

관 리 번 호

대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검보고서

- 장평IC1교 -

2017. 12.



대미원천교(강릉) 등
32개소
장평-IC1교

125mm

3mm

정밀점검보고서

2017
12

169mm

한국도로공사

관 리 번 호

대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검보고서

- 장평IC1교 -

2017. 12.

 한국도로공사

강원본부 대관령지사



[주] 동양종합기술공사



[주] 장민이엔씨



[주] 대성건설이엔지



[주] 큰사람이엔씨

제 출 문

한국도로공사 강원본부장 귀하

귀 본부와 2017년 06월 09일자로 계약을 체결한 “대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검용역”에 대한 과업을 성실히 수행하고, 그중에서 “장평IC1교”의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2017년 12월 28일

주 소 : 부산광역시 해운대구 센텀북대로60, 센텀IS타워 1813호

상 호 : (주) 동 양 종 합 기 술 공 사

대표자 : 대표이사 김 일 봉 (인)

주 소 : 서울특별시 송파구 충민로52, C511호(문정동)

상 호 : (주) 장 민 이 엔 씨

대표자 : 대표이사 한 영 필 (인)

주 소 : 경상북도 경주시 충효녹지길 36-7(충효동)

상 호 : (주) 대 성 건 설 이 엔 지

대표자 : 대표이사 김 연 수 (인)

주 소 : 서울특별시 송파구 올림픽로35가길 11, 912호(신천동)

상 호 : (주) 큰 사 람 이 엔 씨

대표자 : 대표이사 안 태 원 (인)

장평IC1교 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검용역	점검기간	2017. 06. 12. ~ 2017. 06. 20.		
관리주체명	한국도로공사 강원본부 대관령지사	대표자	강원본부 대관령지사장		
공동수급	(주)동양종합기술공사, (주)장민이앤씨 (주)대성건설이앤지, (주)큰사람이앤씨	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	교량	종 류	도로 교량	종 별	2종
준공일	1999년 03월 11일	점검금액 (천원)	5,807	안전 등급	B
시설물위치	강원도 평창군 용평면 장평리 (영동선 181.82km)	시설물 규모	L= 100.0m, B= 15.6m (왕복 2차로, 갓길)		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	정밀점검 결과 시설물의 중대결함 사항 없음.				
점검 주요결과	(1) 외관조사 ※ 2017년 정밀점검 과업기간 중 구조물 보수공사 실시, 완료됨. (손상 및 사진 내용은 보수공사 진행기간 중에 조사된 2017년 정밀점검 결과이며, 외관조사 수량, 분석, 평가, 개략공사비는 관리주체에서 2017년 진행하여 완료된 보수공사 내용을 반영하여 작성함.) ① 바닥판 - 바닥판 철근노출 및 콘크리트 박리, 박락 백태 및 망상균열 ② 거더 및 2차부재(가로보) - 강재부식, 강재표면 백태오염, 점부식 - 거더내부 SPLICE부 실링재 미처리 ③ 하부구조(교대, 교각) - 콘크리트 박리 및 박락 - 교대 균열(cw=0.3mm미만·이상), 백태, 재료분리, 콘크리트 박리 및 박락 - 교각 균열(cw=0.3mm미만·이상), 콘크리트 박리 ④ 받침 - 본체 부식, 받침 콘크리트 균열(cw=0.3mm), 받침 모르타르 박리 ⑤ 기타부재 - 난간 : 상태양호 - 교면포장 : 상태양호 - 배수시설 : 배수관 부식 - 신축이음 : 상태양호 (2) 콘크리트 추정압축강도는 설계기준에 만족하며 탄산화 시험결과 잔여깊이가 30mm 이상으로 a등급임. (3) 외관조사 및 내구성 조사결과, 상태평가 B등급으로 평가 됨.				
	주요 보수·보장	(1) 콘크리트 손상(박락, 철근노출) → 단면복구 (2) 콘크리트 균열(cw=0.2mm이하), 백태 → 표면처리 (3) 콘크리트 균열(cw=0.3mm이상) → 주입보수			

(계속)

다. 책임(참여)기술자 현황			
구 분	성 명	전체과업기간	기술등급
사업책임	이진우	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
분야별 책임	김일봉	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
분야별 책임	김영관	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
분야별 참여	김인한	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
분야별 참여	정해성	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
참여기술자	신기용	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	변윤구	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	김성완	2017.06.12. ~ 2017.06.20	중급
	윤준희	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	신유경	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	배지웅	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	이청덕	2017.06.12. ~ 2017.06.20	고급
	조기주	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	조병준	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	황인선	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	김기용	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	이민웅	2017.06.12. ~ 2017.06.20	중급
	권희규	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	홍순천	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	정우상	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	김일광	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	신원근	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	권영달	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	신혜훈	2017.06.12. ~ 2017.06.20	고급
	이상준	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	이성재	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	홍승완	2017.06.12. ~ 2017.06.20	중급
	박성진	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	김한준	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
	이연호	2017.06.12. ~ 2017.06.20	초급
	이용훈	2017.06.12. ~ 2017.06.20	특급
라. 참고사항			
▶ 차기 안전점검 시 중점점검부위 ① 바닥판 망상균열 및 백태, 신축이음하면의 바닥판 하면의 콘크리트박리, 박락 ② 교대 홍벽 및 구체 균열, 재료분리, 백태, 콘크리트 박리 및 박락, 교각 균열 ③ 거더 및 가로보의 부식, 교면포장 균열, 신축이음 열화 ▶ 보수·보강의 필요여부 → 교량에 대한 보수 필요 ▶ 중대한 결함이 있는 경우 후속 조치사항 → 중대한 결함 사항 없음.			

장평IC1교 정밀점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
- 구조물의 중대결함 사항 없음. - 외관조사 및 내구성조사 결과 등을 종합적으로 분석한 결과, 구조물은 각 부재에 발생된 결함에 대해 내구성 유지 및 사용성 확보를 위한 부분 보수가 필요한 상태로 교량의 안전등급은 “B”등급으로 지정됨. - 현재 시설물의 사용제한이나 정밀안전진단은 필요치 않으며, 주기적인 관찰 및 유지관리가 필요함.	
책임기술자 : 이진우 이(선명우)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B	
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)	2017년 보수공사
상부 구조	바닥판	c	균열(cw=0.2mm), 백태 콘크리트 박리, 박락 철근노출	표면보수 단면복구 단면복구(방청)	
	거더	b	강재부식, 백태오염	재도장	○
	가로보	b	강재부식	재도장	○
하부 구조	교대	c	균열(cw=0.2mm이하), 백태 균열(cw=0.3mm이상) 콘크리트 박리, 박락	표면보수 주입보수 단면복구	
	교각	c	균열(cw=0.2mm이하) 균열(cw=0.3mm이상)	표면보수 주입보수	
받침		c	받침 부식 받침콘크리트 균열	재도장 표면처리	
교면포장		a	상태양호	유지관찰	○
신축이음 장치		a	상태양호	유지관찰	○
난간		c	박리	단면복구	
배수시설		a	상태양호	유지관찰	

※ 결함종류 : 보수공사 이전 외관조사 내용, 2017년 보수공사 : 외관조사 후 공사완료

※ ‘상태평가결과’의 각 부재 등급은 2017년 보수공사 내용을 반영한 등급을 표시함.

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석 방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성 평가 결과
-	-	해당 사항 없음	-	-

다. 내진설계 반영여부

검토대상 부재	설계 적용 여부	결과	조사결과 요약
반침 하부구조	Y	-	해당사항 없음

라. 현장시험

시험명	시험부위	건전부위	불량부위	설계 기준강도	평가
반발 경도 (MPa)	바닥판 하면	29.9~31.5	29.7	27.0	양호
	하부구조	27.5~27.9	25.9	24.0	양호
탄산화 깊이 (mm)	바닥판 하면	4.0~5.0 (잔여깊이 : 55.0~56.0)		잔여깊이 ≥ 30.0	a등급
	하부구조	4.0~7.0 (잔여깊이 : 93.0~96.0)		잔여깊이 ≥ 30.0	a등급
종합 평가	· 반발경도 시험 - 시험분석 결과 설계기준강도 이상으로 양호한 수준 유지함. - 열화 및 손상부위 근접한 부분의 반발경도 현장확인 결과, 건전 부위 측정치와 비교 시 강도의 저하가 크게 나타나지 않음. (불량부위 부근의 콘크리트 추정압축강도 양호) · 탄산화 시험 - 탄산화 잔여 피복두께 30mm이상 확보. (상태등급 : a등급) - 이론 속도 계수(3.7mm/√년) > 실제 탄산화 속도 계수(0.9~1.6mm/√년) ▶ 탄산화 진행 속도가 이론치보다 천천히 진행됨. ▶ 경과년수 : 18년(1999년 준공, 이론깊이 : 15.81mm) - 전차 용역과 비교 시 잔여피복두께는 30mm 이상을 유지하며, 지속적인 유지관리 요함.				

장평IC1교 현황표

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		장평IC1교		시설물번호		BR1999-0000031	
준공년월일		1999년 03월 11일		관리번호		0500B3174301	
시설물위치		강원도 평창군 용평면 장평리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		영동선 181.82km	
제원	연장	L=100m (1@30m+1@40m+1@30m = 100m, 3경간 연속교량)					
	폭	B = 15.6m, 양방향 2차로					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	확대(전면기초)	
	하부	역T형식 교대 T형 교각			교각	확대(전면기초)	
교량받침		포트받침		신축이음		모노셀 Joint	
교차시설물		국도6호선		통과높이		5.5m	
설계사		동명기술단		시공사		남광토건(주)	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 강원본부 대관령지사	
부착시설내용		-					
기타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 주요 보수·보강 : 교면 재포장, 신축이음장치 교체, 거더 및 가로보 도장('17년), 교면포장 균열보수, 바닥판 단면보수, 난간 균열주입보수('16년), 단면보수 및 표면처리('15년, A1/A2), 신축이음장치 교체('11년, A2), 신축이음 후타재 균열보수('10년), 바닥판 단면보수('10년), 받침장치 채도장('10년), 교면포장 아스팔트 노면팻칭공사('08년), 받침장치 채도장('08년), 받침장치 채도장('07년), 신축이음 부분보수('07년)					

참여기술자 명단

참여구분	참여분야	소속	직위	성명	참여기간	서명
계				31명	2017월	
책임기술자	사업책임	(주)동양종합기술공사	상무	이진우	2017.06.12.~12.28 (7일)	이진우
분야별 책임기술자	재료시험	(주)동양종합기술공사	대표	김일봉	2017.06.12.~12.28 (7일)	김일봉
	자료분석	(주)큰사람이엔씨	상무	김영관	2017.06.12.~12.28 (7일)	
분야별 참여기술자	재료시험	(주)장민이엔씨	이사	김인한	2017.06.12.~12.28 (7일)	
	자료분석	(주)대성건설이엔지	이사	정해성	2017.06.12.~12.28 (7일)	정해성
기타 참여기술자	재료시험	(주)동양종합기술공사	이사	신기용	2017.06.12.~12.28 (7일)	신기용
		(주)동양종합기술공사	부장	변윤구	2017.06.12.~12.28 (7일)	변윤구
		(주)동양종합기술공사	전무	이청덕	2017.06.12.~12.28 (7일)	이청덕
		(주)동양종합기술공사	과장	신유경	2017.06.12.~12.28 (7일)	신유경
		(주)동양종합기술공사	과장	배지웅	2017.06.12.~12.28 (7일)	배지웅
		(주)동양종합기술공사	주임	김성완	2017.06.12.~12.28 (7일)	김성완
		(주)동양종합기술공사	기사	윤준희	2017.06.12.~12.28 (7일)	윤준희
		(주)장민이엔씨	부사장	조기주	2017.06.12.~12.28 (7일)	조기주
		(주)장민이엔씨	부사장	조병준	2017.06.12.~12.28 (7일)	조병준
		(주)장민이엔씨	이사	황인선	2017.06.12.~12.28 (7일)	황인선
		(주)장민이엔씨	과장	김기용	2017.06.12.~12.28 (7일)	김기용
		(주)장민이엔씨	대리	이민웅	2017.06.12.~12.28 (7일)	이민웅
		(주)장민이엔씨	대리	권희규	2017.06.12.~12.28 (7일)	권희규
		(주)장민이엔씨	사원	홍순천	2017.06.12.~12.28 (7일)	홍순천

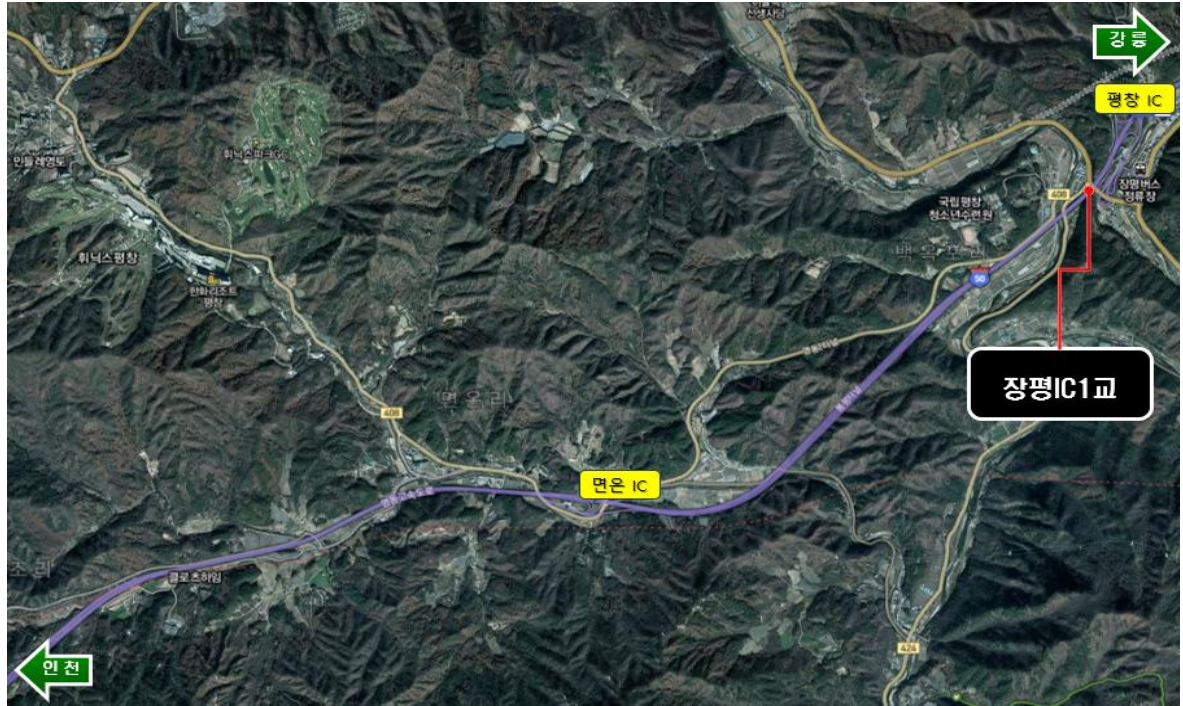
(계속)

참여기술자 명단

참여구분	참여분야	소속	직위	성명	참여기간	서명
기타 참여기술자	자료분석	(주)대성건설이엔지	부사장	정우상	2017.06.12.~12.28 (7일)	정우상
		(주)대성건설이엔지	이사	김일광	2017.06.12.~12.28 (7일)	김일광
		(주)대성건설이엔지	전무	신원근	2017.06.12.~12.28 (7일)	신원근
		(주)대성건설이엔지	전무	권영달	2017.06.12.~08.20 (7일)	권영달
		(주)대성건설이엔지	이사	신혜훈	2017.06.12.~12.28 (7일)	신혜훈
		(주)대성건설이엔지	이사	이상준	2017.06.12.~12.28 (7일)	이상준
		(주)대성건설이엔지	과장	이성재	2017.06.12.~12.28 (7일)	이성재
		(주)대성건설이엔지	부장	홍승완	2017.06.12.~12.28 (7일)	홍승완
		(주)대성건설이엔지	주임	박성진	2017.06.12.~11.30 (7일)	박성진
		(주)큰사람이엔지	상무	김한준	2017.06.12.~12.28 (7일)	김한준
		(주)큰사람이엔지	대리	이연호	2017.06.12.~12.28 (7일)	이연호
		(주)큰사람이엔지	부사장	이용훈	2017.06.12.~08.31 (7일)	이용훈

장평IC1교

【위치도】



강원도 평창군 용평면 장평리

장평IC1교

【전경사진】



교량 전경



교량 상부 전경

장평IC1교

【부위별 사진 (1)】



교면포장



신축이음장치



배수구



난간



바닥판, 거더, 가로보



바닥판, 배수관

장평IC1교

【부위별 사진 (2)】

	
거더 내부	받침(고정 단)
	
받침(일 방향)	받침(양 방향)
	
교각	교대

요약문

1. 과업의 목적
2. 과업의 범위
3. 구조물 점검기간
4. 현황
5. 외관조사
6. 현장시험
7. 상태평가 및 안전등급 지정
8. 보수 · 보강 및 유지관리 방안
9. 종합결론

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업의 목적은 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에서 정하는 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법·절차 등에 관한 필요사항을 보다 상세히 제시하고 그 실시 요령을 정하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·명확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 안전조치를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성 및 기능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화하는데 그 목적이 있다.

2. 과업의 범위

- 가. 관련자료 수집 및 분석
- 나. 외관 조사
- 다. 재료시험
- 라. 상태평가
- 마. 보수·보강대책 제시
- 바. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시
- 사. 보고서 작성

3. 구조물 점검기간

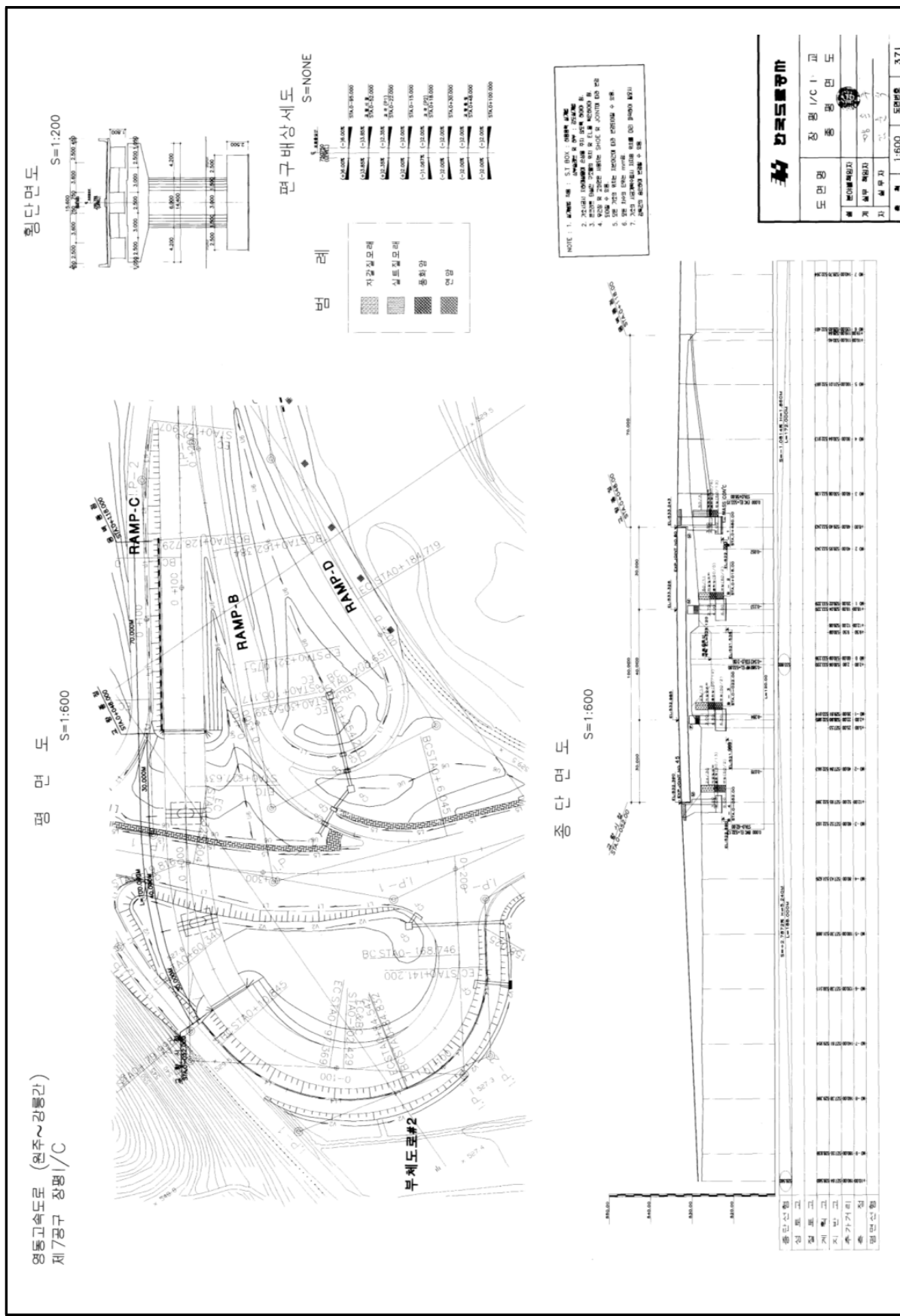
2017. 06. 12. ~ 2017. 12. 28. (착수일로부터 200일)

4. 현황

4.1 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		장평IC1교		시설물번호		BR1999-0000031	
준공년월일		1999년 03월 11일		관리번호		0500B3174301	
시설물위치		강원도 평창군 용평면 장평리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		영동선 181.82km	
제원	연장	L=100m (1@30m+1@40m+1@30m = 100m, 3경간 연속교량)					
	폭	B = 15.6m, 양방향 2차로					
구조 형식	상부	Steel Box Girder	기초 형식	교대	확대(전면기초)		
	하부	역T형식 교대 T형 교각		교각	확대(전면기초)		
교량받침		포트받침		신축이음		모노셀 Joint	
교차시설물		국도6호선		통과높이		5.5m	
설계사		동명기술단		시공사		남광토건(주)	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 강원본부 대관령지사	
부착시설내용		-					
기타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 주요 보수·보강 : 교면 재포장, 신축이음장치 교체, 거더 및 가로보 도장('17년), 교면포장 균열보수, 바닥판 단면보수, 난간 균열주입보수('16년), 단면보수 및 표면처리('15년, A1/A2), 신축이음장치 교체('11년, A2), 신축이음 후타재 균열보수('10년), 바닥판 단면보수('10년), 받침장치 재도장('10년), 교면포장 아스팔트 노면팻칭공사('08년), 받침장치 재도장('08년), 받침장치 재도장('07년), 신축이음 부분보수('07년)					

4.2 시설물 종평면도



4.3 자료수집 및 분석

가. 점검 이력

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로부 부분 부식,바닥판 보수부 백태,바닥판 균열,누수로 인한 백태,교량받침 슬플레이트 부식,교대 홍벽보수부 균열,백태,기둥균열,신축이음장치 누수, 후타균열,포장균열,분리시공부 균열,소분리대 및 난간 균열,배수구 막힘 등이 관찰됨.	2017-07-27
2017-06-30 2017-06-30	오문석	양호	신축이음장치개량,포장균열보수,난간단면보수,청소,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이수동
정밀점검	자체수행	0	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 - 거더 하부플랜지 녹발생 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 - 받침장치 부식.	2017-06-28
2017-05-21 2017-06-20	오문석	B등급	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 : 표면처리 및 단면보수 - 거더 하부플랜지 녹발생 : 재도장 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 : 단면보수 및 표면처리 - 받침장치 부식 : 재도장	이수동
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로부 부분 부식,바닥판 보수부 백태,바닥판 균열,누수로 인한 백태,교량받침 슬플레이트 부식,교대 홍벽보수부 균열,백태,기둥균열,신축이음장치 누수, 후타균열,포장균열,분리시공부 균열,소분리대 및 난간 균열,배수구 막힘 등이 관찰됨.	2016-11-07
2016-10-05 2016-10-05	정의천	양호	신축이음장치개량,포장균열보수,난간단면보수,청소,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이욱준

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더외측 및 경간단부 부식,하부플랜지 점부식,연결볼트부 부분 부식,복부판 백태,가로보 연결볼트 부식,바닥판 기보수부 박리,단부파손,상부 관통균열에 의한 백태,받침장치 및 슬플레이트 부분 부식,교대홍벽 보수부 파손,기둥균열,홍벽파손,철근노출,신축이음장치 후타균열,표면박리,토사퇴적,전반적인 교면포장(일반LMC)균열,소분리대 콘크리트 표면박리,난간균열,백태 등이 관찰됨.	2016-06-29
2016-05-11 2016-05-11	정의천	양호	단면보수,표면처리,교면포장 균열보수,주의 관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더외측 및 경간단부 부식,하부플랜지 점부식,연결볼트부 부분 부식,복부판 백태,가로보 연결볼트 부식,바닥판 기보수부 박리,단부파손,균열,백태,철근노출,받침장치 및 슬플레이트 부분부식,교대홍벽 보수부 파손,기둥균열,홍벽파손,철근노출,신축이음장치 후타균열,전반적인 교면포장(일반LMC)균열,소분리대 콘크리트 표면박리,난간균열,백태 등이 관찰됨.	2015-12-28
2015-10-06 2015-10-06	정의천	양호	단면보수,표면처리,교면포장 균열보수,주의 관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정밀점검	자체수행	0	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 - 거더 하부플랜지 녹발생 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 - 받침장치 부식.	2015-07-02
2015-05-28 2015-06-30	정의천	B등급	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 : 표면처리 및 단면보수 - 거더 하부플랜지 녹발생 : 재도장 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 : 단면보수 및 표면처리 - 받침장치 부식 : 재도장	이육준

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함은 발견되지 않았으며, 거더단부의 부식, 연결볼트부 부식, 바닥판 단부의 균열, 녹물오염, 받침장치 부식, 교대홍벽 녹물오염, 날개벽 백태, 신축이음장치 후타 균열, 난간 및 중분대 방호벽의 균열등이 관찰됨.	2015-01-12
2014-10-21 2014-10-21	정의천	양호	강박스 거더하부 일부 녹발생 : 재도장, 교량 받침 부식, 무수축콘크리트 균열 : 재도장 및 표면처리, 교대 누수에 따른 녹물, 열화 일부 발생 : 표면처리, 신축이음 후타콘크리트 균열 및 녹발생 : 지속관찰.	이육준
정기점검 (상반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 없었으며, 거더단부의 부식, 점부식, 바닥판백태, 바닥판 단부 보수부의 파손, 백태, 받침장치의 부식, 슬플레이트 부식, 교대홍벽 녹물, 백태오염, 열화, 철근노출, 신축이음장치의 토사퇴적, 후타파손, 교면포장균열, 배수구 토사퇴적 등이 관찰됨.	2014-10-01
2014-04-22 2014-04-22	정의천	양호	바닥판 및 교대 열화부 단면보수, 포장 균열 보수, 신축이음장치 및 배수구 청소, 기타 주의관찰.	이육준
정밀점검	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 발견되지 않았으며, 전반적인 거더의 부식, 바닥판 단부의 박락, 열화, 철근노출, 백태오염, 받침장치와 슬플레이트 부식, 홍벽박락, 열화, 백태, 녹물오염, 신축이음장치의 토사퇴적, 후타균열, 교면포장 균열, 소분리대의 표면박리, 난간균열등이 다수 발견됨.	2013-10-25
2013-09-03 2013-09-03	김태훈	B등급	거더, 가로보 부식, 바닥판 손상부, 받침, 슬플레이트부식, 교대열화, 박락, 포장균열등은 지속적인 주의관찰 필요함.	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G2, S3G2 하부 플랜지 단부 녹발생, S1 가로보 스프라이스볼트 녹발생, S1 A1 바닥판 단부 열화 및 철근노출, S3 바닥판 백태오염, A2측 바닥판 단부 열화, A1-sh2~sh6 슈 녹발생, A1 교대 누수, 홍벽열화, 철근노출 백태 및 녹물발생, A2 교대 누수, 홍벽 백태 및 녹물발생, A1 신축이음장치 토사퇴적 및 후타콘크리트 파손, 분리부 열화, A2 신축이음장치 토사퇴적 및 후타콘크리트 균열, S1~S3 전반적인 포장균열, S1~S3 소분리대 콘크리트 박리, S2~S3 난간균열 및 백태.	2013-04-23
2013-04-23 2013-04-23	김태훈	양호	재도장, 단면보수, 백태제거, 토사제거, 신축이음 보수, 후타콘크리트보수.	김태훈

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천 원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)	자체수행	0	S1,S3 전반적인 점부식 및 연결볼트부 녹발생,S1 가로보 연결볼트 녹발생,A1 바닥판 단부 열화 및 철근노출,A2 바닥판 단부 열화,A1-sh3,sh4 슈 녹발생,A1 교대 좌우측 흉벽 백태 및 녹물발생,A2 교대 흉벽 백태 및 녹물발생,A1 신축이음장치 누수 및 후타콘크리트 파손,A2 후타콘크리트 파손,교면 포장 전체적인 미세균열.	2012-12-12
2012-07-18 2012-07-18	김태훈	양호	녹발생 지속관찰요망,단면보수,슈재도장,누수보수,후타보수,지속관찰.	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G1 주형 및 연결볼트부 녹발생,S3G3 주형 녹발생, A1 바닥판 단부 열화 및 철근노출,A2 바닥판 단부 열화,S2 바닥판 현치부 열화 및 백태,A1 교대 좌우측 흉벽 백태 및 녹물발생,A2 교대 흉벽 백태 및 녹물발생,A1후타콘크리트 파손 및 철근노출,A2후타콘크리트 파손.	2012-06-14
2012-04-09 2012-04-09	이해수,김태훈	양호	재도장,단면보수,오염제거,후타보수.	김태훈
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함.	2011-11-29
2011-08-09 2011-08-09	이해수,박광일	양호	없음.	박광일
정기점검 (상반기)	자체수행	0	A1 바닥판 단부 열화, A1 신축이음장치 파손, A1-2,3 슈 녹발생.	2011-06-21
2011-04-12 2011-04-12	이해수,박광일	양호	단면보수,신축이음교체,재도장.	박광일
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함.	2010-09-02
2010-09-02 2010-09-02	박광일	양호	없음.	박광일

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	자체수행	0	양호함,부속시설물 이상없음.	2010-04-05
2010-04-05 2010-04-05	-	A등급	없음.	박광일
정기점검 (하반기)		0	신축이음장치 후타콘크리트 박리, 포장부 균열발생,소분리대 콘크리트 박리.	2009-08-04
2009-08-04 2009-08-04	김태훈	양호	하자보수요청(균열보수,단면보수,파손부보수).	김태훈
정기점검 (상반기)		0	강박스 연결 스플라이스부 녹발생, A1(진출) 신축이음 후타 파손, A2 진출 신축이음부 콘크리트열화.	2009-04-08
2009-04-08 2009-04-08	김용준	양호	녹제거 및 채도장, 후타보수(하자통보예정) 및 열화보수.	김태훈
정기점검 (하반기)		0	강박스 단부 및 스플라이스, 볼트 발청.	2008-12-30
2008-09-24 2008-09-24	강현억	양호	채도장.	김태훈
정밀점검	자체수행	0	고무재탈리 및 포트홀발생, 바닥판열화 및 방호벽 연결부 누수.	2008-06-05
2008-05-19 2008-05-19	강현억	A등급	고무재 재결속 및 단면보수.	김태훈

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)		0	교면포장 포트홀 및 균열.	2008-01-30
2007-12-07 2007-12-07	이권찬	양호	절삭덧씌우기.	김태훈
정기점검 (상반기)		0	교면포장 백태 및 균열.	2008-01-30
2007-06-12 2007-06-12	한광수	양호	아스팔트 패칭.	김태훈
정밀점검		0	양호.	2006-12-30
2006-11-21 2006-11-30	석선원	A등급	-	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호.	2007-02-14
2006-11-21 2006-11-21	이진만	양호	없음.	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호.	2007-01-11
2006-06-28 2006-06-28	이진만	양호	없음.	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호.	2006-02-13
2005-12-28 2005-12-28	이권찬	양호	-	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호.	2005-12-22
2005-06-07 2005-06-07	석선원	양호	-	이권찬

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	자체수행	0	양호.	2005-03-03
2004-11-08 2004-11-08	양승렬	A등급	양호.	이권찬
정기점검 (상반기)	자체수행	0	양호.	2004-06-30
2004-06-15 2004-06-15	양승렬	양호	없음.	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호.	2004-02-27
2003-10-08 2003-10-08	정우관	양호	없음.	이철상
정기점검 (상반기)		0	교면포장,배수시설,난간,바닥판,신축이음,주형,교좌장치,구체,교각 기타등.	2003-07-15
2003-06-24 2003-06-25	정우관	양호	없음.	이철상
정밀점검	한국도로공사	0	교량 교대 · 교각의 균열발생.	2016-10-18
2002-10-28 2002-10-29	최기용	A등급		심정원
정기점검 (상반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호.	2002-04-10
2002-03-26 2002-03-29	김태훈	양호	없음.	김태훈
정기점검 (하반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호.	2002-04-10
2001-11-30 2001-11-30	김윤섭	양호	없음.	김태훈

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호.	2002-04-10
2001-06-26 2001-06-29	김운섭	양호	없음.	김태훈
정기점검 (하반기)	자체	0	교각, 교대 및 상판.	2001-03-15
2000-12-30 2000-12-30	이상주	양호		김운섭
정밀점검	본부		교좌장치 및 콘크리트 균열 조사.	2000-07-31
2000-07-26 2000-07-26	구조물 점검	A등급		이상주
정밀점검	본부		교좌장치 및 콘크리트 균열 조사.	2000-07-31
2000-07-26 2000-07-26	구조물 점검	A등급		이상주
기타(부분점검 ·진단 등)	본부	0	교각 코핑부 철근 노출	2001-03-15
2000-05-17 2000-05-17	구조물과장	양호	철근 노출부 치핑후 에폭시 몰탈 보수	김운섭

나. 보수·보강 이력

공사기간	보수위치	공법 및 보수구분	물량	공사금액(원)
구조물유지관리연간단가 2007.05.02.~2007.12.31	신축이음	부분보수	5m	5,207,000
구조물유지관리연간단가 2007.05.02.~2007.12.31	받침	슈재도장	8개	139,000
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	교량받침	재도장	22개소	2,370,760
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	신축이음	개량(교체)	7.8m	13,853,000
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	교면포장	아스팔트 노면팻칭	10m ²	9,200,000
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	교대	백태 표면처리	8m ²	2,195,000
구조물유지관리연간단가 2008.06.25~2008.09.23	교면포장	교면개량(초속경)	1.470m ²	264,000,000
구조물유지관리연간단가 2008.09.16~2008.11.04	상부구조	단면보수	12m ²	2,629,742
구조물유지관리연간단가 2010.05.06.~2010.12.31	받침	받침 재도장	9EA	540,000
대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약 2010.05.06.~2010.12.31	바닥판	단면보수	2EA	1,600,000
구조물유지보수공사 연간단가 2010.10.06.~2010.10.06	신축이음	후타재 균열보수	2EA	-
구조물유지보수공사 연간단가 2011.06.28~2011.07.30	신축이음	개량(교체)	7.8m	10,800,000
대관령지사 성산교(강릉)외 1개소 신축이음장치 개량공사 2013.06.28~2013.12.31	신축이음	후타콘크리트보수	3.8m ²	952,000
대관령지사 관내 교량 보수보강공사 2015.05.27.~2015.12.24	교대	단면복구	20m ²	5,200,000
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	교면포장	콘크리트 균열보수	33m	2,057,337
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	교면포장	콘크리트 단면보수	3.5m ²	713,921
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	바닥판	단면보수	1.3m ²	1,351,064
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	난간연석	균열보수 (주입/충전)	250m	13,509,900
2017년 도로시설물 유지보수공사 2017.01.01.~2017.12.28.	거더 가로보 교면포장 신축이음	도장 교면 재포장 장치교체	-	-

다. 자료수집 및 분석 결과요약

구분	수집 자료	자료 분석 결과	과업진행방향
건설 관련 자료	· 준공도면	· 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨. · 준공도면의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨. · 난간, 신축이음장치는 준공 이후 보수 및 보강을 통한 유지관리가 지속적으로 이루어져 준공도면과는 다른 상태로 공용됨.	· 현장조사 시 부재치수를 확인하여 준공도면과 비교, 검토하고 실측치와 동일할 경우는 관리주체측에서 보유한 도면을 기준으로 진행함.
유지 관리 자료	· 점검 이력 · 정밀점검보고서	· 기존 정밀점검 보고서 분석결과, 교량의 각 부재에서 손상 및 열화가 확인되었으며, 관리주체는 그에 따른 유지관리를 실시하고 있어 구조물은 내구성, 사용성을 확보함.	· 금회 중점조사 부재 - 바닥판 균열, 백태 - 거더, 가로보 부식 - 받침 부식, 균열 - 교대 균열, 백태, 박락 - 교각 균열 - 신축이음 균열, 누수 - 포장 균열 · 부재에 나타나는 손상 및 열화 현상을 면밀히 조사하여 확인 및 기록하고 그에 따른 구조물의 평가(상태평가)를 실시하여 교량의 안전등급을 제시함. · 향후 유지관리를 위한 보수·보강방안을 제시토록함.
	· 보수·보강이력	· 보수·보강이력 확인 결과 점검 및 진단 결과에 따른 유지관리가 이루어져 교량의 사용성, 내구성을 일정부분 확보하고 있음.	· 보수 및 보강 내용을 확인하고 과업기간 중에 진행된 보수·보강 내용을 충분히 반영하여 구조물을 평가토록함.
	· 내진성능향상 대상 교량 세부조사 및 보강설계용역 실시	· 교량받침 평가에서 불안정한 것으로 분석되어 내진용 포트받침으로 교체가 필요함.	· 용역(2007년) 이후 받침의 교체여부를 확인하고 현재의 상태를 조사하고 평가토록함.

5. 외관조사

5.1 손상 종류 및 원인

조사된 손상 및 열화 내용은 2017년에 실시한 각 부재별 보수공사 내용을 반영하지 않은 조사 결과로서 현장 외관조사에서 확인된 내용을 모두 기술함.

(※ 최종평가, 공사비 등 유지관리를 위한 자료는 보수공사 내용을 충분히 반영하여 수록함.)

부재	결합, 손상, 열화 내용	검토 결과
바닥판	· 바닥판 단부 철근노출 · 콘크리트 박리 · 균열, 백태 · 망상균열 다수 확인	재료의 열화, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행 등에 따른 현상으로 판단됨. 포장부 균열 손상부로 빗물 유입.
거더	· 강재부식 · SPLCIE 누수 및 백태오염 (바닥판, 포장 균열 누수) · SPLICE 실링재 미처리	거더 단부의 부식이 넓게 나타나고 있으며, 바닥판 및 포장 손상에 따른 빗물 유입현상이 나타남에 따라 거더 이음부(SPLICE)를 통해 누수 흔적 및 백태오염이 조사됨. 근본적으로는 신축이음을 통한 빗물 유입을 차단하고 관리해야할 것으로 사료됨.
가로보	· 강재부식	손상부분에 대한 채도장이 필요하고, 특히 신축이음장치 하부에 위치한 가로보는 빗물 유입 및 흡착에 따른 열화로 인해 부재의 부식이 나타남에 따라 도장보수 후 사용해야함.
교대	· 균열, 재료분리 · 백태, 콘크리트 박리 및 박락	빗물 유입으로 인한 부재의 열화 진행이 용이하고 그로 인해 손상 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단됨.
교각	· 균열 · 콘크리트 박리	교각에서 발생한 손상은 초기 건조수축 균열의 유지관리, 상부하중, 차량하중 및 충격의 반복작용, 공용기간 경과에 따른 균열이 대부분이며 일부 백태, 박리, 박락 등 손상이 확인됨에 따라 각 손상부에 보수가 요망됨.
받침	· 받침 콘크리트 균열 · 받침장치 부식	받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인한 부식 발생이 촉진됨에 따라 채도장을 통한 보수가 필요하며, 내구성을 유지할 수 있도록 조치 필요함.
난간	· 중앙분리대 연석 박리	외측난간(표면처리 보수공사 적용)은 양호하나 중앙분리대 연석부에 나타난 박리에 대해 내구성 유지를 위한 보수 필요함.

(계속)

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
신축이음	· 장치 본체 부식 · 유간부 퇴적 · 신축이음 누수 · 후타재 마모, 균열	부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생 시 긴급 보수 필요) 후 중대한 문제점 발생 시 신축이음 교체를 통해 유지관리함이 타당함.
교면포장	· 포장균열	포장층의 열화, 중차량의 통행으로 인한 진동 및 충격, 침투수의 체류와 공용기간 중 피로거동, 동결융해의 반복, 제설제 사용에 따른 열화 등에 의해 손상이 진행된 것으로 판단됨. 현장여건 및 환경(고속도로, 한랭지역)상 부분적인 포장보수는 효율적이지 못하지만 단기적인 내구성유지를 위해 포장균열 및 포장 단면박리 부분에 대해서는 보수를 적용 후 공용함이 타당하고 향후 유지관리시 문제점이 추가로 확인되거나, 예산 확보시 전반적인 재포장(교면방수 포함) 후 유지관리함이 바람직함.
배수시설	· 상태양호	양호한 상태로 지속 유지관찰 요함.
평가	■ 주요손상 ① 바닥판 균열(cw=0.2mm), 망상균열 및 백태 다수 발생 ② 교대에 백태 및 박리, 박락 넓게 확인되며, 교각 균열 다수 발생 ③ 빗물과 습기의 접촉이 용이한 거더 및 가로보에 부식 발생 ④ 교면포장 균열이 다수 확인됨. ■ 대부분의 부재에서 기존, 신규 손상확인.	

5.2 부재별 손상 수량 집계

구분	손상내용	단위	손상물량	개소
바닥판	녹오염	m ²	0.81	1
	균열(cw=0.2mm)	m	21.20	17
	균열(cw=0.3mm)	m	1.50	1
	백태	m ²	38.98	46
	철근노출	m ²	4.71	4
	콘크리트 박락	m ²	0.30	1
	콘크리트 박리	m ²	9.74	12
	재료분리	m ²	8.00	1
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	171.03	19
거더	강재부식	m ²	48.67	48
	점부식	m ²	11.82	5
	백태	m ²	0.14	1
	용접불량	EA	3.00	3
	강재표면 백태오염/누수	m ²	0.06	2
	환기구 부식	m ²	0.27	3
	환기구 볼트체결 불량	EA	1.00	1
	SPLICE부 실링재 미처리	EA	28.00	28
	우수유입	EA	1.00	1
가로보	강재부식	m ²	0.44	3
교대	균열(cw=0.2mm이하)	m	10.10	12
	균열(cw=0.3mm)	m	11.80	9
	백태	m ²	5.66	15
	콘크리트 박락	m ²	4.30	9

(계속)

구분	손상내용	단위	손상물량	개소
교대	콘크리트 박리	m ²	5.75	6
	재료분리	m ²	1.09	2
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	0.85	2
교각	균열(cw=0.2mm이하)	m	26.50	34
	균열(cw=0.3mm)	m	4.40	3
	콘크리트 박리	m ²	0.32	3
	균열(cw=0.4mm)	m	2.00	1
교량받침	받침장치 부식	m ²	14.64	21
	받침모르타르 박리	m ²	1.92	3
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	1.40	2
	슬플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	0.04	1
	받침콘크리트 박락	m ²	0.16	2
배수시설	배수관 부식	m ²	0.27	1
중앙분리대	콘크리트 박리	m ²	4.20	5

5.3 기 점검결과 손상수량 비교

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)
			전차('15)	금차('17)	
바닥판	백태	m ²	3.00	38.98	▲ 35.98
	콘크리트 박락	m ²	0.30	0.30	-
	녹오염	m ²	-	0.81	▲ 0.81
	균열(cw=0.2mm)	m	-	21.20	▲ 21.20
	균열(cw=0.3mm)	m	-	1.50	▲ 1.50
	철근노출	m ²	-	4.71	▲ 4.71
	콘크리트 박리	m ²	-	9.74	▲ 9.74
	재료분리	m ²	-	8.00	▲ 8.00
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	-	171.03	▲ 171.03
거더	점부식	m ²	0.30	11.82	▲ 11.52
	강재부식	m ²	-	48.67	▲ 48.67
	백태	m ²	-	0.14	▲ 0.14
	용접불량	EA	-	3.00	▲ 3.00
	강재표면 백태오염/누수	m ²	-	0.06	▲ 0.06
	환기구 부식	m ²	-	0.27	▲ 0.27
	환기구 볼트체결 불량	EA	-	1.00	▲ 1.00
	SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	28.00	▲ 28.00
	우수유입	EA	-	1.00	▲ 1.00
가로보	강재부식	m ²	-	0.44	▲ 0.44
교대	콘크리트 파손	m ²	2.00	-	▼ 2.00
	보수부 층분리	m ²	1.00	-	▼ 1.00
	균열(cw=0.2mm이하)	m	2.00	10.10	▲ 8.10
	백태	m ²	1.00	5.66	▲ 4.66
	균열(cw=0.3mm)	m	-	11.80	▲ 11.80
	콘크리트 박락	m ²	-	4.30	▲ 4.30
	콘크리트 박리	m ²	-	5.75	▲ 5.75

(계속)

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	
			전차('15)	금차('17)		
교대	재료분리	m ²	-	1.09	▲	1.09
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	-	0.85	▲	0.85
교각	균열(cw=0.2mm이하)	m	-	26.50	▲	26.50
	균열(cw=0.3mm)	m	-	4.40	▲	4.40
	콘크리트 박리	m ²	-	0.32	▲	0.32
	균열(cw=0.4mm)	m	-	2.00	▲	2.00
교량 받침	받침장치 부식	m ²	3.00	14.64	▲	11.64
	받침모르타르 박리	m ²	-	1.92	▲	1.92
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	-	1.40	▲	1.40
	슬플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	-	0.04	▲	0.04
	받침콘크리트 박락	m ²	-	0.16	▲	0.16
포장	LMC 포장균열	m	13.00	-	▼	13.00
배수 시설	배수구 막힘	EA	1.00	-	▼	1.00
	배수관 부식	m ²	-	0.27	▲	0.27
난간/ 중분대	난간 균열(cw=0.2mm)	m	2.00	-	▼	2.00
	난간 백태	m ²	0.60	-	▼	0.60
	콘크리트 박리	m ²	-	4.20	▲	4.20
신축 이음	후타재균열(cw=0.2mm)	m	1.80	-	▼	1.80
	신축이음장치 본체부식	m ²	0.60	-	▼	0.60
	유간부 이물질퇴적	m ²	0.20	-	▼	0.20

(계속)

검토 의견	■ 본 교량은 1999년 준공 이후 18여 년 간 공용 중에 있고 2015년 정밀점검 이후 교대 단면복구, 포장균열보수, 바닥판 단면보수, 난간 균열보수를 시행하였음. 현장 확인 결과 부재별로 보수를 통한 유지관리 흔적을 확인할 수 있었으며, 금회 조사에 따른 주요한 손상으로는 바닥판 망상균열 및 백태 다수 발생, 교대의 열화에 따른 백태, 박리 등으로 전차 점검에 비해 수량이 증가하였으며 이는 공용 연수 경과에 따른 재료의 노후화, 조사 장비(점검 사다리, 고소차)를 운용한 면밀한 근접조사, 누락된 손상 추가조사 등에 따른 것으로 판단됨. 부재에 나타난 전반적인 손상에 대해 내구성 유지를 위한 보수 공사가 필요함. ■ 대부분의 부재에서 기존손상(일부 보수), 신규 손상확인 → 면밀한 근접 조사, 전반적인 부재의 열화로 인한 손상 수량 증가
----------	---

6. 현장시험

교량의 각 부재별로 콘크리트에 대한 재료시험을 실시하였으며, 각 측정치에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

<내구성 조사 결과>

시험명	시험부위	건전부위	불량부위	설계 기준강도	평가
반발 경도 (MPa)	바닥판 하면	29.9~31.5	29.7	27.0	양호
	하부구조	27.5~27.9	25.9	24.0	양호
탄산화 깊이 (mm)	바닥판 하면	4.0~5.0 (잔여깊이 : 55.0~56.0)		잔여깊이 ≥ 30.0	a등급
	하부구조	4.0~7.0 (잔여깊이 : 93.0~96.0)		잔여깊이 ≥ 30.0	a등급
종합 평가	· 반발경도 시험 - 시험분석 결과 설계기준강도 이상으로 양호한 수준 유지함. - 열화 및 손상부위 근접한 부분의 반발경도 현장확인 결과, 건전 부위 측정치와 비교 시 강도의 저하가 크게 나타나지 않음. (불량부위 부근의 콘크리트 추정압축강도 양호)				
	· 탄산화 시험 - 탄산화 잔여 피복두께 30mm이상 확보. (상태등급 : a등급) - 이론 속도 계수(3.7mm/√년) > 실제 탄산화 속도 계수(0.9~1.6mm/√년) ▶ 탄산화 진행 속도가 이론치보다 천천히 진행됨. ▶ 경과년수 : 18년(1999년 준공, 이론깊이 : 15.81mm) - 전차 용역과 비교 시 잔여피복두께는 30mm 이상을 유지하며, 지속적인 유지관리 요함.				

