여부확인, 배부름의 진전유무, 몰탈격자블럭 주위 유실 유무					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
보강토옹벽(6공구)에 대한 정밀점검 결과, 우수한 상태인 “A” 등급으로 평가되었다. 보강토옹벽의 콘크리트 판넬이나 뒷채움 보강토의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 주요 손상현황으로 콘크리트 판넬 일부에서 파손, 배부름, 누수 및 누수흔적, 백태가 발생하였으며, S4의 배부름은 시공당시에 생긴 것으로 추정된다. 현재 전회와 비교시 진전이 미미한 것으로 보아 비진행성 손상인 것으로 추정된다. 그러나 변위 및 변형도 장기적인 미소한 변위가 누적되면 위험수준에 도달할 수 있으므로, 장기적으로 자료를 비교·분석하여 확인해야할 필요가 있다. 전면판에 누수 및 누수흔적, 백태는 진행성 손상으로 지속적인 주의관찰이 요망된다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 보강토옹벽(6공구)

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : A
결함발생 부재	상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
SPAN 1	a	양호	주의관찰
SPAN 2	a	양호	주의관찰
SPAN 3	a	양호	주의관찰
SPAN 4	a	판넬 파손 판넬 전면부 배부름	주의관찰
SPAN 5	a	양호	주의관찰
SPAN 6	a	판넬 파손	주의관찰
SPAN 7	a	양호	주의관찰
SPAN 8	a	양호	주의관찰
SPAN 9	a	판넬 파손	주의관찰
SPAN 10	a	양호	주의관찰
SPAN 11	a	판넬 파손	주의관찰
SPAN 12	a	판넬 파손 누수흔적 및 백태	주의관찰
SPAN 13	a	양호	주의관찰
SPAN 14	a	양호	주의관찰
SPAN 15	a	양호	주의관찰

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
	해당사항 없음		

라. 현장시험

1) 보강토옹벽(6공구)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도		해당사항 없음	
콘크리트 탄산화			

목 차

제 1 편 공통편

제 1 장 서 론	2
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.3 과업대상 시설물 개요	4
1.4 과업수행 흐름도	5
1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의	8
1.6 과업수행일정	10
제 2 장 외관조사 개요	11
2.1 교량 외관조사 요령	12
2.2 교량 부재별 점검항목 및 상태평가 기준	14
2.3 터널 외관조사 요령	36
2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준	37
2.5 옹벽의 상태평가 기준	43
제 3 장 내구성조사 개요	51
3.1 내구성조사 개요	52
3.2 내구성조사 및 결과분석 방법	52
제 4 장 보수공법 및 유지관리방안	57
4.1 보수공법 개요	58
4.2 보수공법	58
4.3 유지관리방안	69

제 2 편 시설물편

1. 고정대교	73
2. 청도천1교	145
3. 청도천2교	199
4. 청도1터널	249
5. 콘크리트옹벽(6공구)	291
6. 보강토옹벽(6공구)	311

부 록 I	339
-------------	-----

1. 사진첩
2. 과업지시서
3. 과업수행계획서
4. 시설물관리대장 사본
5. 상태평가 결과 자료
6. 콘크리트 비파괴강도 자료

부 록 II (별책)

1. 외관조사망도
2. 손상현황 사진첩

제 1 편 공통편

제1장 서 론

제2장 외관조사 개요

제3장 내구성조사 개요

제4장 보수공법 및 유지관리방안

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업대상 시설물 개요

1.4 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의

1.6 과업수행일정

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 용역은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 규정에 의한 안전점검으로서 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전에 기록된 상태로부터 변화를 확인하며 구조물 현재의 사용요건을 확인하는데 목적이 있으며

- 1) 시설물에 대한 외관상태 및 안전성을 확인하고
- 2) 시설물의 변화상태에 대한 지속적인 기록의 제공
- 3) 시설물의 안전성 확보 및 합리적인 유지관리를 할 수 있도록 하기 위함.

1.2 과업의 범위 및 내용

1) 자료수집 및 분석

- ① 설계도서(중·평면도, 단면도, 구조물도, 구조계산서, 공사시방서등)
- ② 시설물 관리대장
- ③ 공사기록(시공관련 자료)
- ④ 이전 안전점검 자료
- ⑤ 보수·보강 공사 자료
- ⑥ 부대시설물 및 기타 환경조건 등

2) 현장조사 및 시험

- ① 시설물의 외관조사 및 외관조사망도 작성
- ② 시설물의 재료시험
 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험)
 - 콘크리트 탄산화 깊이측정

3) 결과분석 및 상태평가

- ① 외관조사 및 재료시험 결과분석
- ② 부재에 대한 상태평가

- ③ 시설물 전체의 상태평가등급 산정
- ④ 문제부위 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가등급에 대한 책임기술자 소견

4) 보수·보강 방안 및 유지관리방안 제시

- ① 시설물의 손상항목에 대한 보수·보강 방안 제시(필요시)
- ② 시설물의 유지관리 및 점검 또는 진단시 중점 착안사항 제시

5) 종합보고서 작성

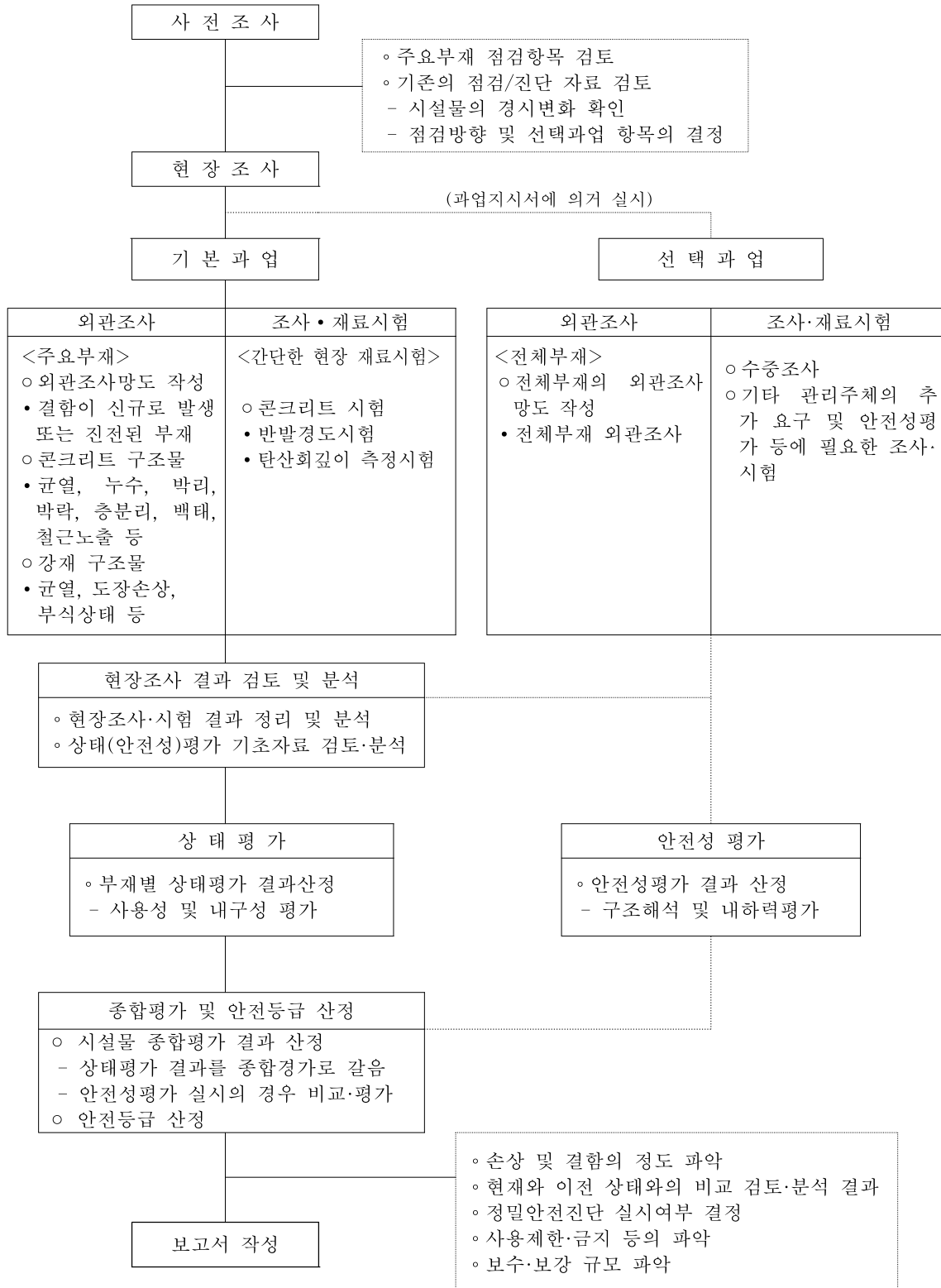
1.3 과업대상 시설물 개요

순번	교량명	위치	연장(m)	교폭(m)	경간수	최대경간장(m)	상부형식	준공년도	비고
1	고정대교	밀양시 상동면 ~청도읍 내호리	1,320	12.6	13	120	PSC Box	2006	1종
2	청도천1교	청도읍 유호리	580	12.6	12	50	ST Box	2006	1종
3	청도천2교	청도읍 유호리	290	12.6	6	50	ST Box	2006	1종

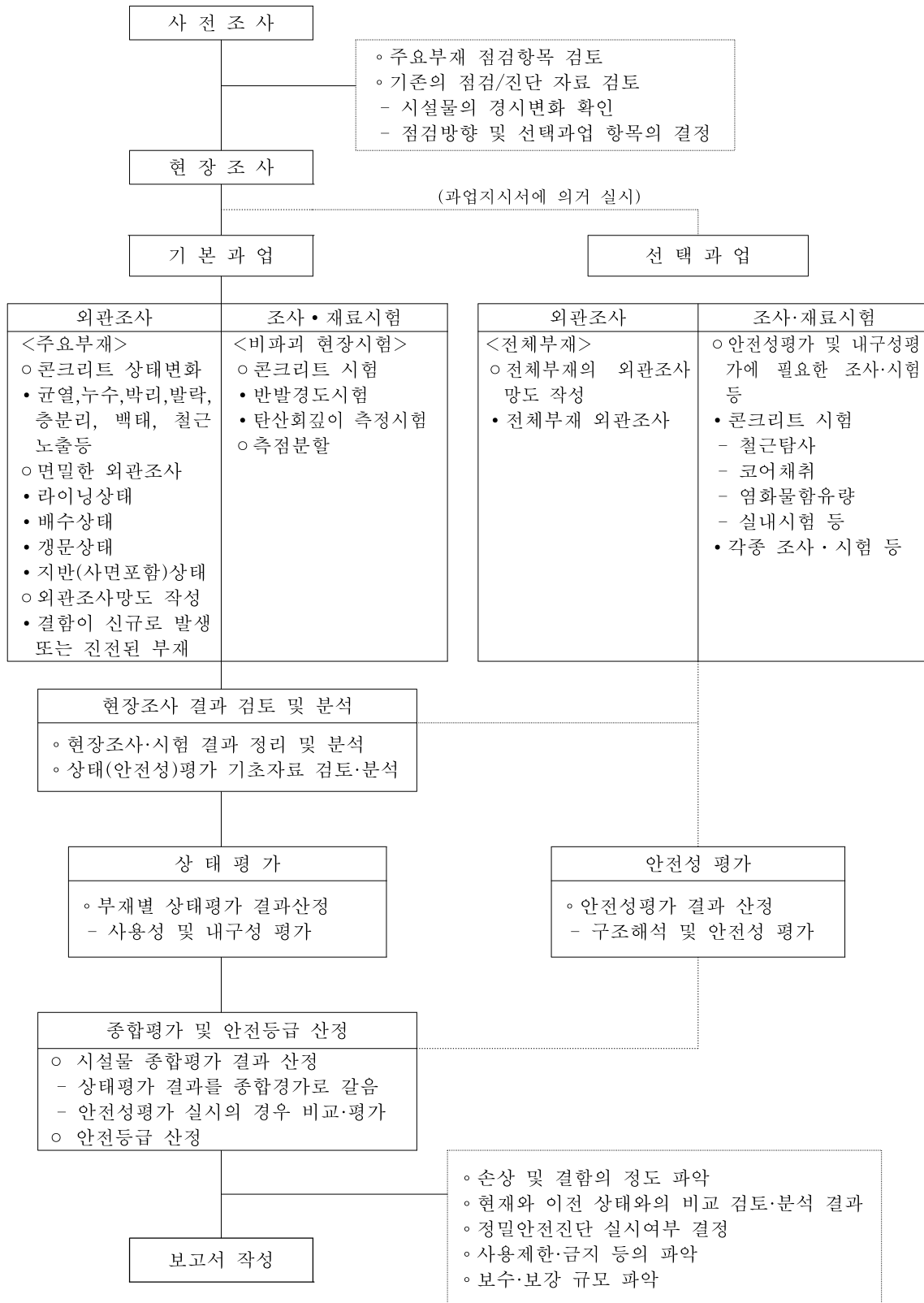
순번	터널명	위치	연장(m)		개문형식		차선평폭(m)	준공년도	비고
			상행	하행	부산측	대구측			
4	청도1터널	청도읍 유호리	571	557	벨마우스	면벽식	7.2	2006	2종

순번	옹벽명	위치	옹벽 전면부		형식	재료	준공년도	비고
			연장(m)	높이(m)				
5	RC옹벽 (6공구)	청도읍 거연리	150.0	5.0~7.0	역T형	철근 콘크리트	2006	2종
6	보강토옹벽 (6공구)	청도읍 거연리	286.5	1.88~11.25	보강토	콘크리트 판넬	2006	2종

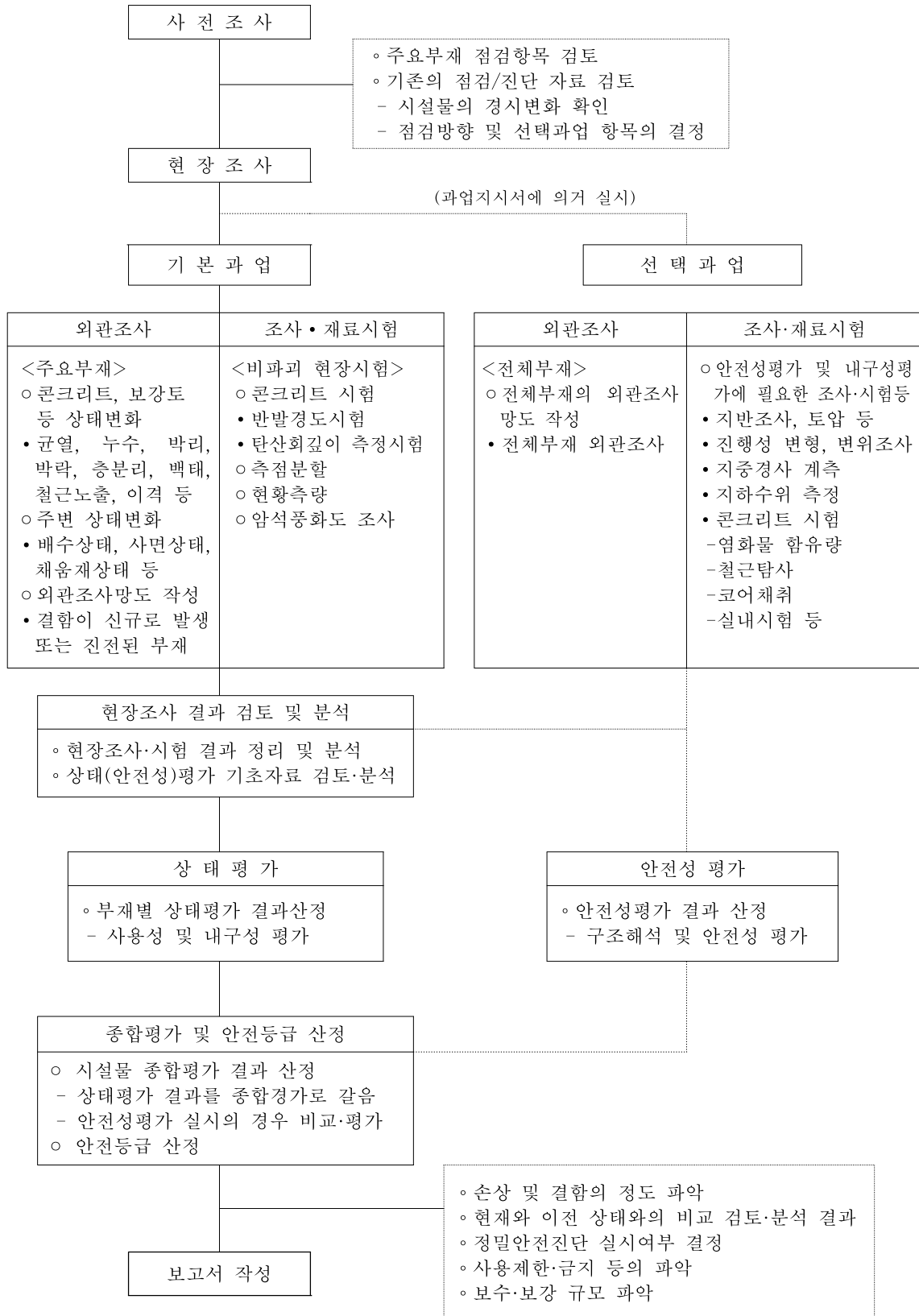
1.4 과업수행 흐름도



[그림 1.4.1] 교량 정밀점검 과업수행 흐름도



[그림 1.4.2] 터널 정밀점검 과업수행 흐름도



[그림 1.4.3] 용벽 정밀점검 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의

1.5.1 과업수행 투입장비

점검에 사용하는 점검장비를 휴대장비, 접근장비, 비파괴장비로 구분하였다.

