

관 리 번 호

대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검보고서 - 속사천4교(강릉) -

2017. 12.



대미원천교(강릉) 등 32개소
속사천4교(강릉)

125mm

3mm

정밀점검보고서

2017
12

169mm

한국도로공사

대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검보고서 - 속사천4교(강릉) -

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 “속사천4교(강릉)”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



주 소 : 서울특별시 송파구 충민로52, C511호(문정동)

상 호 : (주) 장 민 이 엔 씨

대표자 : 대표이사 한 영 필



주 소 : 경상북도 경주시 충효녹지길 36-7(충효동)

상 호 : (주) 대 성 건 설 이 엔 지

대표자 : 대표이사 김 연 수



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

상 호 : (주) 큰 사 람 이 엔 씨

대표자 : 대표이사 안 태 원



속사천4교(강릉) 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	대미원천교(강릉) 등 32개소 정밀점검용역	점검기간	2017. 06. 12. ~ 2017. 12. 24.		
관리주체명	한국도로공사 강원본부 대관령지사	대표자	강원본부 대관령지사장		
공동수급	(주)동양종합기술공사, (주)장민이엔씨 (주)대성건설이엔지, (주)큰사람이엔씨	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	교량	종 류	도로 교량	종 별	1종
준공일	1999년 08월 19일	점검금액 (천 원)	8,777	안전 등급	B
시설물위치	강원도 평창군 용평면 이목정리 867-4(영동선 187.87km)	시설물 규모	L= 150.0m, B= 10.2m (편도 2차로, 갓길)		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결합	정밀점검 결과 시설물의 중대결합 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 - 보수로 인한 상태양호 ② 거더 및 2차부재(가로보, 세로보) - 거더 내부 SPLICE부 실링재 미처리 ③ 하부구조(교대, 교각) - 교각 콘크리트 박리 및 박락, 균열(cw=0.2mm이하) - 교각 국부적인 철근노출 및 재료분리, 보수재 균열 - 교대 균열 (cw=0.3mm미만·이상), 백태, 콘크리트 박리, 표면불량 ④ 받침 - 받침장치 및 스톱퍼 부식, 받침장치 고정볼트 탈락 - 받침 콘크리트 및 모르타르 균열 및 박락, 파손 ⑤ 기타부재 - 난간 : 난간 균열 및 백태, 콘크리트 박락 및 파손 - 교면포장 : 전반적 상태양호 - 배수시설 : 배수구 막힘 - 신축이음 : 신축이음장치 교체(A2) (2) 콘크리트 추정압축강도는 설계기준에 만족하며 탄산화 시험결과 잔여깊이가 30mm 이상으로 a등급임. (3) 외관조사 및 내구성 조사결과, 상태평가 B등급으로 평가 됨.				
	주요 보수·보강				
(1) 콘크리트 손상(박락, 철근노출) → 단면복구, 단면복구(방청) (2) 콘크리트 균열(cw=0.2mm이하), 백태 → 표면처리 (3) 콘크리트 균열(cw=0.3mm이상) → 주입보수 (4) 받침 콘크리트, 모르타르 파손 → 단면복구					

다. 책임(참여)기술자 현황			
구 분	성 명	전체과업기간	기술등급
사업책임	이진우	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
분야별 책임	김일봉	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
분야별 책임	김영관	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
분야별 참여	김인한	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
분야별 참여	정해성	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
참여기술자	신기용	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	변윤구	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	김성완	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	중급
	윤준희	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	신유경	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	배지웅	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	이청덕	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	고급
	조기주	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	조병준	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	황인선	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	김기용	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	이민웅	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	중급
	권희규	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	홍순천	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	정우상	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	김일광	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	신원근	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	권영달	2017.06.12. ~ 2017.08.20.	특급
	신혜훈	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	고급
	이상준	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	이성재	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	홍승완	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	중급
	박성진	2017.06.12. ~ 2017.11.30.	초급
	김한준	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	특급
	이연호	2017.06.12. ~ 2017.12.24.	초급
	이용훈	2017.06.12. ~ 2017.08.31.	특급
라. 참고사항			
▶ 차기 안전점검 시 중점점검부위 ① 바닥판 철근노출, 콘크리트 박리, 백태 ② 교대 및 교각의 구체 균열, 콘크리트 박리 및 박락 ③ 받침 콘크리트, 모르타르 균열 및 파손 ▶ 보수·보강의 필요여부 → 교량에 대한 보수 필요 ▶ 중대한 결함이 있는 경우 후속 조치사항 → 중대한 결함 사항 없음.			

속사천4교(강릉) 정밀점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
- 구조물의 중대결함 사항 없음. - 바닥판의 데크 플레이트 부식, 철근노출 및 박리, 교대 및 교각의 박리, 균열, 거더 및 가로보의 부식, 차수판 고정볼트 탈락, 받침장치 부식, 받침 콘크리트 모르타르 균열 및 박락, 배수구 덮개 미설치, 방호 난간의 균열, 박락등이 조사됨. - 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 않음.	
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
상부구조	바닥판	a	데크플레이트 부식 콘크리트 박리 백태, 표면열화(표층박리)	채도장 단면복구 표면처리	○
	거더	a	강재부식, 백태오염 SPlice부 실링재 미처리	채도장 실링재 마감	○
	가로보	b	강재부식, 볼트부식	채도장	○
하부구조	교대	c	균열, 백태 콘크리트 표면불량 및 열화	표면처리, 주입보수 표면처리	○
	교각	c	균열 및 망상균열(cw=0.2mm이하) 균열(cw=0.3mm이상)	표면처리 주입보수	○
받침		c	받침장치, 스톱퍼 부식 콘크리트 및 모르타르 파손	채도장 단면복구	
교면포장		a	상태양호	유지관리	○
신축이음 장치		a	후타재 균열 후타재 마모	표면처리 유지관찰	○
난간		b	콘크리트 박락, 표면열화	유지관리	○
배수시설		b	이물질퇴적	유지관리	○

※ 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	설계적용여부	결과	조사결과 요약
반침 하부구조	Y	-	해당사항 없음

라. 현장시험

시험명	시험부위	건전부위	불량부위	설계기준	평가
반발 경도 (MPa)	바닥판 하면	28.6~29.2	27.8	27.0	양호
	하부구조	25.7~26.8	24.6	24.0	양호
탄산화 깊이 (mm)	바닥판 하면	8.0~10.0 (잔여깊이 : 40.0~42.0)		잔여깊이 ≥ 30mm	a등급
	하부구조	9.0~12.0 (잔여깊이 : 41.0~89.0)		잔여깊이 ≥ 30mm	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 추정압축강도 양호)				
	· 탄산화 시험 - 탄산화 잔여 피복두께 30mm이상 확보. (상태등급 : a등급) - 이론 속도 계수(3.7mm/√년) > 실제 탄산화 속도 계수(2.1~2.8mm/√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.				

속사천4교(강릉) 현황표

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		속사천4교(강릉)		시설물번호		BR2003-0000542	
준공년월일		1999년 08월 19일		관리번호		교량15-1	
시설물위치		강원도 평창군 용평면 이목정리 867-4					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		영동선 187.87km	
제원	연장	L=150.0m, (3@50m = 150.0m)					
	폭	B = 10.2m, 편도 2차로(갓길)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder	기초 형식	교대	직접기초		
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형		교각	직접기초		
교량받침		포트받침		신축이음		RMC #80(A1), Rail Joint(A2)	
교차시설물		하천(속사천)		통과높이		-	
설계사		(주)한국종합기술공사		시공사		삼성물산	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 강원본부 대관령지사	
부착시설내용		-					
기타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : FMS • 주요 보수·보강 실적 : 바닥판 표면보수, 거터 도장, 교면 재포장(LMC), 배수관 개량, 난간표면보수, 신축이음장치 교체, 교대 및 교각 균열보수('17년), 교대 균열보수, 단면보수('15년), A1신축이음장치 NB→RMC #80('12년), 교대 단면보수('12년), 받침장치 재도장('10년), 난간 보강('10년), 바닥판 단면보수('10년), 신축이음 부분보수('09년), 후타재 보수('08년), 교면 재포장('08년), 받침장치 재도장('07)					

참여기술자 명단

참여구분	참여분야	소속	직위	성명	참여기간	서명
계				31명	3,977일	
책임기술자	사업책임	(주)동양종합기술공사	상무	이진우	2017.06.12~12.28 (134일)	이진우
분야별 책임기술자	재료시험	(주)동양종합기술공사	대표	김일봉	2017.06.12~12.28 (134일)	김일봉
	자료분석	(주)큰사람이엔씨	상무	김영관	2017.06.12~12.28 (134일)	
분야별 참여기술자	재료시험	(주)장민이엔씨	이사	김인한	2017.06.12~12.28 (134일)	
	자료분석	(주)대성건설이엔지	이사	정해성	2017.06.12~12.28 (134일)	정해성
기타 참여기술자	재료시험	(주)동양종합기술공사	이사	신기용	2017.06.12~12.28 (134일)	신기용
		(주)동양종합기술공사	부장	변윤구	2017.06.12~12.28 (134일)	변윤구
		(주)동양종합기술공사	전무	이청덕	2017.06.12~12.28 (134일)	이청덕
		(주)동양종합기술공사	과장	신유경	2017.06.12~12.28 (134일)	신유경
		(주)동양종합기술공사	과장	배지웅	2017.06.12~12.28 (134일)	배지웅
		(주)동양종합기술공사	주임	김성완	2017.06.12~12.28 (134일)	김성완
		(주)동양종합기술공사	기사	윤준희	2017.06.12~12.28 (134일)	윤준희
		(주)장민이엔씨	부사장	조기주	2017.06.12~12.28 (134일)	조기주
		(주)장민이엔씨	부사장	조병준	2017.06.12~12.28 (134일)	
		(주)장민이엔씨	이사	황인선	2017.06.12~12.28 (134일)	
		(주)장민이엔씨	과장	김기용	2017.06.12~12.28 (134일)	
		(주)장민이엔씨	대리	이민웅	2017.06.12~12.28 (134일)	
		(주)장민이엔씨	대리	권희규	2017.06.12~12.28 (134일)	
		(주)장민이엔씨	사원	홍순천	2017.06.12~12.28 (134일)	

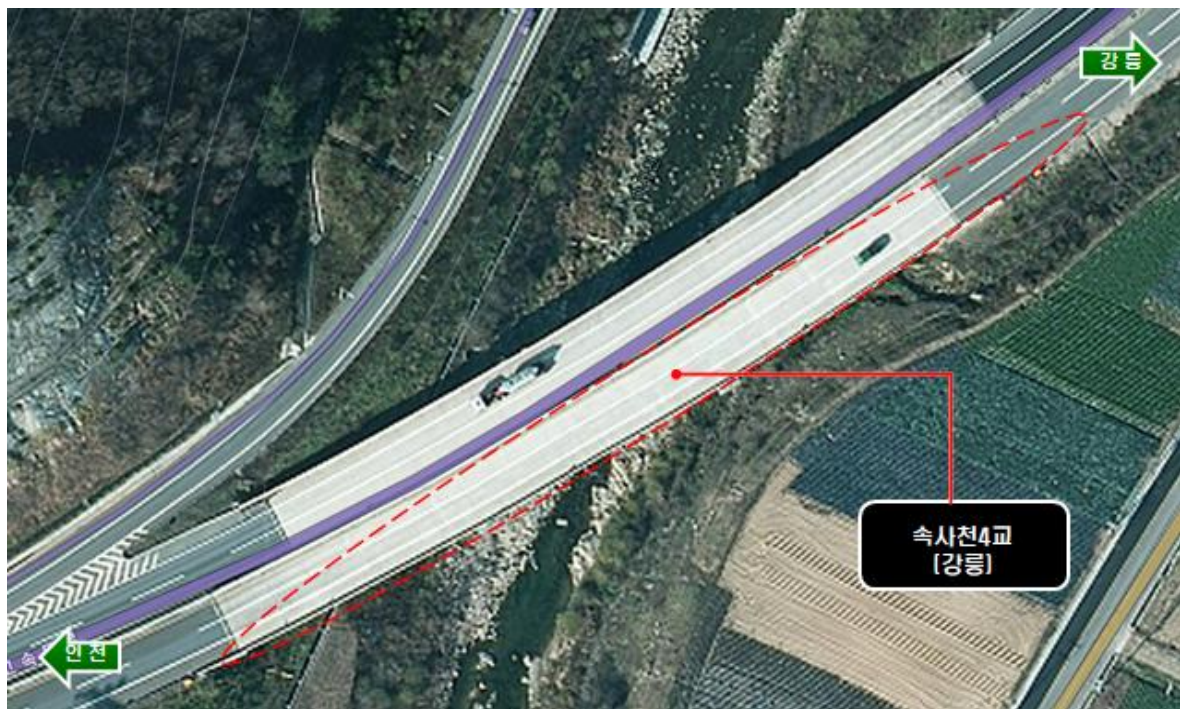
(계속)

참여기술자 명단

참여구분	참여분야	소속	직위	성명	참여기간	서명
기타 참여기술자	자료분석	(주)대성건설이엔지	부사장	정우상	2017.06.12~12.28 (134일)	정우상
		(주)대성건설이엔지	이사	김일광	2017.06.12~12.28 (134일)	김일광
		(주)대성건설이엔지	전무	신원근	2017.06.12~12.28 (134일)	신원근
		(주)대성건설이엔지	전무	권영달	2017.06.12.~08.20 (49일)	권영달
		(주)대성건설이엔지	이사	신혜훈	2017.06.12~12.28 (134일)	신혜훈
		(주)대성건설이엔지	이사	이상준	2017.06.12~12.28 (134일)	이상준
		(주)대성건설이엔지	과장	이성재	2017.06.12~12.28 (134일)	이성재
		(주)대성건설이엔지	부장	홍승완	2017.06.12~12.28 (134일)	홍승완
		(주)대성건설이엔지	주임	박성진	2017.06.12.~11.30 (118일)	박성진
		(주)큰사람이엔지	상무	김한준	2017.06.12~12.28 (134일)	김한준
		(주)큰사람이엔지	대리	이연호	2017.06.12~12.28 (134일)	이연호
		(주)큰사람이엔지	부사장	이용훈	2017.06.12.~08.31 (58일)	이용훈

속사천4교(강릉)

【위치도】



속사천4교(강릉)

【전경사진】



교량 전경



교량 상부 전경

속사천4교(강릉)

【부위별 사진 (1)】

	
교면포장	신축이음장치
	
배수관	방호난간
	
바닥판	거더, 가로보

속사천4교(강릉)

【부위별 사진 (2)】

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

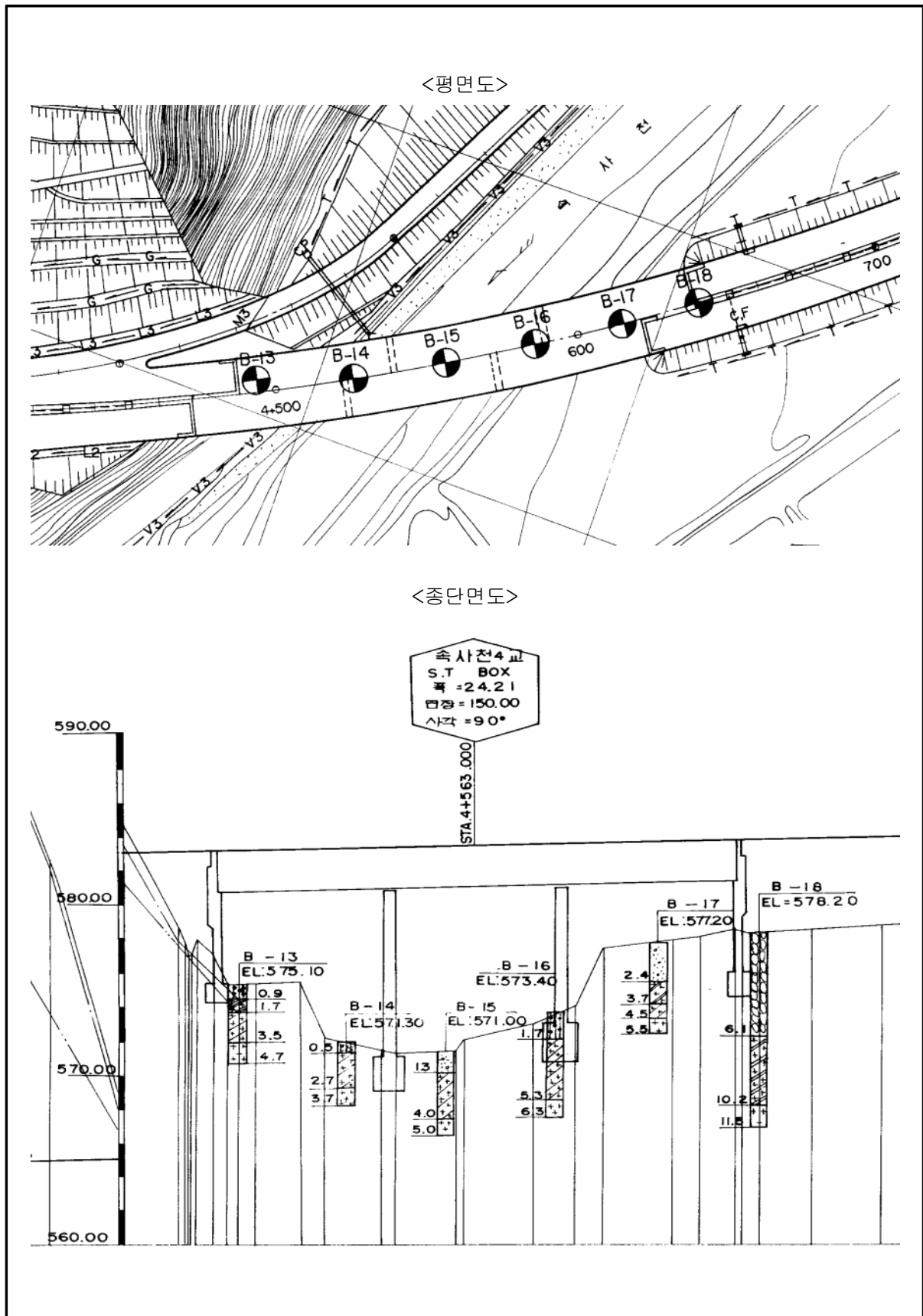
2017. 06. 12. ~ 2017. 12. 28. (착수일로부터 200일)

4. 현황

4.1 시설물 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		속사천4교(강릉)		시설물번호		BR2003-0000542	
준공년월일		1999년 08월 19일		관리번호		교량15-1	
시설물위치		강원도 평창군 용평면 이목정리 867-4					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		영동선 187.87km	
제원	연장	L=150.0m, (3@50m = 150.0m)					
	폭	B = 10.2m, 편도 2차로(갓길)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder	기초 형식	교대	직접기초		
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형		교각	직접기초		
교량받침		포트받침		신축이음		RMC #80(A1) Rail Joint(A2)	
교차시설물		하천(속사천)		통과높이		-	
설계사		(주)한국종합기술공사		시공사		삼성물산	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 강원본부 대관령지사	
부착시설내용		-					
기타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : FMS • 주요 보수·보강 실적 : 바닥판 표면보수, 거더 도장, 교면 재포장(LMC), 배수관 개량, 난간표면보수, 신축이음장치 교체, 교대 및 교각 균열보수('17년), 교대 균열보수, 단면보수('15년), A1신축이음장치 NB→RMC #80('12년), 교대 단면보수('12년), 받침장치 재도장('10년), 난간 보강('10년), 바닥판 단면보수('10년), 신축이음 부분보수('09년), 후타재 보수('08년), 교면 재포장('08년), 받침장치 재도장('07)					

4.2 시설물 중평면도



4.3 자료수집 및 분석

가. 점검 이력

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 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,균열,받침장치 부분 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2017-04-26
2017-04-14 2017-04-14	오문석	양호	신축이음장치 및 배수구 청소,교면개량,난간단면보수,배수시설보수,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이수동
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,균열,받침장치 부분 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,포장균열,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2016-09-29
2016-09-21 2016-09-21	정의천	양호	신축이음장치 및 배수구 청소,교면개량,난간단면보수,배수시설보수,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보 외측 단부,연결부,용접부 부분 점부식,도장박리,바닥판 현치부 표면열화,단부열화,백태,받침장치 부분부식,슬플레이트 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 재균열,들뜸,표면박리,신축이음장치 후타콘크리트 균열,부분파손,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식등이 관찰됨	2016-06-29
2016-06-07 2016-06-07	정의천	양호	현재는 보수보강이 필요치 않으나, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀안전진단	영동이엔지(주)	3,250	-내측바닥판 Deck Plate의 백태(누수흔적) (기 진단시와 유사한 상태) -외측 캔틸레버 하면 백태(기 진단시와 손상정도는 유사, 부분적 확대) -강재거더는 전반적으로 기 진단(2010년)시의 부식손상이 진전, 증대된 양상이며 또한 추가적인 표면부식(점부식 등) 발생 -하부구조 폭 0.3mm 내외의 초기균열, 보수재 손상 -교량받침 부식, 받침몰탈 및 콘크리트 건조수축균열(폭 0.3mm 내외) -신축이음 양호, 방호벽콘크리트 균열, 단면손상	2016-01-20
2015-09-16 2015-12-24	신동식	C등급	-강재거더 내? 외부 부식 및 도장박리 손상에 대한 재도장 -받침장치 Sole Plate 재도장 -받침 몰탈 및 콘크리트 균열보수 등	이정인
정기점검 (상반기)	자체수행	0	구조적인 결함은 발생되지 않았으나 유지관리 시의 중점점검 사항 및 내구성 확보차원에서의 보수가 필요한 부분에 대하여 보수 후에도 보수상태나 손상의 진전을 일상점검시 중점적으로 점검해야 함	2015-07-02
2015-06-04 2015-06-04	정의천	양호	받침장치 재도장,교대열화부 단면보수,교대점검로보수,신축이음장치 청소	이육준
정밀점검	자체수행	0	바닥판 백태, 콘크리트 박락, 거더 하부플랜지 녹발생, 교대 보수부 들뜸 및 교대 균열, 받침 녹발생 및 무수축콘크리트 균열, 신축이음 후타재 균열 등이 주요 손상으로 조사되었으며 급회 조사된 손상은 내구성 확보차원의 보수가 필요한 상태임.콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 양호한 상태로 측정됨.현장조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과는 "B"로 평가되었으며, 종합평가 결과 안전등급은 "B등급"으로 평가됨	2015-01-09
2014-09-15 2014-09-15	정의천	B등급	- 바닥판 백태, 데크플레이트 백태 : 표면처리 - 거더 하부플랜지 녹발생 : 재도장 - 교대 홍벽 박락, 교각 상단부 균열 : 단면보수 및 표면처리 - 받침장치 부식 : 재도장	이육준

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 없었으며, 바닥판 단부의 열화,백태, 분리시공부 백태 오염,교대홍벽열화,균열,신축이음장치의 토사퇴적,후타파손,교면포장균열,난간균열,하부 열화,배수관연장부족,점검계단열화 등이 관찰됨	2014-10-07
2014-04-10 2014-04-10	정의천	양호	거더 및 가로보 부분 재도장,받침장치 재도장,받침콘크리트 균열보수,바닥판 열화부 단면보수,홍벽 박락부 단면보수,신축이음장치 청소,기타 주의관찰	이옥준
정기점검 (하반기)	자체수행	0	거더부식,백태,오염(10.12㎡,5개소),가로보부식(0.5㎡,2개소),바닥판 열화,백태,표면탈리(13㎡,10개소),받침부식,도장박리(0.52㎡,4개소), 교대 열화(2㎡,1개소)	2013-10-25
2013-08-13 2013-08-13	김태훈	양호	단면보수(2.5㎡,2개소),재도장(0.4㎡,1개소), 거더부식, 하부구조 균열, 신축이음후타 균열, 교면포장 균열 등 주의관찰 필요	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G1 전단기 부식 및 녹발생,S3G1 복부판 오염,도장탈락 10% 부식발생 2%미만,S3 가로보 연결볼트부 점부식,A1-sh1 받침 콘크리트 균열,A1-sh2 무수축 및 받침 콘크리트 균열,P2-sh2 받침콘크리트 균열,슈 녹발생,P2-sh3 받침콘크리트 균열,A1 신축이음장치 토사퇴적,A2 신축이음장치 토사퇴적, 후타콘크리트 파손	2013-04-11
2013-04-11 2013-04-11	김태훈	양호	재도장,주의관찰,단면보수,토사제거,후타보수	김태훈
정밀점검	자체수행	0	S1G1 전단기 부식 및 녹발생,S2G2 강재 백태 및 녹오염,S3G1 강박스 오염,S3 가로보 연결볼트부 점부식,A1측 바닥판 단부 균열 및 백태,전경간 분리시공부백태,A1-sh1 받침대 콘크리트 균열,A1-sh2 무수축 및 받침대 콘크리트 균열,P2-sh2 받침물탈 균열,슈 녹발생,P2-sh3 받침물탈 균열,A1 누수로 인한 교대홍벽 및 벽체 녹물,백태,열화,A2 교대균열 및 홍벽백태오염,A2 갯길측 후타 콘크리트 파손,S3 난간 하부 열화	2012-12-12
2012-07-25 2012-07-25	김태훈	B등급	재도장,지속관찰,단면보수,지속관찰,균열보수,재도장,후타보수	김태훈

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G2 진단키 부식 및 녹발생, S2G2 강제 백태 및 녹오염, A1 가로보 열화, 백태, S3 분 리시공부 바닥판 백태, A1-1,2 받침물탈 균열, P2-2받침물탈균열, 슈녹박생, P2-3받침물탈 균열, A1 누수로 인한 파라펫 백태, A2 갯길 측 후타콘크리트 파손, S3 난간 하부 열 화, A1 배수관 부식 및 녹물발생	2012-06-14
2012-05-04 2012-05-04	이해수, 김태훈	양호	재도장, 주의관찰, 단면보수, 백태제거, 균열보 수, 재도장, 후타보수, 단면보수, 배수관보수	김태훈
정기점검 (하반기)	자체수행	0	A1 신축이음누수, 파라펫 백태	2011-11-29
2011-10-04 2011-10-04	이해수, 박광일	양호	신축이음교체 및 백태제거	박광일
정기점검 (상반기)	자체수행	0	A1 파라펫 열화, 부속시설물 이상없음	2011-06-21
2011-04-15 2011-04-15	이해수, 박광일	양호	단면보수	박광일
정밀안전진단	(주)하이콘엔지 니어링	31,086	- 본 교량은 상태등급 산정결과 각 경간의 교량전체 환산결함도지수는 0.230로서 상태평가 산정 기준에 의해 대상교량의 상태등급은 “B등급”에 해당되며, 안전성평가 결과 “A등급”에 해당됨에 따라 교량전체의 안전등급은 “B등급”에 해당된다. 내하력평가 결과 활하중(DB-24, DL-24)에 대한 내하성능은 충분한 여유도를 확보하고 있는 것으로 평가된다. - 대상교량의 개별부재에서 조사된 손상 및 결함은 적절한 보수를 통해 구조물의 내구성 및 사용성 확보가 필요하며, 특히 교각 두부에 발생한 수직균열에 대해서는 보수와 더불어 균열의 진행성 유무 확인 등의 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.	2010-11-09
2010-03-15 2010-10-15	조승현	B등급	방호벽 단면보수, 신축장치 청소 및 주의관찰, 받침장치 도장 보수 및 균열보수, 교대 및 교각 균열보수 및 단면보수, 배수구 청소, 바닥판하면 단면보수, 강교 내외부 및 볼트이음부 도장보수, 우수유입 방지시설	민경삼
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함	2010-09-03
2010-09-03 2010-09-03	박광일	양호	없음	박광일

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	에스큐엔지니어링(주)	5,012	포장면 콘크리트 균열, 방호벽 균열, 슬래브 하면 백태, 강재주형 볼트 부식, 교대 및 교각균열	2010-01-06
2009-04-16 2009-12-11	박윤제	B등급	표면처리, 주입보수, 단면보수, 부식제거 후 채도장	김종생
정기점검 (상반기)		0	슈 보호덮개 발청	2009-04-08
2009-04-08 2009-04-08	김용준	양호	슈 보호덮개 도색(필요시 제거)	김태훈
정밀점검		0	양호	2008-10-13
2008-08-01 2008-08-28	이원석	B등급	-	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	양호	2008-06-05
2008-05-26 2008-05-26	강현억	양호	없음	김태훈
정기점검 (하반기)		0	양호	2008-01-29
2007-12-11 2007-12-11	이권찬	양호	없음	김태훈

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)		0	양호	2008-01-29
2007-06-13 2007-06-13	한광수	양호	없음	김태훈
정밀점검	자체수행	0	강릉방향 A1 신축이음장치 후타콘크리트 파손	2007-01-11
2006-09-01 2006-09-01	석선원	B등급	후타콘크리트 부분단면보수	이권찬
정기점검 (하반기)		0	후타 콘크리트 파손	2007-01-11
2006-07-05 2006-07-05	이진만	보통	부분단면보수	이권찬
정기점검 (하반기)		0	양호	2006-02-13
2005-12-02 2005-12-02	이권찬	양호	-	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호	2005-12-22
2005-06-09 2005-06-09	석선원	양호	-	이권찬
정밀점검	자체수행	0	슈 받침 콘크리트 균열	2005-03-03
2004-11-08 2004-11-08	양승렬	A등급	균열보수	이권찬
정기점검 (상반기)		0	슈 받침물탈 일부 파손	2004-06-30
2004-06-04 2004-06-04	양승렬	보통	물탈 부분 보수	이권찬

(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)		0	양호	2004-02-27
2003-10-13 2003-10-13	정우관	양호	없음	이철상
정기점검 (상반기)		0	교면포장,배수시설,난간,바닥판,신축이음,주형,교좌장치,구체,교각 기타등	2003-07-15
2003-06-23 2003-06-24	정우관	양호	없음	이철상
정밀점검	한국도로공사	0	교량 교대 · 교각의 균열발생	2016-10-18
2002-10-28 2002-10-29	최기용	A등급		심정원

나. 보수·보강 이력

공사명	공사 구분	보수·보강부위	설계자	시공자
공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
2006대관령지사연간단가계약	보수	없음	이권찬	표준공무사
2006.11.10 ~ 2006.11.30		없음	0	지영인
구조물유지관리연간단가	보수	받침	이권찬	(주)신영 종합건설
2007.05.02 ~ 2007.12.31		슈재도장	139	한광수
아스콘포장보수	보강	교면포장	김태훈	두타건설
2008.05.01 ~ 2008.06.30		절삭덧췌우기	502	김태욱
유지보수협약사업공사	보수	신축이음	김태훈	(주)고속도로 관리공단
2008.05.01 ~ 2008.06.30		후타재 보수	3,556	김영광
2009 대관령지사 구조물 유지관리 연간단가 공사	보수	신축이음	김태훈	한양건설(주)
2009.03.19 ~ 2009.12.31		부분보수	1,470	지영인
대관령지사관내 신축이음장치 개량	보수	신축이음	김태훈	한국표준 공무사(주)
2009.10.08 ~ 2009.10.23		부분보수	507	지영인
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약	보수	바닥판	박광일	(합)원주 현대건설
2010.05.06 ~ 2010.12.31		단면보수	800	박광일
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약	보수	난간,연석, 중앙분리대	박광일	(합)원주 현대건설
2010.05.06 ~ 2010.12.31		난간 보강	30,000	박광일
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약	보수	받침	박광일	(합)원주 현대건설
2010.05.06 ~ 2010.12.31		슈재도장	250	박광일
2012년 대관령지사 도로시설물 유지관리공사 연간 단가계약	보수	교대	김태훈	비봉건설
2012.01.09 ~ 2012.12.31		단면보수	1,363	임도완
2012년 대관령지사 관내 도로시설물 개량공사	개량	A1 신축이음장치	김태훈	태승건설
2012.05.22 ~ 2012.11.14		NB -> RMC #80 11.4m	10,896	지영인

공사명	공사 구분	보수·보강부위	설계자	시공자
공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
2015년 대관령지사 관내 교량보수보강공사	보수	교대	이욱준	주식회사 베스트건설
2015.04.27.~2015.12.24		균열보수,단면보수	1,594	김태현
2017년 도로시설물 유지보수공사	보수	바닥판, 거더 포장, 신축이음 배수관, 난간 교대, 교각	-	-
2017.01.01.~2017.12.28.		표면보수, 도장 LMC포장, 교체 개량, 표면처리 주입보수		-

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.	· 현장조사 시 부재치수를 확인하여 준공도면과 비교, 검토하고 실측치와 동일할 경우는 관리주체 측에서 보유한 도면을 기준으로 진행함.
유지 관리 자료	· 점검 이력 · 정밀점검보고서 · 정밀안전진단 보고서	· 기존 정밀안전진단 보고서 분석결과, 교량의 각 부재에서 손상 및 열화가 확인되었으며, 관리주체는 그에 따른 유지관리를 실시하고 있어 구조물은 내구성, 사용성을 확보함.	· 금회 중점조사 부재 - 바닥판 데크부식, 백태 - 거더, 가로보 부식 - 받침 부식, 균열, 기능 콘크리트 균열, 박락 - 교각 균열, 박락 - 신축이음 기능, 누수 · 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·보강 이력을 검토한 결과, 하자보수공사 등을 통하여 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	· 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사시 면밀히 조사함.

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	· 데크플레이트 부식 · 백태, 콘크리트 박리 · 철근노출 · 콘크리트 표면열화(박리)	재료의 열화, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행, 습기흡착 등에 따른 현상으로 판단됨.
거더	· 강재부식, 볼트부식 · SPLICE부 실링재 미처리	부분적으로 강재부식, 점부식, 볼트부식, SPLICE부 실링재 미처리로 인한 우수유입 및 부식이 조사되어 재도장 및 전구간 실링재 마감처리를 실시하여 유지관리의 효율성을 높이고 부재의 내구성 유지를 유지할 수 있도록 해야함.
가로보	· 강재부식, 점부식 · 볼트부식 · 플랜지 변형	단기적으로 유지관리의 효율성 및 부재의 내구성 유지를 위해 부분적으로 도장 보수하여 관리.
교각	· 콘크리트 박리 및 박락 · 균열 0.2~0.3mm · 백태 · 국부적인 철근노출	균열(cw=0.2~0.3mm), 콘크리트 박리 및 박락, 백태, 철근노출 등이 조사되었으며 이는 건조수축, 동결융해 반복작용, 단면열화 등으로 인한 손상이며 용이여 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요하다 판단되며 반발경도시험, 탄산화 시험 확인 결과 콘크리트 구체의 내구성에는 문제가 없는 것으로 분석됨. 현재 확인된 손상부분에 대해 표면처리, 주입보수, 단면복구를 적용하여 관리하고 향후 중점적으로 조사하여야 할 것으로 판단됨.

(계속)

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
교대	• 균열, 백태 • 콘크리트 박리, 박락 • 표면열화(표층박리)	빗물유입, 동결융해의 반복작용, 배면 지반하중, 차량량의 통행에 따른 충격 등에 의한 부재의 열화 진행이 용이하므로 내구성 유지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단됨.
받침	• 받침장치 부식 • 콘크리트 균열, 박락 • 모르타르 균열, 박락 • 스톱퍼 유착	받침 본체 도장의 열화로 인한 부식현상이 확인되며, 이는 우수유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며 유지관리를 위한 도장 보수 요함. 현장조사 결과 상부구조물의 수평 거동 징후가 확인되었으며 그로 인해 받침콘크리트 박리/박락, 무수축 모르타르 박리/박락, 균열, 스톱퍼 유착, 중분대 파손 등의 손상이 다수 발생된 상태로서, 급회 조사된 손상에 대해서는 기능회복을 위한 보수가 요망됨. 향후 정밀안전진단 수행시 정량적인 거동 특성 분석, 교량의 기하학적 형상 분석, 받침콘크리트 철근량 확인, 구조해석을 통한 받침장치의 수직·수평 용량 검토 등을 실시하여 상부구조물의 수평 거동에 대한 명확한 원인을 규명하여 교량의 안전성 확보를 위한 적절한 대책을 강구하여야 함.
난간	• 균열 및 백태 • 콘크리트 박리, 박락 • 콘크리트 표면열화	일부구간에 박락(중앙분리대 철판보강)손상이 확인되었으나, 외관조사 이후 중앙분리대 및 난간 내측을 대상으로 표면 보수공사가 전구간 이루어져 양호한 상태를 유지함. 보수가 적용되지 않은 난간의 외측부에 기존 손상 및 열화 현상이 확인됨에 따라 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.