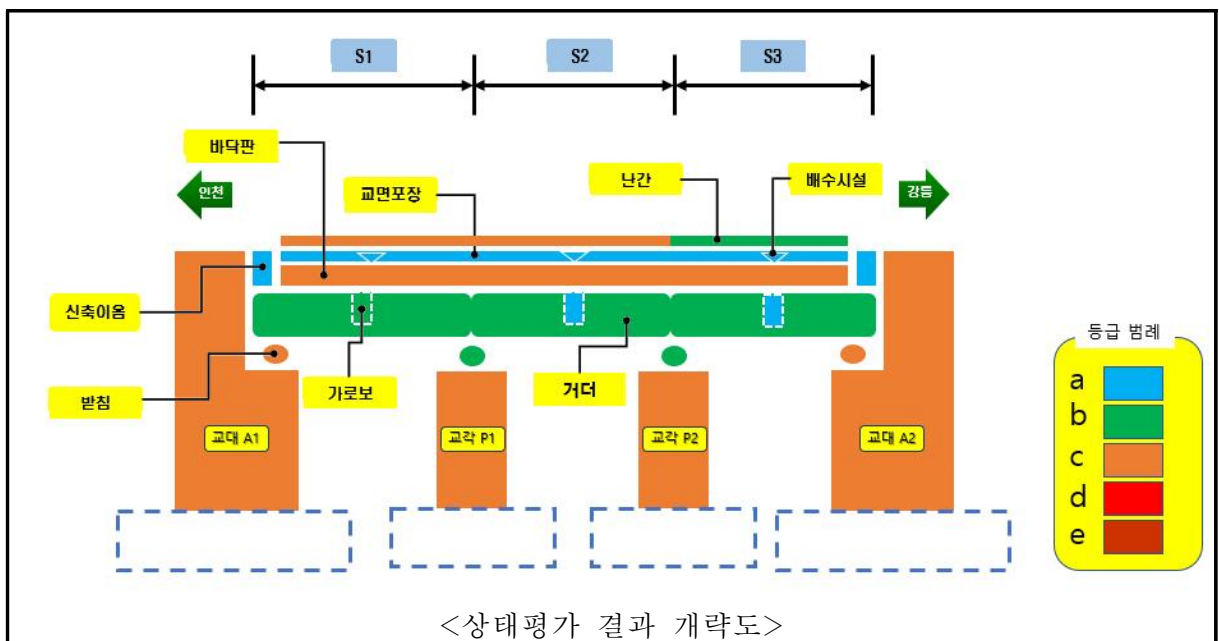
7. 상태평가 및 안전등급 지정

7.1 상태평가

- 상태평가 결함도 점수= 0.258 'B' 등급 (결함도 범위 : $0.13 \leq x < 0.26$)
- 상태평가 결과, 교량의 주요 부재에 손상 및 결함이 일부 발생하여 내구성 유지를 위하여 부분 보수가 필요한 상태임.

<상태평가 결과>

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	신축이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STB	c	b	b	a	a	c	a	c	c	q	a	a
2	STB	c	b	a	a	a	c		b	c	q	a	a
3	STB	c	b	a	a	a	b		b	c	q	a	a
								a	c	c	q		a
평균		0.400	0.200	0.133	0.100	0.100	0.333	0.100	0.300	0.400	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.072	0.040	0.007	0.007	0.003	0.007	0.009	0.027	0.080	0.000	0.004	0.003
환산결함도 점수		0.258											
상태평가 결과		B											



<전차용역 상태평가 비교 검토>

평가 년도	결함도 점수	상태평가 결과
전차 (2015년)	0.163	B
금회 (2017년)	0.258	B

• 금회 교량의 일부 부재(재포장, 거더 도장, 신축이음 교체)에 대한 보수 공사가 진행되었으나 부재의 열화 및 면밀한 조사를 통해 신규 손상이 다수 확인됨에 따라 환산결함도 점수는 증가하였음. 결함도 점수 범위에 따른 기준에 의하면 교량은 B등급의 범위에 포함되며 2015년 상태평가 결과와 비교 시 등급을 유지하고 있음.

- 상태평가 등급 유지 (B 등급 → B 등급)
- 상태평가 변화 원인 : 2017년 보수공사 실시

구분	2017년 보수·보강 내용	등급	
		2015년	2017년
바닥판	-	b	c
거더	• 거더 도장보수	b	b
가로보	-	a	b
포장	• 교면포장(LMC)	b	a
배수시설	-	a	a
난간	-	b	c
신축이음	• 신축이음교체	b	a
교량받침	-	b	c
교대/교각	-	b	c

- 교량 등급 관리 시 중점 관리 필요한 손상내용
 - ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락)
 - ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 박리, 박락, 부재의 변형
 - ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속 확인
 - ④ 받침 본체와 플레이트 부식
 - ⑤ 신축이음장치 기능 및 상태 지속 관리

7.2 안전등급 지정

금회는 대상 교량에 대한 정밀점검을 실시하였으며, 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가만을 실시하여 평가된 등급의 결과를 구조물의 안전등급으로 지정하도록 한다.

- ▶ 구조물 안전등급 지정 : B등급

8. 보수·보강 및 유지관리 방안

8.1 보수 · 보강 방안별 손상내용

보수 방안	부재	손상내용	순위
단면복구	교각	콘크리트 박리	2
	교대	재료분리	2
		콘크리트 박락	2
		콘크리트 박리	2
	교량받침	받침모르타르 박리	2
		받침콘크리트 박락	2
	바닥판	재료분리	1
		콘크리트 박락	1
		콘크리트 박리	1
단면복구(방청)	바닥판	철근노출	1
재도장	2차부재	강재부식	2
	거더	강재부식	2
		강재표면 백태오염	2
		점부식	2
주입보수	교각	균열(cw=0.3mm)	2
		균열(cw=0.4mm)	2
	교대	균열(cw=0.3mm)	2
	교량받침	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	2
	바닥판	균열(cw=0.3mm)	1
표면처리	교각	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3

(계속)

보수방안	부재	손상내용	순위
표면처리	교대	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3
		백태	3
		콘크리트 표면열화(표층박리)	3
	바닥판	균열(cw=0.2mm)	1
		녹오염	1
		망상균열(cw=0.2mm)	1
		백태	1
배수관 재설치	배수시설	배수관 부식	3
받침 도장	교량받침	받침장치 부식	2
실링재 마감	거더	SPLICE부 실링재 미처리	3
유지관찰	거더	용접불량	유지관찰
		우수유입	유지관찰
		환기구 볼트체결 불량	유지관찰
		환기구 부식	유지관찰
	교량받침	슬플레이트 접착강판부분 들뜸	유지관찰

8.2 개략공사비 산출

개략공사비는 주요부재에서 발생한 각종 결함에 대하여 경제성, 현상유지, 사용상 지장이 없는 성능회복을 고려하여 제시된 보수·보강공법에 따라 산출하였다.

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	균열(cw=0.2mm)	표면처리	5.30	m ²	64	339	1
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	1.50	m	75	113	1
	녹오염	표면처리	0.81	m ²	64	52	1
	망상균열(cw=0.2mm)	표면처리	171.03	m ²	64	10,946	1
	백태	표면처리	38.98	m ²	64	2,495	1
	재료분리	단면복구	8.00	m ²	235	1,880	1
	철근노출	단면복구(방청)	4.71	m ²	328	1,545	1
	콘크리트 박락	단면복구	0.30	m ²	235	71	1
	콘크리트 박리	단면복구	9.74	m ²	235	2,289	1
거더	SPLICE부 실링재 미처리	실링재 마감	28.00	EA	1	28	3
	강재부식	채도장	48.67	m ²	33	1,606	2
	강재표면 백태오염	채도장	0.20	m ²	33	7	2
	점부식	채도장	11.82	m ²	33	390	2
교대	균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.35	m ²	64	22	3
	균열(cw=0.2mm)	표면처리	2.18	m ²	64	140	3
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	11.80	m	75	885	2
	백태	표면처리	5.66	m ²	64	362	3
	재료분리	단면복구	1.09	m ²	235	256	2
	콘크리트 박락	단면복구	4.30	m ²	235	1,011	2
	콘크리트 박리	단면복구	5.75	m ²	235	1,351	2
	콘크리트 표면열화(표층박리)	표면처리	0.85	m ²	64	54	3
교각	균열(cw=0.1mm)	표면처리	2.35	m ²	64	150	3

(계속)

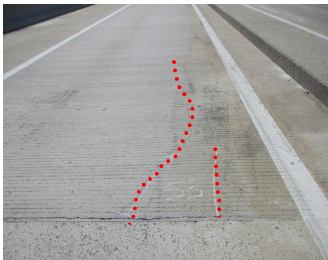
구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	보수 단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교각	균열(cw=0.2mm)	표면처리	4.28	m ²	64	274	3
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	4.40	m	75	330	2
	균열(cw=0.4mm)	주입보수	2.00	m	75	150	2
	콘크리트 박리	단면복구	0.32	m ²	235	75	2
받침	받침모르타르 박리	단면복구	1.92	m ²	235	451	2
	받침장치 부식	받침 도장	14.64	m ²	61	893	2
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	주입보수	1.40	m	75	105	2
	받침콘크리트 박락	단면복구	0.16	m ²	235	38	2
배수 시설	배수관 부식	배수관 재설치	2.50	m	70	175	3
2차 부재	강재부식	재도장	0.44	m ²	33	15	2
순공사비 합계(천원)						28,498	
제경비(순공사비×50%)						14,249	
순위별 공사비 (제경비 포함)					1순위	29,595	
					2순위	11,345	
					3순위	1,807	
개략공사비(천원)						42,747	

※ 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

8.3 유지관리 방안

부재	점검부위	주요 점검항목
상부	바닥판	• 종방향, 횡방향 균열, 백태 확인 • 캔틸레버부 바닥판 박리, 박락, 철근노출 확인 • 신축이음 하면 빗물유입에 따른 열화 확인(박리, 파손, 철근노출) • 바닥판 유간 확인, 교대 홍벽 상점 확인 및 문제점 발견 시 조치
	[손상]	 
상부	거더 가로보	• 강재부에 부식이 다수 나타나고 있어(거더 외부 도장 두께 불량, 표준두께 이하) 보수가 필요하며, 강재 부식 및 도장박리에 대한 지속적 확인 조사 필요. • 볼트연결부 이완 및 탈락여부 조사 • 용접이음부 균열발생 여부 조사 - 중차량 통행에 의한 피로응력으로 각 부재의 단부 또는 볼트 이음부 주변 균열발생 여부에 대한 세밀한 관찰 필요
	[손상]	 
하부	교대	• 기존균열의 변상, 균열 및 백태 등 추가손상 발생여부 • 신축이음 하부에 위치한 부재의 열화현상 중점 확인 • 콘크리트 피복 탈락 및 철근노출, 외부충격 파손 여부 • 침하, 기울음 발생여부
	[손상]	 

(계속)

부재	점검부위	주요 점검항목
하부	교각 [손상]	• 교각 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회) • 두부 물고임 • 받침부 하부 균열 및 파손, 시공이음부 균열 • 이동 또는 기울음  
받침	받침장치 [손상]	• 가동받침 기능 및 이동상태, 가동받침의 부식 및 받침 모르타르 균열 여부, 받침 본체의 오염상태에 대한 점검 • 받침 허용 이동 여유량 확인 및 주변 부재의 손상 여부 확인. • 연단거리 확인  
기타 부재	교면포장 [손상]	• 균열 (선상), 교면포장 손상으로 인한 우수침투 확인 • 교면 포장부 균열 지속적 확인 → 보수 후 지속적 확인 • 교면포장 체수 확인  
	배수시설 [손상]	• 배수구 주위파손 및 막힘, 배수구에 대한 점검 • 배수관의 부식 및 파손, 이음부의 파손 및 어긋남, 지지철물의 상태, 기능 여부에 대한 점검. 상태양호

(계속)

부재	점검부위	주요 점검 항목
기타 부재	신축이음 [손상]	• 정상적인 기능, 이음부 콘크리트의 균열 및 파손 • 이음부 콘크리트와 교면 포장과의 평탄성, 단차 • 신축 이동량에 대한 점검 • 신축이음하면 누수발생 여부 및 그로 인한 주변부재 손상 확인  
	난간 [손상]	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량  

9. 종합결론

9.1 총평

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 의거하여 시행하며, 교량의 안전성, 사용성, 내구성을 종합적으로 평가하고, 교량에 대한 물리적, 기능적 결함의 원인 분석을 실시하여 보수·보강 대책을 수립함으로써 시설물의 효율적인 관리와 유지관리 방안을 제시하였으며, 그 결과를 종합하여 요약하면 다음과 같다.

(※ 외관조사 내용은 보수공사가 완료되지 않은 시점에서 현장조사를 실시한 결과를 기술하였음. 각 부재에서 열화 및 손상이 확인되나, 금회 점검 기간 중 보수공사가 지속적으로 진행되고 있었으며, 금회 조사에서 확인된 손상의 대부분은 2017년 현장 정밀점검 외관조사 후에 완료된 관리주체의 유지관리공사를 통해 보수가 적용되었음. 단, 외관조사 물량 집계 결과와 상태평가 및 공사비 산출은 보수공사 내용을 반영하여 평가 및 산출함.)

가. 외관조사 결과 및 분석

- (1) 구조물 준공(1999년) 후 약 18년 경과
- (2) 점검결과 부재별 중대 결함 사항 없음.
- (3) 외관조사 결과 및 평가

① 바닥판

신축이음장치가 위치한 바닥판 하면 단부에서 철근노출 및 콘크리트 박락이 확인되며, 이는 교량 신설 초기 바닥판 시공 워커빌리티 효율성 감소, 관리 미흡에 따른 타설 불량, 피복부족 등과 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(융빙제, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면에 침투되어 철근 흡착 부식 작용, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 차량의 반복적 통행 등의 복합적 요인에 따른 열화 현상으로 판단됨.

바닥판에 발생한 일방향 균열, 백태를 동반한 망상균열 현상은 발생 부위에서 넓게 분포하는 형태를 띠며 교량 바닥판 하면에서 다수 확인할 수 있음. 이는 LMC 포장 균열부를 통해 유입된 침투수(빗물)에 의한 부재가 열화, 동결융해의 반복과 초기 건조수축 균열의 변상, 차량 진동 및 반복에 따른 피로하중 등에 의해 나타나고 있는 부재의 열화 연상으로 부재의 내구성을 유지할 수 있도록 표면처리 보수

를 실시하고 정기적으로 그 상태를 관찰하여 중점관리토록 해야 함. 이와 더불어 해당 부재는 상부 교면포장의 미세한 균열 발생시 교면수의 유입이 용이하고 그에 따른 2차 손상과정에서 균열 변상(손상의 진행) 및 재료열화의 주요한 원인이 될 수 있어 상부 교면포장의 관리도 지속적으로 함께 이루어져야 할 것으로 판단됨.

② 거더 및 2차부재(가로보)

빗물유입이 용이한 신축이음장치 하면에 위치한 거더의 플랜지, 웹 표면, 가로보에서 강재부식 발생 빈도가 높으므로 확인된 손상부분에 대해 내구성 유지를 위한 재도장이 필요함.

③ 교대

교대의 재료 품질 상태는 양호한 것으로 평가되나 구조물의 초기 시공 관리 및 유지관리의 미흡으로 발생(건조수축 균열, 재료분리, 층분리) 된 초기 결함 및 손상을 통해 수분 유입 및 염화칼슘 흡착(신축이음장치 열화에 따른 눈, 빗물 유입), 동결융해의 반복 작용 등으로 인한 열화의 진행으로 교대 표면에 백태 및 누수 오염 흔적, 박락, 박리, 층분리 현상이 나타남. 부재에 나타나는 손상은 그 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지를 위한 보수가 필요하며 향후 중점관리토록 해야함.

④ 교각

교각의 코핑부 조사결과 건조수축, 상부하중의 지속 작용, 진동 등으로 인한 0.3mm미만 균열이 나타나고 있어 지속적인 관찰이 필요함. 부분적으로 0.3mm이상의 균열이 확인되나 철근까지 관통된 균열로 보기 힘들고 부재에 나타나는 전반적인 현상은 아니므로 내구성 유지 및 효율적인 유지관리를 위해 주입보수 후 관리해야함.

2015년 점검 후 실시된 금회 조사에서는 신규 균열이 다수 확인되나 이는 기존 미세한 손상의 진전 및 열화의 진행, 조사자의 개인 판단에 따른 이견 등의 복합적인 요소에 따른 현상으로서 부재의 급격한 열화 진행이나 외부충격에 따른 손상의 발생으로 보기 어렵고 중대한 결함 사항도 확인되지 않으므로 현재 나타난 손상에 대해 보수를 실시하고 주기적으로 관찰하여 관리한다면 안전성 및 사용성에 문제가 없을 것으로 판단됨.

⑤ 받침

받침 본체 도장의 열화로 인한 부식현상이 다수 확인되며, 이는 빗물 유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며, 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등), 외부 충격에 따른

도장탈락, 태양열, 염해, 수분흡착 등이 열화의 주요한 요인으로 작용함. 이에 유지관리를 위해 재도장 보수가 필요함.

공용기간 경과, 부재의 열화, 지속적인 상부하중의 및 충격 등으로 인해 발생한 받침 콘크리트에 나타난 균열에 대해 보수를 실시하고 내구성을 유지할 수 있도록 조치하여 유지관리 해야 할 것으로 판단됨.

⑥ 기타부재

- 난간 : 외측 난간 표면처리 공사가 최근 완료된 상태로 외측난간은 양호하나 지속적으로 유지관리가 필요하고 중앙측 연석부에는 전반적인 표면 마모가 확인되고 부분박리 현상이 확인되므로 현재 확인된 박리부분에 대해 내구성 유지를 위한 보수를 적용하여 관리해야겠음.

- 교면포장 : 교면포장은 건조수축, 차량 반복 하중 및 충격, 공용기간 경과, 주변 기온 및 사용환경으로 인한 포장균열이 다수 확인되며, 균열부에 침투한 빗물로 인해 포장 균열의 확대와 더불어 바닥판의 백태 현상이 2차적인 원인을 제공하고 있으므로 보수를 실시하여 관리해야 함. 2008년 교면개량 공사(초속경) 실시 후 2016년 최근 포장 콘크리트 균열 보수를 적용하였음에도 불구하고 보수적용 부위를 비롯하여 신규로 손상이 확인되고 있음. 강우량이 많고 용빙제의 사용, 동결융해의 반복 작용이 극대화 될 수 있는 등의 취약한 지역적 요소와 중차량의 통행이 빈번한 고속도로 환경에 놓여진 포장면을 관리함에 있어 단순 균열 보수를 통해 내구성을 유지하기는 현실적으로 어려움이 있으나 균열부에 대한 보수를 한시적으로 적용하고 향후 문제점 확대나 예산 확보시 포장을 제시공하여 해당 부재를 유지관리 함이 타당할 것으로 사료됨.

2017년 금회 점검기간중 교면포장 공사를 실시하였으며, 전반적인 상태가 양호하고 지속적으로 점검 및 유지관리가 필요함.

- 배수시설 : 교면포장에 위치한 배수구는 상부 교면수를 배수관을 통해 하부로 유출시키는 형태로 배수에 문제 없음.

- 신축이음 : 후타재 균열, 후타재 마모 현상은 차량 통행하중 충격, 동결융해의 반복에 따른 열화, 장치 신설초기 건조수축, 공용기간 경과에 따른 재료열화, 강재 본체 금속면과 콘크리트 양면의 온도차로 인한 응력 등에 의해 발생한 손상으로 이에 대해 부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생시 긴급 보수 필요) 후 신축이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타

당함.

신축이음 열화 및 유간부 손상(찢어짐, 이격) 부분을 통해 유입되는 교면수(빗물)로 인해 신축이음장치 하면 및 하부에 위치한 부재(바닥판, 거더, 강재받침)의 부식 및 교대의 열화가 진행됨에 따라 보수 또는 교체를 통한 유지관리가 필요함.

나. 시험 및 측정 분석결과

(1) 재료시험을 통한 내구성 평가 결과

- ① 콘크리트 강도는 설계기준강도 이상으로 평가됨.
- ② 탄산화로 인한 철근의 부식 가능성 없음.

(2) 교대의 수직도에 대한 조사를 실시하여 초기치를 확보하였으며, 금회 조사 시 기울기 측정결과 구조물의 기울음 현상은 없는 상태로 향후 유지관리를 통해 지속적으로 확인 필요.

다. 상태평가

- (1) 상태평가 결함도 점수 (전차 : 0.163 → 금회 : 0.258)
- (2) 상태평가 등급 유지 (B 등급 → B 등급)
- (3) 상태평가 등급 유지를 위한 주요 보수 방안
 - ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락)
 - ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 박리, 박락, 부재의 변형
 - ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속 확인
 - ④ 받침 본체와 플레이트 부식
 - ⑤ 신축이음장치 기능 및 상태 지속 관리

라. 보수·보강 및 유지관리

- (1) 콘크리트 손상(박락, 철근노출) → 단면복구, 단면복구(방청)
(보수 적용 후 교대 표면 중점 관리)
- (2) 콘크리트 균열(cw=0.2mm이하), 백태 → 표면처리
- (3) 콘크리트 균열(cw=0.3mm이상) → 주입보수
- (4) 강재부(받침) 부식, 도장탈락 → 도장보수

구분	2017년 보수·보강 내용	등급	
		2015년	2017년
바닥판	-	b	c
거더	· 거더 도장보수	b	b
가로보	-	a	b
포장	· 교면포장(LMC)	b	a
배수시설	-	a	a
난간	-	b	c
신축이음	· 신축이음교체	b	a
교량받침	-	b	c
교대/교각	-	b	c

마. 결론

- (1) 교량부재의 중대결함 사항 없음.
- (2) 교량시설물로서 사용함에 있어 문제가 없도록 각 부재에 대한 보수를 실시한다면 구조물의 내구성 및 안전성을 향상시키고 기능성을 보완할 수 있을 것이며, 더불어 시설물의 효용성을 증진시켜 유지관리 체계화를 이룰 수 있을 것으로 사료됨.

9.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부

외관조사 및 내구성조사 결과 등을 종합적으로 분석한 결과 부재에 부분적인 손상 및 결함이 발생하였으며, 내구성 유지 및 사용성 확보를 위하여 보수 필요한 상태인 “B”등급으로 평가되고 현재 시설물의 사용제한이나 긴급한 정밀안전진단은 필요치 않을 것으로 판단됨.

9.3 유지관리시 특별관리가 요구되는 사항

- (1) 바닥판 하면 중·횡방향 균열의 진행 및 파손, 철근노출 발생 점검
- (2) 받침의 거동 상태 확인, 본체 및 미끄럼판 부식 열화 및 파손 점검
- (3) 교대의 균열 진행 및 콘크리트 단면 손상, 열화 상태 중점 점검
- (4) 신축이음장치 기능, 후타재 균열 및 파손, 누수 여부 점검
- (5) 거더의 열화에 따른 부식의 진행 여부 점검
- (6) 교면포장의 균열 진행, 단면파손 점검

[목 차]

□ 요약문

제 1장 정밀점검의 개요1

1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.2.1 과업의 범위	3
1.2.2 과업내용	3
1.3 과업 수행 일정	5
1.3.1 과업수행 절차	5
1.3.2 과업수행 일정	6
1.4 안전관리	7
1.4.1 안전관리 조직도	7
1.4.2 일반 안전관리	7
1.4.3 안전관리 운영계획	8
1.4.4 안전관리 내용	10
1.4.5 교통처리 계획	10
1.5 시설물의 개요	13
1.5.1 교량 위치 및 사진	13
1.5.2 교량의 현황	17
1.5.3 교량의 일반도	18
1.6 사용장비 및 기기 현황	23
1.7 사용기호의 정의	24

제 2장 자료수집 및 분석27

2.1 사전조사	29
2.2 교량의 이력사항	36
2.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력	36
2.2.2 보수 · 보강 이력	44
2.3 전차 보고서 요약	45
2.4 시설물의 내진설계 여부확인	46
2.5 자료분석 결과 및 과업진행 방향	47

제 3장 현장조사49

3.1 현장조사 개요	51
3.1.1 외관조사 내용	51
3.1.2 현장조사의 실시	53
3.1.3 교량의 일반사항	54
3.2 외관조사	55
3.2.1 상부 구조물	55
3.2.2 하부 구조물	67
3.2.3 받침	75
3.2.4 기타부재	84
3.3 외관조사 결과	98

제 4장 시험 및 측정107

4.1 개요	109
4.2 재료시험 현황	109
4.2.1 반발경도 시험	111
4.2.2 탄산화 잔여깊이 측정	118
4.3 시험결과와의 분석	125

제 5장 상태평가127

5.1 일반사항	129
5.2 상태평가 기준	130
5.2.1 부재별 상태평가 기준	130
5.2.2 상태평가 등급 산정절차	138
5.3 상태평가 등급	140
5.3.1 구조별 상태평가	140
5.3.2 전차용역 결과 비교 검토	141
5.4 안전등급 지정	141

제 6장 보수 · 보강 및 유지관리방안143

6.1 개요145

6.1.1 보수 · 보강 계획	145
6.1.2 보수재료	147
6.2 보수 · 보강 방안	152
6.2.1 보수 · 보강 우선순위의 결정	152
6.2.2 보수 · 보강 방안별 손상내용	155

6.2.3 보수 · 보강공사 개략공사비 산출	157
6.3 보수 · 보강 공법 상세	159
6.4 유지관리방안	174
6.4.1 개요	174
6.4.2 유지관리방안 제시	177
6.4.3 중점 유지관리 항목	179

제 7장 종합결론191

7.1 총평	193
7.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부	197
7.3 유지관리시 특별관리가 요구되는 사항	197

□ 부 록

- 부록-1. 과업지시서
- 부록-2. 외관조사망도
- 부록-3. 측정, 시험 성과표
- 부록-4. 상태평가 결과 자료
- 부록-5. 시설물관리대장 사본
- 부록-6. 현장조사 사진첩
- 부록-7. 사용장비 및 기기의 사진
- 부록-8. 사전검토보고서
- 부록-9. 과업수행계획서

표 목차

<표 1.3.1> 과업수행 일정	6
<표 1.5.1> 교량 현황	17
<표 1.6.1> 사용장비 및 기기 현황	23
<표 1.7.1> 교량기호의 정의(공통부재)	24
<표 1.7.2> 교량기호의 정의(거더 부재)	25
<표 1.7.3> 교량기호의 정의(받침 부재)	25
<표 2.1.1> 유지관리자료 보유 현황	30
<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력	36
<표 2.2.2> 교량의 보수·보강 이력	44
<표 2.3.1> 전차 보고서 결과 요약	45
<표 2.3.2> 시설물의 내진설계 적용 여부	46
<표 2.5.1> 자료분석 결과	47
<표 3.1.1> 교량시설물의 부재별 조사항목	52
<표 3.2.1> 연단거리 측정결과	79
<표 3.2.2> 받침 이동여유량 측정 결과	81
<표 3.2.3> 받침 계산 가동량 산정	82
<표 3.2.4> 받침 계산 가동량 산정	82
<표 3.2.5> 위치별 유간 측정 결과	96
<표 3.2.6> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과	96
<표 3.2.7> 신축이음 이동량 산정	97
<표 3.2.8> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동여유량 검토결과	97
<표 3.3.1> 외관조사 요약 및 검토	98
<표 3.3.2> 바닥판 외관조사 수량 집계	100
<표 3.3.3> 거더 외관조사 수량 집계	101
<표 3.3.4> 교대 및 교각 외관조사 수량 집계	102
<표 3.3.5> 교량받침 외관조사 수량 집계	103
<표 3.3.6> 기타시설물 외관조사 수량 집계	103
<표 3.3.7> 기 용역결과 비교	104
<표 4.2.1> 재료시험 수량	109
<표 4.2.2> 반발경도 보정값	113
<표 4.2.3> 재령보정계수	114
<표 4.2.4> 상부구조 콘크리트 반발경도 시험 결과	115
<표 4.2.5> 하부구조 콘크리트 반발경도 시험 결과	116

<표 4.2.6> 불량부위 콘크리트 반발경도 시험 결과	117
<표 4.2.7> 탄산화 손상도의 판정	119
<표 4.2.8> 탄산화 깊이 추정식	120
<표 4.2.9> 탄산화 잔여깊이를 통한 상부구조 내구성 평가	123
<표 4.2.10> 탄산화 잔여깊이를 통한 하부구조 내구성 평가	124
<표 4.2.11> 기 점검결과 탄산화 진행 깊이 비교	125
<표 4.3.1> 내구성평가 결과	125
<표 5.1.1> 상태평가등급 기준	129
<표 5.2.1> 부재별 상태평가 적용범위	130
<표 5.2.2> 결함도 점수 범위에 따른 기준	138
<표 5.2.3> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	139
<표 5.3.1> 상태평가 결과	140
<표 5.3.2> 상태평가 비교 검토 (전차 용역과 비교)	141
<표 6.2.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준	152
<표 6.2.2> 균열 보수·보강 우선순위 선정기준	153
<표 6.2.3> 박리, 박락 보수·보강 우선순위 선정기준	153
<표 6.2.4> 누수, 백태 보수·보강 우선순위 선정기준	154
<표 6.2.5> 보수·보강 방안별 손상내용	155
<표 6.2.6> 보수 개략공사비	157
<표 6.3.1> 차수덮개 설치 비교표	170
<표 6.3.1> 신축이음장치 교체순서	172
<표 6.4.1> 정밀점검 주기 및 주요항목	177
<표 6.4.2> 교면포장의 유지관리 일반사항	179
<표 6.4.3> 신축이음장치의 유지관리 일반사항	180
<표 6.4.4> 난간의 유지관리 일반사항	182
<표 6.4.5> 교량받침의 유지관리 일반사항	183
<표 6.4.6> 강박스거더의 유지관리 일반사항	185
<표 6.4.7> 거더 고장력볼트의 유지관리 일반사항	187
<표 6.4.8> 바닥판의 유지관리 일반사항	188
<표 6.4.9> 교대의 유지관리 일반사항	189

그림 목차

<그림 1.3.1> 과업수행 흐름도	5
<그림 1.4.1> 안전관리 조직도	7
<그림 1.5.1> 교량 위치도	13
<그림 1.5.2> 장평IC1교 종 ·평면도	18
<그림 1.5.3> 장평IC1교 상부구조 일반도	19
<그림 1.5.4> 장평IC1교 교대 일반도	20
<그림 1.5.5> 장평IC1교 교각 일반도	21
<그림 1.5.6> 장평IC1교 받침 배치도	22
<그림 4.2.1> 재료시험 위치도	110
<그림 4.2.2> 반발경도법에 의한 압축강도 추정도	112
<그림 4.2.3> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선	113
<그림 4.2.4> 반발경도와 비파괴강도의 상관관계(표준편차 $\pm 7.5\%$)	114
<그림 4.2.5> 탄산화에 의한 콘크리트 열화 메카니즘	118
<그림 4.2.6> 탄산화시험(1% 페놀프탈레인용액 분무법)	119
<그림 4.2.7> 탄산화속도계수의 영향인자	121
<그림 4.2.8> 탄산화와 콘크리트 내부에서의 철근부식의 개념	121
<그림 5.2.1> 상태평가등급 산정과정의 예	139
<그림 6.1.1> 보수·보강 방안 선정 시 고려 사항	146
<그림 6.1.2> 보수재료 선정흐름도	147
<그림 6.1.3> 보수재료의 요건	148
<그림 6.3.1> 균열부 표면처리공법 비교	159
<그림 6.3.2> 균열부 표면처리공법 시공요령 흐름도	160
<그림 6.3.3> 균열주입 순서	162
<그림 6.3.4> 균열주입공법 시공요령 흐름도	162
<그림 6.3.5> 에폭시 몰탈 보수	163
<그림 6.3.6> 재료분리 단면복구공법 개요도 및 시공순서	164
<그림 6.3.7> 백태 보수 시공순서	165
<그림 6.3.8> 재 도장 순서도	167
<그림 6.3.9> 교량받침 방청순서도	169
<그림 6.3.10> Box Girder 볼트이음부 실리콘 충전	173
<그림 6.4.1> 유지관리 흐름	176

제 1 장

정밀점검의 개요

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업의 범위 및 내용
- 1.3 과업수행 일정
- 1.4 안전관리
- 1.5 시설물의 개요
- 1.6 사용장비 및 기기 현황
- 1.7 사용기호의 정의

제 1장 정밀점검의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 시설물의 기능적 상태를 조사하고 현재의 사용요건 및 안전성을 만족시키고 있는지 확인하며, 시설물에 악영향을 미치는 손상에 대한 문제점과 개선점을 검토하고 향후 대책을 수립하여 효율적인 유지관리 방안 및 보수·보강방법을 제시하여 시설물의 안전을 확보함에 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

- 가. 과업수행계획의 수립/자료수집 및 분석
- 나. 현장조사 및 시험
- 다. 상태평가
- 라. 보수·보강 공법 제시
- 마. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시
- 바. 보고서 작성

1.2.2 과업내용

- 가. 자료의 조사 및 분석
 - (1) 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리 및 수문계산서
 - (2) 시공 보수도면, 제작 및 작업도면
 - (3) 재하시험자료, 기 수행한 점검 및 진단보고서 검토 및 분석
 - (4) 점검 및 보수이력 검토 및 분석
 - (5) 시설물 관리대장

나. 시설물의 외관조사 및 현장시험

- (1) 전체 부재의 외관조사(육안검사)
 - 교량제원의 확인 및 현황 분석
 - 콘크리트 균열, 누수, 박리/박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재의 균열, 도장, 발청 상태 및 집합(연결부), 볼트체결 상태 등
 - 신축이음 및 받침장치의 상태조사
 - 교대의 상태조사 ○ 포장의 상태조사
 - 기타 부대시설 및 부착물 상태조사
- (2) 비파괴 현장시험
 - 반발경도시험, 탄산화 잔여 깊이측정

다. 시설물의 상태평가

- (1) 전체 부재별 외관조사 결과분석, 비파괴 현장시험결과 분석
- (2) 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태등급에 대한 소견

라. 안전등급지정(구조물의 상태평가 결과를 안전등급으로 지정)

마. 보수·보강 방법 및 유지관리방안 제시

시설물의 외관조사 및 상태평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재에 대하여 적용할 보수, 보강 방법을 제시한다.

- (1) 설계, 시공 및 유지관리 요인에 의한 구분 및 보수·보강대책 수립
- (2) 보수·보강방법 및 추정공사비 산출
- (3) 구조물의 내구성 확보를 위한 보수·보강 방법 제시
- (4) 향후 중점 점검 부재 기록 및 유지관리 방안 제시

바. 종합결론

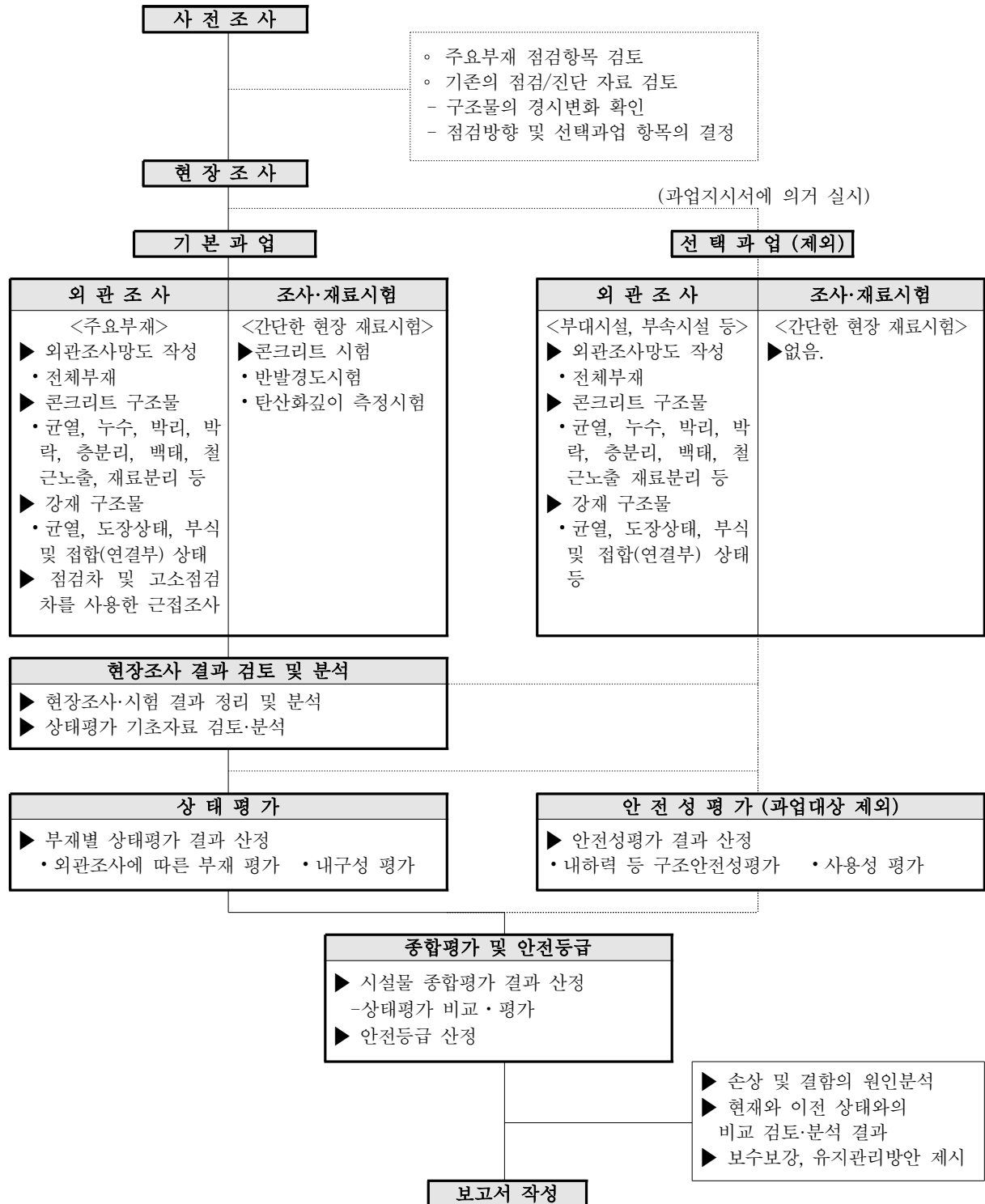
- (1) 실시결과의 종합결론
- (2) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

사. 보고서 작성 및 제출

1.3 과업 수행 일정

1.3.1 과업수행 절차

대상구조물에 대한 과업수행 흐름도는 다음과 같다.



<그림 1.3.1> 과업수행 흐름도

1.3.2 과업수행 일정

대상 구조물의 과업수행 일정은 다음과 같다.

<표 1.3.1> 과업수행 일정

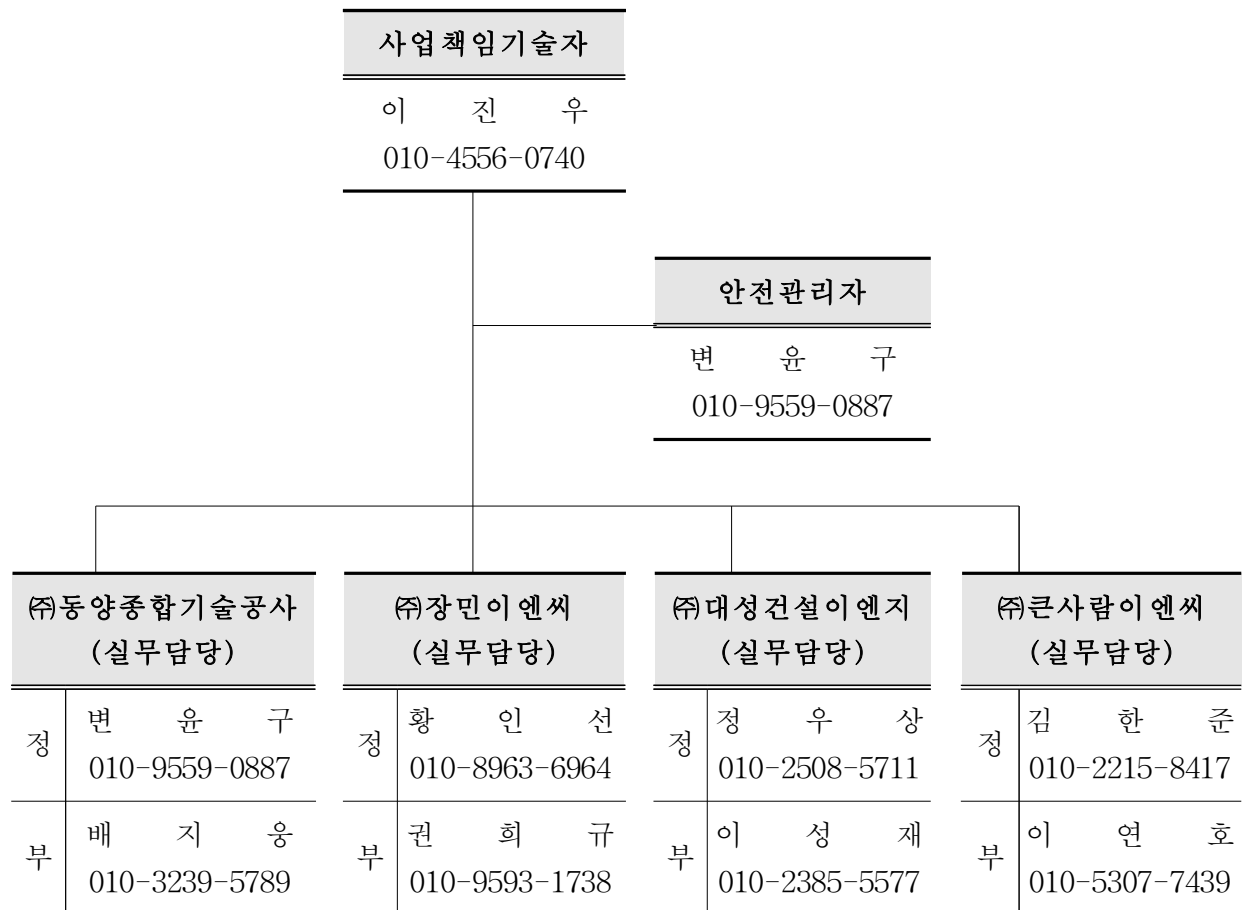
2017년 06월 12일 ~ 2017년 12월 28일

공종	2017년 (착수일로 부터 200일간)														비고			
	6월		7월		8월		9월		10월		11월		12월					
	12	30	10	20	31	10	20	31	10	20	30	10	20	30		10	20	28
1. 사전조사 · 착수 및 예비답사 · 관계자료 수집 및 분석 · 현장조사 계획수립																		-과업수행계획서: (사전검토보고서포함) 착수일(06.12.)로부터 14일 이내 제출
2. 현장조사, 상태조사 · 외관조사 · 비파괴조사																		-필요 시 2차 현장조사
3. 조사결과 검토 및 분석																		
4. 시설물의 상태평가																		
5. 보수·보강 방안제시 · 공법, 우선순위 및 시기 선정																		
6. 유지관리방안 제시																		
7. 보고서 작성 · 보고서 작성 · 조치 및 보완																		-과업성과품은 제출 하여 사전검토 후 미 비된 사항은 수정하 여 최종성과품 작성
8. 점검결과 전산입력 · 최종보고서 작성 및 성과품 제출 · FMS / HBMS																		-HBMS 입력 후 감독자 확인 ※입력시기 상호협의

1.4 안전관리

1.4.1 안전관리 조직도

본 과업을 수행함에 있어 점검참여자를 중심으로 안전관리조직을 구성하고 안전 관리자를 선임함으로써 용역수행 중 불의의 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 조치한다.



<그림 1.4.1> 안전관리 조직도

1.4.2 일반 안전관리

본 과업을 수행함에 있어 안전 관리책임자를 선임하여 용역수행 중 불의의 안전 사고를 미연에 방지할 수 있도록 조치한다.

본 과업수행을 위한 고속도로 현장조사 작업시에는 감독원 또는 대상시설물의 관리지사, 고속도로순찰대 등 유관기관과 현장조사 중 안전관리, 교통제한계획 등 안전 관련 사항에 대하여 사전협의 하고 안전관리계획을 수립하여야 하며, 관리주체가

정한 제반 안전관리 사항을 준수하여야 한다.

본 과업수행에 참여하는 자는 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면보호장비 등을 포함한 개인용 보호장구를 항상 착용하여야 하며 장비 및 기기를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다. 또한 점검시설(또는 장비)을 이용하는 경우에는 작업전에 해당 시설(장비)의 이상유무를 확인해야 하며, 밀폐된 공간에서의 작업이 필요한 경우에는 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 한다.

교량점검시설에 불안정한 요소가 발견된 경우, 그 내용을 감독원에게 서면으로 제출하고 보고서에도 기록하여야 한다.

가. 안전 관리 책임자 선임

작업관련 안전관리를 총괄할 수 있는 자로 안전관리 규정에 의한 자격을 갖춘 정규직 직원을 안전관리자로 현장에 배치 한다.

나. 안전관리자의 의무

- 안전보건관리규정에서 정한 직무
- 건설안전관리법 제 33조의 방호장치, 건설안전관리법 제 34조의 기계, 기구 및 설비, 건설안전관리법 35조의 보호구 등 안전물품 구입시 적격품으로 선정한다.
- 현장 안전교육 계획 수립 및 실시
- 현장 순회 점검 및 진도

1.4.3 안전관리 운영계획

가. 보호구

직종	보호구명	지급수량	지급시기
점검단업무 기술자(전체)	-안전모, 안전화, 각반, 장갑, 방진 마스크 작업/신호조끼, 안전그네 등 -경광봉 및 호루라기(필요인원)	필요수량	현장조사 시작 전

나. 안전회의 및 교육실시 계획

구분	회의 및 교육내용	주관	대상자	실시주기	비고
신규	작업 중 안전사고 예방	안전관리 책임자	관련 직원 및 작업자	신규채용 시	1시간
직원	당일 공정에 따른 안전수칙 안전교육			작업 전	30분

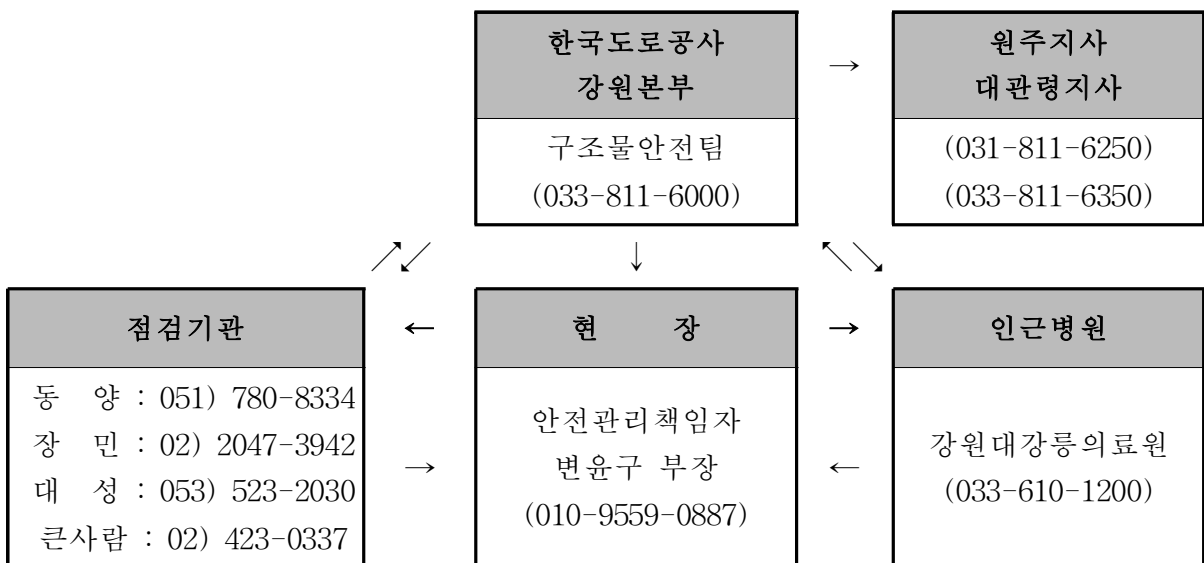
다 .안전순시 및 점검계획

안전순시자	점검주기	순시 및 점검지역(장소)	비 고
안전관리책임자 및 관련 작업책임자	작업 시	조사구간 전체	-

라. 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생시 응급조치를 취할 수 있도록 하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며 관리법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간 내에 산업재해 조사표에 의하여 보고한다.

< 비상연락망 >



1.4.4 안전관리 내용

가. 다음의 장소는 위험 방지 조치를 한다.

- 용역 중 기술자가 추락할 위험이 있는 장소
- 물체가 낙하 비산할 위험이 있는 장소
- 출입 금지 구역 설정 및 안전 표지판 설치
- 용역 중 점검 자재 및 장비의 차량 한계선 내 방치 금지
- 용역 시행 중 발생한 각종 안전사고는 감독자에게 보고 하여야 하고 응급조치를 취하여야 한다.

나. 용역을 시작하기 전 준비작업 과정

(1) 당일 점검 계획 수립

- 점검 감독관과 현장대리인 및 안전관리책임자간 당일 점검 내용 사전협의
- 동원 기술자, 장비, 자재 준비상태 점검
- 점검시간 확보 및 관계소속 통보 여부 등을 종합하여 당일 적정량 설정

(2) 점검내용 설명 및 안전교육 시행

- 당일 점검할 내용, 점검시간
- 점검 방법 및 안전교육 시행
- 점검 장소별 업무 연락 책임자 지정
- 점검을 위한 복장, 안전모 등 착용상태 확인

(3) 현장 준비, 안전조치 실태 확인

- 점검 현장 단위별 인원, 장비, 자재 적정배치 여부
- 안전요원 배치 여부
- 안전설비 설치 상태(점검차 및 고소작업차 안전난간 등)

1.4.5 교통처리 계획

가. 목적

- 정밀점검 실시에 따른 자동차와 작업 및 작업의 안전성 확보
- 고속도로 교통소통 원활화
- 도로관리의 효율성과 이용객 불편 최소화

나. 통행차량 교통통제 계획일정

일 시	통제 방법	비 고
2017년 08월 ~ 09월	10 : 00 ~ 17 : 30 (1차로 부분통제) 교량 상부구조 조사 및 시험	교통 체증시 통행재개 등 탄력적으로 운용

주) 기상 여건과 교통량에 따라 현장조사 일정 변경 가능.

다. 교통 제한시 착안사항

- 교통제한 3일 이전에 관할경찰서(고속도로 순찰대) 신고
- 효과적인 교통제한의 방법 및 기간(소요시간)
- 필요 안전장구 확보 및 점검
- 안전원의 임무수행 능력
- 기상이변 및 악천후시 필요한 조치

라. 교통 통제시 유의사항

(1) 교통사고 방지대책

- 교통 유도원(신호수)를 상시 배치한다.
- 차량 유도를 위한 안전간판 및 라바콘을 설치한다.
- 안전관리자에 의한 안전교육을 실시한다.
- 교통체증시 신속한 개통으로 교통흐름을 원활히 한다.

(2) 교통 유도원 배치(신호수)

- 유도원은 안전장구를 착용하고 전자 신호봉으로 차량을 유도한다.
- 유도원은 작업구간 전·후방 50m 지점에서 차량의 서행을 유도한다.
- 점검자는 도로를 무단 횡단하여서는 안 되며, 안전조끼를 착용한다.
- 안전요원은 정위치를 무단이탈 하여서는 안 된다.
- 전 작업자는 안전장구를 착용한다.
- 교통감시원은 작업구간 부근에서 통행차량을 유도 및 감시

(3) 안전표지판 설치

- 안전표지판은 점검구간 원거리로부터 설치하여 철거는 역순으로 한다.
- 라바콘 설치간격은 5m 간격으로 설치한다.
- 안전시설물은 교통통제계획도에 의거 기준에 맞게 설치한다.