[표 1.5.1] 투입장비 현황

구 분	사용장비	비 고
휴 대 장 비	줄자, 스타프, 망원경, 균열확대경, 크랙게이지, 카메라, 랜턴, 교통통제 시설물, 필기도구	
접 근 장 비	사다리, 고소점검차, 교량굴절차 등	
비파괴 장비	반발경도측정기(Schmidt Hammer) 암반경도측정기 탄산화 깊이 측정 Set	

1.5.2 시설물 기호의 정의

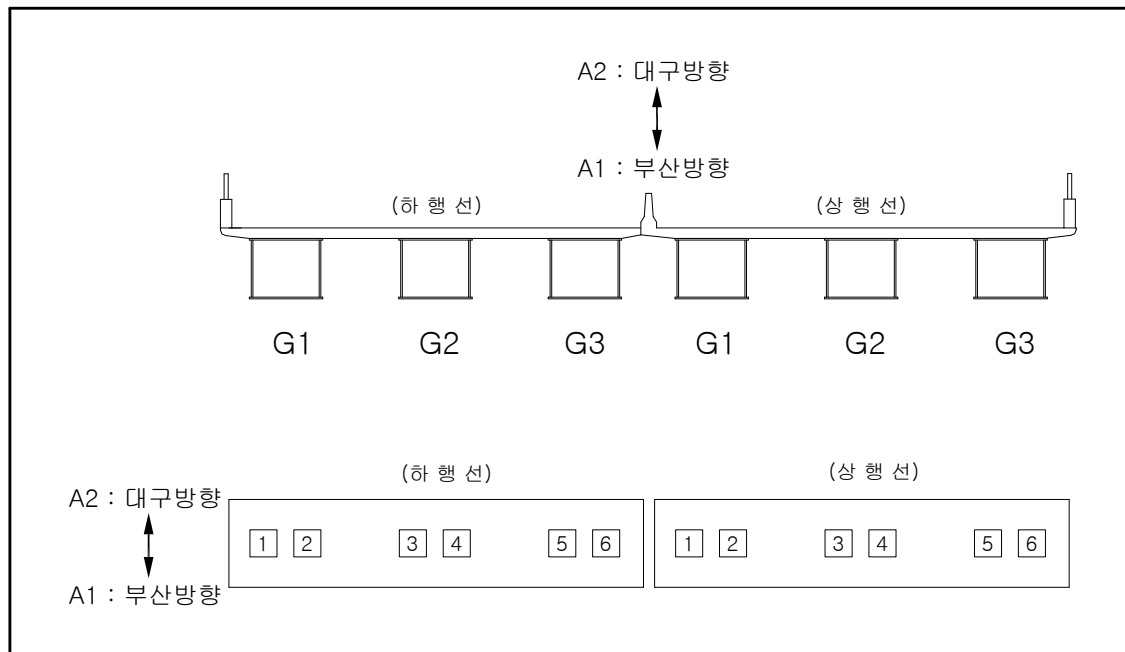
1) 교량 기호 정의

교량 시설물에 대한 외관조사를 수행함에 있어 아래와 같이 상부구조, 하부구조 및 기타 부재 등에 대한 위치별, 부재별 기호를 정의하여 과업의 효율성과 통일성을 기하고자 하였다.

[표 1.5.2] 교량 기호 정의

구 분	사 용 기 호	정 의
경 간	Sa	경간번호 (제 a 번째 span)
주 형	Ga (ST & PSC Box, PSC Beam)	Girder & Beam 주형번호 (제 a 번째 주형)
	Ca	Cross Beam 번호 (a번째 Cross Beam)
교좌 장치	SHa,b	교좌장치 번호(제a번째 교각의b번째 Shoe)
교 대	Aa	교대 번호 (제 a 번째 Abutment)
교 각	Pa	교각 번호 (제 a 번째 Pier)
배 수 구	Da	배수구 번호 (제 a 번째 Drainage)
신축 이음	EJa	신축이음 번호 (Expansion Joint : A1⇒A2 진행방향)

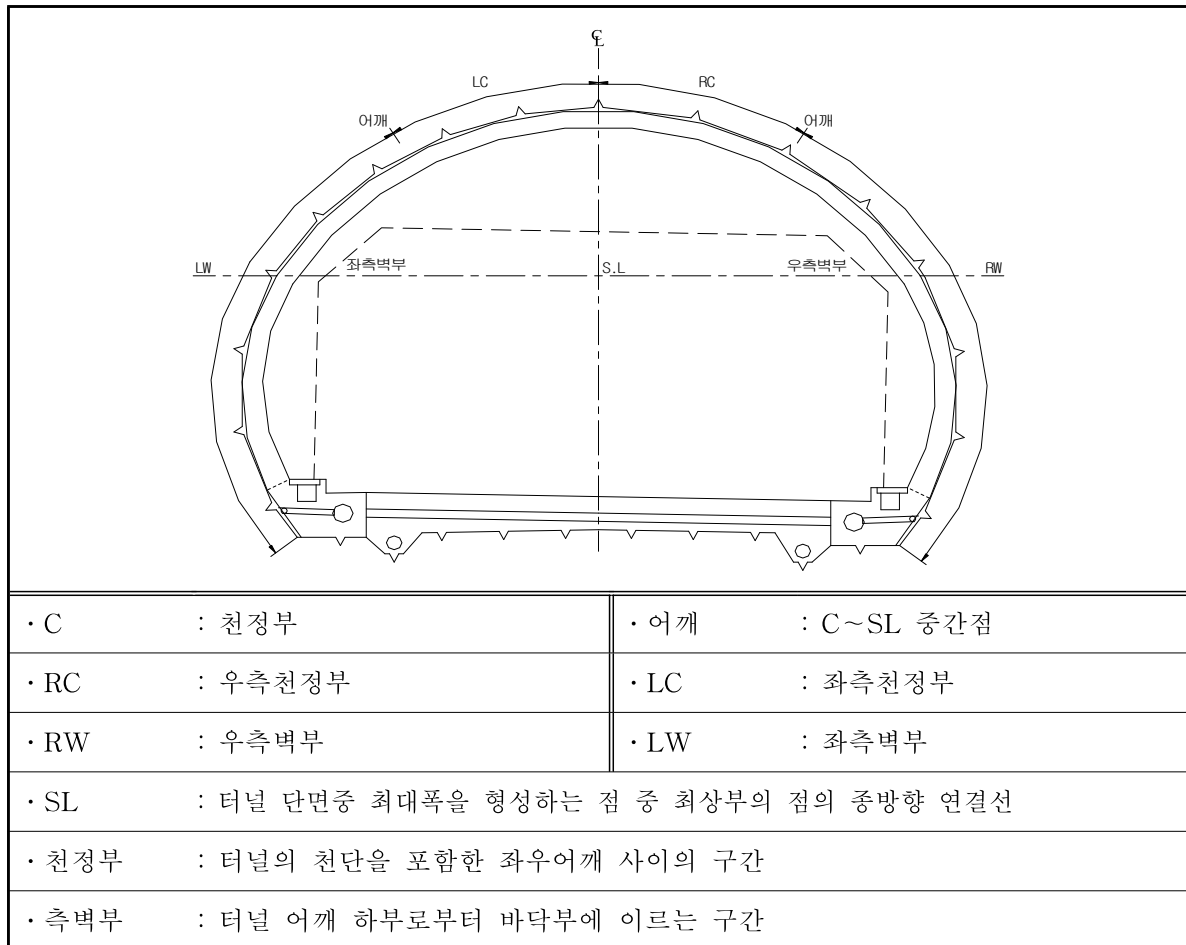
- A1 ⇒ A2 : 부산방향에서 대구방향



[그림 1.5.1] 주형 및 교좌장치 위치표기 법례

2) 터널 기호 정의

터널 시설물에 대한 측점은 향후 유지관리를 위해 부산측 시점부터 대구측 종점까지 1 SPAN 단위로 표기하여 외관조사 및 외관조사망도를 작성하였다. 터널의 기호는 터널 표준시방서('99. 4, 건설교통부제정, 대한 터널협회)를 참조하여 다음 <그림 1.5.2>와 같이 표기하였다.



[그림 1.5.2] 터널 기호 정의

1.6 과업수행일정

- 과업수행기간 : 2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31

공 종	'13년												비 고
	9월			10월			11월			12월			
	9	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	30	
1. 자료수집 및 분석													
2. 현장조사 및 시험													
3. 자료분석 및 상태평가													
4. 보수·보강 및 유지 관리 방안 제시													
5. 보고서 제출													

제 2 장 외관조사 개요

2.1 교량 외관조사 요령

2.2 교량 부재별 점검항목 및 상태평가 기준

2.3 터널 외관조사 요령

2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준

2.5 옹벽의 상태평가 기준

제 2 장 외관조사 개요

2.1 교량 외관조사 요령

시설물의 외관조사는 손상현황 및 결함의 상태를 파악하여 시설물의 상태평가지 기초 자료로 활용하며, 시설물의 건전성을 저해시키는 위험요인을 사전에 발견하여 보다 적절한 보수대책 수립을 위한 기본자료를 얻기 위함이며, 점검은 직접 및 접근장비(사다리 및 교량점검차 등)등을 이용하여 대상부위에 가능한 근접하여 조사를 실시하였다.

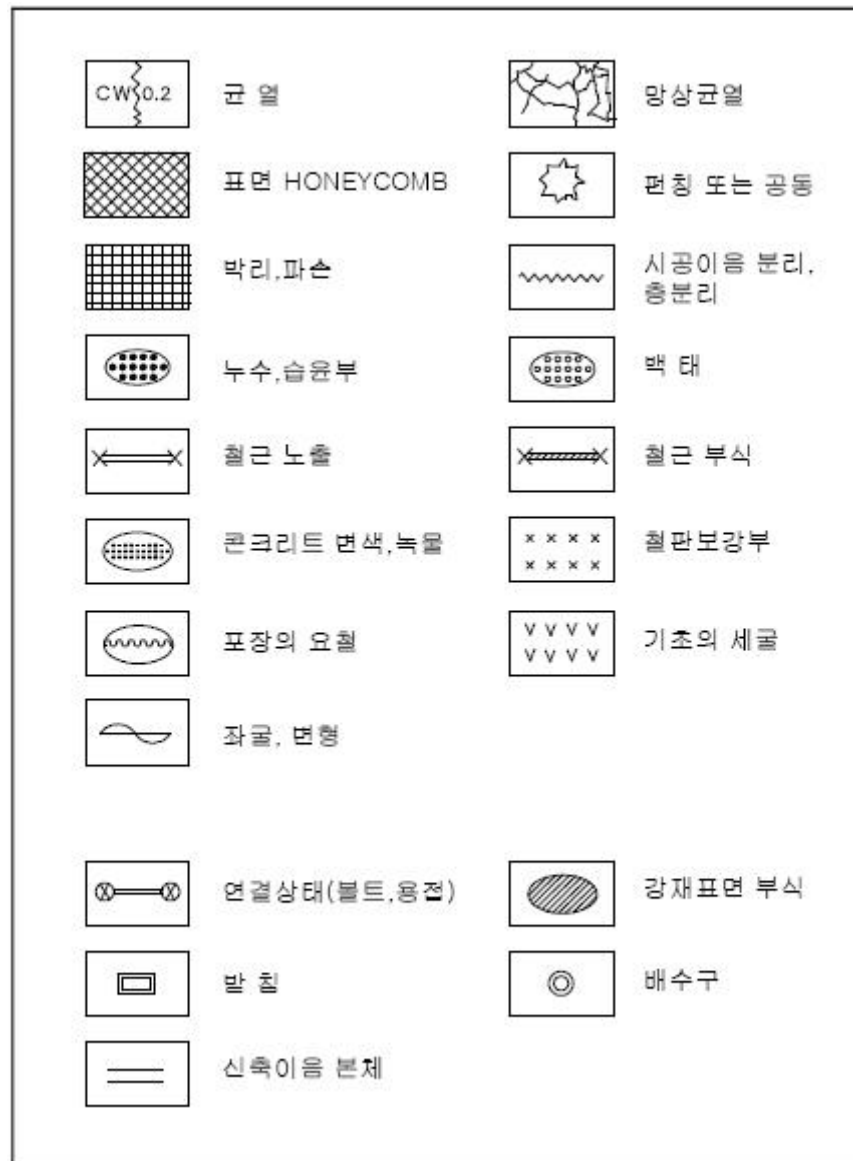
점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열확대경, 줄자 등을 이용하여 근접조사를 실시하였다.

외관조사시 손상 또는 결함의 정도는 국토해양부 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12. 국토해양부, 한국시설안전공단)」을 기준으로 평가하였으며, 교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준은 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 적용한다.

[표 2.1.1] 안전등급

안전등급	시설물의 상태	비고
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	

『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 2010. 12. 국토해양부, 한국시설안전공단』의 부록A. 손상표시범례에 따라 과업대상 시설물의 구성 부재별로 외관조사망도를 작성하여 향후 시설물의 점검 및 유지관리시에 효율적으로 활용할 수 있게 하였다.



[그림 2.1.1] 교량 부재별 외관조사 범례

2.2 교량 부재별 점검항목 및 상태평가 기준

2.2.1 교면포장

1) 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷공통	▷아스팔트	• 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모
	▷콘크리트	• 균열, 마모, 박리, 파손
▷신축이음 전후, 시설물 경계부		• 단차, 파손
▷곡선부, 중차량 통행차로		• 마모, 바퀴자국
▷배수구 주변		• 물고임

2) 상태평가 기준

- 경간단위로 평가하며 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준범위를 “a~d”로 한다.

등급	포장불량		배 수
a	• 미세균열	• 없음	• 없음
b	• 포장불량 2% 미만	• 포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음	• 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	• 포장불량 2%이상 10%미만	• 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	• 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	• 포장불량 10% 이상	• 전반적인 재포장이 필요한 상태	• 배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	-	-	-

2.2.2 배수시설

1) 점검부위 및 손상종류

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

2) 상태평가 기준

경간단위로 평가하며, 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최저값을 배수시설의 평가결과로 한다.

