

신대구부산고속도로 1,2종 시설물 (10 공구)
정 밀 점 검 보 고 서
[1 · 2종 시설물 / 교량 · 터널 · 옹벽]

2013. 12.



新대구부산고속도로주식회사
New DAEGU BUSAN Expressway Co., Ltd.

점검기관  (주) 아 워 브 레 인

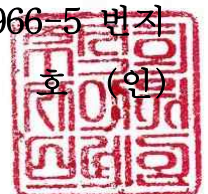
제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

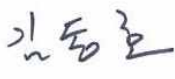
귀사에서 의뢰하신 『신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검 기술용역』의 과업을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2013년 12월

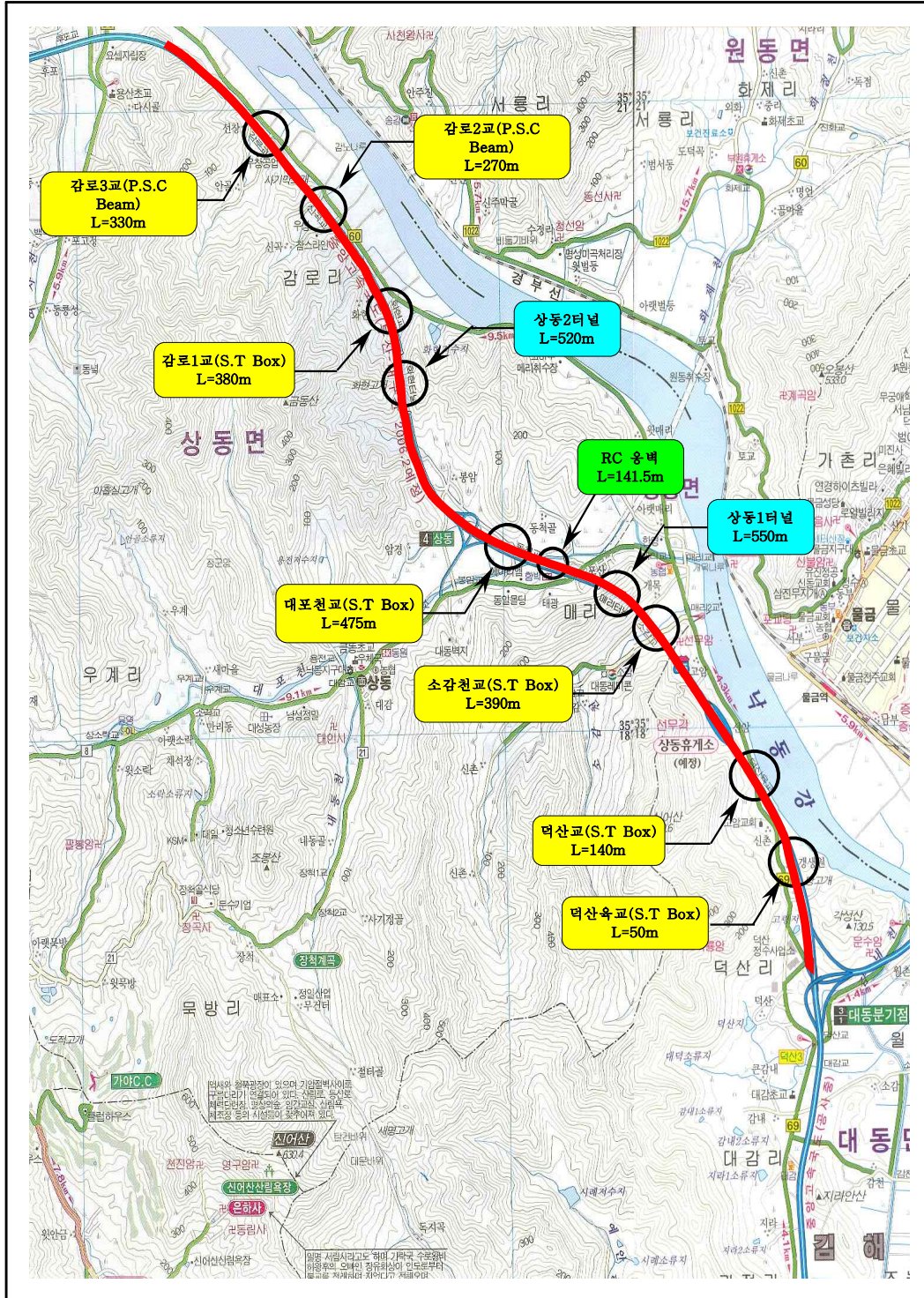
주식회사 아워브레인
서울시 강남구 대치3동 966-5번지
대표이사 김정호 (인)



참여기술자명단

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

위 치 도



시설물 전경 (교량)

			
교 량 명	덕산교	교 량 명	소감천교
구조형식	STEEL BOX GIRDER	구조형식	STEEL BOX GIRDER
			
교 량 명	대포천교	교 량 명	감로1교
구조형식	STEEL BOX GIRDER	구조형식	STEEL BOX GIRDER
			
교 량 명	감로2교	교 량 명	감로3교
구조형식	P.S.C BEAM	구조형식	P.S.C BEAM



교 량 명	덕산육교
구조형식	STEEL BOX GIRDER

시설물 전경 (터널)



터널명	상동1터널



터널명	상동2터널

시설물 전경 (옹벽)



옹벽명

대동관넬진입로 옹벽

요 약 문

1. 과업의 목적

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

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

2. 대상시설물 개요

순번	교량명	위치	연장 (m)	교폭 (m)	경간수	최대 경간장 (m)	상부형식	준공 년도	비고
1	덕산교	상동면 덕산리	140	24.3	3	60	ST BOX	2006	1종
2	소감천교	상동면 매리	390	25.2	8	50	ST BOX	2006	1종
3	대포천교	상동면 매리	475(상) 420(하)	24.3	9(상) 8(하)	55	ST BOX	2006	1종
4	감로1교	상동면 감노리	380	25.2	8	50	ST BOX	2006	1종
5	감로2교	상동면 감노리	270	24.3	9	30	PSC BEAM	2006	2종
6	감로3교	상동면 감노리	330	24.3	11	30	PSC BEAM	2006	2종
7	덕산육교	대동면 덕산리	50	8.9	1	50	ST BOX	2006	2종

순번	터널명	위치	연장(m)		개문형식		차선평 (m)	준공 년도	비고
			상행	하행	부산측	대구측			
8	상동1터널	상동면 매리	547	550	면벽식	면벽식	7.2	2006	2종
9	상동2터널	상동면 대감리	520	520	면벽식	면벽식	7.2	2006	2종

순번	옹벽명	위치	옹벽 전면부		형식	재료	준공 년도	비고
			연장(m)	높이(m)				
10	대동관넬진입로옹벽 (10공구)	상동면 매리	141.5	5.0~7.0	역T형	철근 콘크리트	2006	2종

3. 과업의 범위

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

4. 과업기간

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

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주된 손상현황은 바닥판하면 균열, 주형 내부 이물질퇴적, 주형외부 및 가로보 국부적 도장손상, 교대 및 교각 균열, 교량받침 편기(상·하행선 A1), 신축이음 본체 가동여유량 부족(상·하행선 A1) 및 단차(상행선 A1) 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 교량받침에 발생한 편기 및 신축이음 본체 가동여유량 부족, 단차 등의 손상은 가동여유량 확보를 위한 프리세팅 등의 조치 및 주의관찰을 통한 유간관리가 필요한 것으로 판단된다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 덕산교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B	
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)	
상 부 구 조	주 형		외부	S2	b	도장손상	도장보수공법
			내부	S3	b	이물질퇴적	정비
하 부 구 조	교 대		A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	교 각		P1		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
교량받침			A1		c	가동여유량 부족	주의관찰 후 재설치
			P2		b	받침 균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
기 타 부 재	신축 이음	후타재	A1, A2		b	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
		본체	A1		d	가동여유량 부족	주의관찰 후 재설치
	난 간		S1~3		c	콘크리트 파손	단면보수공법
			S1~3		b	균열(폭 0.3mm미만), 표면균열	표면처리공법
	배수시설		S1~2		b	누수흔적	주의관찰

2) 덕산교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B	
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)	
상 부 구 조	바 닥 판		S1,2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	주 형	외부	S1,S2		b	도장손상	도장보수공법
		내부	S1		b	이물질퇴적	정비
	가로보		S1		b	도장손상	도장보수공법
하 부 구 조	교 대		A2		b	체수 흔적	표면처리공법
	교 각		P1		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
교량받침			A1		c	편기	주의관찰 후 재설치
기 타 부 재	신축 이음	후타재	A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
		본체	A1		d	가동여유량 부족 및 단차	주의관찰 후 재설치
	난 간		S1~3		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- POT BEARING 받침 적용 - 단일모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

1) 덕산교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1,2,3	27.3~32.0MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-2 P-1, 2	27.1~27.7MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,3	3~5mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,2	2~6mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 덕산교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1,2,3	32.9~33.5MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-2 P-1, 2	26.8~27.5MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,3	3~5mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,2	3~6mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.2 소감천교

1. 기본현황

가. 일반현황							
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규				
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁				
시설물구분	도로	종류	도로교량		종별	1종	
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	5,078	안전 등급	상행	B
			하행	5,078		하행	B
시설물위치	경남 김해시 상동면 매리	시설물규모	상행	연장 390.0m, 폭 12.6m, 차선2			
			하행	연장 390.0m, 폭 12.6m, 차선2			
나. 점검 실시결과 현황							
중대결함							
점검 주요 결과	- 바닥판하면 폭 0.1~0.2mm균열, 재료분리 - 주형 외부 도장손상, 부식 - 하부구조 폭 0.1~0.3mm균열, 보수부 채균열, 표면균열, 누수흔적 및 체수 - 교량받침교량받침 편기(상·하행선 A2), Plate 부식 - 교면포장 재포장 실시(상행선 S1~3), 국부적인 라벨링 - 신축이음 본체 유간여유량 부족(상·하행선 A2), 후타재 균열 및 파손 - 배수관 연결핀 탈락						
주요 보수·보강	- 균열주입, 단면복구, 도장보수, 배수관 정비						
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]							
구분	성명	과업 참여기간			기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			고 급		
라. 참고사항							
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 교량받침 편기 구간(상·하 A2) 이상유무 확인 신축이음 유간 여유량 부족 구간(상·하 A2) 작동상태 점검							

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

교면포장에 기 발생한 손상에 대한 재포장(상 S1~3) 및 하부구조 균열 등의 보수가 일부 실시되었으며, 보수상태는 양호한 것으로 확인되었다.

주된 손상현황은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm), 주형 외부 충격에 의한 도장손상 및 내부 이물질퇴적, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm), 누수흔적, 교량받침 편기(상·하 A2), 신축이음 본체 유간여유량 부족(상·하행선 A2) 및 후타재 파손, 배수관 연결핀 탈락 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 상·하행선 A2측의 신축이음 유간 부족 및 교량받침 편기는 온도 상승시 가동여유량 확보를 위한 적절한 조치 및 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하며, 배수관 연결핀 탈락은 하부 도로 통행차량 및 보행자의 안전사고 위험성이 있으므로 조속한 정비가 요망된다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 소감천교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B	
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)	
상 부 구 조	바 닥 판		S2~4, 6, 8		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			S2,5		b	재료분리	단면보수공법
	주 형		외부	S3~5, 8	b	도장손상	도장보수공법
하 부 구 조	교 대		A1		b	콘크리트 백태	표면처리공법
			A2		b	누수흔적 및 체수	표면처리공법
	교 각		P1~7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
교 량 받 침			A1, A2, P2, 5~7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			P2		b	무수축물탈 파손 및 들뜸	단면보수공법
			A2		c	가동여유량 부족	주의관찰 후 대책
기 타 부 재	신 축 이 음	후타재	A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			A1		c	후타재 파손	단면보수공법
		본체		A2		d	가동여유량 부족
	난 간		S1~8		b	균열 및 백태	표면처리공법
	배수시설		S7		c	배수관 유동 과다	재설치

2) 소감천교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B			
결함발생 부재			상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)			
상 부 구 조	바 닥 판		S1~3		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			S4		b	재료분리	단면보수공법	
	주 형		외부	S1,3,4		b	도장손상	도장보수공법
				S8		b	볼트부식	도장보수공법
			내부	S8		b	이물질퇴적	정비
하 부 구 조	교 대		A2		b	누수 및 체수	표면처리공법	
	교 각		P1~7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
교량받침			A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			A2		c	가동여유량 부족	주의관찰 후 대책	
기 타 부 재	교면포장		S1,4,7		b	라벨링	주의관찰	
			S2, 3		c	라벨링 심화	주의관찰 후 재포장	
	신축 이음	후타재	A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
		본체	A2		d	가동여유량 부족	주의관찰 후 재설치	
	난 간		S1~8		b	균열 및 백태	표면처리공법	
			S4		c	콘크리트 파손	단면보수공법	
	배수시설		S1		c	누수	정비	
			S2, 4		c	배수관 고정고리 탈락	재설치	
			S4		c	배수관 연결핀 탈락	재설치	
			S8		b	유도배수관 길이 부족	정비	

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- POT BEARING 받침 적용 - 복합모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

1) 소감천교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1~8	27.1~28.5MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1,2 P-1,2,4,5,6,7	24.2~26.9MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,8	3~5mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1 P-1,5,6	3~5mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 소감천교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1~8	27.1~30.6MPa	전반적인 콘크리트 반발경도는 신뢰할 수 있는 양호한 상태임.
	A-1,2 P-1,2,4,5,6,7	25.0~26.4MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,8	3mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1 P-1,5,6	3~6mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

1. 기본현황

– xii –

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다

주요 손상현황은 바닥판하면 폭 0.1~0.3mm 균열, 재료분리 및 철근노출, 주형 내·외부 국부적 도장손상, 신축이음 유간 부족, 유간조절장치 이탈 및 하부 배수홈통 파손, 교량받침 가동여유량 부족, 하부구조 균열, 누수 및 체수 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보 차원의 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.

특히, 신축이음 하부 배수홈통 파손은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 정비가 필요하며, 교량받침 및 신축이음의 가동여유량 부족 구간은 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 가동여유량 확보를 위한 대책이 요망된다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 대포천교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B		
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)		
상 부 구 조	바 닥 판		S1~9		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			S2		b	콘크리트 파손		단면보수공법
	주 형	외부	S3~9		c	도장손상		도장보수공법
		내부	S5		b	도장박리		도장보수공법
	가로보		S4~9		b	도장박리		도장보수공법
하 부 구 조	교 대		A2		c	균열(폭 0.3mm이상)		수지주입공법
			A1, A2		b	누수흔적		표면처리공법
	교 각	P1~8		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법	
		P5		b	표면균열		표면처리공법	
		P7		b	콘크리트 파손 및 백태		단면보수	
교량받침			A1, P1, 3~5, 7		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			A1, P8		b	받침콘크리트 파손		단면보수공법
기 타 부 재	교면포장		S2~4		b	라벨링		주의관찰
			S5~9		c	라벨링 심화		주의관찰 후 재포장
	신축 이음	본체	A1		c	유간조절장치 탈락		재설치
	난 간		S2,3,9		c	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			S1		b	콘크리트 파손		단면보수공법
			S3,7,8		b	콘크리트 백태		표면처리공법
	배수시설		S2		b	배수관 위치 불량		정비
			S9		c	유도배수관 길이부족		정비

2) 대포천교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B		
결함발생 부재			상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)		
상 부 구 조	바 닥 판		S2,3,6,7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			S5,8		c	균열(폭 0.3mm이상)	수지주입공법
			S1		b	철근노출	방청,단면보수공법
			S2		c	콘크리트 백태	표면처리
	주 형		외부	S2,4,5,7	b	도장손상	도장보수공법
			내부	S2	b	환기구덮개 볼트체결 불량	재체결
				S4	b	이물질퇴적	정비
	가로보		S2,3,6		b	도장박리	도장보수공법
하 부 구 조	교 대		A1,A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			A1		b	철근노출	단면보수
	교 각		P1~7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			P3		c	콘크리트 파손	단면보수공법
			P4~7		b	표면균열	표면처리공법
교량받침			A1, A2, P2,5		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			A2, P4,5		b	재료분리, 탈락, 파손	단면보수공법
			A2		c	가동여유량 부족	주의관찰 후 대책
			A1		b	철근노출, 녹발생	단면보수공법
기 타 부 재	교면포장		S1~8		c	라벨링 심화	주의관찰 후 재포장
			S2		b	아스콘 균열	아스콘팻칭
	신축 이음	후타재	A1,A2,P4		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	난 간		S2~8		b	균열 및 백태	표면처리공법
	배수시설		S4		c	고정고리 탈락	재설치
			S6,8		c	지지대 탈락	재설치
			S4		c	배수관 연결부 불량	재설치

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- POT BEARING 받침 적용 - 복합모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

1) 대포천교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~10	27.2~31.4MPa	전반적인 콘크리트 반발경도는 신뢰할 수 있는 양호한 상태임.
	A-1 P-1~9	24.2~27.2MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,9	3mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,2	3~5mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 대포천교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~10	27.4~31.0MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1 P-1~9	24.3~28.5MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,9	3~6mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,2	3~6mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

1. 기본현황

– xvii –

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다

주요 손상현황은 바닥판하면 콘크리트 파손, 주형 외부 도장손상, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 편기, 신축이음 유간여유량 부족, 교면포장 라벨링, 유도배수관 길이 부족 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 교량받침 편기(상행선 A1) 및 신축이음 유간 부족(상행선 A2)은 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰 및 가동 여유량 확보를 위한 프리세팅 등의 조치가 요망된다.

또한, S1~3 구간의 배수관 하부 도로 이용을 위한 교체(산악형⇨육교형)가 필요하며, 상부 점검 이동시 상·하행선 A1 점검계단 미설치로 인한 안전사고의 위험이 있으므로 적절한 조치가 요망된다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 감로1교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B	
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)	
상 부 구 조	바 닥 판		S6~8		b	재료분리	단면보수공법
	주 형		외부	S7	b	도장손상	재도장
	가로보		S5		b	도장손상	재도장
하 부 구 조	교 대		A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	교 각		P1~7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
교량받침			A1		c	편기	주의관찰 후 대책
			P1~6		b	무수축물탈 균열	표면처리공법
			A1		b	무수축물탈 들뜸	단면보수공법
			A2		b	베어링 녹발생	재도장
기 타 부 재	교면포장		S2		b	패임	아스콘팻칭
			S4		c	라벨링 심화	주의관찰 후 재포장
			S5		b	라벨링	주의관찰
	신축 이음	후타재	A1,A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	난 간		S1~6, 8		b	균열 및 백태	표면처리공법
	배수시설		S1,8		c	배수관 길이부족	재설치

2) 감로1교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B		
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)	
상 부 구 조	바 닥 판		S6		b	재료분리	단면보수공법
			S8		b	콘크리트 파손	단면보수공법
	주 형		외부	S8	b	도장손상	도장보수공법
하 부 구 조	교 대		A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			A1		b	콘트리트 백태	표면처리공법
	교 각		P1~7		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
			P1		b	표면균열	표면처리공법
			P2		b	콘크리트 백태	단면보수공법
			P5		b	콘크리트 파손	단면보수공법
교 량 받 침		P5, 6		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
		P3		b	Plate 도장 탈락	재도장	
		A1		b	이동량 체크판 탈락	정비	
기 타 부 재	교 면 포 장		S1		b	패임	아스콘팻칭
			S4,5		b	라벨링	주의관찰
	신 축 이 음	후타재	A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	난 간		S1~8		b	균열 및 백태	표면처리공법
	배수시설		S5		c	배수관 지지대 탈락	재설치
			S6		c	배수관 고정고리 탈락	재설치

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- POT BEARING 받침 적용 - 복합모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

1) 감로1교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~8	27.3~34.6MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1,2 P-1,2,3,4,5,6	24.2~28.2MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,8	7~8mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,3	19~21mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 감로1교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~8	27.3~28.3MPa	전반적인 콘크리트 반발경도는 신뢰할 수 있는 양호한 상태임.
	A-1,2 P-1,2,3,4,5,6	24.1~26.3MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1,8	7~9mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,3	19~25mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.5 감로2교

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31					
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규					
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁					
시설물구분	도로	종류	도로교량		중별	2종		
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	14,751	안전 등급	상행	B	
			하행	14,751		하행	B	
시설물위치	경남 김해시 상동면 감노리	시설물규모	상행	연장 270.0m 폭 12.15m 2차로				
			하행	연장 270.0m 폭 12.15m 2차로				
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과	- 바닥판하면 폭 0.1~0.2mm균열 및 백태, 재료분리 - 주형 폭 0.1mm 균열, 콘크리트 들뜸, 인양홀 주위 콘크리트 파손 - 가로보 하부 콘크리트 들뜸 - 교대 및 교각 폭 0.1~0.2mm(최대 0.5mm) 균열, 보수부 재균열 및 표면균열 - 교량받침 본체 고무재 들뜸, 스토퍼 간섭, Plate 녹발생 - 교면포장 포트홀, 패임, 라벨링 심화 - 신축이음 후타재 : 폭 0.1~0.2mm 균열 - 유도배수관 길이부족, 배수관 위치 불량 - 배수관 교체 요망(산악형 ⇨ 육교형)							
주요 보수·보강	- 균열주입, 단면복구, 아스콘 채포장, 배수관 정비							
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]								
구분	성명	과업 참여기간				기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31				고 급		
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 탄성받침 들뜸 부위 진전여부 확인 가로보 하면 콘크리트 들뜸 진전 및 보수여부 확인								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주요 손상현황은 바닥판하면 균열 및 백태, 가로보 하부 콘크리트 들뜸, 교량받침 본체 고무재 들뜸, 스톱퍼 간섭 및 Plate 녹발생, 교면포장 라벨링 심화, 교대 및 교각 균열, 보수부 재균열 및 표면균열, 배수관 위치불량 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진진 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

특히, 교량받침에 발생한 본체 고무재 들뜸 및 스톱퍼 간섭에 의한 교량받침의 가동 상태는 지속적인 주의관찰이 요망되며, 일부 구간의 배수관(산악형)은 하부 도로 통행차량 및 보행자를 위한 교체(육교형)가 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 감로2교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B		
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)		
상 부 구 조	바 닥 판		S5, 6		b	콘크리트 백태		단면보수공법
			S6, 8		b	재료분리		단면보수공법
	주 형		외부	S7	b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
				S1~5	b	인양홀 주위 콘크리트 파손		단면보수공법
			가로보	S1~5	b	하부 들뜸		단면보수공법
하 부 구 조	교 대		A1		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
	교 각		P1,P2,P4		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			P1		b	표면균열		표면처리공법
교 량 반 침			A1, P3		b	PLATE 녹발생		도장보수공법
			A1, P1~4		b	받침콘크리트 균열		표면처리공법
			A2, P3		c	스토퍼 간섭		주의관찰 후 대책
			A2		c	본체 고무재 들뜸		주의관찰 후 대책
기 타 부 재	교 면 포 장		S2, 3, 5, 6, 9		b	라벨링		주의관찰
			S3		b	포트홀		아스콘팻칭
			S7, 8		c	라벨링 심화		주의관찰
	신축 이음	후타재	A1,A2,P3,P6		c	균열(폭 0.3mm이상)		수지주입공법
	난 간		S1~4, 6, 9		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			S1~3, 6, 9		b	콘크리트 백태		표면처리공법

2) 감로2교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B		
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)		
상 부 구 조	바 닥 판		S1,2,7		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			S4~7		b	콘크리트 백태		표면처리공법
	주 형		외부	S4,7	b	인양홀 주위 콘크리트 파손		단면보수공법
				S9	b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
하 부 구 조	교 대		A1		c	균열(폭 0.3mm이상)		수지주입공법
	교 각		P1,2		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
			P2,6		b	누수흔적		표면처리공법
교량받침			A1, A2		b	Plate 녹발생		채도장
			P2		b	무수축물탈 균열		표면처리공법
기 타 부 재	교면포장		S1~3		c	라벨링 심화		주의관찰 후 채포장
			S4		b	라벨링		주의관찰
			S9		c			
			S1,2,4,6,7			포트홀, 패임		아스콘팻칭
	신축 이음	본체	A1		b	균열(폭 0.3mm미만)		표면처리공법
		후타재	A2		c	균열(폭 0.3mm이상)		수지주입공법
	난 간		S1~9		b	균열 및 백태		표면처리공법
	배수시설		S2		c	배수관 위치 불량		정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- 보강탄성받침 적용(KSF 4420) - 복합모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계되었으며, 탄성받침의 강성과 교각의 강성을 조합, 교대 및 교각에 작용하는 수평력을 탄성받침이 저항하도록 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

1) 감로2교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1~9	44.0~48.1MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1, 2 P-2~8	24.1~26.2MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1-G2 S9-G2	4~5mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,8	3~5mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 감로2교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1~9	44.7~49.0MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1, 2 P-2~8	24.0~28.1MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1-G2 S9-G2	4~5mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,8	3~5mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