(4) 교통통제 투입 장비

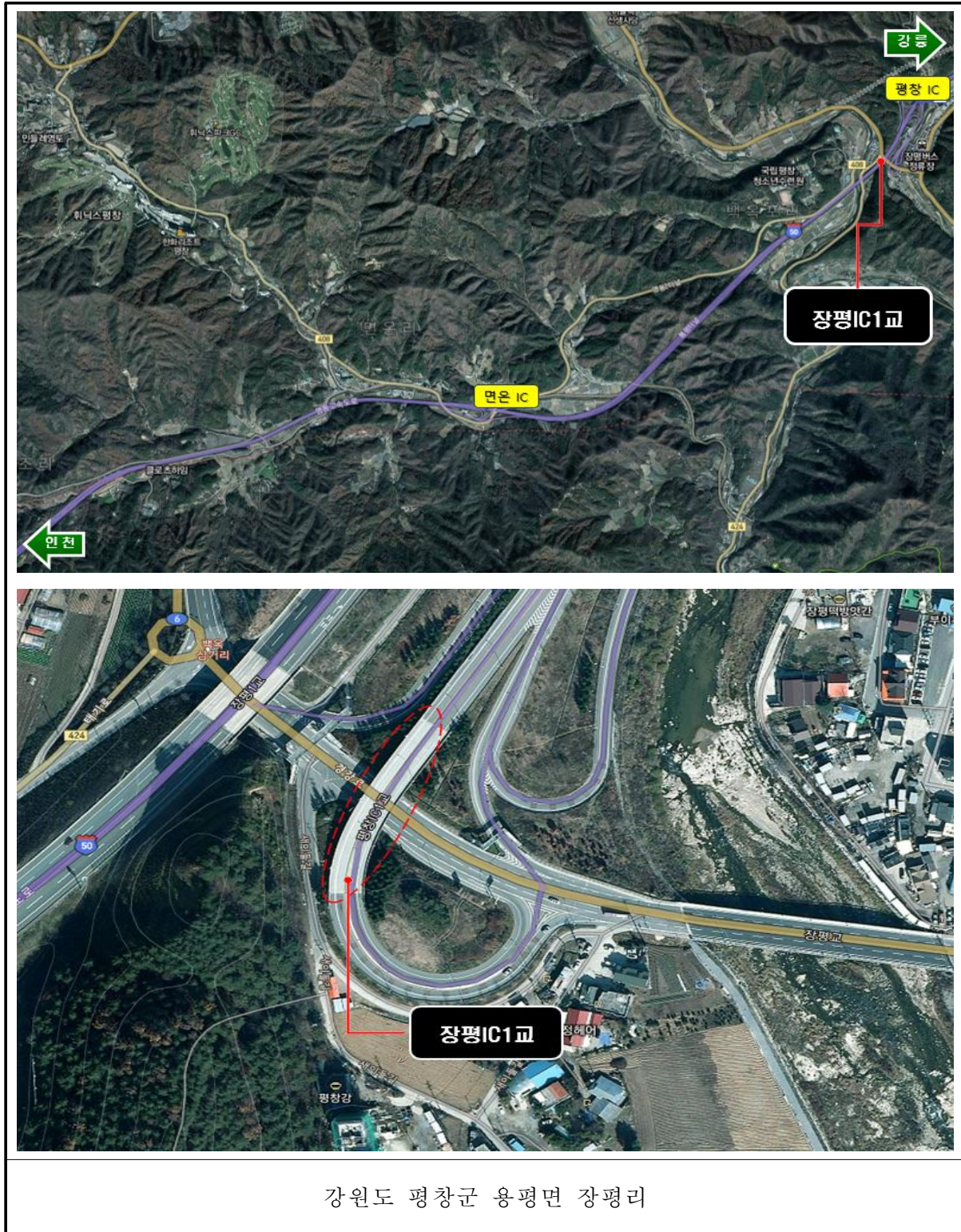
항목	용도	비고
무전기	통제작업 지휘 및 연락	• 신호수 1인당 1개 • 안전관리자 1인당 1개
싸인보드	차량유도 및 통제신호	• 통제 차량 부착
신호봉	차량유도 및 통제신호	• 전 신호수(통제요원)
라바콘	차량유도 및 통제신호	• 진입부 및 진단구간
안전모, 안전조끼	신호수 및 점검자의 안전보호	• 전 신호수 및 점검자
호루라기	차량유도 및 통제신호	• 전 신호수 및 안전관리자

마. 교통 혼잡 방지대책

- 우천 및 안개 발생시 차로 차단 작업을 연기한다.
- 출퇴근 시간대(07:00 ~ 09:00, 18:00~21:00) 점검을 금지한다.
- 교통 차단불가 기간 : 월요일, 금요일 / 특송기간 (07.22. ~ 08.07.)
- 점검이 종료되면 즉시 복구하여 차량소통에 불편을 주지 않도록 한다.

1.5 시설물의 개요

1.5.1 교량 위치 및 사진



<그림 1.5.1> 교량 위치도

<사진 1.5.1> 교량 사진 (1)



교량 전경



교량 상부 전경

<사진 1.5.1> 교량 사진 (2)

	
교면포장	신축이음장치
	
배수구	난간
	
바닥판, 거더, 가로보	바닥판, 배수관

<사진 1.5.1> 교량 사진 (3)

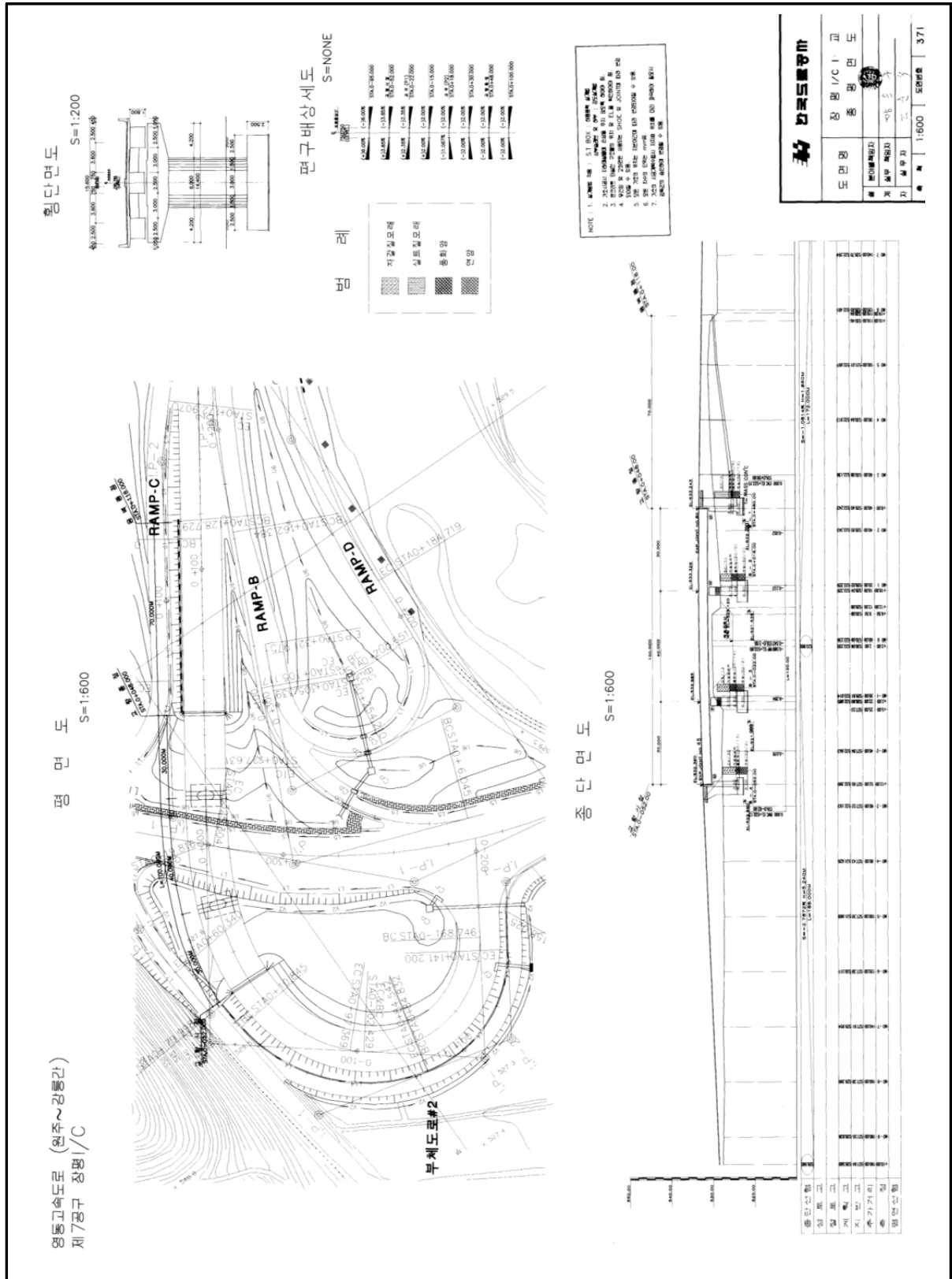
	
거더 내부	받침(고정단)
	
받침(일방향)	받침(양방향)
	
교각	교대

1.5.2 교량의 현황

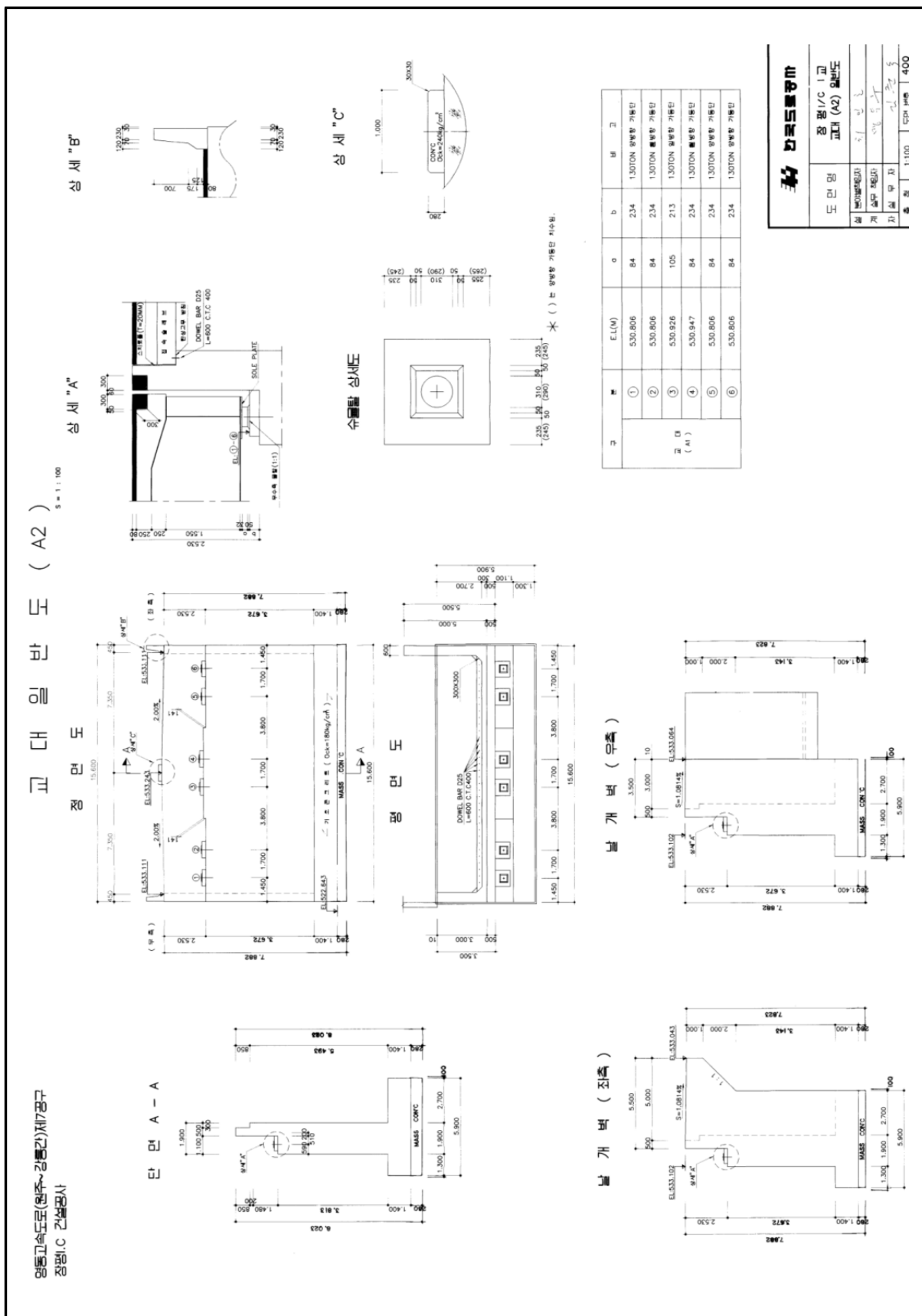
<표 1.5.1> 교량 현황

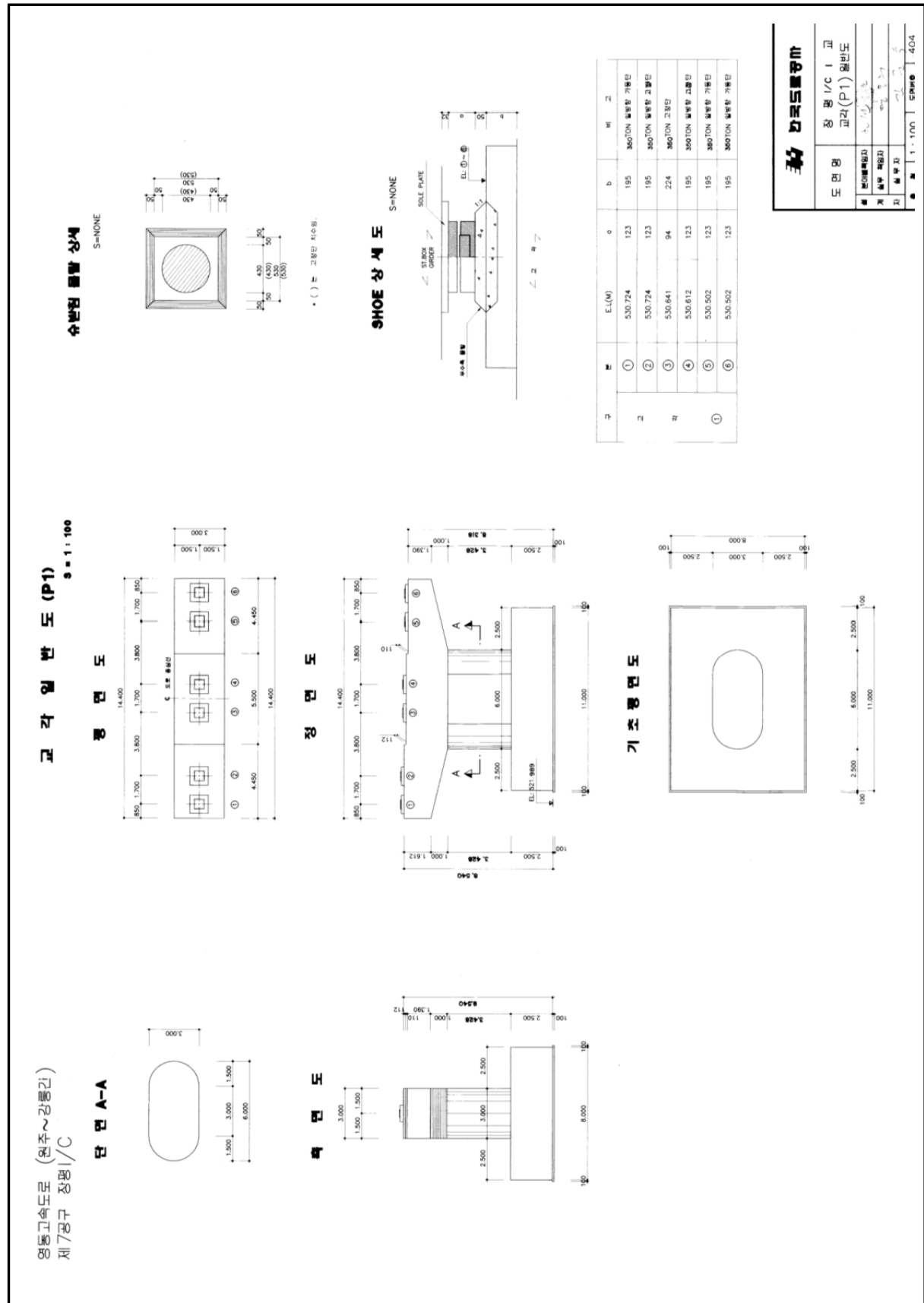
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		장평IC1교		시설물번호		BR1999-0000031	
준공년월일		1999년 03월 11일		관리번호		0500B3174301	
시설물위치		강원도 평창군 용평면 장평리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		영동선 181.82km	
제원	연장	L=100m (1@30m+1@40m+1@30m = 100m, 3경간 연속교량)					
	폭	B = 15.6m, 양방향 2차로					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	확대(전면기초)	
	하부	역T형식 교대 T형 교각			교각	확대(전면기초)	
교량받침		포트받침		신축이음		모노셀 Joint	
교차시설물		국도6호선		통과높이		5.5m	
설계사		동명기술단		시공사		남광토건(주)	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 강원본부 대관령지사	
부착시설내용		-					
기타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 • 주요 보수·보강 : 교면 재포장, 신축이음장치 교체, 거더 및 가로보 도장('17년), 교면포장 균열보수, 바닥판 단면보수, 난간 균열주입보수('16년), 단면보수 및 표면처리('15년, A1/A2), 신축이음장치 교체('11년, A2), 신축이음 후타재 균열보수('10년), 바닥판 단면보수('10년), 받침장치 재도장('10년), 교면포장 아스팔트 노면팻칭공사('08년), 받침장치 재도장('08년), 받침장치 재도장('07년), 신축이음부분보수('07년)					

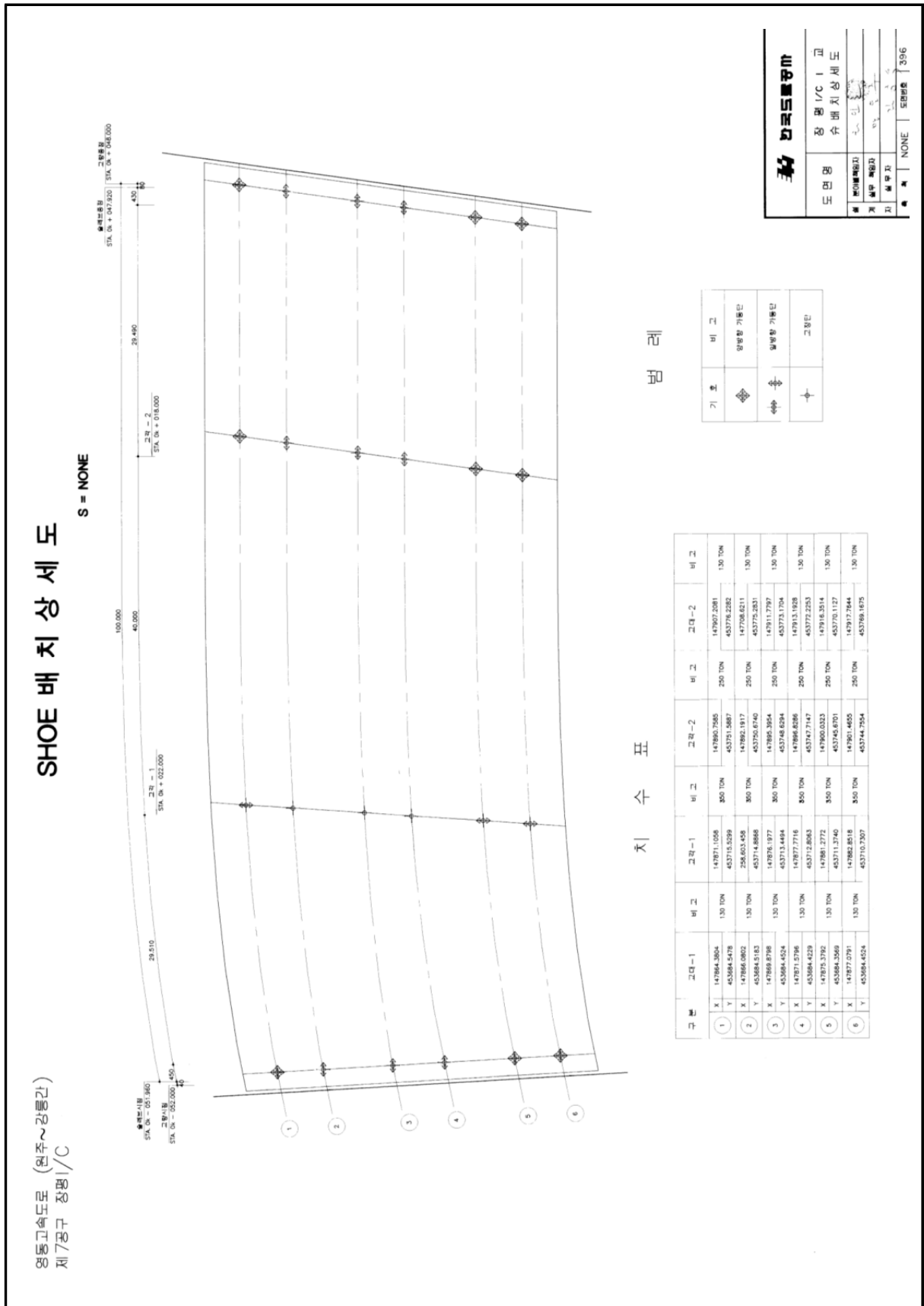
1.5.3 교량의 일반도



<그림 1.5.2> 장평IC1교 중 ·평면도







<그림 1.5.6> 장평IC1교 받침 배치도

1.6 사용장비 및 기기 현황

본 과업의 수행에 사용된 장비는 외관조사 및 내구성조사를 위한 장비로, 사용된 시험장비의 현황은 다음과 같다.

□ 외관조사 및 내구성 조사 장비

<표 1.6.1> 사용장비 및 기기 현황

장비명	규격	용도	활용방법	사진
콘크리트	균열폭 측정기	LIGHT SCALE	균열폭 측정	• 균열폭의 크기와 길이를 확대렌즈를 통해 육안으로 확인 
	반발경도 측정기	NR	콘크리트 강도추정	• 약 3cm 간격에 20회 정도 타격하여 그 값의 평균치를 구함 
	탄산화 시험기	페놀프탈레인 용액 1%	콘크리트 내부 탄산화 체크	• 체크하고자 하는 면을 채취하여 페놀프탈레인 용액 1%를 분사하여 대비되는 색깔로 pH양을 측정 
점검차	고소차	외관조사	• 도보로 접근하지 못하는 교량 부재를 근접 외관조사 및 현장시험 실시 	

1.7 사용기호의 정의

본 대상교량의 각 부재별 기준은 시점에서 종점을 바라보았을 때, 상·하행선이 만나는 구조물의 중앙에서 외측 방향으로 부재의 일련번호가 관리되고 있으므로 본 과업에서도 동일한 방식으로 일련번호를 정한다.

가. 공통부재 기호

<표 1.7.1> 교량기호의 정의(공통부재)

구 분	사용기호	정 의
경 간	Si	경간 번호(i번째 경간)
난간, 연석 및 중앙분리대	Si/L, R	난간, 연석 및 중앙분리대 번호 (i번째 경간, 난간, 연석 및 중앙분리대)
거 더	Si Ga	거더 번호(i번째 경간, a번 거더)
가로보	Si/Ga~b, Cc	가로보 번호(i번째 경간, a~b번 거더, c번째 가로보)
교 대	Aa	교대 번호(a번째 교대)
교량받침	Ai/SHa, Pi/SHa	교량받침 번호(i번째 교대 및 교각의 a번 교량받침)
신축이음	Exp. Ji	신축이음 번호(i번째 신축이음장치)

나. 거더부재 기호

<표 1.7.2> 교량기호의 정의(거더 부재)

부재구분		사용기호	비고
강박스 거더	좌측복부	L-W	Left Web
	우측복부	R-W	Right Web
	상부플랜지	UF	Upper Flange
	하부플랜지	LF	Lower Flange
	격 벽	D	Diaphragm
	현장이음부	SP	Splice
	수직보강재	V-STIFF	V-Stiffener
	수평보강재	H-STIFF	H-Stiffener

※ 시점에서 종점을 바라보았을 때, 상·하행선이 만나는 구조물의 중앙에서 외측 방향으로 부재의 일련 번호 관리

다. 받침부재 기호

<표 1.7.3> 교량기호의 정의(받침 부재)

양방향 통행 교량 (1개 구조물)	시점 종점
	시점 종점

제 2 장

자료수집 및 분석

- 2.1 사전조사
- 2.2 교량의 이력사항
- 2.3 시설물의 내진설계 여부확인
- 2.4 자료분석 결과 및 과업진행 방향

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 사전조사

가. 개 요

본 과업에 대한 사전조사는 시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하고, 구조물의 특성을 파악하여 점검 추진방향과 세부수행계획의 수립을 목적으로 실시하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 자료를 수집하여 구조물의 열화발생의 원인분석, 보수·보강공법의 제시 및 유지관리 방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

사전검토의 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 대상시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시범위
- (2) 유지관리 자료 보유 현황
- (3) 과업의 범위 : 기본과업 항목, 선택과업 항목
- (4) 기본 과업 재료시험 수량
- (5) 기타 법령, 지침 및 세부지침과의 부합여부

나. 대상시설물의 조사 실시범위

- (1) 상부구조(바닥판, 거더)
- (2) 하부구조(교대 및 기초)
- (3) 받침(교량받침)
- (4) 기타부재(신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장, 중앙분리대)

다. 유지관리 자료 수집 및 분석

(1) 유지관리자료 보유 현황

유지관리 자료는 설계도면, 관리대장, 안전점검 보고서가 있으며, 본 과업을 수행하는데 있어 충분히 활용하였고 수집자료 목록은 다음과 같다.

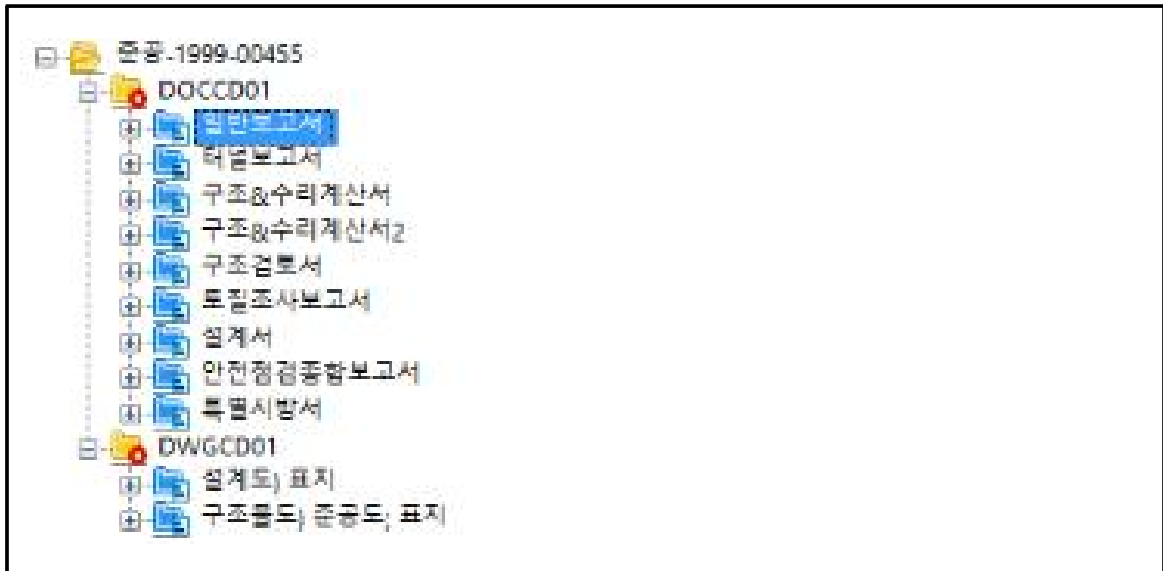
<표 2.1.1> 유지관리자료 보유 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	▪ 공통 - 준공내역서 - 공사 시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서	보유	FMS
	▪ 설계도면 - 교량 - 위치도, 평면도, 단면(중·횡), 상부 · 하부 구조물도, 빔상세도 등	보유	FMS
시설물 관리대장	▪ 기본현황 ▪ 상세제원 ▪ 유지관리 이력 (점검 및 보수 및 보강이력)	보유	FMS 관리주체
시공관련 자료	▪ 시공관련자료 ▪ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ▪ 사고기록	일부 보유	FMS
안전점검 자료		보유	관리주체

(2) 유지관리자료 조사결과

한국시설안전공단 FMS 자료 및 2015년 정밀점검 자료를 발취, 정리하여 분석하면 그 내용은 다음과 같다.

<한국시설안전공단 시설물정보관리 종합시스템, 장평IC1교>



① 일반보고서

▶ 고속도로의 설계속도를 검토하고 도로의 주변 지형여건을 고려, 본선은 100km/hr, I/C는 40km/h의 설계속도를 적용하였으며, 거의 평지와 산악지를 통과하는 4차선 확장 노선으로서 설계속도 기준에 부합되도록 함. 직선구간의 표준횡단구배는 2%로 하며 곡선부의 최대 편구배는 6%를 적용함.

▶ 본선 교량 DB-24, DL-24

▶ 설계방법 적용기준

강도설계법 : RC구조물(슬래브, 교대, 교각, BOX)

허용응력설계법 : P.C 구조물(강도설계법으로 안전성 검토)

강합성구조물

- ▶ 주요재료 사용기준 (FMS 설계서 발취)
- 콘크리트

종 류	기준강도 (kg/cm ²)	골재 최대치수 (mm)	적 용 구 조 물	비 고
P.C	$\sigma_{ck}=400$	19	P.C 구조물 PREFLEX아랜 플랜지	혼화재 사용
1종	$\sigma_{ck}=270$	25	라멘교(SLAB), 측벽, 기초, 날개벽) PREFLEX(복부, 가로보), 현장제작 철근 콘크리트관	
		25	교량상부 SLAB	STEEL BOX, P.C BEAM SLAB(섬유보강콘크리트)
2종	$\sigma_{ck}=240$	32	터널라이닝 콘크리트 및 입출구시설, 교량 하부구조(교각, 교대, 우물통 기초)및 날개 벽, 철근콘크리트 옹벽, 연석, 암거 암거접 속슬래브	
		40	강관 이음용, 철근 콘크리트	
2종 수중	$\sigma_{ck}=240$	32	수중 콘크리트	
3종	$\sigma_{ck}=210$	25	절·성토부 도수로, 도수로 집수거, V형 측구, L형측구(TYPE 2-4), U형측구(TYPE 1-4,7), U형측구 뚜껑, 중분대 집수정, 노면 집수정	
		40	중력식 옹벽, MASS콘크리트, 부대시설 기초, 암거 및 배수관 APPROACH부 바닥 콘크리트 배수관 기초, 속채움콘크리트(우물통), 집수정, U형측구(TYPE 5-6), 배수관 날개벽	
5종	$\sigma_{ck}=150$	50	레벨링 콘크리트	교량중분대, 난간방호벽
L형측구형	$\sigma_{ck}=210$	19	TYPE-1	
중분대용	$\sigma_{ck}=240$	19	중분대 구체 콘크리트	
중간층용 LEAN CONC	$\sigma_c=50$	40	포장 LEAN 콘크리트	
포장용	$\sigma_{bk}=45$	32	포장 슬래브	

주) 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

- 철근

종 류	허용응력(kg/cm ²)	적 용 콘 크 리 트
SD 40	$\sigma_Y = 4,000$ $\sigma_{sa} = 1,800$	1종 콘크리트 - 일반적인 부재, 라멘의 구체(상부 및 하부)
	$\sigma_Y = 4,000$ $\sigma_{sa} = 1,600$	1종 콘크리트 - 바닥판 및 지간 10m 이하의 슬래브교 - 수중 혹은 지하수위 이하에 설치
SD 30	$\sigma_Y = 3,000$ $\sigma_{sa} = 1,500$	2종 콘크리트

- 강재

가. P.C강재 : KSD 7002에 적합한 재료를 기준으로 한다.

SWPC 7B(2종) 항복점 강도 $\sigma_{PY} = 160\text{kg/mm}^2$

인장강도 $\sigma_{PU} = 190\text{kg/mm}^2$

나. 일반강재

주부재 : SWS 50(상·하 플랜저, 복부판, 종 RIB, 주부재 연결판)

부부재 : SWS 41를 기준으로 한다.(주부재를 제외한 모든 부재)

② 구조계산서 검토

“영동고속도로(원주~강릉간) 4차로 확장공사, 구조 및 수리계산서(I), 1999.8”참조.
검토결과, 상·하부 구조계산, 부대공, 옹벽공 등에 대한 구조계산 및 검토에 있어 설계조건, 모델링, 설계 및 검토 등 항목별 검토사항은 적정한 것으로 확인되었다.

▶ 내진설계

본 과업구간은 강원도 지역으로서 내진 2등급에 해당하므로 내진설계에 사용하는 가속도 계수는 $A=0.07$, 지반계수 $S=1.2$ (지반종류 II 적용), 응답수정계수(교각 $R=3$, 기초 $R=1.5$)이고 교량의 내진해석 방법은 일반교량의 경우 단일 모드 스펙트럼 해석법을 사용하였다.

③ 설계도면 검토

“영동고속도로(원주~강릉간) 4차로 확장공사 구조물도(준공도) 제7공구(진조~장평), 1999. 8” 검토결과, 설계도면은 당시 설계기준에 적합하게 작성된 것으로 검토되었으며, 종·평면도, 단면도, 상부 구조물도, 각종 상세도가 적정하게 작성된 것으로 검토되었다.

④ 토질 및 지반조사 자료 검토

“영동고속도로(원주~강릉간) 4차로 확장공사, 토질조사보고서, 1999.8”참조.

□ 지형

강원도 횡성군 및 평창군 일원으로서 위도상 북위 37도31분02초~37도35도14초 및 동경 128도16분60초~128도25분00초의 범위에 해당되며, 이 지역의 전반적인 산계는 태백산맥의 연장부로서 대부분 화강암이 저반상태로서 분포 하고 있으며, 산세는 남서방향으로 발달하여 본 노선을 가로 지르고 있고 이는 연봉으로 분포하며, 지형적 윤회상으로 볼 때 장년기 말에서 노년기 초에 해당하는 지형이다.

수계는 전반적으로 수지상 내지 아수지상 하계를 형성하며, 본 노선을 각로 지는 홍정천에 합류 또는 직접 평창강 상류로 유입되고 있다.

□ 지질

본 조사지역의 지질은 저반을 이루고 있는 중대생 쥐라기의 대보 화강암류가 분포하고, 이를 백악기의 암맥류들이 관입하였고 이를 제4기 충적층이 부정합으로 피복하고 있다

지질 연대별로 열거하면 중생대 쥐라기에 속하는 세·조립질 흑운모 화강암, 각섬석 화강암, 복운모 화강암들이 저반을 이루고 있으며, 이를 백악기의 염기성·산성암맥인 안산암질 암류와 규장암이 국부적인 지역에 관입 분포하고 제4기의 충적층이 하천의 연안을 따라 부정합으로 피복하고 있다.

□ 지층

○ 매립토층(Fill)

본 지층은 도로 매립작업 과정에서 형성된 지층으로서 조사지역 전역에 2.5~2.6m 내외의 두께로 분포되어 있다.

지층의 구성성분은 대체로 실트섞인 세립 내지 조립의 모래, 실트 및 세립 내지 조립의 모래섞인 자갈로 구성되어 있으며, 통일분류법에 의한 흙의 분류는

SP-SM, GP 및 GP-GM으로 분류되며 갈색을 나타내고 있다.

○ 풍화암층(Weathered rock)

본 지층은 모암인 화강암이 풍화작용에 의하여 형성된 지층으로서 조사지역 전역에 지표면으로부터 2.5m~2.6m 내외의 심도에서 확인되고 있다. 또한, 본 지층은 표준관입시험 과정에서 가해지는 해머의 타격에너지에 의하여 실트, 모래 및 암편 등으로 완전히 분쇄된 상태이다.

○ 연암층(Soft rock)

본 지층은 모암인 화강암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 조사지역 전역의 지표면으로부터 3.6~3.9m 내외의 심도에서 확인되고 있으며, 시추작업시 회수된 코아회수율은 7~8% 정도이며 회색을 나타내고 있다.

○ 경암층(HArD rock)

본 지층은 조사지역 전역에 걸쳐 지표면으로부터 8.0m의 심도에서 확인되고 있으며, 시추작업시 회수된 코아회수율은 72~75% 정도이며 R.Q.D는 20~23%이다.

2.2 교량의 이력사항

2.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로부 부분 부식,바닥판 보수부 백태,바닥판 균열,누수로 인한 백태,교량받침 슬플레이트 부식,교대 홍벽보수부 균열,백태,기둥균열,신축이음장치 누수, 후타균열,포장균열,분리시공부 균열,소분리대 및 난간 균열,배수구 막힘 등이 관찰됨.	2017-07-27
2017-06-30 2017-06-30	오문석	양호	신축이음장치개량,포장균열보수,난간단면보수,청소,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이수동
정밀점검	자체수행	0	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 - 거더 하부플랜지 녹발생 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 - 받침장치 부식.	2017-06-28
2017-05-21 2017-06-20	오문석	B등급	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 : 표면처리 및 단면보수 - 거더 하부플랜지 녹발생 : 재도장 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 : 단면보수 및 표면처리 - 받침장치 부식 : 재도장	이수동
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로부 부분 부식,바닥판 보수부 백태,바닥판 균열,누수로 인한 백태,교량받침 슬플레이트 부식,교대 홍벽보수부 균열,백태,기둥균열,신축이음장치 누수, 후타균열,포장균열,분리시공부 균열,소분리대 및 난간 균열,배수구 막힘 등이 관찰됨.	2016-11-07
2016-10-05 2016-10-05	정의천	양호	신축이음장치개량,포장균열보수,난간단면보수,청소,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더외측 및 경간단부 부식,하부플랜지 점부식,연결볼트부 부분 부식,복부판 백태,가로보 연결볼트 부식,바닥판 기보수부 박리,단부파손,상부 관통균열에 의한 백태,받침장치 및 슬플레이트 부분 부식,교대홍벽 보수부 파손,기둥균열,홍벽파손,철근노출,신축이음장치 후타균열,표면박리,토사퇴적,전반적인 교면포장(일반LMC)균열,소분리대 콘크리트 표면박리,난간균열,백태 등이 관찰됨.	2016-06-29
2016-05-11 2016-05-11	정의천	양호	단면보수,표면처리,교면포장 균열보수,주의 관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더외측 및 경간단부 부식,하부플랜지 점부식,연결볼트부 부분 부식,복부판 백태,가로보 연결볼트 부식,바닥판 기보수부 박리,단부파손,균열,백태,철근노출,받침장치 및 슬플레이트 부분부식,교대홍벽 보수부 파손,기둥균열,홍벽파손,철근노출,신축이음장치 후타균열,전반적인 교면포장(일반LMC)균열,소분리대 콘크리트 표면박리,난간균열,백태 등이 관찰됨.	2015-12-28
2015-10-06 2015-10-06	정의천	양호	단면보수,표면처리,교면포장 균열보수,주의 관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정밀점검	자체수행	0	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 - 거더 하부플랜지 녹발생 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 - 받침장치 부식.	2015-07-02
2015-05-28 2015-06-30	정의천	B등급	- 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 : 표면처리 및 단면보수 - 거더 하부플랜지 녹발생 : 재도장 - 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 : 단면보수 및 표면처리 - 받침장치 부식 : 재도장	이육준

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함은 발견되지 않았으며, 거더단부의 부식, 연결볼트부 부식, 바닥판 단부의 균열, 녹물오염, 받침장치 부식, 교대홍벽 녹물오염, 날개벽 백태, 신축이음장치 후타 균열, 난간 및 중분대 방호벽의 균열등이 관찰됨.	2015-01-12
2014-10-21 2014-10-21	정의천	양호	강박스 거더하부 일부 녹발생 : 재도장, 교량 받침 부식, 무수축콘크리트 균열 : 재도장 및 표면처리, 교대 누수에 따른 녹물, 열화 일부 발생 : 표면처리, 신축이음 후타콘크리트 균열 및 녹발생 : 지속관찰.	이육준
정기점검 (상반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 없었으며, 거더단부의 부식, 점부식, 바닥판백태, 바닥판 단부 보수부의 파손, 백태, 받침장치의 부식, 슬플레이트 부식, 교대홍벽 녹물, 백태오염, 열화, 철근노출, 신축이음장치의 토사퇴적, 후타파손, 교면포장균열, 배수구 토사퇴적 등이 관찰됨.	2014-10-01
2014-04-22 2014-04-22	정의천	양호	바닥판 및 교대 열화부 단면보수, 포장 균열 보수, 신축이음장치 및 배수구 청소, 기타 주의관찰.	이육준
정밀점검	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 발견되지 않았으며, 전반적인 거더의 부식, 바닥판 단부의 박락, 열화, 철근노출, 백태오염, 받침장치와 슬플레이트 부식, 홍벽박락, 열화, 백태, 녹물오염, 신축이음장치의 토사퇴적, 후타균열, 교면포장 균열, 소분리대의 표면박리, 난간균열등이 다수 발견됨.	2013-10-25
2013-09-03 2013-09-03	김태훈	B등급	거더 ,가로보 부식, 바닥판 손상부, 받침, 슬플레이트부식, 교대열화, 박락, 포장균열등은 지속적인 주의관찰 필요함.	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G2, S3G2 하부 플랜지 단부 녹발생, S1 가로보 스플라이스볼트 녹발생, S1 A1 바닥판 단부 열화 및 철근노출, S3 바닥판 백태오염, A2측 바닥판 단부 열화, A1-sh2~sh6 슈 녹발생, A1 교대 누수, 홍벽열화, 철근노출 백태 및 녹물발생, A2 교대 누수, 홍벽 백태 및 녹물발생, A1 신축이음장치 토사퇴적 및 후타콘크리트 파손, 분리부 열화, A2 신축이음장치 토사퇴적 및 후타콘크리트 균열, S1~S3 전반적인 포장균열, S1~S3 소분리대 콘크리트 박리, S2~S3 난간균열 및 백태.	2013-04-23
2013-04-23 2013-04-23	김태훈	양호	재도장, 단면보수, 백태제거, 토사제거, 신축이음 보수, 후타콘크리트보수.	김태훈

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)	자체수행	0	S1,S3 전반적인 점부식 및 연결볼트부 녹발생,S1 가로보 연결볼트 녹발생,A1 바닥판 단부 열화 및 철근노출,A2 바닥판 단부 열화,A1-sh3,sh4 슈 녹발생,A1 교대 좌우측 흉벽 백태 및 녹물발생,A2 교대 흉벽 백태 및 녹물발생,A1 신축이음장치 누수 및 후타콘크리트 파손,A2 후타콘크리트 파손,교면 포장 전체적인 미세균열.	2012-12-12
2012-07-18 2012-07-18	김태훈	양호	녹발생 지속관찰요망,단면보수,슈재도장,누수보수,후타보수,지속관찰.	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G1 주형 및 연결볼트부 녹발생,S3G3 주형 녹발생, A1 바닥판 단부 열화 및 철근노출,A2 바닥판 단부 열화,S2 바닥판 현치부 열화 및 백태,A1 교대 좌우측 흉벽 백태 및 녹물발생,A2 교대 흉벽 백태 및 녹물발생,A1후타콘크리트 파손 및 철근노출,A2후타콘크리트 파손.	2012-06-14
2012-04-09 2012-04-09	이해수,김태훈	양호	재도장,단면보수,오염제거,후타보수.	김태훈
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함.	2011-11-29
2011-08-09 2011-08-09	이해수,박광일	양호	없음.	박광일
정기점검 (상반기)	자체수행	0	A1 바닥판 단부 열화, A1 신축이음장치 파손, A1-2,3 슈 녹발생.	2011-06-21
2011-04-12 2011-04-12	이해수,박광일	양호	단면보수,신축이음교체,재도장.	박광일
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함.	2010-09-02
2010-09-02 2010-09-02	박광일	양호	없음.	박광일

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	자체수행	0	양호함,부속시설물 이상없음.	2010-04-05
2010-04-05 2010-04-05	-	A등급	없음.	박광일
정기점검 (하반기)		0	신축이음장치 후타콘크리트 박리, 포장부 균열발생,소분리대 콘크리트 박리.	2009-08-04
2009-08-04 2009-08-04	김태훈	양호	하자보수요청(균열보수,단면보수,파손부보 수).	김태훈
정기점검 (상반기)		0	강박스 연결 스프라이스부 녹발생, A1(진 출) 신축이음 후타 파손, A2 진출 신축이음 부 콘크리트열화.	2009-04-08
2009-04-08 2009-04-08	김용준	양호	녹제거 및 채도장, 후타보수(하자통보예정) 및 열화보수.	김태훈
정기점검 (하반기)		0	강박스 단부 및 스프라이스, 볼트 발청.	2008-12-30
2008-09-24 2008-09-24	강현억	양호	채도장.	김태훈
정밀점검	자체수행	0	고무재탈리 및 포트홀발생, 바닥판열화 및 방호벽 연결부 누수.	2008-06-05
2008-05-19 2008-05-19	강현억	A등급	고무재 재결속 및 단면보수.	김태훈

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)		0	교면포장 포트홀 및 균열.	2008-01-30
2007-12-07 2007-12-07	이권찬	양호	절삭덧씌우기.	김태훈
정기점검 (상반기)		0	교면포장 백태 및 균열.	2008-01-30
2007-06-12 2007-06-12	한광수	양호	아스팔트 패칭.	김태훈
정밀점검		0	양호.	2006-12-30
2006-11-21 2006-11-30	석선원	A등급	-	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호.	2007-02-14
2006-11-21 2006-11-21	이진만	양호	없음.	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호.	2007-01-11
2006-06-28 2006-06-28	이진만	양호	없음.	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호.	2006-02-13
2005-12-28 2005-12-28	이권찬	양호	-	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호.	2005-12-22
2005-06-07 2005-06-07	석선원	양호	-	이권찬

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	자체수행	0	양호.	2005-03-03
2004-11-08 2004-11-08	양승렬	A등급	양호.	이권찬
정기점검 (상반기)	자체수행	0	양호.	2004-06-30
2004-06-15 2004-06-15	양승렬	양호	없음.	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호.	2004-02-27
2003-10-08 2003-10-08	정우관	양호	없음.	이철상
정기점검 (상반기)		0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체, 교각 기타등.	2003-07-15
2003-06-24 2003-06-25	정우관	양호	없음.	이철상
정밀점검	한국도로공사	0	교량 교대 · 교각의 균열발생.	2016-10-18
2002-10-28 2002-10-29	최기용	A등급		심정원
정기점검 (상반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호.	2002-04-10
2002-03-26 2002-03-29	김태훈	양호	없음.	김태훈
정기점검 (하반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호.	2002-04-10
2001-11-30 2001-11-30	김윤섭	양호	없음.	김태훈

(계속)

<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체	0	교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호.	2002-04-10
2001-06-26 2001-06-29	김윤섭	양호	없음.	김태훈
정기점검 (하반기)	자체	0	교각, 교대 및 상판.	2001-03-15
2000-12-30 2000-12-30	이상주	양호		김윤섭
정밀점검	본부		교좌장치 및 콘크리트 균열 조사.	2000-07-31
2000-07-26 2000-07-26	구조물 점검	A등급		이상주
정밀점검	본부		교좌장치 및 콘크리트 균열 조사.	2000-07-31
2000-07-26 2000-07-26	구조물 점검	A등급		이상주
기타(부분점검 ·진단 등)	본부	0	교각 코핑부 철근 노출	2001-03-15
2000-05-17 2000-05-17	구조물 파장	양호	철근 노출부 치핑후 에폭시 몰탈 보수	김윤섭

2.2.2 보수 · 보강 이력

<표 2.2.2> 교량의 보수 · 보강 이력

공사기간	보수위치	공법 및 보수구분	물량	공사금액(원)
구조물유지관리연간단가 2007.05.02.~2007.12.31	신축이음	부분보수	5m	5,207,000
구조물유지관리연간단가 2007.05.02.~2007.12.31	받침	슈재도장	8개	139,000
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	교량받침	재도장	22개소	2,370,760
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	신축이음	개량(교체)	7.8m	13,853,000
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	교면포장	아스팔트 노면팻칭	10m ²	9,200,000
구조물유지관리연간단가 2008.05.01~2008.06.30	교대	백태 표면처리	8m ²	2,195,000
구조물유지관리연간단가 2008.06.25~2008.09.23	교면포장	교면개량(초속경)	1.470m ²	264,000,000
구조물유지관리연간단가 2008.09.16~2008.11.04	상부구조	단면보수	12m ²	2,629,742
구조물유지관리연간단가 2010.05.06.~2010.12.31	받침	받침 재도장	9EA	540,000
대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약 2010.05.06.~2010.12.31	바닥판	단면보수	2EA	1,600,000
구조물유지보수공사 연간단가 2010.10.06.~2010.10.06	신축이음	후타재 균열보수	2EA	-
구조물유지보수공사 연간단가 2011.06.28~2011.07.30	신축이음	개량(교체)	7.8m	10,800,000
대관령지사 성산교(강릉)외 1개소 신축이음장치 개량공사 2013.06.28~2013.12.31	신축이음	후타콘크리트보수	3.8m ²	952,000
대관령지사 관내 교량 보수보강공사 2015.05.27.~2015.12.24	교대	단면복구	20m ²	5,200,000
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	교면포장	콘크리트 균열보수	33m	2,057,337
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	교면포장	콘크리트 단면보수	3.5m ²	713,921
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	바닥판	단면보수	1.3m ²	1,351,064
도로시설물 연간 유지보수공사 2016.01.01.~2016.12.28.	난간연석	균열보수 (주입/충진)	250m	13,509,900
2017년 도로시설물 유지보수공사 2017.01.01.~2017.12.28.	거더 가로보 교면포장 신축이음	도장 교면 재포장 장치교체	-	-

2.3 전차 보고서 요약

<표 2.3.1> 전차 보고서 결과 요약

구 분	결 과 내 용 (2015년 정밀점검)
외관 조사	· 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 · 거더 하부플랜지 녹발생 · 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 · 받침장치 부식 · 교면포장 균열 · 신축이음 후타재 균열, 본체 녹발생 · 난간 균열 · 배수구 막힘
재료 시험	· 콘크리트 강도 교장 125.0m인 왕산1교(강릉)의 비파괴강도 시험결과, 상부 3곳 하부 3곳 모두 측정강도가 설계기준 강도를 만족하여 본 구조물의 부재는 소요의 강도를 확보하고 있는 것으로 평가됨. · 탄산화 깊이 측정 탄산화 시험결과 상부구조는 잔존깊이가 59m/m정도의 범위로써 30m/m 이상으로 'a'로 평가 되었으며, 하부구조 또한 탄산화 잔존깊이가 95m/m로서 'a'로 평가되었음. 해당교량의 탄산화 깊이 측정결과 탄산화 깊이 대비 충분한 피복두께여유가 있어 철근부식 가능성은 낮을 것으로 평가되었음.
상태 평가	장평IC1교에 대한 상태평가 결과 공용년수 증가에 따라 일부 부재에 손상이 발생되어 결함지수가 다소 증가하였으나 특이사항이 없고 전반적으로 양호하여 기존의 점검과 동일한수준의 B등급으로 평가되었다. ∴ 상태평가등급 = B
종합 평가	안전등급 B 지정
보수 방안	· 바닥판 백태, 단부 콘크리트 박리 : 표면처리 및 단면보수 · 거더 하부플랜지 녹발생 : 채도장 · 교대벽체 파손 및 보수부 들뜸 : 단면보수 및 표면처리 · 받침장치 부식 : 채도장

2.4 시설물의 내진설계 여부확인

본 과업구간은 강원도 지역으로서 내진 2등급에 해당하므로 내진설계에 사용하는 가속도 계수는 $A=0.07$, 지반계수 $S=1.2$ (지반종류 II 적용), 응답수정계수(교각 $R = 3$, 기초 $R = 1.5$)이고 교량의 내진해석 방법은 일반교량의 경우 단일 모드 스펙트럼 해석법을 사용.