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

2.2.3. 난간 · 연석

1) 점검부위 및 손상종류

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

2) 상태평가 기준

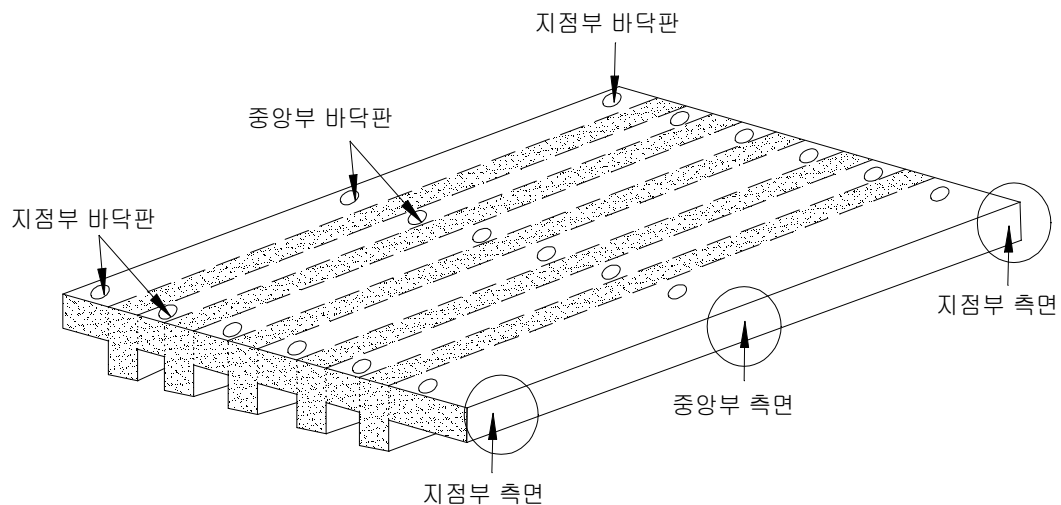
- 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가지 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.

등급	강재		콘크리트
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 도장불량 10% 미만	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	· 경미한 손상, 0.3mm 이하 균열
c	· 도장 불량 10%이상 · 부식으로 인한 단면 손상 10% 미만	· 파손 및 탈락 10%미만	· 0.3mm 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	-	-	-

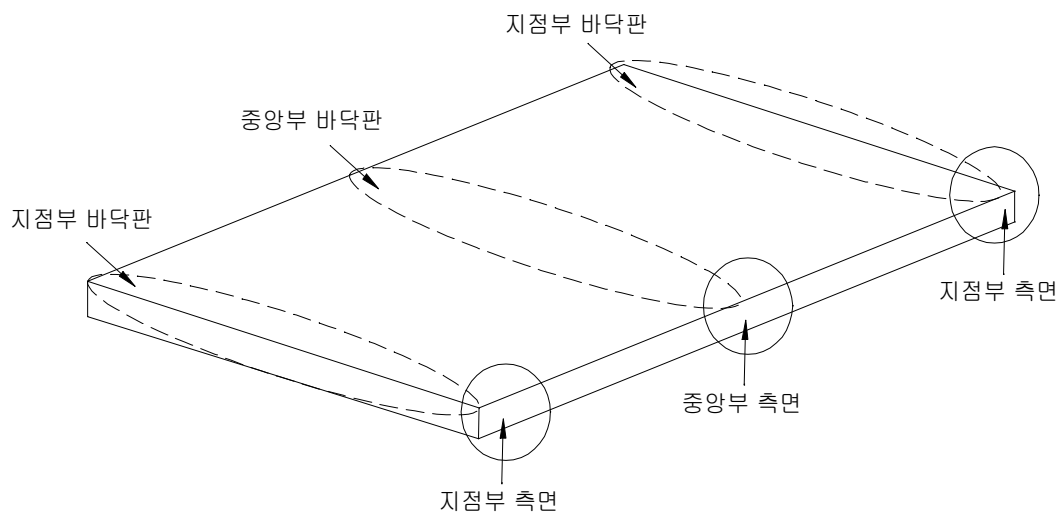
2.2.4 바닥판

1) 철근콘크리트 바닥판 점검부위

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



[그림 2.2.1] 거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위



[그림 2.2.1] 거더가 없는 경우의 바닥판 점검부위

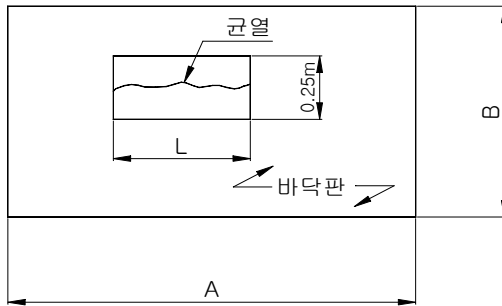
2) 철근콘크리트 바닥판 상태평가 기준

- 경간단위로 평가하며 콘크리트 바닥판을 대상으로 한다.
- 슬래브교와 라멘교, 박스거더의 상부플랜지는 구조적으로 바닥판과 거더의 역할을 같이 하지만 바닥판의 상태평가 기준안을 따른다. 그러나 이러한 형식의 교량에는 바닥판과 거더의 역할에 따른 복합적인 손상이 발생하기 때문에 철근콘크리트 거더 및 가로보의 상태평가 기준을 참고하여 점검한다.
- 상태평가 기준안에서 균열율은 폭 0.2mm 이상의 균열을 대상으로 산정한다.

등급	균 열		열화 및 손상
	1방향균열	2방향균열	
a	· 균열폭 0.1mm 미만	· 표면균열폭 0.1mm 미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만 · 균열율 2% 미만	· 표면균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 균열율 2%이상~10%미만	· 표면균열폭 0.3mm이상	· 표면손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만 · 텍스플레이트 박리 및 누수 발생
d	· 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 균열율 10%이상~20%미만	· 표면균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	· 표면손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상 · 텍스플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 균열율 20%이상	· 표면균열에 인한 박리 가 심하여 편칭과괴 발생 가능성 있음.	· 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

※ 균열을 산정방법

① 일방향 균열



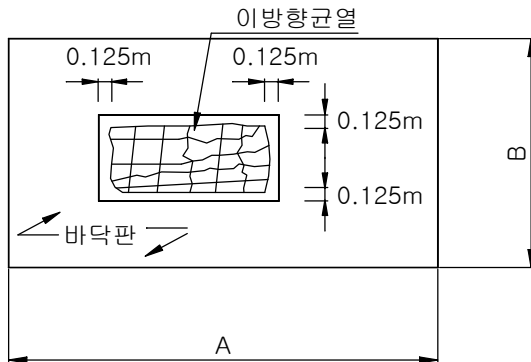
면적을

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

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

- 발생면적은 균열길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 한다.
- 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 균열발생 면적을 구한다.

② 이방향 균열



면적을

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

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

- 균열의 발생면적은 균열발생부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구분한 후 균열 발생면적(점선내부면적)은 (가로길이+0.25m) × (세로길이+0.25m)로 계산한다.

※ 표면손상에 대한 면적율 산정방법

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

※ 철근부식 손상면적율 산정 방법

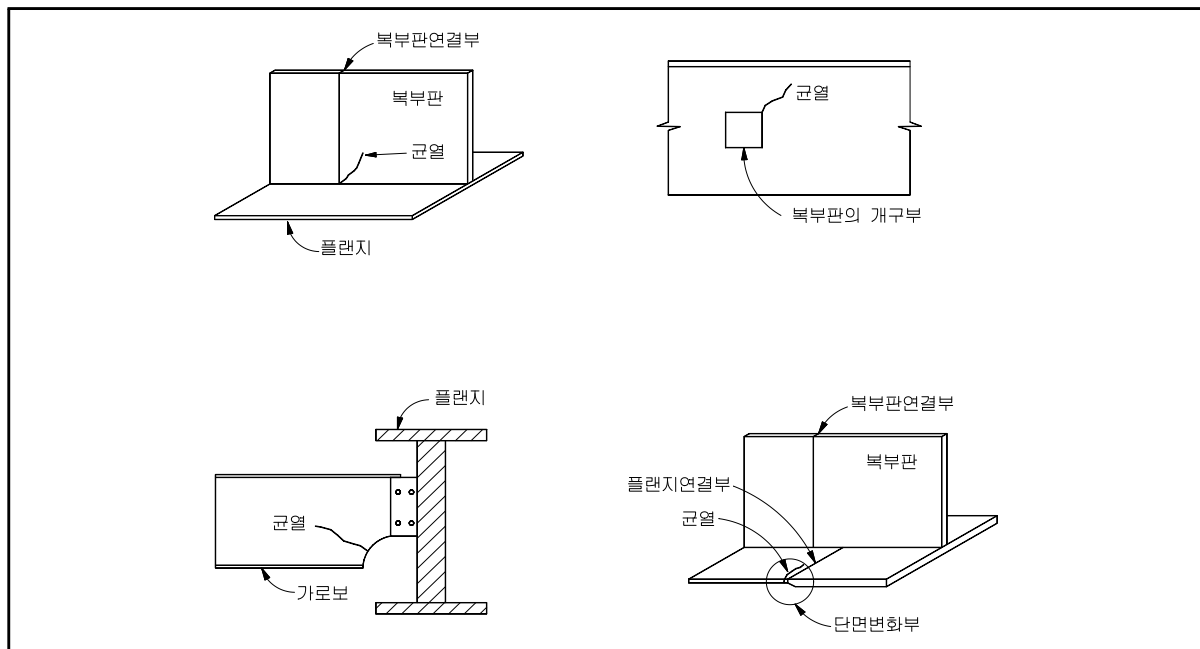
노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

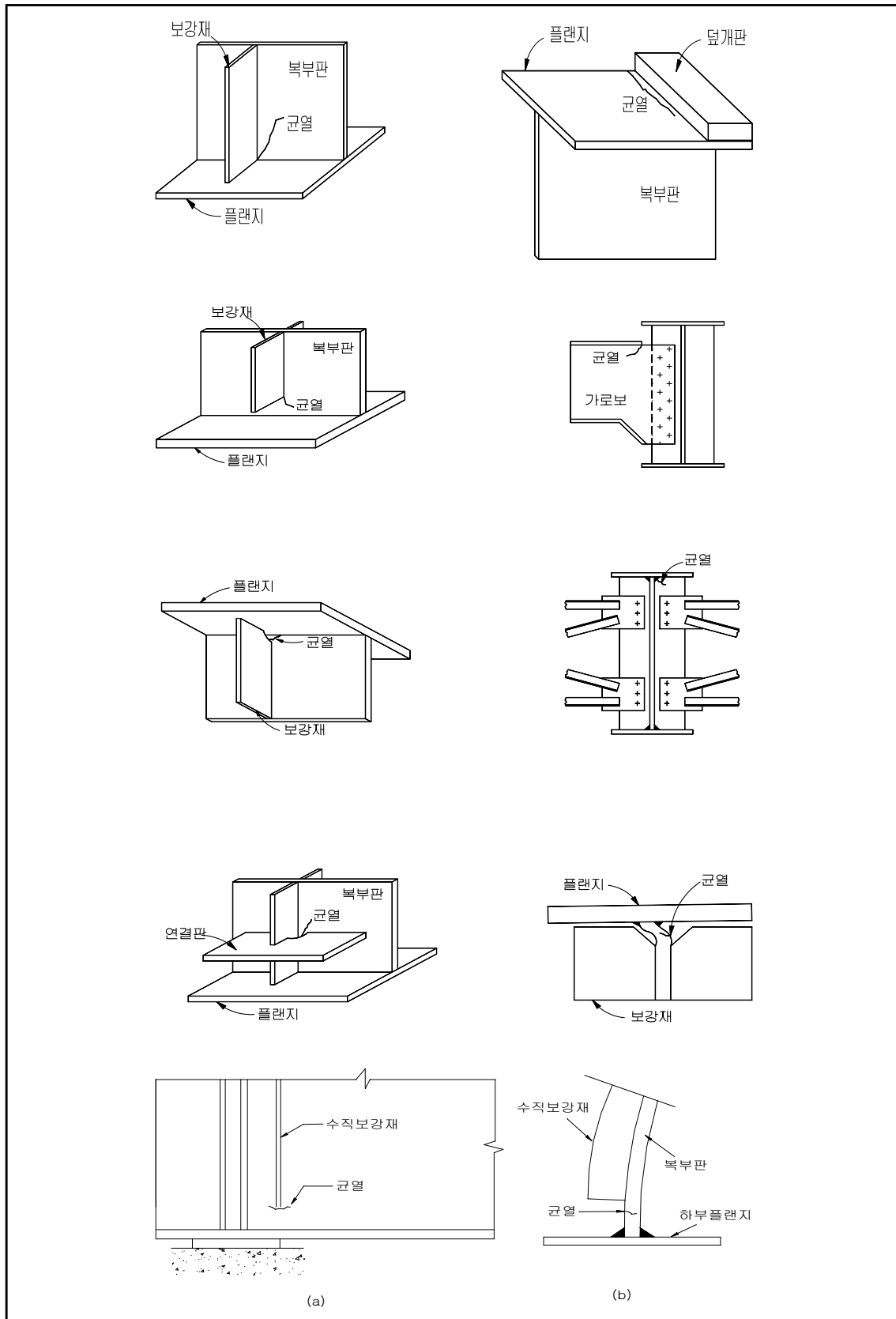
$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

2.2.5 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각

1) 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음부 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 • 이상음 발생
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	• 피로균열
▷ 받침부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 받침연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷ 보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열





[그림 2.2.2] 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세

2) 상태평가 기준

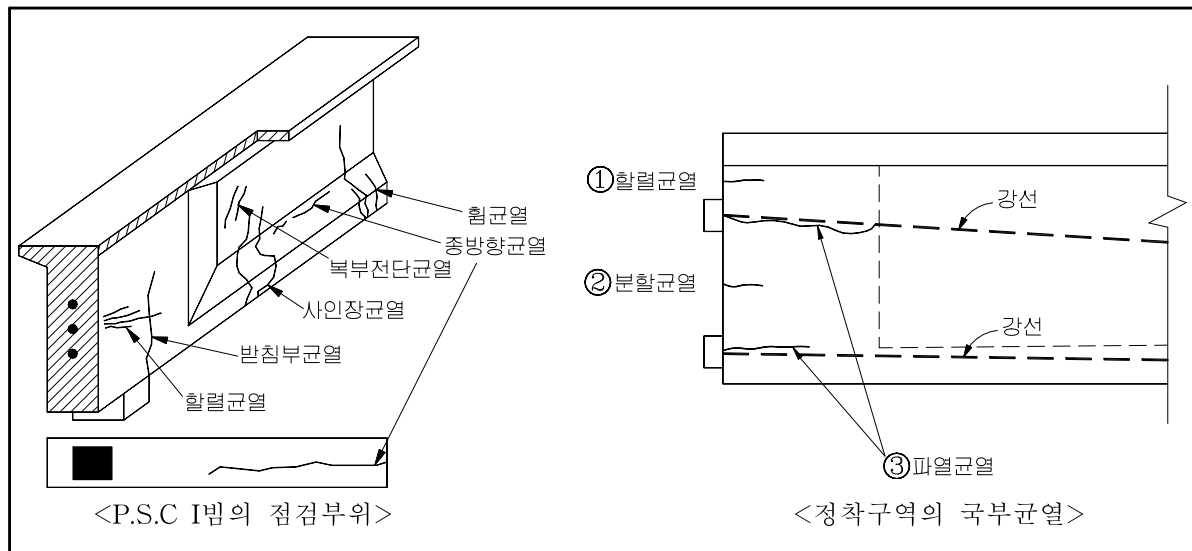
- 경간단위로 평가하며, 강재거더에 대한 상태평가지 용접균열부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.

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

2.2.6 프리스트레스트 콘크리트 거더

1) 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태
▷받침부	• 부스러짐 • 복부 사인장균열 • 연속교 상단 휨균열 • 격벽 개구부 모서리 균열
▷중앙부	• 휨균열, 거더처짐 • 쉬스관 노출 및 파손 • 박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 • 시공이음부 균열 및 누수
▷강선정착부	• 정착부 균열 및 파손



[그림 2.2.3] PSC 거더 점검부위

2) 상태평가 기준

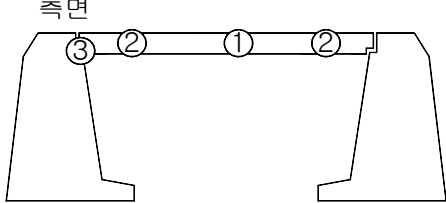
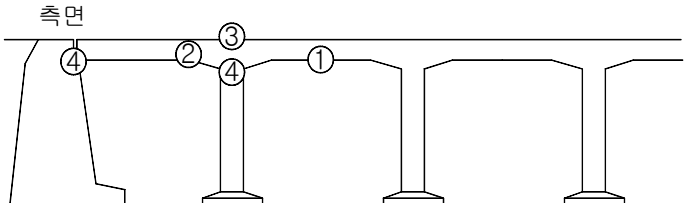
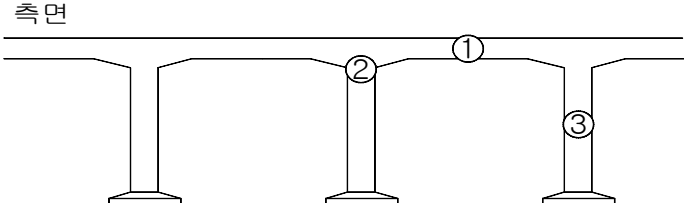
- 본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블 교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- PSC 박스거더의 경우 하부플랜지와 복부는 거더로 평가하며, 상부플랜지는 바닥판으로 평가한다.