1. 기본현황

– xxvii –

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주요 손상현황은 바닥판하면 균열, 가로보 하면 콘크리트 들뜸, 교대 및 교각 균열, 누수 및 체수, 탄성받침 본체 고무재 밀림 및 스톱퍼 간섭, 교면포장 라벨링, 신축이음 본체 고무재 손상, 난간 균열부 백태, 배수관 위치불량 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 교량받침 본체 고무재 밀림 및 스톱퍼 간섭은 현재 교량받침의 가동에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망되며, 모노셀 신축이음(A2측) 스펀연결부 및 배수관 길이부족은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 유도배수관 설치 등의 조치가 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)



가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 감로3교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B			
결함발생 부재			상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)			
상 부 구 조	바 닥 판		S8		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			S3, 8		b	표면균열	표면처리공법	
			S1		b	콘크리트 파손	단면보수공법	
	주 형		외 부	S1, 5		b	재료분리	단면보수공법
				S7, 8		b	인양홀 주위 콘크리트 파손	단면보수공법
				S2		b	타설불량	단면보수공법
			가 로 보	S3		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
				S8		b	재료분리	단면보수공법
				S1,2,6,8,11		b	하부들뜸	단면보수공법
하 부 구 조	교 대		A1		c	균열(폭 0.3mm이상)	수지주입공법	
			A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			A2		b	누수흔적	표면처리공법	
	교 각		P1~4		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			P10		b	콘크리트 파손	단면보수공법	
			P9		b	누수흔적	표면처리공법	
교 량 받 침			A1, A2		c	본체 고무재 밀림	주의관찰 후 대책	
			P1~6		c	본체 고무재 들뜸	주의관찰 후 대책	
			P7,8		b	무수축물탈 균열	표면처리공법	
			P8~10		b	Plate 부식	채도장	
기 타 부 재	교 면 포 장		S1, 2, 4, 6		b	라벨링	주의관찰 후 재포장	
			S5, 7, 8		c	라벨링 심화	주의관찰 후 재포장	
	신 축 이 음	본체	A2		c	유간부족	주의관찰 후 재설치	
		후타재	A1,P3,P6,P9		b	후타재 균열	표면처리공법	
	난 간		S1, 4~11		b	균열(폭 0.3mm미만) 및 백태	표면처리공법	
	배 수 시 설		S1, 10		c	유도배수관 길이부족	재설치	
			S11		c	배수관 길이부족	재설치	

2) 감로3교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B			
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)		
상 부 구 조	바 닥 판		S7, 11		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			S8		b	표면균열	표면처리공법	
	주 형		외 부	S7,8		b	인양홀 주위 콘크리트 파손	표면처리공법
				S1		b	누수흔적	표면처리공법
			가 로 보	S4		c	균열(폭 0.3mm이상)	수지주입공법
				S1,2,6,8,11		b	하부들뜸	단면보수공법
하 부 구 조	교 대		A1, A2		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			A2		b	누수흔적 및 체수	표면처리공법	
	교 각		P2~8		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
			P5, 9		b	표면균열	표면처리공법	
			P3,8,9,10		b	누수흔적	표면처리공법	
교 량 받 침			A1, A2		c	본체 고무재 밀림	주의관찰 후 대책	
			P1, 3, 5, 6, 8, 9		c	본체 고물재 들뜸	주의관찰 후 대책	
			P2, 8		c	스토퍼 간섭	주의관찰 후 대책	
			P4, 9, 10		b	Plate 녹발생	재도장	
			P4, 6, 7, 8		b	무수축물탈 균열	표면처리공법	
기 타 부 재	교 면 포 장		S1		c	라벨링 심화	주의관찰 후 재포장	
			S2, 3		b	라벨링	주의관찰 후 재포장	
	신 축 이 음	본체	A2		c	본체 고무재 손상	주의관찰 후 대책	
		후타재	A1,A2,P3,6,9		b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법	
	난 간		S1~11		b	균열 및 백태	표면처리공법	
	배수시설		S1,S11		c	배수관 길이부족	재설치	

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- 보강탄성받침 적용(KSF 4420) - 복합모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계되었으며, 탄성받침의 강성과 교각의 강성을 조합, 교대 및 교각에 작용하는 수평력을 탄성받침이 저항하도록 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

1) 감로3교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1~11	42.0~49.0MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1 P-1~10	24.1~28.3MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1-G2 S11-G2	4~5mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,10	3~5mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 감로3교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1~11	42.1~50.8MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-2 P-1~10	24.1~28.0MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1-G3 S11-G3	5~6mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A-1,2 P-1,10	3~6mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.7 덕산육교

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	도로	종류	도로교량	종별	2종
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	10,525	안전 등급	B
시설물위치	경남 김해시 대동면 덕산리	시설물규모	연장 50m 폭 8.9m 1차로		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함					
점검 주요 결과	- 주형 내부 이물질 적치 - 교대 누수 및 체수, 폐콘크리트 적치 - 교면포장 아스콘 균열 및 패임 - 신축이음 본체 이물질퇴적, 후타재 균열 - 난간 폭 0.1mm 정도의 보수부 재균열				
주요 보수·보강	- 균열주입, 아스콘 재포장, 단면복구				
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특 급	
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		고 급	
라. 참고사항					
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 교대 누수 및 체수 상태 확인 신축이음 후타재 균열					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

기 발생한 손상의 진전은 미미하나, 방호벽 보수부 재균열이 일부 추가 발생하였다. 외관 조사 결과, 주요손상 현황은 교면포장 패임, 신축이음 본체 이물질퇴적, 주형내부 이물질 적치, 하부구조 누수 및 체수 등에 대한 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비를 실시하고 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 시설물에 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강						상태평가 결과 : B
결함발생 부재				상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	주형	내부	S1	b	이물질 적치	정비
	교대		A2	b	누수흔적 및 체수	표면처리공법
	교면포장		S1	b	패임	아스콘팻칭
	난간		S1	b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
	신축이 음	후타재	A1, A2	b	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리공법
		본체	A2	c	이물질퇴적	정비
배수시설			S1	b	배수구 막힘	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
교량받침	적용	검토	- POT BEARING 받침 적용 - 단일모드 스펙트럼 해석법에 의하여 내진 I 등급교로 설계됨
교대, 교각	적용	검토	- 반응수정 계수 R=1.0을 적용(탄성) - 내진 I 등급교로 설계됨

라. 현장시험

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S-1	27.1~28.8MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A-1,2	24.3~26.2MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S-1	6mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1,2	4~5mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.8 상동1터널

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31					
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장 동 규					
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁					
시설물구분	도로	종류	도로터널		종별	2종		
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	10,526	안전 등급	상행	A	
			하행	10,543		하행	A	
시설물위치	경상남도 김해시 상동면 매리	시설물규모	상행	연장 547m, 폭 9.5m, 높이 7.6m, 2차선				
			하행	연장 550m, 폭 9.5m, 높이 7.6m, 2차선				
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과	- 갭문 마감재 파손, 옹벽부 균열, 백태 - 천정부 종방향 균열 및 재균열, 표면균열 - 측벽부 수직균열 및 표면균열, 타일 균열 및 파손, 백태 - 조인트부 콘크리트 들뜸 및 박락 - 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스폐링 - 시·중점측 사면 녹생토 유실, 배수로 공동, 전석, 토석류, 암반노출							
주요 보수·보강	- 균열부 주입보수공법, 단면보수, 정비							
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]								
구분	성명	과업 참여기간			기술등급			
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급			
분야별책임기술자 (사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급			
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급			
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			고 급			
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 천정부 종방향 균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 시·중점측 사면 손상부 결함 발생 및 진전 여부								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
상동1터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 금회 조사시, 라이닝에 균열 및 표면균열 보수, 들뜸 보수를 갹문 배수로는 이격 및 파손 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 터널의 주요현황으로는 갹문 마감재 파손, 갹문 접속 옹벽 균열, 백태, 라이닝부 균열 및 재균열, 표면균열, 조인트 들뜸, 측벽부 타일균열 및 파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스폐링 등의 손상이 조사되었다. 또한, 사면부는 녹생토 유실, 표층유실, 옹벽 하부 토사유실, 자연사면 토석류, 암반, 배수로 균열, 파손 및 이격 등의 손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 증진 및 주행 차량의 안전성을 위한 보수가 필요하며, 사면부는 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 진전 유무에 대한 주의관찰 및 보수가 요망된다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 상동1터널(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	단면보수공법
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
	갹문상태	-	옹벽 균열, 마감재 파손	표면보수 및 정비
기타	포 장 부	-	균열, 스펠링	실링, 단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	정비 및 교체
	사·중점측 사 면 부	-	녹생토 유실, 표층유실, 낙석, 전석, 배수로 공동, 노출암반	단면보수공법 식생공, 주의관찰

2) 상동1터널(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	단면보수공법
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
	갯문상태	-	옹벽 균열	표면보수공법
기타	포 장 부	-	균열, 스폐링, 스켈링	실링, 단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	정비 및 교체
	시·종점측 사 면 부	-	녹생토 유실, 표층유실, 낙석, 전석, 배수로 공동, 노출암반	단면보수공법 식생공, 주의관찰

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
			해당사항 없음

라. 현장시험

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘 크 리 트 반발경도	[상행선 : 2개소] S-2,64 [하행선 : 2개소] S-2,63	콘크리트라이닝 [24.4~25.2MPa]	설계기준강도 24MPa를 상회하며 양호한 상태임
콘 크 리 트 탄산화	[상행선 : 2개소] S-2,64 [하행선 : 2개소] S-2,63	2~4mm	철근피복두께(50mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.8 상동2터널

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31					
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장 동 규					
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁					
시설물구분	도로	종류	도로터널		종별	2종		
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천 원)	상행	10,368	안전 등급	상행	A	
			하행	10,368		하행	A	
시설물위치	경상남도 김해시 상동면 대감리	시설물규모	상행	연장 520m, 폭 9.5m, 높이 7.6m, 2차선				
			하행	연장 520m, 폭 9.5m, 높이 7.6m, 2차선				
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과	- 갭문 마감재 파손, 웅벽부 균열 - 천정부 중·횡방향 균열 및 재균열 - 측벽부 경사균열, 타일균열 및 파손, 조인트부 콘크리트 들뜸 - 공동구 덮개 파손, 포장부 스폴링 및 스켈링, 다우엘바 노출 - 시·중점측 사면 표층유실 및 세굴, 배수로 균열 및 단차, 뜯돌, 숯크리트 들뜸, 절리부 누수							
주요 보수·보강	- 균열부 주입보수공법, 단면보수, 정비							
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]								
구분	성명	과업 참여기간			기술등급			
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급			
분야별책임기술자 (사면,웅벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급			
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			특 급			
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31			고 급			
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 천정부 중·횡방향 균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 시·중점측 사면 손상부 결함 발생 및 진전여부								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
상동2터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 금회 조사시. 라이닝 균열 보수, 들뜸 보수, 타일 보수, 터널부사면 몰탈격자블럭 시공을 실시하였고, 양호한 상태이다. 주요 손상현황으로는 갯문 접속 용벽부 균열, 라이닝부 균열 및 보수부 재균열, 측벽부 타일균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스폐링, 스켈링 및 다우엘바 노출, 시·중점부 사면에 표층유실, 뜯돌, 낙석위험, 절리부 누수, 숏크리트 균열, 들뜸 및 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 진진 유무에 대한 주의관찰 및 내구성 증진을 위한 보수가 필요하며, 조인트부에 발생한 들뜸은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험성을 내포하고 있으므로 신속한 보수가 요망된다. 또한, 사면부에 보수를 실시한 몰탈격자블럭과 침식 및 표층유실은 지속적인 주의관찰과 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 조치가 필요하다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 상동2터널(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	단면보수공법
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
	갯문상태	-	용벽 균열	주입 및 표면보수
기타	포 장 부	-	스폴링, 스켈링	실링, 단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	교 체
	시·중점측 사 면 부	-	표층유실, 배수로 균열, 파손, 전석, 누수	단면보수공법 식생공, 주의관찰

2) 상동2터널(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	균열	주입 및 표면보수 단면보수공법
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	단면보수공법
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
	갯문상태	-	옹벽 균열 및 실란트파손	주입 및 표면보수 실란트 주입
기타	포 장 부	-	스폴링, 스켈링	단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	정비 및 교체
	시·종점측 사 면 부	-	표층유실, 배수로 균열 및 파손, 뜯돌, 절리부 누수	단면보수공법 식생공, 주의관찰

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
			해당사항 없음

라. 현장시험

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘 크 리 트 반발경도	[상행선 : 2개소] S-2,60 [하행선 : 2개소] S-2,59	콘크리트라이닝 [25.9~30.5MPa]	설계기준강도 24MPa를 상회하며 양호한 상태임
콘 크 리 트 탄산화	[상행선 : 2개소] S-2,60 [하행선 : 2개소] S-2,59	2~3mm	철근피복두께(50mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.9 대동판넬진입로옹벽(10공구)

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	도로	종류	콘크리트옹벽	종별	2종
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	5,554	안전 등급	A
시설물위치	경남 김해시 상동면 매리	시설물규모	연장 : 141.5m , 높이 : 5.30m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함					
점검 주요 결과	- 침하, 전도 및 활동 등 변위, 변형 등의 손상은 없는 상태임 - 조인트부 실란트 파손이 국부적으로 발생 - 콘크리트 전면 균열 현황 진전은 미미함 - 배수공 미설치 및 막힘 부위 진전 미미함				
주요 보수·보강	- 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특급	
분야별책임기술자 (사면,옹벽)	김영진	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특급	
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		특급	
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31		고급	
라. 참고사항					
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 균열부(폭 0.2mm이상) 및 재료분리 진전 여부 배수구 막힘 추가 손상발생 유무 확인					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
대동판넬진입로옹벽(10공구)에 대한 정밀점검 결과, 우수한 상태인 “A” 등급으로 평가되었다. 콘크리트옹벽은 침하, 전도 및 활동 등 옹벽의 안전성에 영향을 미치는 손상이 없는 양호한 상태이고, 상부 성토부, 배수로, 하부 도로부도 양호한 상태이다. 주요 손상으로 전면부에 콘크리트 균열, 조인트부 실란트 파손 및 재료분리, 옹벽 하단 배수구 막힘 및 일부 미설치 등이 발생하였다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 지속적인 주의관찰과 유지관리를 통하여 손상의 진행성 여부를 판단하여 보수·보강 등의 조치방안을 검토하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 대동판넬진입로옹벽(10공구)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : A
결함발생 부재	상태 평가 결과	결함 종류		보수·보강(안)
Span 1	a	균열	0.3mm 미만	표면처리
Span 2	a	실란트 파손		재시공
Span 3	a	균열	0.3mm 미만	수지주입
		배수구 막힘		배수구 정비
Span 4	a	균열	0.3mm 미만	표면처리
		재료분리		단면보수
		배수구 막힘		배수구 정비
Span 5	a	균열	0.3mm 미만	표면처리
			0.3mm 이상	수지주입
Span 6	a	콘크리트 들뜸		단면보수
		배수구 미설치		배수구 정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
	해당사항 없음		

라. 현장시험

1) 대동판넬진입로 옹벽

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	SPAN 1, 4, 7	24.8~26.6MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	SPAN 1, 4, 7	4~5mm	철근피복두께와 비교시 문제가 없는 상태임

목 차

제 1 편 공통편

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

제 2 편 시설물편

1. 덕산교	73
2. 소감천교	114
3. 대포천교	163
4. 감로1교	213
5. 감로2교	260
6. 감로3교	308
7. 덕산육교	362
8. 상동1터널	394
9. 상동2터널	440
10. 대동판넬진입로 옹벽	489

부 록 I	510

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

부 록 II (별책)

1. 외관조사망도
2. 손상현황 사진첩

제 1 편 공통편

제1장 서 론

제2장 외관조사 개요

제3장 내구성조사 개요

제4장 보수공법 및 유지관리방안

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업대상 시설물 개요

1.4 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의

1.6 과업수행일정

제 1 장 서론

1.1 과업의 목적

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

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

1.2 과업의 범위 및 내용

1) 자료수집 및 분석

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

2) 현장조사 및 시험

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

3) 결과분석 및 상태평가

- ① 외관조사 및 재료시험 결과분석
- ② 부재에 대한 상태평가

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

4) 보수·보강 방안 및 유지관리방안 제시

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

5) 종합보고서 작성

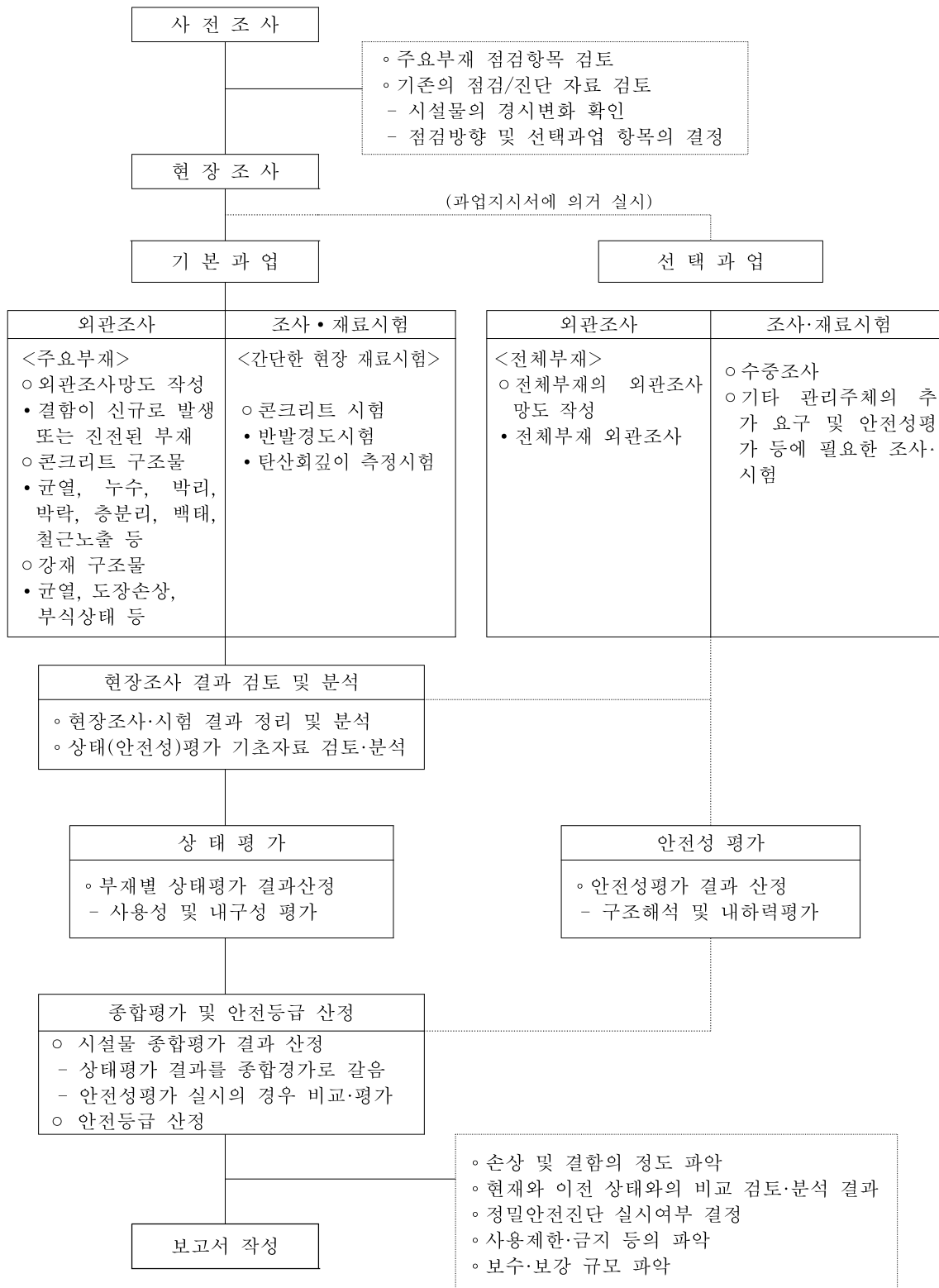
1.3 과업대상 시설물 개요

순번	교량명	위치	연장(m)	교폭(m)	경간수	최대 경간장(m)	상부형식	준공 년도	비고
1	덕산교	상동면 덕산리	140	24.3	3	60	ST BOX	2006	1종
2	소감천교	상동면 매리	390	25.2	8	50	ST BOX	2006	1종
3	대포천교	상동면 매리	475(상) 420(하)	24.3	9(상) 8(하)	55	ST BOX	2006	1종
4	감로1교	상동면 감노리	380	25.2	8	50	ST BOX	2006	1종
5	감로2교	상동면 감노리	270	24.3	9	30	PSC BEAM	2006	2종
6	감로3교	상동면 감노리	330	24.3	11	30	PSC BEAM	2006	2종
7	덕산육교	대동면 덕산리	50	8.9	1	50	ST BOX	2006	2종

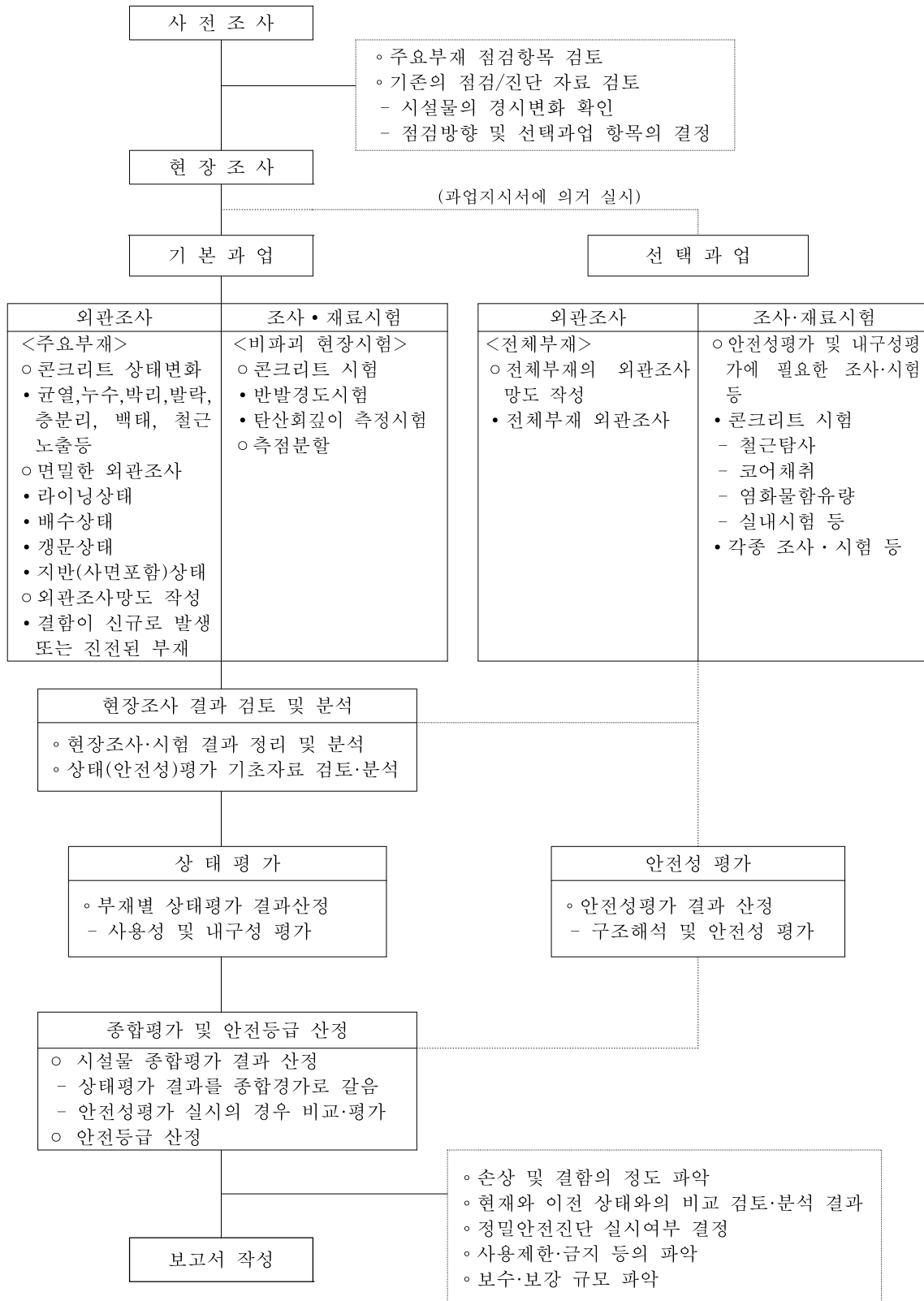
순번	터널명	위치	연장(m)		개문형식		차선평(m)	준공 년도	비고
			상행	하행	부산측	대구측			
8	상동1터널	상동면 매리	547	550	면벽식	면벽식	7.2	2006	2종
9	상동2터널	상동면 대감리	520	520	면벽식	면벽식	7.2	2006	2종

순번	옹벽명	위치	옹벽 전면부		형식	재료	준공 년도	비고
			연장(m)	높이(m)				
10	대동관넬진입로옹벽	상동면 매리	141.5	5.0~7.0	역T형	철근 콘크리트	2006	2종