(계속)

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
신축이음	· 유간부 이물질퇴적 · 후타재 균열, 마모	부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리 후 중대한 문제점 발생(후타재 균열, 마모) 시 신축이음교체를 통해 유지관리함이 타당함.
교면포장	· 상태양호	전반적인 상태가 양호하며 지속적으로 점검하고 유지관리.
배수시설	· 배수구 부식, 막힘	교면포장에 위치한 배수구는 상부 교면수를 배수관을 통해 하부로 유출시키는 기능을 가지며 이물질이 퇴적되는 현상이 나타날 수 있으므로 정기적으로 관찰하고 청소하여야함. 배수관 부식 현상은 습기흡착, 외기노출 배수관 열화로 인해 발생된 것으로 판단되며 배수관 교체로 보수하여 유지관리 해야 할 것으로 판단됨.
평가	■ 주요손상 ① 바닥판 테크플레이트 부식, 철근노출, 표면열화(표층박리), 박락 ② 받침 콘크리트, 모르타르 박락 및 균열 (중점유지관리) ③ 교대 홍벽 표면열화 및 교각의 균열, 콘크리트 박리 및 박락 ④ 후타재 균열, 마모 ⑤ 거더 및 가로보 부식, 도장열화 ⑥ 중앙분리대 철판보강부의 손상 상태 확인 ■ 각 부재에서 열화 및 손상이 다수 확인되나, 금회 점검 기간 중 보수공사가 부재별로 진행됨에 따라 외관조사 시 확인(보수공사 완료 전 외관조사 진행)된 손상의 대부분은 관리주체의 유지관리공사를 통해 보수 완료됨. 그 결과 부재의 손상수량이 감소하였고 외관상태의 개선 및 내구성이 확보 될 것으로 판단됨. ■ 2017년 공사 내용 : 바닥판 표면보수, 거더 및 가로보 도장, 교대 및 교각 균열주입보수, 교면 LMC 전면 재포장, 배수관 개량(전 구간), 난간 표면 보수, 신축이음장치 교체(A2)	

5.2 부재별 손상 수량 집계

구분	손상내용	단위	손상물량	개소
거더	SPLICE부 실링재 미처리	EA	96.00	96.00
	우수유입	EA	15.00	15.00
	이물질퇴적	m ²	0.72	1.00
2차부재	플랜지 변형	m	0.80	2.00
교대	균열(cw=0.2mm이하)	m	11.75	16.00
	균열(cw=0.3mm)	m	4.00	5.00
	녹오염	m ²	0.03	1.00
	누수흔적	m ²	2.40	1.00
	백태	m ²	3.60	1.00
	보수재 박리	m ²	0.60	1.00
	이물질퇴적	m ²	1.80	1.00
	채수	m ²	0.96	1.00
	콘크리트 박리 및 층분리	m ²	0.81	5.00
	콘크리트 표면불량 및 열화(표층박리)	m ²	25.80	5.00
교각	균열/보수재균열(cw=0.2mm이하)	m	74.00	72.00
	보수재 균열(cw=0.3mm)	m	4.00	2.00
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	3.00	1.00
	백태	m ²	40.00	1.00
	보수재 박리	m ²	2.12	2.00
	재료분리	m ²	0.15	4.00
	철근노출	m ²	0.03	1.00
	콘크리트 긁힘, 박리 및 박락	m ²	0.39	6.00
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	2.90	2.00

(계속)

구분	손상내용	단위	손상물량	개소
받침장치	받침콘크리트 균열(cw=0.2mm이하)	m	2.85	7.00
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	0.50	2.00
	받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	m	0.40	1.00
	받침콘크리트 파손, 박리 및 박락	m ²	1.78	14.00
	받침모르타르 균열(cw=0.1mm)	m	0.30	1.00
	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	m	0.20	1.00
	받침모르타르 망상균열(cw=0.2mm)	m ²	0.20	3.00
	받침모르타르 파손	m ²	0.14	3.00
	받침장치 부식	m ²	2.88	15.00
	스토퍼 부식	m ²	0.12	2.00
	받침장치 고정볼트 탈락	EA	1.00	1.00
	받침장치 이격	m	0.50	1.00
난간	난간균열(cw=0.5mm이하)	m	13.50	18.00
	백태	m ²	0.14	4.00
	콘크리트 박락 및 파손	m ²	10.16	16.00
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	55.00	1.00
배수시설	배수구 막힘	EA	2.00	2.00
기타 시설물	교대사면 블록 이격	m	4.20	2.00
	점검계단 파손	m ²	0.36	1.00

5.3 기 점검결과 손상수량 비교

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)
			전차('15)	금차('17)	
바닥판	테크플레이트 부식, 누수흔적	m ²	182.85	-	▼ 182.85
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	267.54	-	▼ 267.54
	철근노출	m ²	0.30	-	▼ 0.30
거더	강재부식 및 점부식, 백태오염, 볼트부식	m ²	118.29	-	▼ 118.29
	도장긁힘, 박리	m ²	0.09	-	▼ 0.09
	이물질 퇴적	m ²	-	0.72	▲ 0.72
	SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	96.00	▲ 96.00
2차 부재	강재부식 및 점부식, 볼트부식	m ²	143.66	-	▼ 143.66
	플랜지 변형	m	0.80	0.80	-
교대	균열(cw=0.2mm이하)	m	15.55	11.75	▼ 3.80
	균열(cw=0.3mm)	m	6.10	4.00	▼ 2.10
	백태	m ²	0.40	3.60	▲ 3.20
	보수재 박리	m ²	0.15	0.60	▲ 0.45
	콘크리트 박리 및 층분리	m ²	0.09	0.81	▲ 0.72
	콘크리트 표면불량, 표면열화(표층박리)	m ²	15.80	25.80	▲ 10.00
교각	균열/보수재균열(cw=0.2mm이하)	m	31.80	74.00	▲ 42.20
	보수재 균열(cw=0.3mm)	m	8.20	4.00	▼ 4.20
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	3.00	3.00	-
	보수재 박리	m ²	2.12	2.12	-
	백태	m ²	-	40.00	▲ 40.00
	재료분리	m ²	-	0.15	▲ 0.15
	철근노출	m ²	-	0.03	▲ 0.03
	콘크리트 긁힘, 박리 및 박락	m ²	-	0.39	▲ 0.39
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	-	2.90	▲ 2.90

(계속)

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	
			전차('15)	금차('17)		
받침 장치	받침콘크리트 균열(cw=0.2mm이하)	m	2.60	2.85	▲	0.25
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	1.90	0.50	▼	1.40
	받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	m	-	0.40	▲	0.40
	받침콘크리트 파손, 박리 및 박락	m ²	0.23	1.78	▲	1.55
	받침모르타르 균열(cw=0.2mm이하)	m	-	0.30	▲	0.30
	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	m	-	0.20	▲	0.20
	받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	m ²	0.26	0.20	▼	0.06
	받침모르타르 파손	m ²	-	0.14	▲	0.14
	받침장치 부식	m ²	0.48	2.88	▲	2.40
	스토퍼 부식	m ²	0.12	0.12	-	-
교면 포장	상태양호	-	-	-	-	-
배수 시설	배수관 부식	m ²	2.40	-	▼	2.40
	배수구 막힘	EA	2.00	2.00	-	-
난간	난간 균열(cw=0.5mm이하)	m	84.65	13.50	▼	71.15
	콘크리트 박락 및 박리	m ²	19.38	10.16	▼	9.22
	균열/백태	m	11.42	-	▼	11.42
	백태	m ²	0.68	0.14	▼	0.54
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	0.01	55.00	▲	54.99
신축 이음	후타재 균열(cw=0.3mm)	m	9.00	-	▼	9.00
	유간부 이물질퇴적	m ²	1.00	-	▼	1.00
	후타재 파손	m ²	0.11	-	▼	0.11
기타 시설물	교대사면 블록 이격	m ²	-	4.20	▲	4.20
	점검계단 파손	m ²	-	0.36	▲	0.36

(계속)

검토 의견	■ 본 교량은 1999년 준공 이후 18여 년 간 공용 중에 있고 2017년 보수공사에서 바닥판 표면보수, 거더 및 가로보 도장, 교대 및 교각 균열주입보수, 교면 LMC 전면 재포장, 배수관 개량(전구간), 난간 표면 보수, 신축이음장치 교체(A2)를 시행하였음. ■ 금회 조사에 따른 주요한 손상내용으로는 바닥판 데크 플레이트 부식, 백태오염, 콘크리트 표층열화, 거더 및 가로보 강재 부식, 받침 콘크리트 및 모르타르 박락, 균열, 교각 균열 등이 조사되었으며, 확인된 손상에 대한 보수가 금회 점검기간 중에 대부분의 부재를 대상으로 진행됨에 따라 손상수량은 전차 조사 결과와 비교 시 감소함.
----------	---

6. 현장시험

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

<내구성 조사 결과>

시험명	시험부위	건전부위	불량부위	설계기준	평가
반발 경도 (MPa)	바닥판 하면	28.6~29.2	27.8	27.0	양호
	하부구조	25.7~26.8	24.6	24.0	양호
탄산화 깊이 (mm)	바닥판 하면	8.0~10.0 (잔여깊이 : 40.0~42.0)		잔여깊이 ≥ 30mm	a등급
	하부구조	9.0~12.0 (잔여깊이 : 41.0~89.0)		잔여깊이 ≥ 30mm	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 추정압축강도 양호)				
	· 탄산화 시험 - 탄산화 잔여 피복두께 30mm이상 확보. (상태등급 : a등급) - 이론 속도 계수(3.7mm/√년) > 실제 탄산화 속도 계수(2.1~2.8mm/√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.				

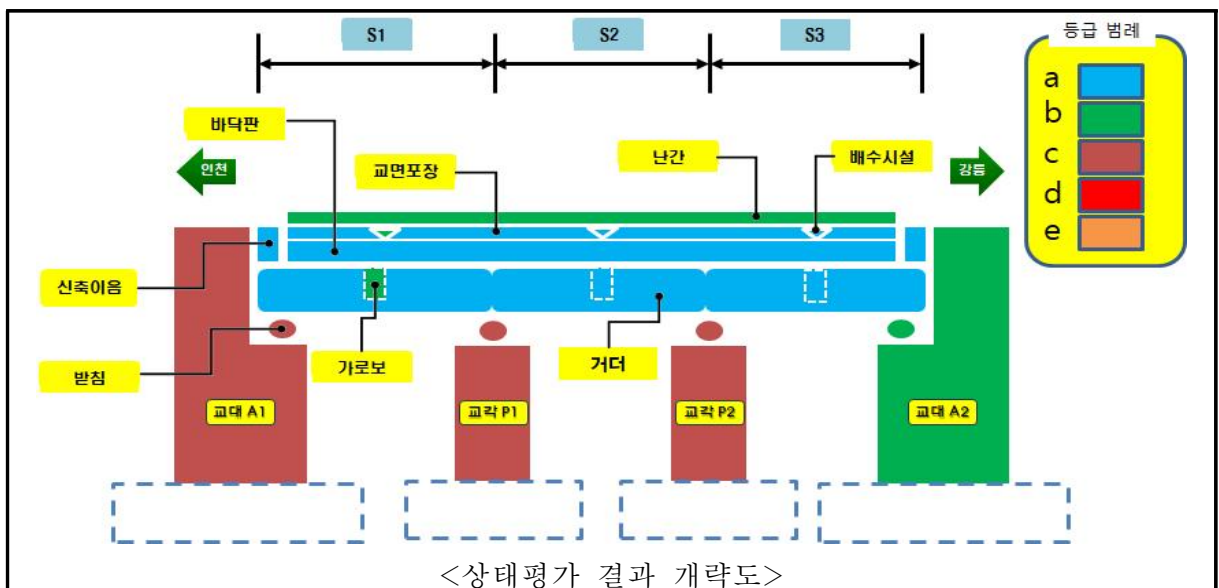
7. 상태평가 및 안전등급 지정

7.1 상태평가

- 상태평가 결함도 점수= 0.177 '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.

<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	a	a	b	a	b	b	a	c	c	q	a	a
2	STB	a	a	a	a	a	b		c	c	q	a	a
3	STB	a	a	a	a	a	b		c	c	q	a	a
4								a	b	b	q		a
평균		0.100	0.100	0.133	0.100	0.133	0.200	0.100	0.350	0.350	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치)/가중치합		0.018	0.020	0.007	0.007	0.004	0.004	0.009	0.032	0.070	0.000	0.004	0.003
환산결함도 점수		0.177											
상태평가 결과		B											



<전차용역 상태평가 비교 검토>

평가 년도	결함도 점수	상태평가 결과
전차 (2015년)	0.394	C
금회 (2017년)	0.177	B

• 금회 교량의 일부 부재(포장, 난간, 배수시설, 거더 및 가로보, 바닥판, 교대 및 교각, 신축이음장치 등)에 대한 보수 공사가 진행됨에 따라 환산결함도 점수가 감소하였음. 결함도 점수 범위에 따른 기준에 의하면 교량은 B등급의 범위에 포함되며 2015년 상태평가 결과와 비교 시 상향 평가됨에 따라 그에 준하여 관리 할 수 있는 방안을 제시함.

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

구분	보수·보강 내용	등급	
		2015년	2017년
바닥판	· 표면보수(285㎡)	d	a
거더	· 강교 도장 박리부 채도장(2,580㎡)	c	a
가로보	· 강교 도장 박리부 채도장	d	b
포장	· 교면포장(LMC)	b	a
배수	· 배수관개량(전구간)	c	b
난간	· 표면보수(300㎡)	d	b
신축이음	· 신축이음장치 교체(11.4m)	c	a
교량받침	-	c	c
교대/교각	· 균열보수(12m)	c	c

• 교량 등급 관리 시 중점 관리 필요한 손상내용
 ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락)
 ② 신축이음장치 기능 및 상태 지속 관리
 ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속확인
 ④ 받침 본체와 플레이트 부식에 대한 채도장 보수, 받침콘크리트 단면보수

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 주요 점검내용별 보수·보강 방안

보수방안	부재	손상내용	순위
단면복구	교각	재료분리	2
		콘크리트 균열	2
		콘크리트 박락	2
		콘크리트 박리	2
	교대	층분리	2
		콘크리트 박리	2
	교량받침	받침모르타르 파손	2
		받침콘크리트 박락	2
		받침콘크리트 박리	2
		받침콘크리트 파손	2
	난간	콘크리트 박락	2
		콘크리트 파손	2
단면복구(방청)	교각	철근노출	2
재도장	거더	강재부식	2
		강재표면 백태오염	2
		볼트부식	2
		점부식	2
	교량받침	스토퍼 부식	2

(계속)

보수방안	부재	손상내용	순위
주입보수	교각	보수재 균열(cw=0.3mm)	2
	교대	균열(cw=0.3mm)	2
	교량받침	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	2
		받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	2
		받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	2
청소	거더	이물질퇴적	2
	교대	이물질퇴적	2
	배수시설	배수구 막힘	2
표면처리	교각	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3
		망상균열(cw=0.2mm)	3
		백태	3
		보수재 균열(cw=0.1mm)	3
		보수재 균열(cw=0.2mm)	3
		보수재 박리	3
		콘크리트 표면열화(표층박리)	3
	교대	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3
		녹오염	3
		백태	3
		보수재 박리	3
		콘크리트 표면불량	3
		콘크리트 표면열화(표층박리)	3

(계속)

보수방안	부재	손상내용	순위
표면처리	교량받침	받침모르타르 균열(cw=0.1mm)	3
		받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	3
		받침콘크리트 균열(cw=0.1mm)	3
		받침콘크리트 균열(cw=0.2mm)	3
	난간	난간 균열(cw=0.2mm)	3
		난간 균열(cw=0.3mm)	3
		난간 균열(cw=0.4mm)	3
		난간 균열(cw=0.5mm)	3
		백태	3
		표면열화 및 균열	3
유지관찰	2차부재	플랜지 변형	유지 관찰
	거더	누수흔적	유지 관찰
		우수유입	유지 관찰
	교대	누수흔적	유지 관찰
		체수	유지 관찰
	교량받침	받침장치 이격	유지 관찰
	기타시설물	교대사면 블록 이격	유지 관찰
받침 도장	교량받침	받침장치 부식	2
실링재 마감	거더	SPLICE부 실링재 미처리	3
볼트체결	교량받침	받침장치 고정볼트 탈락	3
점검계단 블록 시공	기타시설물	점검계단 파손	3

8.2 개략공사비 산출

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
거더	SPLICE부 실링재 미처리	실링재 마감	96.00	EA	1	96	3
	이물질퇴적	청소	0.72	m ²	20	14	2
교대	균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.41	m ²	64	26	3
	균열(cw=0.2mm)	표면처리	2.53	m ²	64	162	3
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	4.00	m	75	300	2
	녹오염	표면처리	0.03	m ²	64	2	3
	백태	표면처리	3.60	m ²	64	230	3
	보수재 박리	표면처리	0.60	m ²	64	38	3
	이물질퇴적	청소	1.80	m ²	20	36	2
	층분리	단면복구	0.09	m ²	235	21	2
	콘크리트 박리	단면복구	0.72	m ²	235	169	2
	콘크리트 표면불량	표면처리	15.80	m ²	64	1,011	3
	콘크리트 표면열화(표층박리)	표면처리	10.00	m ²	64	640	3
	균열(cw=0.1mm)	표면처리	6.43	m ²	64	412	3
교각	균열(cw=0.2mm)	표면처리	8.98	m ²	64	575	3
	망상균열(cw=0.2mm)	표면처리	3.00	m ²	64	192	3
	백태	표면처리	40.00	m ²	64	2,560	3
	보수재 균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.15	m ²	64	10	3
	보수재 균열(cw=0.2mm)	표면처리	2.95	m ²	64	189	3
	보수재 균열(cw=0.3mm)	주입보수	4.00	m	75	300	2
	보수재 박리	표면처리	2.12	m ²	64	136	3
	재료분리	단면복구	0.15	m ²	235	35	2
	철근노출	단면복구 (방청)	0.03	m ²	328	10	2

(계속)

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	단위	단가 (천 원)	개략 공사비 (천 원)	우선 순위
교각	콘크리트 굽힘	단면복구	0.14	m ²	235	33	2
	콘크리트 박락	단면복구	0.01	m ²	235	2	2
	콘크리트 박리	단면복구	0.24	m ²	235	56	2
	콘크리트 표면열화(표층박리)	표면처리	2.90	m ²	64	186	3
받침	받침모르타르 균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.08	m ²	64	5	3
	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	주입보수	0.20	m	75	15	2
	받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.20	m ²	64	13	3
	받침모르타르 파손	단면복구	0.14	m ²	235	33	2
	받침장치 고정볼트 탈락	볼트 체결	1.00	EA	3	3	3
	받침장치 부식	받침 도장	2.88	m ²	61	176	2
	받침콘크리트 균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.48	m ²	64	31	3
	받침콘크리트 균열(cw=0.2mm)	표면처리	0.24	m ²	64	15	3
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	주입보수	0.50	m	75	38	2
	받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	주입보수	0.40	m	75	30	2
	받침콘크리트 박락	단면복구	0.09	m ²	235	21	2
	받침콘크리트 박리	단면복구	0.30	m ²	235	71	2
	받침콘크리트 파손	단면복구	1.39	m ²	235	327	2
	스토퍼 부식	채도장	0.12	m ²	33	4	2
기타	점검계단 파손	점검계단 블럭 시공	0.36	m ²	131	47	3
배수 시설	배수구 막힘	청소	0.20	m ²	20	4	2

(계속)

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	보수 단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
난간	난간 균열(cw=0.2mm)	표면처리	0.38	m²	64	24	3
	난간 균열(cw=0.3mm)	표면처리	0.11	m²	64	7	3
	난간 균열(cw=0.4mm)	표면처리	0.49	m²	64	31	3
	난간 균열(cw=0.5mm)	표면처리	2.40	m²	64	154	3
	백태	표면처리	0.14	m²	64	9	3
	콘크리트 박락	단면복구	10.11	m²	235	2,376	2
	콘크리트 파손	단면복구	0.06	m²	235	14	2
	표면열화 및 균열	표면처리	55.00	m²	64	3,520	3
순공사비 합계(천원)						14,409	
제경비(순공사비×50%)						7,205	
순위별 공사비 (제경비 포함)				1순위		-	
				2순위		6,128	
				3순위		15,486	
개략공사비(천원)						21,614	

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

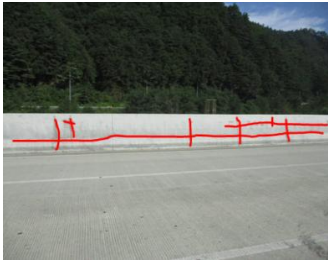
8.3 유지관리 방안

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 발견시 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 볼트이음부 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 콘크리트, 모르타르 파손 및 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 • 교면포장부 균열 지속적 확인 → 보수 후 지속적 확인 • 교면포장 체수 확인 상태양호
	배수시설 [손상]	• 배수구 주위파손 및 막힘, 배수구에 대한 점검 • 배수관의 부식 및 파손, 이음부의 파손 및 어긋남, 지지철물의 상태, 기능 여부에 대한 점검.  

(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  
기타 부재	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

신축이음 하부에 위치한 바닥판 및 캔틸레버에서 철근노출 및 콘크리트 박리, 박락이 확인되며, 이는 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(용빙제, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면(초기결함 균열, 공용중 열화된 부분)에 침투되고 철근에 흡착하여 부식 작용, 장기간의 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 차량의 반복적 통행에 따른 진동 및 충격 등의 복합적 요인에 따른 열화현상으로 판단됨. 용빙제 성분(염화칼슘)은 수분을 흡수하는 성질이 있어 흡착시 철근의 부식을 촉진시키는 주요한 요인으로 작용할 수 있음.

철근노출부분에 방청 후 단면복구, 백태 및 균열부 표면처리, 박리 및 박락 단면복구를 통해 부재의 내구성을 유지 관리해야 함. 근본적으로 교면수의 유입 및 공기 중 확산을 통한 부식 영향인자의 차단을 막을 수 없는 현실성을 고려해 본다면 관리주체는 향후 철근의 부식을 초래하지 않거나 그 영향을 줄일 수 있는 용빙제의 개발 지원 및 사용토록하고 공사시 내후성이 강한 재료의 사용 및 시공관리를

철저히 하여 교량의 내구성 품질을 높일 수 있는 방안을 모색하여 유지관리토록 해야 할 것으로 사료됨.

바닥판 Steel Deck와 거더가 만나는 종방향 접합부의 대부분에서 백태오염 및 강재의 부식현상이 나타나고 신축이음장치가 위치한 바닥판하면 단부에서 콘크리트 박락이 확인되는데 이는 바닥판 콘크리트를 통해 유입된 상부 유입수(빗물, 용빙제 포함)의 콘크리트 표면 또는 손상부 침투, 재료의 열화 진행, 동결융해의 반복에 따른 상태변화, 신축이음장치 유지관리시 상부의 공사 진행에 따른 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행 등에 따른 현상으로 판단됨. 손상의 정도가 심하지 않으나 보수 후 유지관리 해야겠음. 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)

교량은 1999년 준공이후 18년 간 공용중에 있고 조사결과 강재부식 및 점부식, SPLICE부 실링재 미처리가 확인됨. 손상은 공기 중 수분흡착에 따른 강재의 부식, 도장 전처리 미흡, 도장의 열화, 볼트 체결에 따른 도장 보호 피막층의 파손, 볼트 체결 시 마찰면의 도장탈락 에 따른 것으로 단기적으로 유지관리의 효율성 및 부재의 내구성 유지를 위해 도장 보수하여 관리해야 할 것으로 판단됨.

③ 교대

교대 구체 및 흉벽에 균열($cw=0.2mm$ 이하), 균열($0.3mm$ 이상), 백태 등이 조사되며, $0.3mm$ 이상은 주입보수하고 표면 손상은 교대 구체에 초기 건조수축 균열이 그대로 유지되거나 기존 보수부 열화로 인해 재손상이 일어난 것으로 판단되어 표면 처리가 요망됨. 박리, 박락 등 단면손상은 빗물 유입에 따른 열화, 동결융해의 반복 작용 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 단면복구가 요망됨.

④ 교각

조사결과 교각 표면에 균열($cw=0.2mm$ 이하)이 다수 확인되며, 균열 $cw=0.3mm$ 이상, 망상균열($cw=0.2mm$)이 부분적으로 확인됨. 반발경도시험, 탄산화 시험 확인 결과 콘크리트 구체의 내구성에는 문제가 없고 망치타격을 통한 외관조사결과 내부 공극이 없는 양호한 상태로 확인되므로 현재 확인된 손상부분에 대해 표면처리, 주입 보수, 단면복구를 적용하여 관리하고 향후 중점적으로 관찰 및 조사하여야 할 것으로 판단됨.

⑤ 받침

받침 본체 부식현상이 확인되며, 이는 우수유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며, 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등) 등에 따른 현상으로 유지관리를 위한 도장 보수 요함. 또한, 기 진단(2015년)에서 조사된 받침콘크리트 균열 부분이 금회 점검에서 받침 콘크리트 및 모르타르 박락으로 확인되며, 이는 상부차량의 반복하중 및 충격, 진동에 따른 손상 및 열화의 변상 형태인 것으로 판단되므로 내구성 유지를 위한 단면복구를 적용하여 유지관리 요함.

⑥ 기타부재

- 난간 : 중앙분리대 및 난간 내측을 대상으로 표면 보수공사가 전구간 이루어져 양호한 상태를 유지하나 중앙분리대에서 박락현상이 나타난 부분에 철판보강 후 공용중이므로 중점적인 관리가 필요하고 보수가 적용되지 않은 난간의 외측부에 기존 손상 및 열화 현상이 확인됨에 따라 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
- 교면포장 : 전반적으로 양호한 상태를 유지함.
- 배수시설 : 배수관은 이물질이 퇴적되는 현상이 나타날 수 있으므로 정기적으로 청소해야하며, 배수관 열화로 인한 교체가 필요함.
- 신축이음 : 후타재 균열은 장치 신설초기 건조수축 및 차량 통행하중 및 충격, 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 후 향후 중대 문제점 확인시 신축이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타당함.

차수관 볼트 탈락은 현재 진행 중인 공사 과정 중 예정 공정에 해당할 수 있으며, 교량의 유지관리를 위해 조속히 설치하여 관리토록 해야함.

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 조사시 기울기 측정결과 구조물의 기울음 현상은 없는 상태로 향후 유지관리를 통해 지속적인 확인 필요.

다. 상태평가

- (1) 상태평가 결함도 점수 (전차 : 0.394 → 금회 : 0.177)
- (2) 상태평가 등급 상향 평가 (전차 : C 등급 → 금회 : B 등급)
- (3) 상태평가 등급 유지를 위한 주요 보수 방안
 - ① 받침 콘크리트 및 모르타르 손상에 대한 보수 및 정기적 관리
 - ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 열화에 대한 지속적 관리
 - ③ 교대 및 교각의 균열 및 단면손상의 유지관리
 - ④ 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락) 보수

라. 보수·보강 및 유지관리

- (1) 콘크리트 손상(박락, 철근노출) → 단면복구, 단면복구(방청)
- (2) 콘크리트 균열(cw=0.2mm이하), 백태 → 표면처리
- (3) 콘크리트 균열(cw=0.3mm이상) → 주입보수
- (4) 강재부(받침) 부식, 도장탈락 → 재도장

구분	2017년 보수·보강 공사 내용
바닥판	· 표면보수(285㎡)
거더	· 강교 도장 박리부 채도장(2,580㎡)
가로보	· 강교 도장 박리부 채도장
포장	· 교면포장(LMC)
배수	· 배수관개량(전구간)
난간	· 표면보수(300㎡)
신축이음	· 신축이음장치 교체 A2 (11.4m)
교량받침	-
교대/교각	· 균열보수(12m)

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 데크 플레이트 부식, 캔틸레버부 열화 상태 확인
- (2) 받침의 거동 상태 확인, 본체 및 미끄럼판 부식 확인
- (3) 교대 및 교각의 균열 진행 및 콘크리트 단면 손상, 열화 상태 중점 점검
- (4) 현장조사 결과 상부구조물의 수평 거동 징후가 확인되었으며 그로 인해 받침콘크리트 박리/박락, 무수축 모르타르 박리/박락, 균열, 스토퍼 유착, 중분대 파손 등의 손상이 다수 발생된 상태로서 향후 정밀안전진단 수행시 정량적인 거동 특성 분석, 교량의 기하학적 형상 분석, 받침콘크리트 철근량 확인, 구조해석을 통한 받침장치의 수직·수평 용량 검토 등을 실시하여 상부구조물의 수평 거동에 대한 명확한 원인을 규명하여 교량의 안전성 확보를 위한 적절한 대책을 강구하여야 함.

[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	21
1.7 사용기호의 정의	22

제 2장 자료수집 및 분석25

2.1 사전조사	27
2.2 교량의 이력사항	36
2.2.1 안전점검 및 정밀안전진단 이력	36
2.2.2 보수 · 보강 이력	43
2.2.3 전차 보고서 요약	44
2.3 시설물의 내진설계 여부확인	47
2.4 자료분석 결과 및 과업진행 방향	48

제 3장 현장조사49

3.1 현장조사 개요	51
3.1.1 외관조사 내용	51
3.1.2 외관조사의 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	74
3.2.4 기타부재	82
3.2.5 기타시설물	95
3.3 외관조사 결과	98

제 4장 시험 및 측정109

4.1 개요	111
4.2 재료시험 현황	111
4.2.1 반발경도 시험	113
4.2.2 탄산화 잔여깊이 측정	120
4.3 시험결과의 분석	127

제 5장 상태평가129

5.1 일반사항	131
5.2 상태평가 기준	132
5.2.1 부재별 상태평가 기준	132
5.2.2 상태평가 등급 산정절차	140
5.3 상태평가 등급	142
5.3.1 상태평가	142
5.3.2 전차용역 결과 비교 검토	143
5.4 안전등급 지정	143

제 6장 보수 · 보강 및 유지관리방안145

6.1 개요	147
6.1.1 보수 · 보강 계획	147
6.1.2 보수재료	149
6.2 보수 · 보강 방안	154
6.2.1 보수 · 보강 우선순위의 결정	154
6.2.2 보수 · 보강 방안별 손상내용	157

6.2.3 보수 · 보강공사 개략공사비 산출	160
6.3 보수 · 보강 공법 상세	163
6.4 유지관리방안	181
6.4.1 개요	181
6.4.2 유지관리방안 제시	184
6.4.3 중점 유지관리 항목	186

제 7장 종합결론197

7.1 총평	199
7.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부	203
7.3 유지관리시 특별관리가 요구되는 사항	203

□ 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	21
<표 1.7.1> 교량기호의 정의(공통부재)	22
<표 1.7.2> 교량기호의 정의(거더 부재)	23
<표 1.7.3> 교량기호의 정의(받침 부재)	23
<표 2.1.1> 유지관리자료 보유 현황	28
<표 2.2.1> 안전점검 및 정밀안전진단 이력	36
<표 2.2.3> 전차 보고서(2015년) 외관조사 결과	44
<표 2.2.4> 전차 보고서(2015년) 재료시험 결과	45
<표 2.4.1> 자료분석 결과	48
<표 3.1.1> 교량시설물의 부재별 조사항목	52
<표 3.2.1> 연단거리 측정결과	78
<표 3.2.2> 받침 이동여유량 측정 결과	80
<표 3.2.3> 위치별 유간 측정 결과	93
<표 3.2.4> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과	93
<표 3.2.5> 신축이음 이동량 산정	94
<표 3.2.6> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동여유량 검토결과	94
<표 3.3.1> 외관조사 요약 및 검토	98
<표 3.3.2> 거더 외관조사 수량 집계	101
<표 3.3.3> 2차부재 외관조사 수량 집계	101
<표 3.3.4> 교대 및 교각 외관조사 수량 집계	102
<표 3.3.5> 교량받침 외관조사 수량 집계	104
<표 3.3.6> 배수시설 외관조사 수량 집계	105
<표 3.3.7> 난간 외관조사 수량 집계	105
<표 3.3.8> 기타시설물 외관조사 수량 집계	105
<표 4.2.1> 재료시험 수량	111
<표 4.2.2> 반발경도 보정값	115
<표 4.2.3> 재령보정계수	116
<표 4.2.4> 상부구조 콘크리트 반발경도 시험 결과	117
<표 4.2.5> 하부구조 콘크리트 반발경도 시험 결과	118
<표 4.2.6> 불량부위 콘크리트 반발경도 시험 결과	119
<표 4.2.7> 탄산화 손상도의 판정	121
<표 4.2.8> 탄산화 깊이 추정식	122
<표 4.2.9> 탄산화 잔여깊이를 통한 상부구조 내구성 평가	125

<표 4.2.10>탄산화 잔여깊이를 통한 하부구조 내구성 평가	126
<표 4.2.11>기 점검결과 탄산화 진행 깊이 비교	127
<표 4.3.1> 내구성평가 결과	127
<표 5.1.1> 상태평가등급 기준	131
<표 5.2.1> 부재별 상태평가 적용범위	132
<표 5.2.2> 결함도 점수 범위에 따른 기준	140
<표 5.2.3> 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	141
<표 5.3.1> 상태평가 결과	142
<표 5.3.2> 상태평가 비교 검토 (전차 용역과 비교)	143
<표 6.2.1> 보수·보강 우선순위 결정 기준	154
<표 6.2.2> 균열 보수·보강 우선순위 선정기준	155
<표 6.2.3> 박리, 박락 보수·보강 우선순위 선정기준	155
<표 6.2.4> 누수, 백태 보수·보강 우선순위 선정기준	156
<표 6.2.5> 보수 · 보강 방안별 손상내용	157
<표 6.2.6> 보수 개략공사비	160
<표 6.4.1> 정밀안전진단 주기 및 주요항목	184
<표 6.4.2> 교면포장의 유지관리 일반사항	186
<표 6.4.3> 신축이음장치의 유지관리 일반사항	187
<표 6.4.4> 난간의 유지관리 일반사항	189
<표 6.4.5> 교량받침의 유지관리 일반사항	190
<표 6.4.6> 강박스거더의 유지관리 일반사항	192
<표 6.4.7> 거더 고장력볼트의 유지관리 일반사항	194
<표 6.4.8> 바닥판의 유지관리 일반사항	195
<표 6.4.9> 교대 및 교각의 유지관리 일반사항	196

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> 속사천4교(강릉) 중 ·평면도	18
<그림 1.5.3> 속사천4교(강릉) 교대A1, A2 일반도	19
<그림 1.5.4> 속사천4교(강릉) 교각 일반도	20
<그림 1.5.5> 속사천4교(강릉) 받침배치도	20
<그림 4.2.1> 재료시험 위치도	112
<그림 4.2.2> 반발경도법에 의한 압축강도 추정도	114
<그림 4.2.3> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선	115
<그림 4.2.4> 반발경도와 비파괴강도의 상관관계(표준편차 $\pm 7.5\%$)	116
<그림 4.2.5> 탄산화에 의한 콘크리트 열화 메카니즘	120
<그림 4.2.6> 탄산화시험(1% 페놀프탈레인용액 분무법)	121
<그림 4.2.7> 탄산화속도계수의 영향인자	123
<그림 4.2.8> 탄산화와 콘크리트 내부에서의 철근부식의 개념	123
<그림 5.2.1> 상태평가등급 산정과정의 예	141
<그림 6.1.1> 보수·보강 방안 선정 시 고려 사항	149
<그림 6.1.2> 보수재료 선정흐름도	149
<그림 6.1.3> 보수재료의 요건	150
<그림 6.3.1> 균열부 표면처리공법 비교	163
<그림 6.3.2> 균열부 표면처리공법 시공요령 흐름도	164
<그림 6.3.3> 균열주입 순서	166
<그림 6.3.4> 균열주입공법 시공요령 흐름도	166
<그림 6.3.5> 에폭시 몰탈 보수	167
<그림 6.3.6> 재료분리 단면복구공법 개요도 및 시공순서	168
<그림 6.3.7> 백태 보수 시공순서	169
<그림 6.3.8> 재 도장 순서도	171
<그림 6.3.9> 교량받침 방청순서도	173
<그림 6.3.10> Box Girder 볼트이음부 실리콘 충전	174
<그림 6.3.11> 유도배수로 개요도	176
<그림 6.4.1> 유지관리 흐름	183

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 정밀안전진단의 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

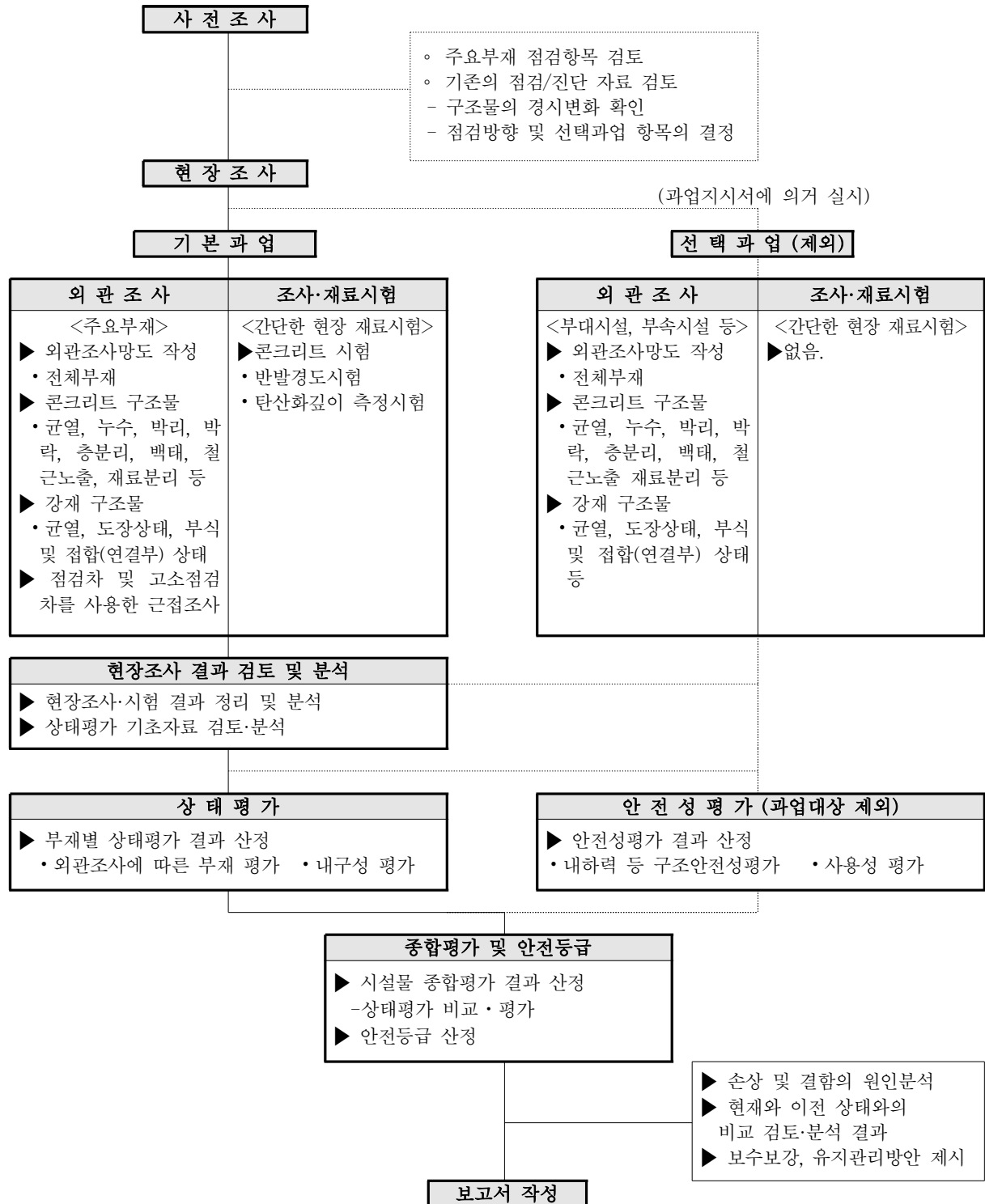
- (1) 실시결과의 종합결론
- (2) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

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

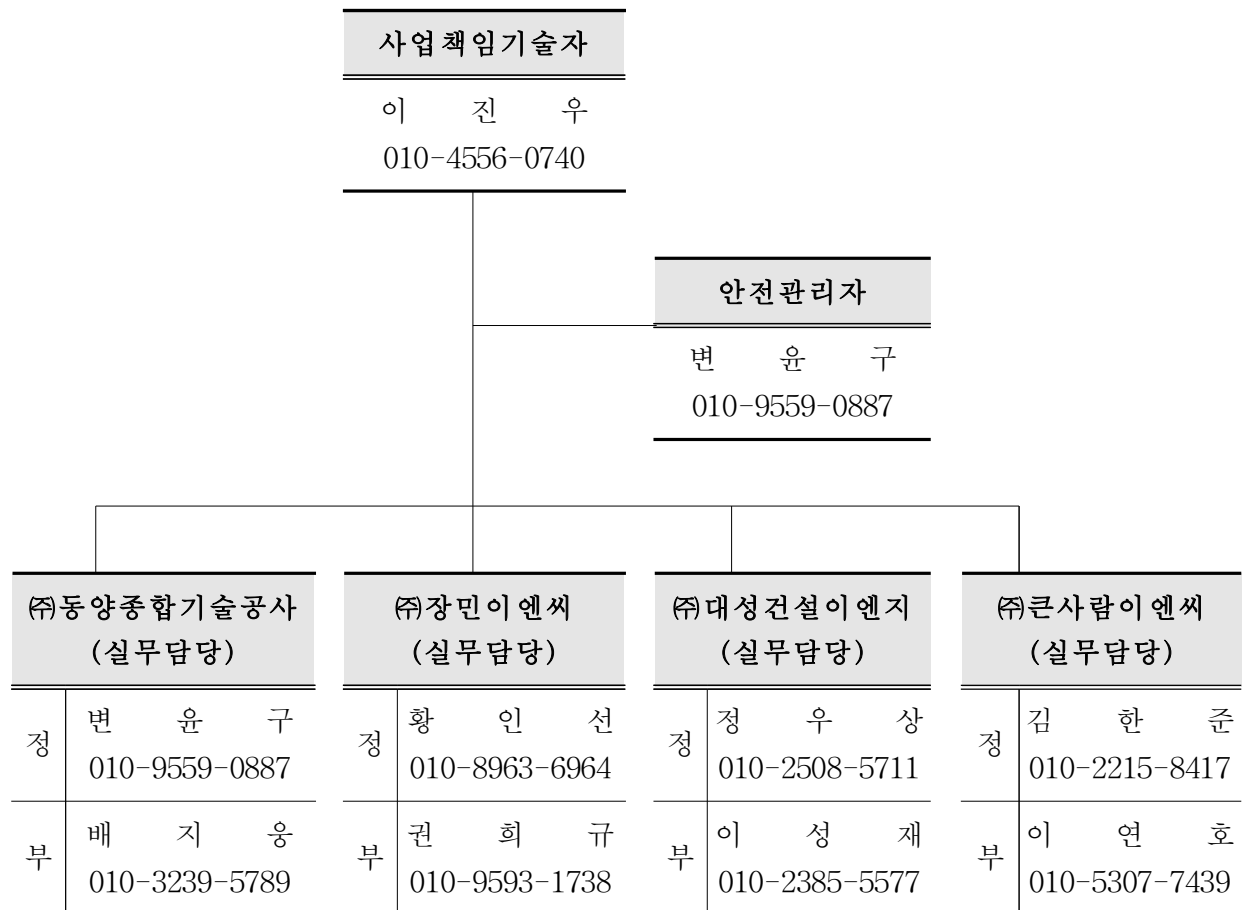
2017년 06월 12일 ~ 2017년 12월 28일

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 안전관리자를 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 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 조치한다.