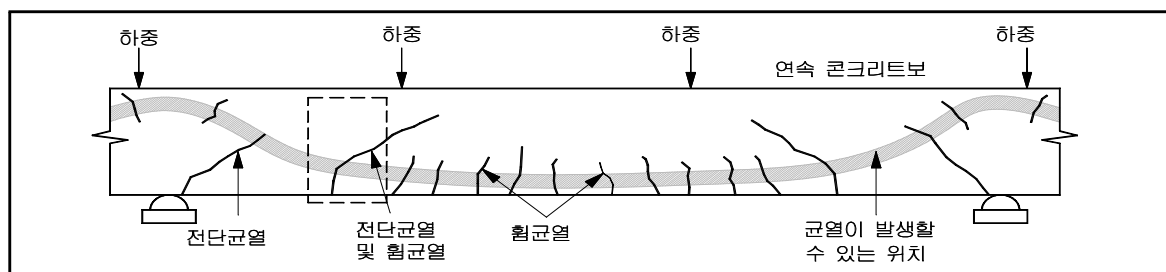
등급	균열	열화 및 손상
a	· 없음	· 없음
b	· 균열폭 0.2mm미만	· 표면 손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.2mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 0.5mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안전성 저하

2.2.7 철근콘크리트 거더

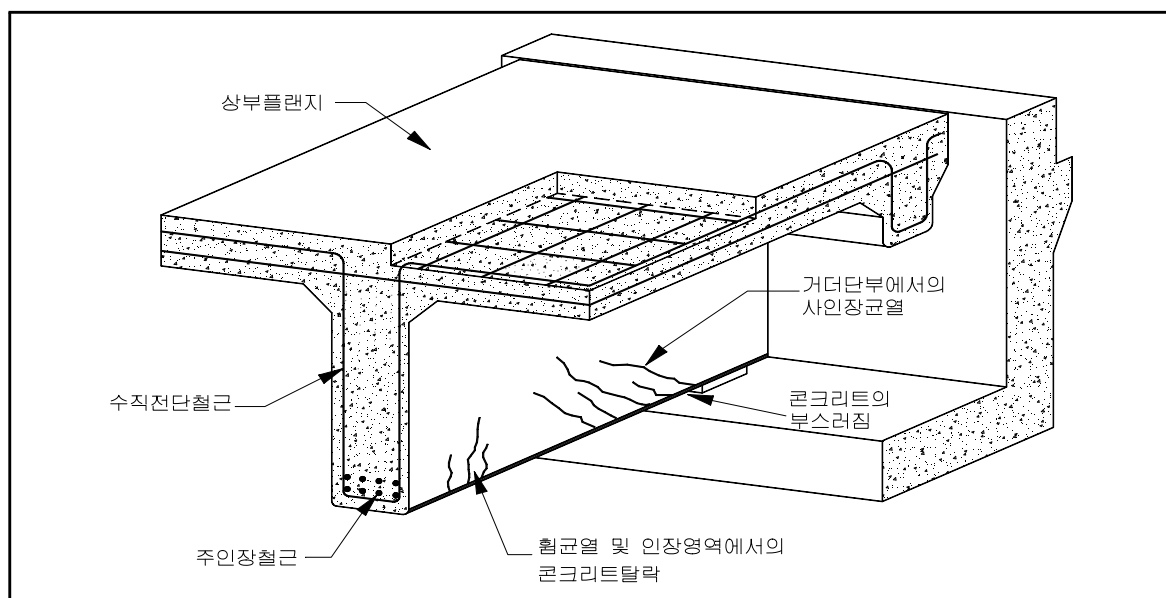
1) 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷받침부	· 부스러짐 · 복부 사인장 균열
▷중앙부	· 횡방향 균열

구조형식	점 검 부 위	비 고
단순보		① 지간중앙부 ② 지간 1/4부 ③ 받침부
연속보 게르버보		① 지간중앙부 ② 변곡점부 (약 지간의 1/4부) ③ 교각상부 ④ 받침부
라멘보		① 지간중앙부 ② 우각부 ③ 교각부



[그림 2.2.4] 콘크리트 거데에 발생하는 균열의 유형과 위치



[그림 2.2.5] 철근콘크리트 거더의 점검부위

2) 상태평가 기준

본 상태평가 기준은 RCT거더교, 라멘교 및 프리플렉스교의 거더와 RC 박스거더교의 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.

등급	균열	열화 및 손상
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2% 미만
d	· 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2% 이상
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

2.2.8 콘크리트 가로보

1) 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	◦ 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 철근콘크리트 가로보	◦ 박락(파손), 철근노출 ◦ 경사균열(거더의 상태처짐 의심)
▷ 프리스트레스트 콘크리트 가로보	◦ 쉬스관 노출 및 파손 ◦ 정착부 균열 및 파손

2) 상태평가 기준

- 본상태평가 기준은 콘크리트 교량의 RC 및 PSC 가로보와 라멘교의 기둥과 기둥사이를 연결하는 중간보의 상태평가에 적용한다.
- 2차 부재인 철근콘크리트 가로보의 경우, 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.

기준	균 열	열화 및 손상, 철근부식
a	◦ 균열폭 0.1mm 미만	◦ 없음
b	◦ 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	◦ 표면 손상면적 2% 미만
c	◦ 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만	◦ 표면 손상면적 2%이상~10%미만 ◦ 철근부식 손상면적 2%미만
d	◦ 균열폭 0.5mm이상	◦ 표면 손상면적 10%이상 ◦ 철근부식 손상면적 2%이상
e	-	-

2.2.9 강 가로보와 세로보

1) 점검부위

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	◦ 도장손상 및 부식
▷ 피로강도등급 낮은 용접 상세부 (D, E급)	◦ 피로균열
▷ 2차 부재	◦ 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 ◦ 하중집중점, 가로보와 세로보 교차부 균열 ◦ 거세트판 용접부 끝부분 균열
▷ 보수부위	◦ 용접부 및 용접부 주변 균열

2) 상태평가 기준

- 2차부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 겨우 상,하부 플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.

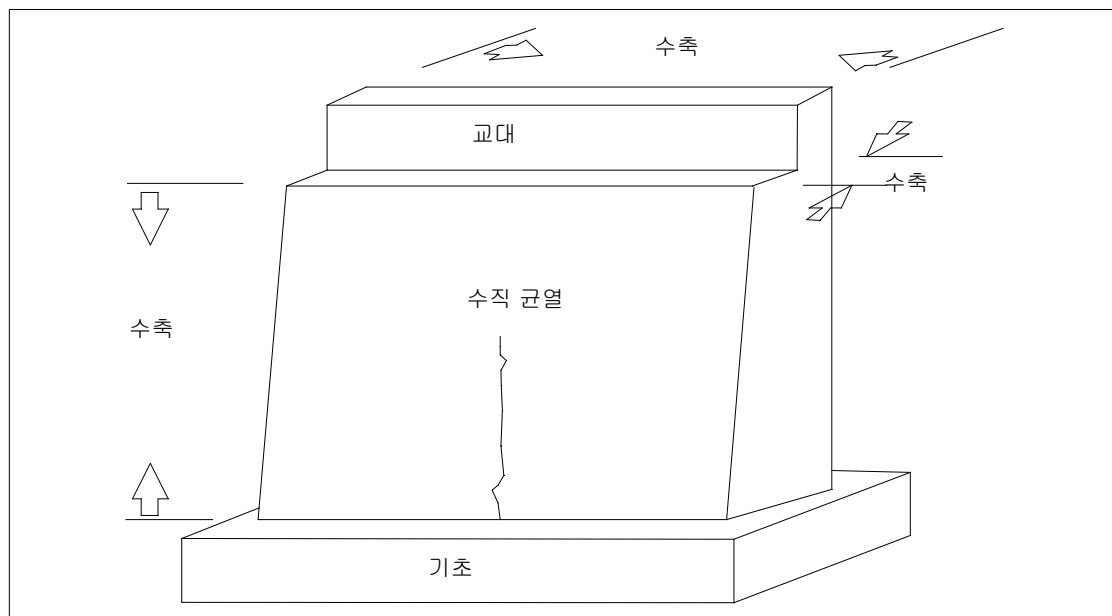
항목	손상				표면열화
	부재균열	변형,파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2% 미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장손상 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형 · 변형 및 충격에 의한 손상발생	· 보조부재 2%이상~10%미만 · 주부재 2% 미만	· 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락	· 도장손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2%이상~10%미만 · 부식에 의한 단면손상 면적 2%미만
d	· 주부재의 전반적 균열	· 주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 · 부재의 파단 발생	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상	· 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	· 부식발생 면적 10% 이상 · 부식에 의한 단면손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

2.2.10 교대 및 교각, 기초

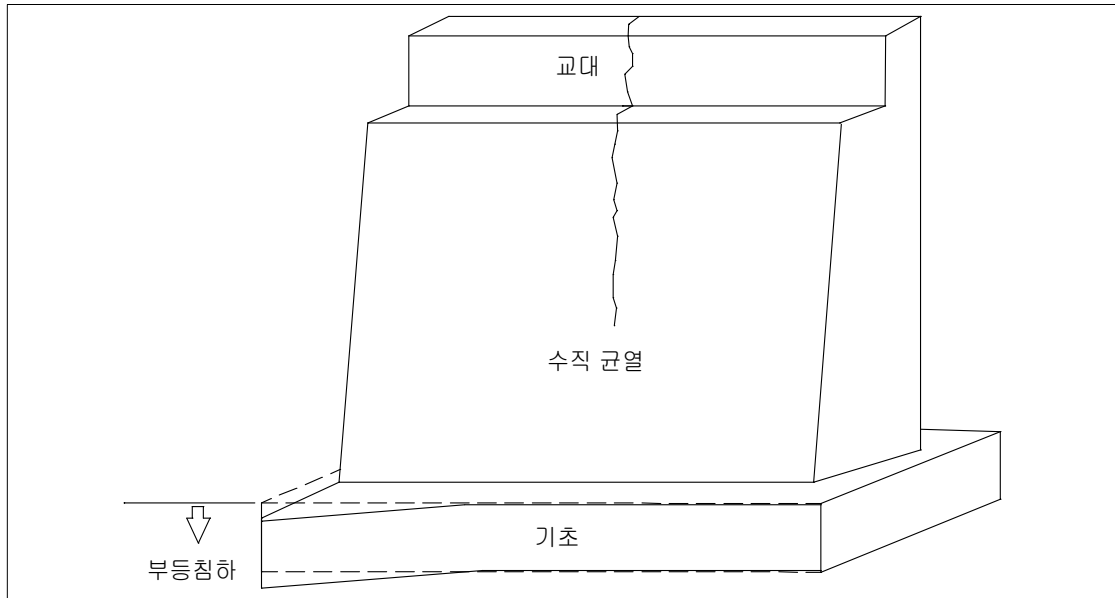
1) 점검부위 및 손상종류

① 교대

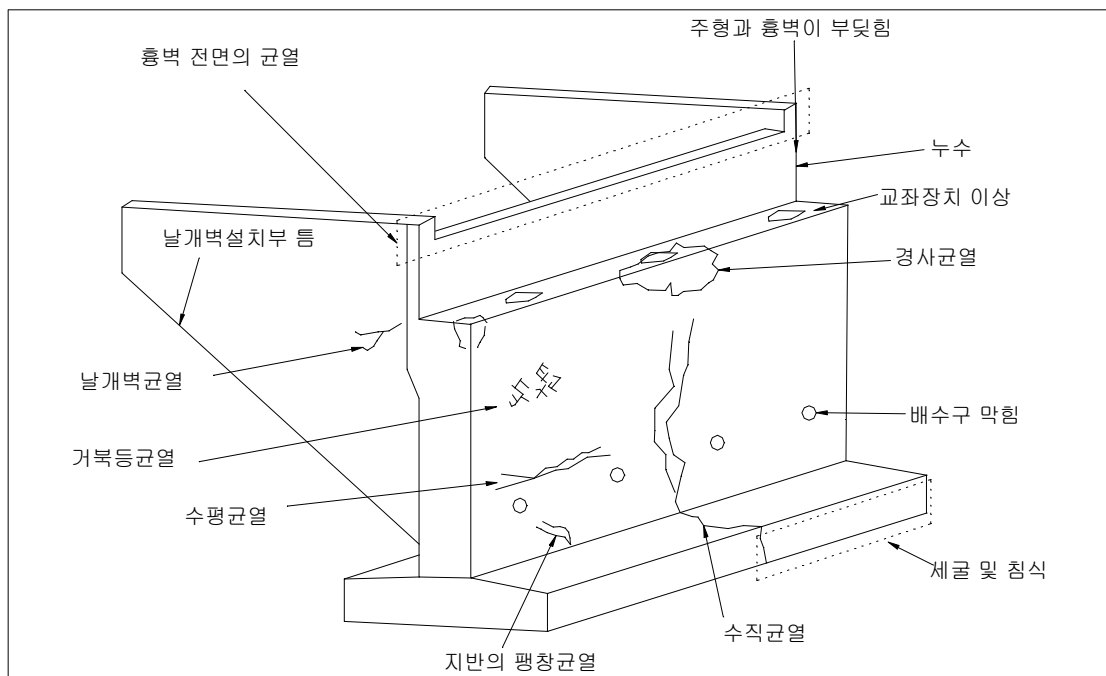
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 교대의 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 반침부 균열 및 파손 • 두부와 홍벽 경계부 균열 • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷벽체	• 수직균열 및 침하 • 구체와 날개벽 분리 • 구체부 배수구 막힘 • 수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽 포함)	• 날개벽 이동, 전도 • 석축이 있는 경우 사면붕괴