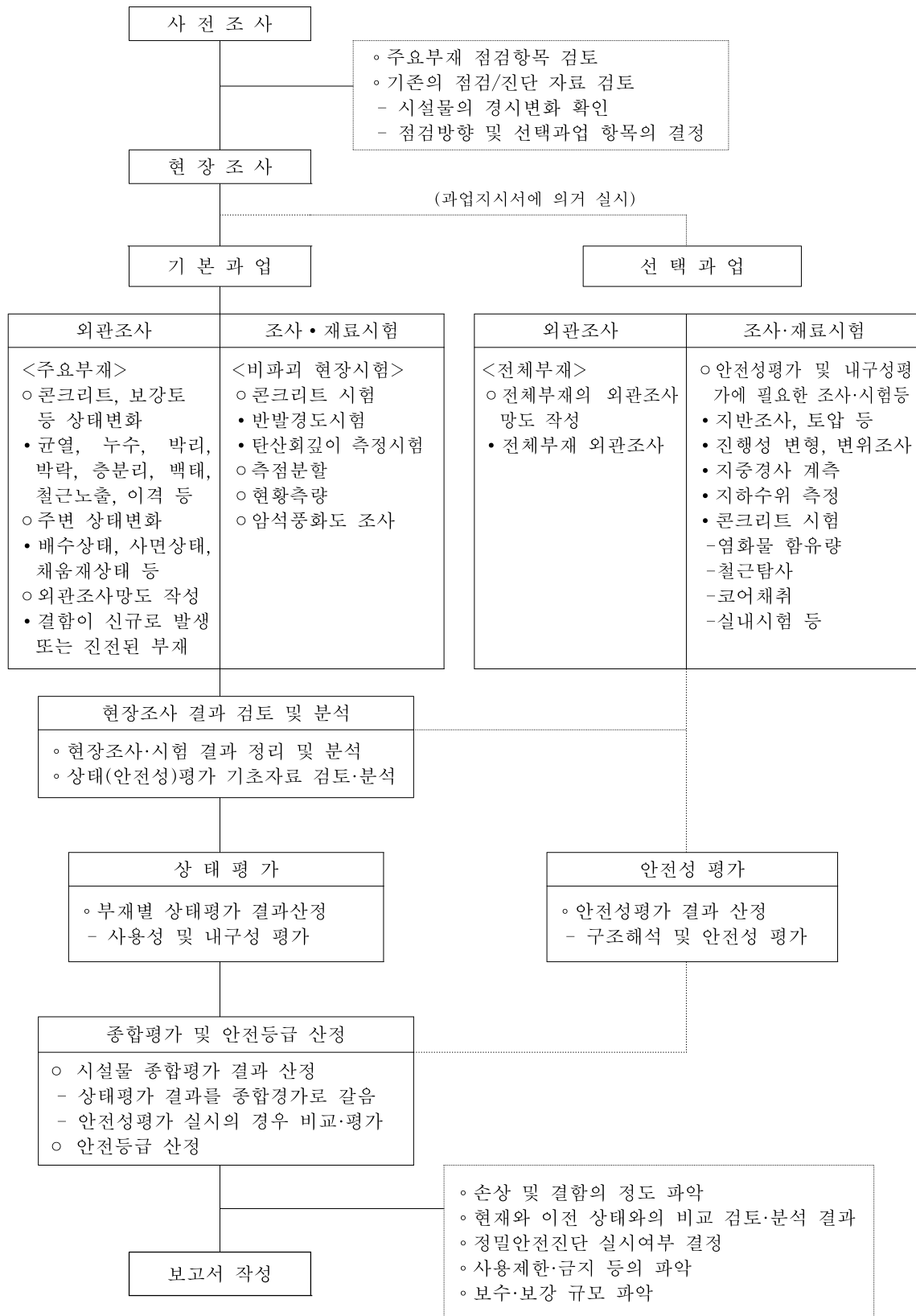
1.4 과업수행 흐름도



[그림 1.4.1] 교량 정밀점검 과업수행 흐름도



[그림 1.4.2] 터널 정밀점검 과업수행 흐름도



[그림 1.4.3] 용벽 정밀점검 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의

1.5.1 과업수행 투입장비

점검에 사용하는 점검장비를 휴대장비, 접근장비, 비파괴장비로 구분하였다.

[표 1.5.1] 투입장비 현황

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

1.5.2 시설물 기호의 정의

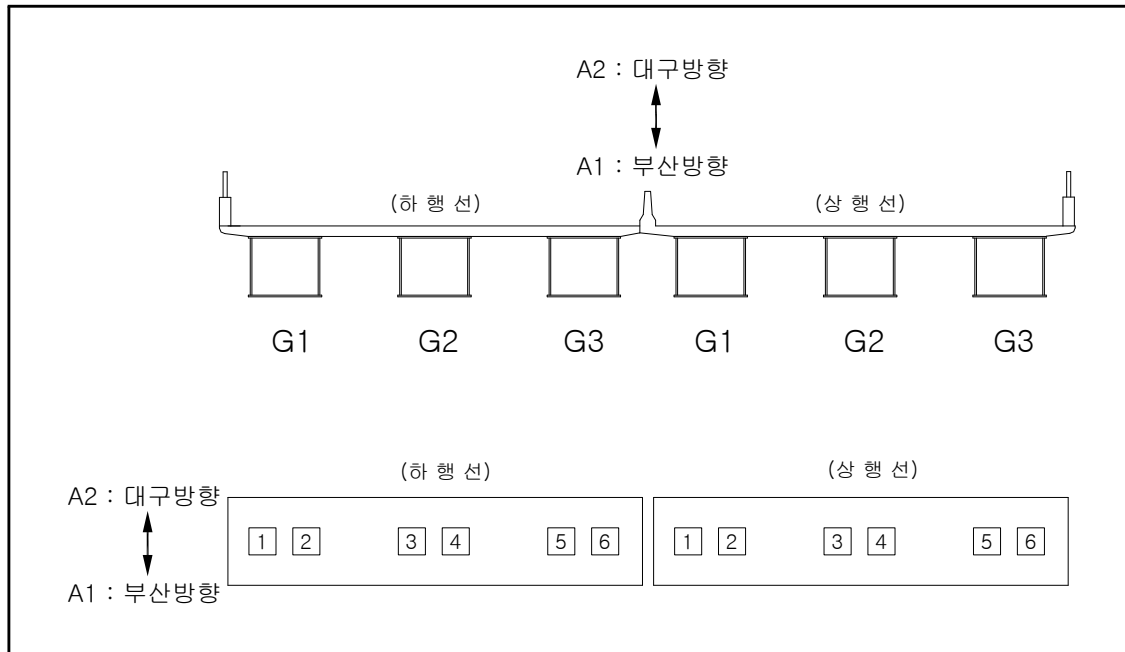
1) 교량 기호 정의

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

[표 1.5.2] 교량 기호 정의

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

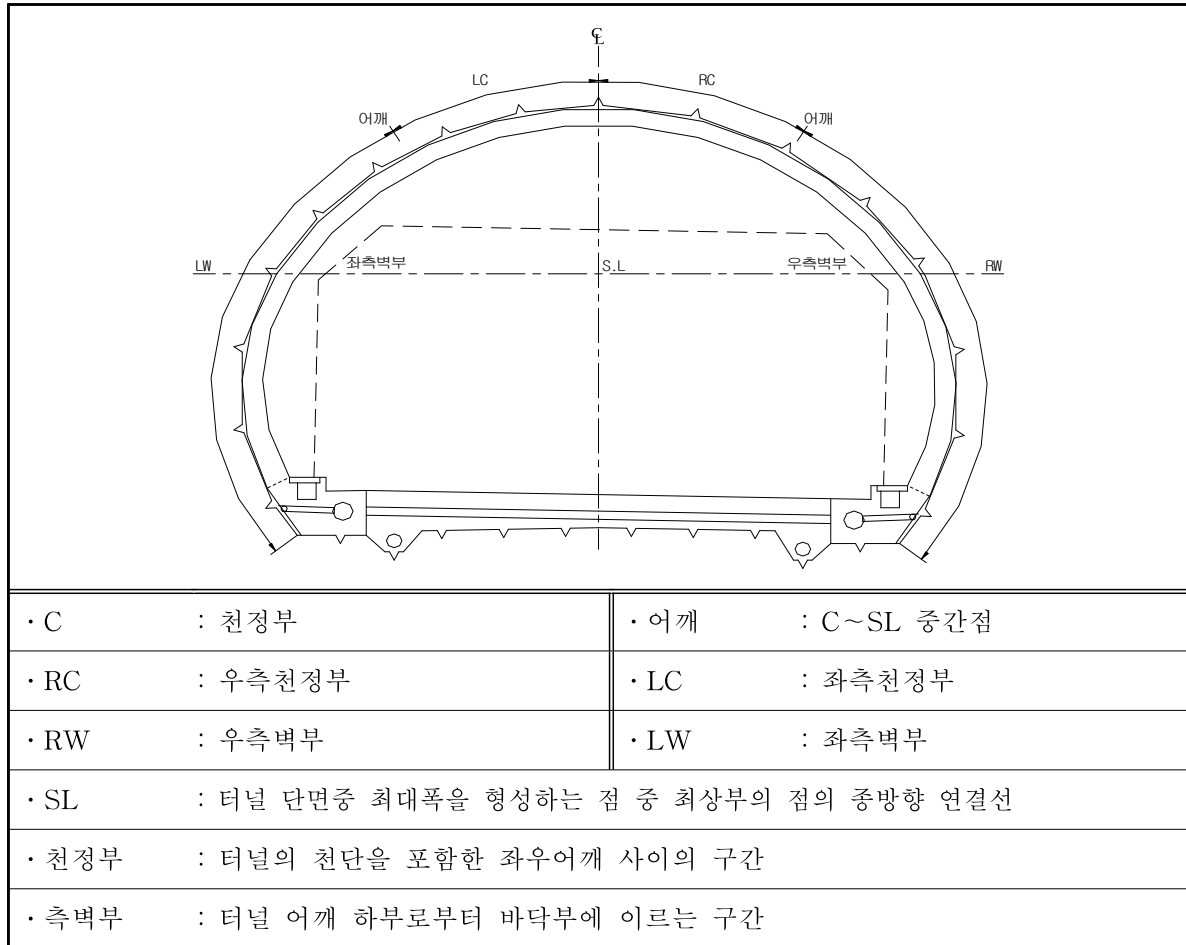
- A1 ⇒ A2 : 부산방향에서 대구방향



[그림 1.5.1] 주형 및 교좌장치 위치표기 범례

2) 터널 기호 정의

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



[그림 1.5.2] 터널 기호 정의

1.6 과업수행일정

■ 과업수행기간 : 2013. 9. 9 ~ 2013. 12. 31

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

제 2 장 외관조사 개요

2.1 교량 외관조사 요령

2.2 교량 부재별 점검항목 및 상태평가 기준

2.3 터널 외관조사 요령

2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준

2.5 옹벽의 상태평가 기준

제 2 장 외관조사 개요

2.1 교량 외관조사 요령

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

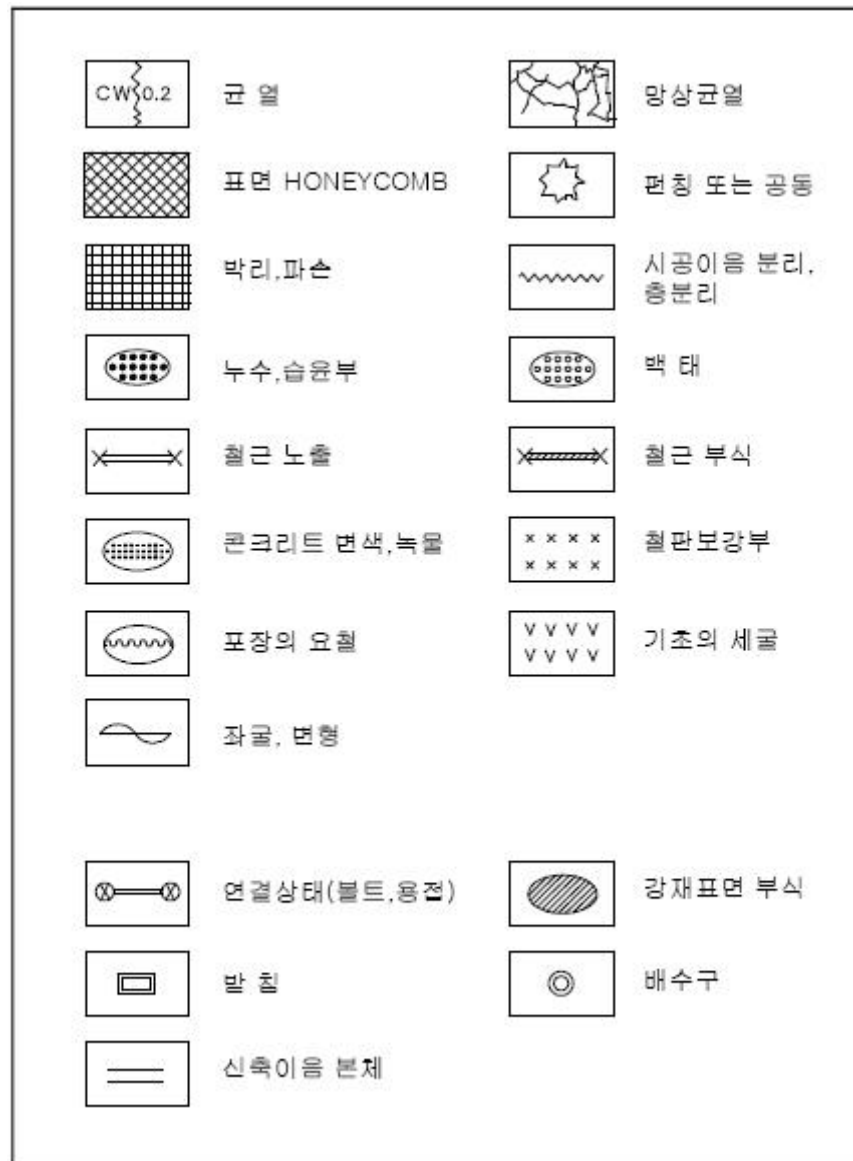
점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열확대경, 줄자 등을 이용하여 근접조사를 실시하였다.

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

[표 2.1.1] 안전등급

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

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



[그림 2.1.1] 교량 부재별 외관조사 범례

2.2 교량 부재별 점검항목 및 상태평가 기준

2.2.1 교면포장

1) 점검부위 및 손상종류

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

2) 상태평가 기준

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

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

2.2.2 배수시설

1) 점검부위 및 손상종류

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

2) 상태평가 기준

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

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

2.2.3. 난간 · 연석

1) 점검부위 및 손상종류

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

2) 상태평가 기준

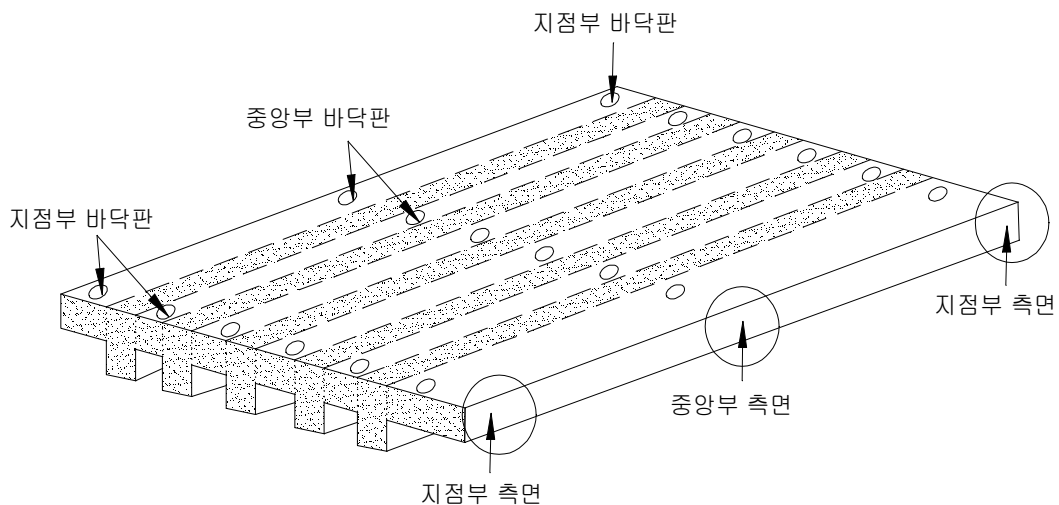
- 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가지 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.

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

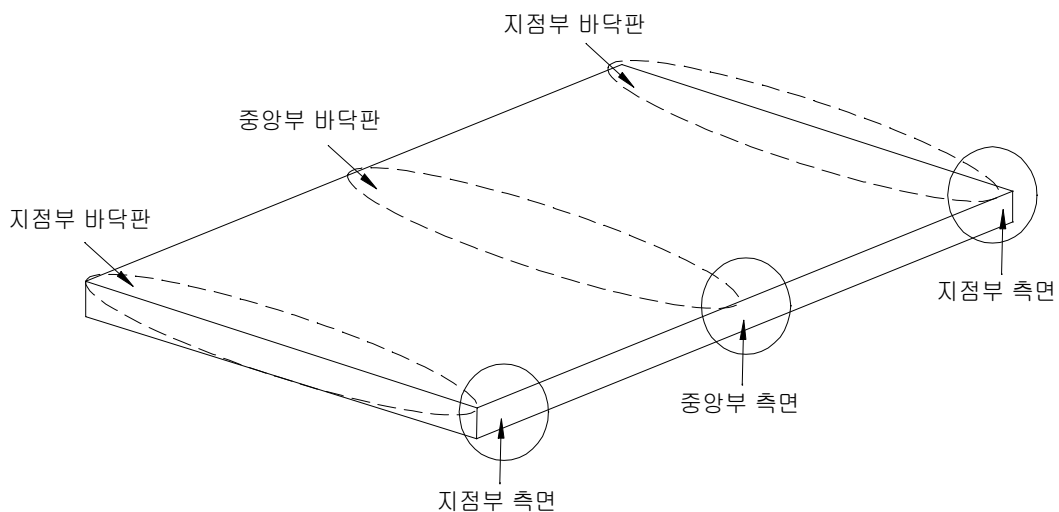
2.2.4 바닥판

1) 철근콘크리트 바닥판 점검부위

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



[그림 2.2.1] 거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위



[그림 2.2.1] 거더가 없는 경우의 바닥판 점검부위

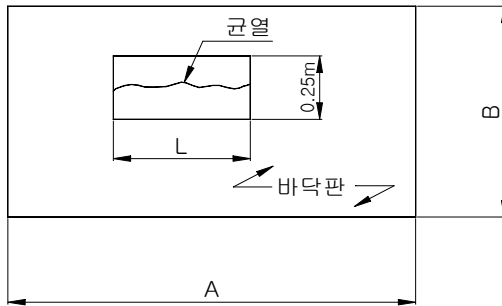
2) 철근콘크리트 바닥판 상태평가 기준

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

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

※ 균열을 산정방법

① 일방향 균열



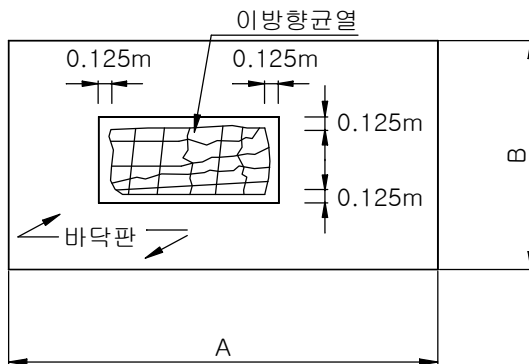
면적을

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

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

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

② 이방향 균열



면적을

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

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

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

※ 표면손상에 대한 면적율 산정방법

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

※ 철근부식 손상면적율 산정 방법

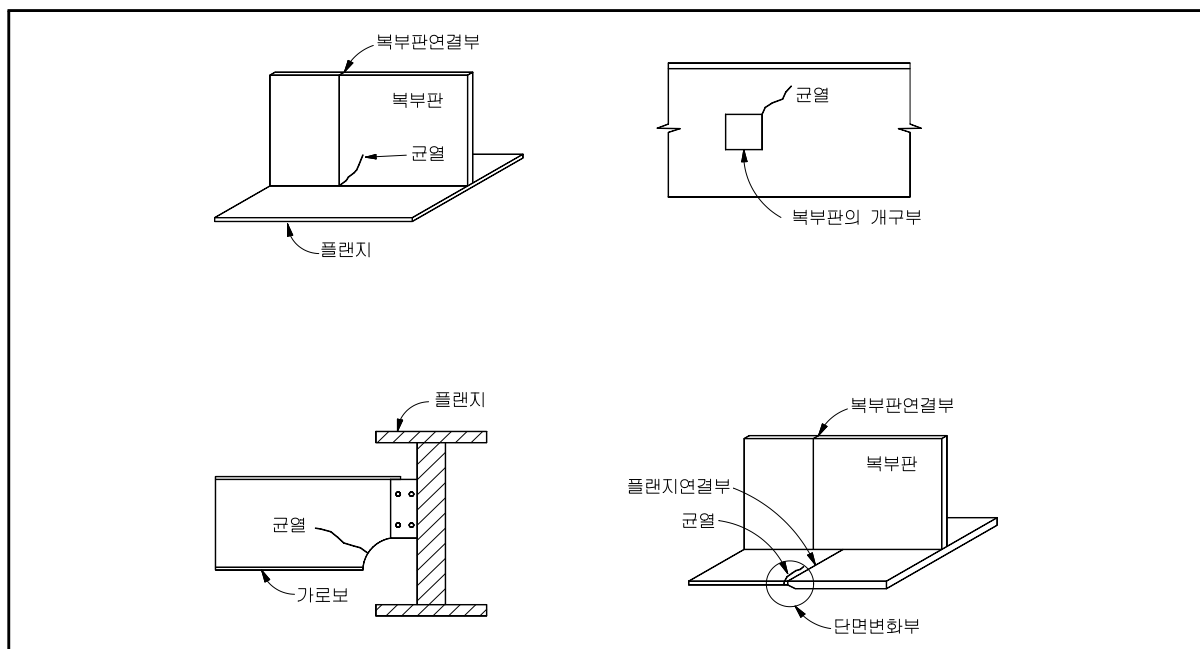
노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

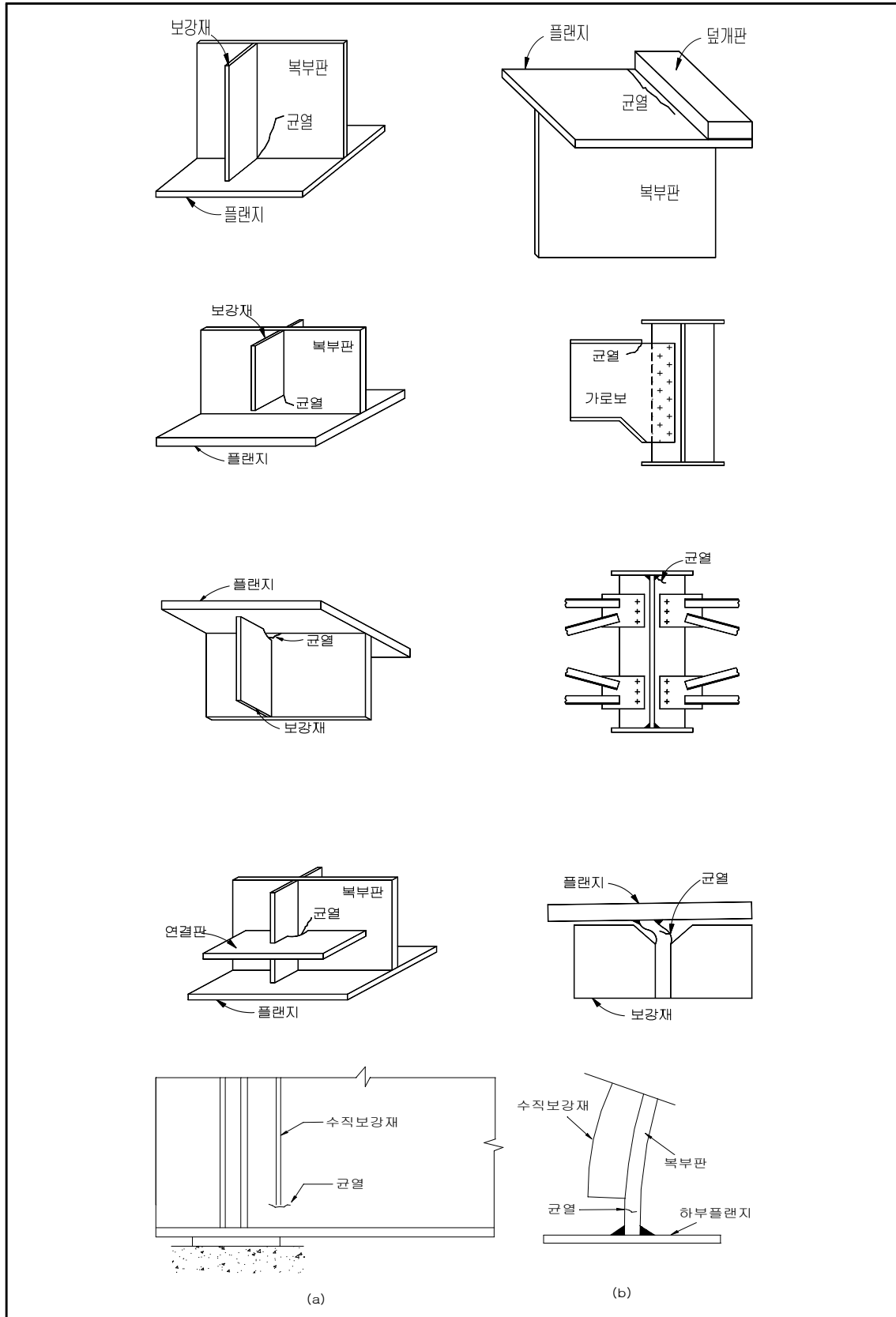
$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

2.2.5 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각

1) 점검부위

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





[그림 2.2.2] 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세

2) 상태평가 기준

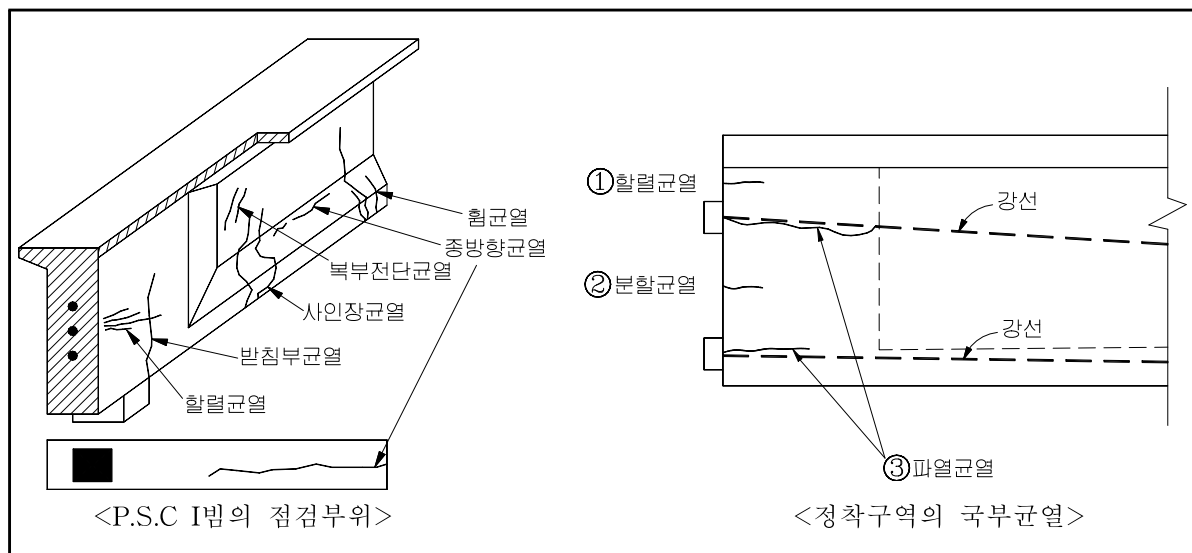
- 경간단위로 평가하며, 강재거더에 대한 상태평가지 용접균열부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.