본 과업수행을 위한 고속도로 현장조사 작업시에는 감독원 또는 대상시설물의 관리지사, 고속도로순찰대 등 유관기관과 현장조사 중 안전관리, 교통제한계획 등 안전관련 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)를 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

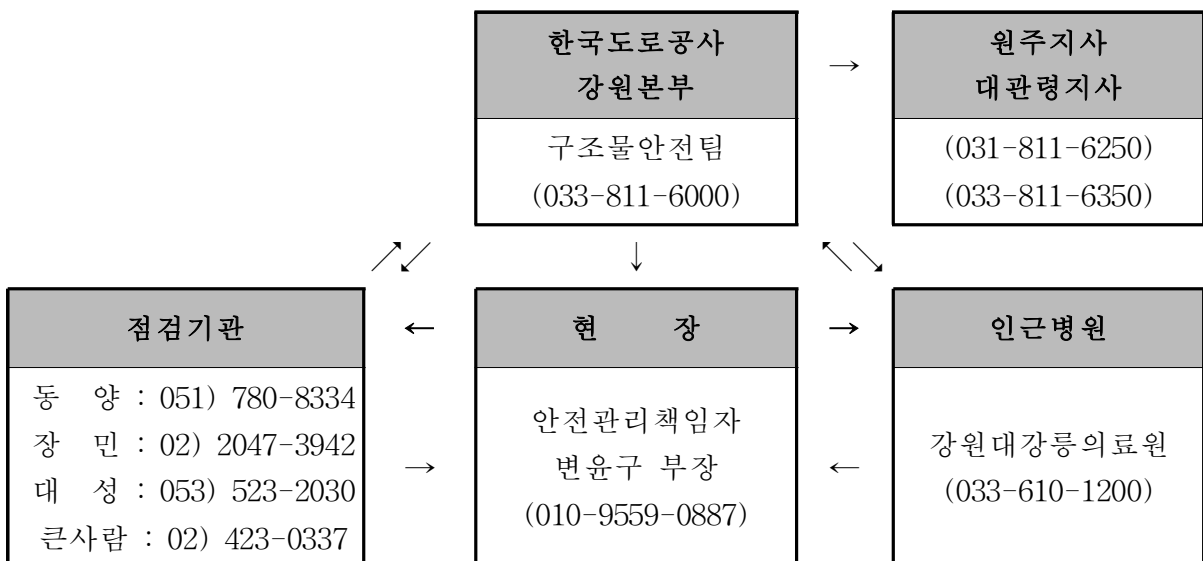
다 .안전순시 및 점검계획

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

- 정밀안전진단 실시에 따른 자동차와 작업 및 작업의 안전성 확보
- 고속도로 교통소통 원활화
- 도로관리의 효율성과 이용자 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

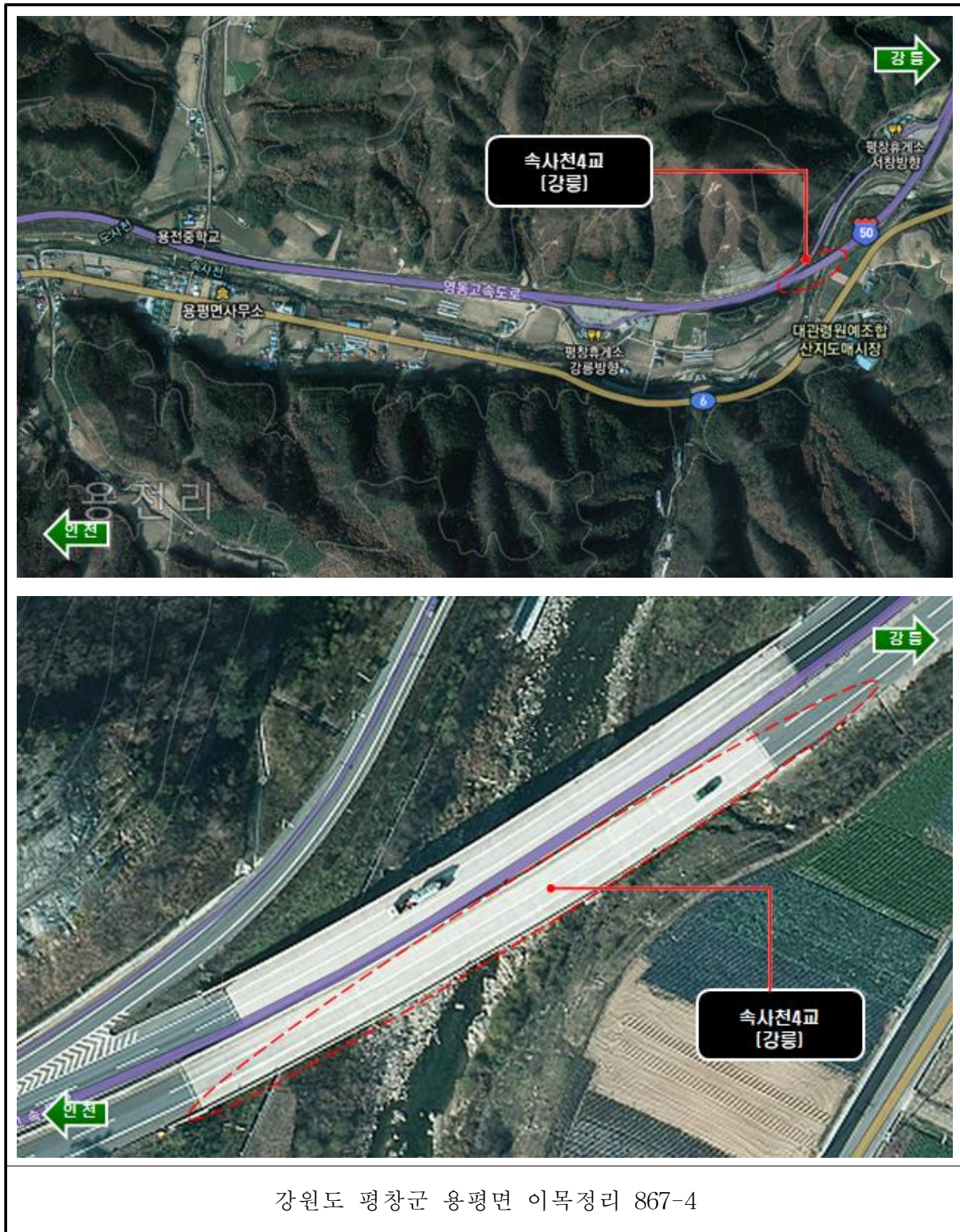
마. 교통 혼잡 방지대책

- 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
	
배수관	방호난간
	
바닥판	거더, 가로보

<사진 1.5.1> 교량 사진 (3)

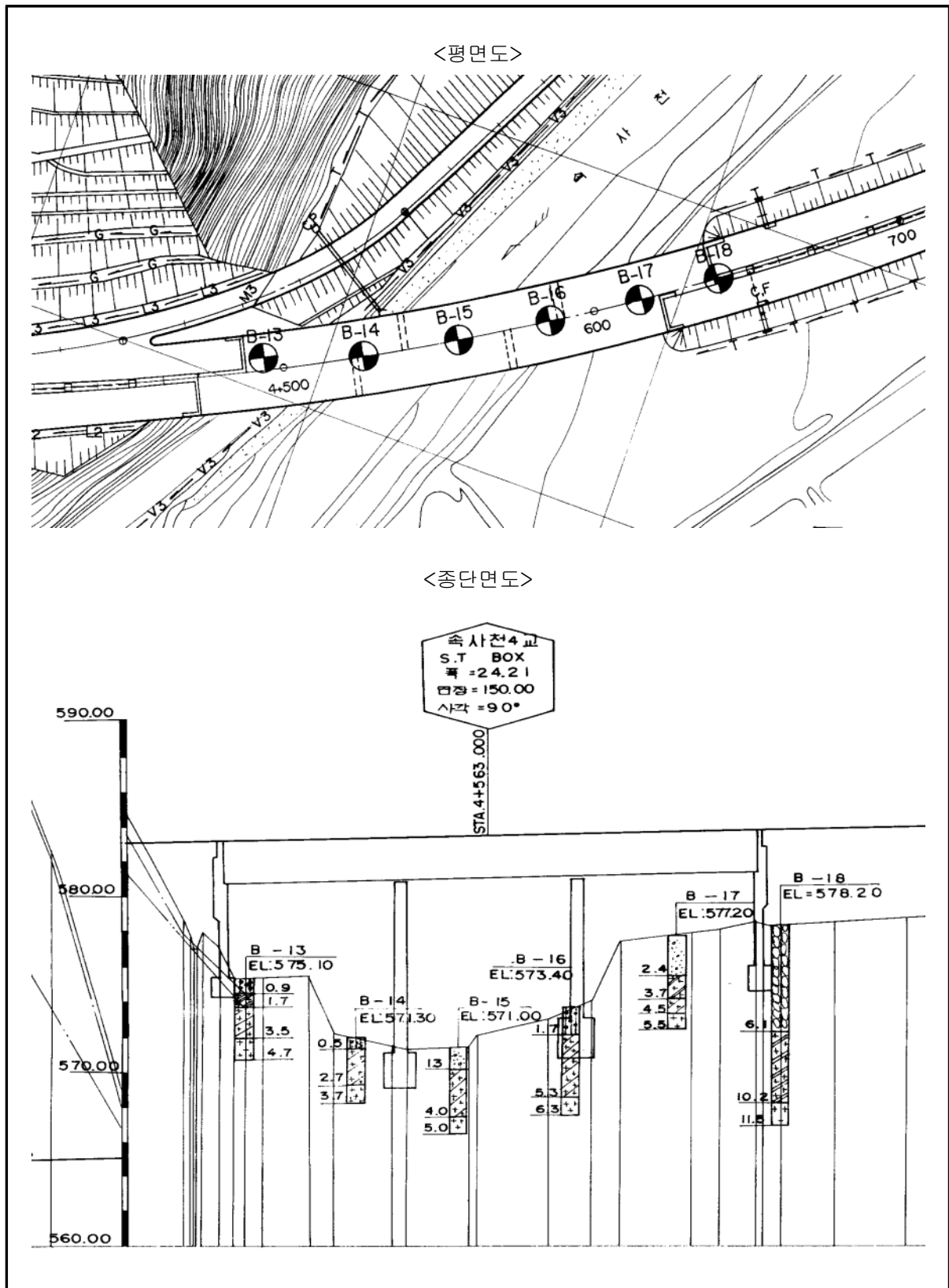
	
거더 내부	받침(고정단)
	
받침(일방향)	받침(양방향)
	
교각	교대

1.5.2 교량의 현황

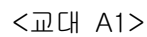
<표 1.5.1> 교량 현황

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		속사천4교(강릉)	시설물번호		BR2003-0000542
준공년월일		1999년 08월 19일	관리번호		교량15-1
시설물위치		강원도 평창군 용평면 이목정리 867-4			
설계하중		DB-24	노선명(이정)		영동선 187.87km
제원	연장	L=150.0m, (3@50m = 150.0m)			
	폭	B = 10.2m, 편도 2차로(갓길)			
구조 형식	상부	Steel Box Girder	기초 형식	교대	직접기초
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형		교각	직접기초
교량받침		포트받침	신축이음		RMC #80(A1), Rail Joint(A2)
교차시설물		하천(속사천)	통과높이		-
설계사		(주)한국종합기술공사	시공사		삼성물산
내진설계유무		적용	관리주체		한국도로공사 강원본부 대관령지사
부착시설내용		-			
기타		• 설계도서 및 구조계산서 유무 : FMS • 주요 보수·보강 실적 : 바닥판 표면보수, 거더 도장, 교면 재포장(LMC), 배수관 개량, 난간표면보수, 신축이음장치 교체, 교대 및 교각 균열보수('17년), 교대 균열보수, 단면보수('15년), A1신축이음장치 NB→RMC #80('12년), 교대 단면보수('12년), 받침장치 재도장('10년), 난간 보강('10년), 바닥판 단면보수('10년), 신축이음 부분보수('09년), 후타재 보수('08년), 교면 재포장('08년), 받침장치 재도장('07)			

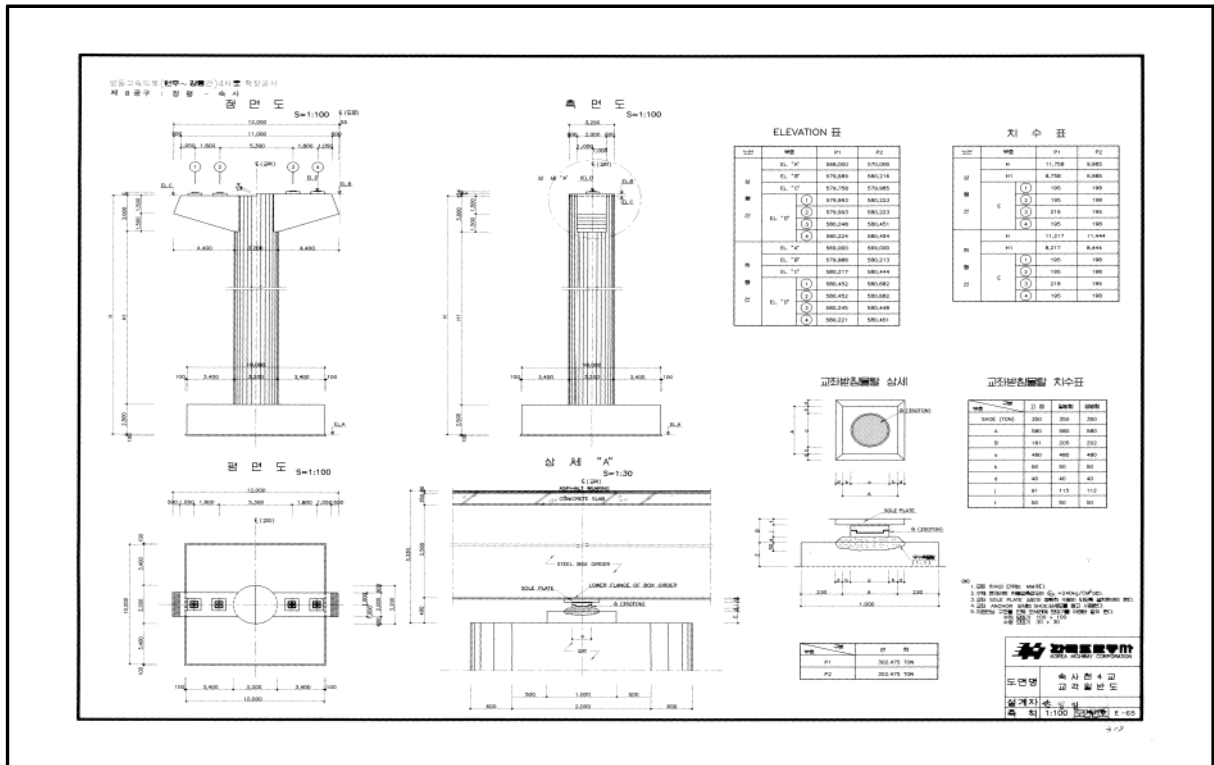
1.5.3 교량의 일반도



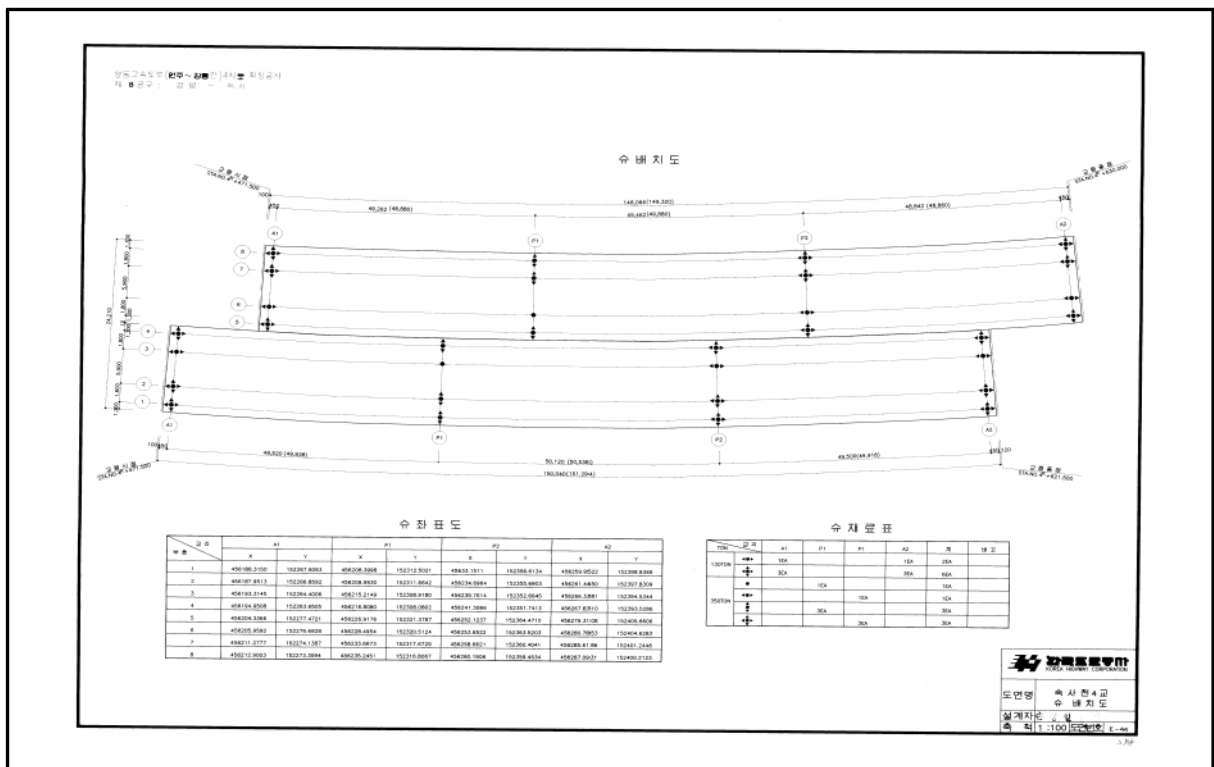
<그림 1.5.2> 속사천4교(강릉) 종·평면도



– 19 –



<그림 1.5.4> 속사천4교(강릉) 교각 일반도



<그림 1.5.5> 속사천4교(강릉) 받침배치도

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	
보조장비		카메라	자료 수집	• 현황 촬영	
사다리		사다리	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 차량 주행 방향 종점
	양방향 통행 교량 (1개 구조물)의 받침부재 기호는 다음과 같다. 시점 차량 주행 방향 종점
일방향 통행 교량 (2개 구조물)	시점 차량 주행 방향 종점
	일방향 통행 교량 (2개 구조물)의 받침부재 기호는 다음과 같다. 시점 차량 주행 방향 종점

제 2 장

자료수집 및 분석

- 2.1 사전조사
- 2.2 교량의 이력사항

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 지방서 - 각종계산서 - 실시설계보고서	보유 보유 보유 보유	관리주체
	▪ 설계도면 - 교량 - 위치도, 평면도, 단면(중·횡), 상부 · 하부 구조물도, 빔상세도 등	보유 보유	관리주체
시설물 관리대장	▪ 기본현황 ▪ 상세제원 ▪ 유지관리 이력 (점검 및 보수 및 보강이력)	보유 보유 보유	관리주체
시공관련 자료	▪ 시공관련자료 ▪ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ▪ 사고기록	보유 보유 없음	-
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	관리주체

(2) 유지관리자료 조사결과

한국시설안전공단 FMS 자료 및 2015년 정밀안전진단 자료를 발췌, 정리하여 분석하면 그 내용은 다음과 같다.

① 영동고속도로(원주~강릉간)4차로 확장공사 일반보고서(최종분) (1999. 8)

▶ 설계기준(103Page 발췌)

설계속도 - 본선 : 100km/hr, I/C : 40~50km/hr

▪ 폭원

구 분		단 위	적 용	비 고
차	선 수	차 선	4	
도로폭원	총 폭 원	m	23.4	
	차 선	"	14.4	4@3.6
	중 앙 분 리 대	"	3.0	
	길 어 깨	"	6.0	2@3.0
	측 대	"	0.5	길어깨측
		"	0.5	중앙분리대측
	성 토 부 보 호 길 어 깨	"	0.5	시설대폭원

▪ 횡단구배 : 직선구간의 표준횡단구배는 2%, 곡선부의 최대편구배는 6%로 한다.

〈표 4.2-2〉

곡선반경별 편구배

(단위 : m)

구 분	본선(100km/hr)	유출입시설 연결로		
		40km/hr	50km/hr	60km/hr
6%	460 ~ 620	60 ~ 80	90 ~ 130	140 ~ 210
5%	620 ~ 800	80 ~ 125	130 ~ 190	210 ~ 310
4%	800 ~ 1,090	125 ~ 215	190 ~ 340	310 ~ 470
3%	1,090 ~ 1,590	215 ~ 350	340 ~ 530	470 ~ 730
2%	1,590 ~ 5,000	350 ~ 800	530 ~ 1,300	730 ~ 2,000

〈표 4.2-3〉

접속설치율 및 접속설치 거리

차선평 (m)	설계속도 (km/hr)	접 속 설치율	편구배별 접속설치 길이(m) : TL					비 고
			2%	3%	4%	5%	6%	
8.2	100	1:175	57	72	86	100	115	
4.6	60	1:125	23	29	35	40	46	
	50	1:115	21	27	32	37	42	
	40	1:100	18	23	28	32	37	

■ 기하구조기준

(표 4.3-1)

본선기하구조기준

구 분	단 위	기 준 치	비 고
설 계 속 도	km/hr	100	
최 소 평 면 곡 선 반 경	M	460	
최 소 곡 선 장	교 각 5° 이상	110	
	교 각 5° 미만	550/θ	
종 단 구 배	표 준	3	
	부 특 이 한 경 우	5	
최 소 종 단 곡 선	凸 形	M/2	
변 화 비 율	凹 形	50	
최 소 종 단 곡 선 장	M	85	
최 소 정 지 시 거	°	200	
최 소 완 화 곡 선 장	°	60	
완 화 곡 선 파 라 미 터		$R/3 \leq A \leq R$	

(표 4.3-2)

연결로의 기하구조 기준

구 분	단 위	유 출 입 시 설			비 고
설 계 속 도	km/hr	60	50	40	
최 소 평 면 곡 선 반 경	m	140(10)	90(70)	50(40)	
완화곡선을 생략할 수 있는 곡선반경	m	350	220	140	
최 소 곡 선 장	θ < 5°	350/θ	300/θ	250/θ	
	θ ≥ 5°	70	60	50	
최 대 종 단 구 배 (표 준)	%	5	5	7	
최 소 종 단 곡 선	볼 록 곡 선	m/%	20	10	5
변 화 비 율	오 목 곡 선	m/%	20	12	7
최 소 종 단 곡 선 장	m	50	40	35	
정 지 시 거	m	85	65	45	
표 준 횡 단 구 배	%	2	2	2	
최 대 편 구 배	%	6	6	6	
최 소 완 화 곡 선 장	m	35	30	25	
최 소 파 라 미 터	m	70	30	25	

■ 적용 표준시방서 및 설계기준

1. 콘크리트 표준시방서건 설 부
2. 철근콘크리트 설계편람(I, II)건 설 부
3. 도로교 표준 시방서건 설 부
4. 도로의 구조, 시설 기준에 관한 규정건 설 부
5. 도로 설계 요령건 설 부
6. 기 타한국도로공사

■ 설계하중

강도설계법에 의할 때는 극한하중을 적용하고, 허용응력 설계법에 의할 때는 사용하중을 적용해야 하며, 구조계산 하중조합은 사하중, 활하중, 충격, 건조수축, 크리프, 온도변화 그리고 지지점의 부등침하 등의 영향을 고려한 하중조합중 가장 불리한 하중으로 설계하고 구조계산서에 상세히 기재한다.

1. 사 하 중

사하중의 산출에 사용되는 재료의 중량은 도로교 표준 시방서에 따르며 실하중이 확실한 것은 그 값을 사용한다.

2. 활 하 중

가. 교 량

- 본선교량 : 본선교량 DB-24, DL-24
- 기타교량 : 해당도로의 등급

나. 교량 및 옹벽에 작용하는 노면 활하중

- 교량등급에 관계없이 1.0T/m²으로 한다.

3. 설계방법 적용기준

가. W.S.D(허용응력 설계법) : 철근 CON'C를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하는 설계하는 방법

나. U.S.D(강도 설계법) : 실제하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 CON'C의 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중(LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법

- 강도설계법 적용 : R.C.구조물(슬래브, 교대, 교각, BOX)
- 허용응력설계법 적용 : P.C구조물(강도설계법으로 안정성 검토)

강합성구조물(Preflex 합성형 표준 시방서 및 동해설 '86)

▶ 주요재료 사용기준 (124Page 발취)

4.5.1 콘크리트

종 류	기준강도 (kg/cm ²)	골재최대 치수(mm)	적 용 구 조 물	비 고
P.C	$\sigma_{cs}=400$	19	P.C 구조물 PREFLEX아연 플렌지	혼화제사용
1종	$\sigma_{cs}=270$	25	라멘교(SLAB, 축벽, 기초, 날개벽) PREFLEX(복부, 가로보), 현장제작 철근 콘크리트관	
		25	교량상부 SLAB	STEEL BOX/P.C BEAM SLAB(철부보강콘크리트)
2종	$\sigma_{cs}=240$	32	터널라이닝 콘크리트 및 입출구시설, 교량하부구조(교각, 교대, 무릎통기초) 및 날개벽, 철근콘크리트 옹벽, 연석, 일거 일거집속슬래브	
		40	강관이용용 철근 콘크리트	
2종 수중	$\sigma_{cs}=240$	32	수중 콘크리트	
3종	$\sigma_{cs}=210$	25	장·성토부 도수로, 도수로 집수거, V형측구, L형측구(TYPE2-4), U형측구(TYPE1-4,7), U형측구 무점, 중분대 집수정, 노면집수정	
		40	중력식 옹벽, MASS콘크리트, 부대시설 기초, 일거 및 배수관 AFFORDA-4 바닥 콘크리트, 배수관 기초, 속채움콘크리트(우물통), 집수정, U형측구(TYPE5-6), 배수관 날개벽	
5종	$\sigma_{cs}=150$	50	레벨링콘크리트	교량중분대
L형측구	$\sigma_{cs}=210$	19	TYPE-1	난간 방호벽
중분대용	$\sigma_{cs}=240$	19	중분대 구체 콘크리트	
중간층용 LEAN CONC	$\sigma_{cs}=50$	40	포장 LEAN 콘크리트	
포장용	$\sigma_{cs}=45$	32	포장 슬래브	

주) 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

4.5.2 철근 : KSD 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

종 류	허용응력(kg/cm ²)	적 용 콘 크 리 트
SD 40	$\sigma_t=4,000$ $\sigma_u=1,800$	1종 콘크리트 - 일반적인 부재, 라멘의 구체(상부 및 하부)
	$\sigma_t=4,000$ $\sigma_u=1,600$	1종 콘크리트 - 바닥판 및 지간 10m이하의 슬래브고 - 수중 혹은 지하수위 이하에 설치
SD 30	$\sigma_t=3,000$ $\sigma_u=1,500$	2종 콘크리트

4.5.3 강 재

1. P.C강재 : KSD 7002에 적합한 재료를 기준으로 한다.
SWPC 7B(2종) 항복점 강도 $\sigma_{ty}=160\text{kg/mm}^2$
인장강도 $\sigma_{ts}=190\text{kg/cm}^2$
2. 일반강재
주부재 : SWS 50(상·하프렌지, 복부판, 중 RIB, 주부재 연결판)
부부재 : SWS 41를 기준으로 한다.(주부재를 제외한 모든 부재)

4.5.4 주요재료 물리상수

1. 콘크리트(도로고 표준 사양서 P599)
탄성계수 : $E_c = W_c \times 4,270 \sqrt{\sigma_{cs}}$ (kg/cm²)에 준하여 다음값을 사용해도 좋다.

강 도	400kg/cm ²	270kg/cm ²	240kg/cm ²
E_c	300,000	250,000	200,000
n	7	8	8

온도팽창계수 : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$

CREEP계수 : $\phi = 2.0$ (조강시멘트 경우) 2.2(보통 시멘트 경우)

건조수축 계수 : 20×10^{-5}

2. 철근의 탄성계수(도로고 사양서 P609)

$E_s = 2.04 \times 10^4$ (kg/cm²)

3. 강 재

○ 탄성계수 : $E_s = 2.1 \times 10^4 \text{kg/cm}^2$

○ 온도팽창계수 : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

② 영동고속도로(원주~강릉간)4차로 확장공사 구조및수리계산서(I) (1999. 8)

: 상·하부 구조계산, 부대공, 옹벽공 등에 대한 구조계산 및 검토에 있어 설계조건, 모델링, 설계 및 검토 등 항목별 검토사항은 적정한 것으로 확인되었다. 설계 당시의 설계기준과 현시점 설계기준과의 구조적 제반사항(재료적, 구조적 물성치) 차이에 따라 소요력 및 설계력에 차이가 있을수 있으므로 당시의 적용 설계기준 및 제반사항을 명시하여 유지관리자료로 활용토록 하였다.

▶ 상부 설계조건 (469Page 발췌)

1) 교종: 연속 강관형 합성교

2) 경간: 3 @ 50.0 = 150.0 m

3) 폭원: 2 @ 12.105 = 24.210 m

4) 사각: 0 Deg

5) 곡률: $R = 920.0 \text{ m}$

6) 재료강도

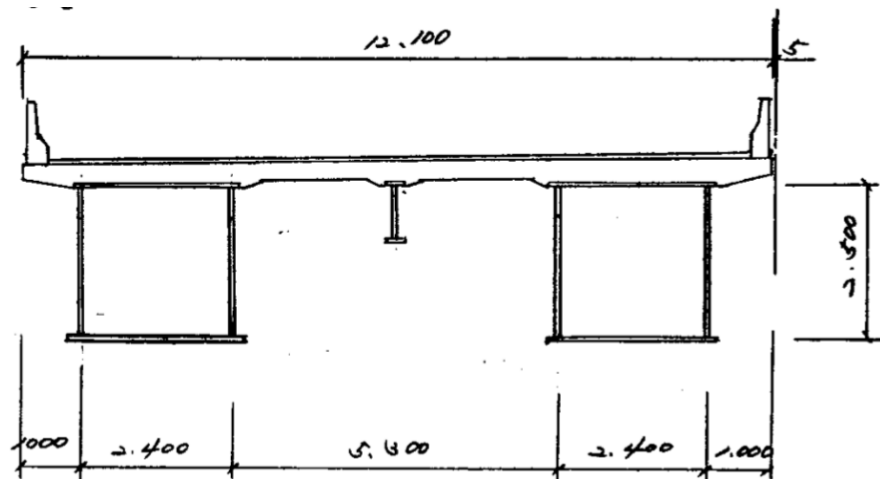
• Concrete: $f_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$

• 강재: 주부재: S.W.S 50 ($f_{ka} = 1900 \text{ kg/cm}^2$)

부부재: S.W.S 41 ($f_{ka} = 1400 \text{ kg/cm}^2$)

7) 설계등급: 1등급: DB-24 or DL-24

▶ 단면가정



▶ 내진설계 (685Page 발췌)

- 1) 가속도 계수 : $A=0.07$ (내진2등급)
- 2) 지반계수 : $G=1.20$ (II 지반)
- 3) 응답수정 계수 : 단주 $R=3.0$ (기초 설계시 $R=1.50$)

▶ 교대 설계조건 (628Page 발췌)

1. 일반단면

교대높이 10.000 m
지관폭 6.500 m
저관길이 12.100 m

2. 설계조건

* 흙의 단위중량 (γ_t) : 2.000 t/m³
CON'C의 단위중량 (γ_c) : 2.500 t/m³
흙의 내부마찰각 (ϕ) : 35.000 deg
흙의 점착력 (c) : 0.000 t/m²
배면 연직 경사각 : 0.000 deg
노면 수평 경사각 : 0.000 deg

* 기초 바닥 N치 : 40.000

* 흙과 콘크리트의 마찰각

○ 상시
안정점토시 (RANKINE 토압사용) : 0.000 deg
단면점토시 (COULOMB 토압사용, $\phi/3$) : 11.667 deg

○ 지진시
MonoNobe Okabe 공식사용 : 0.000 deg
직접기초 - $K_h = 0.5A$
말뚝기초 - $K_h = 1.0A$
경사말뚝 - $K_h = 1.5A$

* CON'C의 설계강도 : 240.000 kg/cm²
철근의 항복강도 : 3000.000 kg/cm²

* 과재하중 : 1.000 t/m²

* 상부 전 달 반력

사하중 반력 : 26.162 t/M
활하중 반력 : 6.862 t/M

* 지진시 수평력 : 1.831 t/M

* 설계 가속도계수 : 0.070

* SHOE 마찰계수 : 0.100

* 지하수위 (지관 바닥에서) : -5.000 m

* 지관 마찰계수

$\phi = \sqrt{(15 \times N)} + 15 = 39.495 \text{ deg}$
 $\mu = \tan(2/3 \phi) = 0.495$

▶ 교각 설계조건 (674Page 발췌)

- 1) 형식 : STEEL BOX GIRDER 교 (3@50.0 = 150.0°)
하부 : T-TYPE 교
- 2) 기초형식 : 확대기초
- 3) 활하중 : DB-24, DL-24
- 4) 재료강도
콘크리트 : $f_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$
철근 : $f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$
- 5) 설계재명 : U.S.D
- 1) 내진응답 : 1등급 ($A = 0.07g$)
- 2) 교량형식 : 가장단 연속 강상형 합성교
- 3) 지반종류 : I 지역 ($S = 1.2$)
- 4) 해석방법 : 단형 2D 스택트럼 해석
- 5) 응답수정 계수
교각 : 3.0
기초 : 1.50

③ 준공도 검토

: 설계도면은 당시 설계기준에 적합하게 작성된 것으로 검토되었으며, 종·평면도, 단면도, 상부 구조물도, 각종 상세도가 적정하게 작성된 것으로 검토되었다.

④ 영동고속도로(원주~강릉간)4차로 확장공사 토질조사보고서(1999. 8)

▶ 지형(33Page 발췌)

본 조사지역은 행정구역상 강원도 평창군 용평면 장평리에서 속사리에 걸쳐 위치하고 있다.

본 지역의 산세는 대체로 계획노선과 나란한 북동방향으로 발달하고 있다. 또한 해발 고도가 786 ~ 1003m 정도로 가파른 산비탈면을 가지는 험준한 산세를 보여주고 있다. 이러한 지형은 지형 윤회과정상 장년기초의 지형에 속하는 것으로 보인다.

본 지역의 선구조는 크게 N 75° ~ 82° E, N 50° ~ 80° W의 주향이 주를 이루고 있으며, 이들의 경사는 75° ~ Vertical 정도로 발달되어 있다. 또한 N 20° ~ 60° E의 주향에 30° 내외의 경사를 가진 것들이 부수적으로 발달되어 있다.

본 지역의 수계는 계획노선을 따라 북동에서 남서방향으로 흐르고 있으며, 북서 내지는 남동방향의 소지류들이 유입되는 양상을 보여주고 있다.

이러한 지형적인 특성은 본 지역에 발달되어 있는 지질 및 지질구조와 밀접한 관계를 가지고 있다.

▶ 지질

본 조사지역의 지질은 쥐라기의 대보화강암 (Deabo Granite), 제 4기의 충적층으로 이루어져 있다.

중생대 쥐라기에 있었던 대보조산운동의 영향으로 형성된 대보화강암은 본 지역의 기반암을 이루고 있으며, 제 4기의 충적층이 그 위에 부정합으로 피복하고 있으나 그 발달은 미약한 형태를 보여주고 있다.

본 지역에 발달되어 있는 지질의 층서적인 관계는 다음과 같다.