[그림 2.2.6] 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열



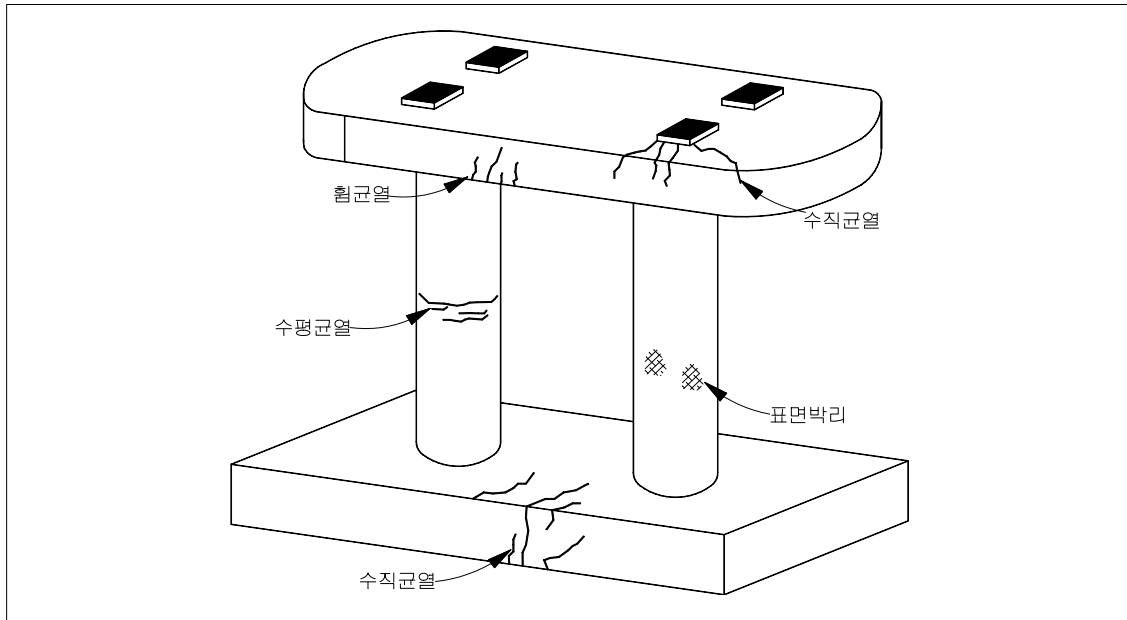
[그림 2.2.7] 부등침하로 인한 교대의 수직균열



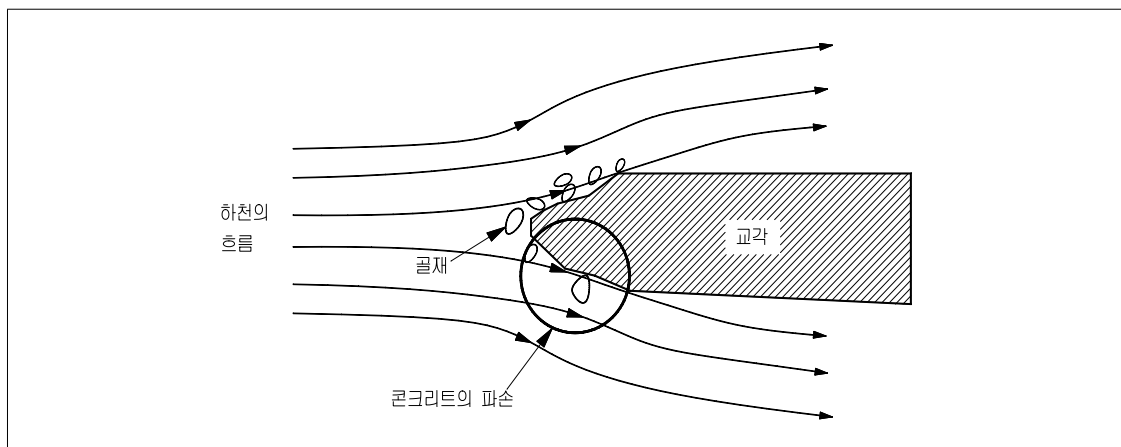
[그림 2.2.8] 교대의 점검부위

② 교각

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



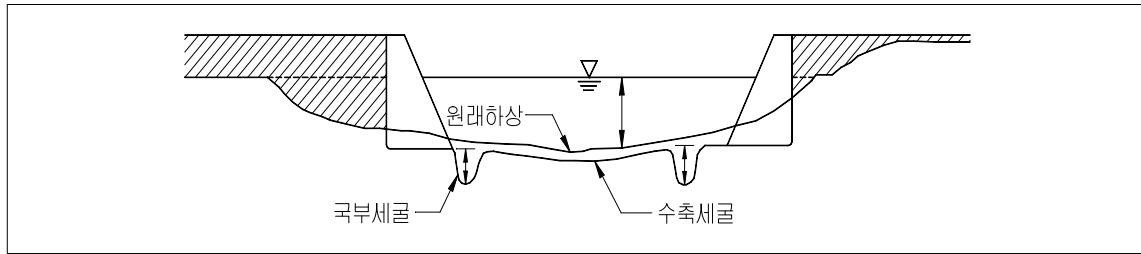
[그림 2.2.9] 콘크리트 교각의 점검부위



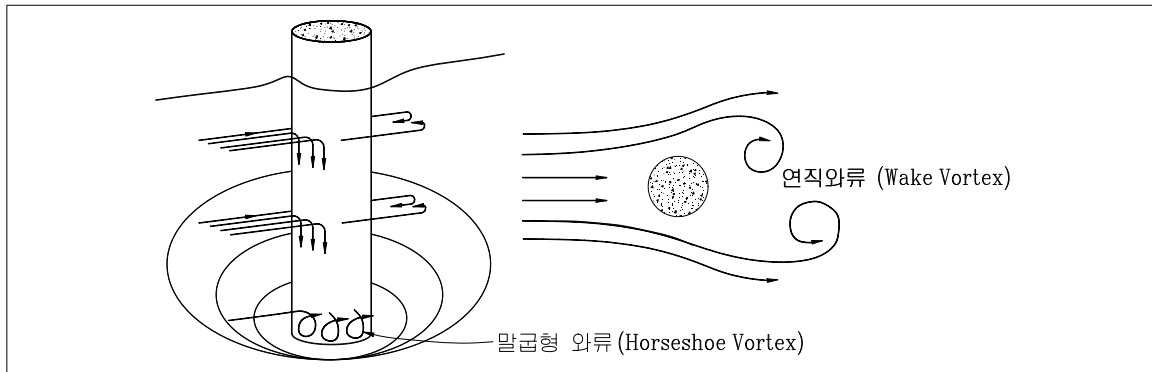
[그림 2.2.10] 유수에 의한 교각의 침식

③ 기초

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 박리, 박락, 철근노출, 백태 • 침식, 세굴, 이동, 침하 • 하부시설물 기울음 및 전도
▷직접기초	• 콘크리트 균열 및 파손
▷말뚝기초	• 말뚝 노출 및 침식
▷케이슨기초	• 케이슨 노출 및 침식 • 충돌파손



[그림 2.2.11] 수축세굴과 국부세굴



[그림 2.2.12] 원형기초의 국부세굴

2) 상태평가 기준

① 교대의 상태평가 기준

- 본 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.

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

② 교각의 상태평가 기준

- 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e”로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

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

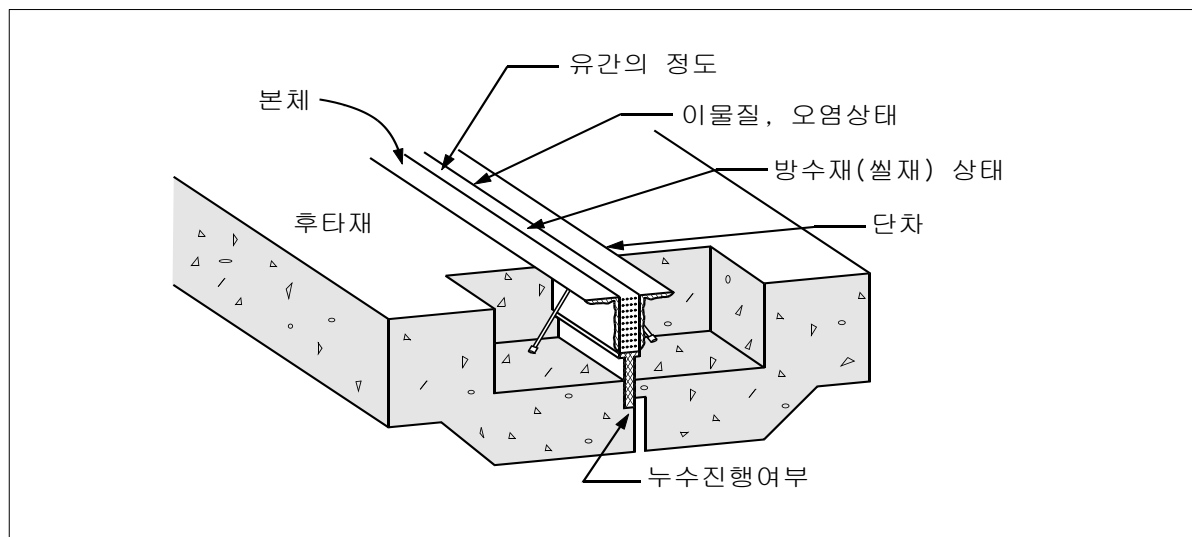
③ 기초의 상태평가 기준

등급	기초(직접, 말뚝, 케이슨)손상	지반의 안전성
a	· 없음	· 없음
b	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm미만의 균열 발생	· 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴등에 의해 노출됨
c	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm이상의 균열 및 단면손상 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	· 침하가 20mm미만 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 케이슨 기초의 철근노출 발생	· 침하가 20mm이상 발생 · 세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 전반적으로 노출됨 · 기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	· 기초의 파손 및 침식으로 인한 하부 시설물의 안전성 저하	· 기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생

2.2.11 신축이음

1) 점검부위 및 손상종류

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



[그림 2.2.13] 신축이음 점검부위

2) 상태평가 기준

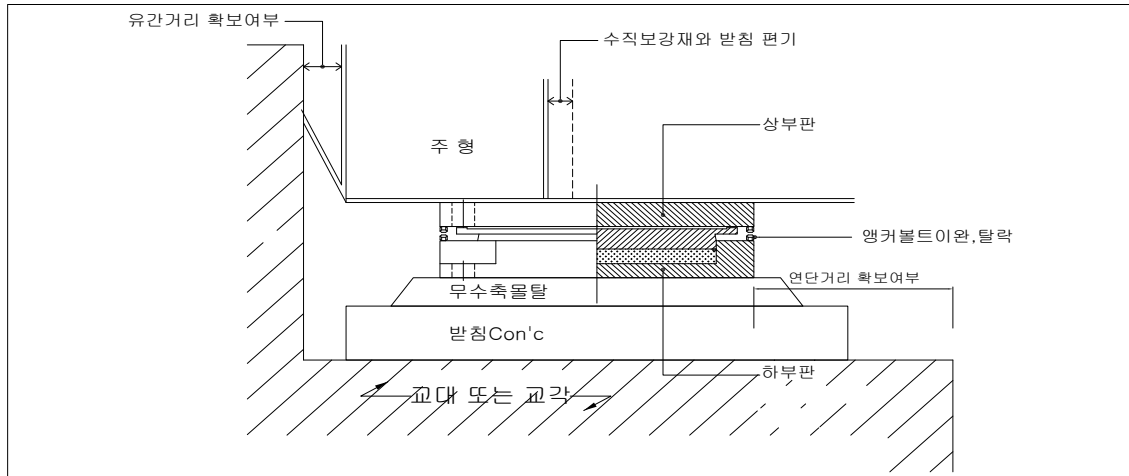
지점단위로 평가하며, 본체와 후타재로 구분하여 평가한다. 신축이음의 형식별, 재료별로는 별도의 구분없이 하나의 등급으로 평가한다.

등급	본체	후타재
a	· 없음	· 양호
b	· 토사, 이물질 퇴적 · 고무판 노화	· 미세균열 발생
c	· 물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 · 유간사이 이물질로 기능 불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 · 고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 · 누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	· 균열이 50cm이하의 간격으로 발생 · 국부적인 박리, 박락, 파손
d	· 강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 · 신축유간이 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	-	-

2.2.12 교량받침

1) 점검부위 및 손상종류

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



[그림 2.2.14] 교량받침 점검부위

2) 상태평가 기준

받침 본체는 상태평가 기준 범위 “a~e”를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 ‘a~d’로 한다.

등급	받침본체		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 0.3mm이상 균열 발생 · 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	· 고무재 파손 및 단차, 균열 심화 · 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	· 받침의 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상	· 받침의 신축기능 불량으로 인하여 거더등 주부재의 파손 발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 · 작동불능 상태	-

2.3 터널 외관조사 요령

2.3.1 외관조사 개요

외관조사는 터널의 상태와 변상을 발견할 수 있는 방법으로써 라이닝 콘크리트의 내구성 저하에 따른 변상은 여러 가지가 있지만 육안으로 확인할 수 있는 현상으로 균열, 누수, 손상, 생성물 등이 있다. 상태를 정확히 평가하기 위하여 정밀한 외관조사를 실시하고 조사된 기록을 통해서 터널의 외관상태를 일목요연하게 시각적으로 판단할 수 있고, 또한 보수 물량을 효과적으로 산출할 수 있도록 기입하였으며 각 항목별 외관조사결과는 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」의 평가기준에 근거하여 기본시설물과 부대시설물에 발생한 손상정도에 따라 등급 A~E의 5단계로 구분하여 판정하였다.

[표 2.3.1] 터널의 상태변화 점검항목

기본시설물	부대시설물
◦ 본선라이닝	◦ 연직갱 및 경사갱
◦ 갱문	◦ 환기구
◦ 개착터널	◦ 피난연락갱
◦ 지하차도	◦ 연결터널(환기시설)
◦ 지하정거장	◦ 갱구부옹벽

2.3.2 외관조사 방법

- 1) 내구성 저하 현상을 확인하기 위해 터널의 천단(천정)부근 및 변상개소에 근접하여 점검할 필요가 있고, 충분한 조명기기를 사용하여 광범위하게 관찰을 하여야 한다.
- 2) 일반적으로 외관조사를 통하여 확인할 수 있는 터널 라이닝 콘크리트부의 변상의 종류에는 균열, 누수, 박리, 층분리, 박락, 고드름, 측빙, 시공이음부의 단차 등으로 이에 대한 발생여부에 대하여 중점적으로 외관조사를 수행하였다.
- 3) 육안관찰, 크랙 게이지, 줄자등을 이용하여 손상의 위치, 유형, 크기, 기타 사항을 조사하여 스케치 및 사진촬영 하였으며, 야장(전개도면)에 표시하였다.
- 4) 외관조사 결과의 기록은 손상부재의 종류와 위치를 파악하는데 용이하도록 종방향으로는 터널 라이닝 콘크리트 시공조인트 및 종방향 길이를 기준으로 구분하고, 횡단면에 대해서는 천정, 벽체로 구분하여 야장에 표기하고 내업을 통하여 조사망도(CAD)를 작성하였다.

5) 주요 손상별 조사방법

[표 2.3.2] 주요 손상별 조사방법

손상	조사방법
균열	* 균열 보수부와 신생균열에 대한 균열의 방향, 균열의 패턴을 관찰하고 균열폭, 길이, 심도 등을 조사한다. · 위치과약은 터널 벽체에 설치된 경간구분 명패와 측정분할을 활용하고 충분한 조명기구, 접근장비를 이용하여 라이닝 면에 근접하여 조사하였다. · 크랙 스케일로 균열 폭을 관찰하였다.
누수 및 백태	* 육안이나 문진으로 확인한다. · 누수조사는 습윤상태, 누수흔적 등을 조사하였다. · 토사유입 여부 및 백태발생 여부에 대하여 조사하였다.
기타손상	* 육안 및 닥터햄머를 사용하여 확인한다. · 박리, 층분리, 박락, 고드름, 측빙 등에 대하여 육안 조사하였다.

2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준

2.4.1 상태평가 항목

터널 상태평가 항목은 다음과 같다.

[표 2.4.1] 터널 상태평가 항목

구 분		주요 조사내용
터널상태 평가	라이닝상태	· 균열 · 누수 · 파손 및 손상 · 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)
	터널주변 상태	· 배수상태 · 지반상태 · 갱문상태 · 공동구상태 · 특수조건:도심지 토사터널, 전력구터널, 전차선을 설치한 터널(추가점수 부여)

2.4.2 결함지수

1) 기본시설 결함지수 산정기준

[표 2.4.2] NATM터널 (무근콘크리트 라이닝) 산정기준

평가 기준		a	b	c	d	e	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	
라 이 닝	균 열	0~2	3~5	6~8	9~11	12~13	
	누 수	0	1	2	3	4~5	
	파손 및 손상		0	0	1	2	3
	재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
		충분리및 박 락	0	0	1	2	3
백 태		0	0	1	1	1	
터 널 주 변	배수상태		오 염 됨 : 1				
			배수불량 또는 막힘 : 2				
	지반상태		풍화변질 및 단층파쇄대		영향범위 내 : 2 ~ 3		
					영향범위 외 : 1		
	갱문상태		손 상 : 0.5~1				
	공동구상태		덮개파손 및 오염됨 : 0.5				
이물질 퇴적 및 침수 : 1							
특수조건		도심지 토사터널, 전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험 (추가점수) : 1~3					
라이닝 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{27}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{34}$							

[표 2.4.3] NATM터널 (철근콘크리트 라이닝)

평가 기준		a	b	c	d	e	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	
라 이 닝	균 열	0~2	3~5	6~8	9~11	12~13	
	누 수	0	1	2	3	4~5	
	파손 및 손상	0	0	1	2	3	
	재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
		충분리 및 박 락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
		철근노출	0	1	2	3	4
		탄산화	0	1	2	3	-
		염 화 물	0	1	1	2	-
터 널 주 변	배수상태	오 염 됨 : 1					
		배수불량 또는 막힘 : 2					
	지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 내 : 2 ~ 3				
			영향범위 외 : 1				
	갱문상태	손 상 : 0.5~1					
	공동구상태	덮개파손 및 오염됨 : 0.5					
이물질 퇴적 및 침수 : 1							
특수조건		도심지 토사터널, 전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험 (추가점수) : 1~3					
라이닝 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{36}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{43}$							

2) 부대시설 결함지수 산정기준

[표 2.4.4] 부대시설 상태평가 항목

구 분	주요 조사내용
부대시설 상태평가	• 균열 • 누수 • 파손 및 손상 • 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)