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

2.2.6 프리스트레스트 콘크리트 거더

1) 점검부위 및 손상종류

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



[그림 2.2.3] PSC 거더 점검부위

2) 상태평가 기준

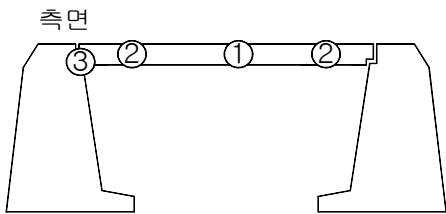
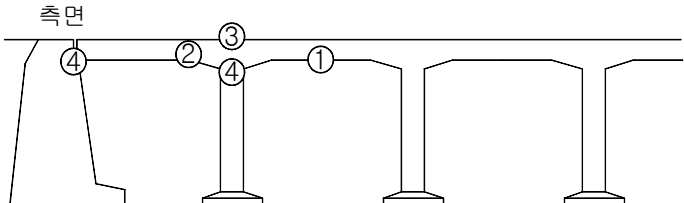
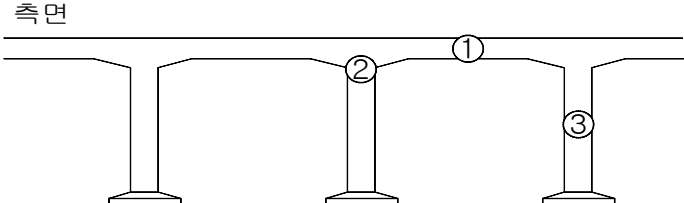
- 본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블 교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- PSC 박스거더의 경우 하부플랜지와 복부는 거더로 평가하며, 상부플랜지는 바닥판으로 평가한다.

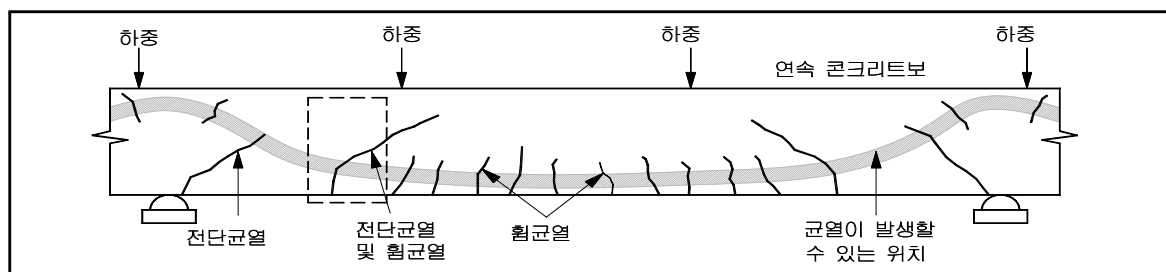
등급	균열	열화 및 손상
a	· 없음	· 없음
b	· 균열폭 0.2mm미만	· 표면 손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.2mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 0.5mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안전성 저하

2.2.7 철근콘크리트 거더

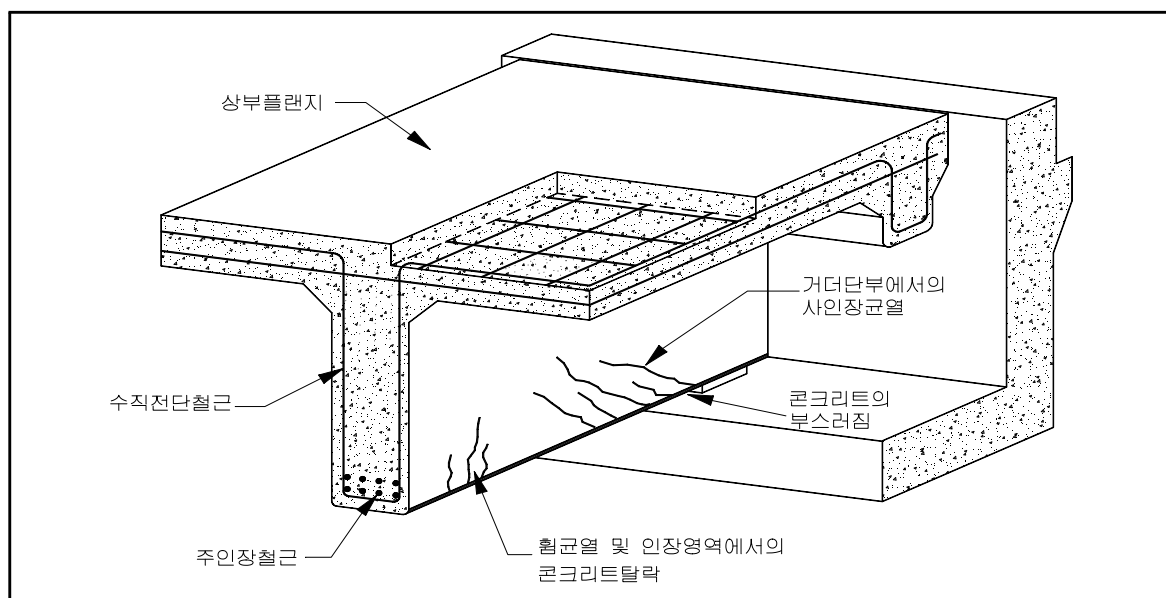
1) 점검부위 및 손상종류

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

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



[그림 2.2.4] 콘크리트 거데에 발생하는 균열의 유형과 위치



[그림 2.2.5] 철근콘크리트 거더의 점검부위

2) 상태평가 기준

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

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

2.2.8 콘크리트 가로보

1) 점검부위

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

2) 상태평가 기준

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

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

2.2.9 강 가로보와 세로보

1) 점검부위

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

2) 상태평가 기준

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

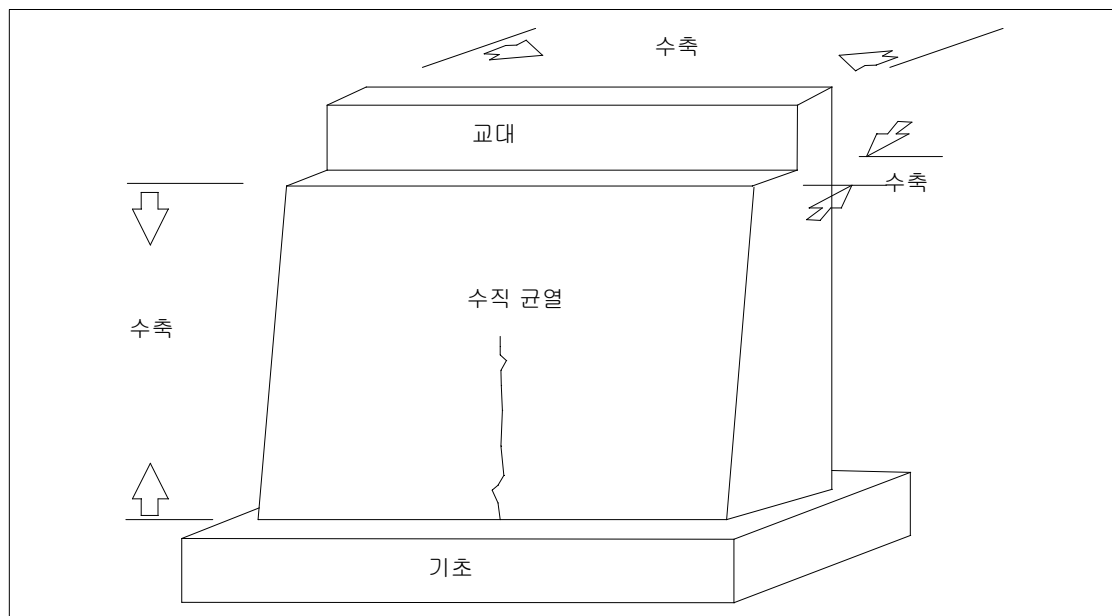
항목	손상				표면열화
	부재균열	변형,파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2% 미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장손상 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형 · 변형 및 충격에 의한 손상발생	· 보조부재 2%이상~10%미만 · 주부재 2% 미만	· 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)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

2.2.10 교대 및 교각, 기초

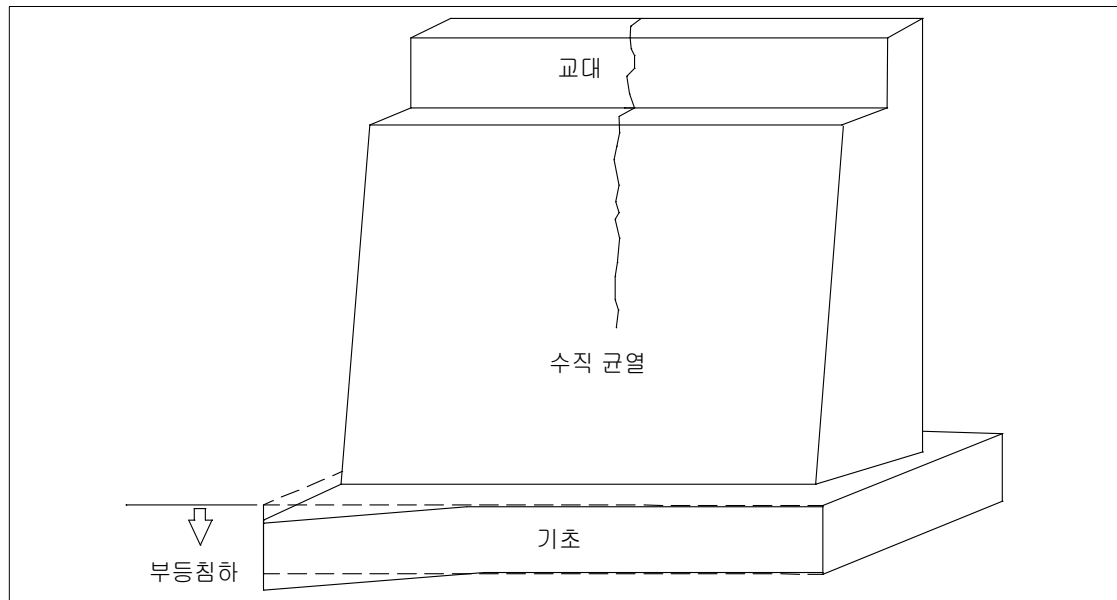
1) 점검부위 및 손상종류

① 교대

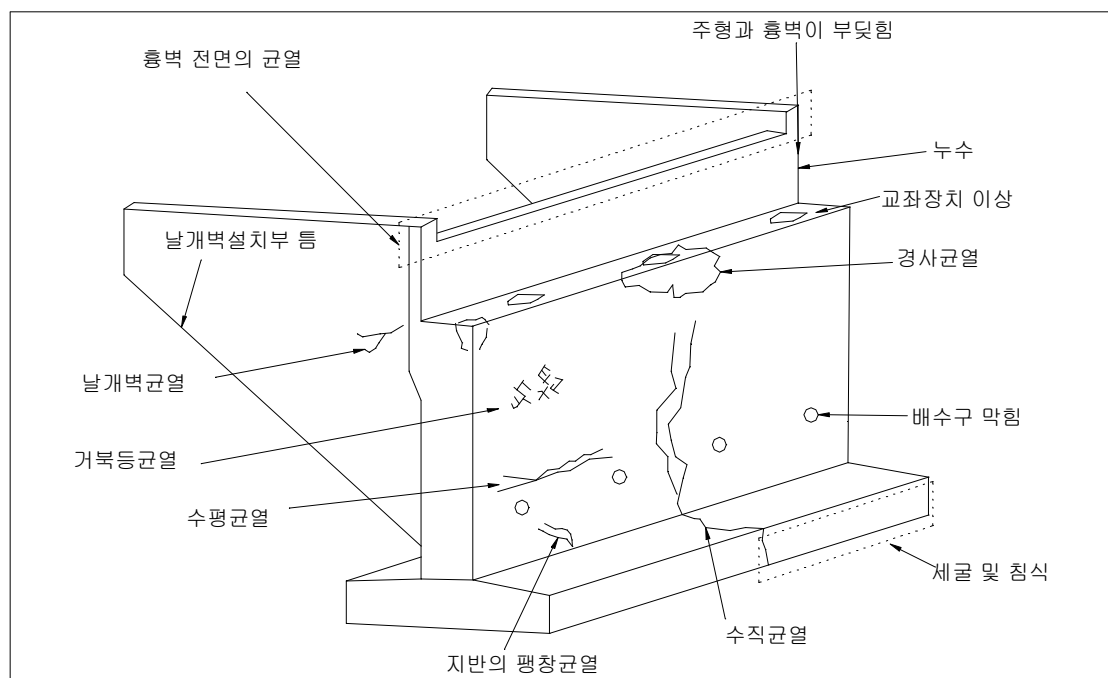
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 교대의 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 반침부 균열 및 파손 • 두부와 홍벽 경계부 균열 • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷벽체	• 수직균열 및 침하 • 구체와 날개벽 분리 • 구체부 배수구 막힘 • 수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽 포함)	• 날개벽 이동, 전도 • 석축이 있는 경우 사면붕괴



[그림 2.2.6] 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열



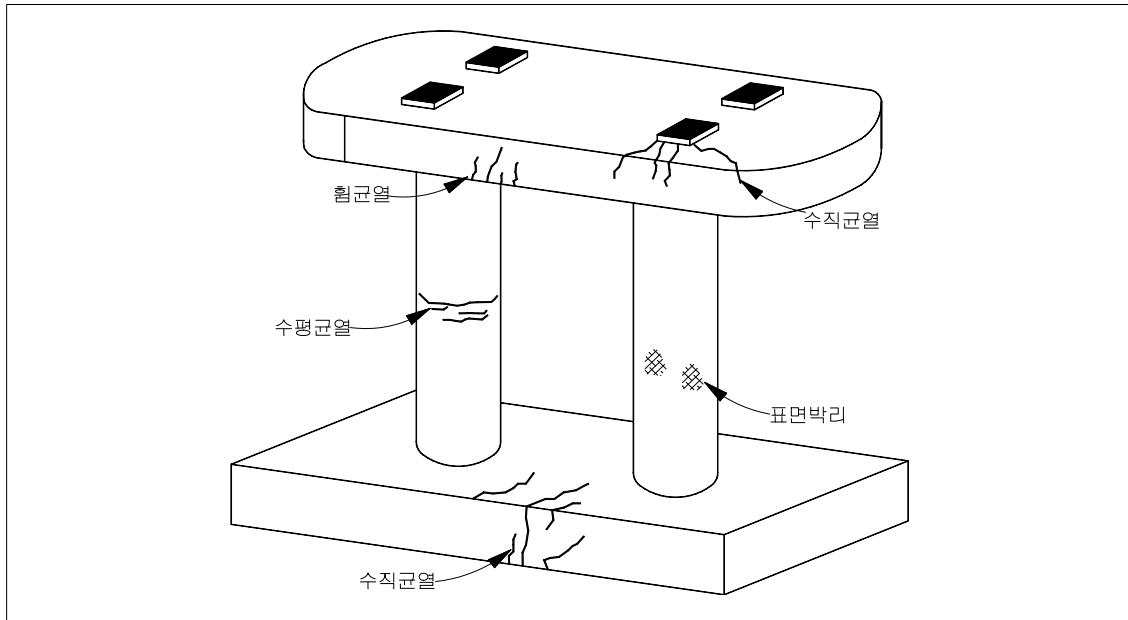
[그림 2.2.7] 부등침하로 인한 교대의 수평균열



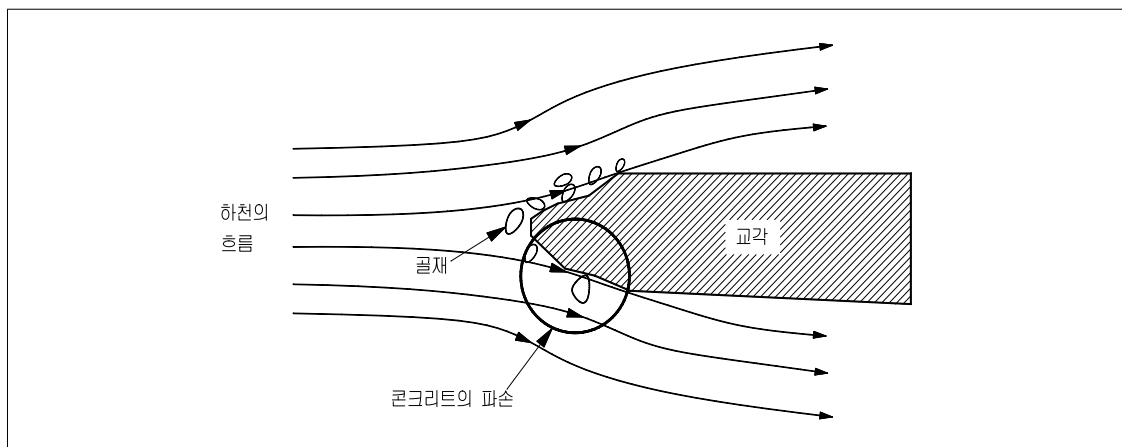
[그림 2.2.8] 교대의 점검부위

② 교각

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



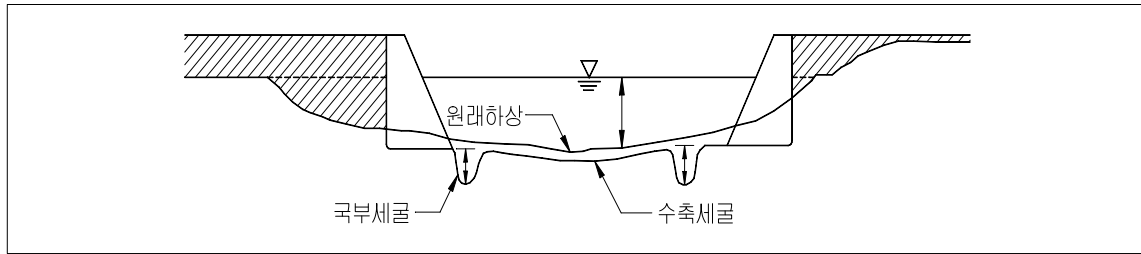
[그림 2.2.9] 콘크리트 교각의 점검부위



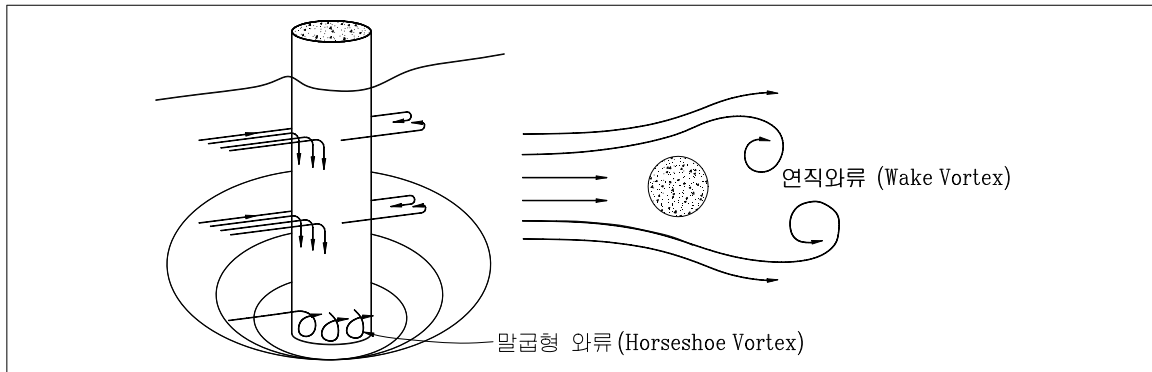
[그림 2.2.10] 유수에 의한 교각의 침식

③ 기초

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



[그림 2.2.11] 수축세굴과 국부세굴



[그림 2.2.12] 원형기초의 국부세굴

2) 상태평가 기준

① 교대의 상태평가 기준

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

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

② 교각의 상태평가 기준

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

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

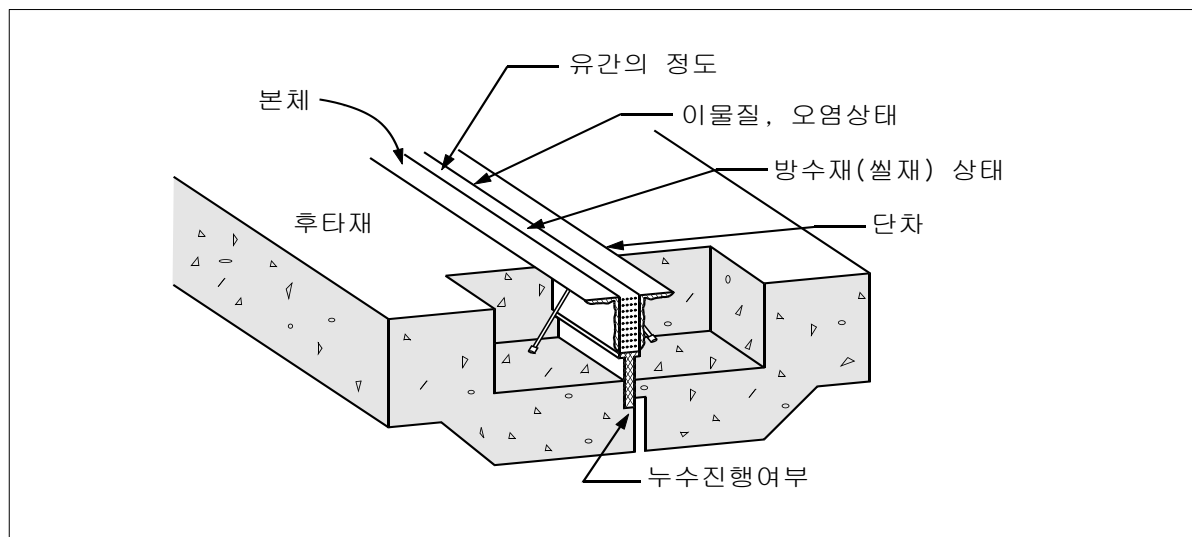
③ 기초의 상태평가 기준

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

2.2.11 신축이음

1) 점검부위 및 손상종류

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



[그림 2.2.13] 신축이음 점검부위

2) 상태평가 기준

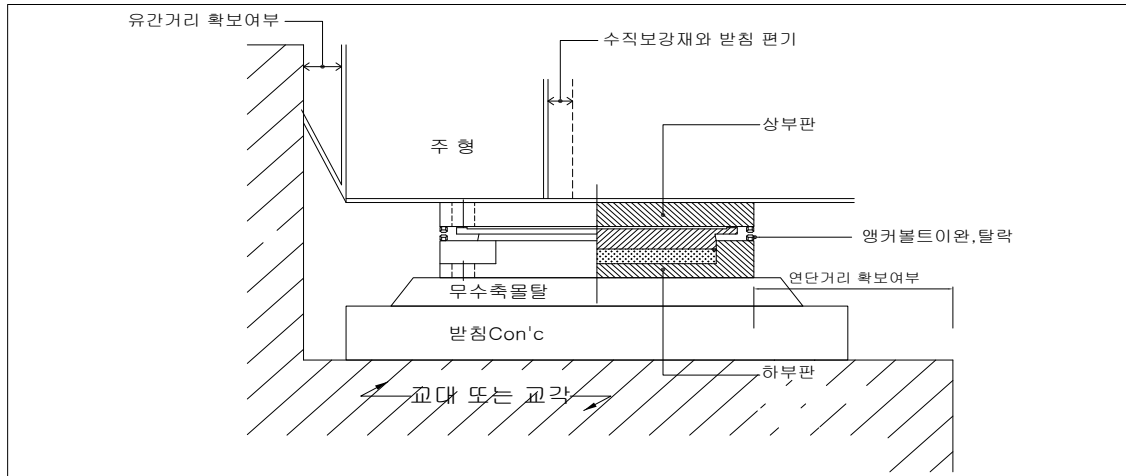
지점단위로 평가하며, 본체와 후타재로 구분하여 평가한다. 신축이음의 형식별, 재료별로는 별도의 구분없이 하나의 등급으로 평가한다.