<표 2.3.2> 시설물의 내진설계 적용 여부

검토대상부재	설계적용 여부	검토결과 요약
반침	Y	설계시 내진검토 반영
교대	Y	설계시 내진검토 반영
교각	Y	설계시 내진검토 반영

2.5 자료분석 결과 및 과업진행 방향

<표 2.5.1> 자료분석 결과

구분	수집 자료	자료 분석 결과	과업진행방향
건설 관련 자료	· 준공도면	· 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨. · 준공도면의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨. · 난간, 신축이음장치는 준공 이후 보수 및 보강을 통한 유지관리가 지속적으로 이루어져 준공도면과는 다른 상태로 공용됨.	· 현장조사 시 부재치수를 확인하여 준공도면과 비교, 검토하고 실측치와 동일할 경우는 관리주체측에서 보유한 도면을 기준으로 진행함.
유지 관리 자료	· 점검 이력 · 정밀점검보고서	· 기존 정밀점검 보고서 분석결과, 교량의 각 부재에서 손상 및 열화가 확인되었으며, 관리주체는 그에 따른 유지관리를 실시하고 있어 구조물은 내구성, 사용성을 확보함.	· 금회 중점조사 부재 - 바닥판 균열, 백태 - 거더, 가로보 부식 - 받침 부식, 균열 - 교대 균열, 백태, 박락 - 교각 균열 - 신축이음 균열, 누수 - 포장 균열 · 부재에 나타나는 손상 및 열화 현상을 면밀히 조사하여 확인 및 기록하고 그에 따른 구조물의 평가(상태평가)를 실시하여 교량의 안전 등급을 제시함. · 향후 유지관리를 위한 보수·보강방안을 제시토록함.
	· 보수·보강이력	· 보수·보강이력 확인 결과 점검 및 진단 결과에 따른 유지관리가 이루어져 교량의 사용성, 내구성을 일정부분 확보하고 있음.	· 보수 및 보강 내용을 확인하고 과업기간 중에 진행된 보수·보강 내용을 충분히 반영하여 구조물을 평가토록 함.
	· 내진 성능 향상 대상교량 세부조사 및 보강설계용역 실시	· 교량받침 평가에서 불안정한 것으로 분석되어 내진용 포트 받침으로 교체가 필요함.	· 용역(2007년) 이후 받침의 교체여부를 확인하고 현재의 상태를 조사하고 평가토록 함.

3.1 개요

3.2 외관조사

3.3 외관조사 결과

제 3장 현장조사

3.1 현장조사 개요

대상 교량의 현장조사는 공용 중 조사 당시의 외관 상태를 기록하고 구조물 상태 평가를 위한 기초자료로 사용함은 물론 건전성 확보를 위한 보수 대상 선정 및 향후 교량의 유지관리를 위한 중요한 근거자료로 사용할 수 있도록 하는데 그 의미를 찾을 수 있다.

3.1.1 외관조사 내용

교량의 안전성 및 사용성을 체계적이고 합리적으로 평가하기 위하여 콘크리트 구조물에 발생한 전반적인 균열 상태와 열화현상에 대하여 부재별로 외관조사를 실시하였고, 바닥판, 교대, 신축이음, 교면포장 등의 기능상 문제점과 열화 및 손상의 정도를 파악하기 위하여 세밀한 육안조사를 실시하였다.

외관조사에 의해 발견한 결함이나 손상 등을 상세히 나타낸 외관조사망도는 시설물의 유지관리에 효율적으로 이용할 수 있도록 작성하여 수록하였으며 콘크리트 균열 및 기타 외관상태 등 각 부위별 손상 및 기능저하 정도 등을 판단함에 있어 국토해양부 한국시설안전기술공단에서 발행된 『안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침』에 따라 실시하였으며, 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시하였다.

<표 3.1.1> 교량시설물의 부재별 조사항목

점검부위		조사 항목	조사 여부
상부 구조	바닥판	- 수평 및 수직균열, 망상균열 - 열화, 재료분리(공동·공극), 철근노출 - 누수, 백태(유리석회)	○
	거더 가로보	- 강재부식, 도장박락 - SPLICE부 결함 - 고정볼트 체결불량, 미체결, 볼트 부식 - 주부재 및 보조부재의 변형, 파손	○
하부 구조	교대	- 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리 - 교대두부 균열, 이동 또는 기울음 - 두부물고임, 받침부 하부 균열 및 파손 - 거더와 홍벽 신축유간 부족	○
받침	교량 받침	- 가동받침의 이동여유량 조사 - 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 - 받침과 거더의 밀착상태, 가동면 부식 - 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치) - 앵커볼트 파손, 절단	○
기타 부재	신축 이음	- 신축이음부 누수, 신축이음 유간 여유량 - 지수관 설치 상태, 장치 기능 및 작동상태 - 신축이음부 콘크리트 파손 및 철근노출	○
	배수 시설	- 관의 연결부 어긋남, 파손 - 이물질에 의한 막힘, 배수관 길이부족(짧음) - 유출구 위치 부적절	○
	방호벽 난간	- 방호벽 파손 및 이음상태, 파손 및 균열 - 난간 균열, 파손, 변형	○
	교면포장	- 포장불량 (포트홀, 소성변형, 균열 등), 포장배수	○

3.1.2 현장조사의 실시

구조물 육안조사 및 도면 표시는 시점에서 종점 방향으로 실시하였다. 바닥판 하면 및 거더 외부는 교량점검 차량을 사용하여 근접 조사를 실시하였으며, 거더 내부, 교대, 교량받침, 배수관, 교면포장, 난간, 신축이음장치는 도보를 통한 육안조사를 면밀하게 실시하였다.

	
고소차를 이용한 조사	균열폭 측정 조사
	
철근 피복 두께 확인	기울기 측정

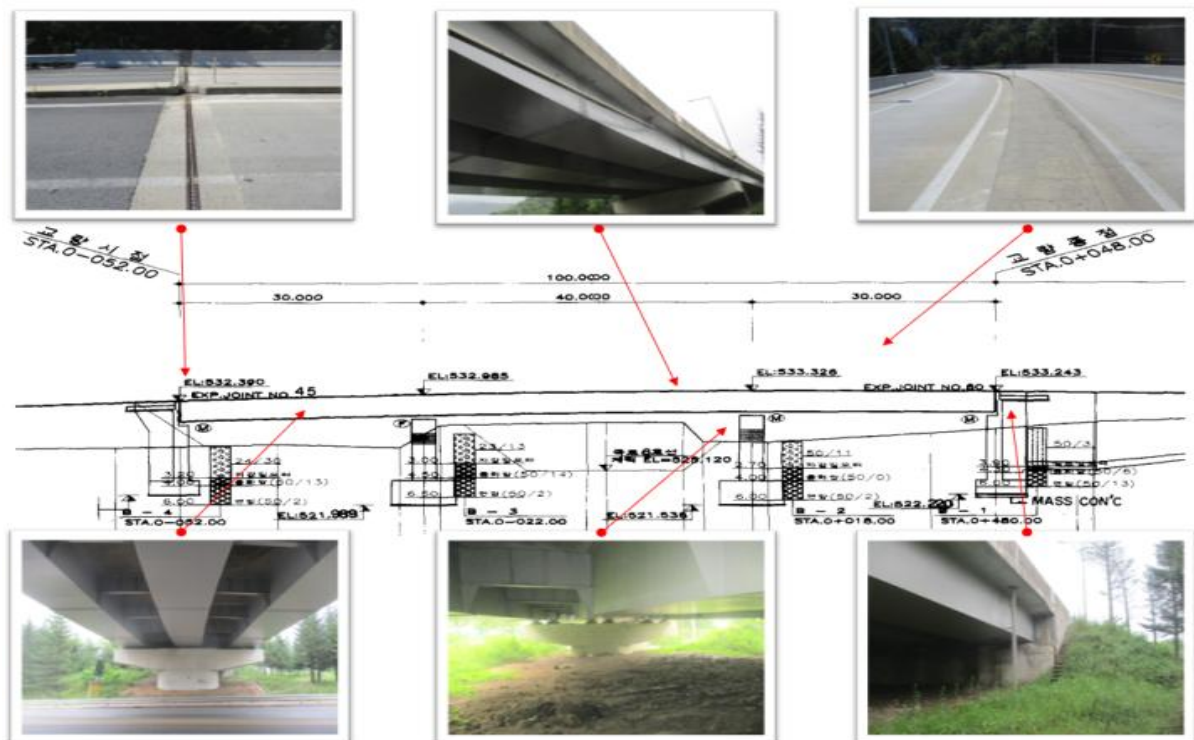
3.1.3 교량의 일반사항

- ▷ 고속도로(영동선, 이정181.82km)
- ▷ 강원도 평창군 용평면 장평리
- ▷ 국도6호선 횡단
- ▷ 2종시설물
- ▷ 관리등급 : B등급
- ▷ 설계하중 : DB-24
- ▷ 1999년에 준공되어 약 19년간 공용중
- ▷ 연장 L=100.0m (1@30.0m+1@40.0m+1@30.0)
- ▷ 교폭 B=15.6m 양방향 2차로



- ▷ 상부구조 : 강박스거더교(Steel Box Girder), 3경간 연속교량
- ▷ 하부구조 : 교대 - 역T형(전면기초), 교각 - T형(전면기초)
- ▷ 받침 : 포트받침(교대 1300kN, 교각P1 3500kN, 교각P2 2500kN)
- ▷ 신축이음 : 모노셀 Joint

<교량의 위치별 대표 전경>



3.2 외관조사

3.2.1 상부 구조물

가. 바닥판하면

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

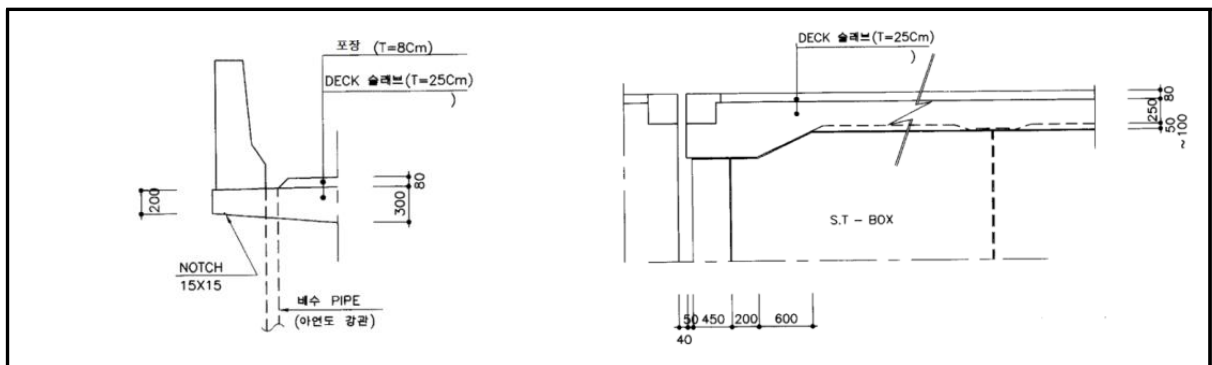
<바닥판 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
콘크리트 바닥판	• 균열, 박리, 박락, 층분리 • 철근노출, 재료분리(공동, 공극) • 누수 및 백태(유리석회)

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 콘크리트 바닥판 노출 ($t = 200 \sim 500\text{mm}$)
- 설계기준강도 27 MPa
- 고소차 및 사다리를 이용한 근접 조사 실시



거더 간 콘크리트 바닥판

캔틸레버부 콘크리트 바닥판

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 바닥판 백태
- 바닥판 단부 파손

(2) 외관조사

a. 손상 내용

- 교대 홍벽 접합부에 위치한 바닥판 및 캔틸레버부 단부에서 철근노출, 콘크리트 박리 및 박락, 백태 등이 조사되며, 유지관리를 위한 보수 공간의 협소와 상부 빗물(용해된 용빙제 포함)의 유입에 따른 재료의 열화, 동결융해의 반복, 철근의 부식 진행 등의 복합적 환경 및 2차적인 열화 요소로 인해 부재의 손상이 나타남.
- 바닥판 조사결과, S1~S3 교량 전체 구간에서 망상균열을 동반한 백태 현상이 넓은 범위로 확인됨.
- S3 캔틸레버부 바닥판에서 0.3mm미만 균열이 일부 조사됨.

b. 손상 사진

	· 외관조사 내용
	① 현황: 철근노출, 박락
	② 위치: 바닥판 S2
	③ 원인: 타설불량, 피복부족, 재료열화
	④ 대책: 단면복구(방청)

	· 외관조사 내용
	① 현황: 바닥판 박리
	② 위치: 바닥판 S2
	③ 원인: 단부 열화 진행, 차량진동, 타설불량 손상부 용빙제 침투, 동결융해 반복
	④ 대책: 단면복구

	· 외관조사 내용
	① 현황: 바닥판 망상균열, 백태
	② 위치: 바닥판 S2
	③ 원인: 차량 반복하중, 바닥판열화 교면포장의 균열
	④ 대책: 표면처리, 포장 균열 보수

		
S1	S2	S3

	· 외관조사 내용
	① 현황: 캔틸레버부 균열cw=0.2mm
	② 위치: 바닥판 S3
	③ 원인: 건조수축 균열, 차량반복하중
	④ 대책: 표면처리

	• 외관조사 내용
	① 현황: 철근노출, 박리
	② 위치: 바닥판 S3 (A2측 바닥판)
	③ 원인: 단부 열화, 빗물유입 열화진행 동결융해 반복 작용
	④ 대책: 단면복구
	
바닥판 단부 철근노출(교대 측), S3	바닥판 단부(교대 측) 콘크리트 박리, S3

(3) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

신축이음장치가 위치한 바닥판 하면 단부에서 열화가 진행된 철근노출 및 콘크리트 박락현상이 다수 확인되고 캔틸레버부 단부에서 철근노출, 박락, 균열이 일부 조사되었다. 이는 교량 신설 초기 바닥판 시공 위커빌리티 효율성 감소, 관리 미흡에 따른 타설 불량, 피복부족 등과 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(융빙재, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면에 침투되어 철근 흡착 부식 작용, 동결융해 반복 작용, 신축이음장치 보수 공사시 상부의 공사 진행과 차량의 반복 통행에 따른 진동 및 충격 등의 다양한 복합적 요인에 의한 현상으로 판단됨.

바닥판에 발생한 일방향 균열, 백태를 동반한 망상균열 현상은 발생 부위에서 넓게 분포하는 형태를 띠며 교량 바닥판 하면에서 다수 확인할 수 있음. 이는 LMC 포장 균열부를 통해 유입된 침투수(빗물)에 의한 부재가 열화, 동결융해의 반복과 초기 건조수축 균열의 변상, 차량 진동 및 반복에 따른 피로하중 등에 의해 나타나

고 있는 부재의 열화 연상으로 부재의 내구성을 유지할 수 있도록 표면처리 보수를 실시하고 정기적으로 그 상태를 관찰하여 중점관리토록 해야 함. 이와 더불어 해당 부재는 상부 교면포장의 미세한 균열 발생시 교면수의 유입이 용이하고 그에 따른 2차 손상과정에서 균열 변상(손상의 진행) 및 재료열화의 주요한 원인이 될 수 있어 상부 교면포장의 관리도 지속적으로 함께 이루어져야 할 것으로 판단됨.

(4) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
백태	m ²	3.00	38.98	▲ 35.98	습기흡착, 열화
콘크리트 박락	m ²	0.30	0.30	-	재료열화
녹오염	m ²	-	0.81	▲ 0.81	습기흡착, 열화
균열(cw=0.2mm)	m	-	21.20	▲ 21.20	차량 반복하중, 건조수축
균열(cw=0.3mm)	m	-	1.50	▲ 1.50	차량 반복하중, 열화, 손상의 진행
철근노출	m ²	-	4.71	▲ 4.71	피복부족, 열화
콘크리트 박리	m ²	-	9.74	▲ 9.74	재료열화
재료분리	m ²	-	8.00	▲ 8.00	다짐불량, 시공불량
망상균열(cw=0.2mm)	m ²	-	171.03	▲ 171.03	건조수축, 온도균열

나. 거더(Steel Box Girder)

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

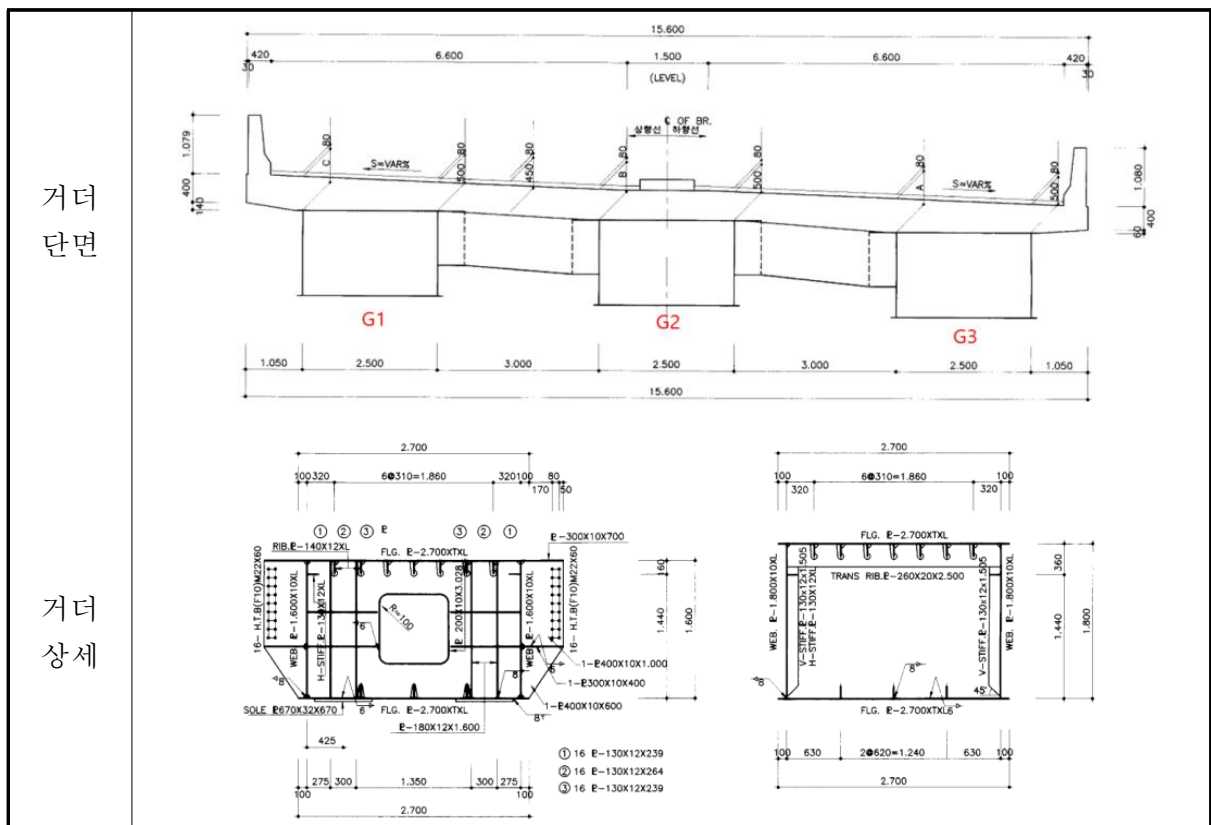
<강거더 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식
피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	• 피로균열
반 침 부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 반침연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
중 양 부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 1경간 Steel Box Girder 3기(G1, G2, G3)
- SPLICE 24개소



	
거더 전경	거더 내부

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 거더하부 일부 점녹발생(0.1㎡, 1개소), S1-G3
- 거더하부 일부 점녹발생(0.2㎡, 1개소), S2-G3

(2) 외관조사

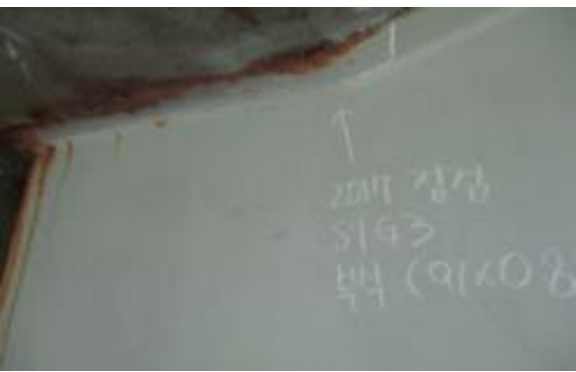
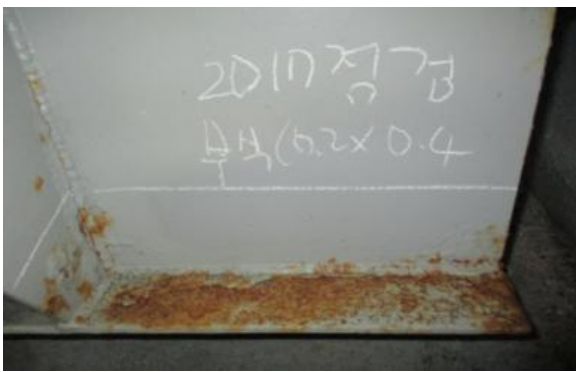
a. 손상 내용

- 3개 거더 단부(신축이음장치 하부)의 외부 및 내부에서 플랜지, 웨브 표면의 강재 부식이 넓게 조사됨.
- 거더 내부의 상부 플랜지 SPLICE이음부에서 백태오염현상이 부분적으로 확인됨.
- 거더 내부 웨브의 SPLICE 이음부에 실런트 충진 마감이 이루어지지 않아 빗물이 유입되며 그에 따라 미미하게 강재 부식현상이 확인됨.

b. 손상 사진

	· 외관조사 내용 ① 현황: SPLICE 이음부 마감 미 실시 (빗물유입, 부식) ② 위치: S1 G1 ③ 원인: 시공초기 결함(이음부 마감 미 실시) ④ 대책: 이음부 실리콘 마감처리
---	--

	• 외관조사 내용
	① 현황: 플랜지 부식
	② 위치: S1 G1
	③ 원인: 도장열화, 전처리미흡, 수분흡착
	④ 대책: 재도장

	
거더 외부 부식 S1 G3	거더 외부 부식 S3 G2
	
하부플랜지 하면 부식 S3 G1	하부플랜지 하면 부식 S1 G2
	
상부플랜지, 중방향리브 부식 S1 G1	하부플랜지 하면 부식 S3 G3

	• 외관조사 내용
	① 현황: SPLICE 백태오염
	② 위치: S1 G1
	③ 원인: 교면포장 균열, 바닥판 빗물 유입
	④ 대책: 재도장 (포장 균열보수)

			
거더 부식, S1 G3 (2015년)	→ 유지관리 →	거더 부식, S1 G3 (2017년)	

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
점부식	m²	0.30	11.82	▲ 11.52	습기흡착, 열화
강재부식	m²	－	48.67	▲ 48.67	습기흡착, 열화
백태	m²	－	0.14	▲ 0.14	습기흡착, 열화
용접불량	EA	－	3.00	▲ 3.00	시공불량
강재표면 백태오염/누수	m²	－	0.06	▲ 0.06	실링재 미처리, 시공불량
환기구 부식	m²	－	0.27	▲ 0.27	습기흡착, 열화
환기구 볼트체결 불량	EA	－	1.00	▲ 1.00	시공불량, 공용기간 경과
SPLICE부 실링재 미처리	EA	－	28.00	▲ 28.00	시공불량
우수유입	EA	－	1.00	▲ 1.00	실링재 미처리

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교량은 1999년 준공이후 18여 년 간 공용중에 있고 거더 부재의 강재 부분 재도장을 통한 유지관리 이력은 확인되지 않음. 조사결과 거더 단부(신축이음장치 하부)의 외부 및 내부에서 플랜지, 웨브 표면의 강재부식이 넓게 조사되고 내부의 상부 플랜지 SPLICE이음부에서 백태오염 현상이 일부분 확인됨.

거더에서 확인된 부식 및 오염 현상의 1차적 요인은 상부 교면수(빗물)의 유입에 따른 열화 현상으로 판단되며 포장의 열화에 따라 그 범위가 확대될 수 있으므로 구조물의 효율적인 유지관리를 위해서는 거더 재도장과 더불어 포장 및 신축이음 공사도 순차적으로 함께 진행되어야 할 것으로 사료됨.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

다. 2차부재(가로보)

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

< 2차부재 외관조사시 주요 점검항목 >

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

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 총42개소

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 전반적 상태양호



(2) 외관조사

a. 손상 내용

- 가로보 부식

b. 손상 사진

	• 외관조사 내용
	① 현황: 가로보 부식
	② 위치: S1 (A1 신축이음 하부 가로보)
	③ 원인: 빗물 유입, 도장열화
	④ 대책: 재도장

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
강재부식	m ²	-	0.44	▲ 0.44	습기흡착, 열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

신축이음 하부에 위치하는 가로보의 부식이 부분적으로 나타나고 있으며 이는 상부 교면수의 유입에 따른 강재 도장 손상부의 표면열화 현상으로 모재의 바탕처리 후 재도장 실시하여 유지관리토록 하고 근본적인 원인을 제거하기 위해 상부 신축이음의 누수 차단을 위한 배수로 설치(공간이 협소하고 설치하더라도 관리가 어려우며 효율성이 떨어짐) 또는 신축이음을 교체가 필요 할 것으로 판단됨.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

3.2.2 하부 구조물

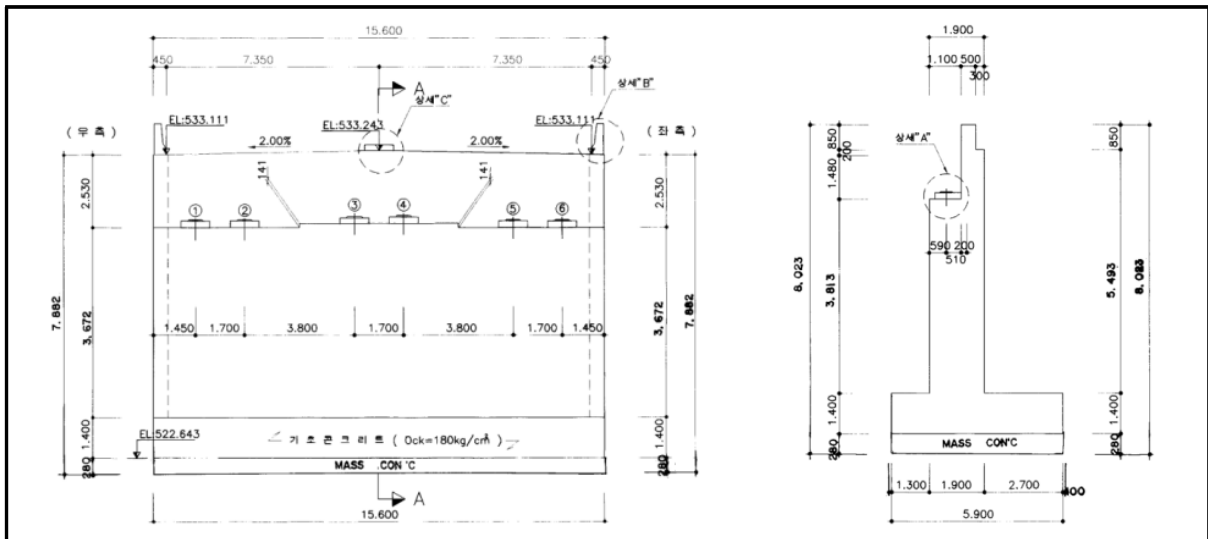
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

점검부위	교대 외관조사시 주요 점검항목
공 통	- 교대 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
두 부(Coping)	- 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손 - 두부와 홍벽 경계부 균열, 거더와 홍벽 신축유간 부족
벽 체	- 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리 - 구체부 배수구 막힘
날개벽(옹벽 포함)	날개벽 이동, 전도

가. 교대

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

역T형식 교대(RTA), 확대전면기초(A1, A2)



b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 교대홍벽 벽체 파손 (2m², 1개소), A1(진출방향)
- 교대상단 보수부 들뜸 (1m², 1개소), A1(진출방향)
- 교대 상단 균열 (0.2mm/1m, 5개소), A2(진출방향)
- 교대 홍벽 백태 (1.0m², 1개소), A2(G1-G2)
- 교대 상단부 균열 (0.2mm/1m, 1개소), A1(G2-G3)

(2) 외관조사

a. 손상 내용

교대에 발생한 손상에 대해 2015년 단면복구 보수를 적용하였으며, 금회 조사결과 구체 및 홍벽부 백태, 국부적인 박리 및 박락과 교대 구체에 균열 0.2~0.3mm, 백태오염, 재료분리, 박리(망치 타격조사) 등이 나타남.

b. 손상 사진

	· 외관조사 내용
	① 현황: 교대 홍벽 박락
	② 위치: 교대 A1
	③ 원인: 구체의 열화 진행, 동결융해의 반복
	④ 대책: 단면복구

	
홍벽 박리, 백태 A2	홍벽 박리 A2

	· 외관조사 내용
	① 현황: 백태
	② 위치: 교대 A1
	③ 원인: 재료 및 수분흡착 열화
	④ 대책: 표면처리

	· 외관조사 내용
	① 현황: 재료분리
	② 위치: 교대 A1
	③ 원인: 타설불량, 다짐불량, 재료열화
	④ 대책: 단면복구

	· 외관조사 내용
	① 현황: 균열 $cw=0.2\sim0.3mm$
	② 위치: 교대 A2
	③ 원인: 균열 열화 진행, 상부 부재 하중
	④ 대책: 주입보수, 표면처리

		
홍벽 파손 A2 (2015년)	→ 보수 →	홍벽부 보수 적용 전경 (2017년)



(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교		분석
		전차('15)	금차('17)	(증:▲, 감:▼)		
콘크리트 파손	m ²	2.00	-	▼	2.00	외부충격, 열화
보수부 층분리	m ²	1.00	-	▼	1.00	열화, 시공관리미흡
균열(cw=0.2mm)	m	2.00	8.70	▲	6.70	건조수축, 온도균열
백태	m ²	1.00	5.66	▲	4.66	습기흡착, 열화
균열(cw=0.1mm)	m	-	1.40	▲	1.40	건조수축, 온도균열
균열(cw=0.3mm)	m	-	11.80	▲	11.80	상부하중, 열화, 손상의 진행
콘크리트 박락	m ²	-	4.30	▲	4.30	재료열화
콘크리트 박리	m ²	-	5.75	▲	5.75	재료열화
재료분리	m ²	-	1.09	▲	1.09	다짐불량, 시공불량
콘크리트 표면열화 (표층박리)	m ²	-	0.85	▲	0.85	탄산화, 재료열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

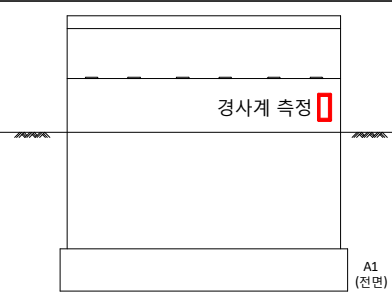
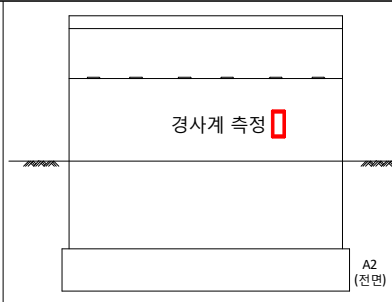
상부 신축이음을 통한 빗물 유입 흔적이 확인되며, 이로 인해 교대 표면에 백태 및 누수 오염 흔적이 조사되었고, 교대 흉벽 및 구체에서 균열 0.2~0.3mm, 박락,

박리 현상이 다수 나타남. 부재에 나타나는 손상은 그 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요하며 중점관리 대상에 포함시켜 유지 관리해야 할 것으로 판단됨. 최근 교대 단면손상에 대한 보수가 2015년 한차례 이루어져 전차 손상의 보수흔적을 확인 할 수 있었고 그 상태는 전반적으로 양호한 것으로 확인되나, 조사시점 현재 상부수(신축이음을 통한 빗물 유입, 용빙제 포함)의 유입이 지속적으로 나타나며 해당 부재는 표면열화 유발 요소에 지속적으로 노출되고 있음. 이에 해당 부재에 대해 정기적으로 관찰하고 문제점 확인시마다 보수하여 관리해야 함.

(5) 경사계를 이용한 교대 변위 측정

교대의 현재 기울기 상태를 확인하고 향후 유지관리하기 위해 측정위치 및 초기 측정값을 기록하였다.

a. 측정사진 및 위치

측정사진	측정위치	
		
경사계 측정	A1	A2

b. 교대 전면 기울기 측정결과 및 분석

위치	측정값	기울음 방향	결과 분석
교대 (A1)	89.5°	+	교대의 기울기 초기측정값은 수직에 가까워 교대의 기울음 현상은 확인되지 않았으며, 향후 점검 및 진단 시 초기치 대비 비교하여 유지관리에 활용. ※ 경사는 시공초기 거푸집의 수직도 및 변형에 기인한 것으로 판단됨.
교대 (A2)	89.9°	-	

※ 교대 전면 기울음 방향 (+ : 배면측으로 기울어짐, - : 전면측으로 기울어짐)

나. 교각

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	- 교각 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
두 부(Coping)	- 두부 물고임 - 받침부 하부 균열 및 파손
벽 체	- 시공이음부 균열 - 이동 또는 기울음 - 수면접촉부 침식

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 조사현황

T형 교각(TP), 확대기초(P1,2)

	
P1	P2

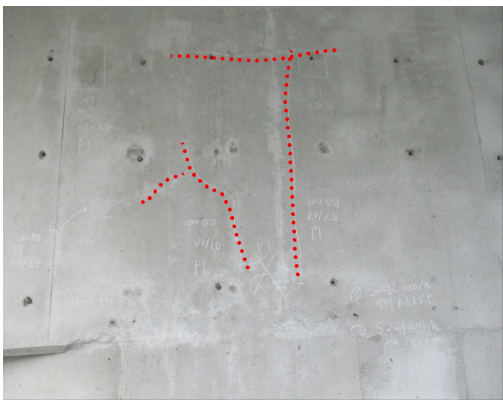
b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

전반적 상태양호

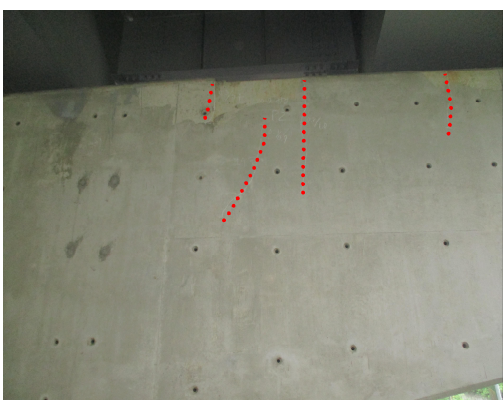
(2) 외관조사

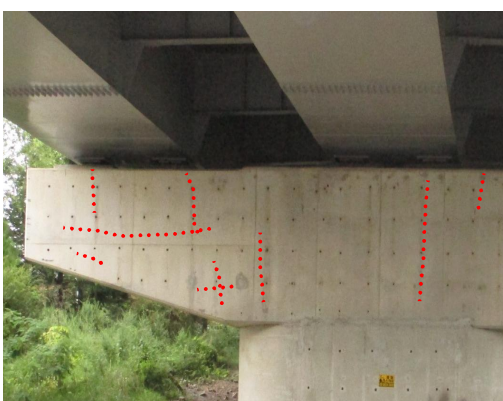
a. 0.3mm 미만의 균열이 다수 확인되며, 0.3mm 균열도 코핑부 상단부에서 조사됨.

b. 콘크리트 박리가 부분적으로 나타남.

	· 외관조사 내용
	① 현황: 코핑부 균열 $cw=0.2\sim0.3mm$
	② 위치: P1
	③ 원인: 동결융해반복, 재료열화, 균열진행
	④ 대책: 표면처리, 주입보수

	· 외관조사 내용
	① 현황: 균열 $cw=0.3\sim0.5mm$ 미만
	② 위치: P2
	③ 원인: 균열의 진행, 동결융해 반복
	④ 대책: 주입보수

	· 외관조사 내용
	① 현황: 코핑부 균열 $cw=0.2mm$
	② 위치: P2
	③ 원인: 초기 건조수축 및 온도 균열 유지 관찰, 하중의 반복, 재료의 열화
	④ 대책: 표면처리

	· 외관조사 내용
	① 현황: 코핑부 균열 $cw=0.2\sim0.3mm$
	② 위치: P2
	③ 원인: 동결융해반복, 재료열화, 균열진행
	④ 대책: 표면처리, 주입보수

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
균열(cw=0.2mm이하)	m	-	26.50	▲ 26.50	건조수축, 온도균열
균열(cw=0.3mm)	m	-	4.40	▲ 4.40	상부하중, 열화, 손상의 진행
콘크리트 박리	m ²	-	0.32	▲ 0.32	재료열화
균열(cw=0.4mm)	m	-	2.00	▲ 2.00	상부하중, 열화, 손상의 진행

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교각의 코핑부 조사결과 건조수축, 상부하중의 지속 작용, 진동 등으로 인한 0.3mm미만 균열이 다수 나타나고 있어 지속적인 관찰이 필요함. 부분적으로 0.3mm이상의 균열이 확인되나 철근까지 관통된 균열로 보기 힘들고 부재에 나타나는 전반적인 현상은 아니므로 내구성 유지 및 효율적인 유지관리를 위해 주입보수 후 관리해야함.

2015년 점검 후 실시된 금회 조사에서는 신규 균열이 다수 확인되나 이는 기존 미세한 손상의 진전 및 열화의 진행, 조사자의 개인 판단에 따른 이견 등의 복합적인 요소에 따른 현상으로서 부재의 급격한 열화 진행이나 외부충격에 따른 손상의 발생으로 보기 어렵고 중대한 결함 사항도 확인되지 않으므로 현재 나타난 손상에 대해 보수를 실시하고 주기적으로 관찰하여 관리한다면 안전성 및 사용성에 문제가 없을 것으로 판단됨.

3.2.3 받침

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

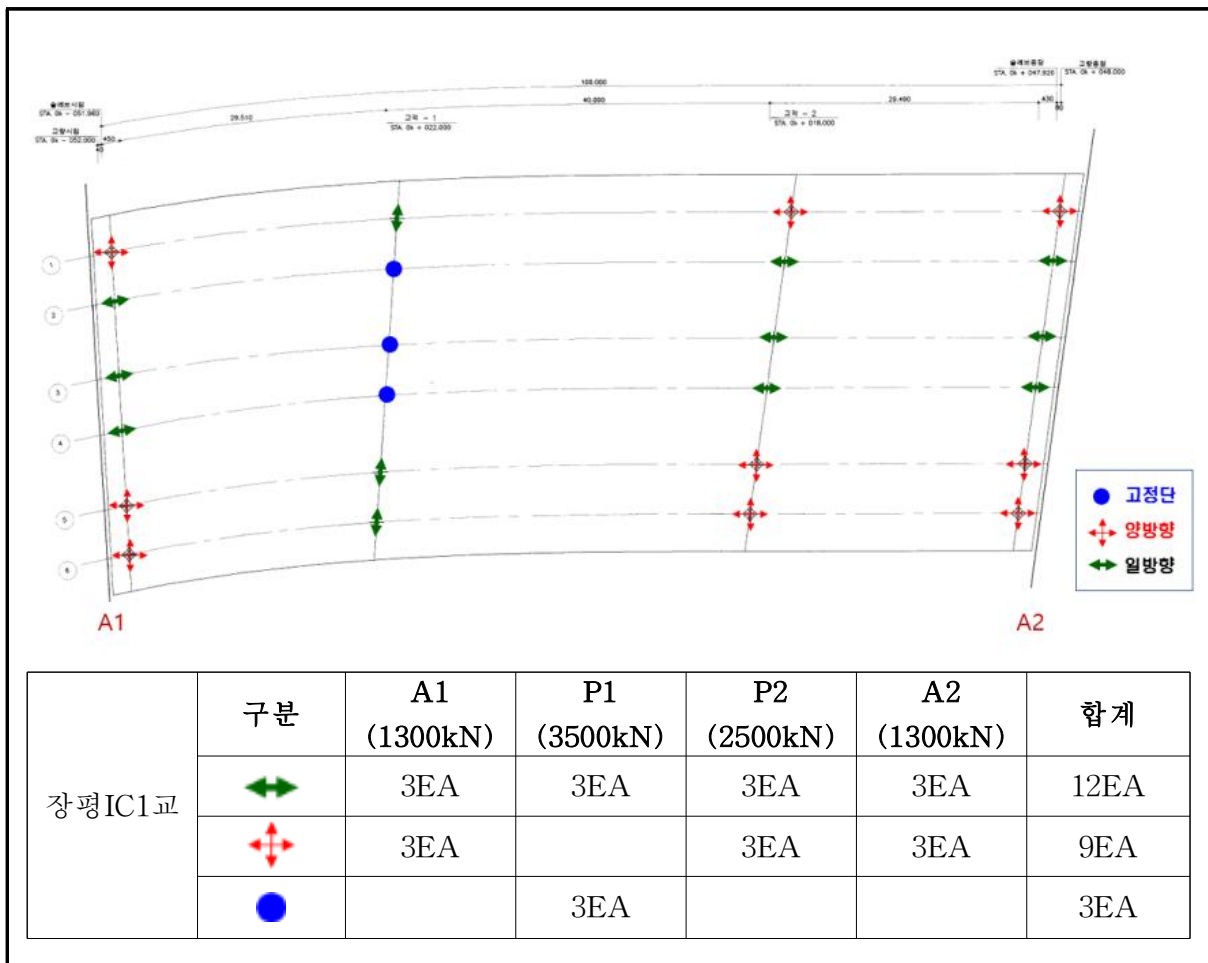
<교량받침 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
본 체 (강재받침)	- 가동받침의 신축유간 부족 - 가동받침 전·후의 가동장애 요소 - 받침과 거더의 밀착상태 - 수직보강재와 받침의 편기상태 - 받침 물고임 및 부식, 가동면 부식
받침콘크리트	- 앵커볼트 파손, 절단 - 교대 두부 균열 - 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 포트 받침 (교대 1300kN, 교각P1 3500kN, 교각P2 2500kN)





b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 받침부식 → 장기간 사용에 따른 부식발생

(2) 외관조사

- 받침 본체 부식이 다수 확인되며 교면수(빗물) 유입이 용이한 교대 받침에서 부식의 열화 진행 면적 및 정도가 심하게 나타남.
- 받침 모르타르 균열이 확인되며, A2 Sh6에서 부분 박리가 조사됨.

	· 외관조사 내용
	① 현황: 받침 부식
	② 위치: A2 Sh1
	③ 원인: 습기 흡착, 도장 열화
	④ 대책: 재도장



	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침콘크리트 균열 $cw=0.3mm$ ② 위치: 교대 A2 Sh6 ③ 원인: 건조수축 균열 열화, 상부 부재 하중 ④ 대책: 주입보수
	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침 모르타르 박리 ② 위치: P1 SH4 ③ 원인: 고정단 집중하중, 재료의 열화, 충격 ④ 대책: 단면복구
	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침 콘크리트 균열 $cw=0.3mm$ ② 위치: 교대 A1 SH6 ③ 원인: 하중의 반복작용, 재료열화 ④ 대책: 주입보수
	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침 콘크리트 박락 ② 위치: 교각 P2 SH5 ③ 원인: 단부 부재열화 ④ 대책: 단면복구

		
받침 부식, A1 SH3 (2015년)	→ 보수 →	받침 부식, A1 SH3 (2017년)

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
받침장치 부식	m ²	3.00	14.64	▲ 11.64	습기흡착, 열화
받침모르타르 박리	m ²	-	1.92	▲ 1.92	상부하중, 열화
받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	-	1.40	▲ 1.40	상부하중, 열화, 손상의 진행
솔플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	-	0.04	▲ 0.04	열화, 시공불량
받침콘크리트 박락	m ²	-	0.16	▲ 0.16	상부하중, 열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

받침 본체 도장의 열화로 인한 부식현상이 다수 확인되며, 이는 빗물 유입이 용이한 신축이음 하부에 위치한 받침의 도장열화부에서 주로 나타나는 현상으로 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되고 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등), 외부 충격에 따른 도장탈락, 태양열, 염해, 수분 흡착 등이 열화의 주요한 요인으로 작용함. 이에 유지관리를 위해 재도장 보수가 필요함.

공용기간 경과, 부재의 열화, 지속적인 상부하중의 및 충격 등으로 인해 발생한 받침 모르타르 및 콘크리트에 나타난 균열, 박리에 대해 보수를 실시하고 내구성을 유지할 수 있도록 조치하여 유지관리 해야 할 것으로 판단됨.

(5) 연단거리 검토

수평력에 의한 교량받침 하부의 파손예방, 거더의 낙하예방을 위하여 설계기준에서 규정하고 있는 연단거리를 측정하고 검토하였다.

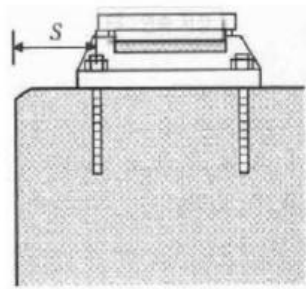
<최소연단거리>

* 도로교 설계기준(국토해양부, 2010)

- 경간거리 100m이하 : $S=200+5L$

- 경간거리 100m이상 : $S=300+4L$

여기서 S : 받침연단거리(mm), L : 거더의 경간거리(m)



<강제받침>



<표 3.2.1> 연단거리 측정결과

구분	경간장 (m)	설계기준 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)						검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1	30	350	490	480	470	470	510	510	O.K
P1	A1	40	1290	1280	1260	1260	1260	1270	O.K
	A2	40	1310	1310	1330	1330	1330	1320	O.K
P2	A1	40	1380	1380	1350	1300	1290	1290	O.K
	A2	40	1260	1260	1330	1330	1430	1430	O.K
A2	30	350	410	410	400	410	390	390	O.K

평가	- 전구간 받침 연단거리를 확보함.								
	경간장 30.0M, 연단거리 $S = 200 + 5 L = 200 + 5 \times 30.0 = 350\text{mm}$								
	경간장 40.0M, 연단거리 $S = 200 + 5 L = 200 + 5 \times 40.0 = 400\text{mm}$								

(6) 받침이동량 측정

받침장치에 대한 온도변화에 의한 거동상태 확인을 위해 측정된 가동량과 온도변화에 의한 이동량을 검토한다.

① 측정 개요

a. 측정 일자 및 기온

· 1차 측정 : 2017년 7월 29일(20.1℃), 2차 : 2017년 9월 15일(14.2℃)

b. 온도에 의한 가동량

· 온도변화 : -20℃ ~ +40℃(강교-상로교, 한랭지방)

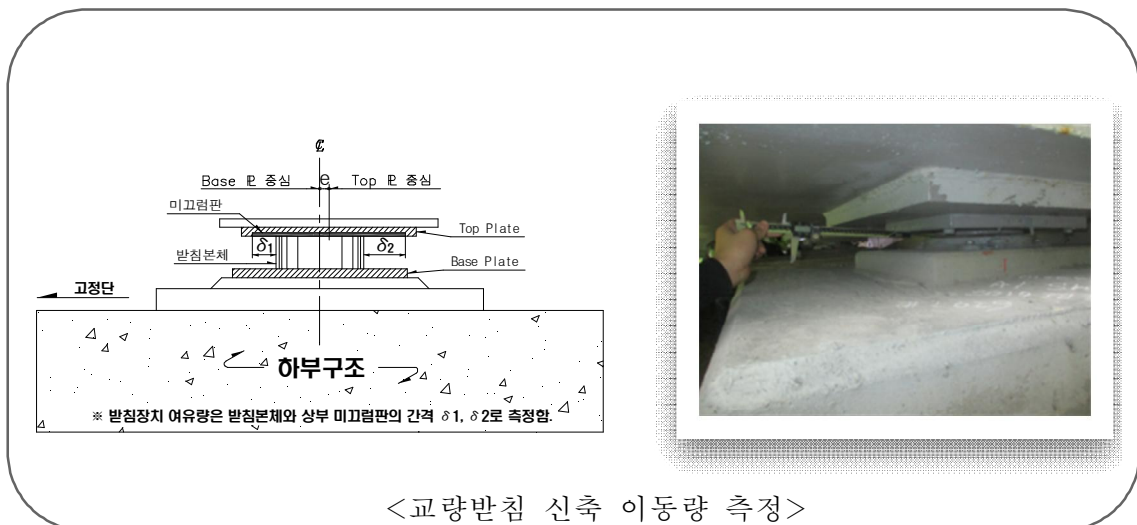
· 이동량 산정 : $\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_r + \Delta l_s + \Delta l_c$

· Δl_t : 온도변화에 의한 이동량($\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot l$)

-. 늘음 방향(신장량) : 여름 40℃ → $\Delta l_t = (40 - \text{기온}) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$

-. 줄음 방향(수축량) : 겨울 -20℃ → $\Delta l_t = (\text{기온} - (-20)) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$

c. 받침 이동량 측정



② 받침(포트 받침) 거동 평가

받침의 거동 상태를 평가하기 위해 2차에 걸쳐 받침의 이동량을 실측하고 검토하였으며, 그 결과 실측 변동량은 이론치와 미세한 차이를 보이나 온도에 따른 교량의 신축 거동은 양호한 것으로 판단됨.