[표 2.4.5] 부대시설의 가중치

가중치(W)	1.0	1.01	1.02	1.05	1.10
부대시설 결함시설	$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
시설물 상태평가	문제점이 없는 최상의 상태	기능 수행에 영향이 없으 나 일부 보수 가 필요한 상 태	부재의 손상 이 있으나 기 본시설 기능 수행에 문제 가 없는 상태	부재의 손상 이 중대하여 기본시설에 영향을 주는 상태	기본시설의 기능 수행에 문제를 일으 켜 즉각적인 조치가 필요 한 상태

[표 2.4.6] 부대시설 결함지수-무근 콘크리트

평가기준		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
균열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
누수		0	1	2	3	4~5
파손 및 손상		0	0	1	2	3
재질 열화	박리	0	0	1	1	1
	층분리 및 박락	0	0	1	2	3
	백태	0	0	1	1	1
	재료분리	0	0	1	1	1
부대시설 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{27}$						

[표 2.4.7] 부대시설 결함지수-철근 콘크리트

평가기준		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
누 수		0	1	2	3	4~5
파손 및 손상		0	0	1	2	3
재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
	충분리 및 박 락	0	0	1	2	3
	백 태	0	0	1	1	1
	재료분리	0	0	1	1	1
	철근노출	0	1	2	3	4
	탄산화	0	1	2	3	-
	염 화 물	0	1	1	2	-
부대시설 결함지수 (f) = $\frac{\sum \text{결함점수}}{36}$						

2.4.3 상태평가 항목 및 기준

1) 기본시설

[표 2.4.8] 균열 평가기준

평가기준 항목		a	b	c	d	e
콘크리트 라이닝	무균(균열)	0.1mm 미만	0.1mm이상 0.3mm미만	0.3mm이상 1.0mm미만	1.0mm이상 3.0mm미만	3.0mm이상
	철근(균열)	0.1mm 미만	0.1mm이상 0.3mm미만	0.3mm이상 0.5mm미만	0.5mm이상 0.7mm미만	0.7mm이상
개착터널	BOX(균열)	0.1mm 미만	0.1mm이상 0.2mm미만	0.2mm이상 0.3mm미만	0.3mm이상 0.5mm미만	0.5mm이상
조적식 라이닝	줄눈균열	없음	아주경미한 줄눈깨짐	벽돌 2개소 이하	벽돌 2~5개소	벽돌5개소 이상

[표 2.4.9] 누수 평가기준

평가기준		A	B	C	D	E
항목		없음	스며 있음	떨어짐	흐름	분출
누수	라이닝					
	누수					

[표 4.2.10] 파손 및 손상

평가기준		a	b	c	d	e
항목						
콘크리트 라이닝	손상도	없음	1/6 미만	1/6 이상 1/3 미만	1/3 이상 1/2 미만	1/2 이상
	손상면적	없음	아주 경미한 상태	경미한 손상 (10cm×10cm 미만)	중간 손상 (10cm×10cm 이상, 30cm×30cm 미만)	극심한 손상 (30cm×30cm 이상)
조적식 라이닝	손상두께	없음	벽돌부분 손상	벽돌1개 이하	벽돌 1~2개	벽돌2개이상

[표 4.2.11] 재질열화

평가기준		a	b	c	d	e
항목						
박리깊이		없음	0.5mm 미만	0.5mm 이상 1.0mm 미만	1.0mm 이상 25mm 미만	25mm 이상 이거나 조골재 손실
충분리 및 박락		없음	깊이 125mm 미만 또는 직경 75mm 미만	깊이 12~25mm 미만 또는 직경 75~150mm 미만	깊이 25mm 이상 또는 직경 150mm 이상	박락이 극심하여 즉시 보수를 요하는 상태
백 태 재료분리		없음	면적율 5% 미만	면적율 5~10%	면적율 10~20%	면적율 20% 이상
철근노출		없음	면적율 1% 미만	면적율 1~3%	면적율 3~5%	면적율 5% 이상
탄산화 잔여깊이		30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 미만	-
전염화물 이온량		0.3kg/m ³	0.3kg/cm ³ 초과 1.2kg/cm ³ 미만	1.2kg/cm ³ 이상 2.5kg/cm ³ 미만	2.5kg/cm ³ 이상	-

2.5 옹벽의 상태평가

2.5.1 결함점수 및 결함지수 산정기준

1) 콘크리트 옹벽

결 함 등 급		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < .15$	$.15 \leq f < .30$	$.30 \leq f < .55$	$.55 \leq f < .75$	$.75 \leq f$
침 하		0	1	2	3	4
활 동		0	1	2	3	4
배수공상태		0	3	6	9	12
계획선형오차 (전도/경사)		0	1	2	3	4
파손 및 손상(재료분리)		0	1	2	3	4
균 열		0	2	4	6	8
마모/침식		0	0	1	1	1
재료 열화	박 리	0	0	1	1	2
	박락 및 층분리	0	1	2	3	4
	백태	0	0	1	1	1
	탄산화	0	1	2	3	4
	염화물	0	1	1	2	4
	철근노출	0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
철근콘크리트 옹벽 결함지수 (F)			①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{76}$	②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{60}$
중력식 옹벽 결함지수(F)			①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{64}$	②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{48}$

※ 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근노출, 염화물, 탄산화 항목 제외

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.

※ 콘크리트 옹벽의 누수에 대한 평가는 철근콘크리트 옹벽에 한하여 실시하며, 평가단위당 균열폭 최대점을 기준으로 균열깊이 측정을 실시하여 균열깊이가 콘크리트 피복보다 클 경우에 결함점수를 한 단계 하향 조정한다.

※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

2) 보강토 옹벽

결 합 등 급		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
침 하		0	0	1	1	2
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
활 동		0	1	2	3	4
전면부 진행성 배부름		0	2	4	6	8
파손, 손상 및 균열		0	1	2	3	4
유 실		0	2	4	6	8
이 격		0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
보강토 옹벽 결함지수 (F)		①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{52}$		②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{36}$

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용

※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.

※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

2.5.2 옹벽시설물의 상태평가기준

상태평가기준	시설물의 상태평가 내용	비고
A	$0.00 \leq F < 0.15$	F = 옹벽결함지수
B	$0.15 \leq F < 0.30$	
C	$0.30 \leq F < 0.55$	
D	$0.55 \leq F < 0.75$	
E	$0.75 \leq F$	

2.5.3 상태평가 항목별 세부기준

[표 2.5.1] 침하의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대 침하량의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	5cm미만	2cm미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b (1)	5cm이상~ 8cm미만	2cm이상~ 5cm미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	8cm이상~ 12cm미만	5cm이상~ 8cm미만	- 침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	12cm이상~ 16cm미만	8cm이상~ 12cm미만	- 침하의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠수 있는 상태
e (4)	16cm이상	12cm이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.5.2] 침하의 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대 침하량의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	5cm미만	3cm미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b (1)	5cm이상~ 10cm미만	3cm이상~ 8cm미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	10cm이상~ 20cm미만	8cm이상~ 16cm미만	- 침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	20cm이상~ 30cm미만	16cm이상~ 25cm미만	
e (4)	30cm이상	25cm이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.5.3] 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대기울기의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	2%미만	1%미만	- 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b (1)	2%이상~ 3%미만	1%이상~ 2%미만	- 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	3%이상~ 4%미만	2%이상~ 3%미만	- 경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	4%이상~ 6%미만	3%이상~ 4%미만	- 경사/전도의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e (4)	6%이상	4%이상	- 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.5.4] 활동의 상태평가 기준 (공통적용)

평가기준 (결함점수)	최대 활동의 범위		조사된 상태
	비진행성	진행성	
a (0)	5cm미만	2cm미만	- 활동이 발생되지 않은 상태
b (1)	5cm이상~ 8cm미만	2cm이상~ 5cm미만	- 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c (2)	8cm이상~ 12cm미만	5cm이상~ 8cm미만	- 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d (3)	12cm이상~ 16cm미만	8cm이상~ 12cm미만	- 활동의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠수 있는 상태
e (4)	16cm이상	12cm이상	- 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

[표 2.5.5] 파손 및 손상, 재료분리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	깊이	면적율 10%미만	면적율 10%이상
a (0)	없음	a	a
b (1)	0mm~5mm 미만	b	c
c (2)	5mm~10mm 미만	c	d
d (3)	10mm~20mm 미만	d	e
e (4)	20mm 이상	e	e

[표 2.5.6] 기초부 세굴 상태평가 기준(공통적용)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태	
	콘크리트 옹벽	보강토 옹벽
a (0)	- 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태	- 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태
b (4)	- 세굴이 (지표면에서 현치하부/2) 부분까지 발생한 상태	- (근입깊이/4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태
c (8)	- 세굴이 저판의 현치하부까지 발생한 상태	
d (12)	- 세굴이 (저판의 최대두께/2) 부분까지 발생한 상태	
e (16)	- 세굴이 기초저면까지 발생한 상태	- 세굴이 기초저면까지 발생한 상태

[표 2.5.7] 마모/침식의 상태평가 기준(콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 침식/마모된 부위가 없는 양호한 상태
b (0)	- 침식/마모에 의해 골재가 노출된 상태
c (1)	- 상, 하부와 비교해서 단면(철근덮개)이 감소되기 시작한 상태 (다소 심한상태)
d (1)	- 철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태(심한상태)
e (2)	- 침식부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적인 기능을 상실한 상태 (매우 심한상태)

[표 2.5.8] 박락 및 층분리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태	면적율 20% 미만	면적율 20% 이상
a (0)	없음	a	a
b (1)	15mm 미만	b	c
c (2)	15mm~20mm 미만	c	d
d (3)	20mm~25mm 미만	d	e
e (4)	25mm 이상	e	e

[표 2.5.9] 박리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태	면적율 20% 미만	면적율 20% 이상
a (0)	없음	a	a
b (0)	0.5mm 미만	b	c
c (1)	0.5mm~1.0mm 미만	c	d
d (1)	1.0mm~25mm 미만	d	e
e (2)	25mm 이상이거나 조골재 손실	e	e

[표 2.5.10] 균열의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	최대균열폭	면적율 20%미만	면적율 20% 이상 또는 구조적 균열
a (0)	0.1mm 미만	a	a
b (2)	0.1~0.2mm 미만	b	c
c (4)	0.2~0.3mm 미만	c	d
d (6)	0.3~0.5mm 미만	d	e
e (8)	0.5mm 이상	e	e

[표 2.5.11] 백태의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 없음
b (0)	- 국부적으로 발견
c (1)	- 여러곳에서 발견
d (1)	- 심한상태
e (1)	- 매우 심하고 범위가 매우 넓은 상태

[표 2.5.12] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	- 30mm 이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	- 10mm 이상 ~ 30mm 미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음
c	- 0mm 이상 ~ 10mm 미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	- 0mm 미만	철근부식 발생
e	-	-

[표 2.5.13] 철근노출의 상태평가기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	철근노출 면적율
a (0)	0%
b (1)	0 ~ 1% 미만
c (2)	1 ~ 3% 미만
d (3)	3 ~ 5% 미만
e (4)	5% 이상

[표 2.5.14] 배수공 상태의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태
b (3)	- 배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
c (6)	- 배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
d (9)	- 배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태
e (12)	- 배수공을 전혀 설치하지 않은 경우

[표 2.5.15] 진행성 배부름 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 건전한 비진행성 상태
b (2)	- 경미하게 발생한 비진행성 상태
c (4)	- 경미하게 발생한 진행성 상태
d (6)	- 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e (8)	- 매우 심하게 발생하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

[표 2.5.16] 파손 및 손상, 균열의 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 부재에 파손이 발생하지 않은 건전한 상태
b (1)	- 파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태
c (2)	- 파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d (3)	- 시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태
e (4)	- 시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

[표 2.5.17] 이격 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 건전한 상태
b (1)	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c (2)	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d (3)	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e (4)	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

[표 2.5.18] 유실 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

평가기준 (결함점수)	조사된 상태
a (0)	- 건전한 상태
b (2)	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c (4)	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d (6)	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e (8)	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

제 3 장 내구성조사 개요

3.1 내구성조사 개요

3.2 내구성조사 및 결과분석 방법

제 3 장 내구성조사 개요

3.1 내구성조사 개요

내구성조사에 있어서 구조물에 열화손상이 진행되었을 경우는 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성 진단에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

내구성 조사의 적용범위는 다음과 같다.

- 내구성조사를 대상으로 하는 구조물은 강·콘크리트 구조물에 한한다.
- 내구성조사는 구조 구체를 중심으로 수행한다.
- 조사 시점의 열화상태 뿐만 아니라 구조물의 이력, 주변환경, 열화원인을 조사하여 향후 열화 손상 진행정도를 예측하고, 내용년수와 관련하여 종합적인 안전진단을 수행한다.

3.2 내구성조사 및 결과분석 방법

3.2.1 반발경도법

1) 개요

반발경도법은 콘크리트 표면의 경도로부터 콘크리트의 압축강도를 측정하는 방법으로, 측정방법, 적용 가능한 강도범위, 판정식 및 판정의 평가방법에 대한 고려가 강도를 판정하는 과정에서 필요하다.

2) 반발경도법 시험 일반

반발경도의 원리는 슈미트햄머로 경화콘크리트를 타격시 반발경도(R)와 콘크리트 압축강도(f_{ck})와의 사이에 특정관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

슈미트햄머는 대상물의 표면에서 직접 측정한 반발경도(R)를 타격각도에 따른 보정값(ΔR)을 고려하여 수정반발경도(R_o)를 구하고, 이 값으로부터 재령에 대한 영향을 보정한 후 제안되고 있는 여러 산출식을 적용하여 콘크리트 강도를 산출한다.

일반적으로 타격시의 반발경도는 타격에너지 및 타격체의 형상, 크기, 재료의 물리적

특성과 관계되는 물리량에 따라 다르다.

즉, 반드시 재료의 강도와 일률적인 관계가 성립되는 것은 아니며 특히, 콘크리트와 같은 불균질한 재료에서는 슈미트햄머로 표면에서 국부적 타격을 하는 경우에 반발경도는 타격면에서 존재하는 골재의 유무, 습윤상태, 콘크리트의 재령 등에 따라 차이가 있으므로 콘크리트 구조체 내부의 강도를 명확히 측정하기는 곤란하므로 비파괴 강도는 참고자료로 활용한다.

3) 측정방법

① 적용방법

a. 측정부재의 선정

- i) 부재의 두께 10cm이상인 장소 선정하고 보, 기둥 등 모서리로부터 3~6cm 이상 떨어진 장소에서 측정
- ii) 측정면은 균질하고, 평활한 평면부를 고른다.

b. 반발경도 측정방법

- i) 측정대상 면에 도장이 되어 있는 경우는 이것을 제거하여 콘크리트 면을 노출시킨다. 측정부위에 대하여 연마석을 이용하여 콘크리트 면을 편평하게 갈아낸 후 분말 기타부착물을 붙어 없앤 뒤에 측정한다.
- ii) 타격은 수직면에 직각으로 서서히 힘을 가하며 한다.
- iii) 1개소의 측정은 모퉁이에서 3cm이상 들어간 곳에서 가로, 세로 3cm 간격의 가로 4줄, 세로 5줄의 교차점 20점에 대하여 타격하여 데이터를 획득한다.
- iv) 측정된 20개의 데이터 중 타격시 반향음이 이상하거나 타격치의 $\pm 20\%$ 를 상회하는 경우는 이상치(Error)로 보고 제외 시켰다. 이상치를 제외시킨 측정치의 평균을 그 측정개소의 반발경도(R)로 하였다.

② 타격방법 및 재령에 따른 보정계수 적용

a. 타격방향

타격방향은 수평방향이 일반적이나, 수평 이외의 타격시에는 반발경도(R)가 중력에 의해 변화하는 것을 보정하기 위하여 타격각도에 따른 보정치를 다음표의 값으로 보정하여야 한다.

[표 3.2.1] 타격방향 보정치

반발경도 R	수 평 과 이 루 는 각 도			
	+90°	+45°	-45°	-90°
10	-6	-	+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.0	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.7	+1.6	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

b. 콘크리트 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 보정

장기재령의 콘크리트 강도추정에 있어 일반적으로 적용되는 관계식이나 도표에서 재령에 따른 보정계수를 적용할 필요성이 있다. 일반적으로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 재령 28일 강도 추정식으로 구한 압축강도로 수정하여야 하며, 수정계수는 다음의 표와 같다.