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

2.2.12 교량받침

1) 점검부위 및 손상종류

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



[그림 2.2.14] 교량받침 점검부위

2) 상태평가 기준

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

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

2.3 터널 외관조사 요령

2.3.1 외관조사 개요

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

[표 2.3.1] 터널의 상태변화 점검항목

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

2.3.2 외관조사 방법

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

5) 주요 손상별 조사방법

[표 2.3.2] 주요 손상별 조사방법

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

2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준

2.4.1 상태평가 항목

터널 상태평가 항목은 다음과 같다.

[표 2.4.1] 터널 상태평가 항목

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

2.4.2 결함지수

1) 기본시설 결함지수 산정기준

[표 2.4.2] NATM터널 (무근콘크리트 라이닝) 산정기준

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

[표 2.4.3] NATM터널 (철근콘크리트 라이닝)

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

2) 부대시설 결함지수 산정기준

[표 2.4.4] 부대시설 상태평가 항목

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

[표 2.4.5] 부대시설의 가중치

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

[표 2.4.6] 부대시설 결함지수-무근 콘크리트

평가기준		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
누 수		0	1	2	3	4~5
파손 및 손상		0	0	1	2	3
재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
	층분리 및 박 락	0	0	1	2	3
	백 태	0	0	1	1	1
	재료분리	0	0	1	1	1
부대시설 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{27}$						

[표 2.4.7] 부대시설 결함지수-철근 콘크리트

평가기준		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
균열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
누수		0	1	2	3	4~5
파손 및 손상		0	0	1	2	3
재질 열화	박리	0	0	1	1	1
	충분리 및 박락	0	0	1	2	3
	백태	0	0	1	1	1
	재료분리	0	0	1	1	1
	철근노출	0	1	2	3	4
	탄산화	0	1	2	3	-
	염화물	0	1	1	2	-
부대시설 결함지수 (f) = $\frac{\sum \text{결함점수}}{36}$						

2.4.3 상태평가 항목 및 기준

1) 기본시설

[표 2.4.8] 균열 평가기준

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

[표 2.4.9] 누수 평가기준

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

[표 4.2.10] 파손 및 손상

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

[표 4.2.11] 재질열화

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

2.5 옹벽의 상태평가

2.5.1 결함점수 및 결함지수 산정기준

1) 콘크리트 옹벽

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

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

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

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

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

2) 보강토 옹벽

결함 등급		a	b	c	d	e
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$
침하		0	0	1	1	2
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
활동		0	1	2	3	4
전면부 진행성 배부름		0	2	4	6	8
파손, 손상 및 균열		0	1	2	3	4
유실		0	2	4	6	8
이격		0	1	2	3	4
세굴		0	4	8	12	16
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
보강토 옹벽 결함지수 (F)		①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{52}$		②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{36}$

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

※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.

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

2.5.2 옹벽시설물의 상태평가기준

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

2.5.3 상태평가 항목별 세부기준

[표 2.5.1] 침하의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.2] 침하의 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

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

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

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

[표 2.5.4] 활동의 상태평가 기준 (공통적용)

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

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

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

[표 2.5.6] 기초부 세굴 상태평가 기준(공통적용)

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

[표 2.5.7] 마모/침식의 상태평가 기준(콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.8] 박락 및 층분리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.9] 박리의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.10] 균열의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.11] 백태의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

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

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

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

[표 2.5.13] 철근노출의 상태평가기준 (콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.14] 배수공 상태의 상태평가 기준 (콘크리트 옹벽)

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

[표 2.5.15] 진행성 배부름 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

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

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

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

[표 2.5.17] 이격 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

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

[표 2.5.18] 유실 상태평가 기준 (보강토 옹벽)

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

제 3 장 내구성조사 개요

3.1 내구성조사 개요

3.2 내구성조사 및 결과분석 방법

제 3 장 내구성조사 개요

3.1 내구성조사 개요

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

내구성 조사의 적용범위는 다음과 같다.

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

3.2 내구성조사 및 결과분석 방법

3.2.1 반발경도법

1) 개요

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

2) 반발경도법 시험 일반

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

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

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

특성과 관계되는 물리량에 따라 다르다.

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

3) 측정방법

① 적용방법

a. 측정부재의 선정

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

b. 반발경도 측정방법

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

② 타격방법 및 재령에 따른 보정계수 적용

a. 타격방향

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

[표 3.2.1] 타격방향 보정치

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

b. 콘크리트 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 보정

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

[표 3.2.2] 재령에 의한 보정표

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

4) 콘크리트 강도의 환산

◆ 본 과업에서의 적용 강도 추정식

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

여기서, F_c : 추정강도(kg/cm²), R_o : 반발경도

3.2.2 탄산화 측정

1) 탄산화 시험 목적 및 측정원리

강재는 건전한 콘크리트인 알칼리 환경에서는 강재 표면에 부동태 피막이 생겨 부식이 발생되지 않는다. 환경적 요인 중 CO₂의 영향을 받으면 콘크리트는 중성으로 변화되며, 이 환경에서 강재는 부식하게되므로 강재를 포함한 구조물에서 탄산화깊이의 측정은 중요한 검사항목이라 할 수 있다.

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

2) 시험방법

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

[표 3.2.3] 측정면의 조건에 따른 탄산화 시험방법

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

3) 탄산화속도계수 산정

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

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

여기서, C : 탄산화깊이(mm)

A : 탄산화속도계수(mm/ $\sqrt{\text{년}}$)

t : 재령(년)

4) 탄산화 상태평가 기준

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

[표 3.2.4] 탄산화 상태평가 기준

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

제 4 장 보수공법 및 유지관리방안

4.1 보수공법 개요

4.2 보수공법

4.3 유지관리 방안

제 4 장 보수공법 및 유지관리방안

4.1 보수공법 개요

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

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

4.2 보수공법

4.2.1 균열 보수방안

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

1) 균열 보수공법 분류

[표 4.2.1] 균열 보수공법 분류

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

2) 균열 보수시 주입제 선정안

[표 4.2.2] 균열 보수공법 분류

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

4.2.2 단면 손상부 보수방안

1) 부재 단면 손상부

단면 손상부는 손상의 정도를 고려하여 다음 공법을 적용하는 것이 바람직하다.

[표 4.2.3] 단면 손상부 보수방안

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

2) 콘크리트 부재 단면 손상부 보수제 선정안

단면 손상부 보수 재료는 다음과 같이 선정하였다.

[표 4.2.4] 표면 손상부 보수제 선정방안

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

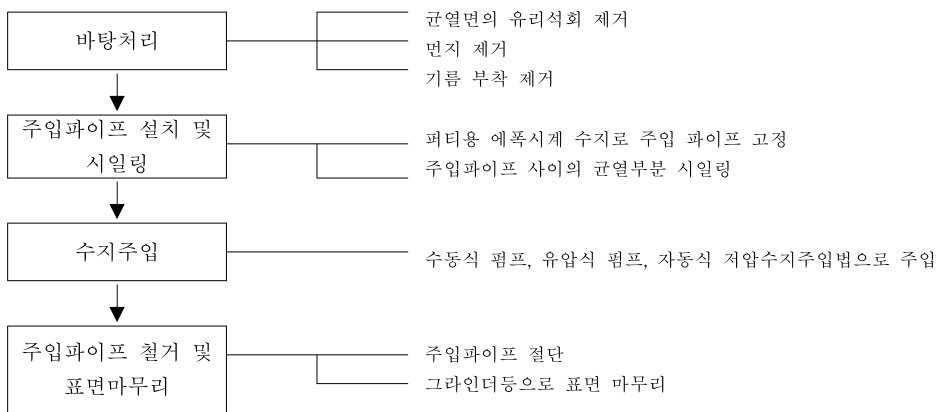
4.2.3 보수공법별 개요

◆ 균열보수공법

1) 개 요

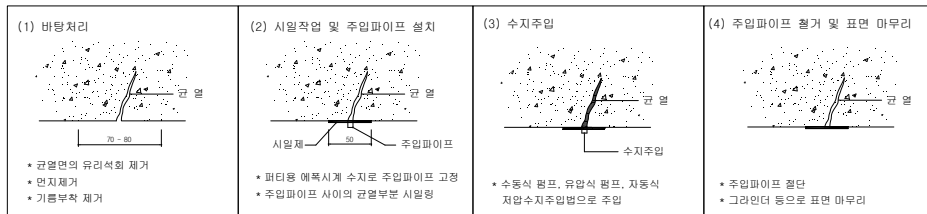
- * 균열부에 에폭시 수지를 주입하고 콘크리트와의 일체를 껴함.
- * 도로를 전면 공용 시공가능.
- * 구체의 방수성 향상.
- * 콘크리트의 노화 방지.
- * 철근의 방청 효과.
- * 내하력 증대 기대할수 없음.

2) 시공방법

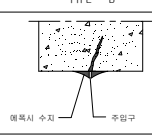


3) 주의사항

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



균열이 작은 경우와 큰 경우(0.3mm)의 시공법 비교

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

◆ 단면보수 공법

1. 공법개요

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

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

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

◆ 단면복구 공법

1. 공법개요

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

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

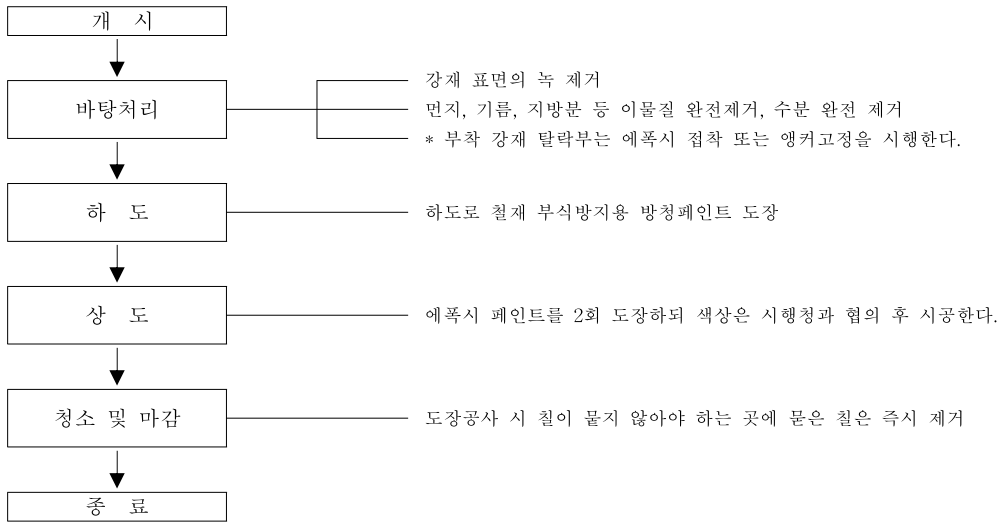
- ① 손상단면은 소형브레이커 등을 이용하여 철거(표면과 직각이 되도록 치핑)한다. THK=2~30m/m)
 - * 콘크리트 표면철거시 파편 및 분진이 발생하므로 보호안경 착용후 작업을 한다.
- ② 콘크리트 표면철거후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척한다.
 - * 고압세척의 압력은 노즐TIP에서 5000PSI(350kg/cm²)의 압력으로 한다.
 - * 압력이 높으므로 노즐방향이 사람을 향하지 않도록 하며, 보호장구 착용후 작업을 한다.
- ③ 물세척(고압세척) 후 건조시킨다.
- ④ 침투성 표면강화제 및 발청억제제는 온도가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

◆ 도장보수 공법

1. 공법개요

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

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

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

◆ Sealant 보수

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

◆ 포장 손상 보수공법

1. 아스팔트 표면처리 공법

가. 용도 및 목적

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

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

◆ 카페트코우트(01-502,503,504)

◆ 포그시트(01-502,503,504)

◆ 슬러리시일(01-502,503,504)

◆ 수지계 표면처리(01-502,503,504)

나. 시공방법

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

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

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

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

및 표면이 마모된 곳의 수리에 적용되고 있다.

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

2. 아스팔트 패칭공법

가. 용도 및 목적

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

◆ 가열 혼합식 방법

◆ 상온 혼합식 방법

◆ 구스아스팔트

나. 시공방법

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

2) 상온 혼합식 공법 : 상온 혼합식 공법에 사용하는 혼합물은 상온에서 취급하는 것이 특징이므로 운반과 포설에 편리하다. 상온 혼합물에 의한 포설에서도 가열 혼합식과 거의 같은 순서, 방법으로 시행하면 된다. 혼합물은 어느 기간 동안 저장할

수 있으나 가열 혼합물과 비교할 때 안정성, 내구성이 떨어지므로 대형차 교통량이 많은 도로에서는 긴급을 요하는 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋다.

3) 구스아스팔트 : 가열 혼합식 공법과 거의 동일.

3. 아스팔트 오버레이공법

가. 용도 및 목적

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

나. 시공방법

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

4. 아스팔트 절삭오버레이공법

가. 용도 및 목적

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

나. 시공방법

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

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

5. 포장도로 균열보수공법(Road Seal)

가. 용도 및 목적

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

나. 시공방법

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

4.3 유지관리 방안

4.3.1 유지관리 개요

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

유지관리의 목적은 다음과 같다.

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

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

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

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

4.3.2 유지관리방안

1) 부재별 유지관리 중점방안

① 포장면

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

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

② 신축이음

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

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

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

③ 배수구

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

④ 받침장치

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

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

⑤ 교각, 교대

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

⑥ 거더

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

2) 유지관리 지침

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

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

※ 시설물 보수·보강 이력사항에 대한 기록관리 철저 요망.

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

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

제 2 편 시설물편

1. 덕산교
2. 소감천교
3. 대포천교
4. 감로1교
5. 감로2교
6. 감로3교
7. 덕산육교
8. 상동1터널
9. 상동2터널
10. 대동판넬진입로 옹벽

1. 덕 산 교

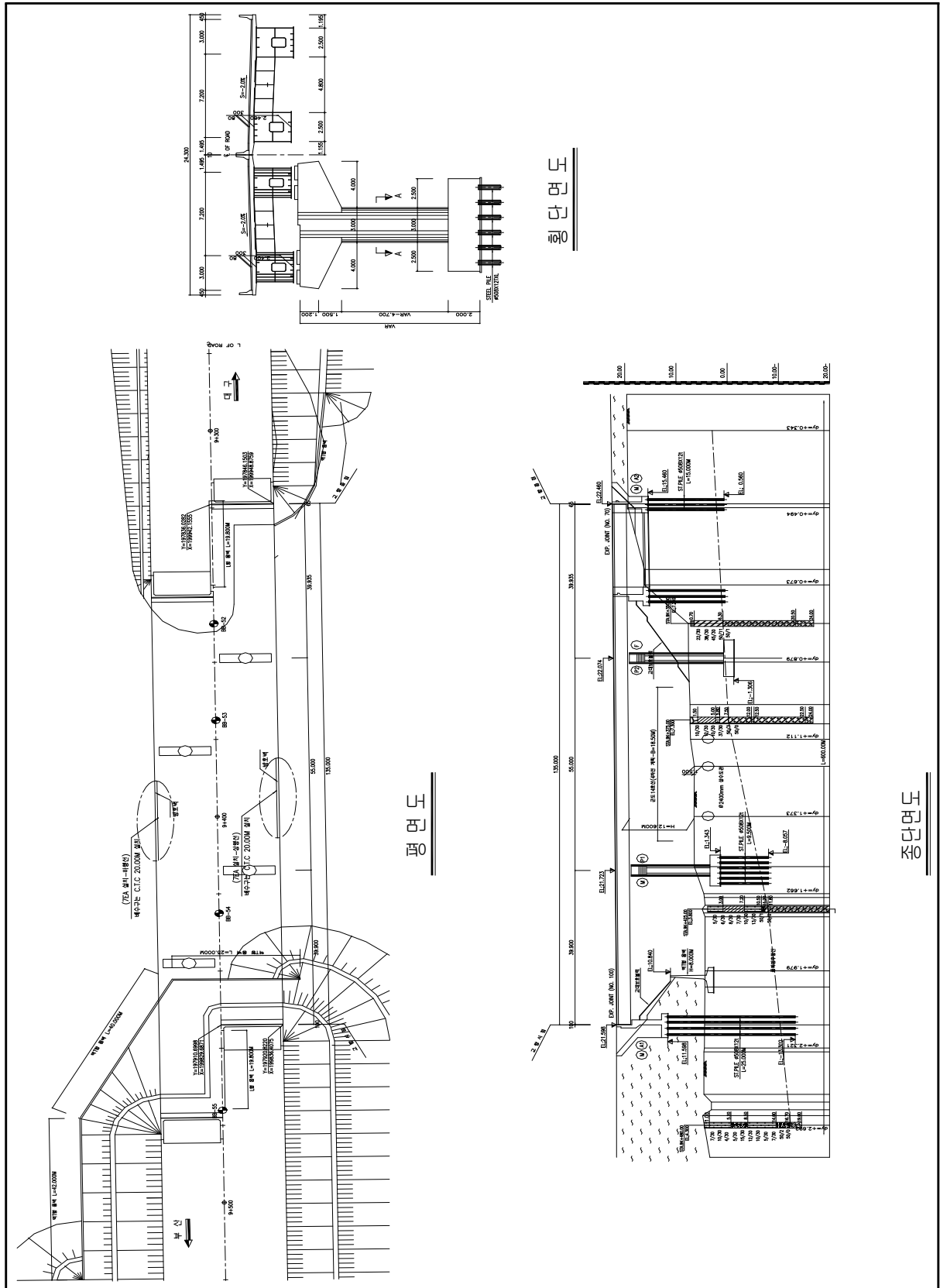
덕산교 현황표

작성일 : 2013년 11월 18일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		덕 산 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001043 하행선 : BR2006-0001044	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 1	
시설물위치		경남 김해시 상동면 덕산리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 9+318.5 ~ 9+458.5 부산기점 12.180~12.320 km	
제원	연장	L = 140.0 m (40 + 60 + 40 = 140.0 m)					
	폭	B = 24.3 m, 4차로					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	강관파일	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	강관파일인	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트	
교차시설물 (도로,철도,하천)		군도 14호선 횡단		통과높이		17.0m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

▣ 중점 점검사항

- 바닥판 : 균열, 국부파손 부위 진전여부
- 강재주형 : 도장손상 진전여부, 이상음 발생여부
- 교대 및 교각 : 균열, 콘크리트 박락, 국부파손 부위 진전여부
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 라벨링, 포트홀 진전여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 난간 : 균열 및 백태 진전여부
- 배수시설 : 배수기능 및 유도배수관 탈락구간 하부구조 영향 여부
- 기타 : 지반침하 및 변형



[덕산교 중·평면도]

덕산교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



슈미트햄머를 이용한 반발경도 시험



드릴링을 이용한 탄산화 시험

목 차(덕산교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	78
1.2 자료수집 및 분석	84

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	88
2.2 내구성조사 결과	104

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	106
3.2 하행선 상태평가	107

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	108
4.2 결 언	109

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	110
5.2 유지관리방안	113

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

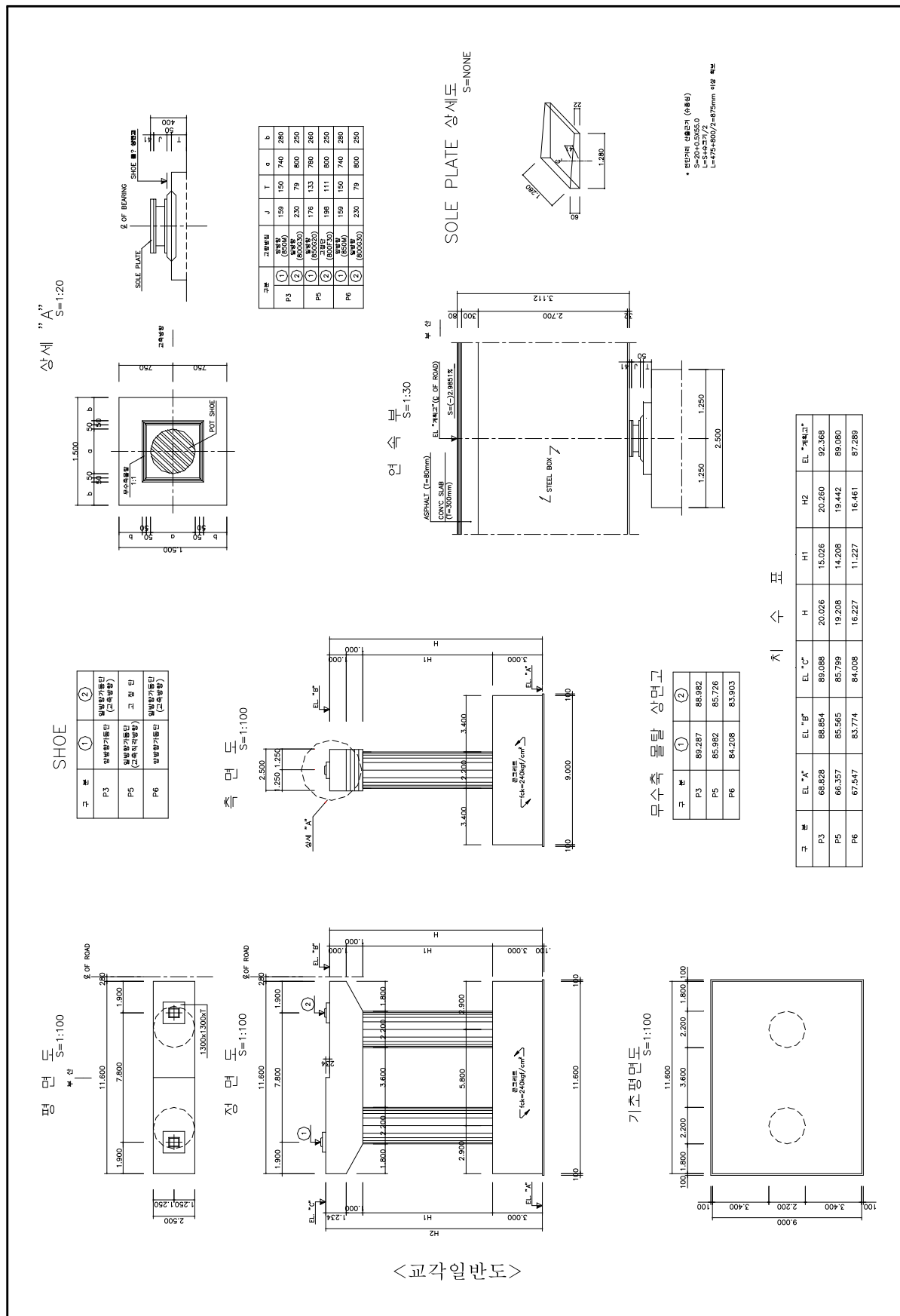
1.1.1 일반사항



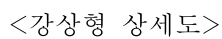
<그림 3.1.1.1> 덕산교 전경

[표 3.1.1.1] 덕산교 기본현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		덕 산 교		설계하중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 9+318.5 ~ 9+458.5		종별구분	1종 시설물		
	관리이정	부산기점 12.180~12.320 km					
시 설 물 관리번호		dbw BR. 1		시설물번호	상행선 : BR2006-0001043 하행선 : BR2006-0001044		
상부 구조	형식	STEEL BOX GIRDER					
	연장	40.0+60.0+40.0=140.0m		교 폭		24.3m	
하부 구조	교각	T형		기초 형식	교각	강관파일	
	교대	역T형			교대	강관파일	
교량받침		포트받침		신축이음	레일조인트		
교차조건		군도 14호선 횡단		교 고	17.0m		
설 계 사		(주)바우컨설팅트		시 행 자	신대구부산고속도로(주)		
책임감리원		KCM, (주)동일기술공사 (주)용마엔지니어링		시 공 자	두산중공업(주)		
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도	2006년 2월 10일		
종단구배		-1.0380%(상), -1.430%(하)		횡단구배	-2.0%		