<표 3.2.2> 받침 이동여유량 측정 결과

구분		현장 실측 이동량(mm)		변동량(mm)	
		1차	2차	현장 측정치 (1차 - 2차)	이론치
A1	Sh1	+5	+3	2	2.1
	Sh2	-8	-10	2	
	Sh3	0	-2	2	
	Sh4	+1	-1	2	
	Sh5	+3	+1	2	
	Sh6	+8	+6	2	
P1	고정단				
P2	Sh1	+15	+13	2	2.8
	Sh2	+10	+8	2	
	Sh3	+5	+3	2	
	Sh4	+5	+3	2	
	Sh5	+15	+13	2	
	Sh6	+15	+13	2	
A2	Sh1	+10	+7	3	4.9
	Sh2	+15	+11	4	
	Sh3	+15	+12	3	
	Sh4	+15	+12	3	
	Sh5	+12	+8	4	
	Sh6	+20	+16	4	

1) 실측 이동량은 미끄럼판 중심에서 신축 또는 수축 방향으로 이동한 거리를 나타냄.

2) 조사시 온도 : 1차(7월29일, 20.1℃), 2차(9월 15일, 14.2℃), 1,2차 조사시 온도차 5.9℃

3) 이론 변동량 = ΔT × α × L(신축 거더 길이)

* 고정단 기준 신장(+), 수축(-), P1 고정단의 중심점을 기준으로 신축거동 검토

④ 받침(포트 받침) 이동여유량 평가

금회 검토에서는 온도변화에 의한 처짐만을 고려하여 평가하였다.

a. 계산 가동량 산정

<표 3.2.3> 받침 계산 가동량 산정

구분	온도변화량 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축 거더 길이 (L, m)	온도변화에 따른 이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기 ①	하절기 ②
A1	40.1	19.9	0.000012	29.5	14.2	7.0
P1	고정단					
P2	40.1	19.9	0.000012	40.0	19.2	9.6
A2	40.1	19.9	0.000012	69.5	33.4	16.6
1) 조사당시 온도 : 1차(20.1 $^{\circ}\text{C}$, 7월29일), 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)						
2) 이론 변동량 = $\Delta T \times \alpha \times L$ (신축 거더 길이)						

b. 받침 이동여유량 검토 결과

검토 결과, 전개소에서 충분한 여유량을 확보하고 있음.

<표 3.2.4> 받침 계산 가동량 산정

구분		미끄럼판 이동 가능 여유량 현장 측정치(mm) ①		받침 계산 최대 이동량(mm) ②		미끄럼판 최종 받침 여유량(mm) (① - ②)		검토 결과	[참고사항] 이동 허용량 (눈금자 기준) (mm)	
		동절기	하절기	동절기 (수축)	하절기 (신장)	동절기 (수축)	하절기 (신장)			
A1	Sh1	80.0	70.0	14.2	7.0	65.8	63.0	O.K	±	-
	Sh2	67.0	83.0			52.8	76.0	O.K	±	-
	Sh3	75.0	75.0			60.8	68.0	O.K	±	-
	Sh4	76.0	74.0			61.8	67.0	O.K	±	-
	Sh5	78.0	72.0			63.8	65.0	O.K	±	-
	Sh6	83.0	67.0			68.8	60.0	O.K	±	-
P1	고정단									

(계속)

<표 3.2.4> 받침 계산 가동량 산정(계속)

구분		미끄럼판 이동 가능 여유량 현장 측정치(㎜) ①		받침 계산 최대 이동량(㎜) ②		미끄럼판 최종 받침 여유량(㎜) (① - ②)		검토 결과	[참고사항] 이동 허용량 (눈금자 기준) (㎜)	
		동절기	하절기	동절기 (수축)	하절기 (신장)	동절기 (수축)	하절기 (신장)			
P2	Sh1	90.0	60.0	19.2	9.6	70.8	50.4	O.K	±	50
	Sh2	85.0	65.0			65.8	55.4	O.K	±	50
	Sh3	80.0	70.0			60.8	60.4	O.K	±	50
	Sh4	80.0	70.0			60.8	60.4	O.K	±	50
	Sh5	90.0	60.0			70.8	50.4	O.K	±	50
	Sh6	90.0	60.0			70.8	50.4	O.K	±	50
A2	Sh1	110.0	90.0	33.4	16.6	76.6	73.7	O.K	±	-
	Sh2	115.0	85.0			81.6	68.4	O.K	±	-
	Sh3	120.0	90.0			86.6	73.4	O.K	±	-
	Sh4	115.0	85.0			81.6	68.4	O.K	±	-
	Sh5	112.0	88.0			78.6	71.4	O.K	±	-
	Sh6	120.0	80.0			86.6	63.4	O.K	±	-

3.2.4 기타부재

가. 교면포장

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

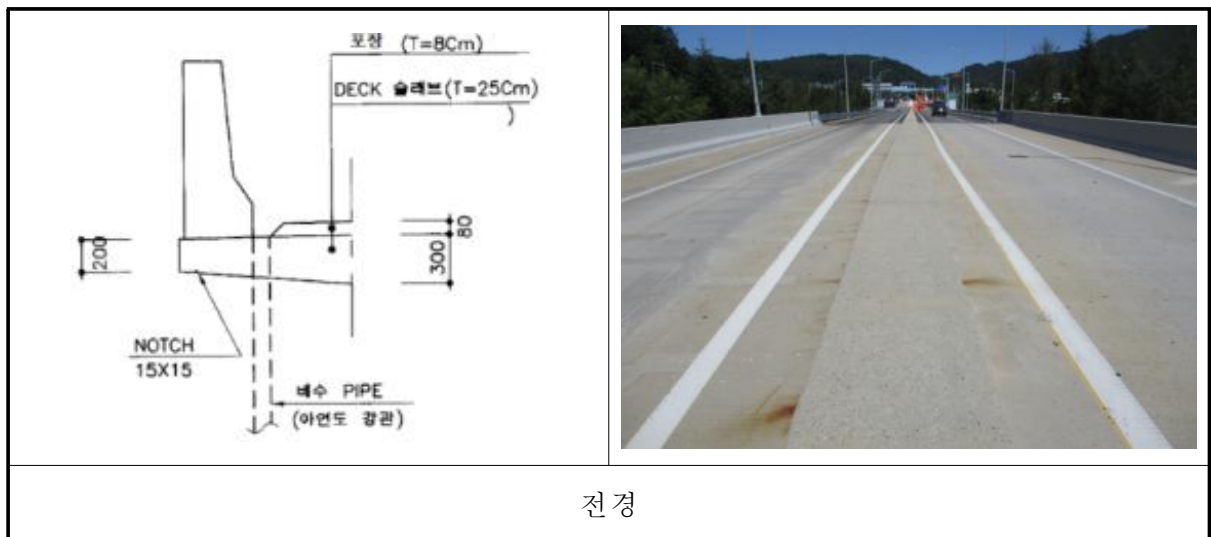
<교면포장 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
LMC 포장	• 균열 • 콘크리트 파손, 마모
신축이음 전후, 구조물 경계부	• 단차, 파손
곡선부, 중차량 통행차로	• 마모, 바퀴자국
배수구 주변	• 물고임

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- LMC 포장
- 2008년 교면개량 공사(초속경) 실시, 2016년 포장 콘크리트 균열 보수



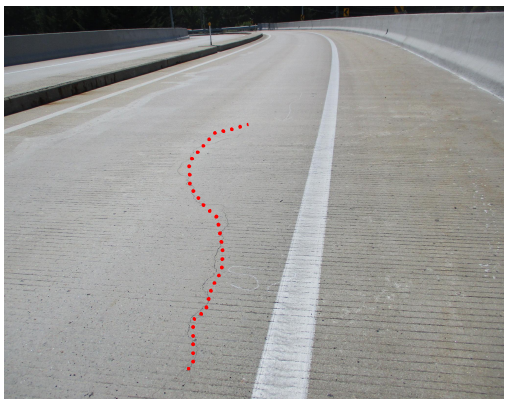
전경

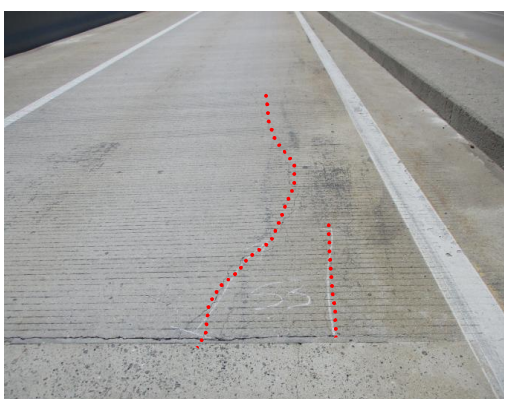
b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 포장 콘크리트 균열(S1, S2, S3) → 건조수축균열 추정

(2) 외관조사

LMC포장(S1, S2, S3)에서 균열이 다수 확인됨.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 교면포장 균열
	② 위치: S2
	③ 원인: 차량충격, 표면마모 및 열화
	④ 대책: 콘크리트 주입보수

	• 외관조사 내용
	① 현황: 교면포장 균열
	② 위치: S3
	③ 원인: 차량충격, 표면마모 및 열화
	④ 대책: 콘크리트 주입보수

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
LMC 포장균열	m	13.00	-	▼ 13.00	보수

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교면포장은 건조수축, 차량 반복 하중 및 충격, 공용기간 경과, 주변 기온 및 사용환경으로 인한 포장균열이 다수 확인되며, 이러한 균열부에 침투한 빗물로 인해 포장 균열의 확대와 더불어 바닥판의 백태 현상이 2차적인 원인을 제공하고 있으므로 보수를 실시하여 관리해야 함. 2008년 교면개량 공사(초속경) 실시 후 2016년 최근 포장 콘크리트 균열 보수를 적용하였음에도 불구하고 보수적용 부위를 비롯하여 신규로 손상이 확인되고 있음. 강우량이 많고 용빙제의 사용, 동결융해의 반복 작용이 극대화 될 수 있는 등의 취약한 지역적 요소와 중차량의 통행이 빈번한 고속도로 환경에 놓여진 포장면을 관리함에 있어 단순 균열 보수를 통해 내구성을 유지하기는 현실적으로 어려움이 있으나 균열부에 대한 보수를 한시적으로 적용하고 향후 문제점 확대나 예산 확보시 포장을 제시공하여 해당 부재를 유지관리 함이 타당할 것으로 사료됨.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

나. 배수시설

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

<배수시설 외관조사시 주요 점검항목>

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

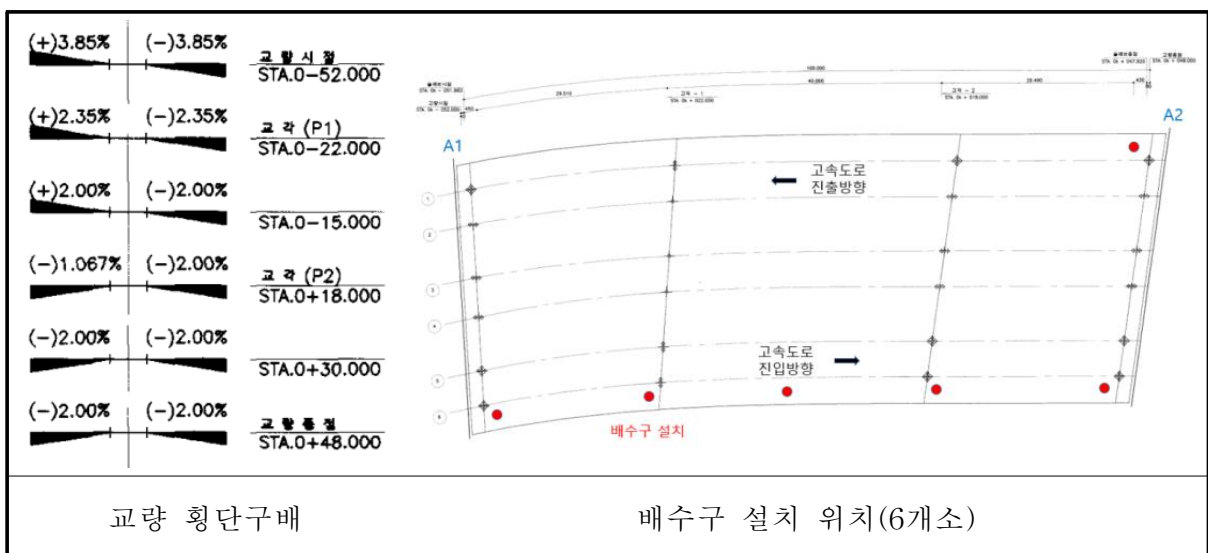
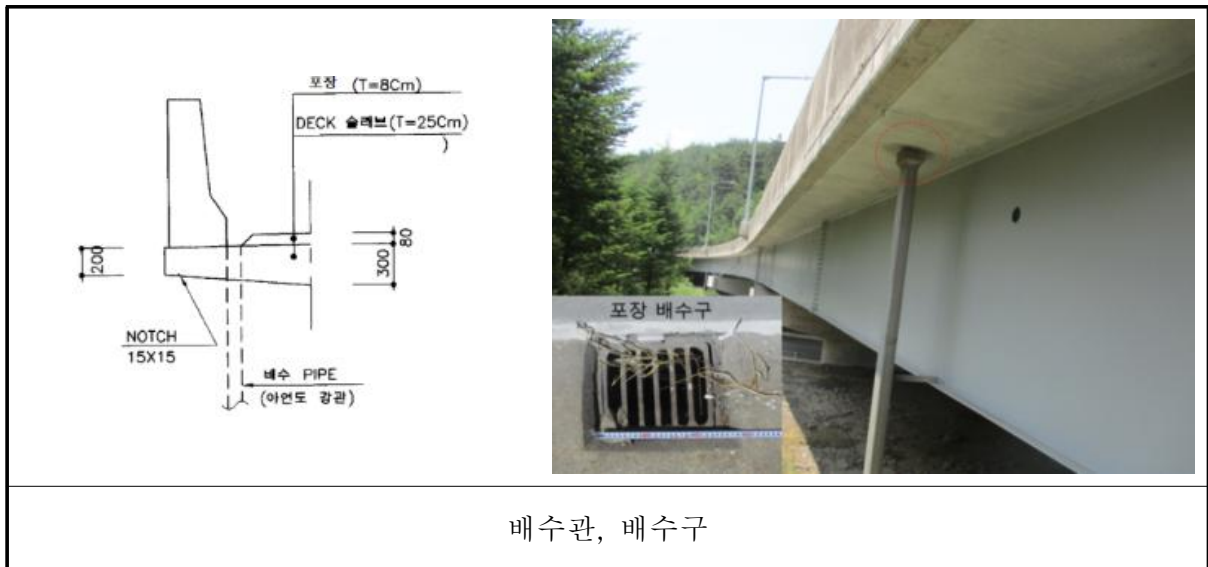
(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 교면 포장 경사면에 따른 횡단 구배는 1.067~3.85%
- 배수관의 재질은 아연도 강관으로 차량진행방향의 우측에 6개소 설치된 상태로 공용중임.

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 배수구 막힘 → 청소관리 미흡



(2) 외관조사

강우 시 교면배수에 문제점이 없고 대체로 배수기능은 원활함.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 배수구 상태양호
	② 위치: 교면포장
	③ 대책: 지속적 유지관리

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
배수구 막힘	EA	1	-	▼ 1	공용기간 경과, 이물질 유입
배수관 부식	m ²	-	0.27	▲ 0.27	습기흡착, 열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교면포장에 위치한 배수구는 차량진행방향 우측에 설치되어 공용중에 있으며 우기 시 상부 교면수(빗물)가 배수관을 통해 하부로 유출되는 형태로 교면포장 체수 현상은 확인되지 않았고 기능상 문제점이 없는 양호한 상태를 유지하고 있음.

다. 난간, 연석, 중앙분리대

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

<외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
강재, 알루미늄	• 강재의 경우 도장 손상 및 부식 • 난간과 상판연결부의 결함, 파손 • 전체적인 처짐 및 선형불량 • 파손 및 변형(낙하방지판)
철근 콘크리트	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

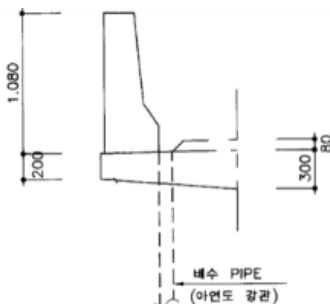
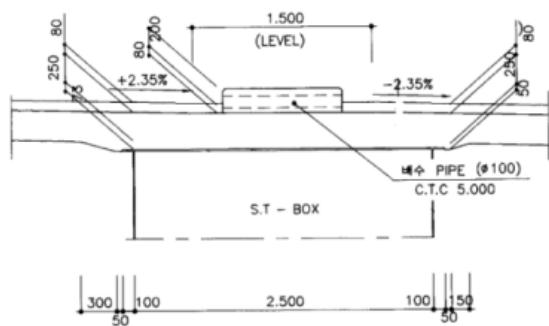
(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

· 최근 난간 표면처리 공사를 실시함.

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

· 갓길측 난간 종방향 균열, 백태 → 구조물 노후화, 건조수축 균열 및 외기 오염

	
	
난간 (교면포장 외측)	중앙분리대 (교면포장 중앙)

(2) 외관조사

a. 도로안전시설 설치 및 관리 지침, 차량방호 안전시설편(2014. 02)에 따른 방호벽 1.0m 이상의 기준을 만족하는 것으로 확인됨.

b. 외측 난간 표면처리 공사가 완료되어 양호한 상태를 유지하며, 고속도로 진출입 분리구간인 중앙 연석부에서 박리가 일부 확인됨.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 중앙분리대 박리
	② 위치: S2
	③ 원인: 표면열화, 피복부족 철근 부식
	④ 대책: 단면복구

		
난간 균열 S2 (2015년)	→ 보수 →	외측난간 상태양호 (2017년)

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교		분석
		전차('15)	금차('17)	(증:▲, 감:▼)		
난간 균열(cw=0.2mm)	m	2.00	-	▼	2.00	건조수축, 온도균열
난간 백태	m²	0.60	-	▼	0.60	습기흡착, 열화
콘크리트 박리	m²	-	4.20	▲	4.20	재료열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

외측 난간 표면처리 공사가 최근 완료된 상태로 외측난간은 양호하나 지속적으로 유지관리가 필요하고 중앙측 연석부에는 전반적인 표면 마모가 확인되고 부분박리 현상이 확인되므로 현재 확인된 박리부분에 대해 내구성 유지를 위한 보수를 적용하여 관리해야겠음.

라. 신축이음

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

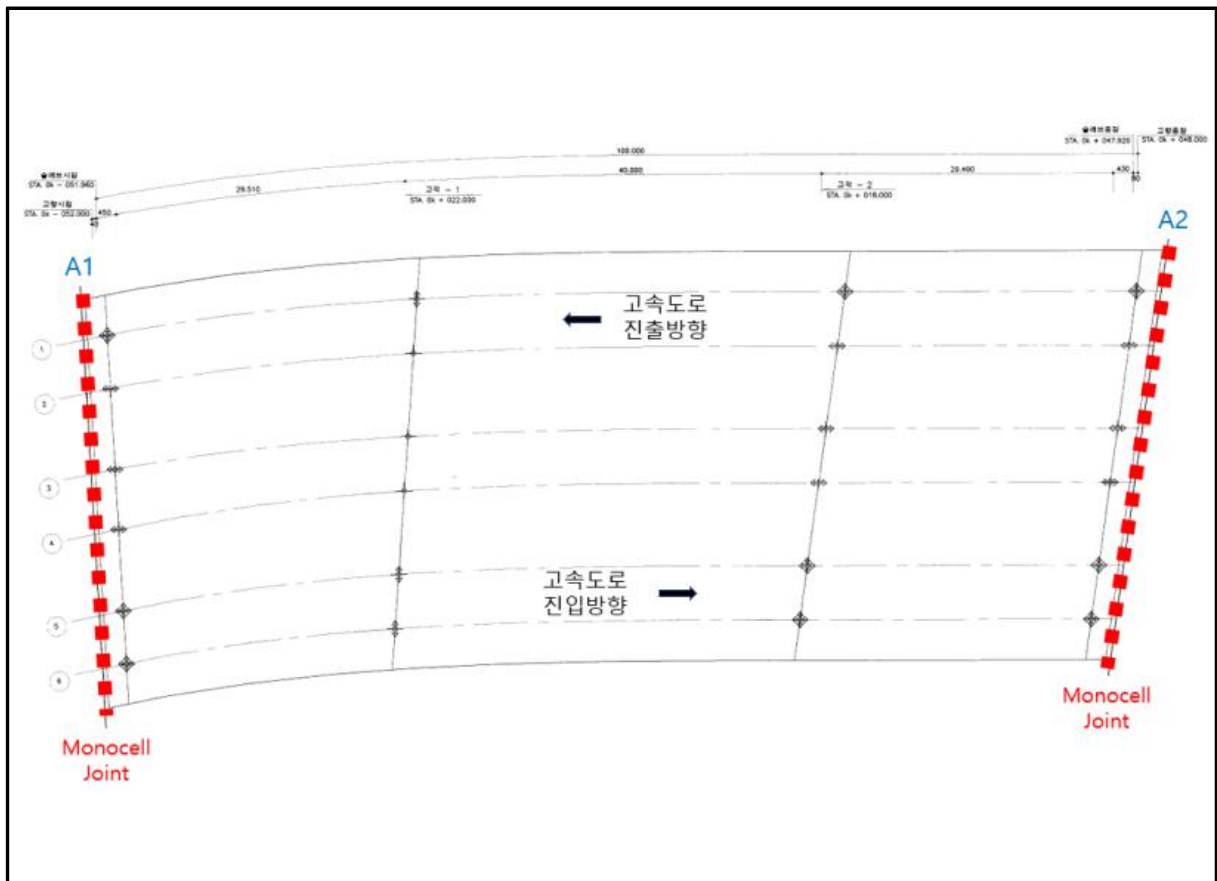
<신축이음 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
본 체	• 충격음, 본체유동 및 파손 • 누수 • 유간부족 및 유간과다 • 유간 오물퇴적 • 강재 연결부 이완 및 파손
후타재	• 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) • 균열 및 파손

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 신축이음장치는 Monocell Joint (A1, A2)



구분	A1 (Monocell Joint)	A2 (Monocell Joint)
상부		
하부		

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 후타콘크리트 균열 → 건조수축 및 후타재 노후로 발생 추정
- 갓길 신축이음부 토사퇴적 → 갓길부 청소 누락
- 신축이음장치 녹발생 → 외기노출에 의한 부식

(2) 외관조사

	· 외관조사 내용
	① 현황: 후타재 균열
	② 위치: A1
	③ 원인: 차량통행 충격, 후타재 열화
	④ 대책: 유지관찰, 장치 교체

	• 외관조사 내용 ① 현황: 본체 부식, 유간부 이물질 퇴적 ② 위치: A1 ③ 원인: 공용기간 경과, 토사 유입 ④ 대책: 청소, 장치 교체
	• 외관조사 내용 ① 현황: 후타재 마모, 본체부식 ② 위치: A1 ③ 원인: 표면열화, 차량 진동, 동결융해 반복 빗물유입, 제설제 흡착 ④ 대책: 유지관찰, 장치교체
	• 외관조사 내용 ① 현황: 후타재 마모, 후타재 균열 ② 위치: A2 ③ 원인: 표면열화, 차량 진동 ④ 대책: 지속관찰, 교체
	• 외관조사 내용 ① 현황: 차수판 고정볼트 탈락 ② 위치: A1 ③ 원인: 볼트 시공불량, 신축에 따른 충격 ④ 대책: 볼트 재설치



(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
후타재 균열(cw=0.2mm)	m	1.80	-	▼ 1.80	보수
신축이음장치 본체부식	m ²	0.60	-	▼ 0.60	보수
유간부 이물질퇴적	m ²	0.20	-	▼ 0.20	보수

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

후타재 균열, 후타재 마모 현상은 차량 통행하중 충격, 동결융해의 반복에 따른 열화, 장치 신설초기 건조수축, 공용기간 경과에 따른 재료열화, 강재 본체 금속면과 콘크리트 양면의 온도차로 인한 응력 등에 의해 발생한 손상으로 이에 대해 부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생시 긴급 보수 필요) 후 신축이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타당함.

신축이음 열화 및 유간부 손상(찢어짐) 부분을 통해 유입되는 교면수(빗물)로 인해 신축이음장치 하면 및 하부에 위치한 부재(거더, 강재받침)의 부식 및 교대의 열화가 진행됨에 따라 보수 또는 교체를 통한 유지관리가 필요함.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

(5) 신축이음장치 신축거동상태 측정 및 평가

신축이음장치에 대한 온도변화에 의한 신축거동상태를 평가하기 위하여 유간과 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다.

① 측정 개요

a. 측정 일자 및 기온

· 1차 측정 : 2017년 7월 29일(20.1℃), 2차 : 2017년 8월 05일(23.1℃)

b. 온도에 의한 가동량

· 온도변화 : -20℃ ~ +40℃(강교-상로교, 한랭지방)

· 이동량 산정 : $\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_r + \Delta l_s + \Delta l_c$

· Δl_t : 온도변화에 의한 이동량($\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot l$)

- 늘음 방향(신장량) : 여름 40℃ → $\Delta l_t = (40 - \text{기온}) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$

- 줄음 방향(수축량) : 겨울 -20℃ → $\Delta l_t = (\text{기온} - (-20)) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$



② 위치별 유간 측정 결과

<표 3.2.5> 위치별 유간 측정 결과

구분	현장 유간 측정치(mm)						비고
	신축이음장치		바닥판		거더		
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
EXP.J1(A1)	25	27	70	72	163	165	모노 셀
EXP.J2(A2)	52	55	48	52	233	237	모노 셀
* 1차 측정 : '17년 7월 29일(20.1℃), 2차 : '17년 9월 15일(14.2℃)							

③ 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과

일정기간을 두고 2차례 측정 결과, 실제 가동 변동량은 이론치와 차이를 보여주고 있으나 교량의 거동에는 문제없는 양호한 상태를 유지하고 있음.

<표 3.2.6> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과

구분		측정유간(mm)		변동량(mm)	
		1차	2차	현장 측정치 (1차 - 2차)	이론치
EXP.J1 (A1)	신축이음장치	25	27	2	2.12
	바닥판	70	72	2	
	거더	163	165	2	
EXP.J2 (A2)	신축이음장치	52	55	3	4.96
	바닥판	48	52	4	
	거더	233	237	4	
1) 1,2차 조사시 온도차 : 5.9 ℃, 선팽창 계수(α) = 0.000012					
- 신축 거더 길이(mm) : A1 = 30,000 A2 = 70,000					
2) 변동량(ΔT×α×L)					
A1 = 5.9 × 0.000012 30,000 = 2.12 mm (1, 2차 측정시)					
A2 = 5.9 × 0.000012 × 70,000 = 4.96 mm (1, 2차 측정시)					

④ 신축이음 이동량 산정

<표 3.2.7> 신축이음 이동량 산정

구분	온도변화량 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축 거더 길이 (L, m)	온도변화에 따른 이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기 ①	하절기 ②
A1	40.1	19.9	0.000012	30.0	14.4	7.2
A2	40.1	19.9	0.000012	70.0	33.7	16.2

1) 조사당시 온도 : 1차(20.1 $^{\circ}\text{C}$, 7월29일), 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)
 2) 이론 변동량 = $\Delta T \times \alpha \times L$ (신축 거더 길이)

⑤ 신축이음장치, 상부구조 단부 가동여유량 검토결과

검토결과, 이음부에 위치하는 구조물 각 부재는 신축에 따른 여유량을 충분히 확보하며, 향후 측정 및 검토를 통한 유지관리는 지속적으로 필요함.

<표 3.2.8> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동여유량 검토결과

위치		실측 유간 ①	허용 신축량 ②	교량 수축시[동절기] (mm)			교량 신장시[하절기] (mm)		
				계산 이동량 ③	유간 여유량 ②-(①+③)	평가	계산 이동량 ④	유간 여유량 ②-(①-④)	평가
A1	신축이음 장치	20	45	14.4	10.6	양호	7.2	12.8	양호
	바닥판	70	-	-	-	-	7.2	62.8	양호
	거더	163	-	-	-	-	7.2	155.8	양호
A2	신축이음 장치	25	80	33.7	21.3	양호	16.7	8.3	양호
	바닥판	48	-	-	-	-	16.7	31.3	양호
	거더	233	-	-	-	-	16.7	216.3	양호

※ 교량 수축시(동절기) 유간 여유량(mm) = 허용 신축량 - (실측유간 + 수축시 계산이동량)

교량 신장시(하절기) 유간 여유량(mm) = 실측유간 - 신장시 계산이동량

3.3 외관조사 결과

가. 외관조사 요약 및 검토의견

<표 3.3.1> 외관조사 요약 및 검토

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
바닥판	· 바닥판 단부 철근노출 · 콘크리트 박리 · 균열, 백태 · 망상균열 다수 확인	재료의 열화, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행 등에 따른 현상으로 판단됨. 포장부 균열 손상부로 빗물 유입.
거더	· 강재부식 · SPLCIE 누수 및 백태오염 (바닥판, 포장 균열 누수) · SPLICE 실링재 미처리	거더 단부의 부식이 넓게 나타나고 있으며, 바닥판 및 포장 손상에 따른 빗물 유입현상이 나타남에 따라 거더 이음부(SPLICE)를 통해 누수 흔적 및 백태오염이 조사됨. 근본적으로는 신축이음을 통한 빗물 유입을 차단하고 관리해야할 것으로 사료됨.
가로보	· 강재부식	손상부분에 대한 재도장이 필요하고, 특히 신축이음장치 하부에 위치한 가로보는 빗물 유입 및 흡착에 따른 열화로 인해 부재의 부식이 나타남에 따라 도장보수 후 사용해야 함.
교대	· 균열, 재료분리 · 백태, 콘크리트 박리 및 박락	빗물 유입으로 인한 부재의 열화 진행이 용이하고 그로 인해 손상 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단됨.
교각	· 균열 · 콘크리트 박리	교각에서 발생한 손상은 초기 건조수축 균열의 유지관리, 상부하중, 차량하중 및 충격의 반복작용, 공용기간 경과에 따른 균열이 대부분이며 일부 백태, 박리, 박락 등 손상이 확인됨에 따라 각 손상부에 보수가 요망됨.
받침	· 받침 콘크리트 균열 · 받침장치 부식	받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온 반응으로 인한 부식 발생이 촉진됨에 따라 재도장을 통한 보수가 필요하며, 내구성을 유지할 수 있도록 조치 필요함.
난간	· 중앙분리대 연석 박리	외측난간(표면처리 보수공사 적용)은 양호하나 중앙분리대 연석부에 나타난 박리에 대해 내구성 유지를 위한 보수 필요함.

(계속)

<표 3.3.1> 외관조사 요약 및 검토(계속)

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
신축이음	· 장치 본체 부식 · 유간부 퇴적 · 신축이음 누수 · 후타재 마모, 균열	부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생 시 긴급 보수 필요) 후 중대한 문제점 발생 시 신축이음 교체를 통해 유지관리함이 타당함.
교면포장	· 포장균열	포장층의 열화, 중차량의 통행으로 인한 진동 및 충격, 침투수의 체류와 공용기간 중 피로거동, 동결융해의 반복, 제설제 사용에 따른 열화 등에 의해 손상이 진행된 것으로 판단됨. 현장여건 및 환경(고속도로, 한랭지역)상 부분적인 포장보수는 효율적이지 못하지만 단기적인 내구성유지를 위해 포장균열 및 포장 단면 박리 부분에 대해서는 보수를 적용 후 공용함이 타당하고 향후 유지관리시 문제점이 추가로 확인되거나, 예산 확보시 전반적인 재포장(교면방수 포함) 후 유지관리함이 바람직함.
배수시설	· 상태양호	양호한 상태로 지속 유지관찰 요함.
평가	■ 주요손상 ① 바닥판 균열(cw=0.2mm), 망상균열 및 백태 다수 발생 ② 교대에 백태 및 박리, 박락 넓게 확인되며, 교각 균열 다수 발생 ③ 빗물과 습기의 접촉이 용이한 거더 및 가로보에 부식 발생 ④ 교면포장 균열이 다수 확인됨. ■ 대부분의 부재에서 기존, 신규 손상확인.	

나. 외관조사 총괄 수량

(1) 바닥판

<표 3.3.2> 바닥판 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
균열(cw=0.2mm)	m	물량	8.00	13.20	-	21.20
	EA	개소	6.00	11.00	-	17.00
균열(cw=0.3mm)	m	물량	-	1.50	-	1.50
	EA	개소	-	1.00	-	1.00
녹오염	m	물량	-	-	0.81	0.81
	EA	개소	-	-	1.00	1.00
망상균열(cw=0.2mm)	m ²	물량	18.75	88.33	63.95	171.03
	EA	개소	2.00	8.00	9.00	19.00
백태	m ²	물량	23.50	15.48	-	38.98
	EA	개소	35.00	11.00	-	46.00
재료분리	m ²	물량	-	8.00	-	8.00
	EA	개소	-	1.00	-	1.00
철근노출	m ²	물량	4.25	0.22	0.24	4.71
	EA	개소	1.00	2.00	1.00	4.00
콘크리트 박락	m ²	물량	-	-	0.30	0.30
	EA	개소	-	-	1.00	1.00
콘크리트 박리	m ²	물량	0.28	1.56	7.90	9.74
	EA	개소	2.00	4.00	6.00	12.00

(2)거더

<표 3.3.3> 거더 외관조사 수량 집계

손상내용	위 치	단 위	구 분	S1	S2	S3	총 합 계
SPLICE부 실링재 미처리	G1	EA	물 량	4.00	6.00	4.00	14.00
		EA	개 소	4.00	6.00	4.00	14.00
	G2	EA	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	EA	물 량	4.00	6.00	4.00	14.00
		EA	개 소	4.00	6.00	4.00	14.00
강재부식	G1	m ²	물 량	6.69	0.15	7.20	14.04
		EA	개 소	7.00	3.00	6.00	16.00
	G2	m ²	물 량	11.29	3.03	5.76	20.08
		EA	개 소	17.00	3.00	1.00	21.00
	G3	m ²	물 량	7.11	0.24	7.20	14.55
		EA	개 소	9.00	1.00	1.00	11.00
강재표면 오염	G1	m ²	물 량	0.02	-	0.18	0.20
		EA	개 소	1.00	-	2.00	3.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
용접불량	G1	m ²	물 량	3.00	-	-	3.00
		EA	개 소	3.00	-	-	3.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
우수유입	G1	m ²	물 량	1.00	-	-	1.00
		EA	개 소	1.00	-	-	1.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
점부식	G1	m ²	물 량	0.30	-	-	0.30
		EA	개 소	4.00	-	-	4.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	11.52	11.52
		EA	개 소	-	-	1.00	1.00
환기구 볼트체결 불량	G1	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	1.00	1.00
		EA	개 소	-	-	1.00	1.00
환기구 부식잘못	G1	m ²	물 량	-	-	0.18	0.18
		EA	개 소	-	-	2.00	2.00
	G2	m ²	물 량	-	-	0.09	0.09
		EA	개 소	-	-	1.00	1.00
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-

(3) 교대 및 교각

<표 3.3.4> 교대 및 교각 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
균열(cw=0.1mm)	m	물량	-	2.00	7.40	1.40	10.80
	EA	개소	-	5.00	8.00	2.00	15.00
균열(cw=0.2mm)	m	물량	0.50	3.70	13.40	8.20	25.80
	EA	개소	1.00	8.00	13.00	9.00	31.00
균열(cw=0.3mm)	m	물량	-	2.90	1.50	11.80	16.20
	EA	개소	-	2.00	1.00	9.00	12.00
균열(cw=0.4mm)	m	물량	-	-	2.00	-	2.00
	EA	개소	-	-	1.00	-	1.00
백태	m ²	물량	1.94	-	-	3.72	5.66
	EA	개소	7.00	-	-	8.00	15.00
재료분리	m ²	물량	0.64	-	-	0.45	1.09
	EA	개소	1.00	-	-	1.00	2.00
콘크리트 박락	m ²	물량	3.45	-	-	0.85	4.30
	EA	개소	5.00	-	-	4.00	9.00
콘크리트 박리	m ²	물량	0.48	0.12	0.20	5.27	6.07
	EA	개소	1.00	2.00	1.00	5.00	9.00
콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	물량	-	-	-	0.85	0.85
	EA	개소	-	-	-	2.00	2.00

(4) 교량받침

<표 3.3.5> 교량받침 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
받침모르타르 박리	m ²	물량	-	-	1.92	-	1.92
	EA	개소	-	-	3.00	-	3.00
받침장치 부식	m ²	물량	1.30	1.34	6.00	6.00	14.64
	EA	개소	6.00	3.00	6.00	6.00	21.00
받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	물량	1.00	0.40	-	-	1.40
	EA	개소	1.00	1.00	-	-	2.00
받침콘크리트 박락	m ²	물량	-	-	-	0.16	0.16
	EA	개소	-	-	-	2.00	2.00
슬플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	물량	-	0.04	-	-	0.04
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00

(5) 기타시설물

<표 3.3.6> 기타시설물 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
배수관 부식	m ²	물량	-	0.27	-	0.27
	EA	개소	-	1.00	-	1.00
강재부식	m ²	물량	0.44	-	-	0.44
	EA	개소	3.00	-	-	3.00

다. 기 용역결과 비교

<표 3.3.7> 기 용역결과 비교

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)
			전차('15)	금차('17)	
바닥판	백태	m ²	3.00	38.98	▲ 35.98
	콘크리트 박락	m ²	0.30	0.30	-
	녹오염	m ²	-	0.81	▲ 0.81
	균열(cw=0.2mm)	m	-	21.20	▲ 21.20
	균열(cw=0.3mm)	m	-	1.50	▲ 1.50
	철근노출	m ²	-	4.71	▲ 4.71
	콘크리트 박리	m ²	-	9.74	▲ 9.74
	재료분리	m ²	-	8.00	▲ 8.00
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	-	171.03	▲ 171.03
거더	점부식	m ²	0.30	11.82	▲ 11.52
	강재부식	m ²	-	48.67	▲ 48.67
	백태	m ²	-	0.14	▲ 0.14
	용접불량	EA	-	3.00	▲ 3.00
	강재표면 백태오염/누수	m ²	-	0.06	▲ 0.06
	환기구 부식	m ²	-	0.27	▲ 0.27
	환기구 볼트체결 불량	EA	-	1.00	▲ 1.00
	SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	28.00	▲ 28.00
가로보	강재부식	m ²	-	0.44	▲ 0.44
교대	콘크리트 파손	m ²	2.00	-	▼ 2.00
	보수부 층분리	m ²	1.00	-	▼ 1.00
	균열(cw=0.2mm이하)	m	2.00	10.10	▲ 8.10
	백태	m ²	1.00	5.66	▲ 4.66

(계속)

<표 3.3.7> 기 용역결과 비교(계속)

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	
			전차('15)	금차('17)		
교대	균열(cw=0.3mm)	m	-	11.80	▲	11.80
	콘크리트 박락	m ²	-	4.30	▲	4.30
	콘크리트 박리	m ²	-	5.75	▲	5.75
	재료분리	m ²	-	1.09	▲	1.09
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	-	0.85	▲	0.85
교각	균열(cw=0.2mm이하)	m	-	26.50	▲	26.50
	균열(cw=0.3mm이상)	m	-	6.40	▲	6.40
	콘크리트 박리	m ²	-	0.32	▲	0.32
교량 받침	받침장치 부식	m ²	3.00	14.64	▲	11.64
	받침모르타르 박리	m ²	-	1.92	▲	1.92
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	-	1.40	▲	1.40
	솔플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	-	0.04	▲	0.04
	받침콘크리트 박락	m ²	-	0.16	▲	0.16
포장	LMC 포장균열	m	13.00	-	▼	13.00
배수 시설	배수구 막힘	EA	1.00	-	▼	1.00
	배수관 부식	m ²	-	0.27	▲	0.27
난간/ 중분대	난간 균열(cw=0.2mm)	m	2.00	-	▼	2.00
	난간 백태	m ²	0.60	-	▼	0.60
	콘크리트 박리	m ²	-	4.20	▲	4.20
신축 이음	후타재균열(cw=0.2mm)	m	1.80	-	▼	1.80
	신축이음 부식	m ²	0.60	-	▼	0.60
	유간부 이물질퇴적	m ²	0.20	-	▼	0.20

(계속)

<표 3.3.7> 기 용역결과 비교(계속)

검토 의견	■ 본 교량은 1999년 준공 이후 18여 년 간 공용 중에 있고 2015년 정밀점검 이후 교대 단면복구, 포장균열보수, 바닥판 단면보수, 난간 균열보수를 시행하였음. 현장 확인 결과 부재별로 보수를 통한 유지관리 흔적을 확인할 수 있었으며, 금회 조사에 따른 주요한 손상으로는 바닥판 망상균열 및 백태 다수 발생, 교대의 열화에 따른 백태, 박리 등으로 전차 점검에 비해 수량이 증가하였으며 이는 공용 연수 경과에 따른 재료의 노후화, 조사 장비(점검 사다리, 고소차)를 운용한 면밀한 근접조사, 누락된 손상 추가조사 등에 따른 것으로 판단됨. 부재에 나타난 전반적인 손상에 대해 내구성 유지를 위한 보수 공사가 필요함. ■ 대부분의 부재에서 기존손상(일부 보수), 신규 손상확인 → 면밀한 근접 조사, 전반적인 부재의 열화로 인한 손상 수량 증가
------------------	---

4.1 개요

4.2 재료시험 현황

4.3 시험결과 분석

제 4장 시험 및 측정

4.1 개요

대상 시설물에 대한 재료시험은 구조물 재료의 강도, 부재의 평가 및 육안검사 결과를 확인하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침의 규정에 의거하여 목적에 부합하는 현장재료시험 및 실내시험을 실시하며, 세부지침, 현장조사 및 도면에 근거하여 시험 항목 및 시험횟수를 결정하였다.

현장시험은 세부지침에서 규정한 재료시험 검사기준을 준용하여 현장 시험 절차에 따라 실시하고 분석하였다.

4.2 재료시험 현황

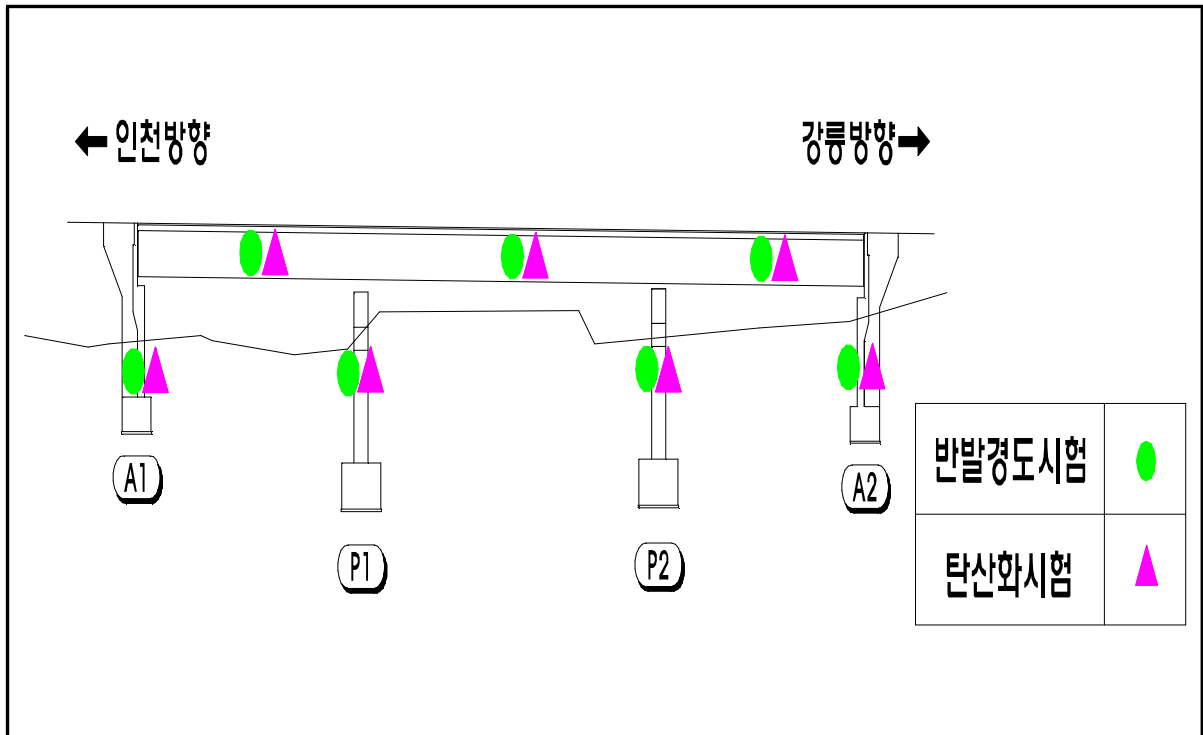
콘크리트 재료의 품질상태 및 시공오차 여부를 파악하고 분석 및 평가하기 위하여 필요한 현장시험을 수행하였으며, 금회 실시한 재료시험 수량 및 시험 위치는 다음과 같다.

가. 재료시험 수량 및 위치도

<표 4.2.1> 재료시험 수량

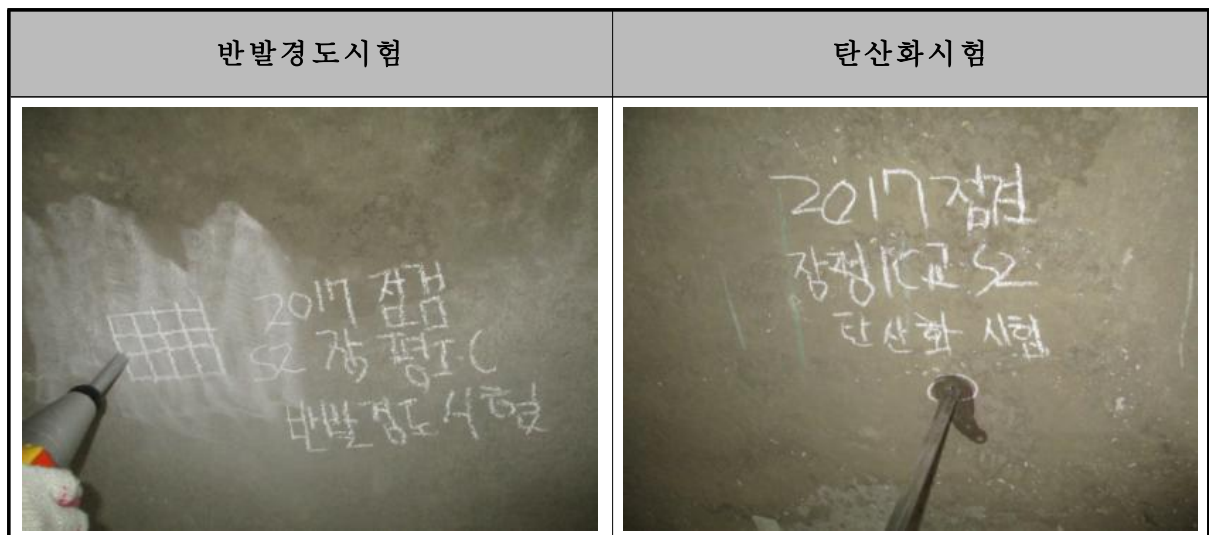
구 분		세부지침 기준	기준수량	금회수량
반발경도시험	상부	50m 마다	2	3
	하부	연장 50m마다	2	4
탄산화 깊이 측정		5경간 이내 : 2~3개소 5경간 이상 : 3~6개소	2~3	7

※ 상부·하부 반발경도시험 기준수량 산출근거 : $100\text{m}/50\text{m} = 2.0 \Rightarrow 2\text{개소}$



<그림 4.2.1> 재료시험 위치도

나. 재료시험 전경



4.2.1 반발경도 시험

시설물의 상태 평가 및 안전성 평가를 적절히 수행하기 위하여 안전점검 및 정밀 안전진단의 목적에 부합하는 현장 재료시험 및 실내시험을 실시하여야 하며 이를 위해 사전 현장조사, 도면 및 이전의 점검·진단보고서 검토 등을 통하여 필요한 시험항목 및 시험횟수를 산정하여야 한다. 대상 시설물에 대한 현장시험은 세부지침에서 규정한 비파괴 검사의 횟수, 현장 시험 절차 및 방법에 의하여 실시되었다.

콘크리트의 표면 경도를 측정하여 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 검사방법이다.

반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격하여 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_c')와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

본 과업에서는 보통콘크리트용 NR-type Schmidt Hammer를 이용하여 반발경도를 측정하였으며, 현장시험전 Test Anvil(Proceq, Swiss)로 초기값($R=80\pm(2)$)을 확인한 후 사용하였다.