《 지질계통표 》

제 4 기	[	충 적 층
~~~~		부 정 합 ~~~~
쥐 라 기	[	대 보 화 강 암

## ▶ 지반개황(41Page 발췌)

## ▶ 표토층

본 지층은 조사지역 전반에 걸쳐 지반의 최상부인 지표면에서 확인되고 있으며, 0.5 ~ 6.1m 정도의 층후로 분포하고 있다.

본 지층은 실트 및 자갈 섞인 모래, 실트질 모래, 모래 섞인 전석 및 자갈로 구성되어 통일분류법에 의하면 SW, SM, GW로 분류되며, 갈색 내지는 황갈색의 색조를 띠고 있다.

## ▶ 풍화암층

본 지층은 시추공 B-13, B-17, B-18 지역에서만 확인되는 지층으로서, 지표하 심도 0.9 ~ 6.1m 정도에서 확인되고 있으며, 0.8 ~ 4.1m 정도의 층후로 분포하고 있다.

본 지층의 풍화정도는 완전풍화(C.W)에 속하며, 황갈색 내지는 회갈색의 색조를 띠고 있다. 모암은 화강암이다.

## ▶ 연암층

본 지층은 시추공 B-18 지역을 제외한 조사지역 전반에 걸쳐 지표하 심도 0.5 ~ 3.7m 정도에서 확인되고 있으며, 0.8 ~ 3.6m 정도의 층후로 분포하고 있다.

본 지층의 풍화정도는 보통풍화(M.W)에서 심한풍화(H.W)에 속하며, 시추작업시 코아 회수는 절리 및 균열의 발달로 인하여 매우 저조한 상태이고, 우백색 내지 황갈색의 색조를 띠고 있다. 암석의 강도는 보통 강함 정도이고 조직은 중립 ~ 조립질로 이루어져 있으며, 모암은 화강암이다.

## ▶ 경암층

본 지층은 조사지역 전반에 걸쳐 지표하 심도 3.5 ~ 10.2m 정도에서 확인되고 있다.

본 지층의 풍화정도는 약한 풍화(S.W)에서 신선(Fresh)한 정도에 속하며, 우백색의 색조를 띠고 있다. 암석의 강도는 강함에서 매우 강함 정도이고 조직은 중립 ~ 조립질로 이루어져 있으며, 모암은 화강암이다.



## 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 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,균열,받침장치 부분 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2017-04-26
2017-04-14 2017-04-14	오문석	양호	신축이음장치 및 배수구 청소,교면개량,난간단면보수,배수시설보수,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이수동
정기점검 (하반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보외측,단부,연결부,볼트,용접부 부분 점부식,바닥판단부 표면열화,균열,받침장치 부분 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 들뜸,표면박리,박락,신축이음장치 후타균열,포장균열,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식 등이 관찰됨	2016-09-29
2016-09-21 2016-09-21	정의천	양호	신축이음장치 및 배수구 청소,교면개량,난간단면보수,배수시설보수,주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준
정기점검 (상반기)	자체수행	0	금회 정기점검 결과,구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며,거더 및 가로보외측 단부,연결부,용접부 부분 점부식,도장박리,바닥판 현치부 표면열화,단부열화,백태,받침장치 부분부식,슬플레이트 부식,무수축물탈 및 받침콘크리트 균열,교대벽체 균열,보수부 재균열,들뜸,표면박리,신축이음장치 후타콘크리트 균열,부분파손,난간 및 중분대균열,하부열화,배수관부식등이 관찰됨	2016-06-29
2016-06-07 2016-06-07	정의천	양호	현재는 보수보강이 필요치 않으나, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.	이육준

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀안전진단	영동이엔지(주)	3,250	-내측바닥판 Deck Plate의 백태(누수흔적) (기 진단시와 유사한 상태) -외측 캔틸레버 하면 백태(기 진단시와 손상정도는 유사, 부분적 확대) -강재거더는 전반적으로 기 진단(2010년)시의 부식손상이 진전, 증대된 양상이며 또한 추가적인 표면부식(점부식 등) 발생 -하부구조 폭 0.3mm 내외의 초기균열, 보수재 손상 -교량받침 부식, 받침몰탈 및 콘크리트 건조수축균열(폭 0.3mm 내외) -신축이음 양호, 방호벽콘크리트 균열, 단면손상	2016-01-20
2015-09-16 2015-12-24	신동식	C등급	-강재거더 내? 외부 부식 및 도장박리 손상에 대한 재도장 -받침장치 Sole Plate 재도장 -받침 몰탈 및 콘크리트 균열보수 등	이정인
정기점검 (상반기)	자체수행	0	구조적인 결함은 발생되지 않았으나 유지관리 시의 중점점검 사항 및 내구성 확보차원에서의 보수가 필요한 부분에 대하여 보수 후에도 보수상태나 손상의 진전을 일상점검시 중점적으로 점검해야 함	2015-07-02
2015-06-04 2015-06-04	정의천	양호	받침장치 재도장,교대열화부 단면보수,교대점검로보수,신축이음장치 청소	이육준
정밀점검	자체수행	0	바닥판 백태, 콘크리트 박락, 거더 하부플랜지 녹발생, 교대 보수부 들뜸 및 교대 균열, 받침 녹발생 및 무수축콘크리트 균열, 신축이음 후타재 균열 등이 주요 손상으로 조사되었으며 금회 조사된 손상은 내구성 확보차원의 보수가 필요한 상태임.콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 양호한 상태로 측정됨.현장조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과는 "B"로 평가되었으며, 종합평가 결과 안전등급은 "B등급"으로 평가됨	2015-01-09
2014-09-15 2014-09-15	정의천	B등급	바닥판 백태, 데크플레이트 백태 : 표면처리 거더 하부플랜지 녹발생 : 재도장 교대 흥벽 박락, 교각 상단부 균열 : 단면보수 및 표면처리 받침장치 부식 : 재도장	이육준

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	점검결과 구조적인 결함사항은 없었으며, 바닥판 단부의 열화,백태, 분리시공부 백태 오염,교대홍벽열화,균열,신축이음장치의 토사퇴적,후타파손,교면포장균열,난간균열,하부 열화,배수관연장부족,점검계단열화 등이 관찰됨	2014-10-07
2014-04-10 2014-04-10	정의천	양호	거더 및 가로보 부분 재도장,받침장치 재도장,받침콘크리트 균열보수,바닥판 열화부 단면보수,홍벽 박락부 단면보수,신축이음장치 청소,기타 주의관찰	이옥준
정기점검 (하반기)	자체수행	0	거더부식,백태,오염(10.12㎡,5개소),가로보부식(0.5㎡,2개소),바닥판 열화,백태,표면탈리(13㎡,10개소),받침부식,도장박리(0.52㎡,4개소), 교대 열화(2㎡,1개소)	2013-10-25
2013-08-13 2013-08-13	김태훈	양호	단면보수(2.5㎡,2개소),재도장(0.4㎡,1개소), 거더부식, 하부구조 균열, 신축이음후타 균열, 교면포장 균열 등 주의관찰 필요	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G1 전단키 부식 및 녹발생,S3G1 복부판 오염,도장탈락 10% 부식발생 2%미만,S3 가로보 연결볼트부 점부식,A1-sh1 받침 콘크리트 균열,A1-sh2 무수축 및 받침 콘크리트 균열,P2-sh2 받침콘크리트 균열,슈 녹발생,P2-sh3 받침콘크리트 균열,A1 신축이음장치 토사퇴적,A2 신축이음장치 토사퇴적, 후타콘크리트 파손	2013-04-11
2013-04-11 2013-04-11	김태훈	양호	재도장,주의관찰,단면보수,토사제거,후타보수	김태훈
정밀점검	자체수행	0	S1G1 전단키 부식 및 녹발생,S2G2 강제 백태 및 녹오염,S3G1 강박스 오염,S3 가로보 연결볼트부 점부식,A1측 바닥판 단부 균열 및 백태,전경간 분리시공부백태,A1-sh1 받침대 콘크리트 균열,A1-sh2 무수축 및 받침대 콘크리트 균열,P2-sh2 받침물탈 균열,슈 녹발생,P2-sh3 받침물탈 균열,A1 누수로 인한 교대홍벽 및 벽체 녹물,백태,열화,A2 교대균열 및 홍벽백태오염,A2 갯길측 후타 콘크리트 파손,S3 난간 하부 열화	2012-12-12
2012-07-25 2012-07-25	김태훈	B등급	재도장,지속관찰,단면보수,지속관찰,균열보수,재도장,후타보수	김태훈

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)	자체수행	0	S1G2 전단키 부식 및 녹발생, S2G2 강재 백태 및 녹오염, A1 가로보 열화, 백태, S3 분리시공부 바닥판 백태, A1-1,2 받침몰탈균열, P2-2받침몰탈균열, 슈녹박생, P2-3받침몰탈균열, A1 누수로 인한 파라펫 백태, A2 갯길 측 후타콘크리트 파손, S3 난간 하부 열화, A1 배수관 부식 및 녹물발생	2012-06-14
2012-05-04 2012-05-04	이해수, 김태훈	양호	제도장, 주의관찰, 단면보수, 백태제거, 균열보수, 제도장, 후타보수, 단면보수, 배수관보수	김태훈
정기점검 (하반기)	자체수행	0	A1 신축이음누수, 파라펫 백태	2011-11-29
2011-10-04 2011-10-04	이해수, 박광일	양호	신축이음교체 및 백태제거	박광일
정기점검 (상반기)	자체수행	0	A1 파라펫 열화, 부속시설물 이상없음	2011-06-21
2011-04-15 2011-04-15	이해수, 박광일	양호	단면보수	박광일
정밀안전진단	(주)하이콘엔지니어링	31,086	- 본 교량은 상태등급 산정결과 각 경간의 교량전체 환산결함도지수는 0.230로서 상태평가 산정 기준에 의해 대상교량의 상태등급은 “B등급”에 해당되며, 안전성평가 결과 “A등급”에 해당됨에 따라 교량전체의 안전등급은 “B등급”에 해당된다. 내하력평가 결과 활하중(DB-24, DL-24)에 대한 내하성능은 충분한 여유도를 확보하고 있는 것으로 평가된다.    - 대상교량의 개별부재에서 조사된 손상 및 결함은 적절한 보수를 통해 구조물의 내구성 및 사용성 확보가 필요하며, 특히 교각 두부에 발생된 수직균열에 대해서는 보수와 더불어 균열의 진행성 유무 확인 등의 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.	2010-11-09
2010-03-15 2010-10-15	조승현	B등급	방호벽 단면보수, 신축장치 청소 및 주의관찰, 받침장치 도장 보수 및 균열보수, 교대 및 교각 균열보수 및 단면보수, 배수구 청소, 바닥판하면 단면보수, 강교 내외부 및 볼트이음부 도장보수, 우수유입 방지시설	민경삼
정기점검 (하반기)	자체수행	0	양호함	2010-09-03
2010-09-03 2010-09-03	박광일	양호	없음	박광일

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정밀점검	에스큐엔지니어링(주)	5,012	포장면 콘크리트 균열, 방호벽 균열, 슬래브 하면 백태, 강재주형 볼트 부식, 교대 및 교각균열	2010-01-06
2009-04-16 2009-12-11	박윤제	B등급	표면처리, 주입보수, 단면보수, 부식제거 후 채도장	김종생
정기점검 (상반기)		0	슈 보호덮개 발청	2009-04-08
2009-04-08 2009-04-08	김용준	양호	슈 보호덮개 도색(필요시 제거)	김태훈
정밀점검		0	양호	2008-10-13
2008-08-01 2008-08-28	이원석	B등급	-	김태훈
정기점검 (상반기)	자체수행	0	양호	2008-06-05
2008-05-26 2008-05-26	강현억	양호	없음	김태훈
정기점검 (하반기)		0	양호	2008-01-29
2007-12-11 2007-12-11	이권찬	양호	없음	김태훈

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (상반기)		0	양호	2008-01-29
2007-06-13 2007-06-13	한광수	양호	없음	김태훈
정밀점검	자체수행	0	강릉방향 A1 신축이음장치 후타콘크리트 파손	2007-01-11
2006-09-01 2006-09-01	석선원	B등급	후타콘크리트 부분단면보수	이권찬
정기점검 (하반기)		0	후타 콘크리트 파손	2007-01-11
2006-07-05 2006-07-05	이진만	보통	부분단면보수	이권찬
정기점 검(하반기)		0	양호	2006-02-13
2005-12-02 2005-12-02	이권찬	양호	-	이권찬
정기점검 (상반기)		0	양호	2005-12-22
2005-06-09 2005-06-09	석선원	양호	-	이권찬
정밀점검	자체수행	0	슈 받침 콘크리트 균열	2005-03-03
2004-11-08 2004-11-08	양승렬	A등급	균열보수	이권찬
정기점검 (상반기)		0	슈 받침물탈 일부 파손	2004-06-30
2004-06-04 2004-06-04	양승렬	보통	물탈 부분 보수	이권찬

(계속)

&lt;표 2.2.1&gt; 안전점검 및 정밀안전진단 이력(계속)

점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일
점검진단기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)	작성자
정기점검 (하반기)		0	양호	2004-02-27
2003-10-13 2003-10-13	정우관	양호	없음	이철상
정기점검 (상반기)		0	교면포장,배수시설,난간,바닥판,신축이음,주형,교좌장치,구체,교각 기타등	2003-07-15
2003-06-23 2003-06-24	정우관	양호	없음	이철상
정밀점검	한국도로공사	0	교량 교대 · 교각의 균열발생	2016-10-18
2002-10-28 2002-10-29	최기용	A등급		심정원

## 2.2.2 보수 · 보강 이력

공사명	공사 구분	보수·보강부위	설 계 자	시 공 자
공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
2006대 관령지사연간단가계약	보수	없음	이권찬	표준공무사
2006.11.10 ~ 2006.11.30		없음	0	지영인
구조물 유지관리연간단가	보수	받침	이권찬	(주)신영 종합건설
2007.05.02 ~ 2007.12.31		슈재도장	139	한광수
아스콘포장보수	보강	교면포장	김태훈	두타건설
2008.05.01 ~ 2008.06.30		철삭덧췌우기	502	김태욱
유지보수협약사업공사	보수	신축이음	김태훈	(주)고속도로 관리공단
2008.05.01 ~ 2008.06.30		후타재 보수	3,556	김영광
2009 대관령지사 구조물 유지관리 연간단가 공사	보수	신축이음	김태훈	한양건설(주)
2009.03.19 ~ 2009.12.31		부분보수	1,470	지영인
대관령지사관내 신축이음장치 개량	보수	신축이음	김태훈	한국표준 공무사(주)
2009.10.08 ~ 2009.10.23		부분보수	507	지영인
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약	보수	바닥판	박광일	(합)원주 현대건설
2010.05.06 ~ 2010.12.31		단면보수	800	박광일
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약	보수	난간,연석, 중앙분리대	박광알	(합)원주 현대건설
2010.05.06 ~ 2010.12.31		난간 보강	30,000	박광알
2010년 대관령지사 구조물 유지보수공사 연간단가계약	보수	받침	박광일	(합)원주 현대건설
2010.05.06 ~ 2010.12.31		슈재도장	250	박광일
2012년 대관령지사 도로시설물 유지관리공사 연간 단가계약	보수	교대	김태훈	비봉건설
2012.01.09 ~ 2012.12.31		단면보수	1,363	임도완
2012년 대관령지사 관내 도로시설물 개량공사	개량	A1 신축이음장치	김태훈	태승건설
2012.05.22 ~ 2012.11.14		NB -> RMC #80 11.4m	10,896	지영인
2015년 대관령지사 관내 교량보수보강공사	보수	교대	이욱준	주식회사 베스트건설
2015.04.27.~2015.12.24		균열보수,단면보수	1,594	김태현
2017년 도로시설물 유지보수공사	보수	바닥판, 거더 포장, 신축이음 배수관, 난간 교대, 교각	-	-
2017.01.01.~2017.12.28.		표면보수, 도장 LMC포장, 교체 개량, 표면처리 주입보수		-



## 2.2.3 전차 보고서 요약

&lt;표 2.2.3&gt; 전차 보고서(2015년) 외관조사 결과

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : C
결함발생부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판	d	·표면열화(표면백태) ·Deck Plate 부식 및 백태 ·박락	·단면보수 ·지속관찰 ·단면보수
	강박스 거더	c	·도장박리 및 부식	·재도장
	가로보 및 세로보	c	·도장박리 및 부식 ·국부 국소 충격 강재변형	·재도장 ·지속관찰
하부구조		c	·균열(0.2mm이하) ·균열(0.3mm이상) ·표면보수재 박리, 균열 ·백태	·표면보수 ·주입보수 ·표면보수, 주입보수 ·단면보수
교량받침		b	·본체 및 Sole Plate 부식 ·받침 몰탈 및 콘크리트 균열(0.2mm이하)	·재도장 ·주입보수 및 표면보수 ·지속관찰
기 타 부 재	신축이음	c	·본체 이물질 퇴적 ·후타재 균열 ·후타재 경계부 틈	·지속관찰 ·지속관찰 ·지속관찰
	교면포장	d	·균열, 망상균열	·지속관찰
	배수시설	c	·그레이팅 파손 ·배수관 부식	·교체 ·지속관찰
	난간 및 연석 (방호벽)	d	·균열(0.3mm이하) ·균열(0.3mm이상) ·박리, 박락 ·단면 탈락, 파손	·단면보수

## 나. 재료시험 결과

&lt;표 2.2.4&gt; 전차 보고서(2015년) 재료시험 결과

구분				기 진단(2010년)	금회 정밀안전진단	비고
콘크리트	콘크리트 강도 (MPa)	상부구조		27.8~28.8	28.3	·설계강도 : 27.0 양호함
		하부구조 (교대, 교각)		24.5~26.9	24.0~26.0	·설계강도 : 24.0 양호함
	코어강도 (MPa)	하부구조 (교대)		-	34.0	·설계강도 : 24.0 양호함
	철근 탐사	배근 간격 (mm)	상부구조 (하부 주철근)	120.0~140.0	≒ @ 125.0	· 측정위치에 따른 편차
			하부구조 (수직 철근)	200.0 (홍벽)	≒ @ 200.0 (홍벽)	
			교각	150.0~170.0 (코핑)	≒ @ 100.0 (기둥)	
		피복 두께 (mm)	상부구조 (하부 주철근)	48.0~56.0	39.0~52.0	
			하부구조 (교각 수직철근)	91.0~102.0 (코핑)	91.0~107.0 (기둥)	
	탄산화 깊이 (mm)	상부구조		1.5~9.7	8.7	·측정위치에 따른 편차 ·잔여깊이 30mm이상, <a등급> 양호함
		하부구조 (교대, 교각)		9.7~11.4	9.7~10.7	
	염화물 함유량 (kg/m³)	상부구조	캔틸레버 하면	0.294~4.721 (캔틸레버 바닥판 하면)	0.450~0.502 (캔틸레버하면 신축이음 외측)	· 측정위치에 따른 편차
		하부구조 (교대, 교각)	교각	-	0.420~0.427 (기둥부)	
			교대	0.136~0.362 (벽체 단부)	0.556~1.212 (신축이음 외측)	
강재	초음파 탐상	합격		16	12	·등급분류 : 1등급
		불합격		-	-	
	도막두께 (mm)	G1	내부	181~232	208~213	· 전반적으로 도막두께 기준을 만족함
			외부	282~319	298~300	
		G2	내부	171~208	189~191	
			외부	262~286	272~275	

## 다. 상태평가

상태평가 결과, 환산결함도 점수가 0.394로 산정되어 최종 상태등급은 “C등급”으로 평가되었다.

## 라. 안전등급 지정

속사천4교(강릉)에 대한 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가한 결과 안전등급 “C등급”으로 평가되었다.

안전등급	구조물명	안전등급
	속사천4교(강릉)	C등급

## 마. 보수방안

구 분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	우 선 순 위
바닥판		박락 및 철근노출(t=50mm)	단면보수+방청(t=50)	0.30	1.0	m ²	2
거터	내부	부식(볼트부식포함)	재도장	20.56	30.8	m ²	2
		우수유입	셀링보수	11	11	EA	2
	외부	도장박리 및 부식	재도장	97.84	146.8	m ²	2
가로보 및 세로보		부식(볼트부식포함)	재도장	144.1	216.2	m ²	2
하부 구조	교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	8.2	12.3	m	2
	교대	균열(0.3mm이상)	주입보수	6.1	9.1	m	2
		들뜸, 백태, 층분리	단면보수	0.67	1.0	m ²	2
교량 받침	본체	Plate 부식(스토퍼포함)	재도장	0.52	1.0	m ²	2
	콘크리트	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.13	3.2	m	2
		파손	단면보수	0.23	1.0	m ²	2
배수시설		배수구 막힘	청소	2	2	EA	3
방호울타리		균열(0.3mm이상)	주입보수	63.65	95.5	m	2
		백태, 단면탈락, 박락	단면보수	31.49	47.2	m ²	2

### 바. 종합결론

속사천4교(강릉)는 약 17년의 공용기간이 경과한 교량으로 금회 진단결과, 안전성과 내구성에 문제가 될 정도의 손상이나 결함은 없으나 주부재인 및 보조부재의 내구성능과 기능저하 요인에 대하여 성능 확보를 위한 보수 및 지속관찰 유지관리가 필요한 상태이다.

본 교량의 상태평가등급(C등급) 및 안전성평가등급(A등급)을 반영한 종합평가등급(C등급)을 종합적으로 평가한 안전등급은 "C"등급으로 평가되었으며, 향후 금회 진단결과에서 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여 적정한 보수 및 지속관찰 유지관리를 시행하면 건전성을 확보, 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2.3 시설물의 내진설계 여부확인

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

본 과업구간은 강원도 지역으로서 내진 2등급에 해당하므로 내진설계에 사용하는 가속도 계수는  $A=0.07$ , 교량의 내진해석 방법은 단일 모드 스펙트럼 해석법을 사용하여 내진설계를 하였다.

- 지방서 규정에 따라 상부구조, 교각 및 기초 교대에 내진설계 적용
- 지진시 교량의 붕괴방지는 낙교방지와 교각의 안정을 최대 주안점으로 한다.
- 구조적으로 허용하는 한 고정받침을 여러개소에 사용하여 수평력을 분산시켜 설계에 적용한다.
- 고정받침이나 고정교각에 작용하는 수평력에 의한 교각설계를 정밀하게 하여야 한다.

## 2.4 자료분석 결과 및 과업진행 방향

<표 2.4.1> 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.	· 현장조사 시 부재치수를 확인하여 준공도면과 비교, 검토하고 실측치와 동일할 경우는 관리주체측에서 보유한 도면을 기준으로 진행함.
유지 관리 자료	· 점검 이력     · 정밀안전진단보고서     · 정밀안전진단보고서	· 기존 정밀안전진단 보고서 분석결과, 교량의 각 부재에서 손상 및 열화가 확인되었으며, 관리주체는 그에 따른 유지관리를 실시하고 있어 구조물은 내구성, 사용성을 확보함.	· 금회 중점조사 부재      - 바닥판 하부 백태     - 거더, 가로보 부식     - 받침 부식, 균열, 기능     - 교각 균열, 박락     - 신축이음 기능, 누수           · 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·보강 이력을 검토한 결과, 하자보수공사 등을 통하여 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	· 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사시 면밀히 조사함.

# 제 3 장

## 현장조사

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 발생된 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.



&lt;표 3.1.1&gt; 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 교각	- 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 외관조사의 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.

	
사다리를 이용한 조사	연단거리 조사
	
반발경도 시험	구조물 기울기 측정

### 3.1.3 교량의 일반사항

- ▷ 고속도로(영동선, 이정187.87km)
- ▷ 강원도 횡성군 용평면 이목정리
- ▷ 1종시설물
- ▷ 설계하중 : DB-24
- ▷ 1999년에 준공되어 약 18년간 공용중
- ▷ 연장

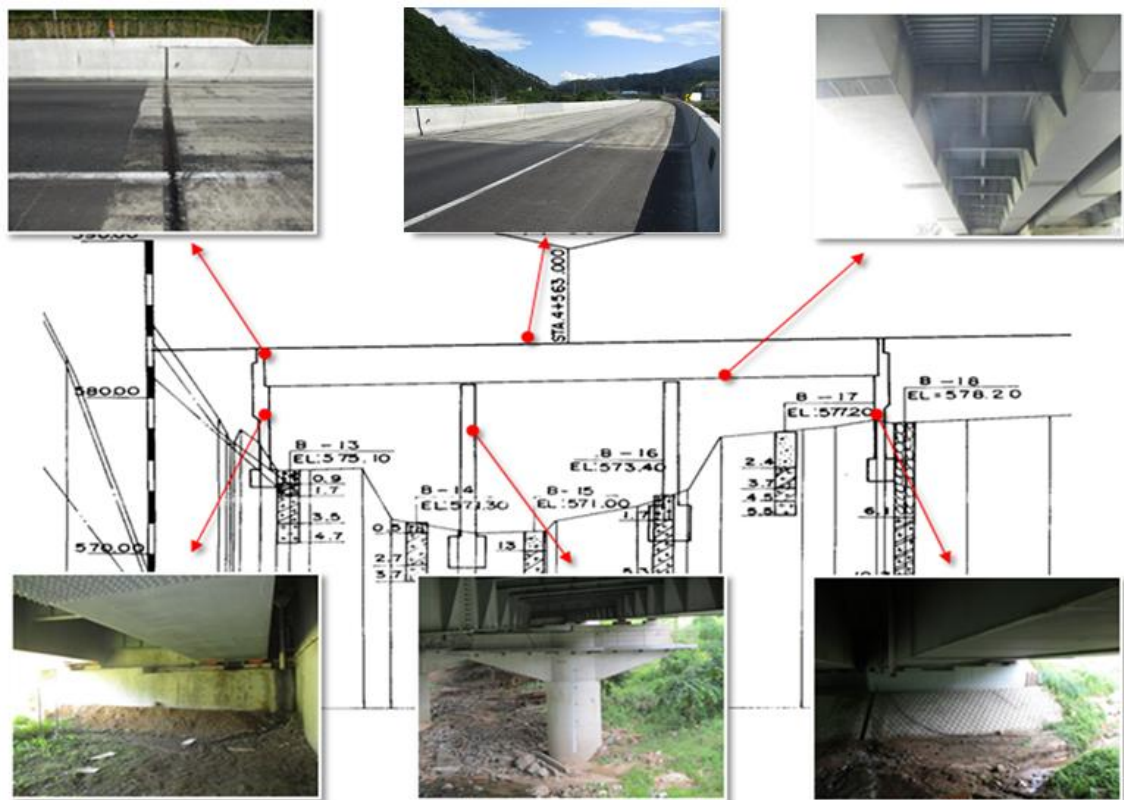
L= 150.0m(3@50.0m)

B= 10.2m의 편도 2차선 교량



- ▷ 상부구조 : 강박스거더교(Steel Box Girder), 3경간 연속교량
- ▷ 하부구조 : 교대 - 역T형(직접기초), 교각 - T형(직접기초)
- ▷ 받침 : 포트받침(교대 1300kN, 교각 3500kN)
- ▷ 신축이음 : A1 - RMC#80, A2 - Rail 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)
Steel Deck Plate	• 상부 누수로 인한 강재 부식     • 누수로 인한 백태 오염     • 데크 변형

#### (1) 조사현황 및 기존자료 분석

##### a. 현황

- 콘크리트 바닥판( $t=250\sim570\text{mm}$ )
- 거더와 거더 간 내측 바닥판 (Steel Deck Plate 설치)
- 거더 외측 캔틸레버부 바닥판 (콘크리트)

	
거더 간 Steel Deck Plate 바닥판	캔틸레버부 콘크리트 바닥판

##### b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 난간하부 바닥판 Steel Deck Plate 누수흔적(백태) → 누수는 없음
- 바닥판하면 파손 → 바닥판 단부 누수 및 열화에 의한 파손 추정

## (2) 외관조사

## a. 손상 내용

- 캔틸레버 바닥판에서 철근노출, 콘크리트 박리 및 박락, 백태가 빈도 높게 조사되며, 이는 상부 빗물(용해된 용빙제 포함)의 유입에 따른 재료의 손상, 공용기간 경과에 따른 열화진행 등의 복합적 환경 및 요소로 인함.
- 데크플레이트 하면 부식 및 백태오염이 전 경간에 넓게 분포함.

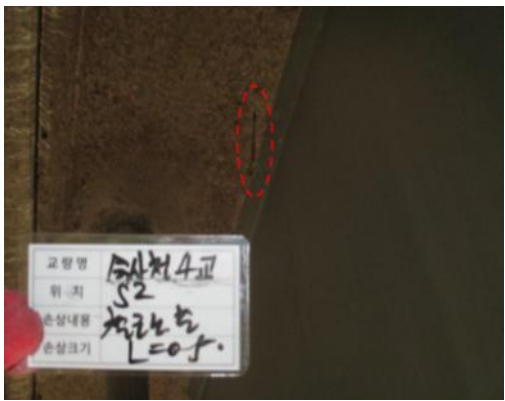
## b. 손상 사진

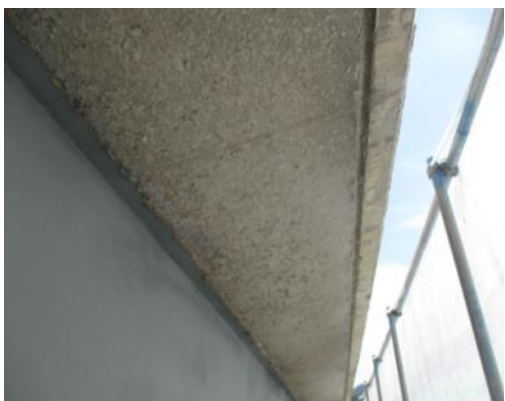
	· 외관조사 내용   ① 현황: 데크플레이트 부식 (백태오염)   ② 위치: 포장층 손상에 따른 빗물유입   ③ 원인: 빗물 유입, 습기흡착, 콘크리트 열화   ④ 대책: 표면처리, 재도장
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

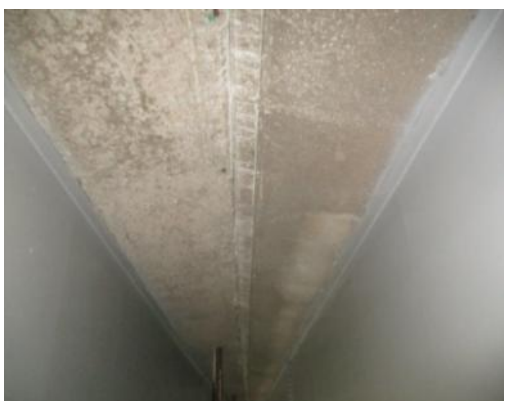
속사천4교(강릉)   백태오염, Deck 부식   교량 종방향을 따라 바닥판 부재에 백태오염 흔적이 확인되며, 백태 오염부에 데크의 부식현상이 함께 나타남. 오염 및 부식의 정도가 심하지 않으나 보수 후 유지관리 해야겠음.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

데크플레이트 부식 (백태오염)	데크플레이트 부식 (백태오염)



	· 외관조사 내용
	① 현황: 바닥판 철근노출
	② 위치: S2측 캔틸레버 바닥판
	③ 원인: 표면열화 및 피복부족