1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2006. 09. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 05. 10 ~ 2007. 06. 30	정기점검	-
4	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 03. 10 ~ 2008. 06. 30	정기점검	-
6	2008. 09. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 03. 10 ~ 2009. 06. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
10	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
12	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
14	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 02. 25 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2007.11	· 교대 및 교각 균열 표면처리	-
2	2008.04	· 교대 및 교각 균열 표면처리	은산토건
3	2008.06	· 주형 변형 및 환풍망 정비, 도장손상 보수	두산메카텍
4	2009.07	· 교면포장 패칭, 신축이음 후타재 균열 및 파손 표면처리	-
5	2010.05	· 교대, 교각, 바닥판하면 균열, 백태 및 누수 표면처리. 배수관 정비	은산토건
6	2011.03	· 교대 및 교각, 바닥판하면 균열 표면처리, 체수 정비	은산토건
7	2011.05	· 주형 도장손상 보수	두산메카텍
8	2012.06	· 교면포장, 바닥판, 주형외부 재포장, 균열보수, 재도장	
9	2013.03	· 교대 및 교각 균열보수, 교대부 체수처리 받침콘크리트 보수	우원SOC(주)
10	2013.09	· 바닥판하면, 교대·교각, 교량받침 균열보수	(주)제이에스 건설안전

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

덕산교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, Steel Box 주형은 허용응력법으로 설계되었다. 강재주형의 주부재는 SM490이며, 부부재는 SM400을 기준으로 설계되었다. 내진설계는 단일모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 3, 가속도계수는 0.154를 적용하여 내진 I 등급교로 설계하였으며, 교량받침은 POT 받침을 사용하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유근무	A	덕산교(상)는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 공용년수 증가로 일부 부재에서 손상현황이 추가 발생되었으나, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 중분대 파손 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 중분대 파손 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 중분대 파손, 법면 보호공 공동 및 침하 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이며, 기발생된 손상에 대해 일부 보수를 실시한 상태이다. 향후 보수부위에 대해 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검하여야 하며, 특히 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 중분대 파손, 법면 침하 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이며, 기발생된 손상에 대해 일부 보수를 실시한 상태이나, 추가적인 보수가 필요한 상태이다. 향후 보수부위에 대해 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검하여야 하며, 특히 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 중분대 파손, 법면 침하 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년상반기정기점검결과,교량의전반적인현황은 양호한상태로조사되었다.현재구조적으로큰문제가 없는상태이며,기발생된손상에대해일부보수를실시한상태이다. 향후 보수부위에 대해 손상 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검하여야 하며, 특히 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 중분대 파손, 법면 블록의 침하 등에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 특히, A1(상행선)측 신축이음 유간 여유량이 거의 없는 것으로 조사된 바, 이에 대한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적 안전성에는 큰 문제가 없는 상태이며, 기발생된 구조체균열에 대해 전반적으로 보수를 실시한 양호한상태이다. 향후 보수부위에 대해 손상 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검하여야 하며, 특히 A1 신축이음부 유간 여유량 및 교량받침 상태,후타재 균열, 접속부 현황등을 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 일부 부재에서 추가 손상이 발생하였으며, 교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었다. 현재 특이 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태로서, 기 발생된 손상에 대해 보수가 요구되며, 특히 A1 신축이음부 유간 및 교량받침 가동여유량 등에 대해 주기적인 점검을 통한 보수계획 수립이 필요할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2011년 하반기 정기점검 결과, 교량 일부에서 보수가 실시된 상태이나, 미 보수된 구간에서 내구성 및 기능성 증진을 위한 보수가 필요한 상태이다. 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형 내부 이물질퇴적 및 우수유입, 교대 벽체 상면 누수 및 체수, 받침 편기, 교면포장 라벨링 및 균열, 신축이음 단차 및 유간부족, 난간 균열 및 침하, 배수관 부식 및 탈락, 법면보호블럭 파손등이 발생한 상태이다. 특히, 신축이음부 A1 유간부족은 향후 주의관찰이 요구되며 교량받침과 연계한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	주요손상은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm), 가로보 국부적 도장손상, 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 편기, 신축이음 유간여유량 부족, 유도배수관 탈락 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검이 필요함. 특히, 일부 구간(상·하 A1측) 교량받침이 부산 방향으로 최대 75mm 정도 편기된 것으로 조사된 바, 지속적인 주의관찰이 필요하며, 신축이음 일부(상·하 Exp.J1)의 유간여유량이 다소 부족한 것으로 나타난 바, 주의관찰 및 지속적인 유간관리가 필요한 것으로 판단됨
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	주요 손상은 교면포장 라벨링, 유도배수관 탈락, 난간 균열 및 파손, 신축이음 유간 여유량(이론적) 부족 및 단차발생, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm) 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 상·하행선 신축이음의 이론적 유간 여유량이 다소 부족하게 나타났으며, 본체에 단차가 발생된 바, 여유량 확보를 위한 적절한 보수 후 지속적인 관찰이 요구되며, 가동상태는 이상이 없으나, 일부 구간(A1측) 교량받침의 이동량이 다소 크게(부산방향 최대 70mm) 나타난 바, 지속적인 주의관찰이 필요함
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	일부 기 발생 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 보수부는 양호한 상태이나, 미보수된 교면포장 라벨링, 유도배수관 탈락, 난간 균열 및 파손, 신축이음 가동 여유량(이론적) 부족 및 단차발생, 교량받침 이동량 과다, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 누수 및 체수 등의 조사됨. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요며, 신축이음 가동여유량 부족 및 교량받침 이동량 과다 구간은 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망됨
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	정기점검 결과, 하부구조 균열, 신축이음 후타재 접속부 이격 등이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 기존 손상으로 미 보수된 배수관 이음부 누수, 난간 균열 및 파손, 신축이음 가동 여유량(이론적) 부족 및 단차발생, 교량받침 이동량 과다, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 누수 및 체수 등의 손상이 확인된 바, 보수가 필요함. 특히, 신축이음 가동여유량 부족 및 교량받침 이동량 과다 구간은 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망됨

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

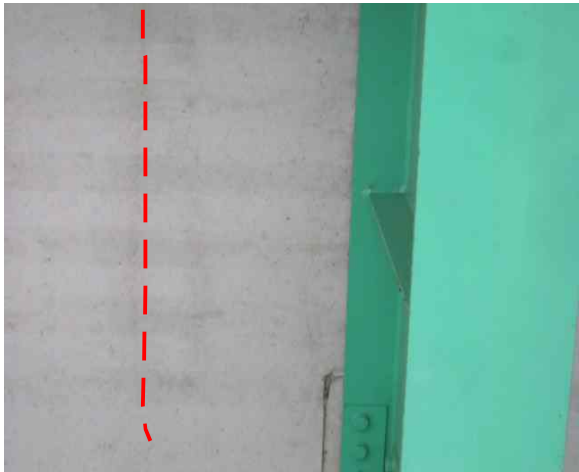
덕산교는 2006년에 준공된 교량연장 140m, 총폭 24.3m의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 덕산리에 위치하며, 최대 경간장 55m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 1.4%의 하향경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더가 3경간 연속으로 시공되어 있으며, 하부구조는 PILE 기초에 T형(교각부) 및 역T형(교대부)으로 시공되었다.

교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

PRE-CAST 콘크리트 거푸집인 LB-DECK로 마감처리된 바닥판 하면은 전반적인 균열보수가 실시되었으며, 보수부는 양호한 상태로 확인되었으나, 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.2mm 정도의 균열이 일부 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	하행선 S2 바닥판하면	위 치	하행선 S2 바닥판하면
현 황	횡방향 균열(폭 0.2mm)	현 황	균열보수 - 양호

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
하 행 선	S1	바닥판하면 종방향 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	S2	바닥판하면 횡방향 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=2.0m	

2) 강재 주형 및 가로보

강재 주형의 내부는 시공초기에 발생한 이물질퇴적이 일부 조사되었으며, 외부는 우수유입 등의 원인에 의한 국부적인 도장손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 강재 주형의 부식에 의한 내구성 감소의 원인이 되므로 재도장 등의 조치 및 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 S3 G2 주형내부	위 치	하행선 S2 G1 주형외부
현 황	이물질퇴적	현 황	좌측면 도장손상
			
주형내부 전경		주형외부 전경	

[표 2.1.2] 강재 주형 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	주형내부 내부표지판 탈락	1	1EA	
	S2	주형외부 도장손상	1	A=0.02m ²	
		주형내부 이물 질퇴적	1	A=0.09m ²	
	S3	주형내부 이물 질퇴적	1	A=2.0m ²	
하행선	S1	주형외부 도장손상	1	A=0.15m ²	
		주형내부 이물 질퇴적	1	A=0.04m ²	
	S2	주형외부 도장손상	2	A=0.07m ²	

[표 2.1.3] 강재 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
하행선	S1	도장손상	1	A=0.01m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 홍벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.4] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 5.0℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	35	55	60	70	
A2	75	105	70	110	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 신축량이 가장 큰 A1지점에서 상행선이 약 35mm, 하행선이 약 60mm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(5℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 42mm 정도이며, 상행선에서 약 7mm 정도의 가동여유량이 부족한 것으로 확인된 바, 가동여유량 확보를 위한 적절한 조치 및 이동량에 대한 주의관찰이 요망된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

역T형 구조로 시공된 교대는 건조수축에 의한 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 보수부 재균열이 일부 조사되었으며, 신축이음 하부 유도배수관 길이 부족에 의한 체수 흔적이 다수 조사된 바, 균열에 대한 보수 및 유도배수관 정비 등의 조치가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1 벽체 상면	위 치	상행선 A2 벽체
현 황	체수 흔적	현 황	보수부 재균열(폭 0.1mm)
			
상행선 A1 전면 전경		하행선 A2 전면 전경	

[표 2.1.5] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열(폭 0.3mm 미만) 체수 흔적	2 1	L = 2.0 m A = 1.44 m ²	
	A2	균열(폭 0.3mm 미만) 체수 흔적	3 2	L = 1.8 m A = 3.44 m ²	
하행선	A1	범면 이격	1	L = 3.0 m	
	A2	체수 흔적	3	A = 1.90 m ²	

2) 교각

T형 구조로 시공된 교각은 전반적인 보수가 실시되었으며, 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었으나, 미 보수된 폭 0.3mm 미만의 균열이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 건조수축등에 의한 손상이 동결융해 등의 환경적인 원인에 의해 일부 진전된 손상으로 내구성 확보를 위한 조치가 필요하다.

			
위 치	상행선 P2 코핑부	위 치	상행선 P2 코핑부
현 황	균열 보수 - 양호	현 황	재료분리 보수 - 양호
			
위 치	상행선 P2 기둥부	위 치	하행선 P1
현 황	균열 보수 - 양호	현 황	교각 전경

[표 2.1.6] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.5m	
하행선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	5	L=2.4m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량 받침은 POT BEARING 형식으로 일부 무수축물탈 균열에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부는 양호한 상태이나, 국부적인 무수축물탈 보수부 재균열이 일부 조사되었으며, 교량받침의 편기(상·하행선 A1측 부산방향으로 최대 70mm정도)된 상태인 바, 가동여유량 확보를 위한 프리세팅 및 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

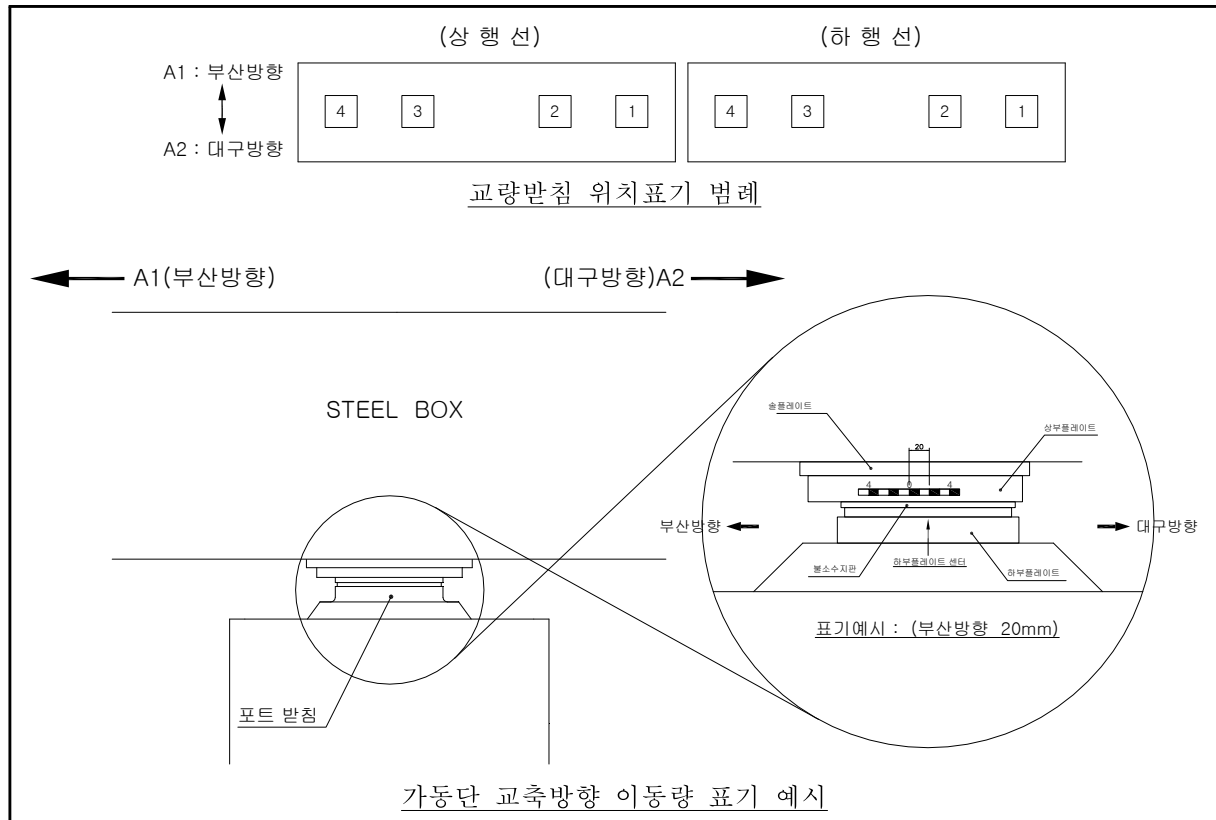
			
위 치	상행선 A2 SH1	위 치	상행선 A2 SH2
현 황	편기량 약 70mm(부산방향)	현 황	편기량 약 66mm(부산방향)
			
위 치	상행선 P2-SH	위 치	하행선 P2-SH3
현 황	무수축물탈 보수부 재균열(폭 0.1mm)	현 황	무수축물탈 균열 보수 - 양호

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	P2	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.2m	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.7], [표 2.1.8]과 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 5℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	70	-	60	-	62	-	48	±100mm
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	
P2	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
A2	18	-	24	-	27	-	23	-	

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 5℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	52	-	54	-	65	-	70	±100mm
P1	-	10	-	13	-	20	-	20	
P2	좌우	좌우	좌우	좌우	FIX	FIX	FIX	FIX	
A2	12	-	10	-	17	-	29	-	

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하나, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차이에 의한 영향만을 고려하여 검토하였다.

■ A1 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
 - 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 5°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $5^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 15^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 35^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 15 \times 100000 = 18.0\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 35 \times 100000 = 42.0\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($40+60=100\text{m}$), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A1 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 18.0mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 42.0mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동여유량은 온도 하강시에는 약 112.0mm의 여유량을 확보하고 있으나, 온도상승시에는 약 12.0mm의 가동여유량 부족이 확인된 바, 편기량에 대한 지속적인 주의관찰 및 원활한 가동을 위한 대책이 요망된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 포장면은 외관조사 결과, 2012년 상반기에 기 발생한 손상에 대한 전반적인 보수가 실시되었으며, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 향후 중차량의 지속적인 윤회중 등에 의한 손상의 재발생 여부 및 추가 손상에 대한 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선	위 치	하행선 S3
현 황	교면포장 전경	현 황	교면포장 재포장 - 양호

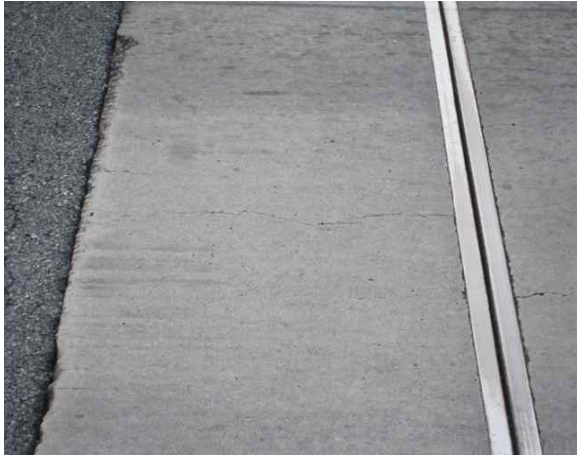
2) 신축이음

① 본체

신축이음장치는 Rail Joint Type 형식으로서, 상·하행선 A1 구간에서 가동여유량 부족이 확인되었으며, 상행선 A1 구간은 단차가 조사되었다. 이는 측정당시(평균기온 5.0℃) 여유량은 5~8mm 정도로서 이론적 신축량과 비교시 약 34~37mm 정도가 부족한 상태인 바, 가동여유량 확보를 위한 적절한 조치 후 지속적인 유간관리가 필요한 것으로 판단된다.

② 후타재

후타재 콘크리트 전구간에 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열이 다수 발생한 상태이며, 접속부 이격이 일부 확인되었다. 기 발생된 손상은 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	하행선 Exp.J1(A1)	위 치	상행선 Exp.J1(A1)
현 황	신축이음 전경	현 황	단차 발생
			
위 치	상행선 Exp.J1(A1)	위 치	하행선 Exp.J2(A2)
현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.2mm)	현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.2mm)

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	EJ.1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속도로 이격 및 단차	6 1	L=3.6m L=5.0m	
	EJ.2 (A2)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	11	L=6.6m	
하행선	EJ.1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	8	L=4.8m	
	EJ.2 (A2)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	17	L=10.2m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	5	8	No. 100
J2 (A2)	32	28	No. 70

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공된 지가 7년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ A1 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 11월 12일, 일평균기온 : 5°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $5^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 15^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 35^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 15 \times 100000 = 18.0\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 35 \times 100000 = 42.0\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($40+60=100\text{m}$), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A1 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 18.0mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 42.0mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 77.0mm 정도로 양호한 상태이나, 온도 상승시에는 상·하행선 A1의 여유량이 약 37.0mm 정도 부족한 상태로 나타난바, 적절한 조치 후 지속적인 유간관리가 필요한 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트로 시공된 방호벽은 하행선에 방음벽이 설치되어 있으며, 주요 손상현황은 건조수축 등의 원인에 의한 균열, 표면균열 및 성토부 침하에 의한 콘크리트 파손, 단차, 실란트 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선 S1 방호벽	위 치	상행선 S3 중분대
현 황	수직균열	현 황	콘크리트 파손
			
위 치	상행선 S1 방호벽	위 치	하행선 S1 접속부 방호벽
현 황	표면균열	현 황	단 차

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상행선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=15.0m	
		콘크리트 파손	1	A=2.0㎡	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=6.5m	
		콘크리트 파손	2	A=10.0㎡	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=6.0m	
		콘크리트 파손	1	A=0.35㎡	
하행선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	3	L=4.0m	
		실란트 파손	1	L=1.2m	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.0m	
		표면균열	1	A=0.8㎡	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	3	L=5.0m	

4) 배수시설

배수시설은 육교형으로 시공되어 있다. 금회 조사된 주요 손상현황은 월류에 의한 누수 흔적이 일부 조사되었으며, 유도배수관 길이부족에 의한 하부 구조 체수 흔적 등의 손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 배수관 정비 등의 조치가 요망된다.

			
위 치	상행선 S1	위 치	상행선 S2
현 황	누수흔적	현 황	누수흔적

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S1	용접부 누수 연결핀 탈락	1	
	S2	누수흔적	1	

5) 옹벽 및 기타(옹벽, 차수판, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

상·하행선 교대간의 L형 옹벽, A1 보강토 옹벽, A2 콘크리트 옹벽이 시공되어 있으며, 콘크리트 옹벽 조인트부 실란트 파손 및 콘크리트 들뜸, 보강토 옹벽 블록 균열 및 백태, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 하행선 방음벽 판넬 파손, 일부 구간 법면보호블럭 침하 및 이격, 점검계단 파손 등의 손상이 확인되었다.

			
위 치	하행선 A2 방음벽	위 치	시점부 상행선 접속옹벽 조인트부
현 황	판넬 파손	현 황	콘크리트 들뜸
			
위 치	시점부 교대 하부 옹벽	위 치	시점부 교대 하부 옹벽
현 황	보강토 블록 균열	현 황	보강토 블록 파손

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	EJ.1(A1)	차수판 앵커탈락 및 체결불량	1	3EA	
		법면침하	1	1EA	
	A2	점검계단 침하 및 파손	1	A=1.0m ²	
		보호블럭 탈락	1	1EA	
하행선	A1	법면보호블럭 이격	1	L=1.0m	
옹벽		균열	1	L=2.5m	
		누수 백태	2	A=2.9m ²	
		실란트파손	1	L=5.0m	
		콘크리트 들뜸	1	A=0.25m ²	
		블록 파손	1	1EA	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 폭 0.1~0.2mm 균열 ■ 주형: 내부 이물질퇴적, 외부 도장손상 ■ 교대: 균열, 보수부 재균열, 누수, 체수 ■ 교각: 폭 0.1~0.2mm 균열, 재료분리 ■ 교량받침: 무수축물탈 균열, 편기(A1) ■ 교면포장: 라벨링 일부 발생 ■ 신축이음: 본체 가동여유량 부족(A1), 단차(상행선 A1), 누수 후타재 균열, 접속부 이격 ■ 난간: 균열, 콘크리트 들뜸, 파손, 단차 ■ 배수시설: 이음부 누수, 연결핀 체결불량 ■ 기타: 옹벽 누수 및 백태, 실란트 파손, 보강토 블록 균열 및 백태, 법면 이격 및 침하, 점검계단 파손	■ 바닥판: <u>일부 구간 보수 실시</u> 폭 0.2mm 균열 ■ 주형: 내부 이물질퇴적, 외부 도장손상 ■ 교대: 균열, 보수부 재균열, 누수, 체수 ■ 교각: <u>일부 구간 보수 실시</u> 폭 0.3mm 미만 균열 ■ 교량받침: 무수축물탈 보수부 재균열 (A1측) 편기(부산방향 최대 70mm) ■ 교면포장: <u>전반적인 재포장 실시</u> ■ 신축이음: <u>본체 가동여유량 부족(A1)</u> <u>단차(상행선 A1)</u>, 누수 후타재 균열, 접속부 이격 ■ 난간: 균열, 콘크리트 들뜸, 파손, 단차 ■ 배수시설: 월류에 의한 누수흔적 ■ 기타: 콘크리트 옹벽 조인트부 실란트 파손 및 콘크리트 들뜸, 보강토 옹벽 블록 균열 및 백태, 파손, 하행선 방음벽 판넬파손, 법면 보호블록 침하, 이격, 점검계단 파손
기 시행된 점검 이후 일부 구간 보수를 실시하였으며, 손상현황의 특이할 만한 진전은 없으나, 일부 교량받침(상·하 A1측)의 편기 및 신축이음(상·하 A1측)의 가동 여유량이 다소 부족한 것으로 나타난 바, 지속적인 주의관찰 및 적절한 조치가 필요하다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판은 27.3~33.5MPa 하부구조 교대 및 교각은 26.8~27.7MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판 ⇒27 MPa, 교대 및 교각 ⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상부구조	1	바닥판하면	S1	58.0	29.0	35.1	32.0	
	2	바닥판하면	S2	51.3	24.9	29.7	27.3	
	3	바닥판하면	S3	53.7	26.4	31.6	29.0	
하부구조	4	교 대	P1	51.3	24.9	29.7	27.3	
	5	교 각	P2	51.9	25.2	30.1	27.7	
	6	교 각	A2	51.1	24.7	29.5	27.1	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상부구조	1	바닥판하면	S1	59.2	29.8	36.0	32.9	
	2	바닥판하면	S2	59.5	29.9	36.3	33.1	
	3	바닥판하면	S3	60.0	30.3	36.7	33.5	
하부구조	4	교 각	P1	50.6	24.4	29.1	26.8	
	5	교 각	P2	51.4	24.9	29.8	27.4	
	6	교 대	A2	51.6	25.0	29.9	27.5	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 6mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.5	4.0	3.5	a
2	바닥판하면	S3	8	0.3	4.0	3.7	a
3	교 대	A1	8	0.6	10.0	9.4	a
4	교 대	A2	8	0.2	10.0	9.8	a
5	교 각	P1	8	0.3	10.0	9.7	a
6	교 각	P2	8	0.5	10.0	9.5	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S3	8	0.5	4.0	3.5	a
3	교 대	A1	8	0.3	10.0	9.7	a
4	교 대	A2	8	0.5	10.0	9.5	a
5	교 각	P1	8	0.5	10.0	9.5	a
6	교 각	P2	8	0.6	10.0	9.4	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급 산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	a	a	a	a	b	c	d	c	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	a	b	a	a	b	c	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
STB[3]	강상자형교	a	b	a	a	a	c	N/A	b	a	Q	a	a	-	-
STB[4]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	a	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.100	0.167	0.100	0.100	0.167	0.400	0.450	0.200	0.175	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.018	0.033	0.005	0.007	0.005	0.008	0.041	0.018	0.035	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.177	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.177로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	b	b	b	a	a	b	d	c	a	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	b	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
STB[3]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	a	a	Q	a	a	-	-
STB[4]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	a	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.167	0.167	0.133	0.100	0.100	0.200	0.450	0.175	0.150	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.030	0.033	0.007	0.007	0.003	0.004	0.041	0.016	0.030	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.177	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.2.2 상태평가 결과