- 시험장비 : NR-Type Schmidt Hammer(Proceq, Swiss)타격에너지 0.225kg·m
- 시험원리 : 수평방향(벽체) 또는 수직방향(슬래브)으로 평균 반발경도 측정

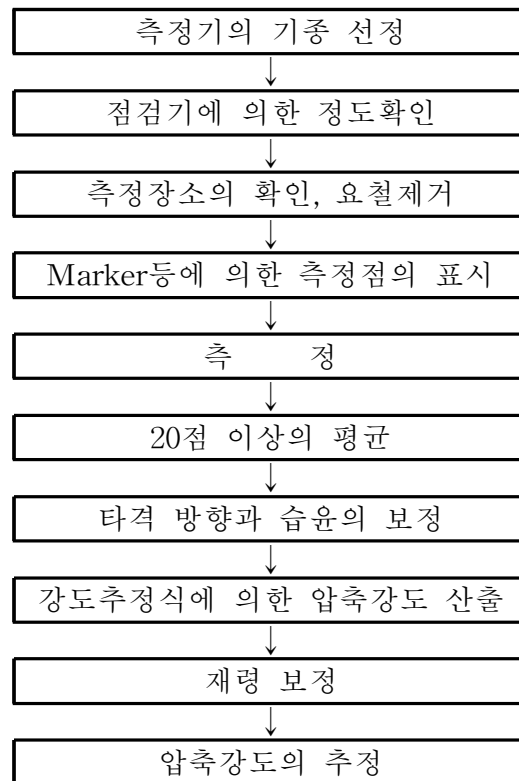
가. 반발경도(R)

슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면의 타격시 내부에 중추의 반동량을 반발도(R)로 표시하며, 이 반발도의 크기에 따라 콘크리트의 압축강도를 추정한다.

외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해서 표면 평활작업을 하여 타격점 상호간의 간격은 3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값(R_m)을 구한다.

산술평균값 R_m 에 대해 RILEM Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m\pm 20\%$ 의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다. 제외된 반발치가 4개 이상일 때는 측정지점의 반발경

도 값(R)은 버린다. 여기서 측정된 반발치의 값들이 많은 편차를 보이고 있으면 보편적으로 콘크리트의 품질이 불 균질하다고 평가될 수 있을 것이다.



<그림 4.2.2> 반발경도법에 의한 압축강도 추정도

나. 보정반발경도(Ro)의 산정

보정반발경도 R_0 은 다음 (식 4.1)과 같이 측정경도 R에 보정값 ΔR_1 , ΔR_2 , ΔR_3 를 더한 값으로 한다.

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3 \dots\dots\dots (4.1)$$

여기서, ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값
 ΔR_2 : 압축부재의 사하중 응력에 따른 보정값
 ΔR_3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

① 타격 방향에 따른 반발경도의 보정(ΔR_1)

수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다.

하향 타격(-90°)의 경우에는 Schmidt Hammer 내부의 해머중량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 +값으로 수정해 주고, 상향의 타격($+90^\circ$)의 경우에는 반

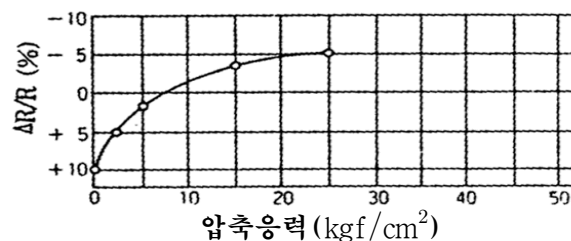
대현상에 의해서 - 값으로 수정해 주어야 한다.

<표 4.2.2> 반발경도 보정값

반발경도	보 정 값				비 고
	+90°	+45°	-45°	-90°	
10			+2.4	+4.2	상향수직타격 +90°
20	-5.4	-4.5	+2.5	+4.4	
30	-4.7	-4.1	+2.3	+4.1	
40	-4.9	-2.6	+2.0	+2.7	
50	-4.1	-2.1	+1.5	+2.2	하향수직타격 -90°
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	

② 압축응력에 따른 반발경도 보정(ΔR_2)

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 대략 압축응력이 10 kgf/cm² 인 경우 $\Delta R_2 = -0.015R$, 25 kgf/cm² 인 경우 $\Delta R_2 = -0.05R$ 이다.



<그림 4.2.3> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선

③ 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(ΔR_3)

콘크리트는 표면 합수비에 따라 강성과 강도가 영향을 받으므로 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발경도가 작게 나오게 된다. 따라서, 완전 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로 $\Delta R_3 = +5$ 로 보정한다.

다. 비파괴강도의 평가

보정반발경도 R_o 로부터 압축강도(F_c)의 상관관계를 도출한 제안식 들은 다음과 같다.

- 일본재료학회 (보통콘크리트)

$$F_C = -18.0 + 1.27 R_o \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (4.2)$$

- 일본건축학회

$$F_C = (7.3 R_o + 100) \times 0.098 \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (4.3)$$

- 과학기술부(고강도 콘크리트)

$$F_C = (15.2 R_o - 112.8) \times 0.098 \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (4.4)$$

라. 28일 강도의 추정

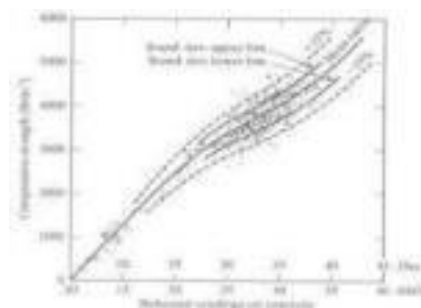
장기간 경과된 콘크리트의 표면에서 추정된 비파괴강도(F_c)를 최종 비파괴강도(F_{28})로 환산하기 위해서는 재령에 따른 표면경도의 증가영향을 고려할 수 있는 재령보정계수(α)를 이용해 비파괴강도의 추정값을 낮추어야 하며, 비파괴강도 평가결과에 대한 평균값과 표준편차의 통계처리를 통해 가장 분산정도가 적은 추정결과를 최종 비파괴강도로 평가한다. 일반적으로 반발경도를 이용한 비파괴강도의 평가 결과는 <그림 4.2.4>에서 보는 바와 같이 측정오차 $\pm 15\%$, 표준편차 $\pm 7.5\%$ 의 신뢰수준을 갖는 것으로 알려져 있다.

$$\text{비파괴강도} : F_{28} = \alpha \cdot F_c \dots\dots\dots (4.5)$$

<표 4.2.3> 재령보정계수($F_{28} = \alpha \cdot F_c$)

재령(일)	7	15	28	30	60	100	300	500	1,000	3,000
α	1.67	1.32	1.00	0.99	0.86	0.78	0.70	0.67	0.65	0.63

단, 과학기술부 $R_o = R \times a$ ($a=6.36/t+0.7$, t :28일보다 큰 재령일수)



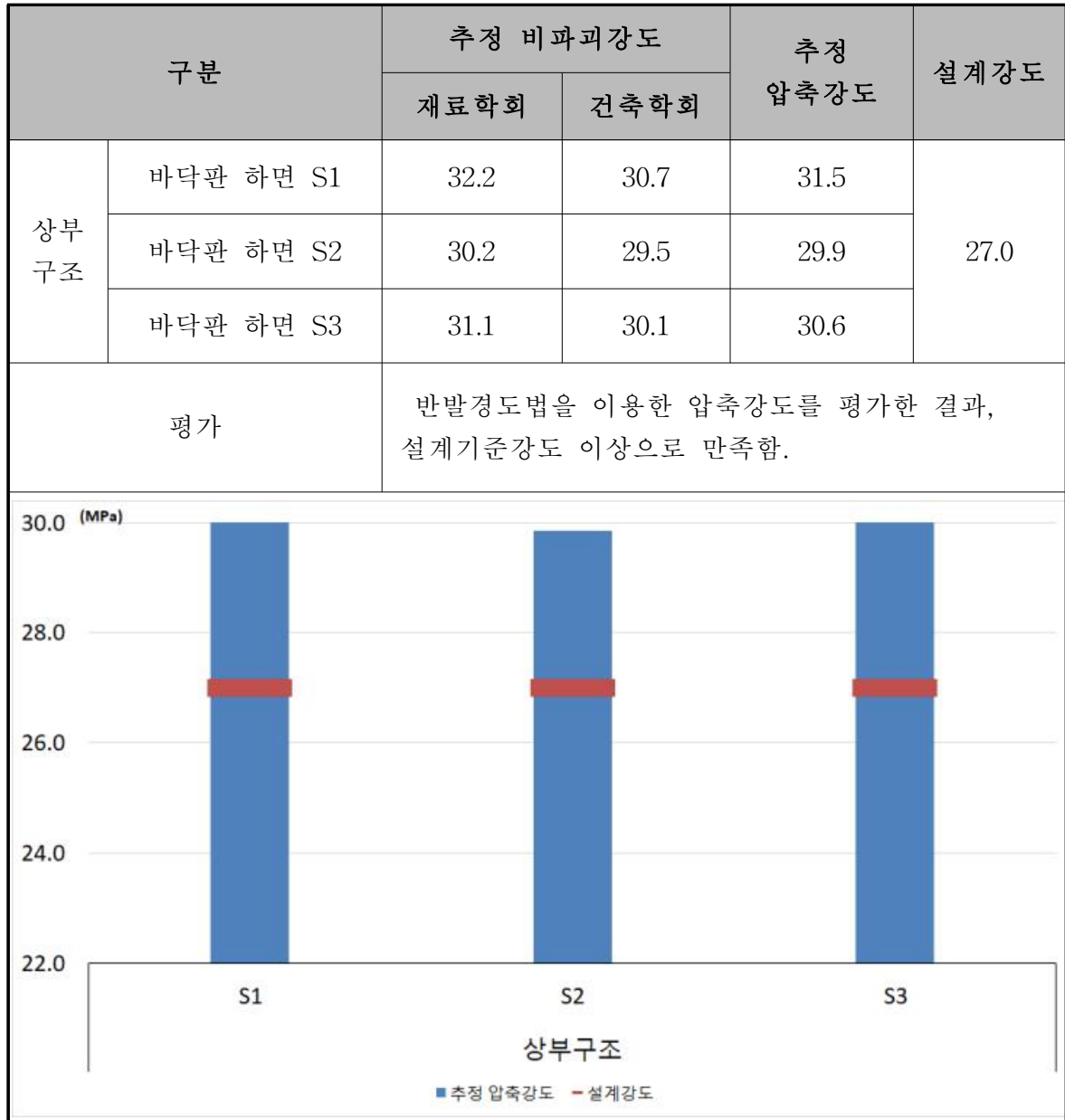
<그림 4.2.4> 반발경도와 비파괴강도의 상관관계(표준편차 $\pm 7.5\%$)

마. 콘크리트 반발경도 시험 결과

(1) 상부구조 시험결과 (S : 바닥판, G : 거더)

<표 4.2.4> 상부구조 콘크리트 반발경도 시험 결과

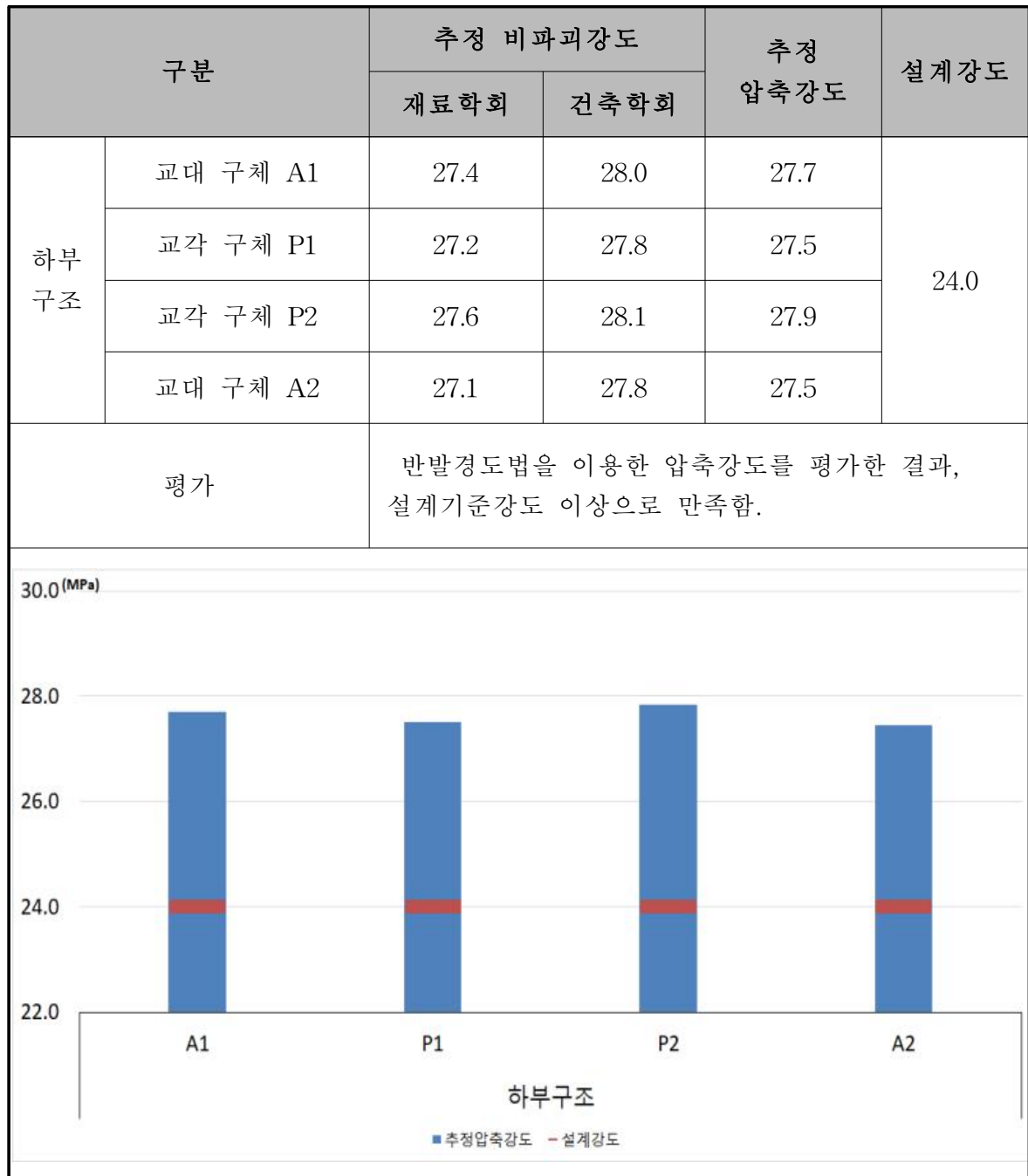
(단위 : MPa)



(2) 하부구조 시험결과 (A : 교대, P : 교각)

<표 4.2.5> 하부구조 콘크리트 반발경도 시험 결과

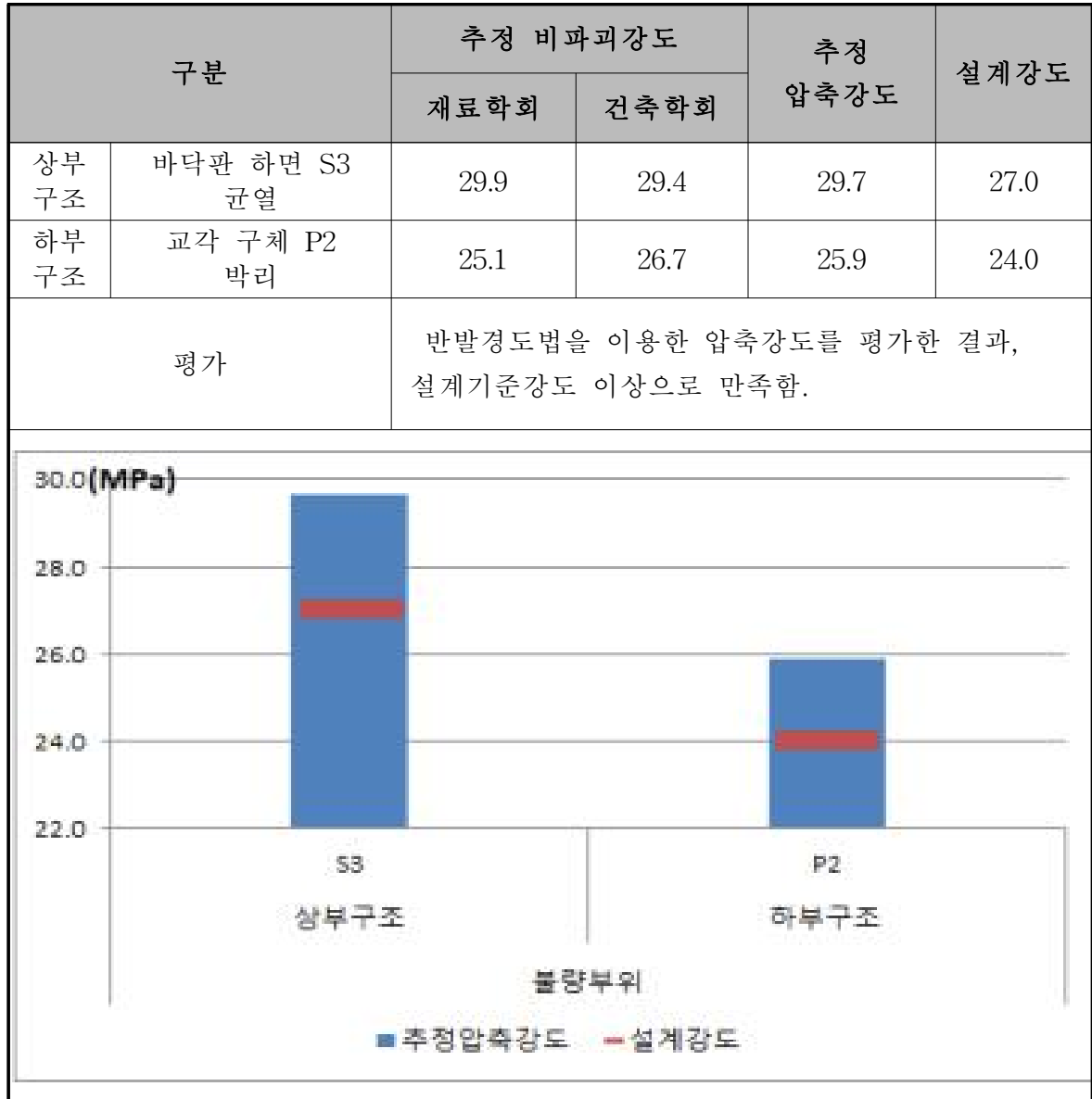
(단위 : MPa)



(3) 불량부위 시험결과

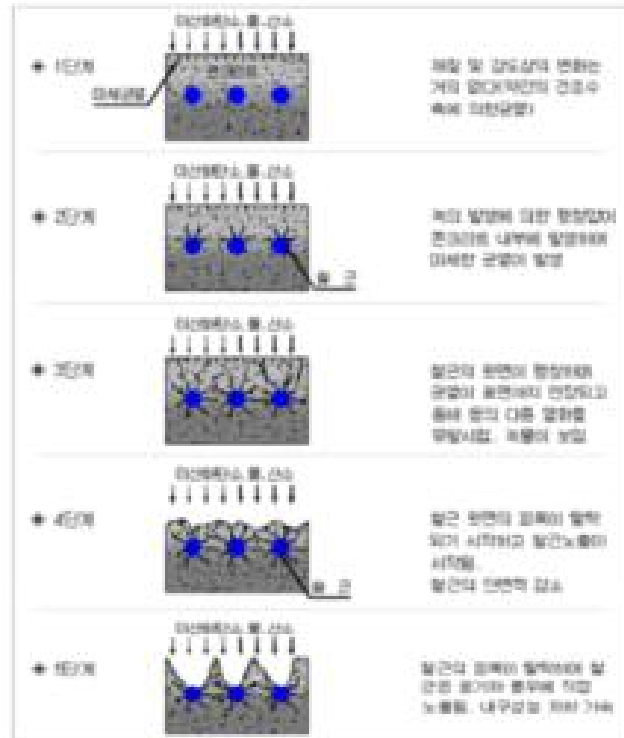
<표 4.2.6> 불량부위 콘크리트 반발경도 시험 결과

(단위 : MPa)



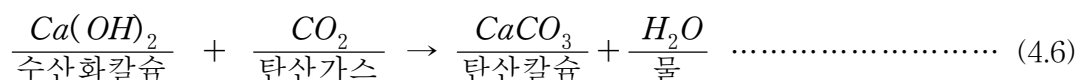
4.2.2 탄산화 잔여깊이 측정

가. 개요



<그림 4.2.5> 탄산화에 의한 콘크리트 열화 메카니즘

탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생하는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.



(pH 12~13) (대기 중에 존재) (pH 8.5~10)

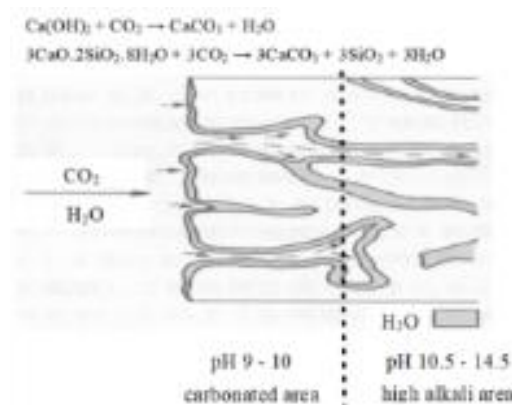
탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 (식 4.6) 에서 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘 $[Ca(OH)_2]$ 은 pH 12~13정도의 강 알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반 환경 하에서도 확실하게 진행되기 때문에 매입된 철근의 부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다.

콘크리트 내부의 pH가 11 이상에서 철근은 표면에 $1 \times 10^{-6} \text{ mm}$ 두께의 수산화물 ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 부동태막을 형성하므로 산소 침입을 막아 철근의 부식을 방지

하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 팽창하며 녹의 팽창압력에 의해 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소 등 구조물의 내구성 저하를 초래하게 된다.

나. 탄산화 깊이의 측정

본 과업에서는 일반적으로 현장에서 간편하게 이용되는 페놀프탈레인법(페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로 1% 알칼리용액)을 이용하여 콘크리트의 탄산화 진행 정도를 측정한다.



<그림 4.2.6> 탄산화시험(1% 페놀프탈레인용액 분무법)

다. 탄산화 판정

<표 4.2.7> 탄산화 손상도의 판정

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

◎ 판정근거 : 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010. 12, 국토해양부

라. 평가기준

① 실험식에 의한 탄산화 깊이 추정

<표 4.2.8> 탄산화 깊이 추정식

식 종류	탄산화 속도식	비 고
하마다식 (浜田式)	$t = \frac{0.3(1.15+3x)}{R} C^2$	x : 물-시멘트 비 R : 시멘트, 골재, 혼화제의 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 : 시멘트, 골재, 혼화제의 종류에 따른 계수
시로야마식 (白山式)	$t = \alpha\beta\gamma\delta\epsilon \frac{500C^2}{(x-38)^2}$	x : 물-시멘트 비 $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon$: 시멘트, 시공정도, 마감재, 실내외 등에 따른 계수
요다식 (依田式)	$t = \alpha\beta\gamma \frac{262}{(100x-18)^2} \times C^2 \quad (\text{실내})$ $t = \alpha\beta\gamma \frac{155}{(100x-36)^2} \times C^2 \quad (\text{실외})$	x : 물-시멘트 비 $\alpha\beta\gamma$: 마감재, 실내외 등에 따른 계수

주 : 여기서, t는 X까지 탄산화되는 기간(년), C는 탄산화 깊이(cm), x(W/C)는 콘크리트의 물/시멘트비, R은 시멘트와 골재종류 및 혼화제 특성에 관련되는 탄산화 비율 상수로 천연골재를 사용한 보통시멘트는 1이며, W/C비가 불확실한 경우 0.6을 적용한다. 물/시멘트비 60%, R=1 인 경우, 간편식을 사용할 수 있으며 이때 탄산화 속도계수는 $C=3.727$ 로 정의된다.

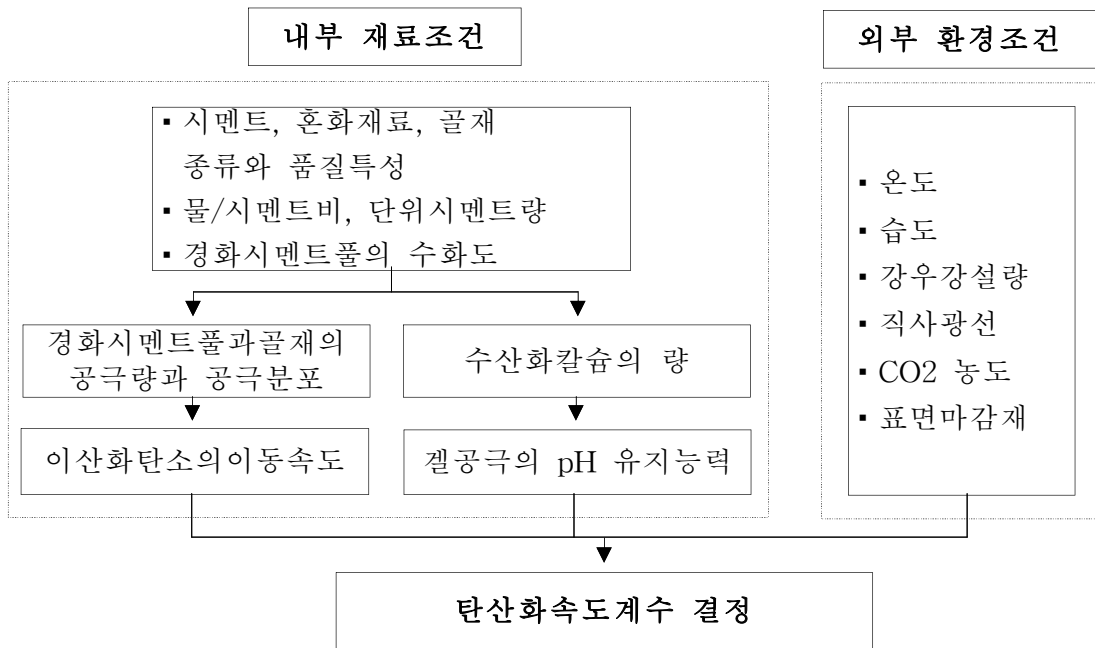
$$\bullet \text{ W/C}=60\% : D(\text{cm}) = \frac{1}{\sqrt{7.2}} \sqrt{t(\text{year})} = 0.3727 \sqrt{t(\text{year})}$$

$$D(\text{mm}) = 3.727 \sqrt{t(\text{year})} \dots\dots\dots(4.7)$$

② 탄산화 속도계수의 영향인자

탄산화의 진행속도는 콘크리트의 모세공극으로의 이산화탄소 이동속도와 겔공극의 pH 유지능력에 의해 결정된다. 경화시멘트풀에 존재하는 겔공극 내부의 pH 유지능력은 수산화칼슘의 양으로 결정되므로 물/시멘트비, 단위시멘트량, 단위수량, 경화시멘트풀의 수화도(degree of hydration) 등의 영향을 받는다.

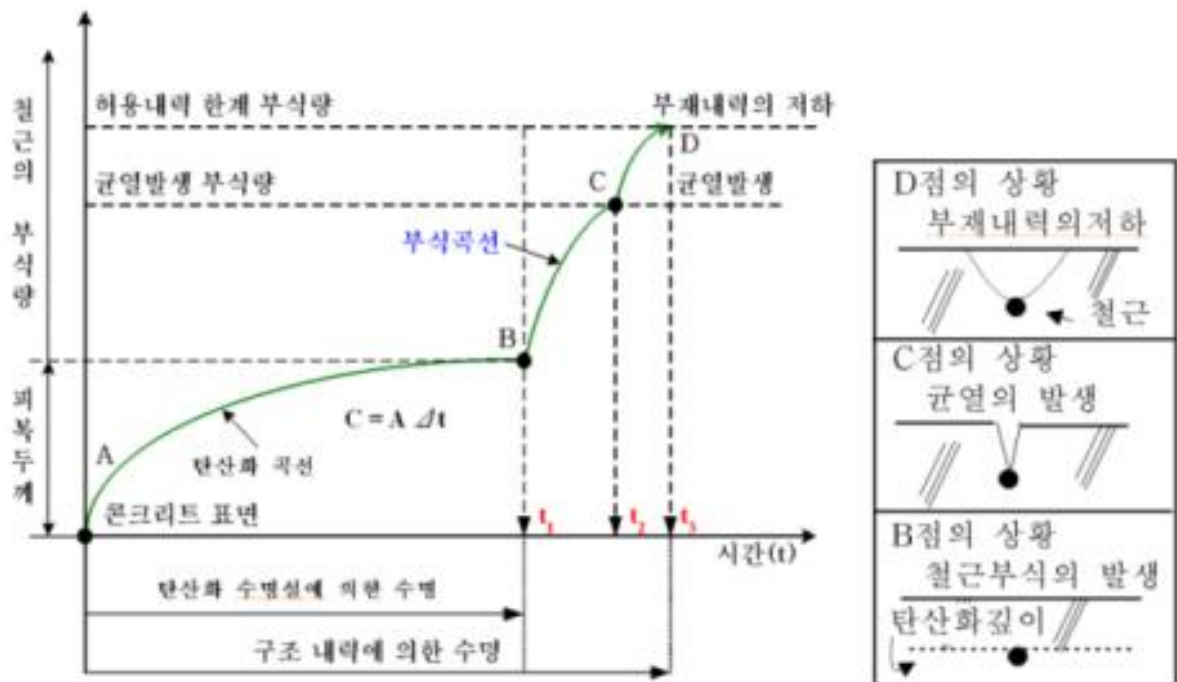
탄산화속도계수의 평가시 고려하여야 하는 영향인자를 내부 재료조건과 외부 환경조건으로 구분하여 정리하면 다음과 같다.



<그림 4.2.7> 탄산화속도계수의 영향인자

③ 내구수명 평가

콘크리트가 탄산화 되어 철근의 부식이 시작되고, 수명에 이르는 개념을 다음 그림에 나타내었다. t_1 은 탄산화영역이 철근표면에 도달하는 시점, t_2 는 그 결과 철근이 부식되고 콘크리트에 균열을 발생시키는 시점, t_3 는 부재내력이 한계에 달하는 시점이다.



<그림 4.2.8> 탄산화와 콘크리트 내부에서의 철근부식의 개념

대기중의 탄산가스에 의한 콘크리트 표면으로부터의 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 것이 도출된다. 이것은 통상, $\sqrt{t}$ 법으로 불리며, 가장 일반적으로 사용되고 있다.

$$\bullet C = A \sqrt{t} \dots\dots\dots (4.8)$$

여기서, C : 탄산화깊이(mm), A : 탄산화 속도계수(mm/년), t : 재령(년)

④ 경과년수에 따른 수명 평가

본 과업에서 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $D = A \sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t_0 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 D 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 계산할 수 있다. 이에 따라 다음 식을 통하여 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있다.

$$\bullet t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_0 \dots\dots\dots (4.9)$$

여기서, t_d 는 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간, D_c 는 현장조사로부터 얻어진 철근까지의 피복두께(mm), A 는 탄산화시험으로부터 계산된 계수, t_0 는 현재의 구조물 경과시간(year)이다.

마. 탄산화 깊이 측정 시험의 결과분석

본 과업에서는 실측 피복에서 탄산화 잔여깊이를 평가 하였으며 경과년수와 재료 조건에 근거하여 도출한 이론 탄산화깊이와 비교·평가 및 기 조사자료와 함께 분석 하여 재령에 따른 탄산화 깊이를 정량화 하는데 중점을 두었다.

<표 4.2.9> 탄산화 잔여깊이를 통한 상부구조 내구성 평가

위 치		탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	현장 속도계수 (mm/√년)	등급
상부	바닥판 하면 S1	4.0	60.0	56.0	0.9	a
	바닥판 하면 S2	5.0	60.0	55.0	1.2	a
	바닥판 하면 S3	4.0	60.0	56.0	0.9	a
평가	▶ 경과년수 : 18년 ▶ 이론깊이 : 15.8mm, 이론속도계수 : 3.7mm/√년 ▶ 실제 잔존수명 : 100년 이상 ▶ 분석결과, 전체적으로 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 철근 부식의 우려가 없는 ‘a등급’으로 양호한 상태임. ▶ 주기적 유지관리 필요함.					

(mm)

60.0

40.0

20.0

0.0

바닥판 하면 s1

바닥판 하면 s2

바닥판 하면 s3

잔여깊이(mm)

탄산화 깊이(mm)

A등급

B등급

4.0

5.0

4.0

56.0

55.0

56.0

<표 4.2.10> 탄산화 잔여깊이를 통한 하부구조 내구성 평가

위 치		탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	현장 속도계수 (mm/√년)	등급
하부 구조	교대 구체 A1	4.0	100.0	96.0	0.9	a
	교각 구체 P1	6.0	100.0	94.0	1.4	a
	교각 구체 P2	5.0	100.0	95.0	1.2	a
	교대 구체 A2	7.0	100.0	93.0	1.6	a
평가	▶ 경과년수 : 18년 ▶ 이론깊이 : 15.8mm, 이론속도계수 : 3.7mm/√년 ▶ 실제 잔존수명 : 100년 이상 ▶ 분석결과, 전체적으로 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 철근 부식의 우려가 없는 'a등급'으로 양호한 상태임. ▶ 주기적 유지관리 필요함.					

(mm)

100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0

4.0 6.0 5.0 7.0

96.0 94.0 95.0 93.0

교대 구체 A1 교각 구체 P1 교각 구체 P2 교대 구체 A2

잔여깊이 탄산화깊이 A등급 B등급

바. 기시험 결과와 비교

<표 4.2.11> 기 점검결과 탄산화 진행 깊이 비교

구분	탄산화 진행 깊이 (mm)	
	전차('15)	금차('17)
바닥판	1.0	4.0~5.0
하부구조	5.0	4.0~7.0
평가	탄산화 측정 깊이가 2.0~4.0mm 진행된 상태이나 탄산화에 영향을 받을 수 있는 철근 피복 잔여깊이가 30mm이상으로 철근부식의 우려가 없음.	

4.3 시험결과와 분석

<표 4.3.1> 내구성평가 결과

시험명	시험부위	건전부위	불량부위	설계 기준강도	평가
반발 경도 (MPa)	바닥판 하면	29.9~31.5	29.7	27.0	양호
	하부구조	27.5~27.9	25.9	24.0	양호
탄산화 깊이 (mm)	바닥판 하면	4.0~5.0 (잔여깊이 : 55.0~56.0)		잔여깊이 ≥ 30.0	a등급
	하부구조	4.0~7.0 (잔여깊이 : 93.0~96.0)		잔여깊이 ≥ 30.0	a등급
종합 평가	· 반발경도 시험 - 시험분석 결과 설계기준강도 이상으로 양호한 수준 유지함. - 열화 및 손상부위 근접한 부분의 반발경도 현장확인 결과, 건전 부위 측정치와 비교시 강도의 저하가 크게 나타나지 않음. (불량부위 부근의 콘크리트 추정 압축강도 양호)				
	· 탄산화 시험 - 탄산화 잔여 피복두께 30mm이상 확보. (상태등급 : a등급) - 이론 속도 계수(3.7mm/√년) > 실제 탄산화 속도 계수(0.9~1.6mm/√년) ▶ 탄산화 진행 속도가 이론치보다 천천히 진행됨. ▶ 경과년수 : 18년(1999년 준공, 이론깊이 : 15.81mm) - 전차 용역과 비교 시 잔여피복두께는 30mm 이상을 유지하며, 지속적인 유지관리 요함.				

제 5 장

상 태 평 가

5.1 일반사항

5.2 상태평가 기준

5.3 상태평가 등급

5.4 안전등급 지정

제 5장 상태평가

5.1 일반사항

각 주요부재 및 보조부재에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하고, 전술한 재료시험 및 측정결과로부터 부재에 대한 전반적인 내구성 평가 결과를 활용하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

국토해양부에서 제시한 ‘안전점검 및 안전진단 세부지침’에 따라 상태등급을 산정하였다.

<표 5.1.1> 상태평가등급 기준

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

5.2 상태평가 기준

5.2.1 부재별 상태평가 기준

<표 5.2.1> 부재별 상태평가 적용범위

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

가. 상부 구조

(1) 콘크리트 바닥판

☞ 철근콘크리트 바닥판 상태평가 기준

【 상태평가 기준 】

등급	균열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 망상균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만 · 균열율 2%미만	· 망상균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 균열율 2%이상~10% 미만	· 망상균열폭 0.3mm이상	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만 · 데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	· 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 균열율 10%이상~20% 미만	· 망상균열의 진전으로 인 한 콘크리트 박리 발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상 · 데크플레이트 박리가 심하고 누수로인한 부식 발생
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 균열율 20%이상	· 망상균열에 인한 박리가 심하여 편칭파괴 발생 가능성 있음	· 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

(2) 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑) 상태평가 기준

【상태평가 기준】

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

(3) 철근콘크리트 거더

【 상태평가기준 】

등급	균열	열화 및 손상
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~1.0mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 1.0mm 이상 · 휨균열 과다발생 및 파대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

(4) 프리스트레스 콘크리트 거더

【 상태평가기준 】

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 안정성 저하

(5) 콘크리트 가로보

【 상태평가기준 】

등급	균열	열화 및 손상
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

(6) 강 가로보와 세로보

【 상태평가기준 】

등급	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)	· 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, 용접 누락	· 도장손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2%이상 ~ 10%미만 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	· 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 · 부재의 파단 발생	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상	· 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

나. 하부 구조

(1) 교대

【 상태평가기준 】

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

(2) 콘크리트 교각

【 상태평가기준 】

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

(3) 기초

【 상태평가기준 】

등급	기초(직접, 말뚝, 케이슨)손상	지반의 안정성
a	· 없음	· 없음
b	· 집점기초(확대기초)에 폭 0.3mm 미만의 균열 발생	· 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	· 집점기초(확대기초)에 폭 0.3mm 이상의 균열 및 단면손상 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	· 침하가 20mm 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 케이슨 기초의 철근노출 발생	· 침하가 20mm 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

다. 교량받침

【 상태평가기준 】

등급	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 0.3mm이상 균열 발생 · 박리, 탈락 등 손상으로 지지 단면 감소, 기능상 장애
d	· 고무재 파손 및 단차, 균열 심화 · 받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 · 받침이 밀착되지 않고 떠있 는 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 하부공 동으로 받침의 탈락 및 침하 발 생 가능성 있음
e	· 받침 신축기능 불량으로 인하여 받침본체 및 거더(바닥판) 의 파손 발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는부분 이 전체면적의 1/2 이상	· 받침 신축기능 불량으로 인 하여 거더 등 주부재의 파손 · 받침이 밀착되지 않고 떠있 는 부분이 전체면적의 1/2 이상 · 작동불능 상태	-

라. 기타부재

(1) 신축이음

【 상태평가기준 】

등급	본체	후타재
a	· 없음	· 양호
b	· 토사, 이물질 퇴적 · 고무판 노화	· 미세균열이 발생
c	· 물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 · 유간사이 이물질로 기능불량, 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	· 강관유동 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 차량 통행시 충격발생 · 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼

(2) 교면포장

【 상태평가기준 】

등 급	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	-	-	-

(3) 배수시설

【 상태평가기준 】

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

(4) 난간·연석

【 상태평가기준 】

등 급	강재	콘크리트
a	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10%미만	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장 불량 10%이상 · 부식으로 인한 단면손상 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출 10% 미만 · 철근부식손상 길이 2%미만
d	· 부식으로 인한 단면손상 10%이상	· 박리, 파손, 철근노출 10% 이상 · 철근부식손상 길이 2%이상

마. 콘크리트 재료

(1) 탄산화

【 상태평가기준 】

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

(2) 염화물

【 상태평가기준 】

기준	전 염화물 이온량	철근부식 가능성
a	염화물 $< 0.3kg/m^3$	염화물에 의한 부식발생 우려 없음
b	$0.3kg/m^3 \leq$ 염화물 $< 1.2kg/m^3$	염화물이 함유되어 있으나 부식발생 가능성 낮음
c	$1.2kg/m^3 \leq$ 염화물 $< 2.5kg/m^3$	향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음
d	염화물 $\geq 2.5kg/m^3$	철근부식 발생
e	-	-

5.2.2 상태평가 등급 산정절차

상태평가등급 산정과정은 외관조사 결과 부재별로 상태등급을 매긴 후, 부재별 중요도를 고려한 가중치를 고려하여 전체 평가등급을 산정하는 과정으로 되어 있다. 이외에 내구성과 관련된 요소로서 탄산화 및 염화물함량에 대한 등급을 구한 후 일반 부재와 같이 가중치를 부여하여 교량 전체의 상태평가항목으로 반영하였다. 등급사용의 혼란을 방지하기 위하여 부재별 등급은 소문자(a-e)로 표시하고 전체 상태평가등급은 대문자(A-E)로 등급을 표기하였다.

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

(1) 개별부재등급의 산정방안

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

(2) 경간(지점)별 부재등급의 산정방안

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

(3) 복개구조물 부재등급의 산정방안

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

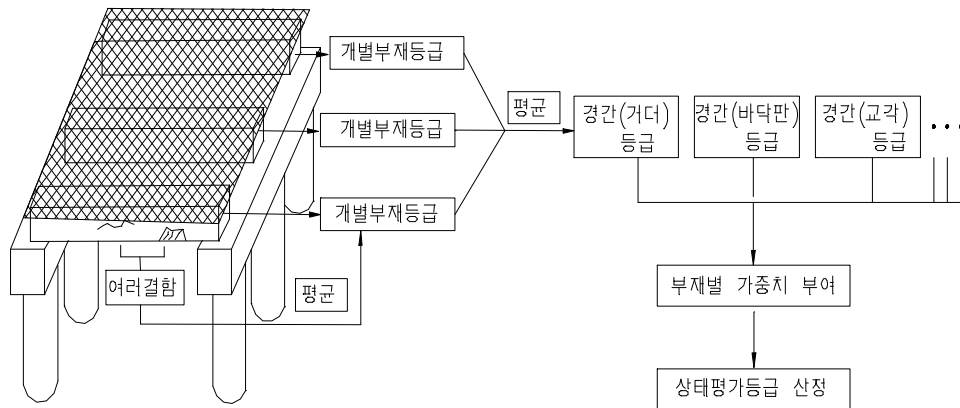
나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

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

<표 5.2.2> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

다. 상태평가 결과 산정 방법



<그림 5.2.1> 상태평가등급 산정과정의 예

- 본교 : 같은 구조 형식별로 분류한 후 부재별로 평균한다. 구조형식에 따른 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다.
- 램프교 : 각 램프에 대해 별도로 평가하며, 램프교 전체를 대표하는 상태평가 결과는 산정하지 않는다.
- 전체교량 : 길이와 차선에 따른 가중치를 적용하여 종합평가 시 본교와 접속교 및 램프교를 모두 포함하여 최종 상태평가 결과를 산정한다.

<표 5.2.3> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

결함도 평가항목			슬래브 교량	거더교량						라멘교			
				일반거더교			바닥판,거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더 있음 (복개 구조물)	
				일 반	2차 부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	20	15	34	20	21	
	주 형		-	20	25	37	18	20	23	-	21	23	
	2차부재		-	5	-	11	5	3	5	-	5	-	
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13	34	22	24	
	기초		7	7	7	7	7		7	7	7	7	
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9	3	3	3	
기타	신축이음		10	9	9	-	9		9	3	3	3	
	교면포장		7	7	7	-	7		7	7	7	7	
	배수시설		3	3	3	-	3		3	3	3	3	
	난간/연석		2	2	2	6	2		2	2	2	2	
콘크리트	탄산화	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)			

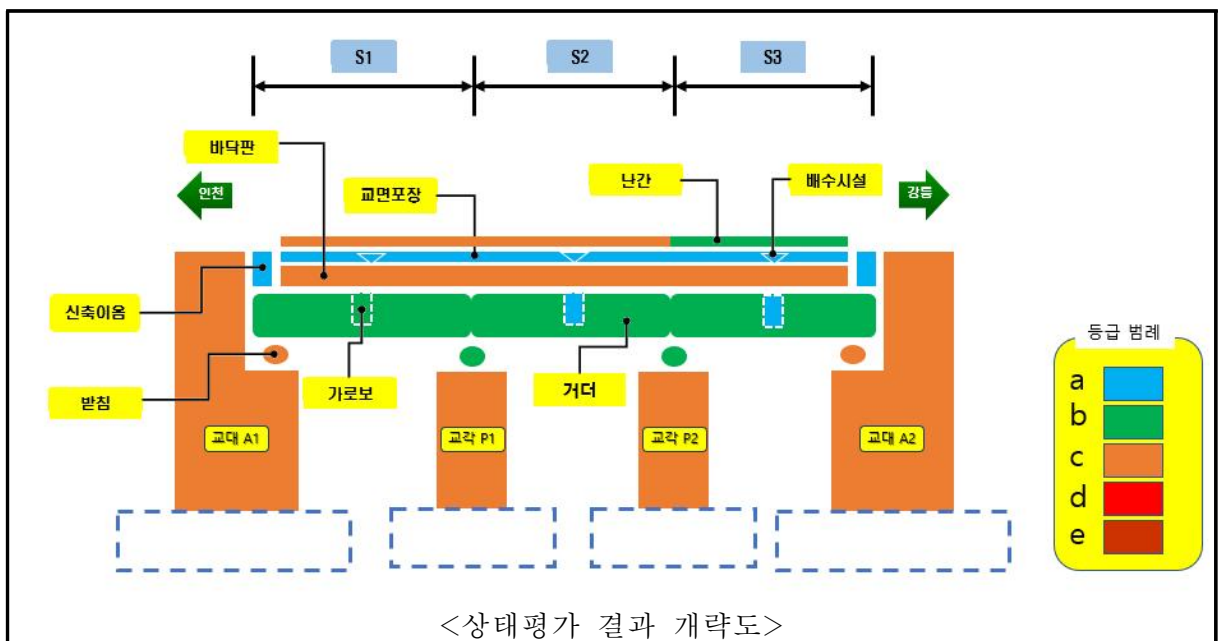
5.3 상태평가 등급

5.3.1 구조별 상태평가

- 상태평가 결함도 점수= 0.258 'B' 등급 (결함도 범위 : $0.13 \leq x < 0.26$)
- 상태평가 결과, 교량의 부재에 손상 및 결함이 일부 발생하여 내구성 유지를 위하여 부분 보수가 필요한 상태임.

<표 5.3.1> 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부 구조		내구성 요소	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	신축이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
1	STB	c	b	b	a	a	c	a	c	c	q	a	a
2	STB	c	b	a	a	a	c		b	c	q	a	a
3	STB	c	b	a	a	a	b		b	c	q	a	a
								a	c	c	q		a
평균		0.400	0.200	0.133	0.100	0.100	0.333	0.100	0.300	0.400	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치) /가중치합		0.072	0.040	0.007	0.007	0.003	0.007	0.009	0.027	0.080	0.000	0.004	0.003
환산결함도 점수		0.258											
상태평가 결과		B											



5.3.2 전차용역 결과 비교 검토

<표 5.3.2> 상태평가 비교 검토 (전차 용역과 비교)

평가 년도	결함도 점수	상태평가 결과
전차 (2015년)	0.163	B
금회 (2017년)	0.258	B

- 금회 교량의 일부 부재(재포장, 거더 도장, 신축이음 교체)에 대한 보수 공사가 진행되었으나 부재의 열화 및 면밀한 조사를 통해 신규 손상이 다수 확인됨에 따라 환산결함도 점수는 증가하였음. 결함도 점수 범위에 따른 기준에 의하면 교량은 B등급의 범위에 포함되며 2015년 상태평가 결과와 비교 시 등급을 유지하고 있음.
- 상태평가 등급 유지 (B 등급 → B 등급)
- 결함도 점수 변화 원인
 - ① 공용기간 경과에 따른 부재의 열화
 - ② 점검차를 이용한 면밀한 조사에 따른 신규 손상 수량 증가
- 교량 등급 관리 시 중점 관리 필요한 손상내용
 - ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락)
 - ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 박리, 박락, 부재의 변형
 - ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속 확인
 - ④ 받침 본체와 플레이트 부식
 - ⑤ 신축이음장치 기능 및 상태 지속 관리

5.4 안전등급 지정

금회는 대상 교량에 대한 정밀점검을 실시하였으며, 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가만을 실시하여 평가된 등급의 결과를 구조물의 안전등급으로 지정하도록 한다.

- ▶ 구조물 안전등급 지정 : B등급

제 6 장

보수 · 보강 및 유지관리방안

6.1 개요

6.2 보수 · 보강방안

6.3 보수 · 보강 공법 상세

6.4 유지관리방안

제 6장 보수 · 보강 및 유지관리방안

6.1 개요

구조물에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경 조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법 및 보수·보강의 수준을 정하며, 통상 보수와 보강의 의미는 아래와 같이 설명될 수 있다.

- 보수의 의미 : 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말한다.
- 보강의 의미 : 설계하중이상의 하중 등 위해요인에 대해 구조물의 안전성을 확보하는 것을 말한다.

따라서, 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과와 안전성 평가결과 등을 정밀 검토한 후에 보수·보강의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

6.1.1 보수·보강 계획

가. 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 각종 기준(콘크리트 표준시방서 등)을 참조한다. 보강의 경우는 부재의 안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재의 단면 등을 증가하여야 하는가의 판단에 의한다.

나. 공법 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법의 내하력, 내구성, 기능, 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정이며 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서 시설물관련 제반자료, 점검시 수행한 각종 상태평가 및 안전성평가 결과를 기초로 하여 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정 후 보수·보강공법을 선택한다.

다. 보수·보강의 수준 결정

상태평가 및 안전성평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수보강의 필요성과 공법 및 그 수준을 구조물의 손상정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등을 고려하여 결정함.

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| a. 현상 유지(진행억제) | b. 실용상 지장이 없는 성능까지 회복 |
| c. 초기 수준이상으로 개선 | d. 개 축 |

라. 보수·보강의 우선순위 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대하여, 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 우선순위를 결정한다.