	④ 대책: 단면복구(방청)

	· 외관조사 내용
	① 현황: 콘크리트 표면열화(표층박리)
	② 위치: S2측 (캔틸레버부)
	③ 원인: 습기흡착, 표면열화, 공용중 노후화
	④ 대책: 표면처리

	· 외관조사 내용
	① 현황: 백태 및 박리
	② 위치: S3 (캔틸레버부)
	③ 원인: 접속부 우수유입 열화진행 동결융해 반복 작용
	④ 대책: 표면처리, 단면복구

	
백태 및 박리 S2 (캔틸레버부)	백태 및 박리 S3 (캔틸레버부)

	• 외관조사 내용   ① 현황: 철근노출 (파손)   ② 위치: S1 단부 (캔틸레버부)   ③ 원인: 우수유입, 콘크리트 열화, 철근팽창   ④ 대책: 단면복구(방청)
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	
철근노출 (파손) S1 단부 (캔틸레버부)	박리 및 박락 S1 단부 (캔틸레버부)

	• 외관조사 내용   ① 현황: 콘크리트 박리 및 박락   ② 위치: S1 (캔틸레버부)   ③ 원인: 습기흡착, 상부 반복하중   ④ 대책: 단면복구
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	
콘크리트 박리 S2 (캔틸레버부)	콘크리트 박리 S3 (캔틸레버부)

## (3) 외관조사 결과

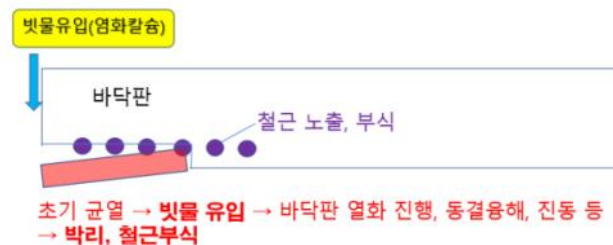
손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
데크플레이트 부식, 누수흔적	m ²	182.85	-	▼ 182.85	보수
콘크리트 표면열화 (표층박리)	m ²	267.54	-	▼ 267.54	보수
철근노출	m ²	0.30	-	▼ 0.30	보수

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

신축이음 하부에 위치한 바닥판 및 캔틸레버에서 철근노출 및 콘크리트 박리, 박락이 확인되며, 이는 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(용빙제, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면(초기결함 균열, 공용중 열화된 부분)에 침투되고 철근에 흡착하여 부식 작용, 장기간의 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 차량의 반복적 통행에 따른 진동 및 충격 등의 복합적 요인에 따른 열화현상으로 판단됨.

용빙제 성분(염화칼슘)은 수분을 흡수하는 성질이 있어 흡착시 철근의 부식을 촉진시키는 주요한 요인으로 작용할 수 있음.

## &lt;콘크리트 박락, 철근 부식 원인분석&gt;



철근노출부분에 방청 후 단면복구, 백태 및 균열부 표면처리, 박리 및 박락 단면 복구를 통해 부재의 내구성을 유지 관리해야 함. 근본적으로 교면수의 유입 및 공기 중 확산을 통한 부식 영향인자의 차단을 막을 수 없는 현실성을 고려해 본다면 관리주체는 향후 철근의 부식을 초래하지 않거나 그 영향을 줄일 수 있는 용빙제의 개발 지원 및 사용토록하고 공사 시 내후성이 강한 재료의 사용 및 시공관리를 철저히 하여 교량의 내구성 품질을 높일 수 있는 방안을 모색하여 유지관리토록 해야 할 것으로 사료됨.



바닥판 Steel Deck와 거더가 만나는 종방향 접합부의 대부분에서 백태오염 및 강재의 부식현상이 나타나고 신축이음장치가 위치한 바닥판하면 단부에서 콘크리트 박락이 확인되는데 이는 바닥판 콘크리트를 통해 유입된 상부 유입수(빗물, 융빙제 포함)의 콘크리트 표면 또는 손상부 침투, 재료의 열화 진행, 동결융해의 반복에 따른 상태변화, 신축이음장치 유지관리시 상부의 공사 진행에 따른 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행 등에 따른 현상으로 판단됨. 손상의 정도가 심하지 않으나 보수 후 유지관리 해야겠음. 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.

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

## 나. 거더(Steel Box Girder)

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

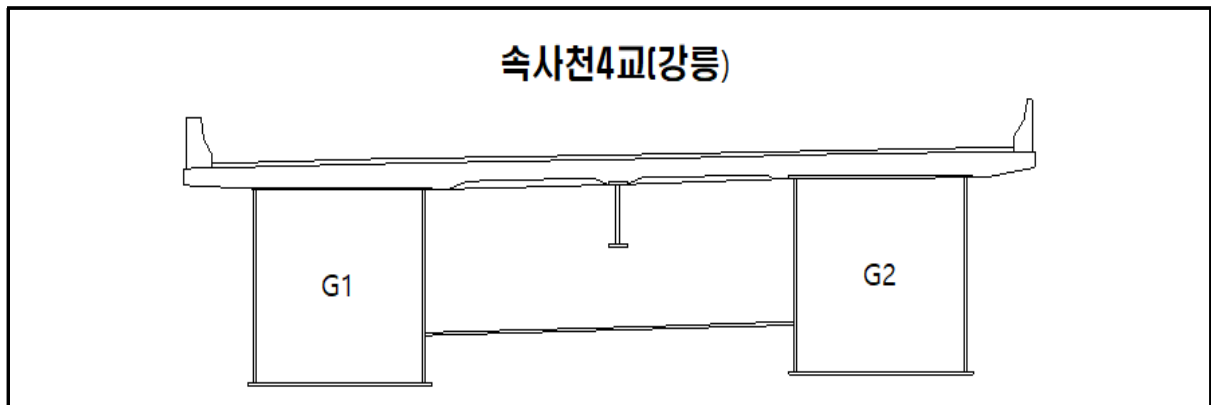
## &lt;강거더 외관조사시 주요 점검항목&gt;

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	· 도장 손상 및 부식     · 현장이음부 볼트손상, 누수     · 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식
받 침 부	· 복부판 부식 및 국부좌굴     · 거더와 받침연결부 부식     · 지점보강재 하단 용접부 균열     · 박스내부 출입구 방치     · 박스내부 바닥 물고임 및 부식
중 앙 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

- Steel Box Girder 형식 2기(G1, G2)
- 간격 5.3m
- 가로보 및 세로보로 연결



## b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

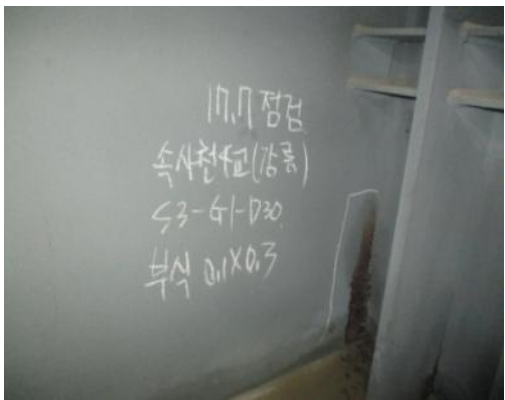
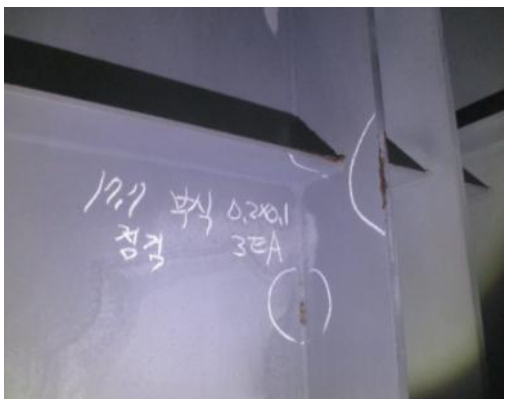
- 거더외부 강재부식 및 점부식 발생(국부적) → Splice부 및 외기노출에 의한 부식

## (2) 외관조사

## a. 손상 내용

- 2개 거더의 하부 플랜지, 하면에서 강재부식, 볼트부식의 발생 빈도 높음.
- 거더 내부와 외부에서 도장박리 및 도장 긁힘 조사됨.

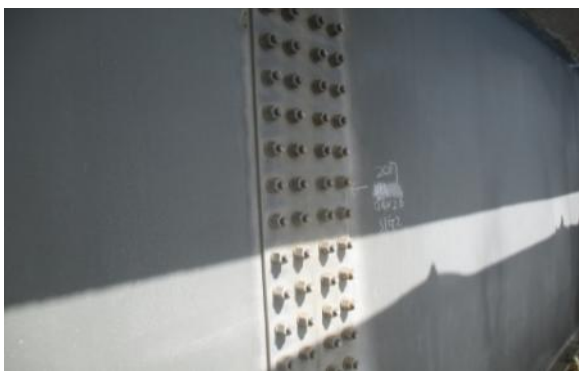
## b. 손상 사진

	· 외관조사 내용   ① 현황: SPLICE부 실링재 미처리   ② 위치: S3G2 (내부)   ③ 원인: 시공 초기결함, 관리 미흡   ④ 대책: 실링재 마감
	· 외관조사 내용   ① 현황: Web부 강재부식   ② 위치: S3G1 (내부)   ③ 원인: 도장 전처리 미흡, 도장열화, 습기흡착   ④ 대책: 재도장
	· 외관조사 내용   ① 현황: 수직보강재 및 수평보강재 부식   ② 위치: S1G1 (내부)   ③ 원인: 도장 전처리 미흡, 도장열화, 습기흡착   ④ 대책: 재도장

	· 외관조사 내용
	① 현황: 도장박리
	② 위치: S1G2 (외부)
	③ 원인: 도장 전처리 미흡, 도장열화, 습기흡착
	④ 대책: 재도장

	· 외관조사 내용
	① 현황: 강재변형
	② 위치: S1G2 하부플랜지 (외부)
	③ 원인: 시공불량
	④ 대책: 유지관찰

	· 외관조사 내용
	① 현황: SPLICE부 볼트부식
	② 위치: S2G1
	③ 원인: 습기흡착, 볼트체결시 마찰면 관리미흡
	④ 대책: 재도장

	
SPLICE 볼트 부식 S1G2	SPLICE 볼트 부식 S1G2

## (3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
강재부식 및 점부식 백태오염, 볼트부식	m ²	118.29	-	▼ 118.29	보수
도장긁힘, 박리	m ²	0.09	-	▼ 0.09	보수
이물질 퇴적	m ²	-	0.72	▲ 0.72	동물 배설물 퇴적
SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	96.00	▲ 96.00	미시공

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교량은 1999년 준공이후 18년 간 공용중에 있고 조사결과 강재부식 및 점부식, SPLICE부 실링재 미처리가 확인됨.

손상은 공기 중 수분흡착에 따른 강재의 부식, 도장 전처리 미흡, 도장의 열화, 볼트 체결에 따른 도장 보호 피막층의 파손, 볼트 체결 시 마찰면의 관리미흡에 따른 것으로 단기적으로 유지관리의 효율성 및 부재의 내구성 유지를 위해 도장 보수하여 관리해야 할 것으로 판단됨.

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

## 다. 2차부재(가로보, 세로보)

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

## &lt; 2차부재 외관조사시 주요 점검항목 &gt;

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	• 도장 손상 및 부식     • 현장이음부 볼트손상, 누수     • 이상음 발생
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

- 1경간 10개소

(1열 당 10개소, 총 1열)

## b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 구조적 손상이나 결함은 없으나  
강재부식 및 점부식이 국부적으로 발생

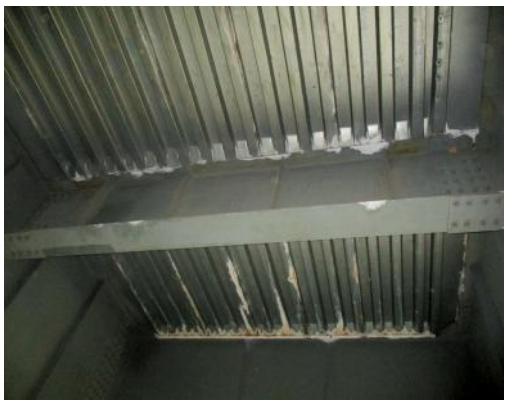


## (2) 외관조사

## a. 손상 내용

- 구조적 손상이나 결함은 없으나 부재 전반적으로 강재부식 및 점부식이 발생되어 있음
- 강재변형은 2015년 정밀안전진단에 언급하였던 것과 마찬가지로 공용중 변형이 아니라 현장 이음 시 외부충격에 의한 손상으로 사료됨.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 점부식
	② 위치: 가로보
	③ 원인: 전처리 미흡, 공용중 노후화
	④ 대책: 재도장

	• 외관조사 내용
	① 현황: 점부식 및 백태오염
	② 위치: 세로보
	③ 원인: 우수유입, 전처리 미흡, 공용중 노후화
	④ 대책: 재도장

	
세로보 변형	가로보 점부식

## (3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
강재부식 및 점부식, 볼트부식	m ²	143.66	-	▼ 143.66	보수
플랜지 변형	m	0.80	0.80	-	거치 시 결함

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

국부적으로 플레이트 및 연결 집합 볼트에서 강재부식(표면부식)이 조사되며 이는 공기 중 수분흡착에 따른 강재의 부식, 도장 전처리 미흡, 도장의 열화, 볼트 체결에 따른 도장 보호 피막층의 파손, 볼트 체결 시 마찰면의 관리 미흡에 따른 것으로 유지관리의 효율성 및 부재의 내구성 유지를 위하여 부분적 보수하여 관리해야 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

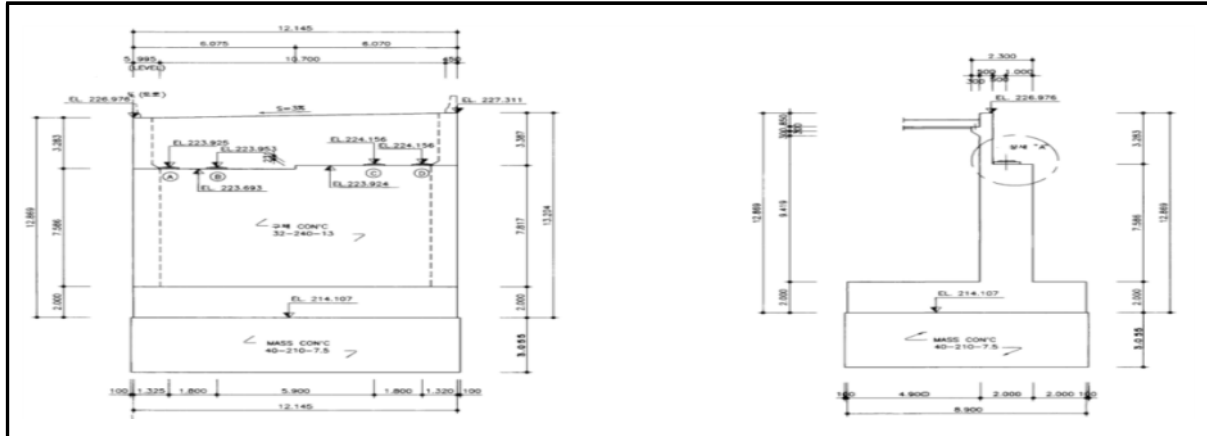
#### 가. 교대

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

#### (1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황 : 역T형식 교대, 직접기초(A1, A2), 12.610m x 6.5m, H=1.5m





## b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- A1, A2 균열이 다수 조사됨 → 건조수축

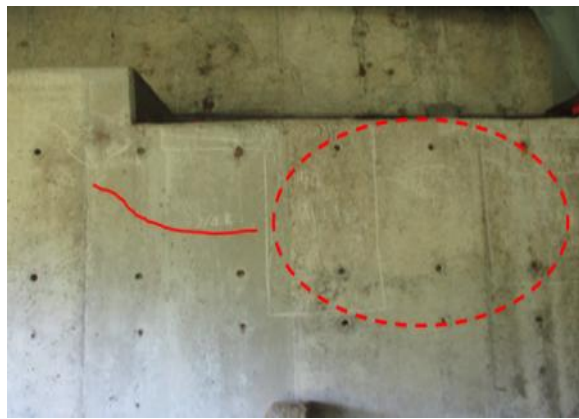
## (2) 외관조사

## a. 손상 내용

- 교대 구체에 균열( $cw=0.2\text{mm}$ 이하)이 나타나며 균열( $cw=0.3\text{mm}$ )도 부분적으로 확인되며 부재의 표면에서 박리 및 층분리 현상(망치타격 조사) 조사됨.

## b. 손상 사진

	· 외관조사 내용   ① 현황: 교대 박리   ② 위치: 교대 A1   ③ 원인: 재료열화, 수분흡착 열화   ④ 대책: 단면복구
	· 외관조사 내용   ① 현황: 교대 박리 및 박락   ② 위치: 교대 A1   ③ 원인: 공용중 노후화 및 콘크리트 표면열화   ④ 대책: 단면복구
	· 외관조사 내용   ① 현황: 균열 $cw=0.3\text{mm}$   ② 위치: 교대 A1   ③ 원인: 공용중 열화, 동결융해의 반복   ④ 대책: 주입보수

	
균열 cw=0.3mm A1	균열 cw=0.3mm 및 박리 A1

## (3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
균열(cw=0.2mm이하)	m	15.55	11.75	▼ 3.80	일부보수, 단면열화, 동결융해 반복작용
균열(cw=0.3mm)	m	6.10	4.00	▼ 2.10	일부보수, 단면열화, 동결융해 반복작용
백태	m ²	0.40	3.60	▲ 3.20	단면열화, 우수침투
보수재 박리	m ²	0.15	0.60	▲ 0.45	동해에 따른 열화
콘크리트 박리 및 층분리	m ²	0.09	0.81	▲ 0.72	상부하중, 단면열화, 동결융해 반복작용
콘크리트 표면불량, 표면열화(표층박리)	m ²	15.80	25.80	▲ 10.00	동해에 따른 열화

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교대 구체 및 홍벽에 균열(cw=0.2mm이하), 균열(0.3mm이상), 백태 등이 조사되며, 0.3mm이상은 주입보수하고 표면 손상은 교대 구체에 초기 건조수축 균열이 그대로 유지되거나 기존 보수부 열화로 인해 재손상이 일어난 것으로 판단되어 표면 처리가 요망됨. 박리, 박락 등 단면손상은 빗물 유입에 따른 열화, 동결융해의 반복 작용 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 단면복구가 요망됨.

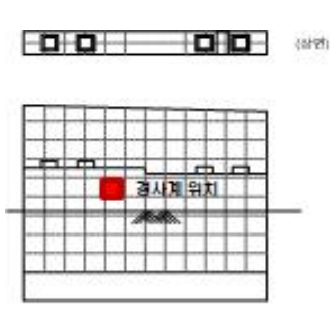
금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였

으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

(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)	88.9°	-	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)	89.4°	-	

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

## 나. 교각

## &lt;교각 외관조사시 주요 점검항목&gt;

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 및 기존자료 분석

- 현황 : T형식 교각, 직접기초(P1, P2), 10.0m x 10.0m, H=2.3m

	
교각 P1	교각 P2

## b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 균열 및 망상균열 → 건조수축 및 수화열
- 기둥하부(유수시 수상구간) → 세굴이나 단면 침식이 없는 양호한 상태

## (2) 외관조사

## a. 손상 내용

- 코핑부 및 구체에 균열(cw=0.1~0.2mm, 0.3mm)이 나타나며 망상균열(cw=0.2mm)도 부분적으로 확인되며 국부적인 박리 및 박락이 조사됨.

b. 손상 사진

	• 외관조사 내용   ① 현황: 보수재 균열 $cw=0.2mm$   ② 위치: 교각 P2 (코핑부)   ③ 원인: 건조수축   ④ 대책: 표면처리
	
균열 ($cw=0.2mm$이하) P2 (구체)	균열 ($cw=0.2mm$이하) P1 (구체)
	• 외관조사 내용   ① 현황: 망상균열 $cw=0.2mm$   ② 위치: 교각 P1   ③ 원인: 건조수축   ④ 대책: 표면처리
	• 외관조사 내용   ① 현황: 재료분리   ② 위치: 교각 P1   ③ 원인: 재료열화, 시공초기 결함   ④ 대책: 단면복구



## (3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
균열/보수재균열 (cw=0.2mm이하)	m	31.80	74.00	▲ 42.20	건조수축, 단면열화 동결융해 반복작용
보수재 균열(cw=0.3mm)	m	8.20	4.00	▼ 4.20	일부보수, 단면열화, 동결융해 반복작용
망상균열(cw=0.2mm)	m ²	3.00	3.00	-	건조수축, 단면열화 동결융해 반복작용
보수재 박리	m ²	2.12	2.12	-	동해에 따른 열화
백태	m ²	-	40.00	▲ 40.00	단면열화, 우수침투
재료분리	m ²	-	0.15	▲ 0.15	다짐불량, 타설불량
철근노출	m ²	-	0.03	▲ 0.03	피복부족, 단면열화, 동결융해 반복작용
콘크리트 굽힘 박리 및 박락	m ²	-	0.39	▲ 0.39	상부하중, 단면열화, 동결융해 반복작용
콘크리트 표면열화 (표층박리)	m ²	-	2.90	▲ 2.90	동해에 따른 열화

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교각 표면에 균열(cw=0.2mm이하)이 다수 확인되며, 균열(cw=0.3mm이상), 망상균열(cw=0.2mm)이 부분적으로 확인됨. 반발경도시험, 탄산화 시험 확인 결과 콘크리트 구체의 내구성에는 문제가 없고 망치타격을 통한 외관조사결과 내부 공극이 없는 양호한 상태로 확인되므로 현재 확인된 손상부분에 대해 표면처리, 주입보수, 단면복구를 적용하여 관리하고 향후 중점적으로 관찰 및 조사하여야 할 것으로 판단됨.

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

### 3.2.3 받침

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

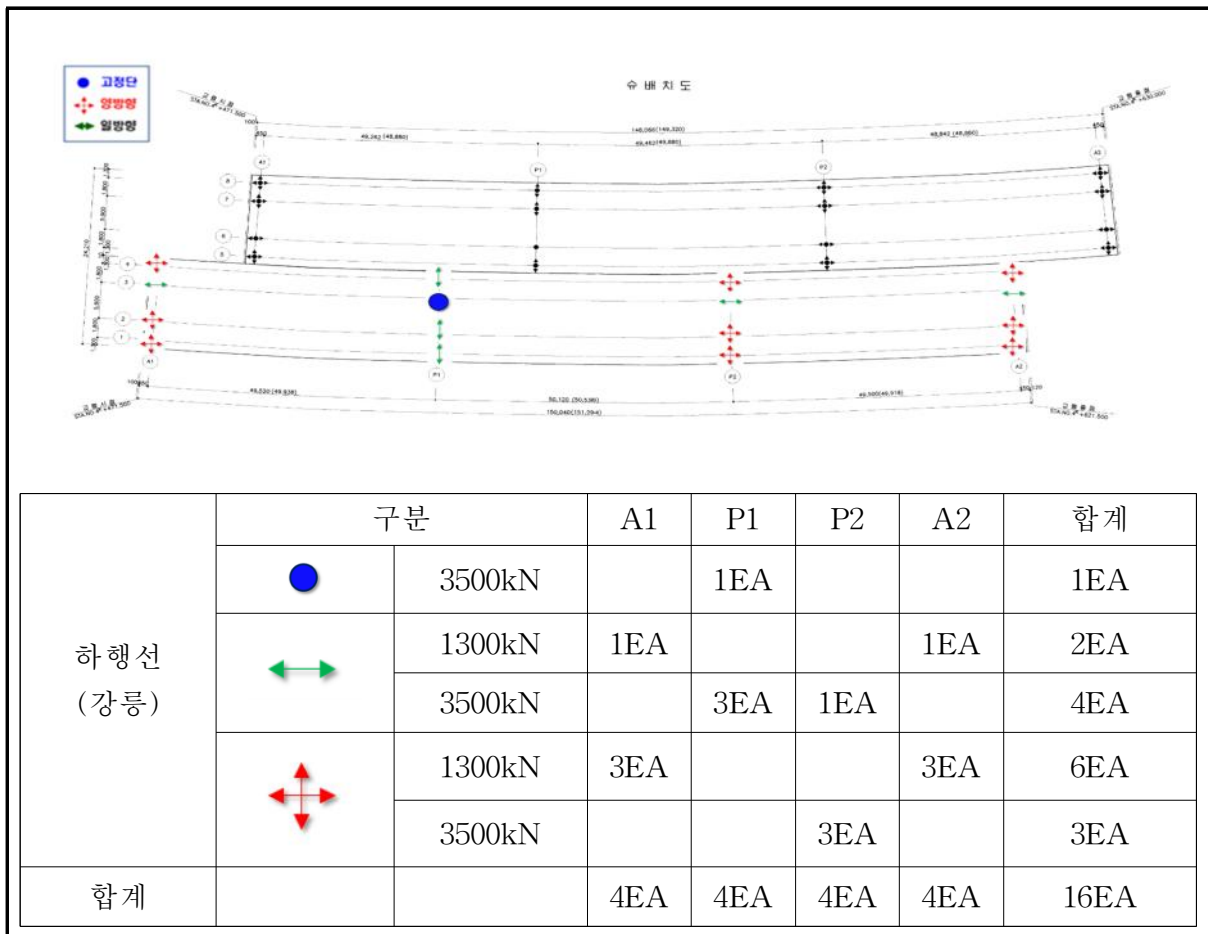
<교량받침 외관조사시 주요 점검항목>

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    - 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하    - 교대 두부 균열

#### (1) 조사현황 및 기존자료 분석

##### a. 현황

- 포트 받침





b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 받침부식 → 장기간 사용에 따른 부식발생
- 받침콘크리트 및 모르타르 손상(균열 및 파손) → 상부 차량 및 부재 지압하중

(2) 외관조사

a. 손상내용

- 전구간 받침 본체 부식 다수 발생
- 받침 콘크리트, 모르타르에  $cw=0.2mm$ 이하 균열 및 국부적으로  $cw=0.3mm$  발생
- 받침 콘크리트, 모르타르 파손

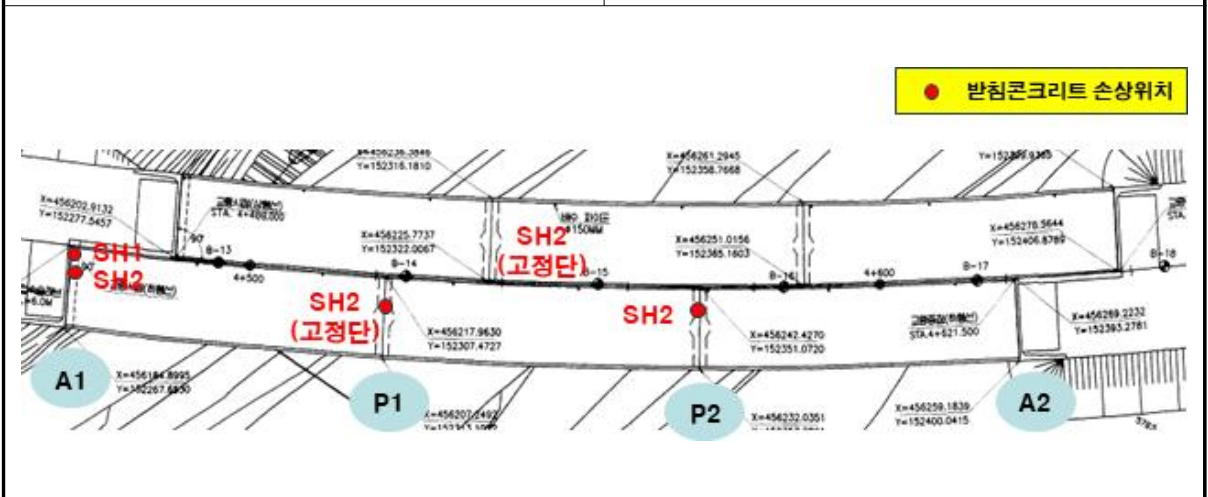
	· 외관조사 내용
	① 현황: 받침 부식
	② 위치: P2SH2
	③ 원인: 습기 흡착, 도장 열화
	④ 대책: 재도장

	· 외관조사 내용
	① 현황: 부식 및 도장박리
	② 위치: A1SH2
	③ 원인: 표면 전처리 미흡, 도장 열화
	④ 대책: 재도장



	• 외관조사 내용   ① 현황: 받침 콘크리트 및 모르타르 파손   ② 위치: A1SH2   ③ 원인: 상부 차량 및 부재 지압하중, 공용중 노후화   ④ 대책: 단면복구
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	
교각 P2SH2	교각 P1SH2
	
교대 A1SH2	교각 P1SH2



## (3) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

받침 본체 부식현상이 확인되며, 이는 우수유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며, 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등) 등에 따른 현상으로 도장 보수 요함.

현장조사 결과 상부구조물의 수평 거동 징후가 확인되었으며 그로 인해 받침콘크리트 박리/박락, 무수축 모르타르 박리/박락, 균열, 스톱퍼 유착, 중분대 파손 등의 손상이 다수 발생한 상태로서, 금회 조사된 손상에 대해서는 기능회복을 위한 보수가 요망됨. 향후 정밀안전진단 수행시 정량적인 거동 특성 분석, 교량의 기하학적 형상 분석, 받침콘크리트 철근량 확인, 구조해석을 통한 받침장치의 수직·수평 용량 검토 등을 실시하여 상부구조물의 수평 거동에 대한 명확한 원인을 규명하여 교량의 안전성 확보를 위한 적절한 대책을 강구하여야 함.

## (4) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
받침콘크리트 균열 (cw=0.2mm이하)	m	2.60	2.85	▲ 0.25	일부보수, 단면열화, 상부 차량하중 반복
받침콘크리트 균열 (cw=0.3mm)	m	1.90	0.50	▼ 1.40	보수, 단면열화, 동결융해 반복작용
받침콘크리트 균열 (cw=0.5mm)	m	-	0.40	▲ 0.40	건조수축, 단면열화, 상부 차량하중 반복
받침콘크리트 박리 및 박락	m ²	0.23	1.78	▲ 1.55	상부하중, 단면열화, 동결융해 반복작용
받침모르타르 균열 (cw=0.2mm이하)	m	-	0.30	▲ 0.30	건조수축, 단면열화, 상부 차량하중 반복
받침모르타르 균열 (cw=0.3mm)	m	-	0.20	▲ 0.20	건조수축, 단면열화, 상부 차량하중 반복
받침모르타르 망상균열 (cw=0.1mm)	m ²	0.26	0.20	▼ 0.06	단면열화, 상부 차량하중 반복
받침모르타르 박락	m ²	-	0.14	▲ 0.14	상부하중, 단면열화, 동결융해 반복작용
받침장치 부식	m ²	0.48	2.88	▲ 2.40	습기흡착, 외기노출, 강재열화
스톱퍼 부식	m ²	0.12	0.12	-	습기흡착, 외기노출, 강재열화

## (5) 연단거리 검토

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

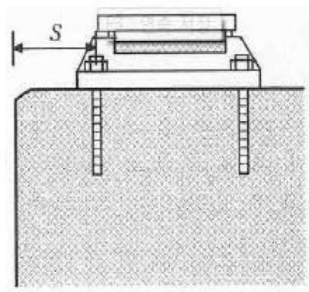
## &lt;최소연단거리&gt;

* 도로교 설계기준

- 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		경 간 장 (m)	설 계 기 준 연 단 거 리 (mm)	실 측 연 단 거 리(mm)				검 토 결 과
				Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		50	450	520	520	530	500	O.K
P1	A1	50	450	820	800	820	820	O.K
	A2	50	450	820	820	820	820	O.K
P2	A1	50	450	800	790	830	860	O.K
	A2	50	450	860	860	820	820	O.K
A2		50	450	520	490	560	550	O.K

평가	- 전구간 받침 연단거리를 확보함.   경간장 50.0m, 연단거리 $S = 200 + 5L = 200 + 5 \times 50.0 = 450\text{mm}$
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## (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 26일(19.3℃), 2차 : 2017년 9월 21일(24.4℃)

## b. 온도에 의한 가동량

· 온도변화 : -20℃ ~ +40℃(강교-상로교, 한랭지방)

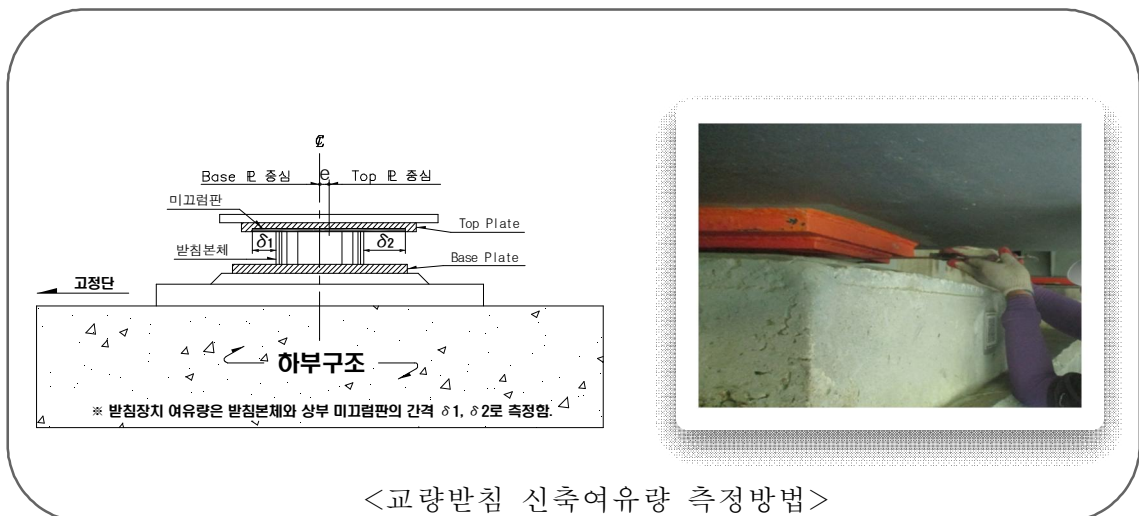
· 이동량 산정 :  $\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_r + \Delta l_s + \Delta l_c$

·  $\Delta l_t$  : 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 이동여유량 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.

&lt;표 3.2.2&gt; 받침 이동여유량 측정 결과

구분		현장 실측 이동량(mm)		변동량(mm)	
		1차	2차	현장 측정치 (1차 - 2차)	이론치
A1	Sh1	0	2.5	2.5	3.1
	Sh2	20	22.5	2.5	
	Sh3	10	12.5	2.5	
	Sh4	25	27	2	
P1	고정단				
P2	Sh1	5	7	2	3.1
	Sh2	10.0	12	2	
	Sh3	5	7	2	
	Sh4	5	7.5	2.5	
P3	Sh1	20	25.5	5.5	6.1
	Sh2	20	25.5	5.5	
	Sh3	25	30	5	
	Sh4	20	25.5	5.5	

1) 실측 이동량은 미끄럼판 중심에서 신축 또는 수축 방향으로 이동한 거리를 나타냄.  
2) 조사시 온도 : 1차(7월26일, 19.3℃), 2차(9월 21일, 24.4℃), 1,2차 조사시 온도차 5.1℃  
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 평가함.

## a. 계산 가동량 산정

구분	온도변화량 ( $\Delta T$ , °C)		선팅창 계수 ( $\alpha$ )	신축 거더 길이 (L, m)	온도변화에 따른 이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기 ①	하절기 ②
A1	39.3	20.7	0.000012	50.0	23.6	12.4
P1	고정단					
P2	39.3	20.7	0.000012	50.0	23.6	12.4
A2	39.3	20.7	0.000012	100.0	47.2	24.8
1) 조사당시 온도 : 1차(19.3℃, 7월26일), 검토온도 : -20℃ ~ 40℃ (한랭지방) 2) 이론 변동량 = $\Delta T \times \alpha \times L$ (신축 거더 길이)						

## b. 받침 이동여유량 검토 결과

검토 결과, 받침장치 전개소에서 충분한 이동 여유량을 확보하고 있음.

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	85.0	85.0	23.6	12.4	61.4	72.6	O.K	±	50
	Sh2	105.0	65.0			81.4	52.6	O.K	±	50
	Sh3	95.0	75.0			71.4	62.6	O.K	±	50
	Sh4	110.0	60.0			86.4	47.6	O.K	±	50
P1	고정단									
P2	Sh1	105.0	95.0	23.6	12.4	81.4	82.6	O.K	±	50
	Sh2	110.0	90.0			86.4	77.6	O.K	±	50
	Sh3	105.0	95.0			81.4	82.6	O.K	±	50
	Sh4	105.0	95.0			81.4	82.6	O.K	±	50
A2	Sh1	165.0	125.0	47.2	24.8	117.8	100.2	O.K	±	80
	Sh2	165.0	125.0			117.8	100.2	O.K	±	80
	Sh3	170.0	120.0			122.8	95.2	O.K	±	80
	Sh4	165.0	125.0			117.8	100.2	O.K	±	80

### 3.2.4 기타부재

#### 가. 교면포장

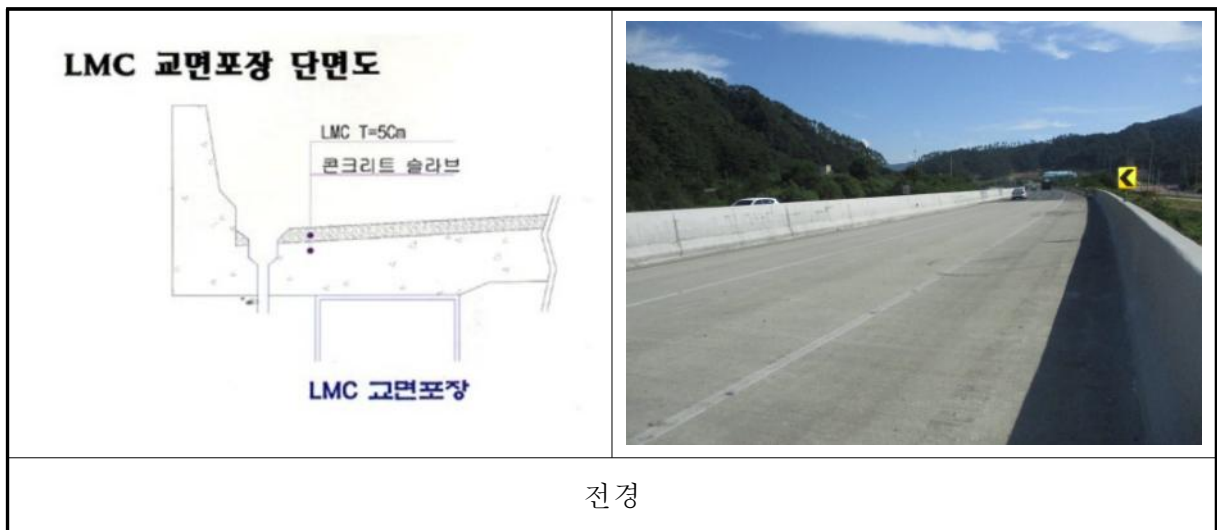
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

<교면포장 외관조사시 주요 점검항목>

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

#### (1) 조사현황 및 기존자료 분석

##### a. 현황 : LMC 포장 (2017년 LMC 재포장 시공)



전경

##### b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 차륜 주행 위치의 마모 이외에 차량의 주행성을 저해할만한 파손 등의 손상은 없는 양호한 상태인 것으로 조사됨

## (2) 외관조사

## a. 포장부 전반적 양호한 상태

	<b>· 외관조사 내용</b>
	① 현황: 포장 상태양호
	② 위치: 교면포장
	③ 대책: 정기적 유지관찰

## (3) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

기 진단결과를 토대로 손상의 진전여부를 검토한 결과, 차륜 주행 위치의 마모 이외에 동일한 양호한 상태인 것으로 조사됨.

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     • 배수구 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. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 잇는 것으로 조사됨.

	