[표 3.2.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.177로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과		
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 폭 0.2mm 균열 일부 발생		
		주 형	▪ 내부 이물질퇴적, 외부 도장손상		
		가 로 보	▪ 도장손상		
	하 부 구 조	교 대	▪ 균열, 보수부 재균열, 누수 및 체수		
		교 각	▪ 폭 0.1~0.2mm균열 일부 발생		
	교량받침		▪ 편기(상·하 A1 부산방향 최대 70mm), 무수축물탈 균열		
	기 타 부 재	교면포장	▪ 특별한 손상이 없는 양호한 상태임		
		신축이음	▪ 본체 : 단차발생(상행선 A1), 유간여유량 부족(상·하 A1) ▪ 후타재 : 균열 및 접속부 이격		
		난 간	▪ 균열 및 표면균열, 콘크리트 들뜸, 파손, 단차 발생		
		배수시설	▪ 월류에 의한 누수흔적, 유도배수관 길이부족		
부속시설		▪ 콘크리트 옹벽 조인트부 실란트 파손, 콘크리트 들뜸 ▪ 보강토 옹벽 블록 균열, 백태 및 파손 ▪ 방음벽 판넬 파손(하행선), 범면 침하, 이격, 점검계단 파손			
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	상 행	상부 : 27.3~32.0MPa	하 행	상부 : 32.9~33.5MPa
			하부 : 27.1~27.7MPa		하부 : 26.8~27.5MPa
		평 가		각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.	
	콘크리트 탄 산 화	상 행	상부 : 3~5mm(피복40mm)	하 행	상부 : 3~5mm(피복40mm)
			하부 : 2~6mm(피복100mm)		하부 : 3~6mm(피복100mm)
평 가		현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남.			
상태 평가 결과	환산결함도 점수	▪ 상행선 0.177 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.177 ▷ 「B」 등급			

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주된 손상현황은 바닥판하면 균열, 주형 내부 이물질퇴적, 주형외부 및 가로보 국부적 도장손상, 교대 및 교각 균열, 교량받침 편기(상·하행선 A1), 신축이음 본체 가동여유량 부족(상·하행선 A1) 및 단차(상행선 A1) 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 교량받침에 발생한 편기 및 신축이음 본체 가동여유량 부족, 단차 등의 손상은 가동여유량 확보를 위한 프리세팅 등의 조치 및 주의관찰을 통한 유간관리가 필요한 것으로 판단된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

덕산교는 2006년에 준공된 교량연장 140m, 총폭 24.3m의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 덕산리에 위치하며, 최대 경간장 55m의 1종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
상부 구조	주형외부		도장손상		m ² (개소)	0.02 (1)	도장보수	
	주형내부		이물질 퇴적		m (개소)	2.09 (2)	정비	
			내부 표지판 탈락		개소	1	정비	
하부 구조	교대,교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	4.3 (6)	표면처리	
			체수		m ² (개소)	4.88 (3)	주의관찰	
교량받침			균열	0.3mm미만	m (개소)	0.2 (2)	표면처리	
기타 부재	난 간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	27.5 (18)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	0.8 (1)	표면처리	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	12.35 (4)	단면보수	
	신축이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	10.2 (17)	표면처리	
			접속도로 이격		m (개소)	5.0 (1)	실란트 재충진	
		본 체	단차		m (개소)	7.0 (1)	주의관찰	
부속 시설			범면침하		개소	1	주의관찰	
			점검계단 침하 및 파손		m ² (개소)	1.0 (1)	주의관찰	
			차수관 앵커 탈락		개소	3	정비	
			배수관 용접부 누수		개소	1	정비	
			배수관 연결핀 탈락		개소	1	정비	
옹 벽			균열	0.3mm 미만	m (개소)	2.5 (1)	표면처리	
			누수 백태		m ² (개소)	3.76 (6)	표면처리	
			실란트 파손		m (개소)	10.0 (2)	실란트 재충진	
			콘크리트 들뜸		m ² (개소)	0.25 (1)	단면보수	
			블록 파손		개소	1	정비	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
상 부 구 조	바 닥 판		균열	0.3mm 미만	m (개소)	3.0 (2)	표면처리	
	주형 외부		도장손상		m ² (개소)	0.22 (3)	재도장	
	주형 내부		이물질퇴적		m ² (개소)	0.04 (1)	정비	
	가로보		도장손상		m ² (개소)	0.01 (1)	도장보수	
하 부 구 조	교대,교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	2.4 (5)	표면처리	
			채수		m ² (개소)	1.9 (3)	주의관찰	
			범면보호블럭이격		개소	1	주의관찰	
			간격재미제거		개소	1	정비	
기 타 부 재	난 간		균열	0.3mm미만	m (개소)	12.0 (9)	표면처리	
			단차 및 실란트 파손		m (개소)	1.2 (1)	실란트 충전	
	신축이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	15.0 (25)	표면처리	

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단시 구조부재별 중점 유지관리 항목

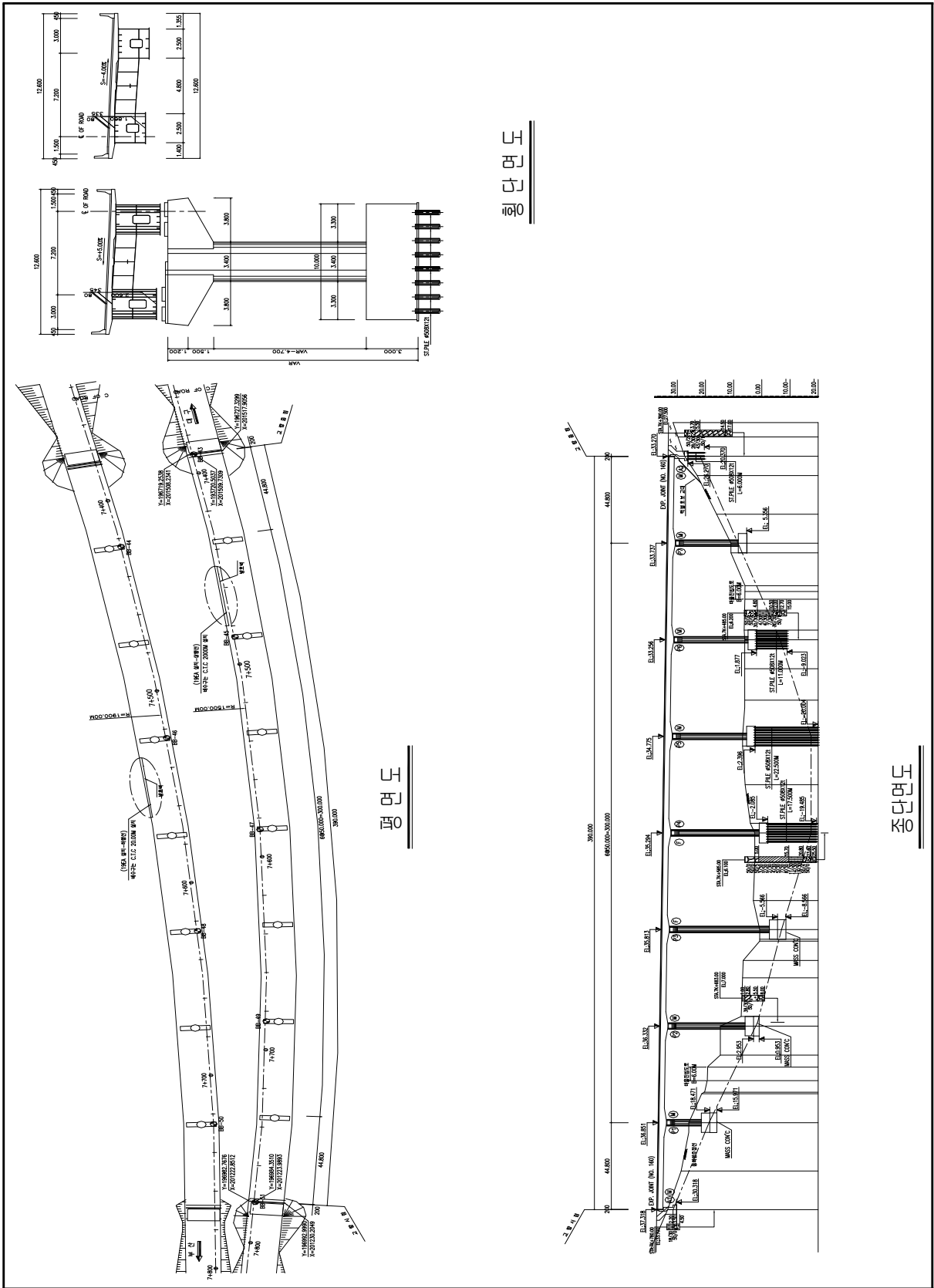
구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링, 포트홀, 패임 ◦ 신축이음 접속부 파손	· 차량주행성 저하 여부 · 손상부위 진행성 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 콘크리트 방호벽 균열 ◦ 콘크리트 표면균열 백태	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부 · 하부 구조체에 의한 손상여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 미설치로 체수 (하행선 P1,2)	· 결함부위 확대에 여부 · 정비관리 주기적 확인여부	육안조사
신축이음	◦ 유간여유량 부족 ◦ 후타재 균열 및 단차	· 여유량 검토 · 손상의 진전여부	육안조사
바닥판	◦ 균열 ◦ 콘크리트 국부파손	· 균열의 확대여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
강재 거더	◦ 도장손상 및 이물질퇴적	· 결함부위 확대 및 2차손상 (녹발생, 박락)여부 확인	육안조사
교량받침	◦ 교량받침 편기 ◦ 받침콘크리트 균열	· 이동여유량 검토 · 균열부 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 균열 ◦ 콘크리트 국부파손	· 손상부 진전유무	육안조사
기타	◦ 법면 침하 ◦ 점검계단 침하 및 파손 ◦ 옹벽 누수 및 백태	· 손상의 진전 유무 지속적 관찰	육안조사

2. 소감천교

소감천교 현황표

작성일 : 2013년 11월 18일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		소 감 천 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001045 하행선 : BR2006-0001046	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 2	
시설물위치		경남 김해시 상동면 매리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 7+390.0~7+780.0 부산기점 13.859~14.249 km	
제원	연장	L = 390.0 m (45+6@50+45 = 390.0 m)					
	폭	B = 25.2 m, 4차로					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	확대(A1),강관파일(A2)	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	강관파일(P4,5,6), 확대	
교량받침		포트받침		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		공장진입도로 횡단		통과높이		35.0m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					
■ 중점 점검사항 - 바닥판 : 균열부 진전 여부 - 강재주형 : 도장손상 및 부식 진전여부, 이상음 발생여부 - 교대 및 교각 : 균열부 진전여부, 시설물 주변 외부인 출입여부 - 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 들뜸 및 파손 진전여부 - 교면포장 : 라벨링, 포트홀, 패임, 아스콘 종균열 진전여부 - 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검 - 난간 : 균열, 파손, 들뜸부위 진전여부 - 배수시설 : 배수기능 및 하부구조 영향 점검 - 기타 : 지반침하 및 변형							



[소감천교 종·평면도]

소감천교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



교량점검차를 이용한 외관조사



슈미트햄머를 이용한 반발경도 시험

목 차(소감천교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	119
1.2 자료수집 및 분석	125

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	129
2.2 내구성조사 결과	152

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	155
3.2 하행선 상태평가	156

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	157
4.2 결 언	158

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	159
5.2 유지관리방안	162

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

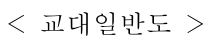
1.1.1 일반사항

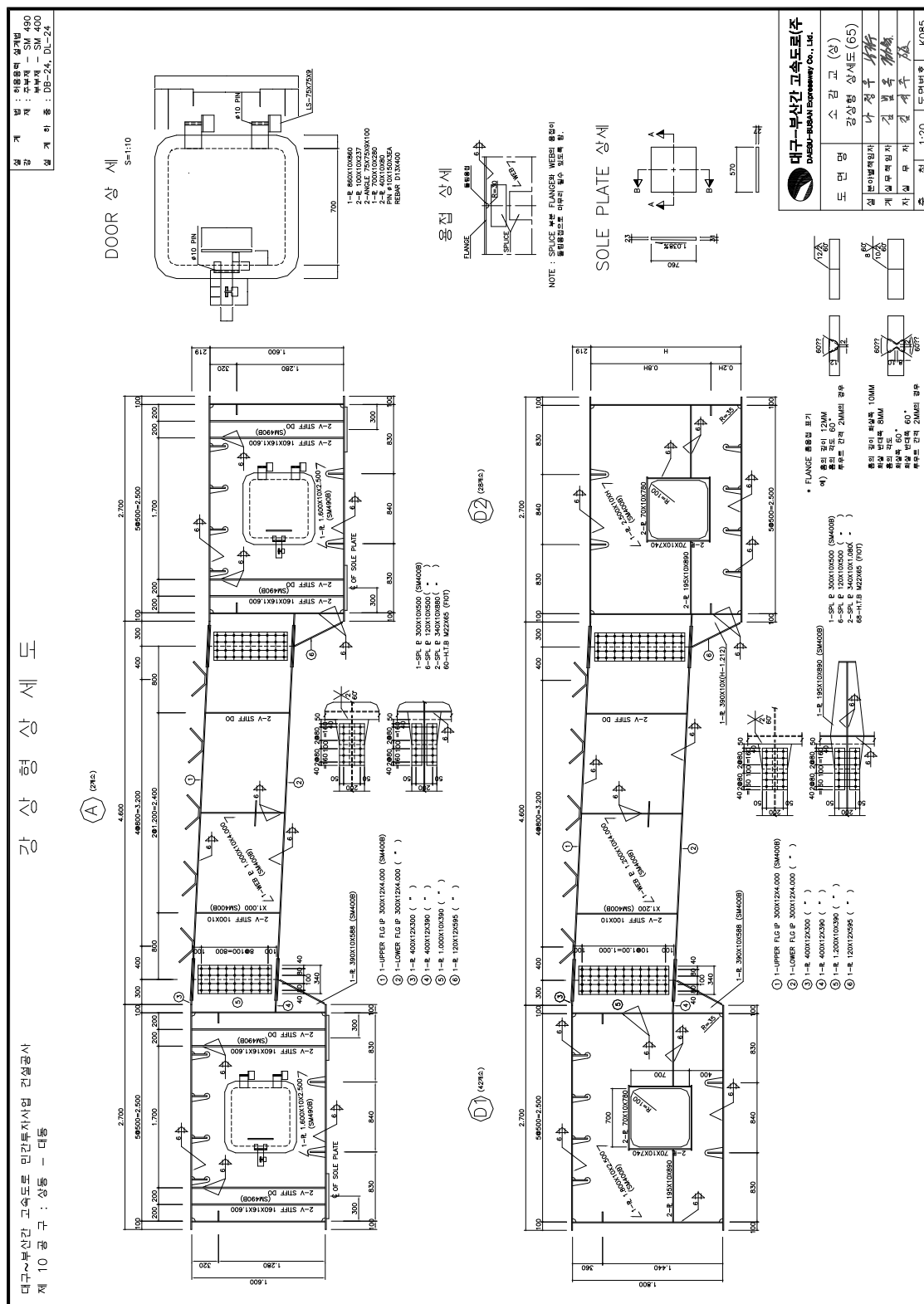


<그림 3.1.1.1> 소감천교 전경

[표 3.1.1.1] 소감천교 기본현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		소 감 천 교		설 계 하 중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 7+390.0~7+780.0		종 별 구 분	1종 시설물		
	관 리 이 정	부산기점 13.859~14.249 km					
시 설 물 관 리 번 호		dbw BR. 2		시설물번호		상행선 : BR2006-0001045 하행선 : BR2006-0001046	
상 부 구 조	형 식	STEEL BOX GIRDER					
	연 장	45.0+6@50.0+45.0=390.0m		교 폭		12.6m(상)+12.6m(하)	
하 부 구 조	교 각	T형		기 초 형 식	교 각	강관파일(P4,5,6), 확대	
	교 대	역T형			교 대	확대(A1),강관파일(A2)	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트	
교차조건		공장진입도로 횡단		교 고		35.0m	
설 계 사		(주)바우컨설턴트		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)동일기술공사, (주)용마엔지니어링		시 공 자		두산중공업(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		-1.0380%		횡단구배		+5.0%(상행), -4.0%(하행)	





< 강상형 상제도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2006. 09. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 05. 10 ~ 2007. 06. 30	정기점검	-
4	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 03. 10 ~ 2008. 06. 30	정기점검	-
6	2008. 09. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 03. 10 ~ 2009. 06. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
10	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
12	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
14	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 02. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2008.04	· 교대 및 교각 균열 표면처리	은산토건
2	2008.06	· 주형 변형 및 환풍망 정비, 도장손상 보수	두산메카텍
3	2008.11	· 교면포장 파손 팻칭	-
4	2009.07	· 받침 파손 단면보수	-
5	2010.05	· 교대, 교각, 바닥판하면 균열 및 파손 표면처리, 단면보수	은산토건
6	2011.03	· 교대, 교각, 받침, 바닥판하면 균열 표면처리, 체수 정비	은산토건
7	2011.05	· 주형 도장손상 보수	두산메카텍
8	2012.06	· 교면포장, 교각 채포장, 균열보수	
9	2013.03	· 교대 및 교각 균열보수, 교대 체수처리, 받침콘크리트 보수	우원SOC(주)

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

소감천교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, Steel Box 주형은 허용응력법으로 설계되었다. 강재주형의 주부재는 SM490이며, 부부재는 SM400을 기준으로 설계되었다. 내진설계는 단일모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 3, 가속도계수는 0.154를 적용하여 내진 I 등급교로 설계하였으며, 교량받침은 POT 받침을 사용하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유 근 무	A	소감천교(상)는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 공용년수 증가로 일부 부재에서 손상현황이 추가 발생되었으나, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 진행 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 진행 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 진행 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 본체 고무재 파손, 후타재 파손 및 박리, 바닥판 하면 균열 진행 여부 등에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 본체 고무재 파손, 후타재 파손 및 박리, 바닥판 하면 균열 진행 여부 등에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 본체 고무재 파손, 후타재 파손 및 박리, 바닥판 하면 균열 진행 여부 등에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 배수구 주변 정리, 텔리네이트 교체 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 특히, A2(하행선)측 법면 주위 토사유출 현상이 기존 점검 시와 금번 점검 시 동일하게 조사된 바, 이에 대한 주의 관찰이 필요할 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으며, 전반적으로 구조체 균열 보수가 실시된 양호한 상태로 조사되었다. 이에 상부 포장면 현황(폐임,후타재 균열,파손) 및 배수관련(누수,막힘,길이부족)현황의 주기적인 점검을 통한 유지관리를 한다면 내구성을 저해 할만한 현상은 없는 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 바닥판 하면 및 교대에 균열 보수가 실시된 상태이며, 일부 미보수 손상이 조사된 구간에 대해서 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수가 필요한 것으로 판단되며, 보수 실시 후 재 발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검이 필요하다. 상부 포장면 현황(폐임,후타재 균열,파손) 및 배수관련(막힘,고정고리탈락)현황의 주기적인 점검을 통한 유지관리를 한다면 시설물의 기능 유지에 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 바닥판하면, 교대 및 교각에 대한 보수가 실시된 상태이나, 미보수된 손상은 내구성 증진을 위한 보수가 필요한 상태이다. 주요 손상으로는 주형내부 이물질퇴적, 주형외부 도장손상 및 강재 변형, 교면포장 라벨링, 포트홀 및 접속 아스콘 파손, 방호벽, 균열 및 백태, 교량받침 편기, 신축이음 본체 부식 및 유간 부족, 후타재 균열 및 파손 등이 발생한 상태이다. 특히, 하행선 A2측에서 확인된 신축이음 유간 부족 및 교량받침 편기는 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	주요 손상은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm), 주형 외부 국부적 도장손상 및 내부 이물질퇴적, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm), 누수흔적, 교량받침 편기(상·하 A2 대구방향 약 80mm), 신축이음 유간여유량 부족, 유도배수관 길이부족 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검이 필요함. 특히, 온도 상승시 일부 구간(하 A2측) 교량받침 편기구간에 대한 지속적인 주의관찰 및 신축이음 유간여유량 부족구간(상·하 Exp.J2 A2측)에 대한 적절한 조치 후 지속적인 유간관리가 요망됨
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	주요 손상은 교면포장 라벨링 및 패임, 배수관 길이부족, 난간 균열 및 백태, 신축이음 이론적 유간 여유량 부족, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm) 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 일부 신축이음의 경우, 이론적 유간 여유량이 다소 부족하게 나타났으며, 일부 교량받침의 이동량이 다소 크게 나타난 바, 지속적인 주의관찰을 통한 손상 발생 유무 확인이 필요한 것으로 판단됨
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	교면포장 라벨링 및 패임, 배수관 길이부족, 연결재 및 연결핀 탈락, 난간 균열 및 백태, 신축이음 이론적 가동 여유량 부족, 교량받침 이동량 과다, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm) 등의 손상이 조사되었으며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 신축이음(하행선 A2)의 경우, 이론적 가동 여유량이 다소 부족하게 나타났으며, 교량받침(상·하행선 A2)의 이동량이 과다한 것으로 조사된 바, 지속적인 주의관찰이 요망됨
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	하부구조의 보수부 재균열 및 균열이 추가 발생하였으며, 기존 손상인 교면포장 라벨링 및 패임, 배수관 손상, 난간 균열 및 백태, 신축이음 여유량 부족, 교량받침 무수축물탈 균열, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm) 등의 손상이 확인된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 유지관리가 필요함. 특히, 상·하행선 A1, A2측 신축이음의 경우 여유량이 다소 부족한 것으로 조사된 바, 지속적인 점검을 통한 여유량 확인 및 주의관찰이 필요하며, 상·하행선 A2구간 받침 이동량의 경우도 전회 점검과 비교시 다소 여유량이 확보된 것으로 조사되었으나, 여유량 및 가동상태에 대한 주의관찰 및 필요시 적절한 조치가 필요함

제 2 장 현장조사 및 시험

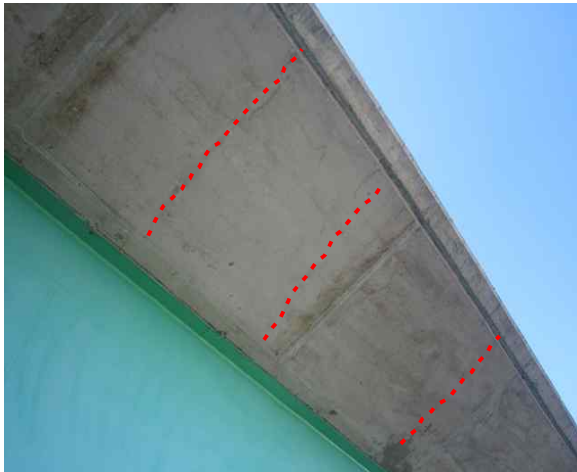
2.1 외관조사 결과

소감천교는 2006년에 준공된 교량연장 390m, 총폭 25.2m(상·하행 각 12.6m)의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 매리에 위치하며, 최대 경간장 50m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 곡선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 1.038%의 하향경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더가 8경간 연속으로 시공되어 있으며, 하부구조는 PILE 및 확대기초에 T형(교각부) 및 역T형(교대부)으로 시공되었다. 교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

PRE-CAST 콘크리트 거푸집인 LB-DECK로 마감처리된 바닥판하면은 기 발생한 균열에 대한 보수가 실시되었으며, 보수상태는 양호하나, 캔틸레버부에 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.3mm 미만의 균열 및 재료분리 등의 손상이 추가 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

	
위 치	상행선 S2 캔틸레버부
현 황	횡방향 균열(폭 0.1mm)

			
위 치	상행선 S2 캔틸레버부	위 치	하행선 S7 바닥판하면
현 황	재료분리	현 황	균열보수 - 양호

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생 개소	수 량	비 고
상행선	S2	균열(폭 0.3mm미만) 재료분리	20 1	L=20.0m A=0.6m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만)	10	L=10.0m	
	S4	균열(폭 0.3mm미만)	20	L=20.0m	
	S5	재료분리	1	A=0.5m ²	
	S6	균열(폭 0.3mm미만)	10	L=10.0m	
	S8	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	
하행선	S1	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=2.7m	
	S3	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	S4	재료분리	1	A=0.03m ²	

2) 강재 주형 및 가로보

강재 주형 내부는 시공초기에 발생한 이물질퇴적이 일부 조사되었으며, 외부는 우수유입 및 차량충돌 등의 원인에 의한 부식 및 도장손상이 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 정비가 필요하며, 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다. 특히, S1 구간 하부(레미콘 공장)는 차량 통행 제한 표지판 설치 등의 조치가 필요하다.