[표 3.2.2] 재령에 의한 보정표

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

4) 콘크리트 강도의 환산

◆ 본 과업에서의 적용 강도 추정식

구분	계산식	비 고
식 ①	$F_c = -18.0 + 1.27 \times R_o \text{ (MPa)}$	일본 재료학회 강도 추정식
식 ②	$F_c = (10 \times R_o - 110) \times 0.098 \text{ (MPa)}$	동경도건축재료검사소 강도 추정식
식 ③	$F_c = (15.2 \times R_o - 112.8) \times 0.1 \text{ (MPa)}$	과학기술부(고강도 콘크리트일 때 사용)
식 ④	$F_c = (13.8 \times R_o + 4.4) \times 0.1 \text{ (MPa)}$	(사)한국시설물진단학회식(고강도콘크리트일 때 사용)

여기서, F_c : 추정강도(MPa), R_o : 반발경도

3.2.2 탄산화 측정

1) 탄산화 시험 목적 및 측정원리

강재는 건전한 콘크리트인 알칼리 환경에서는 강재 표면에 부동태 피막이 생겨 부식이 발생되지 않는다. 환경적 요인 중 CO_2 의 영향을 받으면 콘크리트는 중성으로 변화되며, 이 환경에서 강재는 부식하게되므로 강재를 포함한 구조물에서 탄산화깊이의 측정은 중요한 검사항목이라 할 수 있다.

탄산화에 의하여 pH값이 감소됨에 따라 콘크리트 내부의 환경이 알칼리성에서 중성 쪽으로 변해가며 내부의 철근을 둘러싼 알칼리성 부동태 피막을 불안정하게 하여 부식 발생을 유발시킨다. 시험방법은 페놀프탈레인 1%용액을 분무하였을 때 pH값이 9이하에서는 무색, 이보다 높은 pH값에서는 적색을 나타내므로 간편하게 식별할 수 있다.

2) 시험방법

- 측정부위를 드릴로 천공, 모서리부 국부파손한 부재의 표면을 솔질, 물청소 등으로 표면을 깨끗이 한다.
- 시약을 스프레이 등으로 측정면에 분무한다. 분무 시기는 표면청소 직후 또는 물청소를 하였을 경우 표면이 완전히 건조되었을 때 실시한다.

[표 3.2.3] 측정면의 조건에 따른 탄산화 시험방법

case	측정면	청소방법 전처리법	시약의 분무 시기	탄산화깊이의 측정시기 (분무후의 경과시간)
I -1	드릴링, 파취면	blow불기	직후	직후
I -2			3~6시간후	1~10분후
I -3			1~7일후	1분~2일후

3) 탄산화속도계수 산정

탄산화속도는 경과시간 tdml 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$ 법으로 표현된다. 탄산화 깊이 C는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(mm)

A : 탄산화속도계수(mm/ $\sqrt{\text{년}}$)

t : 재령(년)

4) 탄산화 상태평가 기준

- 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
- 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.

[표 3.2.4] 탄산화 상태평가 기준

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

제 4 장 보수공법 및 유지관리방안

4.1 보수공법 개요

4.2 보수공법

4.3 유지관리 방안

제 4 장 보수공법 및 유지관리방안

4.1 보수공법 개요

교통량의 증가와 교통하중의 중량화, 사용환경상의 변화로 인해 시설물에 대한 손상이 가중될 수 있으며, 손상이 진행될수록 보수·보강에 따른 막대한 시간과 비용이 증가하고 있는 추세이며, 차량의 안전통행에도 영향을 끼치는 사례가 발생하고 있다.

본 정밀점검 결과에 따라 구조물의 내구성, 방수성, 안전성, 기밀성 및 미관을 고려하여 보수공법을 선정하며, 보수공법에 있어서 균열의 원인, 보수범위와 규모, 환경조건, 안전, 공사기간, 경제성 등을 고려하여 소기의 목적이 달성되도록 하고자 한다.

4.2 보수공법

4.2.1 균열 보수방안

폭 0.3mm이상의 균열은 표면처리공법에 의한 보수시 부재의 탄성거동, 보수 재료 자체의 건조수축 등으로 인해 재 손상 재발이 빈번하므로 주입공법에 의한 보수가 바람직한 것으로 판단된다.

1) 균열 보수공법 분류

[표 4.2.1] 균열 보수공법 분류

보수 목적	균열 현상 · 원인		균열폭 (mm)	보 수 공 법				
				표면처리 공 법	주입 공법	충전 공법	그밖의 공법	
							침투성방수제 도포공법	기타
방수성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 작음	0.2이하	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		균열폭의 변동이 큼	0.2이하	△	△		○	
			0.2~1.0	○	○	○		
내구성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 작음	0.2이하	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0이상		△	○		
		균열폭의 변동이 큼	0.2이하	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0이상		△	○		
	철근부식		-					□
	염 해		-					□
	반응성골재		-					□
	※ ○ 적당 △ 조건에 따라 적당 □ 기타							

2) 균열 보수시 주입제 선정안

[표 4.2.2] 균열 보수공법 분류

구 분	저점도 EPOXY 주입제	무기질계 주입제	유기질계 주입제
장 점	-시공이 간편하다 -시공비가 적다 -시멘트모탈, 콘크리트철근에 강력히 접착된다. -내수성, 내후성 우수하다. -미세한 크랙까지 완전히 주입가능하다. -작업성이 우수하고 저압 주입용으로 적합하다. -경화 후 수축이 거의 없다. -전압 동시 주입공법이며 이동성이 간편하고 주입량을 관리하기도 좋다 -광범위한 범위에 대량의 주입이 가능	-습윤 및 건조지역적용이 가능하다. -내화학성이 크다 -접착력 및 강도가 크다. -콘크리트 친화제인 무기질 재료이다. -압축강도 1020kg/cm² 으로 우수함. -무수축성이다. -주입후 미관이 양호하다.	-시공이 간편하다
단 점	-공사비가 일반 재료에 비해 다소 비싸다. -보수 중 완전 건조가 된 상태이어야 효과가 크다.	-빙점이하에서는 사용을 금한다.	-공사비가 다소 비싸다. -유기질계이므로 시간에 따라 주입재의 변형이 발생될 수 있다.
시공방법	-균열을 건조시킨다 -씰링재를 균열틈에 봉합한다. -주입구를 설치한다 -주입한다. -마감한다.	-씰링재를 사용하여 인젝터를 크랙주위에 고정시킨다. -무기질주입제를 믹싱하여 인젝션 포트에 담는다. -균열부에 삽입하고 서서히 압력을 가한다. -주입이 끝나면 씰링재와 인젝터를 제거한다. -표면처리를 한다.	-균열주위에 팩커를 설치하기 위해 천공을 한다. -주입구 팩커 설치 -유기질계 충전 -마감
추천안	○		
선 정 배 경	보수효과(방수성, 내구성 등)를 고려할 때 습기 및 물에 강하고 접착력이 우수한 저점도 에폭시 수지를 사용한 균열주입보수가 적정할 것으로 판단된다.		

4.2.2 단면 손상부 보수방안

1) 부재 단면 손상부

단면 손상부는 손상의 정도를 고려하여 다음 공법을 적용하는 것이 바람직하다.

[표 4.2.3] 단면 손상부 보수방안

손상현황	보수목적	적용공법
박리, 재료분리, 경미한 파손	보수단면이 적은 경우 내구성 저하방지 목적	단면보수공법
박락, 파손, 철근노출	단면결손부에 대한 내구성 및 보강 목적	단면복구공법
파손, 철근노출	단면복구 및 내하력 증가 목적	강판접착공법

2) 콘크리트 부재 단면 손상부 보수제 선정안

단면 손상부 보수 재료는 다음과 같이 선정하였다.

[표 4.2.4] 표면 손상부 보수제 선정방안

구 분	폴리머모르터계 시멘트 +철근방청	(침투성 접착강화재 + 급결시멘트) +철근방청	일반시멘트+철근방청
장점	-시공성이 좋다. -표면 접착력이 강하다. -고강도로서 충격이나 내후성이 강하다. -시공실적이 많다.	-시공성이 좋다. -표면 접착력이 강하다. -단시간내 지수효과가 큼	-시공이 간편하다. -표면 완전 건조상태에 있을 경우 보수효과가 크다. -공사비가 저렴하다.
단점	-시공시 면이 완전건조 상태 이어야 한다. -숙련공에 의한 시공이 요구된다. -재료가 다소 고가이다.	-5℃이하에서는 작업이 불가하다. -이중 재료 사용으로 공사비가 고가이다. -숙련공에 의한 시공이 요구된다.	-부착면 탈락 발생이 빈번하다. -손상면에 습기등 발생시 보수부 탈락이 빈번하다. -다른 재료 혼입시 공사비가 증대된다.
추천안	○		
선 정 배 경	콘크리트 부재의 단면손상부(박리, 박락, 경미한 파손) 부위는 표면접착력이 강하고 고강도로서 충격이나 진동에 강하며, 별도의 혼합재가 필요없이 내구성 확보가 가능한 폴리머 모르터계 시멘트에 의한 단면보수를 시행한다. 콘크리트 부재의 박락 및 파손정도가 심하여 철근이 노출될 경우는 단면복구공법에 의한 보수가 바람직하다.		

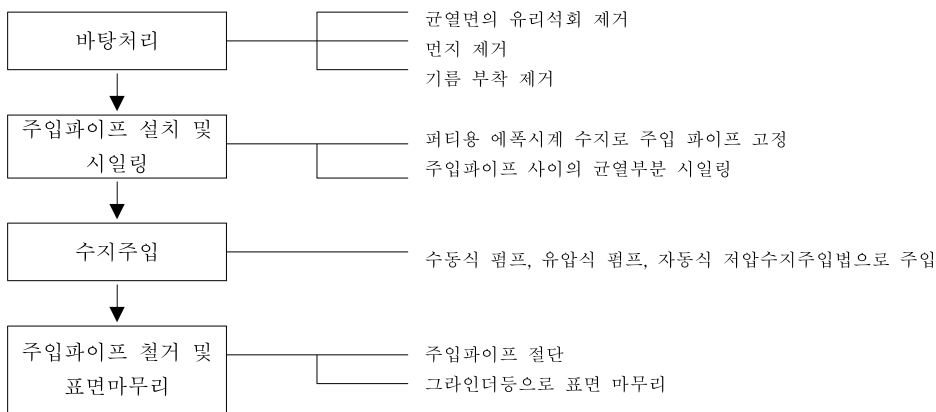
4.2.3 보수공법별 개요

◆ 균열보수공법

1) 개 요

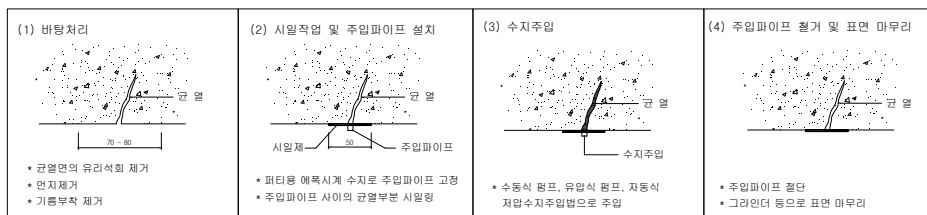
- * 균열부에 에폭시 수지를 주입하고 콘크리트와의 일체를 껴함.
- * 도로를 전면 공용 시공가능.
- * 구체의 방수성 향상.
- * 콘크리트의 노화 방지.
- * 철근의 방청 효과.
- * 내하력 증대 기대할수 없음.

2) 시공방법

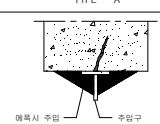
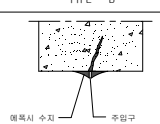


3) 주의사항

- * 주입압력이 너무 크면 균열이 확대 되어 버린다.
- * 평균주입압 - 수동식 : $4\text{kg}/\text{cm}^2$
 - 페달식 : $15\text{kg}/\text{cm}^2$
 - 전동식 : $20\text{kg}/\text{cm}^2$
 - 자동식 : $4\text{kg}/\text{cm}^2$
- * 시공시의 온도는 일반적으로 $10\sim 30^\circ\text{C}$, 콘크리트 균열 표면의 온도는 10°C 를 표준.
- * 에폭시계 수지는 항상 냉암소에 밀봉 보관하여야 하며, 제조후 6개월 이상 경과한 것은 다시 시험하여 품질의 변질여부 확인.



균열이 작은 경우와 큰 경우(0.3mm)의 시공법 비교

구 분	TYPE - A	TYPE - B
파이프부착공법		
균열부 V커트 방법	에폭시 주입	에폭시 주입
파이프 종류	WASHER 파이프	일반 파이프
파이프 설치간격	20 ~ 30cm	20 ~ 30cm
균열의 폭	0.3mm 미만	0.3mm 미만

◆ 단면보수 공법

1. 공법개요

단면이 비교적 적은 경우의 보수에 사용되는 방법으로 단면보수의 하지처리 후에 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 주걱이나 손으로 눌러 붙여서 단면을 보수하는 공법이나 시공부위, 진동, 자중 등으로 보수재료가 떨어지는 경우도 있으므로 보수재료의 선정시 유의하며, 두껍게 발랐을 수축 균열도 주의해야 한다.

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

- ① 기존콘크리트의 열화부위, 탄산화부분을 브레이커 및 그라인더를 이용하여 콘크리트 표면을 철거한다.
(THK=2~30m/m)
* 콘크리트 표면철거시 파편 및 분진이 발생하므로 보호안경 착용후 작업을 한다.
- ② 콘크리트 표면철거 후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척한다.
* 고압세척의 압력은 노즐TIP에서 5000PSI(350kg/cm²)의 압력으로 한다.
* 압력이 높으므로 노즐방향이 사람을 향하지 않도록 하며, 보호장구 착용후 작업을 한다.
- ③ 물세척(고압세척) 후 건조시킨다.
- ④ 대기나 콘크리트의 온도가 5℃이하 또는 24시간 이내에 5℃이하가 예상되거나, 시공후 8시간 이내에 비가 예상되면 시공을 해서는 안된다.
- ⑤ 대기 온도가 35℃ 이상일때에도 시공을 해서는 안된다.
- ⑥ 보존 및 보관방법
* 직사광선을 피해서 보관하여야 하며 제조일로부터 6개월간 보관이 가능하다.
- ⑦ 패칭재(모르타)가 패칭 후 양생에 주의한다.
* 양생시 양생포를 덮어 양생한다.작업장 주위를 깨끗이 정리한다.

◆ 단면복구 공법

1. 공법개요

콘크리트의 탈락, 박리, 박락등 단면 결손과 함께 철근이 노출된 경우의 콘크리트 보수공사에 적용한다.

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

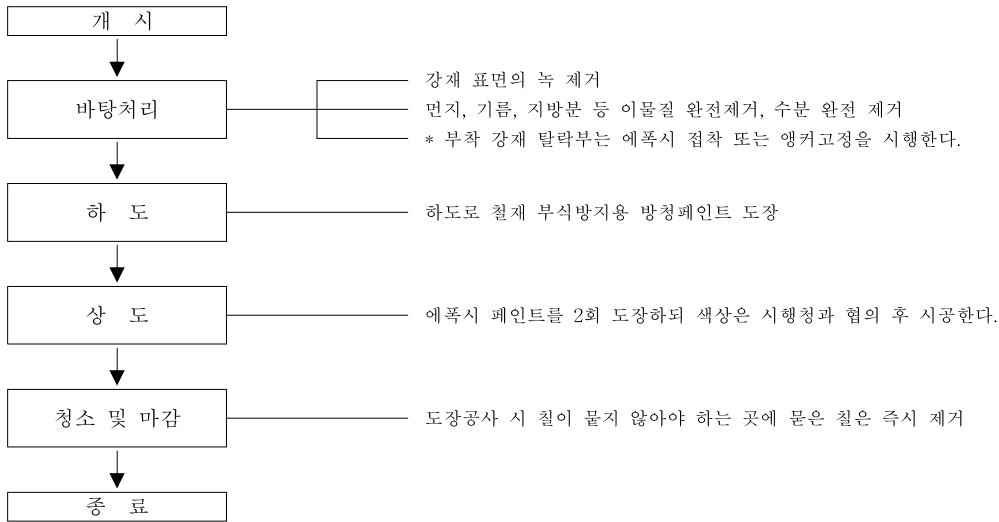
- ① 손상단면은 소형브레이커 등을 이용하여 철거(표면과 직각이 되도록 치핑)한다. THK=2~30m/m)
 - * 콘크리트 표면철거시 파편 및 분진이 발생하므로 보호안경 착용후 작업을 한다.
- ② 콘크리트 표면철거후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척한다.
 - * 고압세척의 압력은 노즐TIP에서 5000PSI(350kg/cm²)의 압력으로 한다.
 - * 압력이 높으므로 노즐방향이 사람을 향하지 않도록 하며, 보호장구 착용후 작업을 한다.
- ③ 물세척(고압세척) 후 건조시킨다.
- ④ 침투성 표면강화제 및 발청억제제는 온도가 5℃ 이하에서는 작업을 중지해야 한다.
 - * 표면이나 흠에 남지않도록 하고 표면의 잔재는 박리의 원인이 되므로 형깁등을 이용하여 제거한다.
- ⑤ 신, 구 접착재료의 접착력 증진을 위하여 G&W - 11 (수성폴리머물탈) 를 솔처리한다.
 - * 솔처리는 1회 THK = 1.5m/m 를 넘어서는 안된다.
 - * 5℃ 이하에서는 작업을 중지한다.
- ⑥ 기존 콘크리트 탈락부위는 탄산화 방지를 위하여 탄산화 방지제 및 동결융해 방지제를 바른다.
 - * 솔처리는 1회 THK = 10m/m 를 넘어서는 안된다.
- ⑦ 작업장 주위를 깨끗하게 정리한다.