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

- | | |
|---------------------|------------------------|
| a. 평가등급이 낮은 시설물이 우선 | b. 중요도가 큰 부재 및 시설물이 우선 |
| c. 주 부재를 보조부재보다 우선 | d. 부재별로 보강을 보수보다 우선 |

보수불필요: NR(No Repair)

유지보수 : MR(Maintenance Repair)

우선보수 : PR(Priority Repair)

긴급보수 : ER(Emergency Repair)

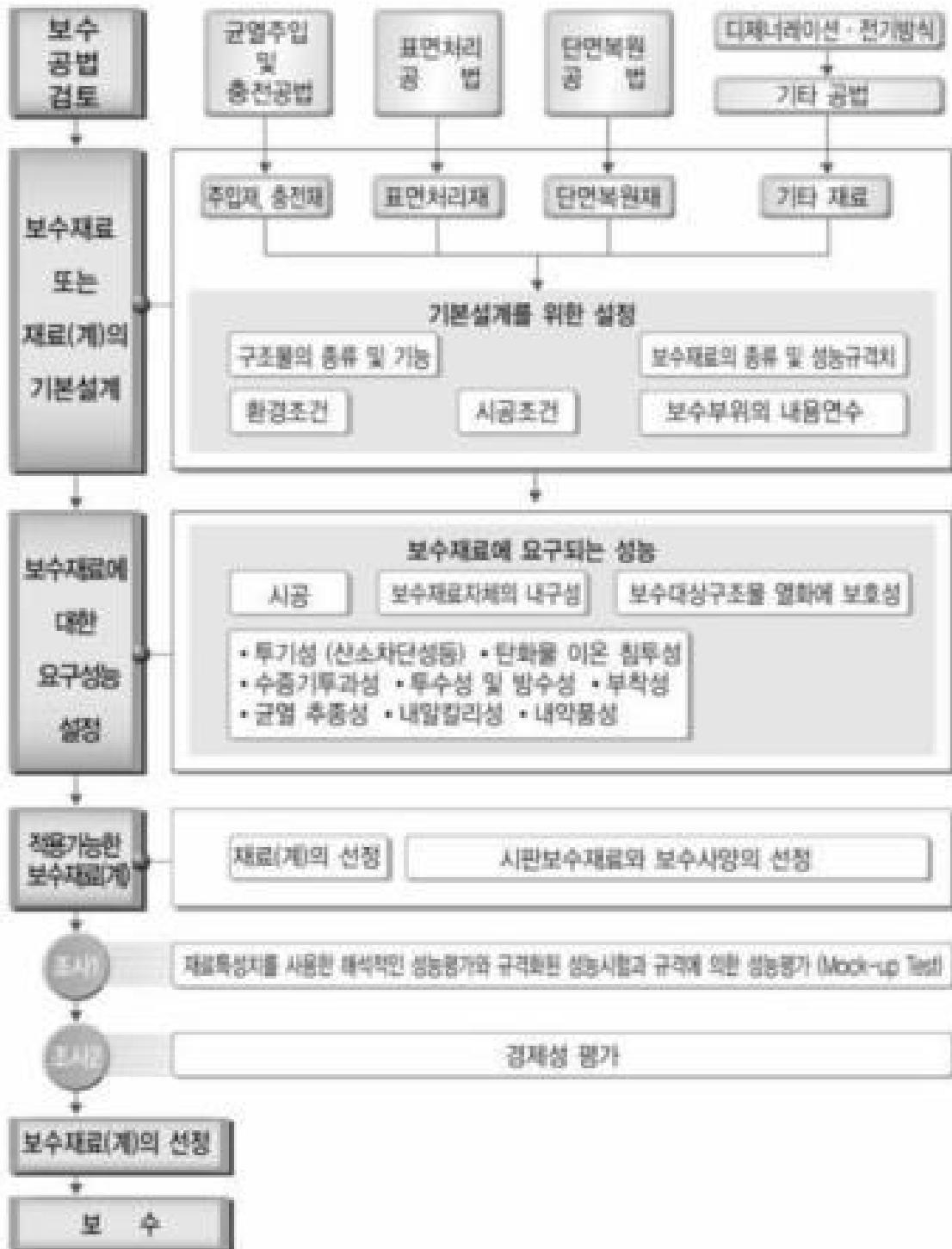
마. 보수·보강의 선정 시 고려사항

보수·보강 방안 선정의 요건	보수·보강 재료 및 공법 선정 시 고려사항
	내구성 • 충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안 • 충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안
	환경친화 • 유해환경요소를 발생시키지 않는 방안 • 재해의 피해를 최소화 할 수 있는 방안 • 미관이 양호한 방안
	시공성 • 시공성의 제약요소를 최소화 방안 • 시공이 간단한 방안 • 보수·보강 품질이 확실한 방안
	경제성 • 경제적으로 유리한 방안 • 공기를 단축시킬 수 있는 방안 • 주변 민원발생 최소화 할 수 있는 방안

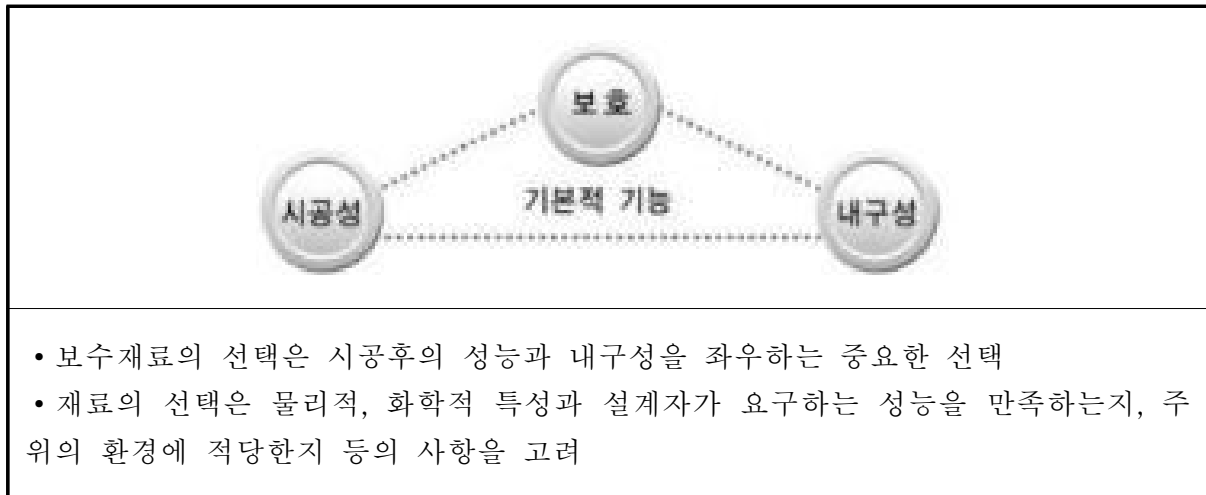
<그림 6.1.1> 보수·보강 방안 선정 시 고려 사항

6.1.2 보수재료

가. 보수재료의 선정



<그림 6.1.2> 보수재료 선정 흐름도



<그림 6.1.3> 보수재료의 요건

나. 보수재료의 종류

(1) 균열 보수재료

- 균열 보수재료의 종류 및 공법

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수 지 계 재 료	폴리머 모르터			○
	에폭시수지		○	○
	가소성에폭시수지		○	○
	탄성실링재	○		○
	도막탄성방수재	○		
시 멘 트 계 재 료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

무기질계 재료	수지계 재료
• 폴리머시멘트슬러리 • 폴리머시멘트페이스트 • 폴리머시멘트모르터 • 시멘트 충전재 • 팽창시멘트주입재	• 에폭시계 • 폴리에스테르계 • 폴리우레탄계 • 고무 • 아스팔트계

(2) 콘크리트 구체 처리재

방수성을 개선시키거나 취약한 콘크리트의 표면을 강화시키며, 철근의 부식환경을 개선하는 등의 목적으로 콘크리트 표면에 도포하고 함침시키는 재료

• 구체처리재의 종류

침투성 흡수방지재	콘크리트 표면에 도포 함침하는 것에 의해 콘크리트 표층부에 흡수방지층을 형성하여 외부로부터의 물과 염화물 이온의 침투를 억제하는 재료
침투성 고화재	취약한 콘크리트의 표면층을 강화함과 동시에 마감재의 부착성을 개선할 수 있는 재료 사용시 취약층을 완전하게 강화할 필요가 있음
무기질 침투성방수재	콘크리트 표층부에 도포하는 것에 의해 재료중의 활성성분이 함침하고, 콘크리트 내부의 물에 용출하고 있는 칼슘이온과 반응해석, 표층부에 치밀한 방수층 형성
침투성 알칼리부여재	중성화된 콘크리트에 알칼리성을 부여하여 철근을 보호하는 것으로, 콘크리트 표면에 도포하여 그 함침부분의 철근부식을 방지
도포형 방청재	염화물을 함유한 콘크리트의 철근부식환경을 개선하는 것으로, 콘크리트 혼화용의 방청재가 전기화학적 효과에 의해 철근의 부식을 억제
폴리머 함침재	폴리머계 함침재를 콘크리트에 함침시킨 후 중합조작을 거쳐 경화시키고, 콘크리트의 기공을 충전, 콘크리트 조직을 치밀하게 함과 동시에 내하력 개선효과가 우수

(3) 단면 복원재

- 단면 복원재는 보수부위의 불건전부를 잘라낸 콘크리트 손상부를 메우기 위해서 사용되는 것으로 바탕콘크리트에 대한 접착성, 열화인자 침입의 억제효과가 기대
- 보수단면이 큰 경우와 구조보수를 하는 경우에는 보수부의 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면 복원재를 선택하여야 함

- 단면 복원재의 종류

폴리머시멘트 모르터	SBR계, EVA계, PAE계 등의 폴리머시멘트모르터(방청제첨가제를 포함) 등이 있으며 채유화형 분말수지를 배합한 기 조합제품의 이용이 증가되고 있다
폴리머모르터	폴리에스테르 수지계, 에폭시 수지계, 아크릴 수지계 등의 폴리머모르터(레진 모르터)등이 있으며, 경량골재를 사용한 것이 많다
시멘트모르터	보통포틀랜드시멘트, 조강포틀랜드시멘트, 초속경포틀랜드시멘트, 골재, 혼화제 등을 배합한 보통시멘트모르터 또는 콘크리트가 사용된다

(4) 철근 방청 처리재

- 철근 방청 처리재는 녹 제거작업이 되어있는 철근에 도포해서 사용되는 것으로 에폭시 수지계, 타르 에폭시 수지계 등의 방청도료 또는 방청제를 함유한 폴리머시멘트페이스트 및 모르터 등이 사용됨
- 일본의 경우 시스템화 된 보수공법으로 최근에는 폴리머의 시멘트계의 비율이 증가하는 추세

- 철근방청처리재의 종류

폴리머시멘트계	합성수지계
• SBR계와 PAE계가 많이 시판 • SBR계는 방수성, 중성화 저항성 우수 • PAE계는 초기접착성, 시공성 우수	• 에폭시수지도료, 아크릴수지, 우레탄수지 • 경화가 빠르고, 도장작업 간단 → 공기단축 • 에폭시수지 → 철근부식 발생우려

- 철근방청처리재의 특성

항 목	폴리머시멘트계 방청처리재	에폭시수지계 방청처리재
방청성	도장방법 등에 주의가 필요함	경화제의 종류에 따라서 역효과 가능함
부착성, 방수성 차염성	첨가되는 폴리머의 효과에 의한 것으로 그 종류 및 혼화량에 따라 상이함	수지의 효과에 의한 것으로 폴리머 시멘트계에 비해 성능이 우수함
내화성, 내열성	콘크리트와 같은 정도이나 폴리머의 혼화량이 많으면 내화성이 저하됨	온도가 높게 될수록 변형되기 쉬움

(5) 바탕조정 보호재

- 바탕조정재는 열화된 표면을 깨어내고, 피복의 부족을 보완하는 것을 주목적으로 사용하였으나, 바탕조정을 겸하여 보호층을 형성시키기 위하여 사용되고 있는 것이 많으며, 단면복원과 상관없이 보호피복이 필요한 곳에도 사용됨
- 바탕조정재의 종류는 단면복원재와 마찬가지로 폴리머시멘트계와 합성수지계가 있다. 바탕조정재는 단면복원재의 기본성능 중 특히 피복으로써의 성능이 중요시 되어 중성화방지효과, 차염성, 접착 내구성 등이 중요함

다. 보수재료의 선정시 고려사항

재료특성	⇒	강도, 탄성계수, 연신율, 부착강도 등
재료성질	⇒	내구성, 내화성, 내화학적성, 차수성, 내염성 등
기 타	⇒	경제성, 시공성, 미관, 시공실적 등

라. 보수공법의 선정기준

(1) 균열 보수 공법

내 구 성	사 용 성	시 공 성
• 접착강도가 크고, 경화시 수축이 없는 공법 • 내구성,내후성이 우수한 공법	• 재균열 발생이 적은 공법	• 주입이 확실한 공법 • 습윤면 주입 가능공법 • 미세균열 주입 가능공법

(2) 단면손상 보수 공법(박리, 박락, 철근노출)

내 구 성	사 용 성	시 공 성
• 재료강도가 우수한 공법 • 부착성, 방수성, 차염성이 우수 • 내구성, 내화성, 내화학적성이 우수	• 친환경성 우수한 공법 • 미관이 양호한 공법 • 유지관리 수월한 공법	• 습윤면 부착효과 우수한 공법 • 유사현장(지하구조물)의 시공 실적이 많은 공법

(3) 누수 방지 공법(누수, 습윤)

내 구 성	사 용 성	시 공 성
• 차수효과 우수 • 내구수명이 장기 • 내화학적성 우수	• 유해 환경요소가 적을것	• 주입재의 주입성 양호 • 시공후 뒷처리 양호

6.2 보수 · 보강 방안

6.2.1 보수 · 보강 우선순위의 결정

본 교량에 대한 조사결과 주요부재의 구조적인 안전성을 위한 시급한 보수는 없는 상태이나, 급회 신규로 조사된 손상 및 기존손상은 공용 중 진전으로 인한 구조물의 안전성에 점진적으로 위해가 될 수 있으므로 보수가 필요한 것으로 판단된다.

교량의 보수·보강에 대한 우선 순위의 결정은 교량의 안전성을 최우선으로 한 사용성과 내구성을 고려하여 결정한다. 보수·보강 계획은 시급성을 요하는 보수 등 단계별 계획에 따라 실시한다. 아래의 보수·보강에 대한 단계별 우선순위는 다음과 같다.

<표 6.2.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구분	순위	내 용
단기	1순위	· “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 · 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 상태평가 기준 “d”이하인 경우 · 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
중장기	2순위	· 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 · 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 · 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
	3순위	· 기능발휘에 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
지속관찰		· 향후 발전 상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 · 콘크리트의 0.2mm이하 비구조적 미세균열, 후타재 균열 등 · 경미한 강재 용접결함, 기타 경미한 손상으로 내구성, 사용성에 지장없는 경우

※ “정밀안전진단 보고서 작성요령(교량·터널), 2014.11, 한국도로공사”에 의하여 작성

<표 6.2.2> 균열 보수·보강 우선순위 선정기준

구분	순위	균열 폭 (C, mm)				
		0.1 미만	0.1 ≤ C < 0.2	0.2 ≤ C < 0.3	0.3 ≤ C < 0.5	0.5 ≤ C
주부재	콘크리트 바닥판	지속관찰			2순위	1순위 (2순위)
	프리스트레스트 콘크리트 거더	지속관찰		2순위	1순위 (2순위)	1순위
	교대, 교각	지속관찰	지속관찰 (선택적 보수)		2순위 (1순위)	1순위
	교량 기초	지속관찰			2순위 (1순위)	1순위
보조 (기타) 부재	콘크리트 가로보	지속관찰			2순위	2순위 (1순위)
	받침콘크리트	지속관찰			2순위	2순위 (1순위)

- () 안은 손상의 규모, 발생형태, 연속성 등을 감안하여 책임기술자의 판단하에 ()안의 순위로 조정할 수 있음.
- 콘크리트 균열의 경우 책임기술자가 구조적원인에 의한 명백한 보수 사유가 있을 경우 균열이 작더라도 이에 대한 사유를 언급하고 보수토록 함.
- 방수를 필요로 하는 중요부위에 대해서는 $c/w=0.2\text{mm}$ 이상의 균열에 대해서 보수토록 함.

<표 6.2.3> 박리, 박락 보수·보강 우선순위 선정기준

구분	손상 깊이 (mm)			
박 리	0.5mm미만, 박리면적율 10%미만	0.5mm~1.0mm, 박리면적율 10%미만	1.0mm~25mm	25mm 이상
	지속관찰	지속관찰 (2~3순위)	2순위	1순위
박 락	15mm미만, 박락면적율 10%미만	15mm~20mm, 박락면적율 10%미만	15mm미만, 박락면적율 10%이상 20mm이상, 박락면적율 10%미만	20mm이상, 박락면적율 10%이상
	지속관찰	지속관찰	2순위	1순위 (2순위)

- () 안은 손상의 규모, 발생형태, 연속성 등을 감안하여 책임기술자의 판단하에 ()안의 순위로 조정할 수 있음.
- 박락에 의한 철근노출이 발생하였을 경우 손상면적에 준하지 않고 철근부식이 가속화 되므로 즉각적인 보수 필요(1순위). 특히, 교량 하부에 통과도로가 있을 경우 박락은 손상의 규모와 상관없이 우선적인 보수가 필요.

<표 6.2.4> 누수, 백태 보수·보강 우선순위 선정기준

구 분	손 상 정 도		
누 수	경미한 누수흔적 (건조한 상태)	현저한 누수 (습윤상태)	누수 관찰 가능 (방울떨어짐)
백 태	면적을 5%미만	5 ~ 10%	10% 이상
판단	경우에 따라 보수	2순위 (1순위)	1순위

- 누수/백태는 모든 콘크리트 부재에 적용하며, 신축이음 등의 부속부재는 해당하지 않음.
- 신축이음의 누수는 우선적으로 신축이음의 누수를 차단하는 방안을 수립하여야 하며, 교대 등의 표면열화에 대한 보수는 책임기술자의 판단하에 보수 필요.
- 백태는 화학적인 작용에 의한 것으로서 미관의 이유뿐 아니라 표면의 내구성을 고려하여 보수계획수립 필요
- 누수/백태의 기준을 각각 평가하고 두 개의 평가 결과 중 낮은 손상을 평가하여 보수계획 수립.
- () 안은 손상의 규모, 발생형태, 연속성 등을 감안하여 책임기술자의 판단하에 ()안의 순위로 조정할 수 있음.

6.2.2 보수 · 보강 방안별 손상내용

<표 6.2.5> 보수 · 보강 방안별 손상내용

보수방안	부재	손상내용	순위
단면복구	교각	콘크리트 박리	2
	교대	재료분리	2
		콘크리트 박락	2
		콘크리트 박리	2
	교량받침	받침모르타르 박리	2
		받침콘크리트 박락	2
	바닥판	재료분리	1
		콘크리트 박락	1
		콘크리트 박리	1
단면복구(방청)	바닥판	철근노출	1
재도장	2차부재	강재부식	2
	거더	강재부식	2
		강재표면 백태오염	2
		점부식	2
주입보수	교각	균열(cw=0.3mm)	2
		균열(cw=0.4mm)	2
	교대	균열(cw=0.3mm)	2
	교량받침	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	2
	바닥판	균열(cw=0.3mm)	1
표면처리	교각	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3

(계속)

<표 6.2.5> 보수 · 보강 방안별 손상내용 (계속)

보수방안	부재	손상내용	순위
표면처리	교대	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3
		백태	3
		콘크리트 표면열화(표층박리)	3
	바닥판	균열(cw=0.2mm)	1
		녹오염	1
		망상균열(cw=0.2mm)	1
		백태	1
유지관찰	거더	용접불량	유지관찰
		우수유입	유지관찰
		환기구 볼트 체결 불량	유지관찰
		환기구 부식	유지관찰
	교량받침	슬플레이트 접촉강관부분 들뜸	유지관찰
배수관 재설치	배수시설	배수관 부식	3
받침 도장	교량받침	받침장치 부식	2
실링재 마감	거더	SPLICE부 실링재 미처리	3

6.2.3 보수 · 보강공사 개략공사비 산출

개략공사비는 주요부재에서 발생한 각종 결함에 대하여 경제성, 현상유지, 사용상 지장이 없는 성능회복을 고려하여 제시된 보수·보강공법에 따라 산출하였다.

<표 6.2.6> 보수 개략공사비

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	균열(cw=0.2mm)	표면처리	5.30	m ²	64	339	1
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	1.50	m	75	113	1
	녹오염	표면처리	0.81	m ²	64	52	1
	망상균열(cw=0.2mm)	표면처리	171.03	m ²	64	10,946	1
	백태	표면처리	38.98	m ²	64	2,495	1
	재료분리	단면복구	8.00	m ²	235	1,880	1
	철근노출	단면복구 (방청)	4.71	m ²	328	1,545	1
	콘크리트 박락	단면복구	0.30	m ²	235	71	1
	콘크리트 박리	단면복구	9.74	m ²	235	2,289	1
거더	SPLICE부 실링재 미처리	실링재 마감	28.00	EA	1	28	3
	강재부식	채도장	48.67	m ²	33	1,606	2
	강재표면 백태오염	채도장	0.20	m ²	33	7	2
	접부식	채도장	11.82	m ²	33	390	2
교대	균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.35	m ²	64	22	3
	균열(cw=0.2mm)	표면처리	2.18	m ²	64	140	3
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	11.80	m	75	885	2
	백태	표면처리	5.66	m ²	64	362	3
	재료분리	단면복구	1.09	m ²	235	256	2
	콘크리트 박락	단면복구	4.30	m ²	235	1,011	2
	콘크리트 박리	단면복구	5.75	m ²	235	1,351	2
	콘크리트 표면열화(표층박리)	표면처리	0.85	m ²	64	54	3
교각	균열(cw=0.1mm)	표면처리	2.35	m ²	64	150	3

(계속)

<표 6.2.6> 보수 개략공사비(계속)

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	보수 단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교각	균열(cw=0.2mm)	표면처리	4.28	m²	64	274	3
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	4.40	m	75	330	2
	균열(cw=0.4mm)	주입보수	2.00	m	75	150	2
	콘크리트 박리	단면복구	0.32	m²	235	75	2
받침	받침모르타르 박리	단면복구	1.92	m²	235	451	2
	받침장치 부식	받침 도장	14.64	m²	61	893	2
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	주입보수	1.40	m	75	105	2
	받침콘크리트 박락	단면복구	0.16	m²	235	38	2
배수 시설	배수관 부식	배수관 재설치	2.50	m	70	175	3
2차 부재	강재부식	재도장	0.44	m²	33	15	2
순공사비 합계(천원)						28,498	
제 경비(순공사비×50%)						14,249	
순위별 공사비 (제 경비 포함)				1순위		29,595	
				2순위		11,345	
				3순위		1,807	
개략공사비(천원)						42,747	

※ 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

6.3 보수·보강 공법 상세

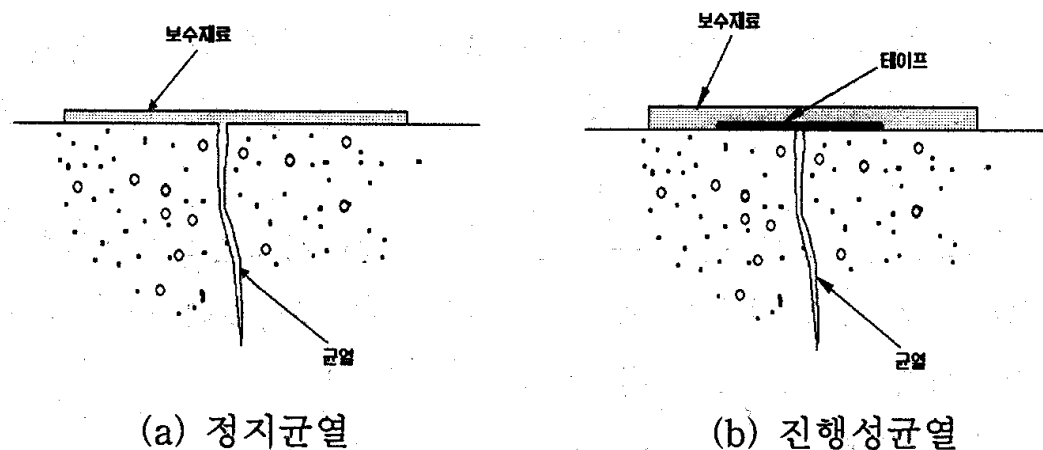
가. 콘크리트 부위 균열보수

균열보수는 원칙적으로 수지주입 보수가 바람직하나 일반적으로 균열 폭에 따라 방법을 달리하여 적용한다. 0.2mm이하의 균열은 주입재가 균열 내부로 침투되기 어려워 보수 효과를 기대하기 어려우므로 표면처리로 보수한다. 0.2~0.5mm 균열부는 수지주입으로 콘크리트와 일체를 이루도록 하여 보수하며, 0.5mm이상의 균열은 수지재료의 특성상 접착력을 기대하기 어려우므로 균열부를 컷팅하여 보수재를 충전하는 충전방법을 적용한다.

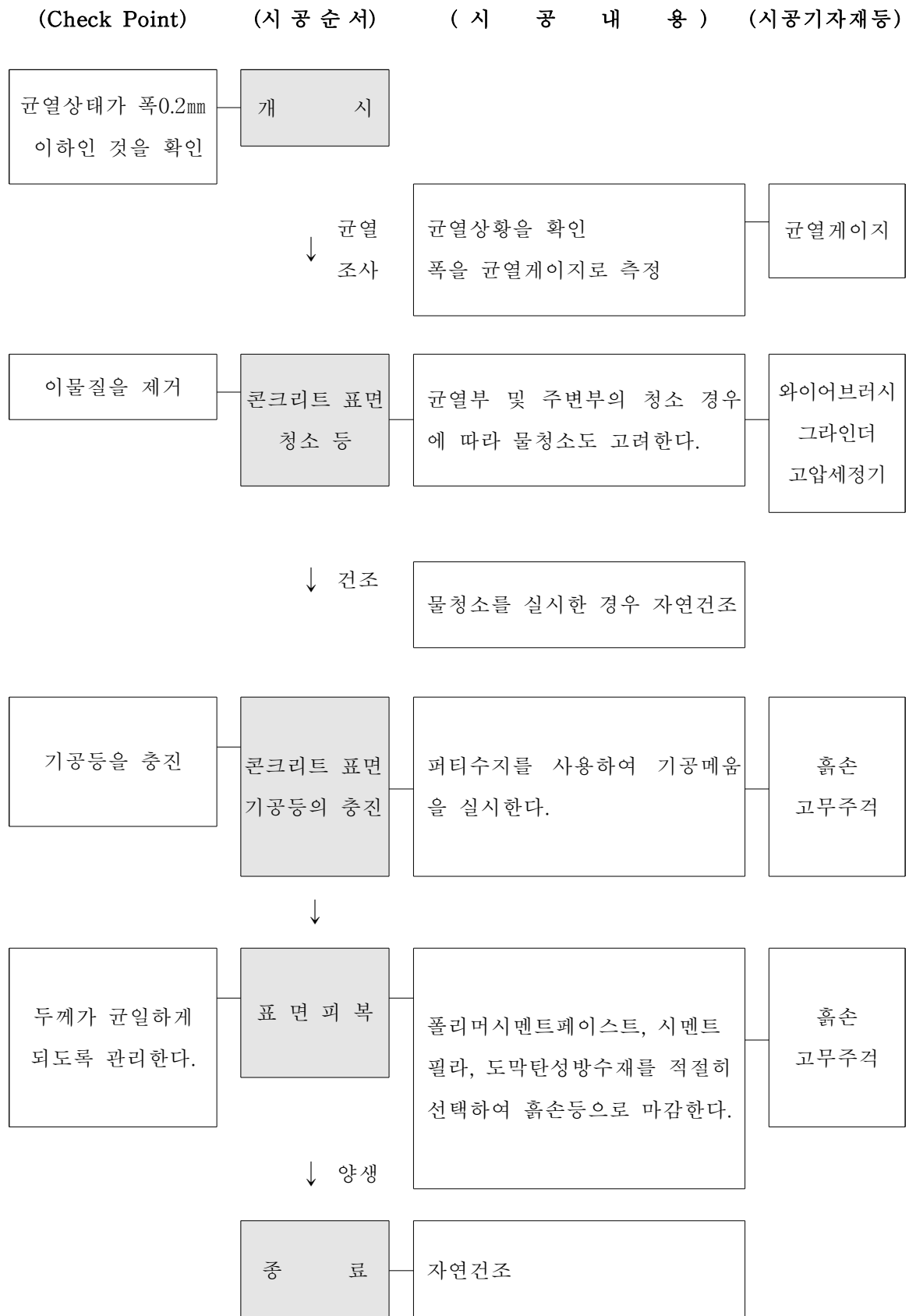
(1) 표면처리공법

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

사용재료 : ① 폴리머시멘트 페이스트, ② 시멘트 필라, ③ 도막탄성방수재 (아크릴 수지계), ④ 도막탄성방수재 (우레탄 수지계)



<그림 6.3.1> 균열부 표면처리공법 비교



<그림 6.3.2> 균열부 표면처리공법 시공요령 흐름도

(2) 수지주입 공법

① 개요

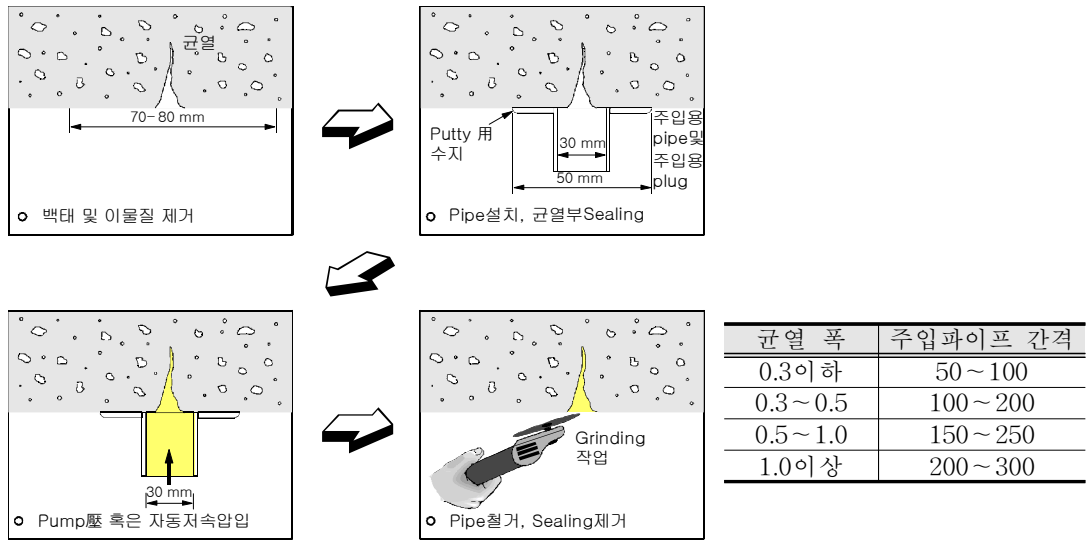
0.2~0.5mm의 균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화 방지에 효과적이다.

균열은 전 개소에 대해서 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 적절한 주입속도, 점도 및 양생속도를 갖는 수지재료를 사용하여야 한다.

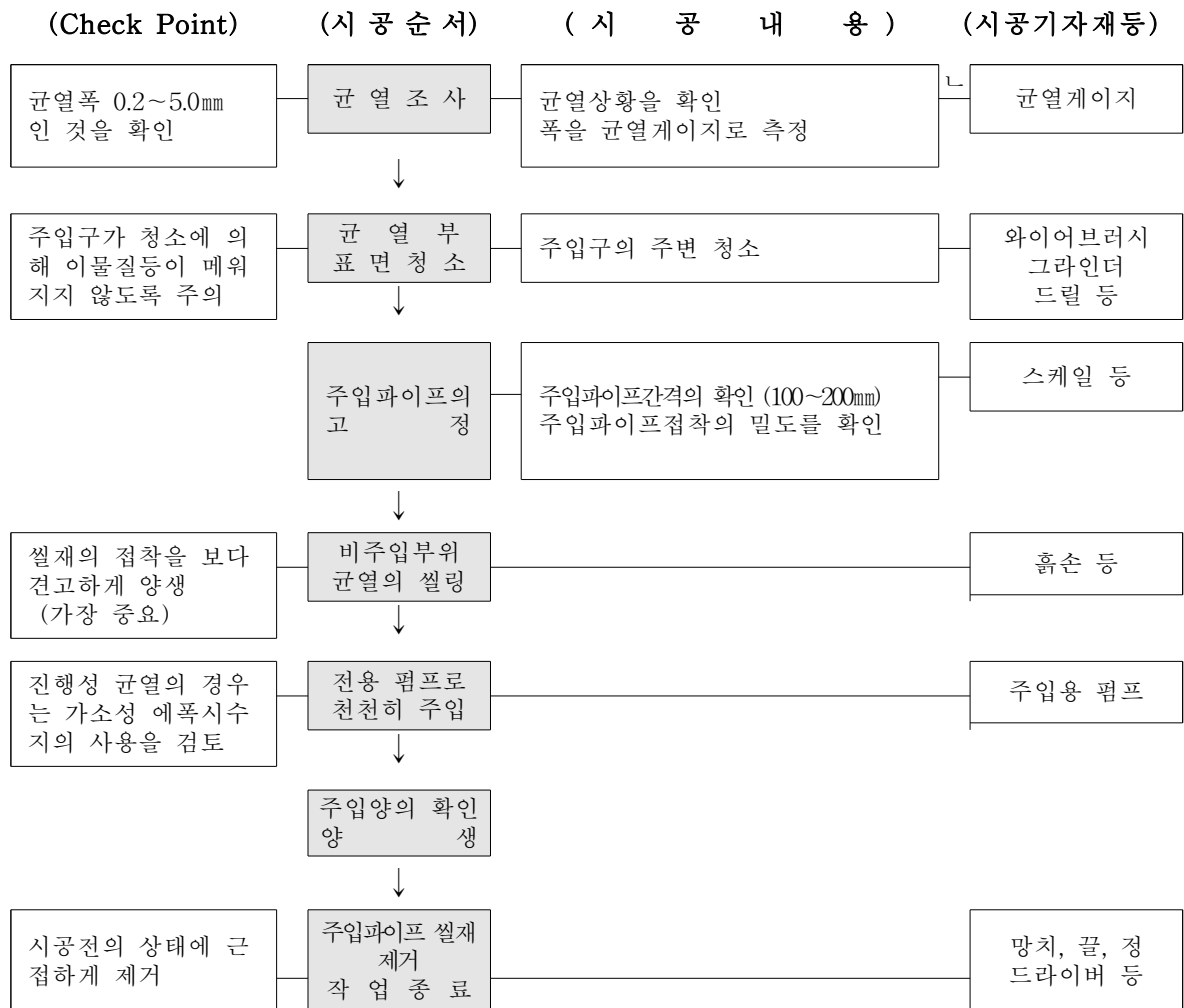
모든 균열보수의 마지막 단계에서는 균열을 따라 썰재를 완전히 제거한 후 깨끗이 청소하여 균열 수지재가 표면에 나타나야 한다. 균열보수의 사전 확인은 적어도 3개소 이상의 코어를 채취하여 균열보수깊이를 측정하고 그 깊이가 균열깊이의 85%이상이어야 한다.

② 시공방법 및 시공순서

- a) 하지처리 : 와이퍼 브러쉬, Disc Sander 등으로 Seal재 예정부를 관찰하여 양호한 면을 드러내도록 하며 기름기가 있으면 신나등으로 깨끗이 제거한다.
- b) 좌대부착 : Seal 재를 이용해서 주입용 좌대를 부착, 접착, 고정시킨다. 좌대의 중심은 균열 중심에 맞춘다. 좌대의 간격은 균열폭, 상황에 따라 결정하며 일반적으로 25cm내외의 간격으로 부착한다.
- c) Seal재 양생 : 균열부 표면을 Seal재로 확실히 Sealing해서 주입수지가 유실되지 않도록 한다. Seal 재의 경화시간은 2시간에서 24시간 이내로 한다.
- d) 주 입 : 일반적으로 주사기 타입의 에폭시 주입기를 사용하여 수지를 주입한다. 균열폭이 큰 경우는 좌대를 통해서 펌프등으로 미리 주입을 할 수도 있다. 건식 크랙인 경우는 건식용에폭시 주입재를 사용하고 누수가 나타나는 크랙은 습식용 에폭시를 사용한다.
- e) 주입재양생 : 주입용 수지가 크랙부위에 충전되어 경화되도록 약 24시간의 양생 시간을 갖도록 한다.
- f) 마무리작업 : 주입재가 경화된 후에 좌대를 제거한다. 철 헤라나 도치램프 등으로 제거하며, 필요한 경우 마감재로 도장, 결출 마감한다.



<그림 6.3.3> 균열주입 순서



<그림 6.3.4> 균열주입공법 시공요령 흐름도

나. 단면복구(철근노출 부위)

팻칭 후 에폭시 몰탈 보수 공법으로 콘크리트의 균열, 철근노출 및 부식, 박리·박락, 층분리 등 결함부위를 보수하기 위해 결함부를 제거한 후 에폭시 몰탈로 보수하는 공법이다.

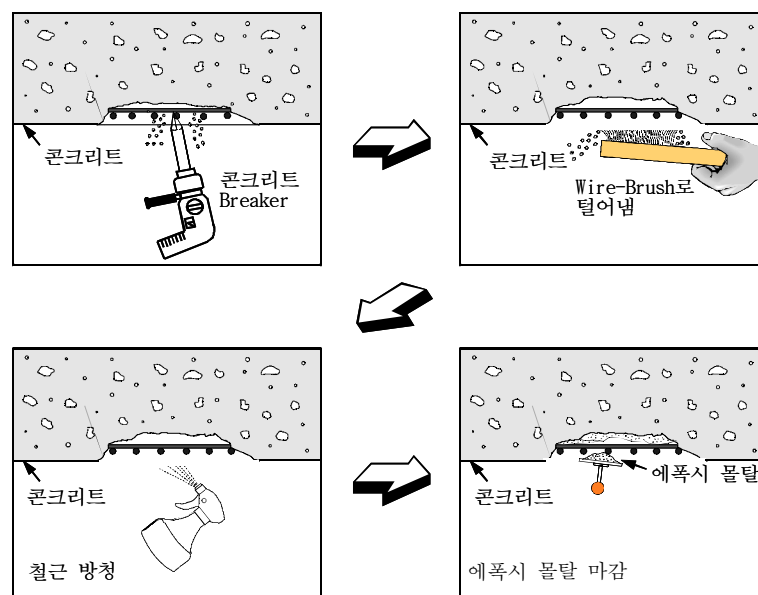
(1) 사용재료

- ① 핸드 브레이커
- ② 와이어 브러쉬, 디스크 샌더
- ③ 방청재, 도장재
- ④ 수지계 접착제, 에폭시 몰탈

(2) 시공순서

- ① 콘크리트 박락부의 파손부위를 햄머, 콘크리트 Breaker 등을 이용하여 일정한 모양으로 면을 처리한다.
- ② 와이어 브러쉬 등을 이용하여 이물질을 제거한다.
- ③ 철근의 녹 등을 제거하고 방청재를 도포한다.
- ④ 커팅부에 에폭시 수지 접착제를 도포하여 에폭시 몰탈과의 부착을 좋게 해준다.
- ⑤ 적합하게 배합된 에폭시 몰탈로 파손부위를 마감한다.
- ⑥ 양생이 완료된 후 그라인더로 표면을 깨끗이 마무리 한다.

(3) 시공 상세도

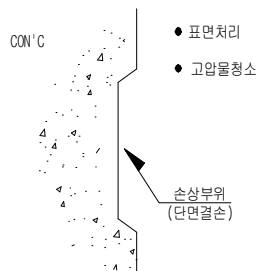


<그림 6.3.5> 에폭시 몰탈 보수

다. 단면복구(비 철근노출 부위)

콘크리트 표면에 재료분리 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함부 주변 표면을 제거한 뒤 퍼티용 에폭시계 수지를 채워 내부 콘크리트를 보호하고 철근의 부식을 방지할 목적으로 실시하는 보수공법이다.

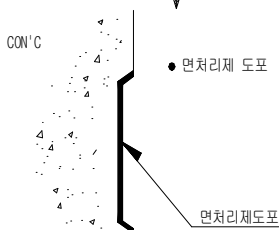
● STEP 1



표면처리

열화된 콘크리트를 수공구 또는 전동공구를 사용하여 손상부위 (T≈3cm)를 완전히 제거한다.

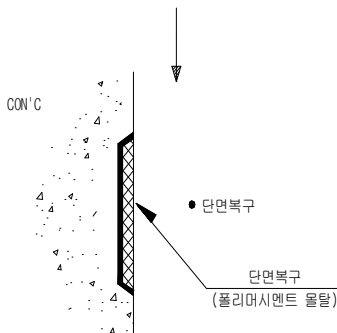
● STEP 2



고압물 청소

고압수 세정기를 사용하여 이물질을 완전히 제거한 후 자연건조 시킨다.

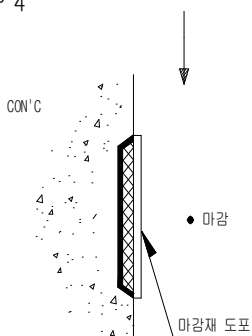
● STEP 3



면처리제 도포

로울러나 도로작업용 붓, 에어스프레이건 등을 사용하여 표면처리한 구체에 골고루 도포한다.

● STEP 4



단면복구

폴리머 시멘트 몰탈로 단면(≈5cm)을 복구한다.

마감재 도포

로울러나 붓으로 마감재를 도포한다.

<그림 6.3.6> 재료분리 단면복구공법 개요도 및 시공순서

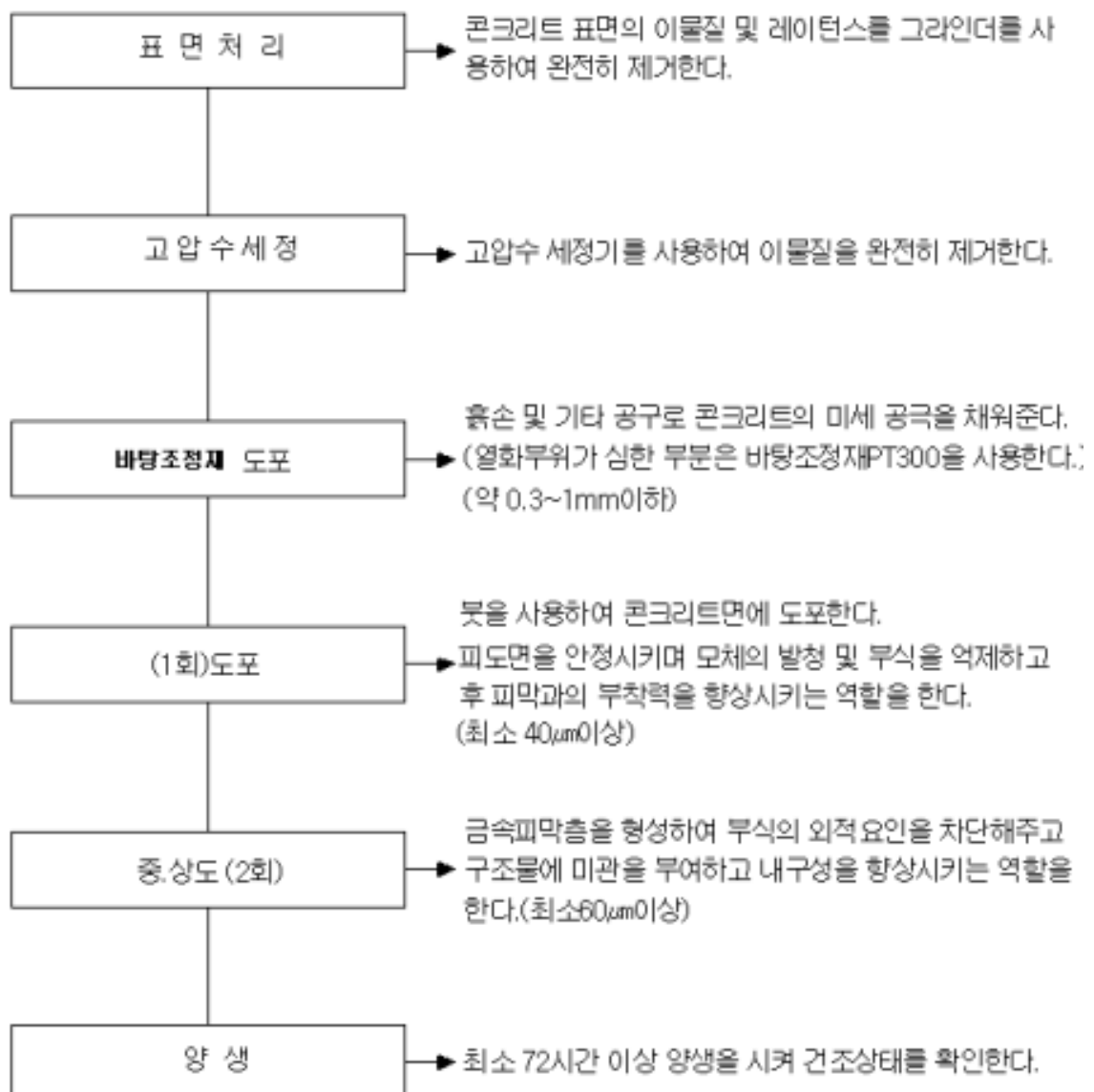
라. 백태 보수공법(표면처리공법)

구조물의 표면보호 및 부식의주요 원인인 염화물 이산화탄소 수분등을 차단하여 콘크리트 구조물을 염해,중성화로부터 구조물을 보호함으로써 구조물의 미관을 유지하고 내구성을 향상시키는 공법이다.

(1) 사용재료

- ① 와이어 브러쉬 / ② 끌 / ③ 고압세정기

(2) 시공순서



<그림 6.3.7> 백태 보수 시공순서

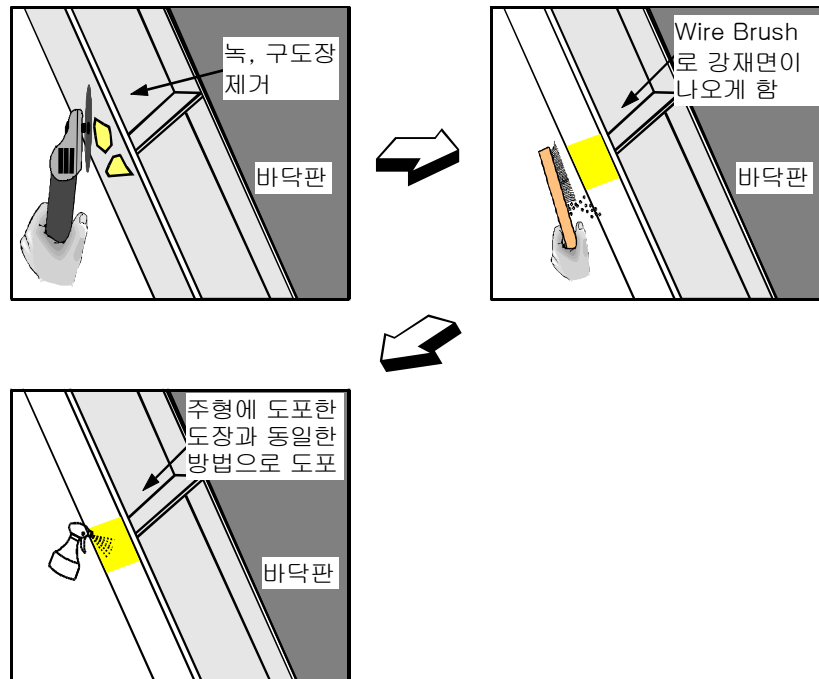
마. 강제 재 도장

(1) 개요

도장은 시공시 상태가 아주 양호하게 시공이 되더라도 시공직후로부터 서서히 노화현상이 시작되며, 白亞化, 갈라짐, 부풀어짐, 벗겨짐, 녹 등을 발생시키게 된다. 강구조물의 재 도장은 도막의 열화나 녹의 발생 등의 결함이 진행하지 않는 시점에 재도장을 할 필요가 있다. 다음은 강교의 노후 및 사고 등에 의해 훼손된 도장 또는 발청, 녹이 발생한 부분에 대하여 새로 도장하는 공법이다.

(2) 시공흐름도





<그림 6.3.8> 재 도장 순서도

(3) 시공방법 및 유의사항

- ① 모든 도료는 최대의 도장효과를 얻기 위해 도료가 요구하는 정도의 표면처리를 필히 해야 한다.
- ② 브ラスト 작업은 피도물에 기름, 용접찌꺼기, 먼지, 기타 오염물질을 제거한 후에 실시하여야 한다.
- ③ 브ラスト 세정 후 표면은 부드러운 솔이나 압축공기 또는 진공청소방법에 의해 표면에 남아 있는 이물질을 제거해 주어야 하며 특히 구석진 곳, 후미진 곳의 이물질을 제거해야 한다.
- ④ 브ラスト 세정 후 적어도 3시간 이내에 도장해야 하며 표면에 재발청이 되었다면 도장 전 다시 브ラスト 세정을 해야 한다.
- ⑤ 샌드브라스팅에 사용하는 모래는 건조해야 하고 염분에 오염되지 않은 것을 사용해야 하며, 모래의 입자는 0.7~1.2mm가 적당하고 석영의 함량이 부피비로 95%이상이어야 좋다.
- ⑥ 브ラスト 세정작업은 대기오염방지를 위해 방진막을 설치하고 분사압력은 5kg/cm² 정도로 하며, 분사각은 30~40°로 작업한다.
- ⑦ 상대습도 80%이상일 때는 브라스팅 작업을 중지해야한다.
- ⑧ 에어리스스프레이 도장 시 피도체와의 거리는 30cm정도로 균일하게 유지하여야

하며 항상 피도면에 직각이 되도록 도장하여야 한다.

- ⑨ 에어리스스프레이 도장 시 건의 이동속도는 매초 50~60cm으로 하고 30~40%중첩되도록 도장하여야 한다.
- ⑩ 에어리스스프레이 도장 시 용접선이나 구석진 곳(리브단면)과 같은 스프레이 작업이 어려운 곳은 붓으로 선행도장을 한 후에 다시 전면도장을 해야 한다.
- ⑪ 도장은 전체 부위에 규정된 도막이 균일하게 도포되도록 도장하고 도장이 빠지거나 과도막이 흐른 부위가 없도록 유의하여야 한다.
- ⑫ 도장조건은 다음과 같다.
 - 가) 최적의 도장온도범위는 15~32℃ 사이이다.
 - 나) 표면온도가 32℃ 이상이면 도막이 너무 빨리 건조되어 핀홀이나 부풀음 같은 결함현상이 발생하며 5℃ 이하이면 경화가 느릴 뿐만 아니라 불완전한 경화를 유발할 수 있다.
 - 다) 도장하는 동안 표면의 응축을 방지하기 위하여 철 표면 온도가 이슬점보다 3℃이상 높아야 한다.
 - 라) 일반적으로 도장을 위한 최적의 습도 범위는 50~80℃ 이다.
 - 마) 안개, 비, 서리 또는 강한바람이 부는 날에는 옥외도장을 피해야 한다.
- ⑬ 사용가능한 기간(제조일로부터 1년)이 경과된 제품은 사용하지 않도록 한다.