배수구	배수관

### (2) 외관조사

#### a. 배수관 부식, 배수구 막힘이 조사됨.

	· 외관조사 내용
	① 현황: 배수구 이물질 퇴적
	② 위치: S1
	③ 원인: 이물질 퇴적, 관리미흡
	④ 대책: 청소

	· 외관조사 내용
	① 현황: 배수관 부식
	② 위치: S2
	③ 원인: 습기흡착, 외기노출
	④ 대책: 배수관 재설치

## (3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
배수관 부식	m ²	2.40	-	▼ 2.40	배수관 개량 공사
배수구 이물질 퇴적	EA	2.00	2.00	-	이물질 퇴적

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

배수관은 이물질이 퇴적되는 현상이 나타날 수 있으므로 정기적으로 청소해야 하며, 배수관 열화로 인한 교체가 필요함.

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

다. 난간, 연석, 중앙분리대

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

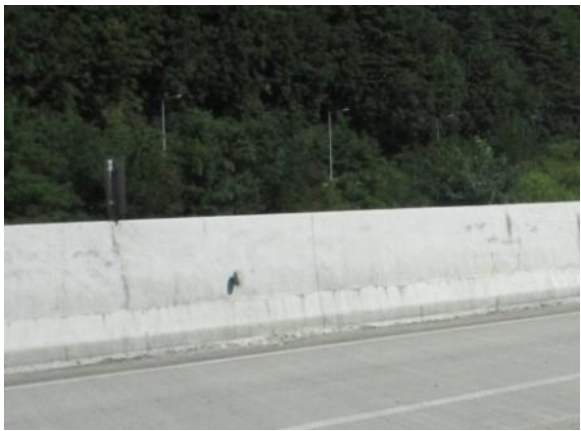
<외관조사시 주요 점검항목>

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

- 중앙분리대 덧씌우기 및 난간 표면 보수 공사를 실시하여 공용.

	
난간 (교면포장 외측)	중앙분리대 (교면포장 중앙)

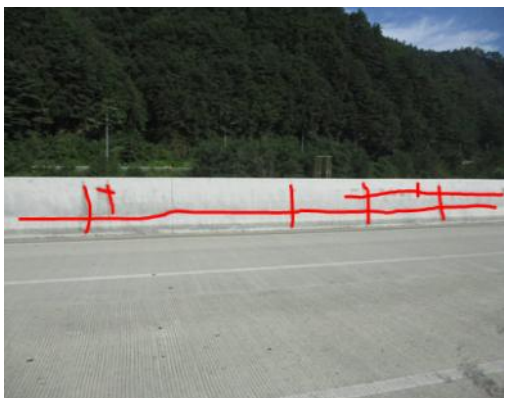
b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 난간 및 중앙분리대 전반적이 균열 발생 및 손상(박리, 박락) → 초기 건조수축, 공용중 진동영향, 교면수의 동결융해, 염화칼슘에 의한 단면손상이 분포발생
- 방호벽의 기능발휘에는 문제가 없다고 판단

(2) 외관조사

- a. 도로안전시설 설치 및 관리 지침, 차량방호 안전시설편(2014. 02)에 따른 방호벽 1.0m 이상의 기준을 만족하는 것으로 확인됨.
- b. 중앙분리대 덧씌우기 공사가 완료된 상태로 중앙분리대에서 박락, 난간외측 균열, 백태 현상이 조사됨.

	· 외관조사 내용
	① 현황: 중앙분리대 박락(강판보강)
	② 위치: 외측난간 S3
	③ 원인: 외부충격
	④ 대책: 단면복구

	· 외관조사 내용
	① 현황: 중앙분리대 표면 균열 및 백태
	② 위치: 중앙분리대
	③ 원인: 덧씌움 시공 관리 미흡, 건조수축
	④ 대책: 표면처리

		
난간 표면박리, 박락 (2015년)	→ 보수 →	보수 적용 후 양호 (2017년)

## (3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
난간 균열 (cw=0.5mm이하)	m	84.65	13.50	▼ 71.15	보수, 건조수축, 수화열
콘크리트 박락 및 박리	m ²	19.38	10.16	▼ 9.22	일부보수, 단면열화, 동결융해 반복작용
균열/백태	m	11.42	-	▼ 11.42	보수
백태	m ²	0.68	0.14	▼ 0.54	보수, 우수침투
콘크리트 표면열화 (표층박리, 난간외측)	m ²	0.01	55.00	▲ 54.99	동해에 따른 열화

## (4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

중앙분리대 및 난간 내측을 대상으로 표면 보수공사가 전구간 이루어져 양호한 상태를 유지하나 중앙분리대에서 박락현상이 나타난 부분에 철판보강 후 공용중이므로 중점적인 관리가 필요하고 보수가 적용되지 않은 난간의 외측부에 기존 손상 및 열화 현상이 확인됨에 따라 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.

## ※ 도로안전시설 설치 및 관리 지침, 차량방호 안전시설편(2014. 02)

자동차 전용도로 등 설계속도가 높은 도로의 교량에는 사고시 피해의 정도 등을 감안하여 강도가 큰 방호울타리의 설치를 고려한다. 방호울타리를 설치할 때는 운전자의 안전 운전 의무 수행을 기본으로 하여, 사고시 피해의 정도에 따라 적절한 안전성을 확보할 필요가 있다.

차량 방호울타리의 높이는 차량이 방호울타리와 충돌했을 때, 탑승자의 머리가 방호울타리 부재와 직접 충돌하는 것을 방지할 필요가 있기 때문에, 원칙적으로 100cm(포장 가장자리의 노면으로부터 방호울타리 상단까지, 보형 방호울타리는 보상단까지의 높이를 말함) 이하로 한다. 또, 방호울타리의 높이를 100cm 이하로 하면, 곡선 반경이 작은 구간에서 방호울타리 너머의 시인성 확보나 도로 밖의 전망성을 확보하는 관점에서도 유리해진다. 단, 설계 충격도가 큰 상위 등급의 방호울타리에서 대형차의 유도성을 향상시키거나 보행자·자전거의 추락 방지를 위한 난간을 겸용할 경우는 100cm 이상의 높이로 설치할 수 있다. 필요한 성능을 충족시키기 위해 부득이하게 100cm를 초과하는 높이로 할 경우에는 차량 충돌시 승차원 머리의 안전성을 확보할 수 있는 구조로 한다.

## 라. 신축이음

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

## &lt;신축이음 외관조사시 주요 점검항목&gt;

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

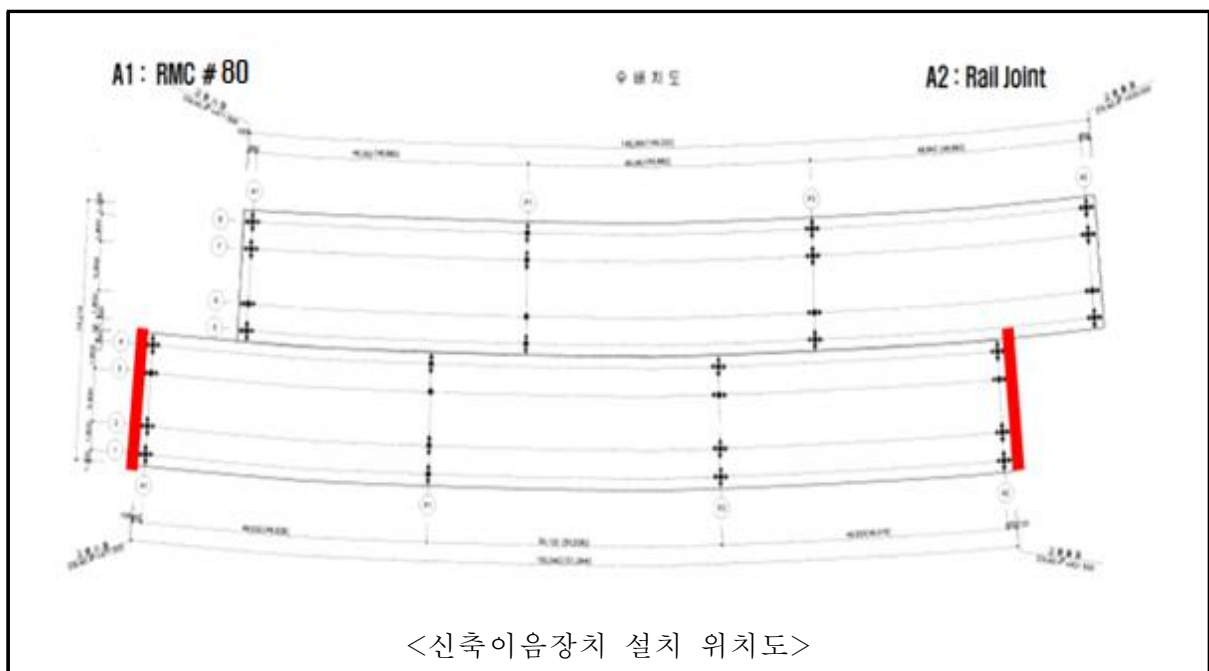
- 신축이음장치

종류 : RMC #80, Rail Joint

(2015년 정밀안전진단 내용 발췌 : 2012년 11월, A1 기존 NB Joint에서 기 진단 이후 RMC #80로 교체됨)

설치위치 : 교대 A1(RMC #80), 교대 A2(Rail Joint, 2017년 교체)

규격 : A1 - No. 80, A2 - No. 100





구분	A1 (RMC #80)	A2 (Rail Joint)
상부		
하부		

b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

- 신축이음에 경미한 손상 이외 양호한 상태.

(2) 외관조사

a. 후타재 균열

b. 유간부 토사퇴적

	· 외관조사 내용
	① 현황: 후타재 균열, 유간부 이물질
	② 위치: A2
	③ 원인: 차량 반복운행에 의한 충격 및 건조수축
	④ 대책: 유지관리 및 청소

	• 외관조사 내용
	① 현황: 후타재 균열
	② 위치: A1
	③ 원인: 차량 반복운행에 의한 충격 및 건조수축
	• 외관조사 내용
	① 현황: 차수판 볼트 탈락
	② 위치: A1(외측 난간)
	③ 원인: 시공불량
	④ 대책: 볼트체결후 지속적 유지관리

### (3) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

후타재 균열은 장치 신설초기 건조수축 및 차량 통행하중 및 충격, 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 후 향후 중대 문제점 확인시 신축 이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타당함.

차수판 볼트 탈락은 현재 진행 중인 공사 과정 중 예정 공정에 해당할 수 있으며, 교량의 유지관리를 위해 조속히 설치하여 관리토록 해야함.

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



## (4) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
후타재 균열(cw=0.3mm)	m	9.00	-	▼ 9.00	2017년 교체
유간부 이물질퇴적	m ²	1.00	-	▼ 1.00	2017년 교체
후타재 파손	m ²	0.11	-	▼ 0.11	2017년 교체

## (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 26일(19.3℃), 2차 : 2017년 9월 21일(24.4℃)

## b. 온도에 의한 가동량

· 온도변화 : -20℃ ~ +40℃(강교-상로교, 한랭지방)

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

·  $\Delta l_t$  : 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

&lt;표 3.2.3&gt; 위치별 유간 측정 결과

구분	현장 유간 측정치(mm)						비고
	신축이음장치		바닥판		거더		
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
EXP.J1(A1)	40	37	120	117	150	147	RMC #80
EXP.J2(A2)	31	26	100	95	96	91	Rail Joint
* 1차 측정 : '17년 7월 26일(19.3℃), 2차 : '17년 9월 21일(24.4℃)							

## 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.

&lt;표 3.2.4&gt; 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과

구분		측정 유간(mm)		변동량(mm)	
		1차	2차	현장 측정치 (1차 - 2차)	이론치
EXP.J1 (A1)	신축이음장치	40	37	3	3.06
	바닥판	120	117	3	
	거더	150	147	3	
EXP.J2 (A2)	신축이음장치	31	26	5	6.12
	바닥판	100	95	5	
	거더	96	91	5	
1) 1,2차 조사시 온도차 : 5.1 ℃, 선팽창 계수(α) = 0.000012					
- 신축 거더 길이(mm) : A1 = 50,000 A2 = 100,000					
2) 변동량(ΔT×α×L)					
A1 = 5.1 × 0.000012 50,000 = 3.06 mm (1, 2차 측정시)					
A2 = 5.1 × 0.000012 × 100,000 = 6.12 mm (1, 2차 측정시)					

## ④ 신축이음 이동량 산정

&lt;표 3.2.5&gt; 신축이음 이동량 산정

구분	온도변화량 ( $\Delta T$ , $^{\circ}\text{C}$ )		선팽창 계수 ( $\alpha$ )	신축 거더 길이 (L, m)	온도변화에 따른 이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기 ①	하절기 ②
A1	39.3	20.7	0.000012	50.0	23.6	12.4
A2	39.3	20.7	0.000012	100.0	47.2	24.8

1) 조사당시 온도 : 1차(19.3 $^{\circ}\text{C}$ , 7월26일), 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, 교량의 신축으로 인한 여유량을 충분히 확보하고 있으며, 향후 측정 및 검토를 통한 유지관리는 지속적으로 필요함.

&lt;표 3.2.6&gt; 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	40	80	23.6	16.4	양호	12.4	27.6	양호
	바닥판	120	-	-	-	-	12.4	107.6	양호
	거더	150	-	-	-	-	12.4	137.6	양호
A2	신축이음 장치	31	100	47.2	21.8	양호	24.8	6.2	양호
	바닥판	100	-	-	-	-	24.8	76.2	양호
	거더	96	-	-	-	-	24.8	71.2	양호

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

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

### 3.2.5 기타시설물

#### 가. 교량 점검시설물

##### (1) 조사현황

하부구조 P1, P2 의 상단부분에 2개소에 점검사다리, 점검로를 설치



##### (2) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
점검계단 블럭파손	m ²	-	0.36	▲ 0.36	외부충격, 단면열화 동결융해 반복작용

교량의 강재 점검로는 P1, P2, 의 구체 상단부에 설치되어 있으며, 상·하부 도로에서 접근이 용이하도록 콘크리트 계단과 연결되어 있고 점검 시 조사자의 접근 및 이동이 쉬우며 이를 통해 받침, 단부측 바닥판 및 거더, 교대 상부(홍벽 및 구체 상면), 신축이음장치 하부, 거더 내부 등의 부재를 접근하여 면밀하게 조사할 수 있도록 하는 기능을 가진다. 점검시설에 대한 외관조사 결과, 점검로 및 사다리에 는 사용상에 문제점이 없는 상태로 향후 발생 가능한 부식 및 파손에 대한 지속적인 관찰 및 유지관리가 요망됨.

## 나. 교대 사면 조사

## (1) 조사현황

A1 교대의 전면에 압성토 사면을 시공하여 유지관리 중에 있으며, 사면은 별도의 보호공 없이 현재 공용중이며, A2 교대는 사면보호 블록이 시공되어져 있음.

	
교대 A1 사면	교대 A2 사면(사면보호 블록)

## (2) 외관조사

교대 A2의 사면 보호 블록 이격 현상이 부분적으로 확인됨.

## (3) 검토의견

A2 교대 사면에서 부분적인 블록 이격현상이 조사되어 정기적인 유지관리가 필요하며, 교대 A1의 전면에 위치하는 사면에는 표면보호 피복재료가 없어 빗물흐름에 의한 세굴현상이 부분적으로 확인됨. 현재 교대의 기울음, 활동 등의 현상은 없는 것을 확인하였으나 교량 구조물의 효율적이고 안전한 관리를 위해 향후 교대 전면에 위치한 부지 및 사면에 보호 블록 공법을 적용하여 공용해야 할 것으로 판단됨.

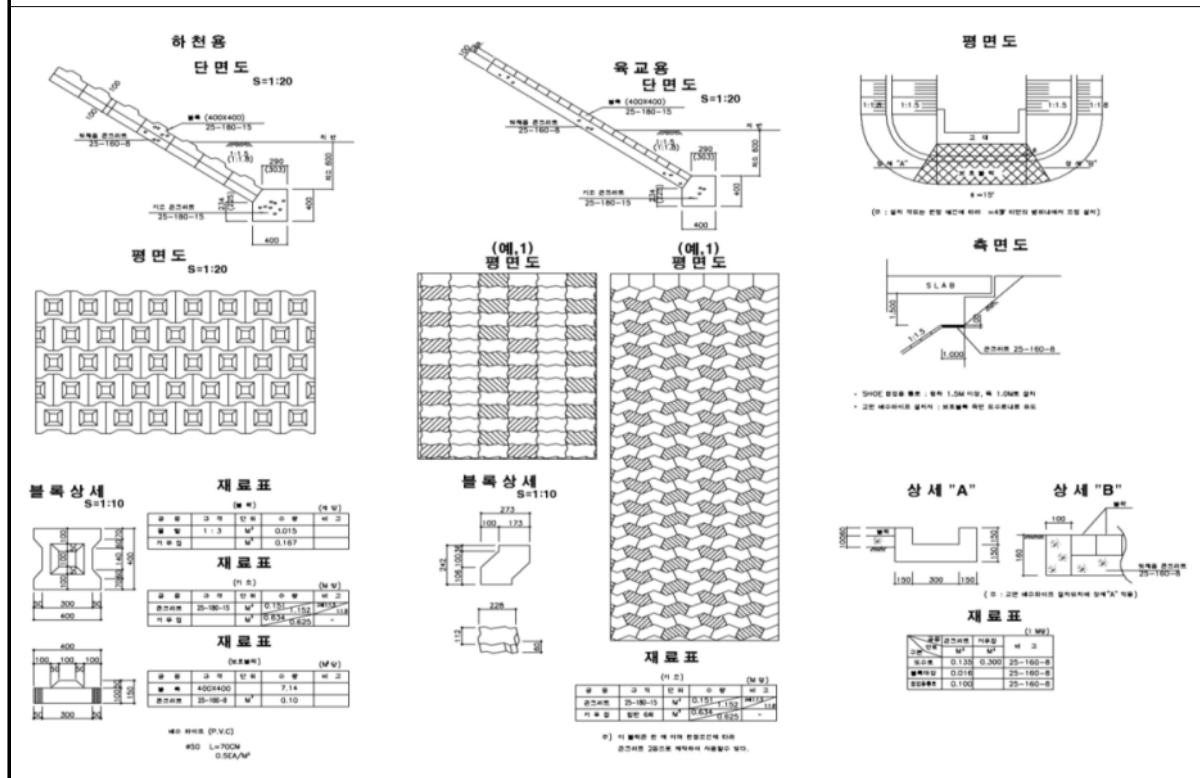
## (4) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
교대사면 블록 이격	m ²	-	4.20	▲ 4.20	성토 다짐불량



사면 보호 블록 적용 예시

### 교대 보호블럭 상세도



### 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	· 데크플레이트 부식     · 백태, 콘크리트 박리     · 철근노출     · 콘크리트 표면열화(박리)	재료의 열화, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행, 습기흡착 등에 따른 현상으로 판단됨.
거더	· 강재부식, 볼트부식     · SPLICE부 실링재 미처리	부분적으로 강재부식, 점부식, 볼트부식, SPLICE부 실링재 미처리로 인한 우수유입 및 부식이 조사되어 채도장 및 전구간 실링재 마감처리를 실시하여 유지관리의 효율성을 높이고 부재의 내구성 유지를 유지할 수 있도록 해야함.
가로보	· 강재부식, 점부식     · 볼트부식     · 플랜지 변형	단기적으로 유지관리의 효율성 및 부재의 내구성 유지를 위해 부분적으로 도장 보수하여 관리.
교각	· 콘크리트 박리 및 박락     · 균열 0.2~0.3mm     · 백태     · 국부적인 철근노출	균열(cw=0.2~0.3mm), 콘크리트 박리 및 박락, 백태, 철근노출 등이 조사되었으며 이는 건조수축, 동결융해 반복작용, 단면열화 등으로 인한 손상이며 용이여 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요하다 판단되며 반발경도시험, 탄산화 시험 확인 결과 콘크리트 구체의 내구성에는 문제가 없는 것으로 분석됨. 현재 확인된 손상부분에 대해 표면처리, 주입보수, 단면복구를 적용하여 관리하고 향후 중점적으로 조사하여야 할 것으로 판단됨.

(계속)

&lt;표 3.3.1&gt; 외관조사 요약 및 검토(계속)

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
교대	- 균열, 백태    - 콘크리트 박리, 박락    - 표면열화(표층박리)	빗물유입, 동결융해의 반복작용, 배면 지반하중, 차량량의 통행에 따른 충격 등에 의한 부재의 열화 진행이 용이하므로 내구성 유지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단됨.
받침	- 받침장치 부식    - 콘크리트 균열, 박락    - 모르타르 균열, 박락    - 스토퍼 유착	받침 본체 도장의 열화로 인한 부식현상이 확인되며, 이는 우수유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며 유지관리를 위한 도장 보수 요함.   현장조사 결과 상부구조물의 수평 거동 징후가 확인되었으며 그로 인해 받침콘크리트 박리/박락, 무수축 모르타르 박리/박락, 균열, 스토퍼 유착, 중분대 파손 등의 손상이 다수 발생된 상태로서, 금회 조사된 손상에 대해서는 기능회복을 위한 보수가 요망됨. 향후 정밀 안전진단 수행시 정량적인 거동 특성 분석, 교량의 기하학적 형상 분석, 받침콘크리트 철근량 확인, 구조해석을 통한 받침장치의 수직·수평 용량 검토 등을 실시하여 상부구조물의 수평 거동에 대한 명확한 원인을 규명하여 교량의 안전성 확보를 위한 적절한 대책을 강구하여야 함.
난간	- 균열 및 백태    - 콘크리트 박리, 박락    - 콘크리트 표면열화	일부구간에 박락(중앙분리대 철판보강)손상이 확인되었으나, 외관조사 이후 중앙분리대 및 난간 내측을 대상으로 표면 보수공사가 전 구간 이루어져 양호한 상태를 유지함. 보수가 적용되지 않은 난간의 외측부에 기존 손상 및 열화 현상이 확인됨에 따라 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.

(계속)



부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
신축이음	· 유간부 이물질퇴적     · 후타재 균열, 마모	부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리 후 중대한 문제점 발생(후타재 균열, 마모) 시 신축이음교체를 통해 유지관리함이 타당함.
교면포장	· 상태양호	전반적인 상태가 양호하며 지속적으로 점검하고 유지관리.
배수시설	· 배수구 부식, 막힘	교면포장에 위치한 배수구는 상부 교면수를 배수관을 통해 하부로 유출시키는 기능을 가지며 이물질이 퇴적되는 현상이 나타날 수 있으므로 정기적으로 관찰하고 청소하여야함. 배수관 부식 현상은 습기흡착, 외기노출 배수관 열화로 인해 발생된 것으로 판단되며 배수관 교체로 보수하여 유지관리 해야 할 것으로 판단됨.
평가	■ 주요손상       ① 바닥판 데크플레이트 부식, 철근노출, 표면열화(표층박리), 박락     ② 받침 콘크리트, 모르타르 박락 및 균열 (<b>중점유지관리</b>)     ③ 교대 홍벽 표면열화 및 교각의 균열, 콘크리트 박리 및 박락     ④ 후타재 균열, 마모     ⑤ 거더 및 가로보 부식, 도장열화     ⑥ 중앙분리대 철판보강부의 손상 상태 확인       ■ 각 부재에서 열화 및 손상이 다수 확인되나, 금회 점검 기간 중 보수공사가 부재별로 진행됨에 따라 외관조사 시 확인(보수공사 완료 전 외관조사 진행)된 손상의 대부분은 관리주체의 유지관리공사를 통해 보수 완료됨. 그 결과 부재의 손상수량이 감소하였고 외관상태의 개선 및 내구성이 확보 될 것으로 판단됨.   ■ 2017년 공사 내용 : 바닥판 표면보수, 거더 및 가로보 도장, 교대 및 교각 균열주입보수, 교면 LMC 전면 재포장, 배수관 개량(전구간), 난간 표면 보수, 신축이음장치 교체(A2)	

## 나. 외관조사 총괄 수량

## (1) 거더

&lt;표 3.3.2&gt; 거더 외관조사 수량 집계

손상내용	위치	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
SPlice부 실링재 미처리	G1	EA	물량	16.00	16.00	16.00	48.00
		EA	개소	16.00	16.00	16.00	48.00
	G2	EA	물량	16.00	16.00	16.00	48.00
		EA	개소	16.00	16.00	16.00	48.00
우수유입	G1	m ²	물량	-	-	-	-
		EA	개소	-	-	-	-
	G2	m ²	물량	4.00	6.00	5.00	15.00
		EA	개소	4.00	6.00	5.00	15.00
이물질퇴적	G1	m ²	물량	-	-	-	-
		EA	개소	-	-	-	-
	G2	m ²	물량	0.72	-	-	0.72
		EA	개소	1.00	-	-	1.00

## (2) 2차부재

&lt;표 3.3.3&gt; 2차부재 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
플랜지 변형	m	물량	0.80	-	-	0.80
	EA	개소	2.00	-	-	2.00

## (3) 교대 및 교각

&lt;표 3.3.4&gt; 교대 및 교각 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
균열(cw=0.1mm)	m	물량	-	13.40	12.30	1.65	27.35
	EA	개소	-	19.00	17.00	2.00	38.00
균열(cw=0.2mm)	m	물량	3.30	15.70	18.00	9.00	46.00
	EA	개소	7.00	12.00	16.00	9.00	44.00
균열(cw=0.3mm)	m	물량	4.00	-	-	-	4.00
	EA	개소	5.00	-	-	-	5.00
녹오염	m	물량	0.03	-	-	-	0.03
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00
누수흔적	m ²	물량	2.40	-	-	-	2.40
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00
망상균열(cw=0.2mm)	m ²	물량	-	3.00	-	-	3.00
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00
백태	m ²	물량	3.60	-	-	40.00	43.60
	EA	개소	1.00	-	-	1.00	2.00
보수재 균열(cw=0.1mm)	m ²	물량	-	-	-	0.60	0.60
	EA	개소	-	-	-	1.00	1.00
보수재 균열(cw=0.2mm)	m ²	물량	-	-	11.80	-	11.80
	EA	개소	-	-	5.00	-	5.00
보수재 균열(cw=0.3mm)	m ²	물량	-	-	4.00	-	4.00
	EA	개소	-	-	2.00	-	2.00
보수재 박리	m ²	물량	0.60	2.12	-	-	2.72
	EA	개소	1.00	2.00	-	-	3.00
이물질퇴적	m ²	물량	1.80	-	-	-	1.80
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00

(계속)

&lt;표 3.3.4&gt; 교대 및 교각 외관조사 수량 집계(계속)

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
재료분리	m	물량	-	0.15	12.30	-	0.15
	EA	개소	-	4.00	17.00	-	4.00
철근노출	m	물량	-	0.03	18.00	-	0.03
	EA	개소	-	1.00	16.00	-	1.00
체수	m	물량	0.96	-	-	-	0.96
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00
층분리	m	물량	0.09	-	-	-	0.09
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00
콘크리트 긁힘	m	물량	-	0.02	-	-	0.14
	EA	개소	-	2.00	-	-	4.00
콘크리트 박락	m	물량	-	-	-	-	0.01
	EA	개소	-	-	-	-	1.00
콘크리트 박리	m	물량	0.72	-	-	0.24	0.96
	EA	개소	4.00	-	-	1.00	5.00
콘크리트 표면불량	m	물량	15.80	-	-	-	15.80
	EA	개소	4.00	-	-	-	4.00
콘크리트 표면열화(표층박리)	m	물량	10.00	2.40	11.80	-	12.90
	EA	개소	1.00	1.00	5.00	-	3.00

## (4) 교량받침

&lt;표 3.3.5&gt; 교량받침 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
받침모르타르 균열(cw=0.1mm)	m	물량	-	0.30	-	-	0.30
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00
받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	m	물량	0.20	-	-	-	0.20
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00
받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	m ²	물량	0.06	-	-	0.14	0.20
	EA	개소	1.00	-	-	2.00	3.00
받침모르타르 파손	m ²	물량	0.09	0.05	-	-	0.14
	EA	개소	1.00	2.00	-	-	3.00
받침장치 고정볼트 탈락	EA	물량	-	1.00	-	-	1.00
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00
받침장치 부식	m ²	물량	0.72	1.20	0.88	0.08	2.88
	EA	개소	6.00	3.00	5.00	1.00	15.00
받침장치 이격	m	물량	-	0.50	-	-	0.50
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00
받침콘크리트 균열(cw=0.1mm)	m	물량	-	-	1.90	-	1.90
	EA	개소	-	-	3.00	-	3.00
받침콘크리트 균열(cw=0.2mm)	m	물량	-	0.45	0.20	0.30	0.95
	EA	개소	-	2.00	1.00	1.00	4.00
받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	물량	-	-	0.50	-	0.50
	EA	개소	-	-	2.00	-	2.00
받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	m	물량	-	0.40	-	-	0.40
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00
받침콘크리트 박락	m ²	물량	0.09	-	-	-	0.09
	EA	개소	1.00	-	-	-	1.00
받침콘크리트 박리	m ²	물량	0.04	-	0.18	0.08	0.30
	EA	개소	1.00	-	2.00	1.00	4.00
받침콘크리트 파손	m ²	물량	1.05	0.19	0.15	-	1.39
	EA	개소	2.00	4.00	3.00	-	9.00
스토퍼 부식	m ²	물량	0.12	-	-	-	0.12
	EA	개소	2.00	-	-	-	2.00

## (5) 배수시설

&lt;표 3.3.6&gt; 배수시설 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
배수구 막힘	EA	물량	2.00	-	-	2.00
	EA	개소	2.00	-	-	2.00

## (6) 난간

&lt;표 3.3.7&gt; 난간 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
난간 균열(cw=0.2mm)	m	물량		0.80	0.70	1.50
	EA	개소		2.00	2.00	4.00
난간 균열(cw=0.3mm)	m	물량		0.45		0.45
	EA	개소		1.00		1.00
난간 균열(cw=0.4mm)	m	물량		1.15	0.80	1.95
	EA	개소		2.00	1.00	3.00
난간 균열(cw=0.5mm)	m	물량	1.60	7.50	0.50	9.60
	EA	개소	1.00	8.00	1.00	10.00
백태	m ²	물량		0.14		0.14
	EA	개소		4.00		4.00
콘크리트 박락	m ²	물량	1.61	6.48	2.03	10.11
	EA	개소	2.00	11.00	1.00	14.00
콘크리트 파손	m ²	물량		0.03	0.03	0.06
	EA	개소		1.00	1.00	2.00
표면열화 및 균열	m ²	물량	55.00			55.00
	EA	개소	1.00			1.00

## (7) 기타시설물

&lt;표 3.3.8&gt; 기타시설물 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
교대사면 블록 이격	m	물량	-	-	-	4.20	4.20