◆ 도장보수 공법

1. 공법개요

강재의 부식방지 및 미관확보를 위한 착색 두가지 기능을 장기간 유지할 수 있도록 강재의 부식을 완전히 제거하고 도장을 시행한다.

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

- ① 도장재는 세부품질기준과 배합 및 회석에 관한사항, 환경조건 및 유효보관기간, 바탕준비에 관한사항, 사용시 유해물질과 과다노출에 대한 보호 등 안전에 관한사항을 기술하여 감독 승인을 받는다.
- ② 오염, 먼지등은 닦아내고 용접, 접합부위 등에 부착된 불순물은 스크레이퍼, 와이어 브러쉬, 연마지 등으로 완전제거한다. 기름, 지방분 등의 부착물은 닦아낸 후 휘발유, 벤졸, 트리크렌, 솔벤트, 나프타 등으로 씻고 물로 다시 씻어낸다.
- ③ 바탕처리 후 철재면에 부착된 수분은 완전 건조시킨다.
- ④ 비가 오거나 상대습도 85% 초과시, 기온이 5℃ 미만일 경우 작업을 하지 않도록 한다.
- ⑤ 보존 및 보관방법
 - * 제조업자의 지침사항에 따른다.
- ⑥ 도장장재 양생중 외부 접촉을 차단한다.
- ⑦ 작업장 주위를 깨끗이 정리한다.

◆ Sealant 보수

Sealant부는 내구연수 경과로 인해 열화될 수 있으므로 주기적인 보수가 필요하며, Sealant 재시공시는 숙련공에 의해 썰재의 배합비, 시공을 정밀하게 하여야 한다.

◆ 포장 손상 보수공법

1. 아스팔트 표면처리 공법

가. 용도 및 목적

표면처리(Surface Treatment)는 아스팔트 포장의 표면에 부분적인 균열, 변형, 마모 및 붕괴와 같은 파손이 발생한 경우에 기존 포장에 2.5cm 이하의 얇은 층으로 시일링(Sealing)층을 시공하는 공법이다. 우기 또는 한냉기 전에 실시하면 양호한 상태로 포장을 유지할 수 있으므로 예방적인 조치로서 매우 효과적이다. 표면처리에는 일반적으로 다음과 같은 공법이 있다.

◆ 시일코우트(Seal Coat) 및 아마코우트(Armor Coat) (01-502,503,504)

◆ 카페트코우트(01-502,503,504)

◆ 포그시트(01-502,503,504)

◆ 슬러리시일(01-502,503,504)

◆ 수지계 표면처리(01-502,503,504)

나. 시공방법

1) 시일코우트(Seal Coat) 및 아마코우트(Armor Coat) : 시일코우트는 포장표면에 살포한 역청재료 위에 모래나 부순돌을 살포하여 부착하는 공법으로 이 공법을 2회 이상 반복하여 두께를 두껍게 하는 것을 아마코우트라고 한다.

2) 카페트코우트(Carpet Coat) : 포장의 표면에 아스팔트 혼합물을 얇게 포설하여 다지는 공법으로 일반적으로 쇄석, 스크리닝스, 모래, 석분 및 아스팔트를 혼합하여 두께 1.5~2.5cm로 포장한다. 표면처리로서는 효과가 크다. 또한 포장 후 조기에 교통개방이 가능하며 특수한 혼합물로는 미끄럼방지용 혼합물인 실리카샌트 아스팔트 및 내마모용 혼합물인 미세한 분말로 된 갭아스팔트콘크리트 등이 있다.

3) 포그시일(Fog Seal) : 물로 묽게한 유화아스팔트 MS(C)-2, MS(C)-3 또는 MS(A)-2, MS(A)-3(중발 잔유물의 침입도 100이하의 것)을 얇게 살포하여 작은 균열과 표면의 공극을 채워 노면을 소생시키는 공법으로 특히 교통량이 적은 곳에 사용하면 효과가 있다.

4) 슬러리 시일(Slurry Seal) : 유화 아스팔트, 잔골재, 석분과 적당량의 물을 가한 상온혼합물을 슬러리 모양으로 만들어 얇게 포설하는 공법이다. 이 공법은 미세균열

및 표면이 마모된 곳의 수리에 적용되고 있다.

5) 수지계 표면처리 : 포장표면에 에폭시수지 등을 살포 또는 도포해서 그 위에 경질골재를 살포, 고착시키는 것으로 특별히 미끄럼방지 효과를 기대할 수 있는 공법이다. 안료 또는 착색골재를 이용하여 착색포장을 겸용할 수 있다. 골재로는 에머리, 칼사이드 보그사이트 등의 경질 골재를 이용하며 입경은 3.2~1.2mm의 범위의 것을 사용한다.

2. 아스팔트 패칭공법

가. 용도 및 목적

패칭이란 포트홀, 단차, 부분적인 균열 등 적은 면적의 손상된 곳을 직접 채우는 임시적인 방법과 불량 부분을 약간 크게 절취하여 수리하는 방법으로 구분할 수 있다. 전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 사용하는 재료는 기존 포장과 같은 재료를 사용하는 하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 하는 것과 시설 포장과 같은 재료를 얻기 어려울 때에는 쉽게 구할 수 있는 재료를 사용해도 좋다. 패칭 재료는 일반적으로 가열 아스팔트 혼합물이 사용되며, 긴급을 요할때는 상온 아스팔트 혼합물도 사용된다.

◆ 가열 혼합식 방법

◆ 상온 혼합식 방법

◆ 구스아스팔트

나. 시공방법

1) 가열 혼합식 공법 : 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 천막포 등으로 덮어 보온에 특히 주의하여 온도강하를 방지해야 한다.

2) 상온 혼합식 공법 : 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 안정성, 내구성이 떨어지므로 대형차 교통량이 많은 도로에서는 긴급을 요하는 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋다.

3) 구스아스팔트 : 가열 혼합식 공법과 거의 동일.

3. 아스팔트 오버레이공법

가. 용도 및 목적

기존 포장의 강도 부족을 보충하는 것 외에 노면의 평탄성 개량, 균열로 빗물의 침투를 방지하는 목적도 있다. 오버레이시 노면높이의 상승과 배수, 사하중 증가 등을 가져올 수 있으므로 여러 상황을 고려하여 공법을 채택하여야 한다. 이의 채택이 어려울 경우에는 절삭 오버레이, 재포장, 재생공법등을 검토할 필요가 있다. 오버레이를 시공하기에 앞서 기존 포장의 파손상황에 따라 적당한 수정을 한다.

나. 시공방법

- 노면을 깨끗이 청소하고, 쓰레기 등을 제거한다.
- 택코우트 실시 : 일반적으로 아스팔트 유제(PK-4)를 이용한다. 살포량은 재래노면의 조도, 노화의 정도에 따라 다르지만, 일반적으로 0.4~1.0 l/m² 정도이다. 살포량이 너무 많으면 오버레이 후 노면에 블리딩 및 종단방향 요철이 생기게 된다. 유제의 살포는 일반적으로 시공면적이 작은 경우에는 엔진 콤푸레서를 사용하고, 면적이 큰 경우에는 아스팔트 디스트리뷰터를 사용하여 효율적인 시공이 가능하다.

4. 아스팔트 절삭오버레이공법

가. 용도 및 목적

아스팔트 포장표면에 연속적으로 또는 단속적으로 요철이 발생하여 평탄성이 불량하게 된 경우는 이 부분을 기계로 절삭하여 노면의 평탄성과 미끄럼 저항을 회복시키는 공법으로 소성변형이 일어난 곳에 효과적인 공법이다.

나. 시공방법

- 로드히터로 소정온도(60~180℃)까지 가열한다.
- 로타리 커트 또는 모터 그레이더의 그레이더로 절삭한다.

- 사람 또는 모터 스위퍼로 청소한다.
- 그대로 교통개방하거나 오버레이 시공을 한다.

5. 포장도로 균열보수공법(Road Seal)

가. 용도 및 목적

본 공법은 교면포장 파손, 균열부 보수 및 바닥판 균열, 철근콘크리트, 신축이음부 보수에 주로 사용되며, 균열의 봉합을 주목적으로 한다.

나. 시공방법

- 시공부위 절단 및 깨기
- 압축공기 청소 및 Tape부착 : 신축 이음부에서 파편, 미세먼지, 미량의 습기제거, 점착성 이물질을 제거후 포장 깨기 측면에 Tape를 부착한다.
- 시공부위 가열 및 백업제 서치 : 양호한 주입을 위하여 히트랜스를 사용해 시공부위를 가열 (약 70°C유지)한후 백업제를 설치한다.
- 1차 도포 및 지지판 설치 : 시공부위에 로드셀을 2mm~3mm정도로 1차도포 후 지지판(철판 : 5~6mm)을 설치한다
- 조인트제(로드셀)의 주입
- 마무리 작업 : 스퀴즈나 롤러로 평탄한면(평탄화)을 만든후 석회가루 또는 탈크가루를 표면에 살포해 냉각시키면 시공즉시 차량통행이 가능하다.

4.3 유지관리 방안

4.3.1 유지관리 개요

시설물(교량, 터널, 옹벽 등) 유지관리는 시설물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견하고 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전 및 원활한 교통흐름을 확보함과 동시에 향후 시설물의 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것을 목적으로 실시한다.

유지관리의 목적은 다음과 같다.

- ① 시설물의 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 보정한다.
- ② 시설물의 상태를 체계적이고 주기적으로 기록한다.
- ③ 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- ④ 보수, 보강, 개축 등의 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- ⑤ 점검결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여 예산의 최적 분배가 가능하게 한다.
- ⑥ 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 교량의 개선을 기대할 수 있다.

시설물 유지관리의 목적은 다양하지만 그 중에서 가장 기본이 되는 것은 시설물의 현상을 주기적인 현장 점검을 통해 파악하고, 시설물의 안전성과 사용성에 악영향을 미칠 손상을 예방하거나 조기에 발견하여 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전한 시설물 이용을 보장하는 것이다.

축적된 점검자료를 분석하면 시간이 경과함에 따라 변해 가는 시설물의 상태를 예측할 수 있고, 이에 따라 적절한 유지관리 계획을 수립할 수 있게 된다.

또한, 유지관리면에서 본 설계, 시공상의 문제점과 개선점이 파악되어 유지관리를 고려한 설계, 시공을 가능케 하고, 결과적으로 시설물의 수명을 연장시킨다.

4.3.2 유지관리방안

1) 부재별 유지관리 중점방안

① 포장면

a. 아스팔트 포장은 중차량의 통행시 차륜접지 구간에 소성변형이 발생되고 그에 따른 주행성 저하 및 이용자의 불편이 발생되므로 일상점검을 통하여 노면의 요철발생여부를 점검하고, 소성변형 및 요철발생에 의하여 주행차량의 차선변경에 영향을 미칠 경우 표면절삭등을 통하여 보수 조치하여야 한다.

b. 포장면은 윤하중을 직접 접하는 부분이므로 부분적인 손상시 손상범위가 빠른 속도로 확대되고, 표면의 손상시 주행성 저하 및 충격하중이 크게 증가되어 교량에 초과하중으로 작용되어 내구성을 저하시키므로 부분적인 손상의 발생시 조속히 보수 조치하는 것이 바람직하다.

② 신축이음

a. 교량의 신축이음부 본체 유간부는 이물질이 장기적으로 적치될 경우 신축기능을 저하시킬 수 있으므로 정기적인 점검을 통한 청소 시행이 필요하다.

b. 신축이음부의 누수는 교각 및 교대의 받침면에 물이 고여 콘크리트 표면의 열화를 촉진시키고 강재 받침의 경우 받침부식을 촉진시키는 요인으로 작용되므로 분기별로 우기시 신축이음부의 누수정도를 점검하는 것이 필요하다.

c. 신축이음에 연결되는 슬래브 단부는 차량의 충격하중등에 의하여 손상이 빈번히 발생되므로 점검시 신축이음하부의 슬래브 단부손상 유무를 관찰하여야 한다.

③ 배수구

교량의 교면 배수를 위한 배수구는 입구부에 이물질이 적치되는 경우 표면수의 유입이 곤란하고, 동결기시 결빙방지를 위하여 살포한 모래등에 의하여 배수관의 막힘이 빈번히 발생되므로 동절기가 끝나는 시기에는 배수관에 이물질의 충전여부를 점검하고 배출구 주변도 정리를 시행하는 것이 필요하다.

④ 받침장치

a. 받침장치는 상부구조와 하부구조를 연결시키는 중요한 부분으로서 교량의 대부분의 손상 및 결함이 받침부에서 주로 발생하고 있다.

- b. 상부구조의 거동에 대해 이동, 회전이 가능하고 충분한 지지력이 확보되어야 한다.
- c. 받침부의 가동상태 확인(미끄럼면 구동상태, 가동 여유량 확인) 및 받침 강재의 부식상태, 받침콘크리트 손상상태를 주기적으로 점검하고 이상 발견시 적절한 조치가 수반되어야 한다.

⑤ 교각, 교대

- a. 교대 및 교각은 상부하중을 기초에 전달하는 부재이므로 과도한 하중의 작용시 손상이 발생되지만 기초의 불안정시에도 손상이 발생할 수 있다.
- b. 교대 및 교각은 주변지층의 변화 및 주변에서 지반터파기 작업등을 시행하는 경우 점검횟수를 증가하고 변위여부를 유의 관찰하여야 한다.
- c. 하부공 기초의 세굴 및 침식, 기타 변위 등의 손상은 교량의 안전성에 영향을 미치므로 주기적인 점검을 통하여 손상 발생 여부를 조사한다.

⑥ 거더

- a. 거더 지점부 및 중앙부의 손상 발생여부에 대하여 주의 관찰한다.
- b. PC 거더 단부의 균열 및 파손은 중대 결함이므로 발생여부에 대해 주의 관찰한다.
- c. 강재 거더 지점부 및 중앙부의 손상(부재 변위, 용접부 균열, 볼트 손상 등) 발생여부에 대하여 주의 관찰한다.
- d. 강재 거더 단부는 신축이음 누수에 따른 부식 발생위험이 많으므로 부식여부에 대해 중점 점검한다.

2) 유지관리 지침

본 과업을 통하여 제시된 외관조사망도를 바탕으로 본 보고서『제1편 제2장 외관조사 실시개요』에서 제시한 「점검부위 및 손상종류」 사항을 참고하여 유지관리 한다.

※ 시설물 점검시 각 시설물별 유지관리 지침과 외관 조사망도 활용 요망.

※ 시설물 보수·보강 이력사항에 대한 기록관리 철저 요망.

※ 시설물의 보수는 제1편 제4장을 참조하며, 보강 필요부재에 대해서는 충분한 검토 및 보수 실시절계 후 제시된 방안으로 보강하는 것이 바람직하다.

※ 보수·보강 수행시 공사에 따른 특기사항은 기록, 정리하여 향후 유지관리 자료로 활용할 수 있도록 하여야 한다.

제 2 편 시설물편

1. 고정대교
2. 청도천1교
3. 청도천2교
4. 청도1터널
5. 콘크리트 옹벽(6공구)
6. 보강토옹벽(6공구)