바. 받침장치 강판부식 방청

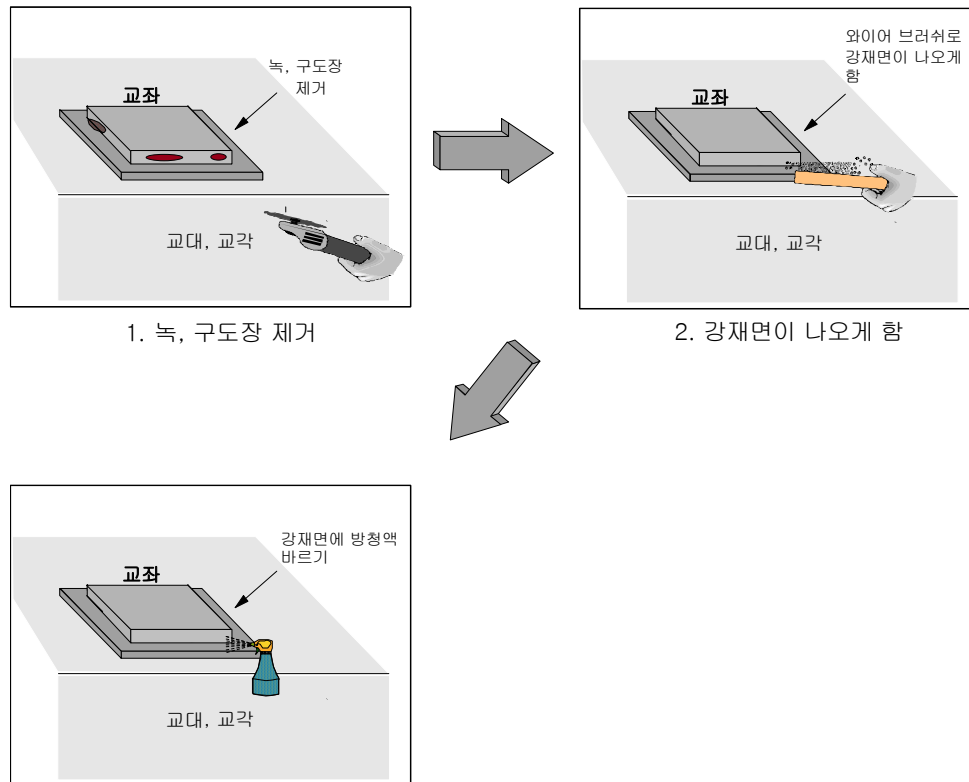
받침은 상부의 각종하중을 하부에 전달함과 동시에 상부의 신축과 처짐에 대해서도 이동, 회전하여야 하는 등 많은 기능을 가지고 있는 부재로서 받침의 도장은 녹 등에 의한 받침기능 상실을 방지하는 중요한 역할을 한다. 교량 가설시 성실한 도장을 행하였다 하여도 시간의 경과에 따른 점진적인 열화현상이 생기며, 갈라짐, 부풀어짐, 벗겨짐, 발청, 부식 등이 발생되므로 결함이 진행되지 않는 시점에서 방청조치를 할 필요가 있고, 이미 녹이나 부식이 진행 중이면 조속히 대책을 강구해야 한다.

(1) 사용재료

와이어브러쉬, 디스크샌더, 해머, 스크레퍼, 방청액

(2) 시공순서

- ① 녹, 구 도장을 제거한다.
- ② 강재 면이 나오게 해서 깨끗이 한다.
- ③ 기존에 도포한 도장과 청소한 면에 방청 액을 바른다.



<그림 6.3.9> 교량받침 방청순서도

사. 차수덮개 설치

1) 개요

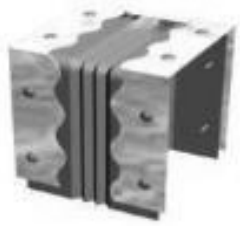
방호울타리 차수덮개가 불량하여 하단부의 누수로 인한 하부부재의 열화가 초래될 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 차수덮개 설치를 제시하였다.

2) 시공방법

방호울타리 제원을 고려 차수덮개 제작 → 설치부 콘크리트면 절삭 → 고정 → 틈새부분에 대한 실리콘 처리 → 종료

3) 차수덮개 재설치 비교안

<표 6.3.1> 차수덮개 설치 비교표

구분	제 1 안 Cover Plate	제 2 안 차수조인트	제 3 안 BWP Joint
개요	신축이음부의 방호울타리(중앙분리대) 우수덮개가 변형, 파손되어 미관을 저해할 뿐만 아니라 하부로 누수를 유발해 2차 손상의 원인이 되므로 재설치한다.		
시공 단면도			
재료 구성	1. 철판 SS 400 또는 STS 304 2. 고정 세트앵커	1. 상판 STS 304 2. 하부신축고무- CR 3. 고정- 세트앵커 4. 상판 STS와 신축고무 일체형 구조	1. 상판 STS 304 2. 하부신축고무 CR 3. 고정-피스, 세트 앵커 4. 상판 STS와 신축고무 분리형 구조
방수성	방수가 양호한 편임.	방수가 양호한 편임.	방수가 완벽하며, 이로 인해 구조물의 수명이 연장됨.
내구성	철판인 경우 쉽게 부식되며, STS라 하더라도 누수가 되어 구조물에 문제를 유발시키므로 교체필요함.	상판 STS이므로 괜찮으나, 고무 배합상 갈라진 사례가 많으므로 반영구적이라 할 수 없음.	상판이 STS이고 신축고무가 특수 배합된 내오존, 내산성의 재질이므로 수명이 반영구적이라 할 수 있음.

아. 신축이음 교체공사

1) 개요

교량에 있어서 신축이음장치는 파손이 빈번한 부위로서 신축이음장치의 기능불량은 온도변화 등에 대한 수축과 팽창 등을 흡수할 수 없고 차량 통행시 충격발생으로 인하여 교량에 악영향을 미칠 수 있다. 신축이음장치는 온도변화, 건조수축, 활하중 등에 의한 교량상판의 이동을 원활하게 수용하기 위한 목적으로 사용되는 교량의 주요부속품으로서 신축이음장치가 기능을 적절히 수행하기 위하여 만족해야 할 조건은 다음과 같다.

- ① 수평, 수직 등 모든 방향의 이동을 수용해야 한다.
- ② 가해진 모든 힘에 견디어야 한다.
- ③ 방수, 배수가 양호해야 한다.
- ④ 미끄러지지 않아야 한다.
- ⑤ 작동중에 소음, 진동이 없어야 한다.
- ⑥ 내부식성 및 내화학성이 있어야 한다.
- ⑦ 유지관리가 용이해야 한다.

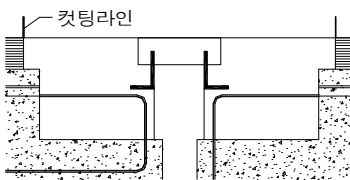
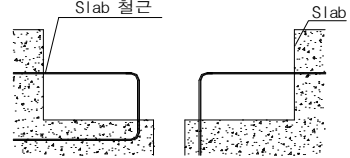
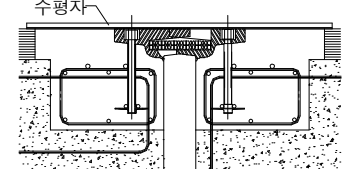
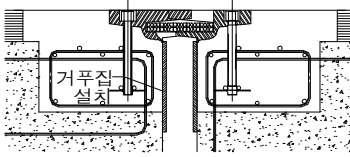
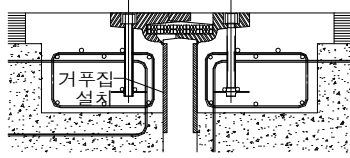
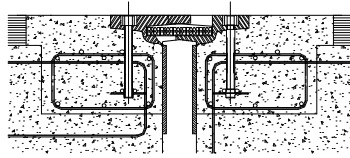
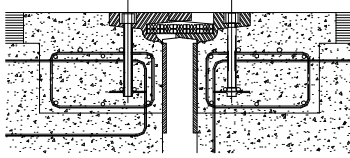
2) 시공시 주의사항

- ① 일반적으로 신축이음장치의 설계도면에 표시되는 신축량은 상온 15°를 기준으로 한 것이므로, 설치시 온도를 고려하여 PRE-SETTING 실시하여 설치한다.
- ② ANCHOR 및 보강철근은 슬라브 철근과 견고히 결속하여야 하고, 장치가 충분히 정착 되도록 긴장하여야 하며, 최대의 평탄성이 유지되도록 한다.
- ③ 콘크리트 타설 면은 압력수나 압축공기 등에 의하여 깨끗이 청소하고, 표면을 충분히 물로 적신 다음 콘크리트를 타설 하여야 한다.
- ④ 콘크리트는 빠른 시간 내에 타설하고 진동기를 적당히 사용하되 되도록 철근과의 접촉은 피하고 공극이 발생하지 않도록 한다.
- ⑤ 신·구 콘크리트의 이음부에는 승인된 접착제를 발라야한다.
- ⑥ 콘크리트의 표면은 흠손 등을 이용하여 깨끗이 마무리한다.
- ⑦ 콘크리트 타설 후 콘크리트가 소정의 강도에 달할 때까지, 습윤 및 보온상태를 유지하여 양생하여야하며, 그 기간 중 하중을 재하시켜서는 안된다.
- ⑧ 차량을 조기에 통과시킬 경우 소요 콘크리트 강도와 골재의 이탈방지를 위하여, 고강도 콘크리트($f_{ck}=350\text{kg}/\text{cm}^2$)를 사용하여야한다.
- ⑨ ANCHOR BOLT(타이로드)는 슬라브 두께가 부족 할 경우 BOLT를 절단하여도

무방하며 기존철근에 용접 등으로 단단히 고정시킨다면 구조상 문제는 없다.

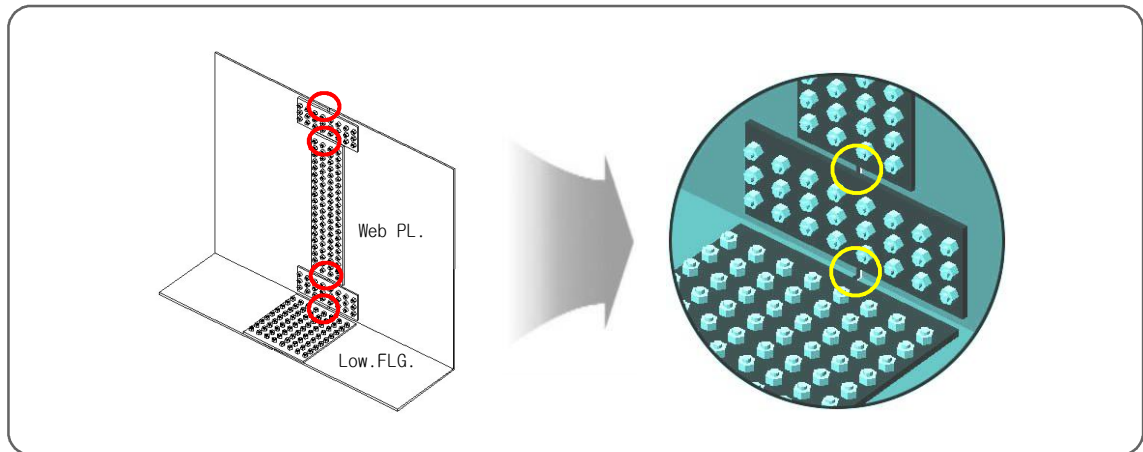
⑩ 후타재 보강철근의 상세는 Block out 크기및현장 여건에 따라 달라질수있다.

<표 6.3.1> 신축이음장치 교체순서

NO	주요공정	순서도	세부작업내용
1	기존신축이음장치 철거		· 신축이음장치 철거를 위한 아스팔트 or 후타재 콘크리트 컷팅 · 접촉부분에 아스팔트 파손시 가급적 파손부를 포함하여 컷팅 라인을 설정한다.
2	BLOCK (깨기 및 철거)		· 제품의 규격에 따라 BLOCK OUT량 선정(폭 X 깊이) · Con'c깨기 및 기존 Joint 철거 · 치핑 및 청소(잡석 처리) · 기존 Slab 철근 노출
3	설치		· Joint 가설치 · 레벨(수평) 조정하여, Joint를 요점 고정한다.
4	거푸집 설치		· 거푸집을 설치한다.(철판, 합판) · 콘크리트 타설시 Con'c가 새어 들어가지 않도록 해야한다.
5	철근, 보강 용접		· 철근을 보강 용접한다.
6	콘크리트 타설 및 양생		· 신구접착제 바르기 · 보수계획에 따라 타설콘크리트 결정(초속경,초조강,무수축Con'c) -초속경 콘크리트 = 3시간이상 -초조강 콘크리트 = 24시간이상
7	종료		· 현장 정리, 청소 및 표지판 철거 · 차량 통과

자. Box Girder 볼트이음부 실리콘 충전

Steel Box Girder의 볼트연결부(Splice)에서 우천시 우수가 Box내부로 유입될 수 있고, 유입된 우수는 강재의 부식을 유발할 수 있으므로 Splice 연결부의 틈을 신축성이 있는 탄성재료인 실리콘 또는 우레탄 등으로 충전하는 방법이다.



<그림 6.3.10> Box Girder 볼트이음부 실리콘 충전

6.4 유지관리방안

6.4.1 개요

시설물의 유지관리 기본은 손상의 조기발견과 원인규명 및 신속한 대책을 수립하는 것으로서 이를 위해서는 정기적이고 지속적인 점검이 이루어져야 한다.

구조물은 건설 후 각종 자연환경 및 인위적인 사용환경의 영향을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 열화되어 사용성 및 안전성이 저하된다. 유지관리란 이렇게 열화, 손상되어 가는 구조물의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 이용자의 편의와 안전을 확보함은 물론 기능상 지장을 주는 요소를 사전에 발견하여 제거하고, 점검을 통하여 이상이 발견된 개소에 대하여는 보수 및 보강을 실시하는 작업을 말한다.

본 시설물의 중요성을 감안하여 시설물의 효율적인 운영을 위해 유지관리에 필요한 구조적 설비 및 관리기법에 관한 지속적인 관심이 필요하며, 일반적인 유지관리 업무 및 흐름은 다음과 같다.

가. 자료 관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 자료를 관리하는 업무를 말하며 일반적으로 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다.

자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 볼 때 관련내용을 전산화하여 관리하면 효율적이다. 일반적으로 구조물의 유지관리시 필요한 관련자료를 열거하면 다음 장과 같다.

- 설계도서(시공 및 보수 도면, 구조계산서 등)
- 공사내역서 및 지방서
- 사진
- 시험결과
- 보수·보강이력
- 사고기록
- 점검 및 진단이력
- 시설물 관리대장
- 상태 및 안전성 평가기록

나. 일상 관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하는 차원에서 수행하는 작업을 말하는 것으로서 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

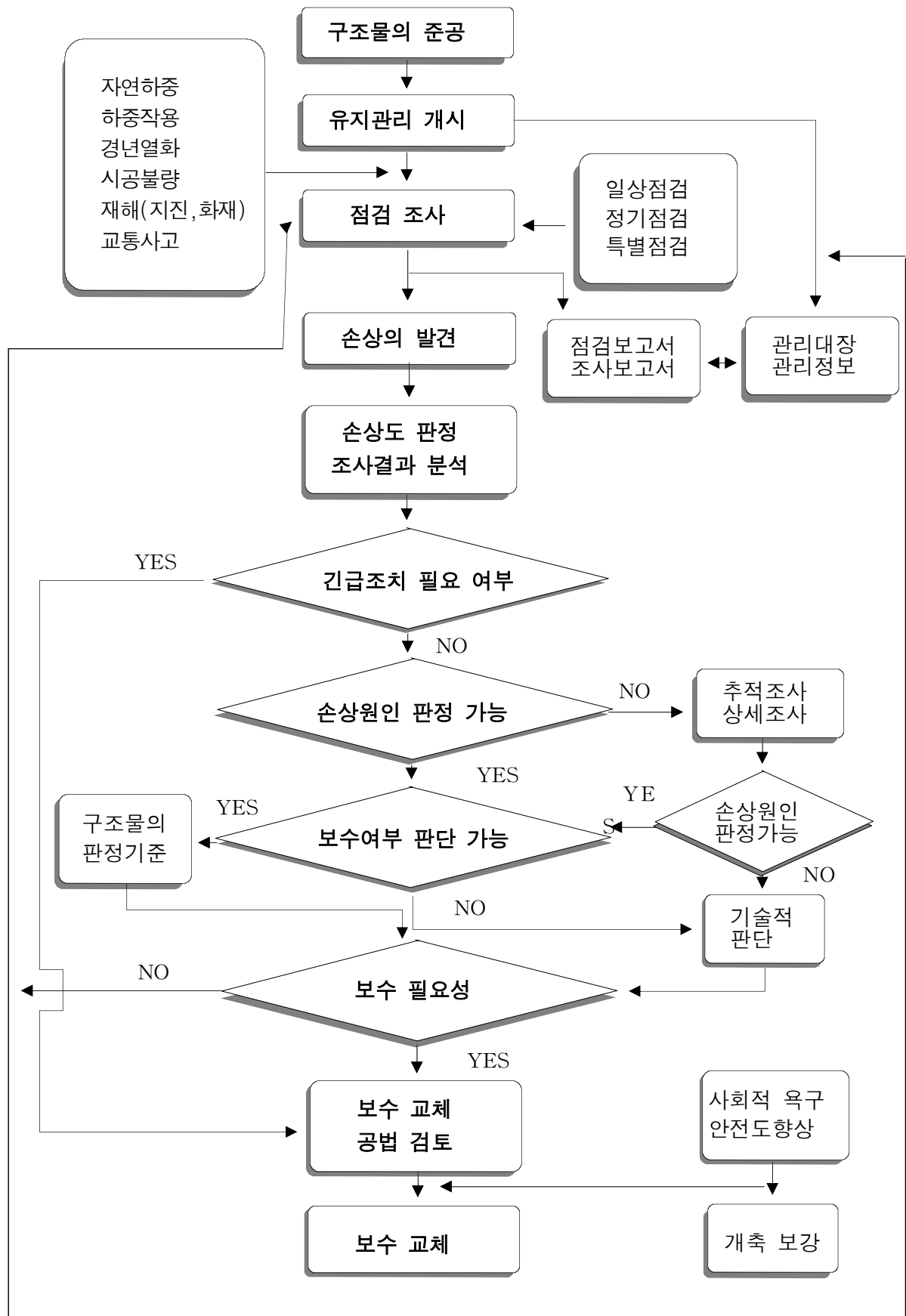
다. 점검 및 진단

점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로서 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

점검은 일상점검, 정기점검(초기점검 포함) 및 긴급점검으로 나누며, 점검결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세 조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 대상구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

라. 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상의 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 지지력을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.



<그림 6.4.1> 유지관리 흐름

6.4.2 유지관리방안 제시

가. 점검주기 및 주요 항목

본 점검대상 구조물은 준공 후 일정시간이 경과되었고 향후 공용 기간 중에 계속적으로 유지관리에 의한 시설물의 관리가 필요하다. 따라서 본 구조물의 공용기간 중에는 다음의 점검주기 및 주요항목에 대한 지속적인 점검을 실시하여 시설물의 안전성과 내구성을 유지하여야 할 것으로 판단된다.

<표 6.4.1> 정밀점검 주기 및 주요항목

진단주기		주요항목
A등급	3년에 1회이상	· 형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등) · 정밀한 외관조사 (파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등) · 시험장비에 의한 측정 및 시험 (강도, 탄산화 등) · 상태평가, 종합평가 · 보수·보강방법 제시
B·C등급	2년에 1회이상	
D·E등급	1년에 1회이상	

나. 유지관리

구조물의 유지관리는 체계적으로 이루어져야 한다. 주기적으로 구조물의 상태를 조사하고 유지보수에 필요한 자료를 수집해야 하며 현장조사를 실시하여 항상 안전성이 확보될 수 있도록 해야 한다. 그러나 주기적인 관리 외에도 수시로 안전 상태를 점검해서 문제점을 발견하는 즉시 교정해야 한다. 모든 유지관리내용은 데이터베이스화하여 중복 투자를 방지하고, 이상 징후를 쉽게 발견하여 조치할 수 있어야 한다.

구조물의 유지관리는 주기적으로 일상적인 유지관리와 중점유지 보수 작업으로 구분하여 실시할 필요가 있다.

- 일상 유지관리는 구조물의 기능 유지를 위한 유지관리로 구조물에 관련된 유지관리와 구조물을 통과하는 교통관리로 구분할 수 있다.
- 중점 유지보수는 구조물에 관련된 각종 구조물과 시설의 구조적 손상을 보수하며, 구조물의 등급과 적용 장비에 의거하여 계획해야 한다.

다음에는 각 주요항목별로 구조물의 유지관리에 필요한 세부항목과 개략적인 내용을 정리하여 수록하였다.

(1) 구조물의 구조적 안전상태 관리

① 구조물 상단의 점검

- 구조물 상부 포장부 및 보도부 위험 부분을 사전에 제거
- 도로 포장부 및 보도부 문제점 발견시 즉각 조치

② 구조물 점검

- 구조물 구조상 내부 외관상의 징후를 사전에 예측이 어려우나 정기적인 점검 및 사전조사가 필요함.
- 바닥관하면, 교대, 교각의 파손, 변위 등에 의한 손상의 확인
- 신축이음장치 및 교량받침 정상적인 가동 여부를 확인 후 이상 발생시 즉각 조치

(2) 교통관련 사항

구조물의 원활한 사용을 위하여 교통시설 및 노면상태를 주기적으로 관리한다.

- 노면의 청소상태
- 노면의 아스팔트의 주행성 및 평탄성 점검

(3) 구조물의 유지관리 작업에 따른 안전 대책

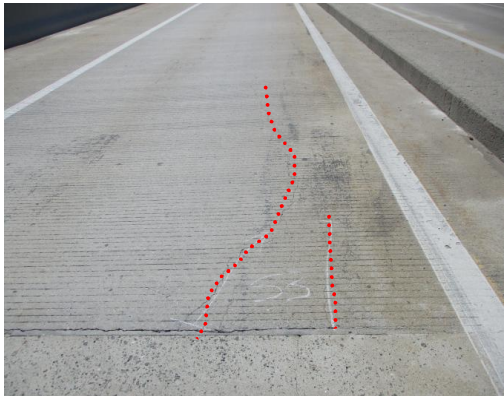
구조물의 유지관리를 위한 제반작업은 교통 소통을 제한하고 실시해야 하므로 안전관리 규정을 준수하여 통과차량은 물론 유지관리 인원의 안전을 기해야 한다. 또한 유지관리 작업으로 야기되는 분진, 소음, 가스등으로부터 유지관리원이 보호될 수 있도록 안전장구를 갖추고 작업해야 한다.

6.4.3 중점 유지관리 항목

본 장은 금회 실시한 정밀점검결과를 바탕으로 부재별 결함부위에 대한 원인분석과 사전에 예방하자는 유지관리차원에서 중점적으로 점검해야 하는 사항을 제시하고 유지관리상 필요한 점검항목 및 점검요령을 기술하였다.

가. 교면포장의 유지관리

<표 6.4.2> 교면포장의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		▪ 균열, 요철, 단차, 포트홀, 패임
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부		▪ 단차, 침하
▷ 배수구 주변		▪ 물고임, 이물질 퇴적
주요 부위 및 주요 손상	 	<교면포장 전경> <포장 균열>
점검 요령	◦ 점검방법 - 차량방호책측 노면에서 도보점검 - 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검 - 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 - 교면 위 물고임 및 포트홀 점검(가급적 비온 직후 점검) ◦ 손상발생시 조치 - 손상이 확인한 부분은 위치, 규모에 대하여 기록 후 사진 촬영 - 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ◦ 점검시 유의사항 - 노면은 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검	
중점 점검 사항	◦ 주요점검항목 - 균열 및 마모발생 여부 확인 - 포트홀 및 소성변형 확인 - 포장 체수구간 확인 및 유지관리	
점검 도구	◦ 사진기 ◦ 줄자(5m) ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장	

나. 신축이음장치의 유지관리

<표 6.4.3> 신축이음장치의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본 체	- 공통	▪ 누수, 오염(배수시설누락,유간의 오물퇴적) ▪ 유간(부족 및 과다) ▪ 이상진동(충격음) ▪ 본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
	- 강재	▪ 방수재(씰재) 파손 - 노면수 유입
▷ 후타재		▪ 균열, 파손(패임 및 요철) ▪ 전·후의 단차(교면포장과의 단차)
주요 부위	 <신축이음 상면>	 <신축이음 하면>
점검 요령	◦ 점검방법 - 보도 혹은 방호난간측 노면부에서 점검하며 필요시 교통유도 후 점검 - 신축이음부의유동, 단차, 파손으로 인한 충격발생 여부 점검 (단차관리 기준 : 자동차 전용도로 10mm) - 강재 연결부의 경우 이완 및 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교대 위에서 신축이음하부의 방수성 및 단부 보강 슬래브 상태 점검 - 방호난간부 신축이음의 방수기능 등 점검 - 신축유간 확보량이 확연히 의심스러운 경우 안전을 고려하여 노면 난간에 약 50cm 떨어진 곳에 측정지점을 표시하여 하절기와 동절기에 동일위치에서 신축유간 점검 - 점검기간내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정 유간을 확보하고 있는지 확인 점검 ◦ 손상발생시 조치 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책 수립 ◦ 점검시 유의사항 - 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행 - 신축유간 점검시 통행차량에 유의	

<표 6.4.3> 신축이음장치의 유지관리 일반사항(계속)

주요 손상	  <후타재 균열, 유간 협착> <본체 부식, 유간부 이물질 퇴적>
중점 점검 사항	◦ 본체 - 신축이음 및 조인트 누수 (방수기능저하, 하면 누수 동반) - 하부 거더 부재 부식, 받침 부식, 바닥판 누수 및 백태의 원인 제공 - 신축이음 표면마모, 부식 - 유간과다, 파손, 단차, 볼트탈락으로 인한 충격음 발생 및 본체 유동 - 유간부족 및 과다로 인한 본체 파손 ◦ 후타재 - 구조물 경계부 포장침하로 인한 단차 - 콘크리트 품질불량, 열화에 의한 균열, 파손
점검 도구	◦ 사진기 ◦ 줄자(5m), 드라이버 - 유간오물 확인 ◦ 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장

다. 난간의 유지관리

<표 6.4.4> 난간의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 난간	- 알루미늄, 철재 - 콘크리트	▪ 변형, 파손 ▪ 부식, 도장박리 ▪ 전체적인 처짐 및 선형불량
주요 부위	 <난간 전경>	 <중앙분리대 박리>
점검 요령	◦ 점검방법 - 교량 한쪽에서 눈을 난간 높이 정도로 낮추어 난간의 전체 선형에 급격한 변화 부분 및 손상이 있는지 점검 ◦ 손상발생시 조치 - 난간의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 교량받침이나 교대의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록 - 난간의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요	
중점 점검 사항	◦ 주요점검 대상 : 전 경간 ◦ 주요점검 항목 - 파손, 변형, 부식 - 차량충돌에 의한 파손여부 - 손상진전에 따른 보수여부 결정	
점검 도구	◦ 사진기 ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장	

라. 교량받침의 유지관리

<표 6.4.5> 교량받침의 유지관리 일반사항

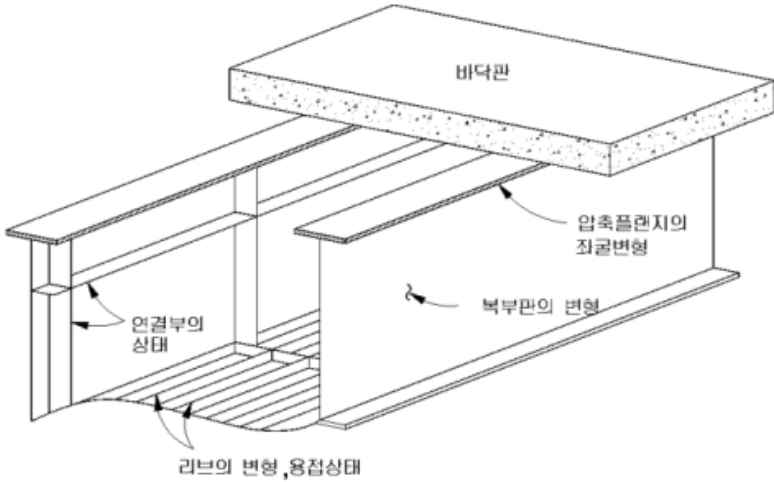
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	- 공통	▪ 부식(오물퇴적), 변형 ▪ 균열, 파손(균열발생으로 파손진행) ▪ 가동받침의 유간부족 및 가동장애요소 ▪ 받침과 거더의 밀착상태(분리) ▪ 앵커볼트 파손(절단) ▪ 가동방향오류, 편기설치
	- 강재받침	▪ 본체의 부식 ▪ 변형, 파손
▷ 받침대		▪ 균열, 파손(하부공동) ▪ 부분침하
주요손상		
 <받침부식>  <받침 콘크리트 균열>		
점검 요령	◦ 점검방법 - 점검로가 설치된 부분은 근접하여 점검하고 점검로가 없는 부분은 교량 하부에서 받침하부의 교대 두부 균열점검 - 신축유간은 하절기나 동절기에 신축방향으로 유간이 대략 1cm 이내일 경우 점검하고 유성펜으로 현재 유간을 표기후 다음 점검시 이동량을 확인하는 방법도 가능함 - 받침하부에 공동이 의심되면 드라이버 혹은 철사 등으로 찔러서 확인 - 수직보강재와 받침이 10cm이상 편기시 하부플랜지의 국부변형이나 거더 복부판이 좌굴여부 확인 - 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석 ◦ 손상발생시 조치 - 받침하부 교대 두부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책수립 필요	

<표 6.4.5> 교량받침의 유지관리 일반사항(계속)

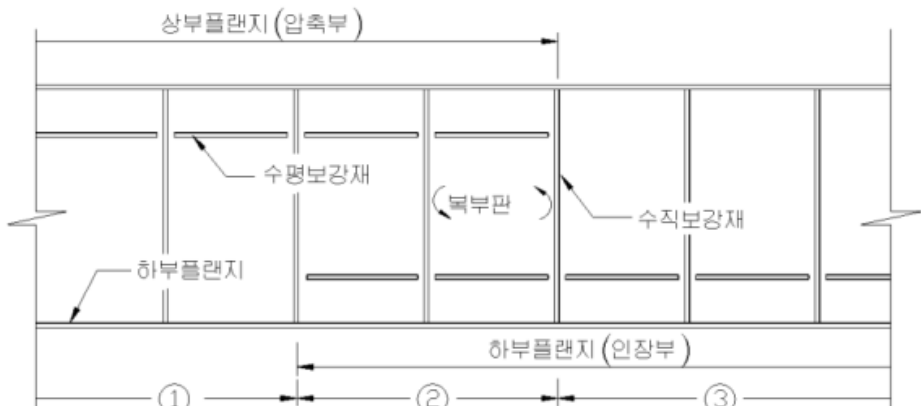
중점 점검 사항	◦ 상부 Plate 부식 ◦ 우수 및 피복부족으로 발생한 받침물탈의 파손 점검 ◦ 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 형겼으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 하부받침 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음 ◦ 받침의 이동량 측정은 지난번 점검 때의 기온과 금번 점검 때의 기온차를 측정하여 이동량을 계산하고 실제 받침이 이동한 양과 비교한다. 이는 받침의 온도변화에 따른 신축작용이 원활히 이루어지는지 기능적 상태 ◦ 가동받침의 이동량 점검 - $\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$ 여기서, Δl : 이동량(mm), α : 선팽창계수(강교 1.2×10^{-5}, 콘크리트교 1.0×10^{-5}) ΔT : 온도 이동량 (한랭지방 -20~+40℃) l : 신축 주형길이(m) ◦ 받침 모르터에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하 흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접 받침의 상태를 참고하여 확인 ◦ 받침부의 물고임 부분은 누수 부위의 확인 및 물고임 원인 분석 ◦ 교량받침의 작동 여부는 가동흔적을 근거하여 육안점검에 의존하고 있으므로 정확한 신축량 확인이 어려운 실정이다. 따라서 정확한 신축량 측정을 위하여 신축량 측정계를 설치하는 것이 바람직하다. ◦ 강재 받침의 부식 및 미끄럼판의 상태 확인 ◦ 교량의 신축에 따른 받침 이동 기능의 문제점 여부 확인
점검 도구	◦ 사진기 ◦ 균열자 ◦ 유성펜 및 청소용 걸레 ◦ 줄자(5m자) ◦ 점검용 망치 및 드라이버 ◦ 온도계 ◦ 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) ◦ 점검야장

마. 강박스 거더

<표 6.4.6> 강박스거더의 유지관리 일반사항

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	• 변형, 균열, 파손 • 표면(도장)상태 오염, 부식 • 이상처짐 • 연결부 볼트 이완, 파손, 이상음
▷ 받침부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 박스내부 출입구 개폐 • 거더와 받침연결부 부식 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부	• 맞대기 용접부 균열 • 플랜지 변형 및 처짐 • 다이어프램 연결부 균열
▷ 2차부재	• 거더와의 연결부 균열
▷ 보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열
주요 내용	
점검요령	○ 점검방법 - 접근장비로 근접 육안점검 - 복부판의 국부좌굴이 의심스러운 경우는 복부에 수직으로 막대기를 밀착시킨 후 막대기와 복부판의 떨어진 거리 측정 - 부식된 부분은 부식정도를 파악하기 위하여 브러쉬 등으로 표면을 긁어낸 후 단면결손 정도를 확인(받침부 : 복부판, 중앙부 : 플랜지)

<표 6.4.6> 강박스거더의 유지관리 일반사항(계속)

점검요령	○ 점검방법 - 박스내부 점검시 연속교의 경우 어느 부분까지 점검했는지 혹은 인장부위가 어느 부분인지 구분이 어려울 때, 복부에 붙어있는 수평보강재의 위치가 위에 있는지 혹은 아래위에 동시에 있는지, 아래에만 있는지를 확인하여 자신의 위치를 알 수 있다. 왜냐하면 보강재는 좌굴방지용으로 압축측에 설치하기 때문이다. - 예를 들어 ①구역은 수평보강재가 위에 있으므로 상부플랜지는 압축, 하부플랜지는 인장구역으로 정모멘트 구간임을 알 수 있다.  ○ 점검시 유의사항 - 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장을 조심스럽게 제거한 후 확대경을 사용하여 면밀하게 점검하고 특히 균열이 미세할 경우 불결하게 문질러 지워지지 않도록 하여야 하며 점검 후에도 균열 상황을 재검토하기 위하여 균열부위는 청결한 상태를 유지 - 균열은 밝은 날 낮 추운 날씨에 더 잘 보이며, 균열을 발견하면 이와 유사한 조건의 다른 부위(교량의 전후좌우가 대부분 대칭임)에도 균열이 발생한 것으로 간주하고 점검에 임해야 함 - 박스내부 출입구 잠금장치가 망가져 있는 경우 부랑인들이 거주하고 있는 경우가 있으므로 2인 이상이 1조가 되어 내부 점검 - 박스내부에 환기부족으로 유해가스가 있을 수 있으므로 환기를 시킨 후 점검하고 인화성 물질을 휴대하지 않도록 하며 특히 흡연은 삼가하여야 함 점검도구 • 사진기(망원 렌즈) • 자(복부판 높이 정도의 막대기) • 확대경, • 점검등(박스내부) • 캘리퍼스 • 와이어 브러쉬 • 깨끗한 형깎 • 점검용 거울 • 점검용 망치 • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장
-------------	--

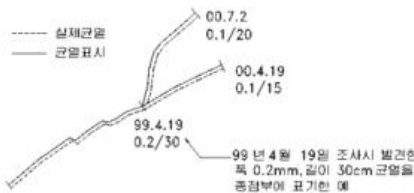
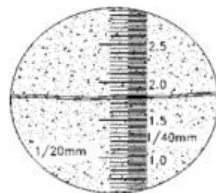
바. 거더 내·외측 고장력볼트의 유지관리

<표 6.4.7> 거더 고장력볼트의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 거더 내·외측	- SPLICE부 - 기타 연결부위	▪ 볼트부식 ▪ 볼트풀림 ▪ 도장손상(긁힘, 부식, 박리 및 박락)
주요손상		
		
<거더 외부 부식>		<거더 백태 오염>
점검 요령	◦ 점검방법 - 거더 외부는 교량점검차로 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검을 하며 거더 내부는 육안점검을 실시함. - 도장 손상상태 확인 및 토크렌치 및 망치를 이용한 볼트 조임상태 확인 ◦ 손상발생시 조치 - 볼트 부식 및 풀림, 도장손상은 장기적인 안전성을 저하시키는 원인이 되므로 강재방청 처리후 재도장 및 재체결등 실시하고 추후 유지관리를 위해 기록함.	
중점 점검 사항	◦ 주요점검 대상 : 전 경간 ◦ 주요점검 항목 - 볼트부식, 풀림, 도장손상등	
점검 도구	◦ 사진기, 토크렌치, 망치 ◦ 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) 및 점검야장	

사. 철근콘크리트 바닥판

<표 6.4.8> 바닥판의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷ 공 통		• 박리, 박락, 층분리, 재료분리 철근노출(피복두께 부족), 파손 • 백태(유리석회), 오염	
▷ 바닥판		• 종 · 횡방향 균열	
<주요손상>			
			
<균열>		<철근노출>	
점검 요령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검 - 중앙부 횡방향 균열과 받침부 사인장균열은 단면부측 등과 같은 구조적 균열의 형태로써 균열폭, 진전사향 등을 파악하기 위하여 균열의 시 · 종점을 표시하여 정기적으로 진전여부 관찰		
	 (a) 균열표시 예  (b) 균열경 조사 예 - 부모멘트가 발생하는 연속 받침부는 상부에서 하부로, 정모멘트가 발생하는 중앙부 구간은 하부에서 상부 순서로 점검을 진행 - 균열로부터 녹물 유출 여부 조사(철근 부식)		
중점 점검 사항	• 바닥판 단부 및 중앙부 철근 노출, 박리 및 박락 • 캔틸레버부 바닥판 열화 • 바닥판 망상균열(백태 동반)	점검 도구	• 점검용 망치 • 필기도구 • 점검야장 • 사진기(망원 렌즈) • 망원경 • 확대경 • 5m자

아. 교대

<표 6.4.9> 교대의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷공통		• 균열, 박리, 박락, 철근노출, 파손	
▷두부		• 두부 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손	
▷구체		• 이동 또는 기울음	
<주요손상>			
			
<교대 재료분리, 백태>		<교대 박리>	
점검 요령	○ 점검방법 - 교량하부 및 점검로에서 점검시행 - 교대측 혹은 점검로에서 선형을 전반적으로 관찰, 침하 나 기울음징후 점검 - 확대기초 주변 등 인접지반 침하 징후 점검 - 교대 구체의 균열, 백태, 철근노출 등 개략점검		
	○손상발생시 조치 - 교대 두부 받침하부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우는 즉시 보고하고 대책수립 ○점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 받침부 파손, 방호울타리 선형불량은 교대 침하, 기울어짐 등 이상 징후로 볼 수 있으므로 교대 점검시 참고해야 할 항목임		
중점 점검 사항	◦ 교대 박리, 박락, 백태, 균열 ◦ 교대의 기울기 측정	점검 도구	• 점검용 망치 • 필기 도구(소형 보드판, 분필) • 점검야장 • 경사계 • 사진기 • 망원경 • 확대경 • 5m자

7.1 총평

7.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부

7.3 유지관리시 특별관리가 요구되는 사항

제 7장 종합결론

7.1 총평

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 의거하여 시행하며, 교량의 안전성, 사용성, 내구성을 종합적으로 평가하고, 교량에 대한 물리적, 기능적 결함의 원인 분석을 실시하여 보수·보강 대책을 수립함으로써 시설물의 효율적인 관리와 유지관리 방안을 제시하였으며, 그 결과를 종합하여 요약하면 다음과 같다.

(※ 외관조사 내용은 보수공사가 완료되지 않은 시점에서 현장조사를 실시한 결과를 기술하였음. 각 부재에서 열화 및 손상이 확인되나, 금회 점검 기간 중 보수공사가 지속적으로 진행되고 있었으며, 금회 조사에서 확인된 손상의 대부분은 2017년 현장 정밀점검 외관조사 후에 완료된 관리주체의 유지관리공사를 통해 보수가 적용되었음. 단, 외관조사 물량 집계 결과와 상태평가 및 공사비 산출은 보수공사 내용을 반영하여 평가 및 산출함.)

가. 외관조사 결과 및 분석

- (1) 구조물 준공(1999년) 후 약 18년 경과
- (2) 점검결과 부재별 중대 결함 사항 없음.
- (3) 외관조사 결과 및 평가

① 바닥판

신축이음장치가 위치한 바닥판 하면 단부에서 철근노출 및 콘크리트 박락이 확인되며, 이는 교량 신설 초기 바닥판 시공 워커빌리티 효율성 감소, 관리 미흡에 따른 타설 불량, 피복부족 등과 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(융빙제, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면에 침투되어 철근 흡착 부식 작용, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 차량의 반복적 통행 등의 복합적 요인에 따른 열화 현상으로 판단됨.

바닥판에 발생한 일방향 균열, 백태를 동반한 망상균열 현상은 발생 부위에서 넓게 분포하는 형태를 띠며 교량 바닥판 하면에서 다수 확인할 수 있음. 이는 LMC 포장 균열부를 통해 유입된 침투수(빗물)에 의한 부재가 열화, 동결융해의 반복과 초기 건조수축 균열의 변상, 차량 진동 및 반복에 따른 피로하중 등에 의해 나타나

고 있는 부재의 열화 연상으로 부재의 내구성을 유지할 수 있도록 표면처리 보수를 실시하고 정기적으로 그 상태를 관찰하여 중점관리토록 해야 함. 이와 더불어 해당 부재는 상부 교면포장의 미세한 균열 발생시 교면수의 유입이 용이하고 그에 따른 2차 손상과정에서 균열 변상(손상의 진행) 및 재료열화의 주요한 원인이 될 수 있어 상부 교면포장의 관리도 지속적으로 함께 이루어져야 할 것으로 판단됨.

② 거더 및 2차부재(가로보)

빗물유입이 용이한 신축이음장치 하면에 위치한 거더의 플랜지, 웹 표면, 가로보에서 강재부식 발생 빈도가 높으므로 확인된 손상부분에 대해 내구성 유지를 위한 재도장이 필요함.

③ 교대

교대의 재료 품질 상태는 양호한 것으로 평가되나 구조물의 초기 시공 관리 및 유지관리의 미흡으로 발생(건조수축 균열, 재료분리, 층분리) 된 초기 결함 및 손상을 통해 수분 유입 및 염화칼슘 흡착(신축이음장치 열화에 따른 눈, 빗물 유입), 동결융해의 반복 작용 등으로 인한 열화의 진행으로 교대 표면에 백태 및 누수 오염 흔적, 박락, 박리, 층분리 현상이 나타남. 부재에 나타나는 손상은 그 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지를 위한 보수가 필요하며 향후 중점관리토록 해야함.

④ 교각

교각의 코핑부 조사결과 건조수축, 상부하중의 지속 작용, 진동 등으로 인한 0.3mm미만 균열이 나타나고 있어 지속적인 관찰이 필요함. 부분적으로 0.3mm이상의 균열이 확인되나 철근까지 관통된 균열로 보기 힘들고 부재에 나타나는 전반적인 현상은 아니므로 내구성 유지 및 효율적인 유지관리를 위해 주입보수 후 관리해야함.

2015년 점검 후 실시된 금회 조사에서는 신규 균열이 다수 확인되나 이는 기존 미세한 손상의 진전 및 열화의 진행, 조사자의 개인 판단에 따른 이견 등의 복합적인 요소에 따른 현상으로서 부재의 급격한 열화 진행이나 외부충격에 따른 손상의 발생으로 보기 어렵고 중대한 결함 사항도 확인되지 않으므로 현재 나타난 손상에 대해 보수를 실시하고 주기적으로 관찰하여 관리한다면 안전성 및 사용성에 문제가 없을 것으로 판단됨.

⑤ 받침

받침 본체 도장의 열화로 인한 부식현상이 다수 확인되며, 이는 빗물 유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며, 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등), 외부 충격에 따른 도장탈락, 태양열, 염해, 수분흡착 등이 열화의 주요한 요인으로 작용함. 이에 유지관리를 위해 재도장 보수가 필요함.

공용기간 경과, 부재의 열화, 지속적인 상부하중의 및 충격 등으로 인해 발생한 받침 콘크리트에 나타난 균열에 대해 보수를 실시하고 내구성을 유지할 수 있도록 조치하여 유지관리 해야 할 것으로 판단됨.

⑥ 기타부재

· 난간 : 외측 난간 표면처리 공사가 최근 완료된 상태로 외측난간은 양호하나 지속적으로 유지관리가 필요하고 중앙측 연석부에는 전반적인 표면 마모가 확인되고 부분박리 현상이 확인되므로 현재 확인된 박리부분에 대해 내구성 유지를 위한 보수를 적용하여 관리해야겠음.

· 교면포장 : 교면포장은 건조수축, 차량 반복 하중 및 충격, 공용기간 경과, 주변 기온 및 사용환경으로 인한 포장균열이 다수 확인되며, 균열부에 침투한 빗물로 인해 포장 균열의 확대와 더불어 바닥판의 백태 현상이 2차적인 원인을 제공하고 있으므로 보수를 실시하여 관리해야 함. 2008년 교면개량 공사(초속경) 실시 후 2016년 최근 포장 콘크리트 균열 보수를 적용하였음에도 불구하고 보수적용 부위를 비롯하여 신규로 손상이 확인되고 있음. 강우량이 많고 용빙제의 사용, 동결융해의 반복 작용이 극대화 될 수 있는 등의 취약한 지역적 요소와 중차량의 통행이 빈번한 고속도로 환경에 놓여진 포장면을 관리함에 있어 단순 균열 보수를 통해 내구성을 유지하기는 현실적으로 어려움이 있으나 균열부에 대한 보수를 한시적으로 적용하고 향후 문제점 확대나 예산 확보시 포장을 제시공하여 해당 부재를 유지관리 함이 타당할 것으로 사료됨.

2017년 금회 점검기간중 교면포장 공사를 실시하였으며, 전반적인 상태가 양호하고 지속적으로 점검 및 유지관리가 필요함.

· 배수시설 : 교면포장에 위치한 배수구는 상부 교면수를 배수관을 통해 하부로 유출시키는 형태로 배수에 문제 없음.

· 신축이음 : 후타재 균열, 후타재 마모 현상은 차량 통행하중 충격, 동결융해의 반복에 따른 열화, 장치 신설초기 건조수축, 공용기간 경과에 따른 재료열화, 강재 본체 금속면과 콘크리트 양면의 온도차로 인한 응력 등에 의해 발생한 손상으로 이에 대해 부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생시 긴급 보수 필요) 후 신축이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타당함.

신축이음 열화 및 유간부 손상(찢어짐, 이격) 부분을 통해 유입되는 교면수(빗물)로 인해 신축이음장치 하면 및 하부에 위치한 부재(바닥판, 거더, 강재받침)의 부식 및 교대의 열화가 진행됨에 따라 보수 또는 교체를 통한 유지관리가 필요함.

나. 시험 및 측정 분석결과

(1) 재료시험을 통한 내구성 평가 결과

- ① 콘크리트 강도는 설계기준강도 이상으로 평가됨.
- ② 탄산화로 인한 철근의 부식 가능성 없음.

(2) 교대의 수직도에 대한 조사를 실시하여 초기치를 확보하였으며, 금회 조사 시 기울기 측정결과 구조물의 기울음 현상은 없는 상태로 향후 유지관리를 통해 지속적으로 확인 필요.

다. 상태평가

(1) 상태평가 결함도 점수 (전차 : 0.163 → 금회 : 0.258)

(2) 상태평가 등급 유지 (B 등급 → B 등급)

(3) 상태평가 등급 유지를 위한 주요 보수 방안

- ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락)
- ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 박리, 박락, 부재의 변형
- ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속 확인
- ④ 받침 본체와 플레이트 부식
- ⑤ 신축이음장치 기능 및 상태 지속 관리

라. 보수·보강 및 유지관리

(1) 콘크리트 손상(박락, 철근노출) → 단면복구, 단면복구(방청)

(보수 적용 후 교대 표면 중점 관리)

(2) 콘크리트 균열(cw=0.2mm이하), 백태 → 표면처리

(3) 콘크리트 균열(cw=0.3mm이상) → 주입보수

(4) 강재부(받침) 부식, 도장탈락 → 도장보수

구분	2017년 보수·보강 내용	등급	
		2015년	2017년
바닥판	-	b	c
거더	· 거더 도장보수	b	b
가로보	-	a	b
포장	· 교면포장(LMC)	b	a
배수시설	-	a	a
난간	-	b	c
신축이음	· 신축이음교체	b	a
교량받침	-	b	c
교대/교각	-	b	c

마. 결론

- (1) 교량부재의 중대결함 사항 없음.
- (2) 교량시설물로서 사용함에 있어 문제가 없도록 각 부재에 대한 보수를 실시한다면 구조물의 내구성 및 안전성을 향상시키고 기능성을 보완할 수 있을 것이며, 더불어 시설물의 효용성을 증진시켜 유지관리 체계화를 이룰 수 있을 것으로 사료됨.

7.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부

외관조사 및 내구성조사 결과 등을 종합적으로 분석한 결과 부재에 부분적인 손상 및 결함이 발생하였으며, 내구성 유지 및 사용성 확보를 위하여 보수 필요한 상태인 “B”등급으로 평가되고 현재 시설물의 사용제한이나 긴급한 정밀안전진단은 필요치 않을 것으로 판단됨.

7.3 유지관리시 특별관리가 요구되는 사항

- (1) 바닥판 하면 중·횡방향 균열의 진행 및 파손, 철근노출 발생 점검
- (2) 받침의 거동 상태 확인, 본체 및 미끄럼판 부식 열화 및 파손 점검
- (3) 교대의 균열 진행 및 콘크리트 단면 손상, 열화 상태 중점 점검
- (4) 신축이음장치 기능, 후타재 균열 및 파손, 누수 여부 점검
- (5) 거더의 열화에 따른 부식의 진행 여부 점검
- (6) 교면포장의 균열 진행, 단면파손 점검