	EA	개소	-	-	-	2.00	2.00
점검계단 파손	m ²	물량	-	-	-	0.36	0.36
	EA	개소	-	-	-	1.00	1.00

## 다. 기 용역결과 비교

&lt;표 3.3.9&gt; 기 용역결과 비교(계속)

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)
			전차('15)	금차('17)	
바닥판	데크플레이트 부식, 누수흔적	m ²	182.85	-	▼ 182.85
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	267.54	-	▼ 267.54
	철근노출	m ²	0.30	-	▼ 0.30
거더	강재부식 및 점부식, 백태오염, 볼트부식	m ²	118.29	-	▼ 118.29
	도장긁힘, 박리	m ²	0.09	-	▼ 0.09
	이물질 퇴적	m ²	-	0.72	▲ 0.72
	SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	96.00	▲ 96.00
2차 부재	강재부식 및 점부식, 볼트부식	m ²	143.66	-	▼ 143.66
	플랜지 변형	m	0.80	0.80	-
교대	균열(cw=0.2mm이하)	m	15.55	11.75	▼ 3.80
	균열(cw=0.3mm)	m	6.10	4.00	▼ 2.10
	백태	m ²	0.40	3.60	▲ 3.20
	보수재 박리	m ²	0.15	0.60	▲ 0.45
	콘크리트 박리 및 층분리	m ²	0.09	0.81	▲ 0.72
	콘크리트 표면불량, 표면열화(표층박리)	m ²	15.80	25.80	▲ 10.00
교각	균열/보수재균열(cw=0.2mm이하)	m	31.80	74.00	▲ 42.20
	보수재 균열(cw=0.3mm)	m	8.20	4.00	▼ 4.20
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	3.00	3.00	-
	보수재 박리	m ²	2.12	2.12	-
	백태	m ²	-	40.00	▲ 40.00
	재료분리	m ²	-	0.15	▲ 0.15
	철근노출	m ²	-	0.03	▲ 0.03
	콘크리트 긁힘, 박리 및 박락	m ²	-	0.39	▲ 0.39
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	-	2.90	▲ 2.90

(계속)

&lt;표 3.3.9&gt; 기 용역결과 비교(계속)

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	
			전차('15)	금차('17)		
받침 장치	받침콘크리트 균열(cw=0.2mm이하)	m	2.60	2.85	▲	0.25
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	1.90	0.50	▼	1.40
	받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	m	-	0.40	▲	0.40
	받침콘크리트 파손, 박리 및 박락	m ²	0.23	1.78	▲	1.55
	받침모르타르 균열(cw=0.2mm이하)	m	-	0.30	▲	0.30
	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	m	-	0.20	▲	0.20
	받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	m ²	0.26	0.20	▼	0.06
	받침모르타르 파손	m ²	-	0.14	▲	0.14
	받침장치 부식	m ²	0.48	2.88	▲	2.40
	스토퍼 부식	m ²	0.12	0.12	-	-
교면 포장	상태양호	-	-	-	-	-
배수 시설	배수관 부식	m ²	2.40	-	▼	2.40
	배수구 막힘	EA	2.00	2.00	-	-
난간	난간 균열(cw=0.5mm이하)	m	84.65	13.50	▼	71.15
	콘크리트 박락 및 박리	m ²	19.38	10.16	▼	9.22
	균열/백태	m	11.42	-	▼	11.42
	백태	m ²	0.68	0.14	▼	0.54
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	0.01	55.00	▲	54.99
신축 이음	후타재 균열(cw=0.3mm)	m	9.00	-	▼	9.00
	유간부 이물질퇴적	m ²	1.00	-	▼	1.00
	후타재 파손	m ²	0.11	-	▼	0.11
기타 시설물	교대사면 블록 이격	m ²	-	4.20	▲	4.20
	점검계단 파손	m ²	-	0.36	▲	0.36

(계속)



<표 3.3.9> 기 용역결과 비교(계속)

검토 의견	■ 본 교량은 1999년 준공 이후 18여 년 간 공용 중에 있고 2017년 보수공사에서 바닥판 표면보수, 거더 및 가로보 도장, 교대 및 교각 균열주입보수, 교면 LMC 전면 재포장, 배수관 개량(전구간), 난간 표면 보수, 신축이음장치 교체(A2)를 시행하였음.   ■ 금회 조사에 따른 주요한 손상내용으로는 바닥판 데크 플레이트 부식, 백태오염, 콘크리트 표층열화, 거더 및 가로보 강재 부식, 받침 콘크리트 및 모르타르 박락, 균열, 교각 균열 등이 조사되었으며, 확인된 손상에 대한 보수가 금회 점검기간 중에 대부분의 부재를 대상으로 진행됨에 따라 손상수량은 전차 조사 결과와 비교 시 감소함.
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

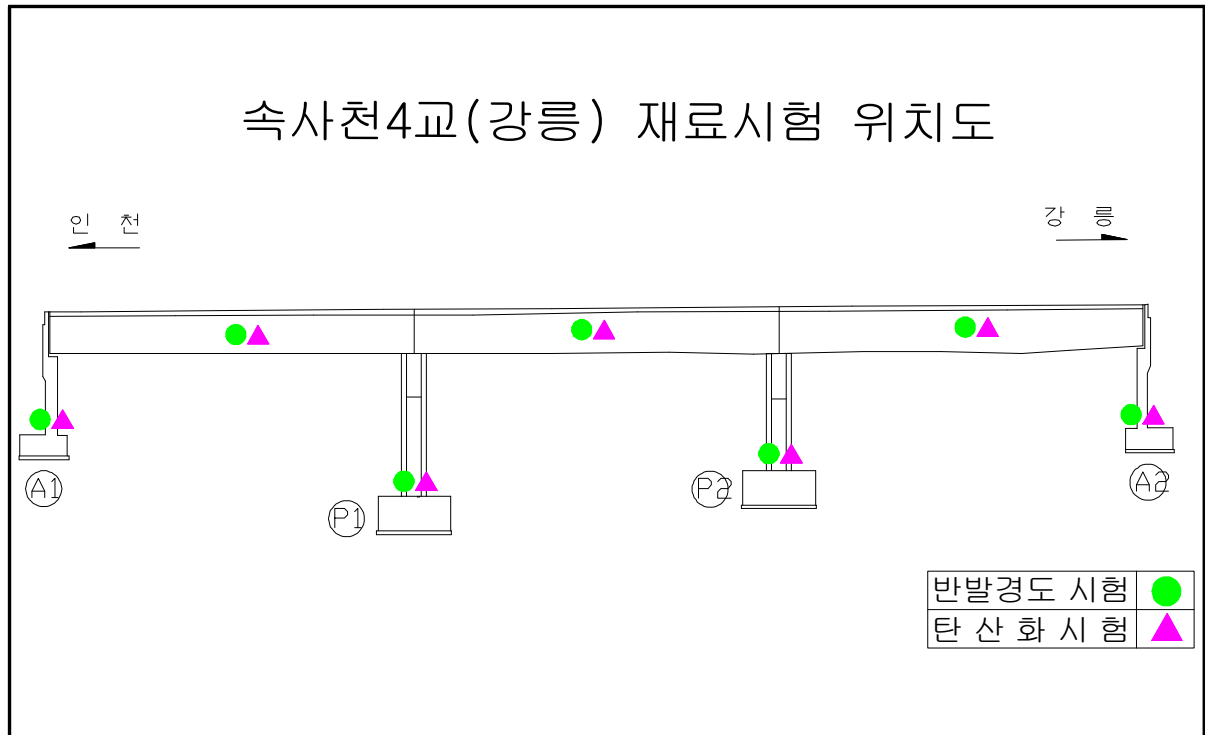
콘크리트 재료의 품질상태 및 시공오차 여부를 파악하고 분석 및 평가하기 위하여 필요한 현장시험을 수행하였으며, 금회 실시한 재료시험 수량 및 위치는 다음과 같다.

가. 재료시험 수량 및 위치도

<표 4.2.1> 재료시험 수량

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

※ 상부·하부 반발경도시험 기준수량 산출근거 :  $150\text{m}/50\text{m} = 3.0 \Rightarrow 3\text{개소}$



<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

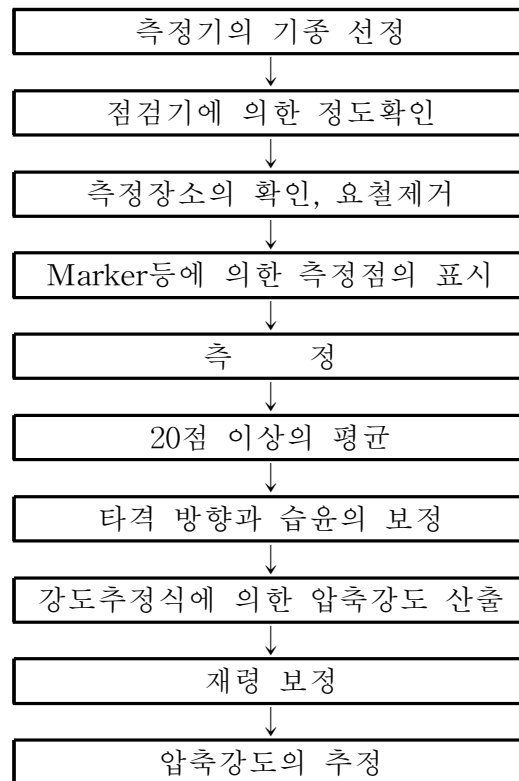
#### 가. 반발경도(R)

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( $R_0$ )의 산정

보정반발경도  $R_0$ 은 다음 (식 4.1)과 같이 측정경도  $R$ 에 보정값  $\Delta R_1$ ,  $\Delta R_2$ ,  $\Delta R_3$ 를 더한 값으로 한다.

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

여기서,  $\Delta R_1$  : 타격방향에 따른 보정값  
 $\Delta R_2$  : 압축부재의 사하중 응력에 따른 보정값  
 $\Delta R_3$  : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

##### ① 타격 방향에 따른 반발경도의 보정( $\Delta R_1$ )

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

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

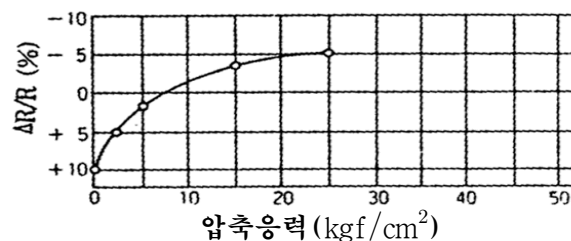
대현상에 의해서 - 값으로 수정해 주어야 한다.

<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( $\Delta R_2$ )

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( $\Delta R_3$ )

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

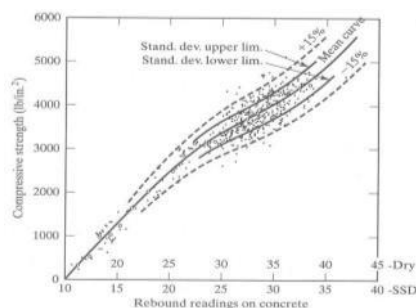
장기간 경과된 콘크리트의 표면에서 추정된 비파괴강도( $F_c$ )를 최종 비파괴강도( $F_{28}$ )로 환산하기 위해서는 재령에 따른 표면경도의 증가영향을 고려할 수 있는 재령보정계수( $\alpha$ )를 이용해 비파괴강도의 추정값을 낮추어야 하며, 비파괴강도 평가결과에 대한 평균값과 표준편차의 통계처리를 통해 가장 분산정도가 적은 추정결과를 최종 비파괴강도로 평가한다. 일반적으로 반발경도를 이용한 비파괴강도의 평가 결과는 <그림 4.2.4>에서 보는 바와 같이 측정오차  $\pm 15\%$ , 표준편차  $\pm 7.5\%$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



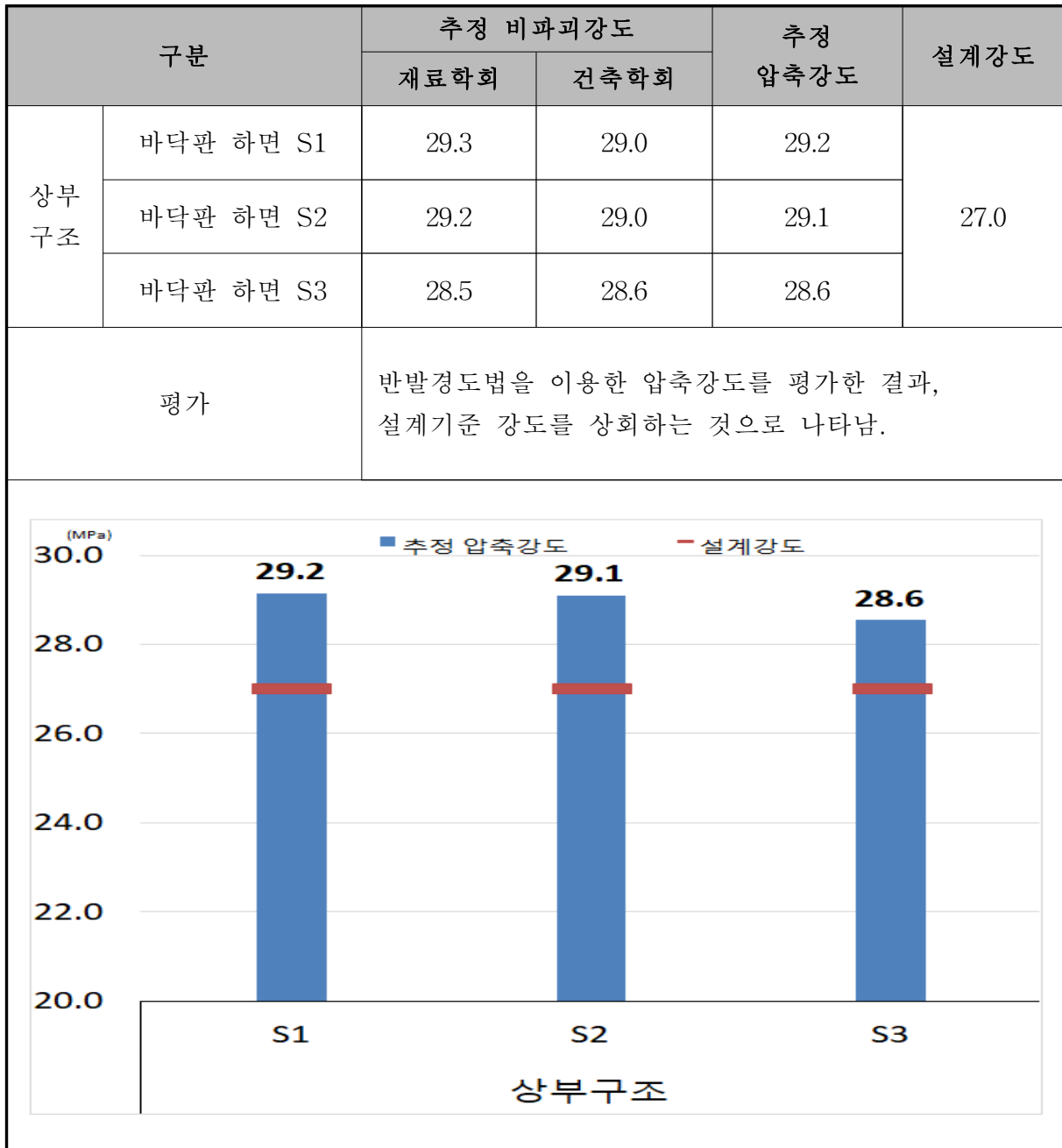
<그림 4.2.4> 반발경도와 비파괴강도의 상관관계(표준편차  $\pm 7.5\%$ )

### 마. 콘크리트 반발경도 시험 결과

#### (1) 상부구조 시험결과 (S : 바닥판)

<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 )

구분		추정 비파괴강도		추정 압축강도	설계강도
		재료학회	건축학회		
하부 구조	교대 구체 A1	24.8	26.5	25.7	24.0
	교각 구체 P1	24.9	26.6	25.8	
	교각 구체 P2	26.3	27.3	26.8	
	교대 구체 A2	25.4	26.8	26.1	
평가		반발경도법을 이용한 압축강도를 평가한 결과, 설계기준 강도를 상회하는 것으로 나타남.			

(MPa)

■ 추정압축강도

— 설계강도

28.0

26.0

24.0

22.0

25.7

25.8

26.8

26.1

A1

P1

P2

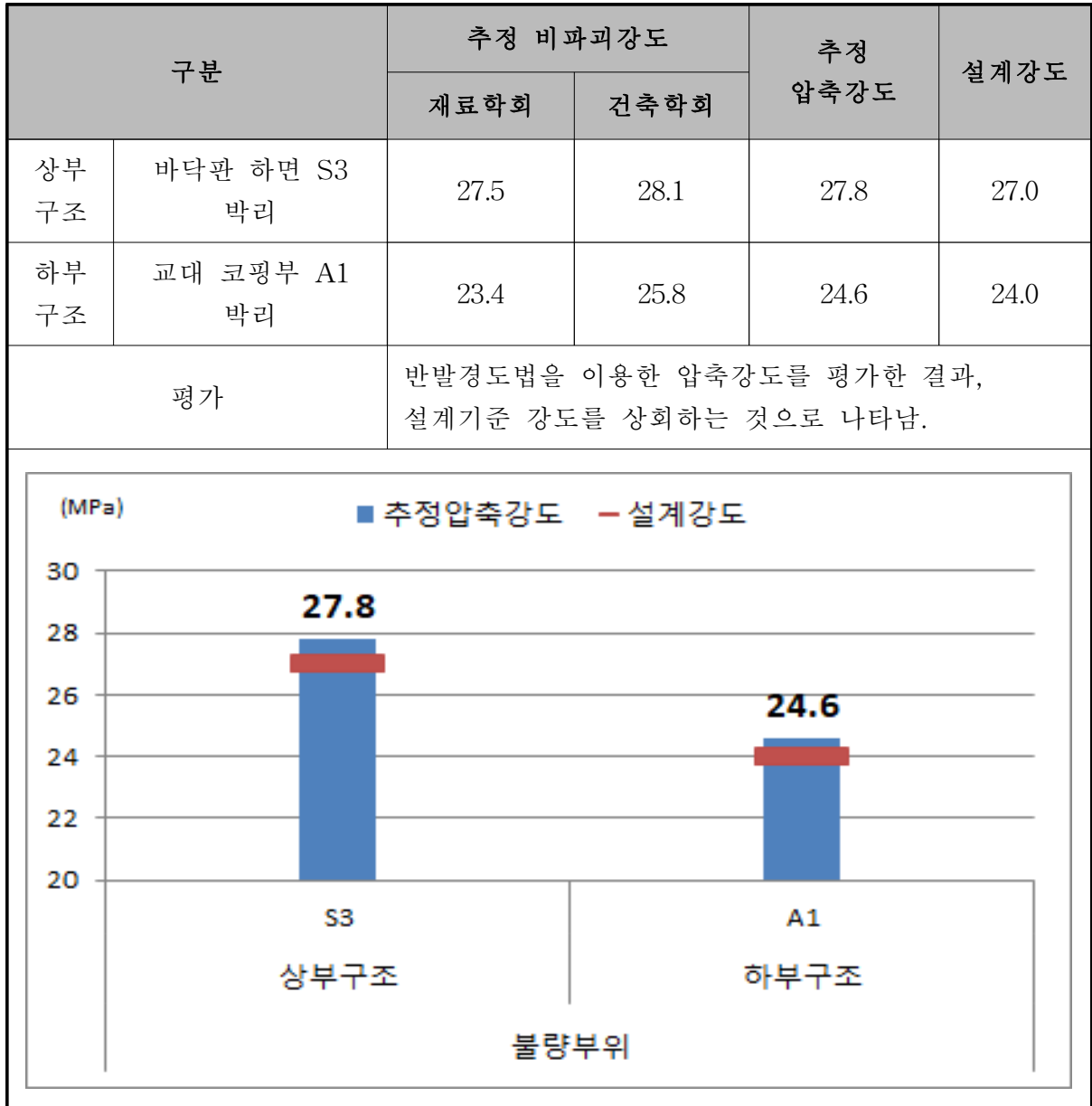
A2

하부구조

(3) 불량부위 시험결과

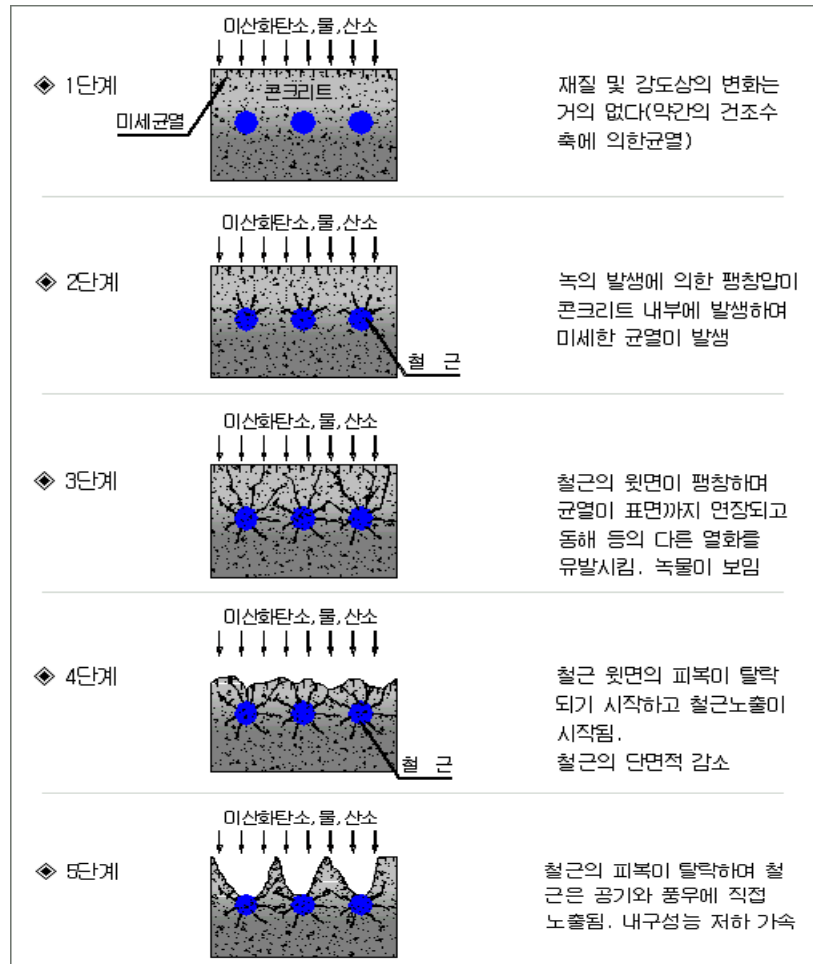
<표 4.2.6> 불량부위 콘크리트 반발경도 시험 결과

( 단위 : MPa )



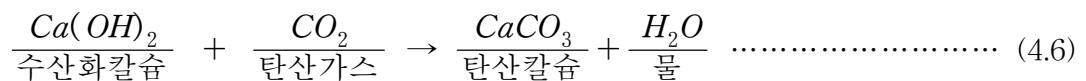
## 4.2.2 탄산화 잔여깊이 측정

### 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)

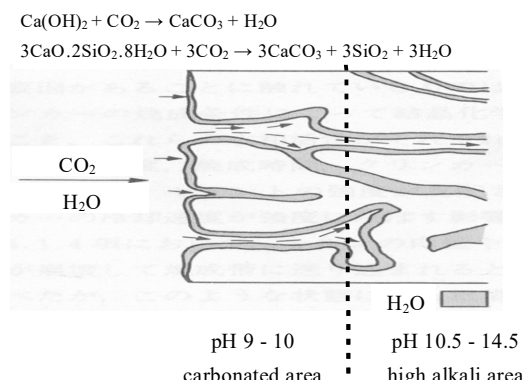
탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 (식 4.6)에서 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘  $[Ca(OH)_2]$ 은 pH 12~13 정도의 강 알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반 환경 하에서도 확실하게 진행되기 때문에 매입된 철근의

부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다.

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

#### 라. 평가기준

## ① 실험식에 의한 탄산화 깊이 추정

&lt;표 4.2.8&gt; 탄산화 깊이 추정식

식 종류	탄산화 속도식	비 고
하마다식 (浜田式)	$t = \frac{0.3(1.15+3x)/(x-0.25)^2}{R} C^2$	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.

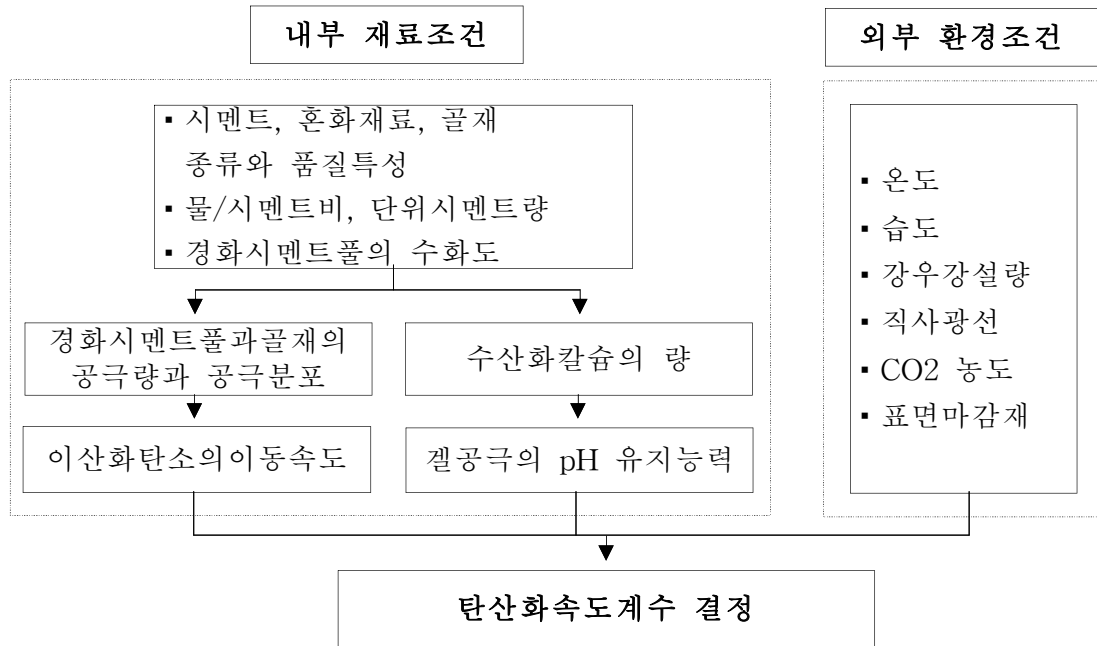
$$\bullet \text{ W/C} = 60\% : D(\text{cm}) = \frac{1}{\sqrt{7.2}} \sqrt{t(\text{year})} = 0.3727 \sqrt{t(\text{year})}$$

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

## 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.

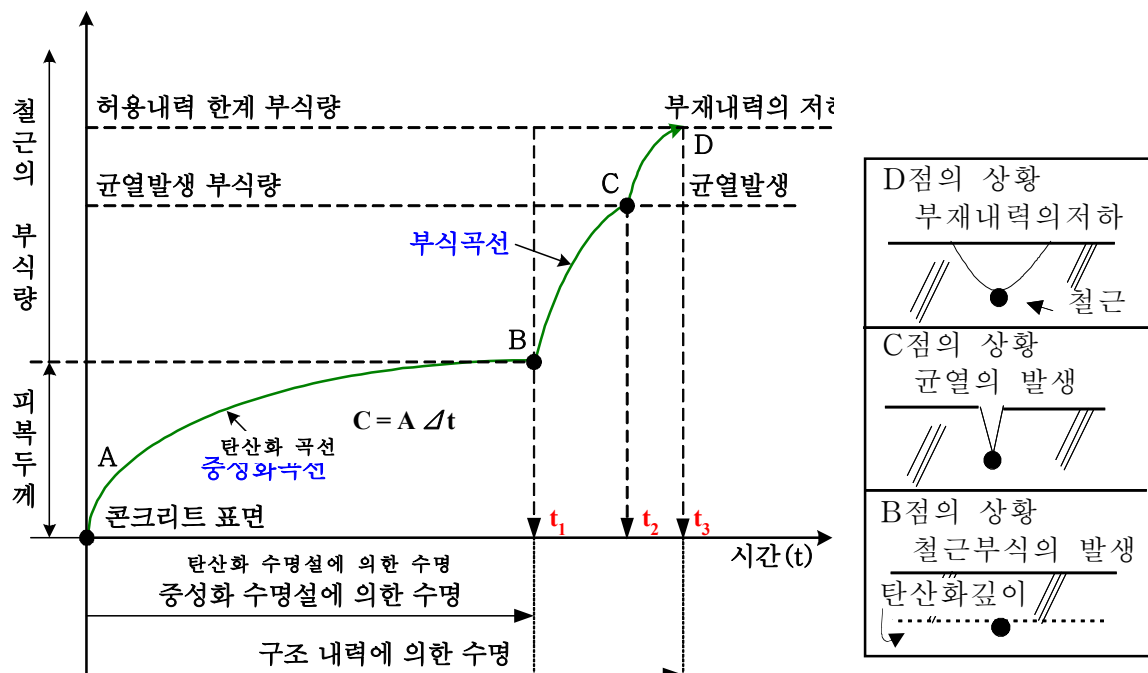
탄산화속도계수의 평가시 고려하여야 하는 영향인자를 내부 재료조건과 외부 환경조건으로 구분하여 정리하면 다음과 같다.



<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.

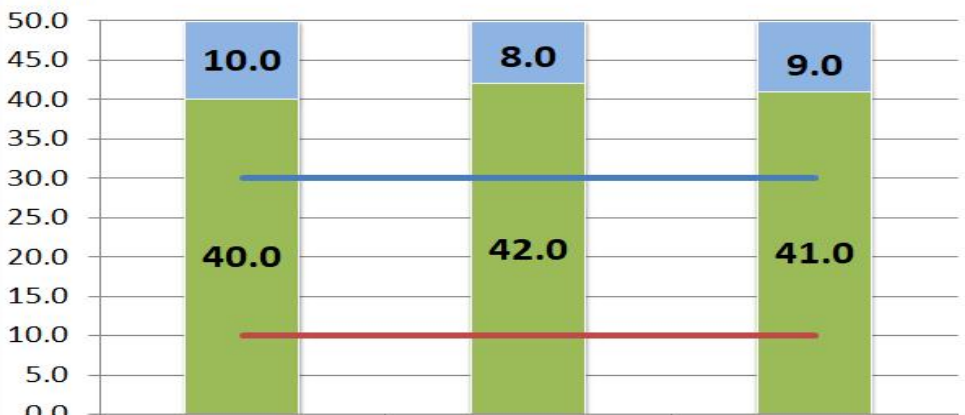
### 마. 탄산화 깊이 측정 시험의 결과분석

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.

&lt;표 4.2.9&gt; 탄산화 잔여깊이를 통한 상부구조 내구성 평가

위 치		탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	현장 속도계수 (mm/√년)	등급
상부 구조	바닥판 하면 S1	10.0	50	40.0	2.4	a
	바닥판 하면 S2	8.0	50	42.0	1.9	a
	바닥판 하면 S3	9.0	50	41.0	2.1	a
평가	▶ 경과년수 : 18년   ▶ 이론깊이 : 15.81mm, 이론속도계수 : 3.7mm/√년   ▶ 실제 잔존수명 : 약 100년   ▶ 분석결과, 전체적으로 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 철근부식의 우려가 없는 'a등급'으로 양호한 상태임.   ▶ 주기적 유지관리 필요함.					

(mm)



바닥판 하면 S1    바닥판 하면 S2    바닥판 하면 S3

잔여깊이(mm)    탄산화 깊이(mm)    A등급    B등급

&lt;표 4.2.10&gt; 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	12.0	100	88.0	2.8	a
	교각 구체 P1	11.0	100	89.0	2.6	a
	교각 구체 P2	12.0	100	88.0	2.8	a
	교대 홍벽 A2	9.0	50	41.0	2.1	a
평가	▶ 경과년수 : 18년   ▶ 이론깊이 : 15.81mm, 이론속도계수 : 3.7mm/√년   ▶ 실제 잔존수명 : 100년 이상   ▶ 분석결과, 전체적으로 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 철근부식의 우려가 없는 ‘a등급’으로 양호한 상태임.   ▶ 주기적 유지관리 필요함.					

(mm)

100.0  
90.0  
80.0  
70.0  
60.0  
50.0  
40.0  
30.0  
20.0  
10.0  
0.0

교대 구체 A1    교각 구체 P1    교각 구체 P2    교대 홍벽 A2

■ 잔여깊이   ■ 탄산화깊이   — A등급   — B등급

## 바. 기시험 결과와 비교

&lt;표 4.2.11&gt; 기 점검결과 탄산화 진행 깊이 비교

구분	탄산화 진행 깊이 (mm)	
	전차('15)	금차('17)
바닥판	8.7	8.0~10.0
하부구조	9.7~10.7	9.0~12.0
평가	탄산화 측정 깊이가 8.0~12.0mm 진행된 상태이나 탄산화에 영향을 받을 수 있는 철근 피복 잔여깊이가 30.0mm이상으로 철근부식의 우려가 없음.	

## 4.3 시험결과와 분석

&lt;표 4.3.1&gt; 내구성평가 결과

시험명	시험부위	건전부위	불량부위	설계기준	평가
반발 경도 (MPa)	바닥판 하면	28.6~29.2	27.8	27.0	양호
	하부구조	25.7~26.8	24.6	24.0	양호
탄산화 깊이 (mm)	바닥판 하면	8.0~10.0 (잔여깊이 : 40.0~42.0)		잔여깊이 ≥ 30mm	a등급
	하부구조	9.0~12.0 (잔여깊이 : 41.0~89.0)		잔여깊이 ≥ 30mm	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 추정압축강도 양호)   · 탄산화 시험   - 탄산화 잔여 피복두께 30mm이상 확보. (상태등급 : a등급)   - 이론 속도 계수(3.7mm/√년) &gt; 실제 탄산화 속도 계수(2.1~2.8mm/√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



# 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	· 양호
b	· 도장 불량 10%미만	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장 불량 10%이상 · 부식으로 인한 단면손상 10%미만	· 파손 및 탈락 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출 10% 미만 · 철근부식손상 길이 2%미만
d	· 부식으로 인한 단면손상 10%이상	· 파손 및 탈락 10%이상 · 낙석으로 인한 손상발생 · 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	· 박리, 파손, 철근노출 10% 이상 · 철근부식손상 길이 2%이상

### 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.

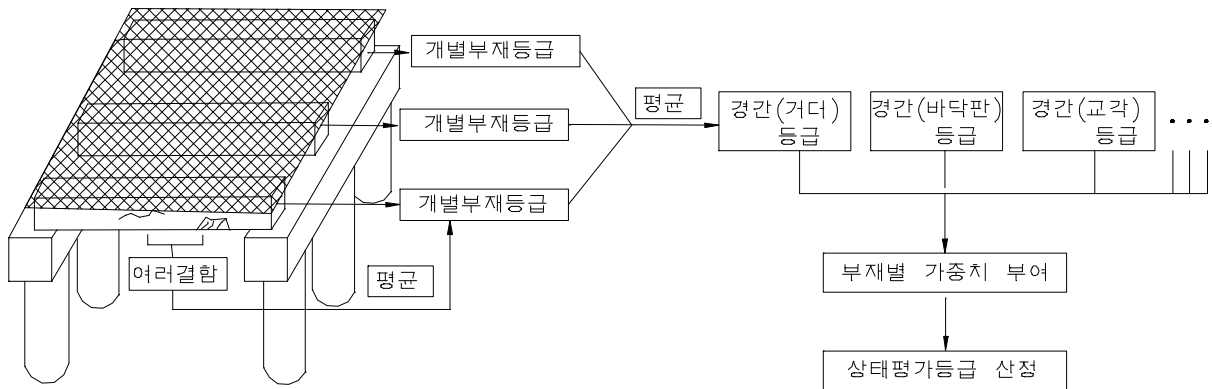
### 나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

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



&lt;그림 5.2.1&gt; 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.

&lt;표 5.2.3&gt; 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)			

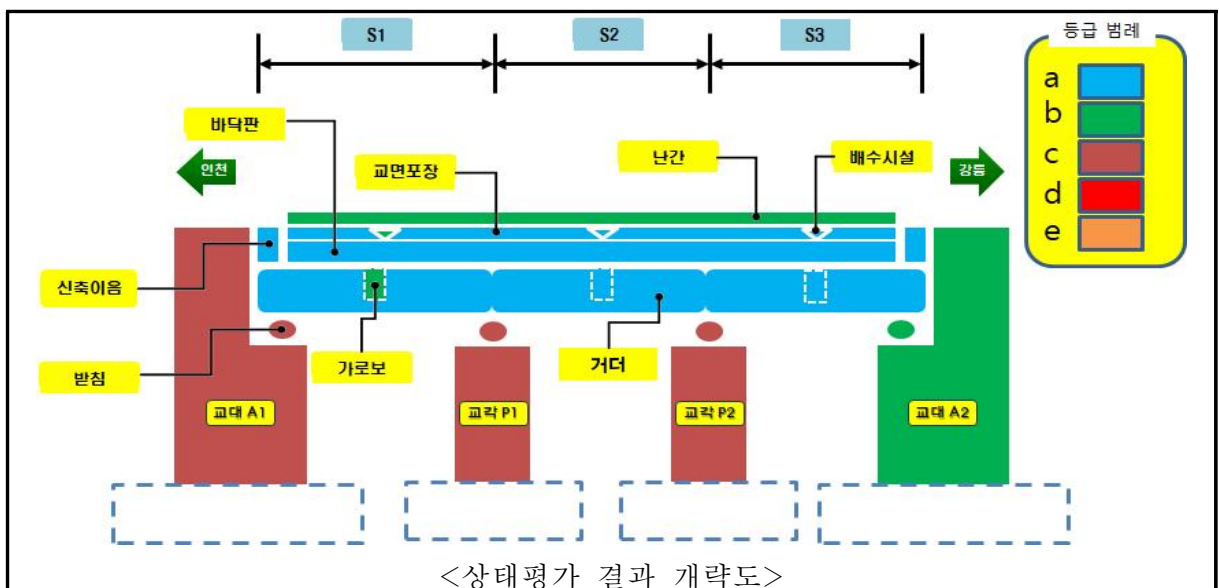
## 5.3 상태평가 등급

### 5.3.1 상태평가

- 상태평가 결함도 점수= 0.177 '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.

<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	a	a	b	a	b	b	a	c	c	q	a	a
2	STB	a	a	a	a	a	b		c	c	q	a	a
3	STB	a	a	a	a	a	b		c	c	q	a	a
4								a	b	b	q		a
평균		0.100	0.100	0.133	0.100	0.133	0.200	0.100	0.350	0.350	0.000	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3
(평균×가중치)/가중치합		0.018	0.020	0.007	0.007	0.004	0.004	0.009	0.032	0.070	0.000	0.004	0.003
환산결함도 점수		0.177											
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)	0.394	C
금회 (2017년)	0.177	B

- 금회 교량의 일부 부재(포장, 난간, 배수시설, 거더 및 가로보, 바닥판, 교대 및 교각, 신축이음장치 등)에 대한 보수 공사가 진행됨에 따라 환산결함도 점수가 감소하였음. 결함도 점수 범위에 따른 기준에 의하면 교량은 B등급의 범위에 포함되며 2015년 상태평가 결과와 비교 시 상향 평가됨에 따라 그에 준하여 관리 할 수 있는 방안을 제시함.
- 상태평가 등급 변화 (C 등급 → B 등급)
- 상태평가 변화 원인 : 2017년 보수공사 실시

구분	보수 · 보강 내용	등급	
		2015년	2017년
바닥판	· 표면보수(285㎡)	d	a
거더	· 강교 도장 박리부 채도장(2,580㎡)	c	a
가로보	· 강교 도장 박리부 채도장	d	b
포장	· 교면포장(LMC)	b	a
배수	· 배수관개량(전구간)	c	b
난간	· 표면보수(300㎡)	d	b
신축이음	· 신축이음장치 교체(11.4m)	c	a
교량받침	-	c	c
교대/교각	· 균열보수(12m)	c	c

- 교량 등급 관리 시 중점 관리 필요한 손상내용
  - ① 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락)
  - ② 거더 0.2mm 이상 균열, 철근노출, 정착부 균열 및 파손
  - ③ 교각의 0.3mm 이상균열 발생여부 지속확인
  - ④ 받침 본체와 플레이트 부식에 대한 채도장 보수

## 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
	내구성능
	내하성능
	환경친화
	시공성
	경제성

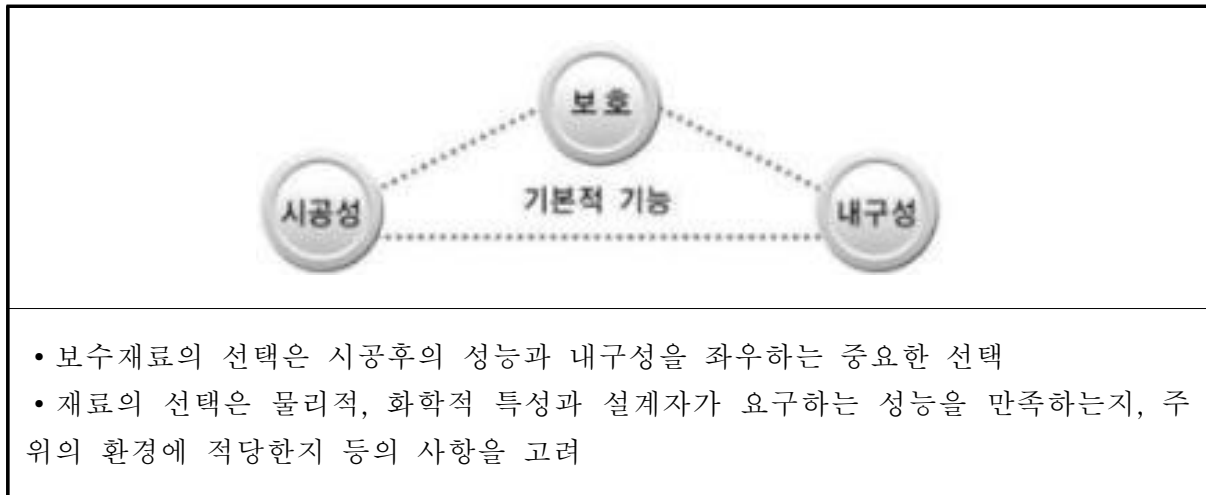
<그림 6.1.1> 보수·보강 방안 선정 시 고려 사항

## 6.1.2 보수재료

### 가. 보수재료의 선정



<그림 6.1.2> 보수재료 선정 흐름도



&lt;그림 6.1.3&gt; 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, 내화학적, 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

&lt;표 6.2.2&gt; 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=0.2mm이상의 균열에 대해서 보수토록 함.

&lt;표 6.2.3&gt; 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

&lt;표 6.2.5&gt; 보수 · 보강 방안별 손상내용

보수방안	부재	손상내용	순위
단면복구	교각	재료분리	2
		콘크리트 긁힘	2
		콘크리트 박락	2
		콘크리트 박리	2
	교대	층분리	2
		콘크리트 박리	2
	교량받침	받침모르타르 파손	2
		받침콘크리트 박락	2
		받침콘크리트 박리	2
		받침콘크리트 파손	2
	난간	콘크리트 박락	2
		콘크리트 파손	2
단면복구(방청)	교각	철근노출	2
재도장	거더	강재부식	2
		강재표면 백태오염	2
		볼트부식	2
		점부식	2
	교량받침	스토퍼 부식	2

(계속)

&lt;표 6.2.5&gt; 보수 · 보강 방안별 손상내용 (계속)

보수방안	부재	손상내용	순위
주입보수	교각	보수재 균열(cw=0.3mm)	2
	교대	균열(cw=0.3mm)	2
	교량받침	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	2
		받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	2
		받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	2
청소	거더	이물질퇴적	2
	교대	이물질퇴적	2
	배수시설	배수구 막힘	2
표면처리	교각	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3
		망상균열(cw=0.2mm)	3
		백태	3
		보수재 균열(cw=0.1mm)	3
		보수재 균열(cw=0.2mm)	3
		보수재 박리	3
		콘크리트 표면열화(표층박리)	3
	교대	균열(cw=0.1mm)	3
		균열(cw=0.2mm)	3
		녹오염	3
		백태	3
		보수재 박리	3
		콘크리트 표면불량	3
		콘크리트 표면열화(표층박리)	3

(계속)

&lt;표 6.2.5&gt; 보수 · 보강 방안별 손상내용 (계속)

7보수방안	부재	손상내용	순위
표면처리	교량받침	받침모르타르 균열(cw=0.1mm)	3
		받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	3
		받침콘크리트 균열(cw=0.1mm)	3
		받침콘크리트 균열(cw=0.2mm)	3
	난간	난간 균열(cw=0.2mm)	3
		난간 균열(cw=0.3mm)	3
		난간 균열(cw=0.4mm)	3
		난간 균열(cw=0.5mm)	3
		백태	3
		표면열화 및 균열	3
유지관찰	2차부재	플랜지 변형	유지관찰
	거더	누수흔적	유지관찰
		우수유입	유지관찰
	교대	누수흔적	유지관찰
		체수	유지관찰
	교량받침	받침장치 이격	유지관찰
	기타시설물	교대사면 블록 이격	유지관찰
받침 도장	교량받침	받침장치 부식	2
실링재 마감	거더	SPLICE부 실링재 미처리	3
볼트체결	교량받침	받침장치 고정볼트 탈락	3
점검계단 블록 시공	기타시설물	점검계단 파손	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
거더	SPLICE부 실링재 미처리	실링재 마감	96.00	EA	1	96	3
	이물질퇴적	청소	0.72	m ²	20	14	2
교대	균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.41	m ²	64	26	3
	균열(cw=0.2mm)	표면처리	2.53	m ²	64	162	3
	균열(cw=0.3mm)	주입보수	4.00	m	75	300	2
	녹오염	표면처리	0.03	m ²	64	2	3
	백태	표면처리	3.60	m ²	64	230	3
	보수재 박리	표면처리	0.60	m ²	64	38	3
	이물질퇴적	청소	1.80	m ²	20	36	2
	층분리	단면복구	0.09	m ²	235	21	2
	콘크리트 박리	단면복구	0.72	m ²	235	169	2
	콘크리트 표면불량	표면처리	15.80	m ²	64	1,011	3
	콘크리트 표면열화(표층박리)	표면처리	10.00	m ²	64	640	3
교각	균열(cw=0.1mm)	표면처리	6.43	m ²	64	412	3
	균열(cw=0.2mm)	표면처리	8.98	m ²	64	575	3
	망상균열(cw=0.2mm)	표면처리	3.00	m ²	64	192	3
	백태	표면처리	40.00	m ²	64	2,560	3
	보수재 균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.15	m ²	64	10	3
	보수재 균열(cw=0.2mm)	표면처리	2.95	m ²	64	189	3
	보수재 균열(cw=0.3mm)	주입보수	4.00	m	75	300	2
	보수재 박리	표면처리	2.12	m ²	64	136	3
	재료분리	단면복구	0.15	m ²	235	35	2
	철근노출	단면복구 (방청)	0.03	m ²	328	10	2

(계속)

&lt;표 6.2.6&gt; 보수 개략공사비(계속)

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교각	콘크리트 굽힘	단면복구	0.14	m ²	235	33	2
	콘크리트 박락	단면복구	0.01	m ²	235	2	2
	콘크리트 박리	단면복구	0.24	m ²	235	56	2
	콘크리트 표면열화(표층박리)	표면처리	2.90	m ²	64	186	3
받침	받침모르타르 균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.08	m ²	64	5	3
	받침모르타르 균열(cw=0.3mm)	주입보수	0.20	m	75	15	2
	받침모르타르 망상균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.20	m ²	64	13	3
	받침모르타르 파손	단면복구	0.14	m ²	235	33	2
	받침장치 고정볼트 탈락	볼트체결	1.00	EA	3	3	3
	받침장치 부식	받침 도장	2.88	m ²	61	176	2
	받침콘크리트 균열(cw=0.1mm)	표면처리	0.48	m ²	64	31	3
	받침콘크리트 균열(cw=0.2mm)	표면처리	0.24	m ²	64	15	3
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	주입보수	0.50	m	75	38	2
	받침콘크리트 균열(cw=0.5mm)	주입보수	0.40	m	75	30	2
	받침콘크리트 박락	단면복구	0.09	m ²	235	21	2
	받침콘크리트 박리	단면복구	0.30	m ²	235	71	2
	받침콘크리트 파손	단면복구	1.39	m ²	235	327	2
	스토퍼 부식	채도장	0.12	m ²	33	4	2
기타	점검계단 파손	점검계단 블럭 시공	0.36	m ²	131	47	3
배수 시설	배수구 막힘	청소	0.20	m ²	20	4	2

(계속)

&lt;표 6.2.6&gt; 보수 개략공사비(계속)

구분	손상내용	보수 방안	보수 물량	보수 단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
난간	난간 균열(cw=0.2mm)	표면처리	0.38	m ²	64	24	3
	난간 균열(cw=0.3mm)	표면처리	0.11	m ²	64	7	3
	난간 균열(cw=0.4mm)	표면처리	0.49	m ²	64	31	3
	난간 균열(cw=0.5mm)	표면처리	2.40	m ²	64	154	3
	백태	표면처리	0.14	m ²	64	9	3
	콘크리트 박락	단면복구	10.11	m ²	235	2,376	2
	콘크리트 파손	단면복구	0.06	m ²	235	14	2
	표면열화 및 균열	표면처리	55.00	m ²	64	3,520	3
순공사비 합계(천원)						14,409	
제경비(순공사비×50%)						7,205	
순위별 공사비 (제경비 포함)				1순위	-		
				2순위	6,128		
				3순위	15,486		
개략공사비(천원)						21,614	

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

## 6.3 보수·보강 공법 상세

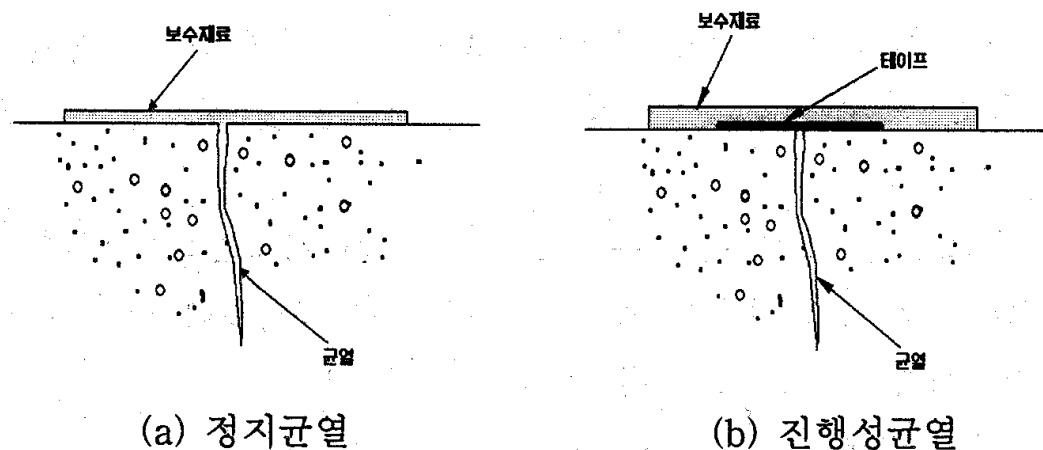
### 가. 콘크리트 부위 균열보수

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

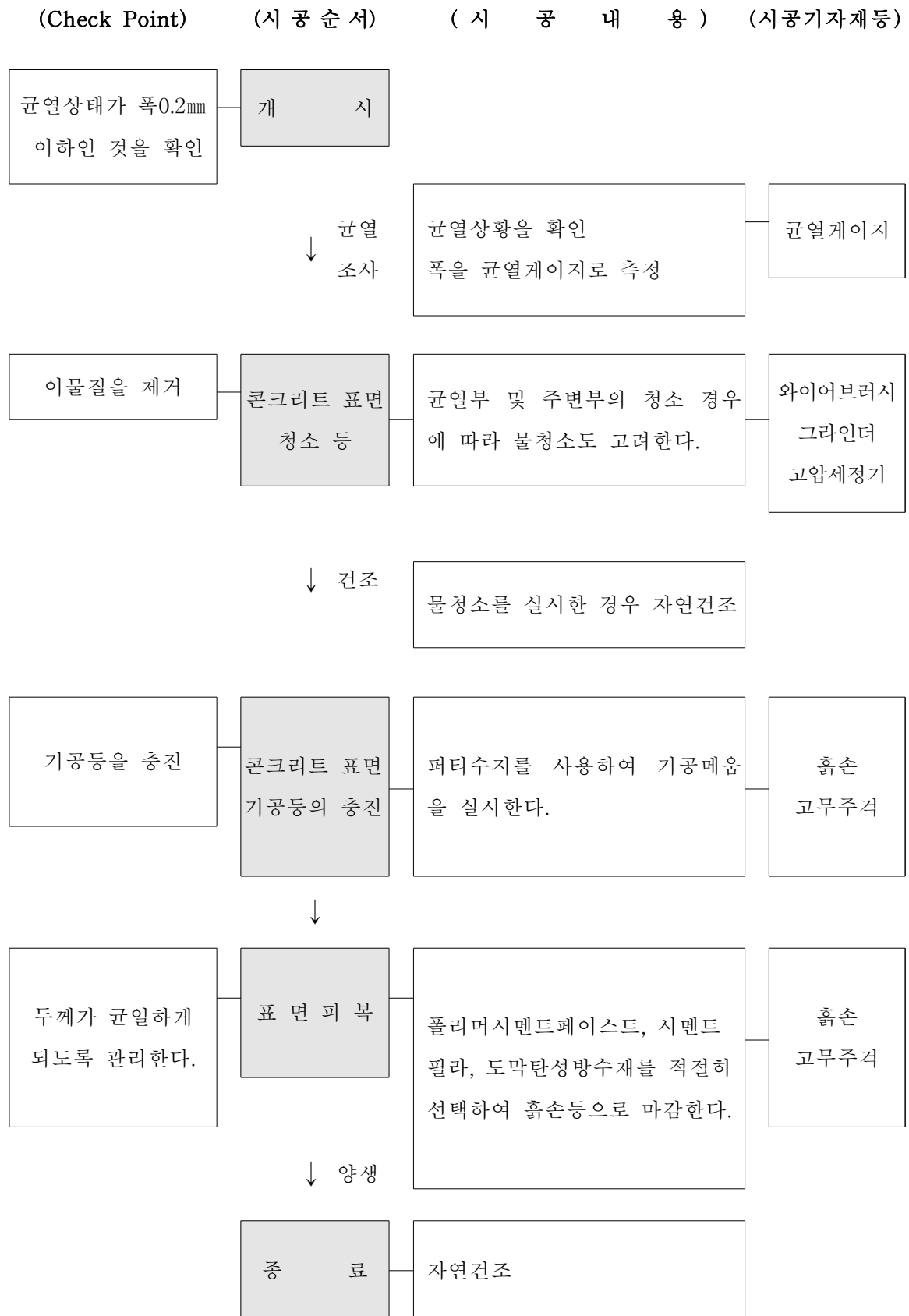
폭 0.2mm 이하의 미세한 균열에 대해 직접 그 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 균열표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열의 진행여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.

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

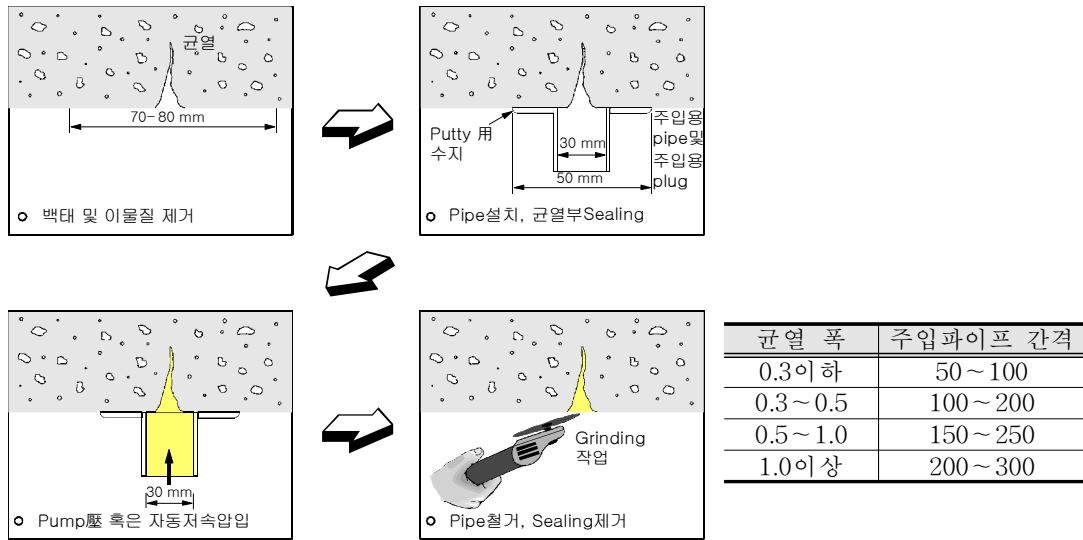
0.2~0.5mm의 균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화 방지에 효과적이다.

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.

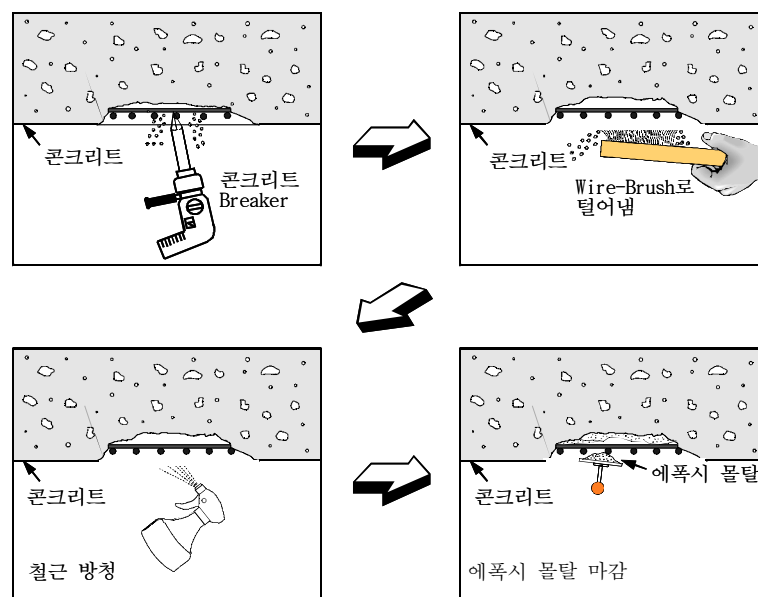
#### (1) 사용재료

- 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

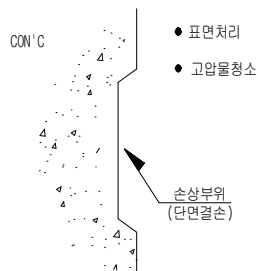


<그림 6.3.5> 에폭시 몰탈 보수

### 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.

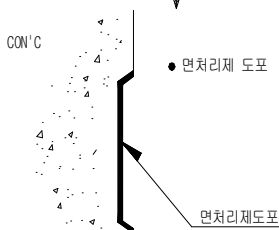
#### ● STEP 1



표면처리

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

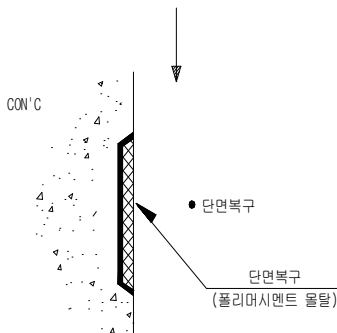
#### ● STEP 2



고압물 청소

고압수 세정기를 사용하여 이물질을 완전히 제거한 후 자연건조 시킨다.

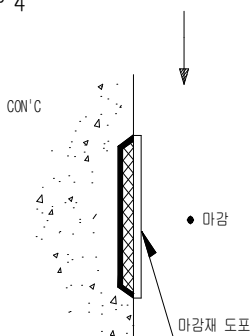
#### ● STEP 3



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

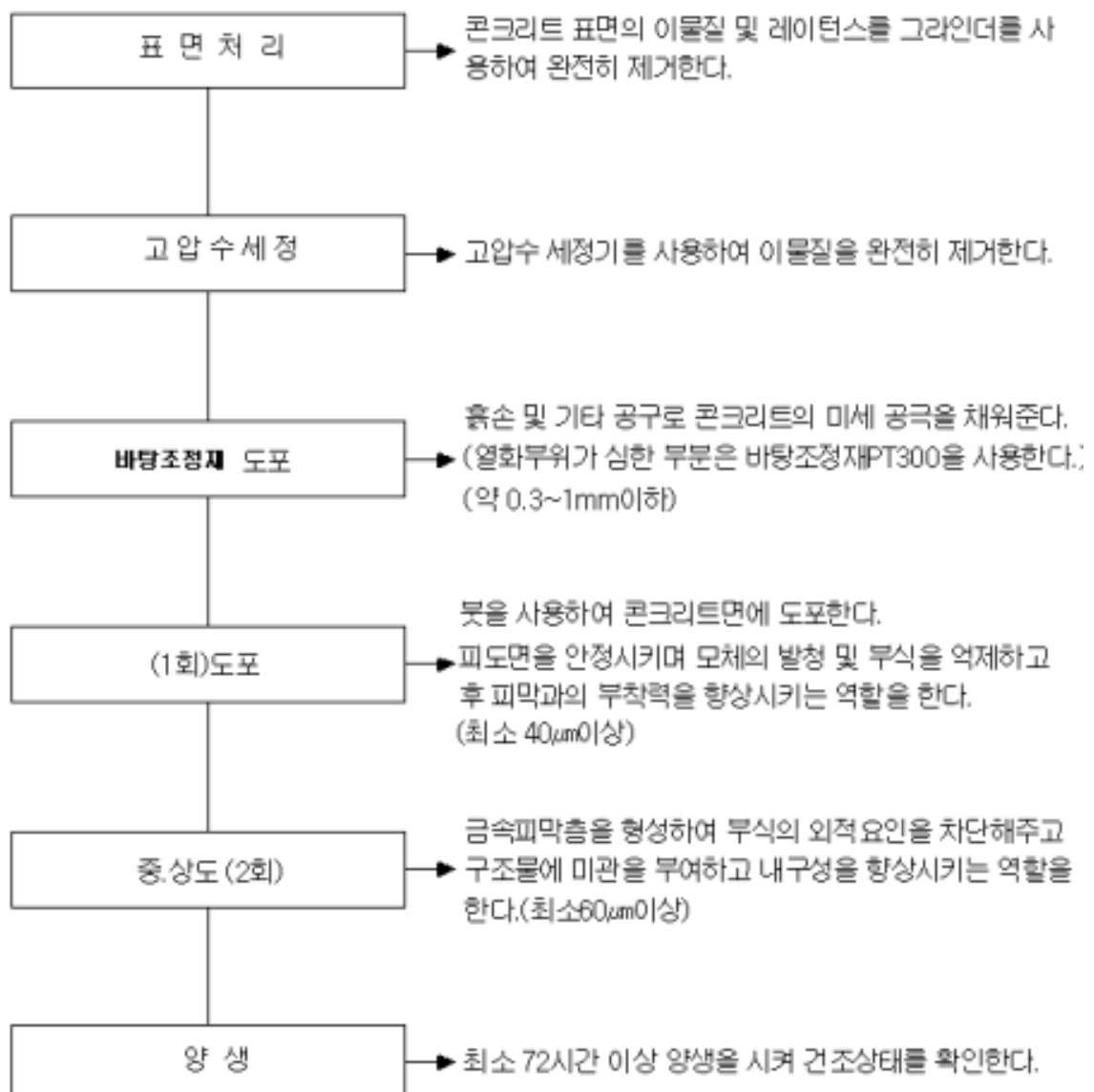
### 라. 백태 보수공법(표면처리공법)

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

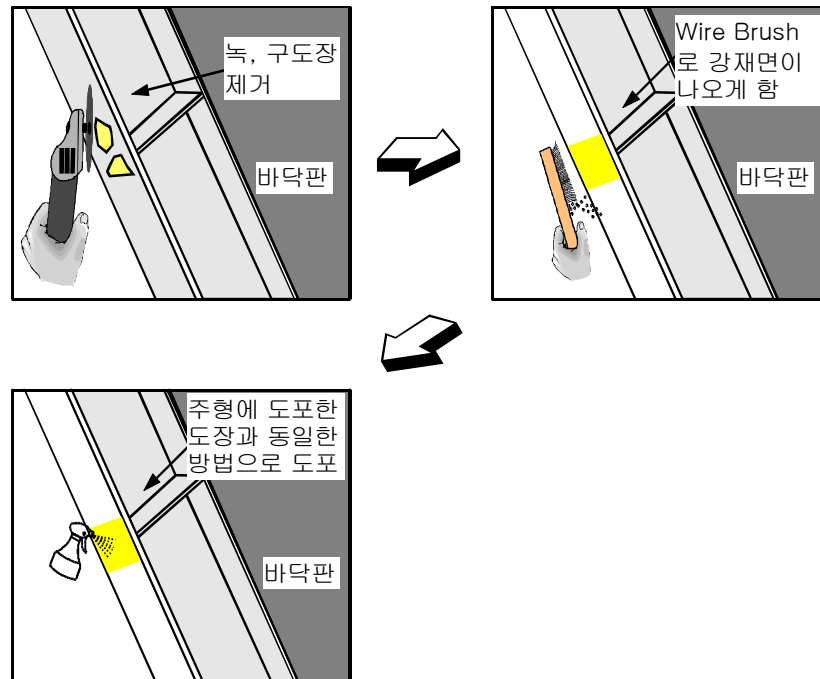
## 마. 강재 재 도장

### (1) 개요

도장은 시공시 상태가 아주 양호하게 시공이 되더라도 시공직후로부터 서서히 노화현상이 시작되며, 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

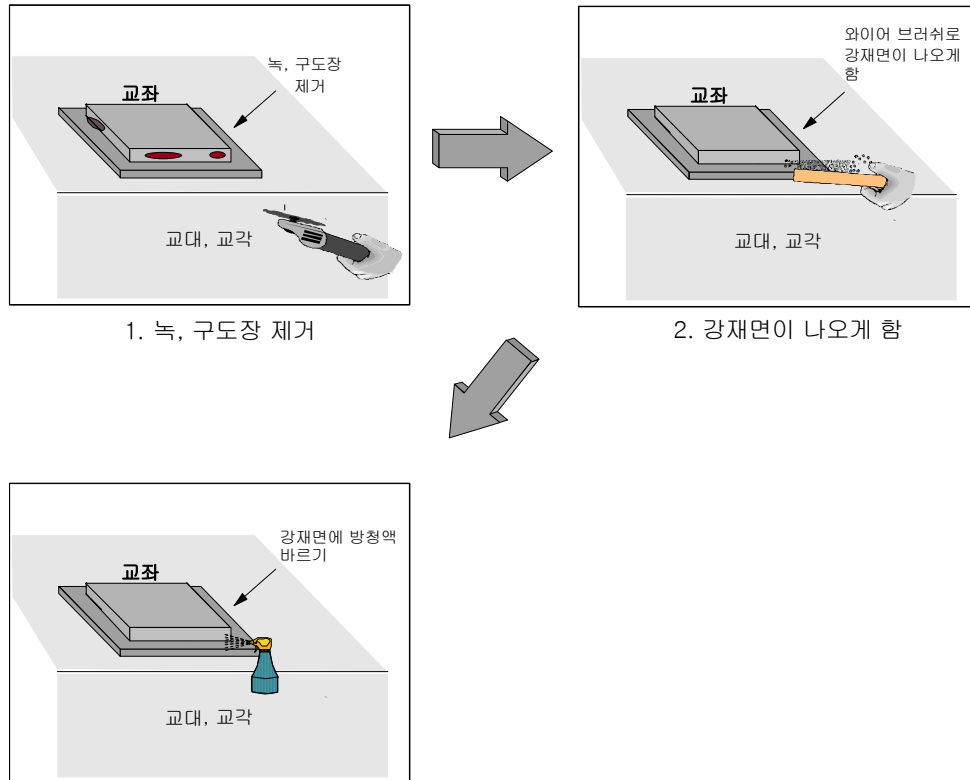
받침은 상부의 각종하중을 하부에 전달함과 동시에 상부의 신축과 처짐에 대해서도 이동, 회전하여야 하는 등 많은 기능을 가지고 있는 부재로서 받침의 도장은 녹 등에 의한 받침기능 상실을 방지하는 중요한 역할을 한다. 교량 가설시 성실한 도장을 행하였다 하여도 시간의 경과에 따른 점진적인 열화현상이 생기며, 갈라짐, 부풀어짐, 벗겨짐, 발청, 부식 등이 발생되므로 결함이 진행되지 않는 시점에서 방청조치를 할 필요가 있고, 이미 녹이나 부식이 진행 중이면 조속히 대책을 강구해야 한다.

##### (1) 사용재료

와이어브러쉬, 디스크샌더, 해머, 스크레퍼, 방청액

(2) 시공순서

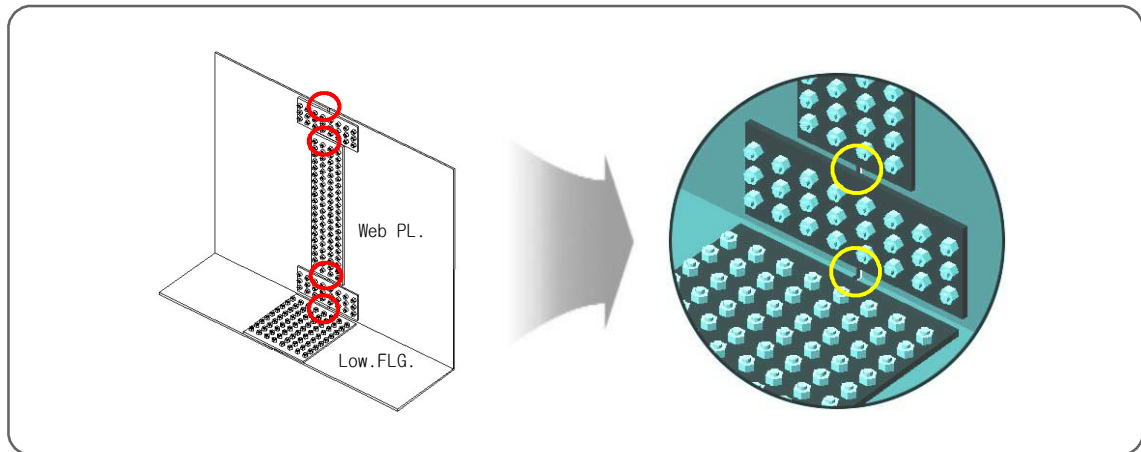
- ① 녹, 구 도장을 제거한다.
- ② 강재 면이 나오게 해서 깨끗이 한다.
- ③ 기존에 도포한 도장과 청소한 면에 방청 액을 바른다.



<그림 6.3.9> 교량받침 방청순서도

### 사. Box Girder splice 볼트이음부 실링재 충전

Steel Box Girder의 볼트연결부(Splice)에서 강우시 빗물이 Box내부로 유입될 수 있고, 유입된 우수는 강재의 부식을 유발할 수 있으므로 Splice 연결부의 틈을 신축성이 있는 탄성재료인 실링재(실리콘 또는 우레탄 등)로 충전하는 방법이다.



<그림 6.3.10> Box Girder 볼트이음부 실리콘 충전

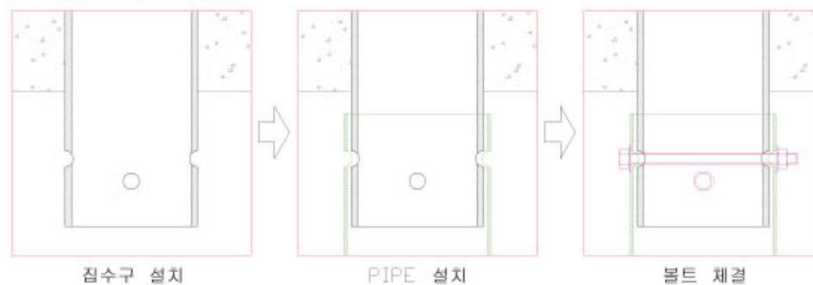
### 아. 배수관 교체

배수구의 간격은 원칙적으로 집수구 통수능력에 따른 수리 검토를 실시하여 간격을 결정하여야 하며 원칙적으로 20m 이하로 한다. 완화곡선 구간 및 S곡선 구간의 변곡점 부근에 생기는 횡단구배가 수평 또는 수직에 가까운 곳에는 차도 양측에서 배수구를 설치하여야 한다. 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm이상, 계획 배수량의 3배를 유하 시킬 수 있는 단면으로 계획한다. 하천용 배수구는 거더 하단부에서 20cm이상 돌출 시켜야 함. 종배수관 굴곡부 갯수를 가급적 적게 하고 거더의 높이를 고려 가급적 큰 경사로 하여 배수관 굴곡부 막힘 현상을 방지 하여야 하며, 부득이 종배수관을 완만한 경사로 설치하거나 모래, 토사 등 유입으로 배수관 굴곡부 막힘이 예상되는 경우는 종배수관 규격을 가급적 크게 하거나, 굴곡부에 뚜껑불인 청소공을 설치하도록 함.

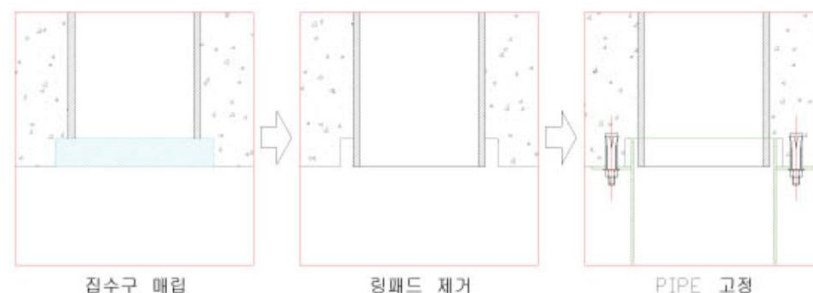
하천용 배수관의 설치로 피해가 예상되는 경우에는 가급적 육교용 배수관 형식을 적용하여야 하며, 그 대상은 도로 및 철도를 횡단하는 경우, 농경지 통과구간, 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우, 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우 등으로 함.

#### <일반 집수구와 바닥판 하면 배수관 연결 방법>

[볼트형] PIPE 체결방법

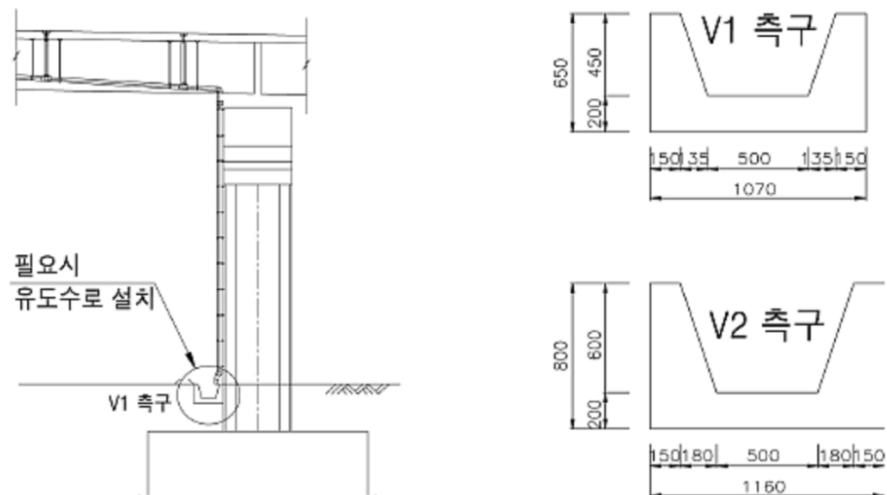


[매립형] PIPE 체결방법



## 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책

육교용 배수관의 하단부에 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수시키고, 지형 여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이를 설치하여 배수토록 함.



<그림 6.3.11> 유도배수로 개요도

## 자. 볼트 너트 교체

### (1) 개 요

강교에서 볼트·너트가 이완되거나 탈락된 곳이 조사 되었으며, 일반적인 손상원인은 차량 통과시의 충격과 진동에 의하여 발생한다. 따라서 볼트의 결함 개소는 교체 시공하여 진동을 억제하고 추가적인 손상의 진행방지가 필요한 것으로 판단됨.

### (2) 볼트의 교체

공용중인 볼트의 교체에 대한 보수방법은 신설 교량과 거의 동일한 조건을 갖춘 상태에서 보수를 실시하여 체결 후 도입된 볼트의 장력을 명확히 알 수 있도록 해야 할 필요성이 있다. 신설 교량과 동일 조건 수준이란 볼트 체결의 형태가 마찰볼트로서 역할을 발휘함을 의미한다. 따라서, 결함볼트의 보수에 있어서는 다음과 같은 조건이 만족되는 것을 기본으로 한다. 볼트교체는 1개씩 수행해 나가는 것이 원칙이지만 현장에서의 작업 효율상 여러 개를 동시에 수행할 필요가 생긴다. 이러한 경우에는 구조적 안정성에 대한 충분한 검토가 선행되어야 한다.

- ① 볼트의 해체는 안전성을 위해서 볼트이음부에 대해 1개씩 실시해야하며, 볼트체결이 완료되면 다음의 볼트이음부로 이동하여 반복 시행토록 한다.
- ② 볼트교환은 1개를 풀거나 제거한 후 1개를 체결하는 순서로 행한다.
- ③ 볼트가 접하는 면은 신설 교량과 같은 면의 상태에서 체결되어야 한다. 따라서, 볼트를 해체한 다음 볼트 접합면의 도장을 벗겨내고 연마를 실시한 후 볼트구멍 내에 발생된 녹, 이물질 등을 소형 전동 브러쉬 등을 이용하여 깨끗이 제거한다.
- ④ 공용중인 교량의 볼트는 상당한 볼트장력을 이미 받았기 때문에 재사용하지 않고 신규 볼트 사용한다.
- ⑤ 볼트의 체결은 1차 체결 후 2차로 완전히 체결하는 시공방법을 기준으로 한다.
- ⑥ 볼트구멍의 크기가 작거나, 어긋나서 볼트의 삽입이 불가능한 경우에는 볼트구멍을 다시 천공하도록 한다.
- ⑦ 체결이 완료된 볼트의 그룹은 토크렌치의 시험기준에 따라 볼트의 장력을 측정하고 허용범위 내에 들어오는가를 검증한다.

### (3) 볼트 재체결을 위한 기본 사항

- ① 볼트 설치 위치는 와이어 브러쉬 등으로 기름, 먼지 등으로 더러워진 볼트구멍을 깨끗하게 청소하여 제거하여야 한다.

- ② 볼트는 적절한 계기를 부착한 렌치를 사용하여 너트를 돌려서 조여야 한다.
- ③ 볼트 체결력은 시방규정에 규정한 값으로 하며, 체결력이 부족한 경우에는 더 조이고 초과 시에는 볼트, 너트를 교환한다.
- ④ 설계상의 볼트 여부 및 볼트 상태를 확인하고, 체결이 완료된 볼트는 체결이 완료되었음을 확인할 수 있도록 식별 표시를 한다.

#### (4) 볼트의 체결검사

- ① 설계도면상 볼트규격 및 볼트길이 등을 토크점검 전 확인하고 토크값의 기준범위를 미리 확인한다. 토크시험을 완료한 볼트는 검사가 완료되었음을 확인할 수 있도록 식별표시를 하고 점검양식에 토크값을 기록한다.
- ② 체결볼트 검사수는 각 볼트군에서 10%를 표준으로 하고 검사시기는 볼트를 조인 후 즉시하는 것이 좋다. 다만 육안상 볼트체결이 불량해 보이는 곳에 대해서는 감독자가 무작위로 선택하여 실시한다.
- ③ 체결된 볼트는 기준 토크값의 범위를 기준으로 하되 적정성 유무를 검측하여 범위내를 벗어나는 경우에, 즉 체결력이 부족한 경우에는 더 조이고 초과시에는 볼트·너트를 교환하여 재 체결토록 한다.

## 차. 배수구 청소

### (1) 개요

교량 노후화 주원인 중의 하나는 배수불량으로 인한 누수 및 체수이다. 교량의 배수불량은 차량 통행시 수막현상을 일으켜 교통사고의 원인이 될 뿐 아니라, 교면 포장과 슬래브 내구성 저하에 절대적인 영향을 미치고 있어 배수구 정비는 교량 유지관리에 있어 가장 기본적인 항목이라 할 것이다. 하지만 배수구 정비는 자주 점검하고 청소하는 것외에는 별다른 방안이 없는 실정이며, 이를 얼마나 효율적이고 내실있게 하느냐에 따라 교량 위에서의 대형 사고를 예방하고 구조물의 내구수명이 연장시킬 수 있다.

### (2) 현황

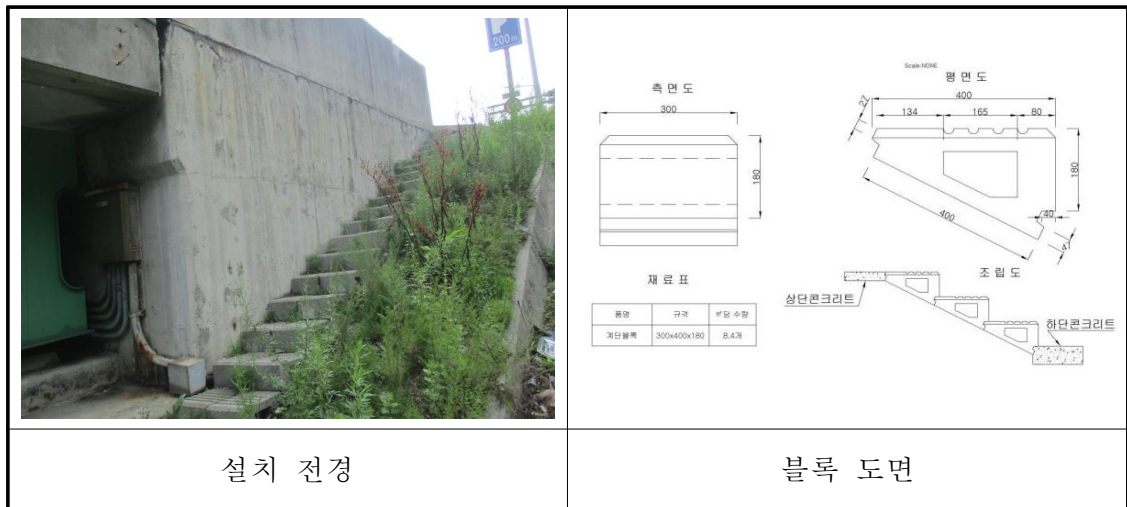
배수구 절곡부는 배수구 막힘이 가장 잘 발생하는 부분이다. 이물질 장기 퇴적, 폐아스콘 등으로 막혔을 경우 청소 자체가 어려워 배수관 청소에 많은 시간이 소모되거나 배수관을 절단하여 재설치하는 경우도 발생하게 된다. 이러한 경우 빠른 조치가 이루어지지 않아 우천시 교량 상부 물고임으로 인한 사고위험에 노출된다.

### (3) 청소방법

	
고압살수	철선 쏘시게 청소 or 진동추진체 삽입
	
오거를 이용한 방법	청소홀 설치



### 카. 계단블록 시공시방서



설치 전경

블록 도면

#### (1) 규격

규 격 : 300 X 400 X 180 MM

#### (2) 기초콘크리트 타설

- 점검계단을 설치할 부분에 터파기 후 면 고르기를 한다.
- 정리된 면에 기초 버림 콘크리트 타설을 위한 거푸집을 설치한다.
- 버림 콘크리트를 타설한다.
- 콘크리트 양생 후 거푸집을 해체한다.

#### (3) 조립 및 마감

- 기초콘크리트가 타설된 바닥면에 기 제작된 블록을 하단부터 조립해 설치한다.
- 시공 완료된 블록의 하단부와 상단부를 몰탈 처리후 고정한다.
- 주변정리한다.

## 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.

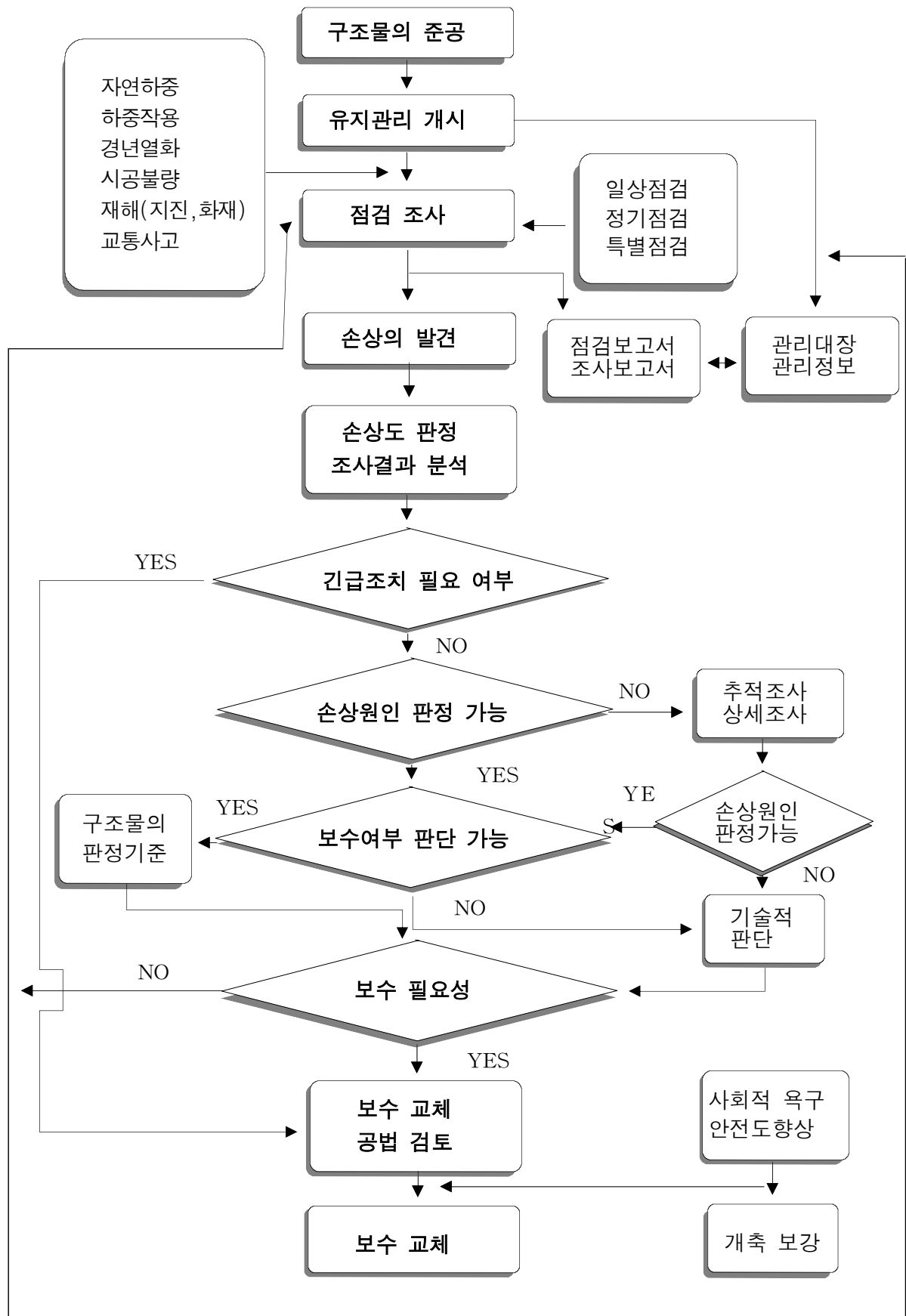
### 다. 점검 및 진단

점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 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> 정밀안전진단 주기 및 주요 항목

진단주기		주요 항목
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 정밀안전진단결과를 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	  &lt;교면포장 전경&gt;	  &lt;포장 균열&gt;
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

&lt;표 6.4.3&gt; 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(셀재) 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     - 신축이음부의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격발생 여부 점검 (단차관리 기준 : 자동차 전용도로 10mm)     - 강재 연결부의 경우 이완 및 파손, 충진 셀재 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 난간에서 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	

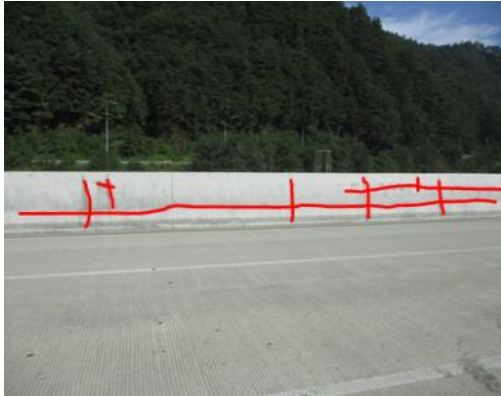


&lt;표 6.4.3&gt; 신축이음장치의 유지관리 일반사항(계속)

주요 손상	      <span>&lt;유간 협착&gt;</span> <span>&lt;본체 부식, 유간부 이물질 퇴적&gt;</span>
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

&lt;표 6.4.4&gt; 난간의 유지관리 일반사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 난간	- 알루미늄, 철재     - 콘크리트	▪ 변형, 파손     ▪ 부식, 도장박리     ▪ 전체적인 처짐 및 선형불량
주요 손상	  &lt;중앙분리대 균열&gt;	  &lt;중앙분리대 파손&gt;
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

&lt;표 6.4.5&gt; 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, 모르타르 파손>
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	

&lt;표 6.4.5&gt; 교량받침의 유지관리 일반사항(계속)

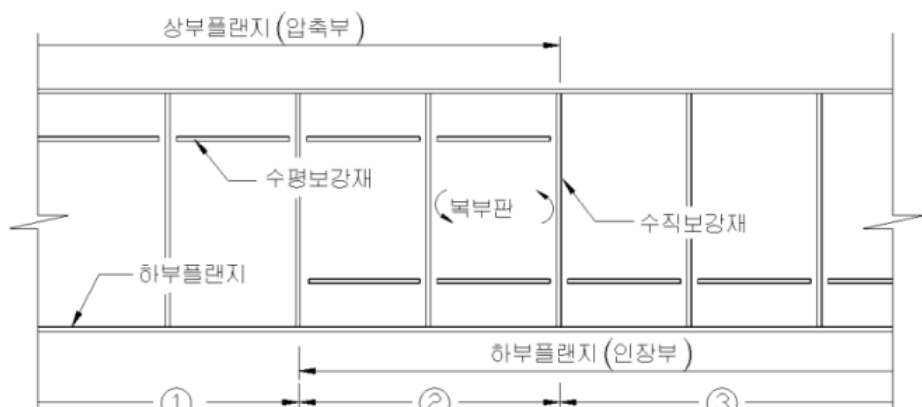
중점 점검 사항	◦ 상부 Plate 부식     ◦ 우수 및 피복부족으로 발생한 받침물탈의 파손 점검     ◦ 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 형겼으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 하부받침 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음     ◦ 받침의 이동량 측정은 지난번 점검 때의 기온과 금번 점검 때의 기온차를 측정하여 이동량을 계산하고 실제 받침이 이동한 양과 비교한다. 이는 받침의 온도변화에 따른 신축작용이 원활히 이루어지는지 기능적 상태     ◦ 가동받침의 이동량 점검                    - $\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$          - 여기서, $\Delta l$ : 이동량(mm),  $\alpha$ : 선팽창계수(강교 $1.2 \times 10^{-5}$, 콘크리트교 $1.0 \times 10^{-5}$)  $\Delta T$ : 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

&lt;표 6.4.6&gt; 강박스거더의 유지관리 일반사항

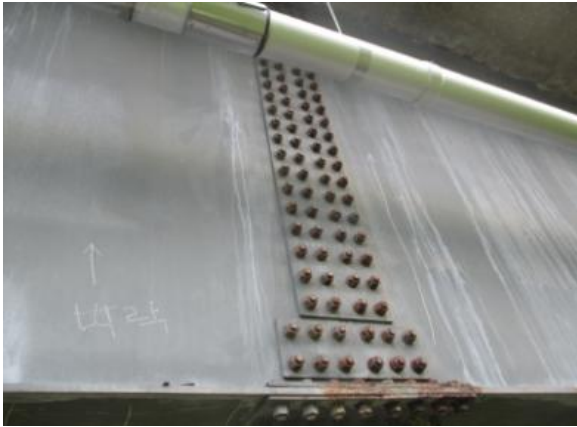
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 변형, 균열, 파손     • 표면(도장)상태 오염, 부식     • 이상처짐     • 연결부 볼트 이완, 파손, 이상음
▷ 받침부		• 복부판 부식 및 국부좌굴     • 박스내부 출입구 개폐     • 거더와 받침연결부 부식     • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부		• 맞대기 용접부 균열     • 플랜지 변형 및 처짐     • 다이어프램 연결부 균열
▷ 2차부재		• 거더와의 연결부 균열
▷ 보수부위		• 용접부 및 용접부 주변 균열
주요내용		
점검요령	○ 점검방법       - 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)	

&lt;표 6.4.6&gt; 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,     • 캘리퍼스     • 점검등(박스내부)     • 와이어 브러쉬	• 깨끗한 형깎     • 점검용 거울     • 점검용 망치     • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필)     • 점검야장

## 바. 거더 내·외측 고장력볼트의 유지관리

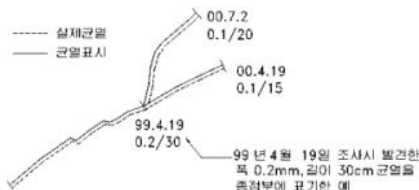
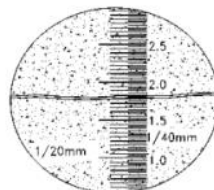
&lt;표 6.4.7&gt; 거더 고장력볼트의 유지관리 일반사항

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 강재변형>
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 채도장 및 재체결등 실시하고 추후 유지관리를 위해 기록함.	
중점 점검 사항	◦ 주요점검 대상 : 전 구간     ◦ 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>			
			
<데크플레이트 부식 및 백태오염>		<철근노출>	
점검 요령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검 - 중앙부 횡방향 균열과 받침부 사인장균열은 단면부족 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 철근노출, 박리 및 박락 • 캔틸레버부 바닥판 열화 • 바닥판 망상균열(백태 동반)	점검 도구	• 점검용 망치 • 필기도구 • 점검야장 • 사진기(망원 렌즈) • 망원경 • 확대경 • 5m자



## 아. 교대 및 교각

&lt;표 6.4.9&gt; 교대 및 교각의 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 균열>		<교각 재료분리>	
점검 요령	○ 점검방법 - 교량하부 및 점검로에서 점검시행 - 교대 및 교각측 혹은 점검로에서 선형을 전반적으로 관찰, 침하 나 기울음 징후 점검 - 확대기초 주변 등 인접지반 침하 징후 점검 - 교대 및 교각 구체의 균열, 백태, 철근노출 등 개략점검 ○ 손상발생시 조치 - 교대 및 교각 두부 받침하부에 0.3mm이상의 균열이 단부까지 진행된 경우는 즉시 보고하고 대책수립 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 단힘, 받침부 파손, 방호울타리 선형불량은 교대 침하, 기울어짐 등 이상 징후로 볼 수 있으므로 교대 점검시 참고해야 할 항목임		
	중점 점검 사항	○ 교대 및 교각 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

신축이음 하부에 위치한 바닥판 및 캔틸레버에서 철근노출 및 콘크리트 박리, 박락이 확인되며, 이는 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(용빙제, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면(초기결함 균열, 공용중 열화된 부분)에 침투되고 철근에 흡착하여 부식 작용, 장기간의 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 차량의 반복적 통행에 따른 진동 및 충격 등의 복합적 요인에 따른 열화현상으로 판단됨.

용빙제 성분(염화칼슘)은 수분을 흡수하는 성질이 있어 흡착시 철근의 부식을 촉진시키는 주요한 요인으로 작용할 수 있음.

철근노출부분에 방청 후 단면복구, 백태 및 균열부 표면처리, 박리 및 박락 단면복구를 통해 부재의 내구성을 유지 관리해야 함. 근본적으로 교면수의 유입 및 공

기 중 확산을 통한 부식 영향인자의 차단을 막을 수 없는 현실성을 고려해 본다면 관리주체는 향후 철근의 부식을 초래하지 않거나 그 영향을 줄일 수 있는 용빙제의 개발 지원 및 사용토록하고 공사시 내후성이 강한 재료의 사용 및 시공관리를 철저히 하여 교량의 내구성 품질을 높일 수 있는 방안을 모색하여 유지관리토록 해야 할 것으로 사료됨.

바닥판 Steel Deck와 거더가 만나는 종방향 접합부의 대부분에서 백태오염 및 강재의 부식현상이 나타나고 신축이음장치가 위치한 바닥판하면 단부에서 콘크리트 박락이 확인되는데 이는 바닥판 콘크리트를 통해 유입된 상부 유입수(빗물, 용빙제 포함)의 콘크리트 표면 또는 손상부 침투, 재료의 열화 진행, 동결융해의 반복에 따른 상태변화, 신축이음장치 유지관리시 상부의 공사 진행에 따른 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행 등에 따른 현상으로 판단됨. 손상의 정도가 심하지 않으나 보수 후 유지관리 해야겠음. 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)

교량은 1999년 준공이후 18년 간 공용중에 있고 조사결과 강재부식 및 점부식, SPLICE부 실링재 미처리가 확인됨. 손상은 공기 중 수분흡착에 따른 강재의 부식, 도장 전처리 미흡, 도장의 열화, 볼트 체결에 따른 도장 보호 피막층의 파손, 볼트 체결 시 마찰면의 도장탈락 에 따른 것으로 단기적으로 유지관리의 효율성 및 부재의 내구성 유지를 위해 도장 보수하여 관리해야 할 것으로 판단됨.

#### ③ 교대

교대 구체 및 흥벽에 균열( $cw=0.2mm$ 이하), 균열( $0.3mm$ 이상), 백태 등이 조사되며,  $0.3mm$ 이상은 주입보수하고 표면 손상은 교대 구체에 초기 건조수축 균열이 그대로 유지되거나 기존 보수부 열화로 인해 재손상이 일어난 것으로 판단되어 표면 처리가 요망됨. 박리, 박락 등 단면손상은 빗물 유입에 따른 열화, 동결융해의 반복 작용 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 단면복구가 요망됨.

#### ④ 교각

조사결과 교각 표면에 균열( $cw=0.2mm$ 이하)이 다수 확인되며, 균열 $cw=0.3mm$ 이상, 망상균열( $cw=0.2mm$ )이 부분적으로 확인됨. 반발경도시험, 탄산화 시험 확인 결과 콘크리트 구체의 내구성에는 문제가 없고 망치타격을 통한 외관조사결과 내부 공

극이 없는 양호한 상태로 확인되므로 현재 확인된 손상부분에 대해 표면처리, 주입 보수, 단면복구를 적용하여 관리하고 향후 중점적으로 관찰 및 조사하여야 할 것으로 판단됨.

#### ⑤ 받침

받침 본체 부식현상이 확인되며, 이는 우수유입이 용이한 받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되며, 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등) 등에 따른 현상으로 유지관리를 위한 도장 보수 요함. 또한, 기 진단(2015년)에서 조사된 받침콘크리트 균열 부분이 금회 점검에서 받침 콘크리트 및 모르타르 박락으로 확인되며, 이는 상부차량의 반복하중 및 충격, 진동에 따른 손상 및 열화의 변상 형태인 것으로 판단되므로 내구성 유지를 위한 단면복구를 적용하여 유지관리 요함.

#### ⑥ 기타부재

- 난간 : 중앙분리대 및 난간 내측을 대상으로 표면 보수공사가 전구간 이루어져 양호한 상태를 유지하나 중앙분리대에서 박락현상이 나타난 부분에 철판보강 후 공용중이므로 중점적인 관리가 필요하고 보수가 적용되지 않은 난간의 외측부에 기존 손상 및 열화 현상이 확인됨에 따라 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
- 교면포장 : 전반적으로 양호한 상태를 유지함.
- 배수시설 : 배수관은 이물질이 퇴적되는 현상이 나타날 수 있으므로 정기적으로 청소해야하며, 배수관 열화로 인한 교체가 필요함.
- 신축이음 : 후타재 균열은 장치 신설초기 건조수축 및 차량 통행하중 및 충격, 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 후 향후 중대 문제점 확인시 신축이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타당함.

차수관 볼트 탈락은 현재 진행 중인 공사 과정 중 예정 공정에 해당할 수 있으며, 교량의 유지관리를 위해 조속히 설치하여 관리토록 해야함.

### 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 조사시 기울기 측정결과 구조물의 기울음 현상은 없는 상태로 향후 유지관리를 통해 지속적인 확인 필요.

## 다. 상태평가

- (1) 상태평가 결함도 점수 (전차 : 0.394 → 금회 : 0.177)
- (2) 상태평가 등급 상향 평가 (전차 : C 등급 → 금회 : B 등급)
- (3) 상태평가 등급 유지를 위한 주요 보수 방안
- ① 받침 콘크리트 및 모르타르 손상에 대한 보수 및 정기적 관리
  - ② 거더 및 가로보 부식 및 도장 열화에 대한 지속적 관리
  - ③ 교대 및 교각의 균열 및 단면손상의 유지관리
  - ④ 바닥판 철근노출 부식 및 단면손상(박리 및 박락) 보수

## 라. 보수·보강 및 유지관리

- (1) 콘크리트 손상(박락, 철근노출) → 단면복구, 단면복구(방청)
- (2) 콘크리트 균열(cw=0.2mm이하), 백태 → 표면처리
- (3) 콘크리트 균열(cw=0.3mm이상) → 주입보수
- (4) 강재부(받침) 부식, 도장탈락 → 재도장

구분	2017년 보수·보강 공사 내용
바닥판	· 표면보수(285㎡)
거더	· 강교 도장 박리부 재도장(2,580㎡)
가로보	· 강교 도장 박리부 재도장
포장	· 교면포장(LMC)
배수	· 배수관개량(전구간)
난간	· 표면보수(300㎡)
신축이음	· 신축이음장치 교체 A2 (11.4m)
교량받침	-
교대/교각	· 균열보수(12m)

### 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 데크플레이트 부식, 캔틸레버부 열화 상태 확인
- (2) 받침의 거동 상태 확인, 본체 및 미끄럼판 부식, 콘크리트 열화 및 파손 점검
- (3) 교대 및 교각의 균열 진행 및 콘크리트 단면 손상, 열화 상태 중점 점검
- (4) 신축이음장치 기능, 후타재 균열 및 파손, 누수 여부, 주변 부재의 파손 점검