			
위 치	상행선 S3 G2 주형외부	위 치	상행선 S4 G2 주형외부
현 황	부 식	현 황	볼트 부식
			
위 치	하행선 S1 G1 주형외부	위 치	하행선 S8 G2 주형내부
현 황	도장 손상	현 황	이물질퇴적

	
상행선 G1 주형내부 전경	하행선 G2 주형내부 전경

[표 2.1.2] 강재 거더 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S3	주형외부 도장불량	2	A=1.04m ²	
	S4	주형외부 도장손상	5	A=1.03m ²	
	S5	주형외부 도장손상	2	A=0.05m ²	
	S6	주형외부 도장손상	1	A=0.07m ²	
	S8	주형외부 도장손상	2	A=0.02m ²	
하행선	S1	주형외부 도장손상	2	A=2.15m ²	
	S3	주형외부 보수 미흡	1	A=0.25m ²	
	S4	주형외부 보수 미흡	1	A=1.0m ²	
	S8	주형내부 이물질퇴적 주형외부 도장손상	1 4	A=0.04m ² A=0.04m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 흉벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 5℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	185	205	160	220	
A2	140	160	125	195	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 신축량이 가장 큰 A2지점에서 상행선이 약 14.0cm, 하행선이 약 12.5cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(5.0℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 8.2cm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

역T형 구조로 시공된 교대는 기 발생 균열에 대해 전반적인 보수가 실시된 상태이며, 보수부는 양호한 상태이나, 시공이음부 구간에 발생한 국부적인 균열, 유도배수관 길이부족에 의한 체수 및 누수흔적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하며, 유도배수관을 통한 우수유입은 하부 구조의 열화 원인이 되므로 정비가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1	위 치	상행선 A2
현 황	흙벽 균열(폭 0.2mm)	현 황	누수 흔적
			
위 치	상행선 A1	위 치	하행선 A2
현 황	흙벽 백태	현 황	체 수

			
위 치	상행선 A2	위 치	하행선 A2
현 황	균열 보수 - 양호	현 황	균열 보수 - 양호
			
상행선 A1 전면 전경		하행선 A1 전면 전경	

[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열 (폭 0.3mm 미만)	1	L=0.4m	
		백태	1	A=0.06m ²	
	A2	균열 (폭 0.3mm 미만)	2	L=2.0m	
		누수흔적, 체수	2	A=5.1m ²	
하행선	A2	체수	1	A=1.36m ²	

2) 교각

T형 구조로 시공된 교각은 기 발생한 균열에 대한 보수가 전반적으로 실시되었으며, 보수상태는 양호하나, 미보수된 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열 및 보수부 재균열, 표면균열이 일부 조사되었다. 기 발생한 균열은 건조수축 등에 의한 손상이 동결융해 등의 원인에 의해 진전된 것으로 구조적 안전성에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 P5 코핑부	위 치	상행선 P7 코핑부
현 황	보수부 재균열(폭 0.1mm)	현 황	수직균열(폭 0.1mm)
			
위 치	상행선 P1 기둥부	위 치	하행선 P5 코핑부
현 황	균열 보수 - 양호	현 황	균열 보수 - 양호

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.5m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=2.0m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=3.5m	
	P5	균열(폭 0.3mm미만)	13	L=8.0m	
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	5	L=3.0m	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=1.8m	
하 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.0m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=3.1m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	8	L=5.6m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.5m	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	3 2	L=3.0m L=2.2m	
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.5m	
	P7	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	3 1	L=2.0m A=5.0m ²	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

POT BEARING 형식으로 시공된 교량 받침은 무수축물탈 및 받침콘크리트에 대한 균열보수가 일부 실시된 상태이며, 보수부는 양호하나, 국부적인 무수축 물탈 및 받침 콘크리트 균열, Plate 부식 등의 손상이 일부 조사되었으며, 교량받침(상·하행선 A2)이 설계상태와 비교시 대구방향으로 최대 50mm 정도가 편기된 상태인 바, 기 발생한 손상에 대한 보수 및 본체 가동여유량 확보를 위한 프리세팅이 필요하며, 가동여유량에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

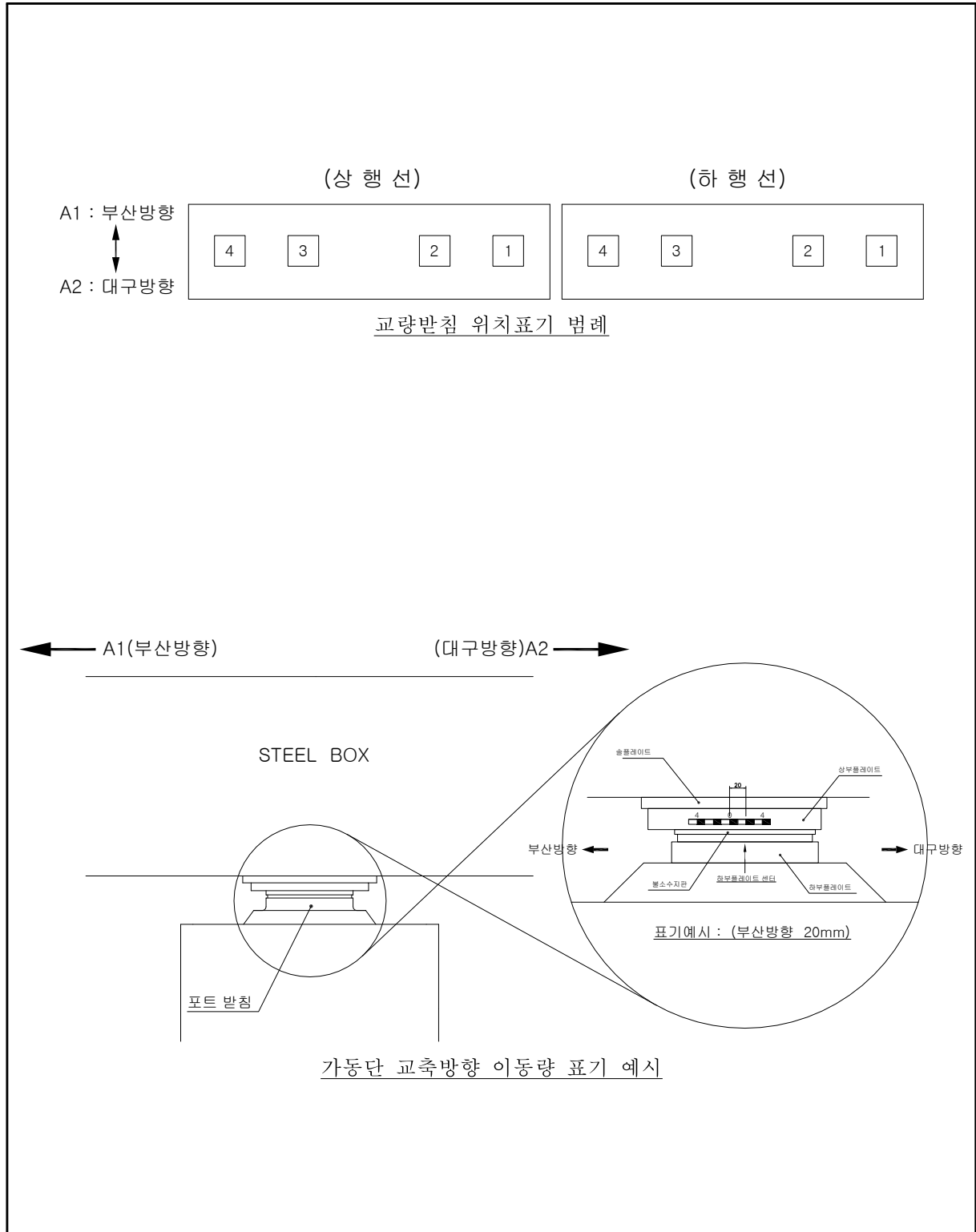
			
위 치	하행선 A2 SH3 교량받침	위 치	하행선 A2 SH4 교량받침
현 황	편기(편기량 50mm)	현 황	편기(편기량 50mm)
			
위 치	상행선 A2 SH1 교량받침	위 치	하행선 A2 SH4 교량받침
현 황	무수축물탈 균열(폭 0.1mm)	현 황	받침콘크리트 균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
	A2	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
	P2	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.2m	
	P5	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
	P6	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
		받침콘크리트 표면균열	1	A=0.12m ²	
	P7	받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
하 행 선	A2	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	3	L=0.3m	
		받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.8], [표 2.1.9]와 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 5℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	10	-	10	0	0	0	0	
P1	5	-	5	-	10	-	10	-	
P2	0	0	0	0	0	0	5	-	
P3	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P4	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P5	5	-	5	-	5	-	5	-	
P6	0	0	0	0	-	5	-	5	
P7	0	0	0	0	-	5	-	5	
A2	5	-	7	-	30	-	25	-	±100mm

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 5℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	0	0	5	-	0	0	0	0	
P1	15	-	15	-	15	-	15	-	
P2	8	-	8	-	10	-	10	-	
P3	좌우	좌우	좌우	좌우	F	F	F	F	
P4	좌우	좌우	좌우	좌우	F	F	F	F	
P5	0	0	0	0	0	0	0	0	
P6	6	-	6	-	8	-	8	-	
P7	25	-	20	-	20	-	20	-	
A2	45	-	45	-	45	-	50	-	±100mm

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐 등에 의해 발생하는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하며, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차에 의한 영향만을 고려하기로 한다.

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

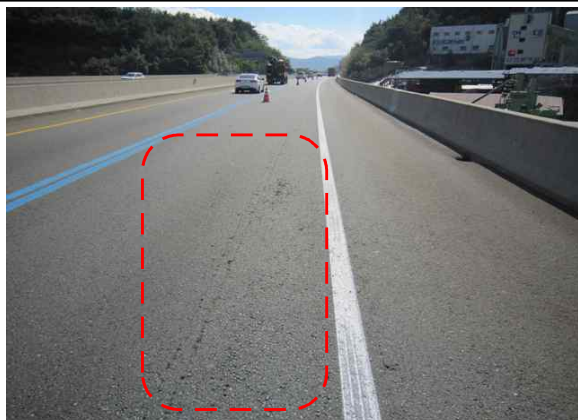
- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
 - 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 5°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $5^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 15.0^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 35.0^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 15 \times 195000 = 35.1\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 35 \times 195000 = 81.9\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($50+50+50+45=195.0\text{m}$)
 ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 35.1mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 81.9mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동여유량은 온도 하강시에는 약 114.9mm 정도를 확보하고 있으나, 온도 상승시(40°C 가정)에는 약 31.9mm 정도가 부족한 것으로 확인된 바, 프리세팅 등의 조치가 필요하며, 교량받침의 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

교면포장은 외관조사 결과, 기 발생한 손상에 대한 보수가 일부 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하나, 중차량의 지속적인 운하중에 의한 라벨링이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 통행차량의 주행성 저하를 유발하는 수준은 아닌 것으로 판단되는 바, 지속적인 주의관찰 및 향후 재포장 등의 장기적인 조치가 요망된다.

			
위 치	하행선 S4 교면포장		
현 황	라벨링		
			
상행선 S1~3 교면포장 재포장 실시		하행선 교면포장 전경	

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	교면 포장 라벨링	1	A=0.8m ²	
하행선	S1	교면 포장 라벨링	1	A=0.25m ²	
	S2	교면 포장 라벨링	1	A=3.0m ²	
	S4	교면 포장 라벨링	1	A=3.0m ²	
	S7	교면 포장 라벨링	1	A=0.5m ²	

2) 신축이음

① 본체

Rail Joint Type으로 시공된 신축이음장치의 외관조사 결과, 본체 도장손상이 일부 조사되었으며, 가동상태는 상·하행선 A2 유간이 다소 부족한 것으로 확인되었다. 여유량 부족 구간의 측정당시(평균기온 5.0℃) 여유량은 46~55mm 정도로서 이론적 신축량과 비교시 최대 36mm 정도가 부족한 상태이다. 향후 온도 변화에 대한 유간 확보 및 교량받침과 연계된 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 A2	위 치	하행선 A2
현 황	유간 여유량 측정(약 25+30=55mm)	현 황	유간 여유량 측정(약 23+23=46mm)
			
위 치	하행선 A2	위 치	하행선 A1
현 황	본체 도장손상	현 황	신축이음 전경

② 후타재

후타재는 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열이 다수 조사되었으며, 신축이음 가동여유량 부족 및 중차량 통과에 의한 콘크리트 파손이 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 및 주행성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다. 특히, 콘크리트 파손은 본체 유간 확보와 연계된 조치가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1	위 치	상행선 A2
현 황	후타재 파손	현 황	후타재 파손

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 후타재 콘크리트 박리 및 파손	1 28 1	L=2.0m L=16.8m A=0.1㎡	
	EJ.2 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 후타재 콘크리트 박리 및 파손	1 12 1	L=2.0m L=7.2m A=0.1㎡	
하행선	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	1 10	L=2.0m L=1.8m	
	EJ.2(A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	2 4	L=1.0m L=2.4m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
E.J1 (A1)	30 + 33 = 63	29 + 35 = 64	No. 160
E.J2 (A2)	25 + 30 = 55	23 + 23 = 46	No. 160

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공된 지가 3년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하였다.

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 11월 13일, 일평균기온 : 5.0°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $5.0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 15.0^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 5.0^{\circ}\text{C} = 35.0^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 15 \times 195000 = 35.1\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 35 \times 195000 = 81.9\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($50+50+50+45=195.0\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A2지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 35.1mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 81.9mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 신축 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 78.9mm 정도의 충분한 여유량을 확보하고 있으나, 온도 상승시에는 여유량이 약 35.9mm 정도가 부족한 상태로 나타난 바, 유간 확보를 위한 적절한 조치가 필요한 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽은 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열이 다수 조사되었으며, 균열을 통한 우수유입으로 백태 등의 손상이 확인되었다. 방호벽 특성상 우수 접촉에 의한 손상의 진전 우려가 있으므로 내구성 확보를 위한 보수가 요망된다.

			
위 치	상행선 S5 방호벽	위 치	상행선 S2 방호벽
현 황	균열부 백태	현 황	균열부 백태
			
위 치	하행선 S1 방호벽	위 치	하행선 S7 방호벽
현 황	균열부 백태	현 황	균열부 백태

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	7 2	L=7.0m A=0.08m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	5 4	L=5.0m A=0.16m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	3 5	L=8.0m A=0.2m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	9 4	L=9.0m A=0.16m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	9 3	L=9.0m A=0.12m ²	
	S6	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	11 7	L=11.0m A=0.28m ²	
	S7	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	8 4	L=8.0m A=0.16m ²	
	S8	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	12 2	L=11.8m A=0.08m ²	
하 행 선	S2	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	2 4	L=2.0m A=0.31m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	5 3	L=5.0m A=0.15m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	3 3	L=3.0m A=0.24m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	4 6	L=4.0m A=0.88m ²	
	S6	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	3 3	L=3.0m A=0.12m ²	
	S7	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	5 3	L=5.0m A=0.06m ²	
	S8	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=2.0m	

4) 배수시설

배수시설은 육교형 및 산악형으로 시공되어 있다. 주요 손상현황은 배수관 연결핀 탈락 및 유동 과다, 월류에 의한 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 연결핀 탈락은 하부 통행차량 및 보행자 이동시 안전사고의 위험이 있으므로 조속한 정비가 요망된다.

			
위 치	하행선 S4	위 치	상행선 S7
현 황	배수관 연결핀 탈락	현 황	배수관 유동 과다
			
위 치	하행선 S1	위 치	하행선 S1
현 황	배수관 누수	현 황	배수구 전경 - 양호

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S2	배수관 연결재 탈락	1	
	S4	배수관 연결재 탈락	1	
하행선	S2	배수관 연결고리 탈락	1	
	S4	배수관 연결핀 탈락	1	
	S8	유도배수관 길이부족	1	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

일부 구간에 차수관 앵커 탈락 및 점검계단 침하, 법면 보호블럭 이격 등의 손상이 조사되었으며, 손상 부위에 대해 적절한 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 A2	위 치	하행선 A2
현 황	점검계단 침하	현 황	차수관 앵커 탈락

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	비고
상행선	EJ.1(A1)	차수관 앵커탈락	1	
	EJ.2(A2)	차수관 앵커탈락 점검계단 침하	4 1	
하행선	EJ.1(A1)	차수관 앵커탈락	3	
	EJ.2(A2)	차수관 앵커탈락	5	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 폭 0.1~0.2mm 균열 ■ 주형: 내부 볼트 녹발생, 이물질퇴적 외부 도장손상 ■ 교대: 균열 및 보수부 채균열, 백태 ■ 교각: 균열 및 보수부 채균열, 표면균열 ■ 교량받침: 무수축물탈 균열 및 들뜸 받침콘크리트 균열 ■ 교면포장: 라벨링, 패임 ■ 신축이음: 본체 유간 부족(상·하행선 A1, A2) 후타재 균열, 파손 및 접속부 이격 ■ 난간: 폭 0.1~0.2mm 균열 및 균열부 백태 ■ 배수시설: 배수관 유출구 위치불량 지지철물 탈락, 유도배수관 길이부족 ■ 기타: 차수관 앵커 탈락, 법면 이격	■ 바닥판: 폭 0.1~0.2mm 균열, 재료분리 ■ 주형: 내부 이물질퇴적 <u>외부 부식 및 도장손상(외부충격)</u> ■ 교대: 균열, 체수 및 누수흔적 ■ 교각: 폭 0.1~0.3mm 균열, 보수부 채균열 표면균열 ■ 교량받침: <u>교량받침 편기(상·하행선 A2)</u> 받침콘크리트 및 무수축 물탈 균열 Plate 부식 ■ 교면포장: 재포장 실시(상행선 S1~3) 국부적인 라벨링 ■ 신축이음: <u>본체 유간 부족(상·하행선 A2)</u> <u>후타재 파손 추가 발생</u> 본체 부식 및 후타재 균열, 파손 ■ 난간: 폭 0.1~0.2mm 균열 및 균열부 백태 ■ 배수시설: 배수관 연결핀 탈락, 누수 ■ 기타: 차수관 앵커탈락, 점검계단 침하 법면보호블럭 이격
기 시행된 점검 이후 일부 구간 보수가 실시되었으며, 보수상태는 양호하나, 상·하행선 A2측 교량받침 편기 및 신축이음 유간 부족 등의 손상이 확인된 바, 온도 변화에 대한 가동여유량 확보를 위한 보수가 필요하며, 보수 후에도 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다., 또한, S1 구간에 하부(레미콘 공장) 통행차량에 의한 주형외부 도장손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 차량 통행 제한 표지판 설치 등의 조치가 필요하다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판은 27.1~30.6MPa 하부구조 교대 및 교각은 24.2~26.9MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판⇒27 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판하면	S1	51.0	24.7	29.5	27.1	
	2	바닥판하면	S2	53.1	26.0	31.1	28.5	
	3	바닥판하면	S3	52.7	25.7	30.8	28.3	
	4	바닥판하면	S4	51.7	25.1	30.0	27.6	
	5	바닥판하면	S5	51.6	25.1	29.9	27.5	
	6	바닥판하면	S6	51.9	25.2	30.1	27.7	
	7	바닥판하면	S7	51.6	25.1	29.9	27.5	
	8	바닥판하면	S8	52.1	25.4	30.3	27.8	
하 부 구 조	1	교 대	A1	50.8	24.5	29.3	26.9	
	2	교 각	P1	49.1	23.5	27.9	25.7	
	3	교 각	P2	49.0	23.5	27.9	25.7	
	4	교 각	P4	47.8	22.7	26.9	24.8	
	5	교 각	P5	47.8	22.7	26.9	24.8	
	6	교 각	P6	49.2	23.6	28.0	25.8	
	7	교 각	P7	48.7	23.2	27.6	25.4	
	8	교 대	A2	46.9	22.2	26.2	24.2	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판하면	S1	51.1	24.7	29.5	27.1	
	2	바닥판하면	S2	56.0	27.8	33.4	30.6	
	3	바닥판하면	S3	53.2	26.0	31.2	28.6	
	4	바닥판하면	S4	53.0	25.9	31.1	28.5	
	5	바닥판하면	S5	52.9	25.9	31.0	28.4	
	6	바닥판하면	S6	53.3	26.1	31.3	28.7	
	7	바닥판하면	S7	53.2	26.1	31.2	28.6	
	8	바닥판하면	S8	50.6	24.5	29.2	26.8	
하 부 구 조	1	교 대	A1	50.1	24.1	28.7	26.4	
	2	교 각	P1	49.4	23.7	28.1	25.9	
	3	교 각	P2	49.8	24.0	28.5	26.2	
	4	교 각	P4	48.1	22.9	27.1	25.0	
	5	교 각	P5	48.9	23.4	27.8	25.6	
	6	교 각	P6	48.8	23.3	27.7	25.5	
	7	교 각	P7	48.1	22.9	27.1	25.0	
	8	교 대	A2	48.8	23.3	27.7	25.5	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 6mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.5	4.0	3.5	a
2	바닥판하면	S8	8	0.3	4.0	3.7	a
3	교 대	A1	8	0.5	10.0	9.5	a
4	교 각	P1	8	0.3	10.0	9.7	a
5	교 각	P5	8	0.5	10.0	9.5	a
6	교 각	P6	8	0.4	10.0	9.6	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S8	8	0.3	4.0	3.7	a
3	교 대	A1	8	0.5	10.0	9.5	a
4	교 각	P1	8	0.3	10.0	9.7	a
5	교 각	P5	8	0.6	10.0	9.4	a
6	교 각	P6	8	0.5	10.0	9.5	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
STB[1]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	c	b	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	a	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
STB[3]	강상자형교	b	b	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[4]	강상자형교	b	b	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[5]	강상자형교	b	b	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
STB[6]	강상자형교	b	a	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[7]	강상자형교	a	a	a	a	c	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[8]	강상자형교	b	b	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	a	N/A	-	-
STB[9]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	d	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
평균		0.175	0.150	0.100	0.100	0.138	0.200	0.300	0.189	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.032	0.030	0.005	0.007	0.004	0.004	0.027	0.017	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.173	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.173으로 산정되어 상태등급은 "B등급"으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	b	b	a	b	c	b	b	a	a	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	a	a	c	c	b	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
STB[3]	강상자형교	b	b	a	c	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[4]	강상자형교	b	b	a	b	c	c	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[5]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	a	a	Q	N/A	a	-	-
STB[6]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	a	c	Q	N/A	a	-	-
STB[7]	강상자형교	a	a	a	b	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[8]	강상자형교	a	b	a	a	b	b	N/A	a	b	Q	a	N/A	-	-
STB[9]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	d	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
평균		0.150	0.150	0.100	0.213	0.225	0.225	0.300	0.133	0.200	N/A	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.027	0.030	0.005	0.015	0.007	0.005	0.027	0.012	0.040	N/A	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.174	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.2.2 상태평가 결과

[표 3.2.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.174로 산정되어 상태등급은 ”B등급“으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과				
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 폭 0.1~0.2mm균열, 재료분리				
		주 형	▪ 외부 : 도장손상, 부식 ▪ 내부 : 이물질퇴적				
		가 로 보	▪ 양 호				
	하 부 구 조	교 대	▪ 폭 0.1~0.2mm균열, 누수흔적 및 체수				
		교 각	▪ 폭 0.1~0.3mm균열, 보수부 재균열, 표면균열				
	교량받침		▪ 교량받침 편기(상·하행선 A2) ▪ 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, Plate 부식				
	기 타 부 재	교면포장	▪ 재포장 실시(상행선 S1~3), 국부적인 라벨링				
		신축이음	▪ 본체 : 유간여유량 부족(상·하행선 A2), 부식 ▪ 후타재 : 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 파손				
		난 간	▪ 폭 0.1~0.2mm균열 및 백태				
		배수시설	▪ 배수관 연결핀 탈락, 누수				
부속시설		▪ 차수관 앵커탈락, 점검계단 침하, 법면 보호블럭 이격					
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	상 행	상부 : 27.1~28.5MPa		하 행	상부 : 27.1~30.6MPa	
			하부 : 24.2~26.9MPa			하부 : 25.0~26.4MPa	
		평 가		각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임			
	콘크리트 탄 산 화	상 행	상부 : 3~5mm(피복40mm)		하 행	상부 : 3mm(피복40mm)	
			하부 : 3~5mm(피복100mm)			하부 : 3~6mm(피복100mm)	
		평 가		현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남.			
상태 평가 결과	환산결합도 점수		▪ 상행선 0.173 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.174 ▷ 「B」 등급				

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

교면포장에 기 발생한 손상에 대한 재포장(상 S1~3) 및 하부구조 균열 등의 보수가 일부 실시되었으며, 보수상태는 양호한 것으로 확인되었다.

주된 손상현황은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm), 주형 외부 충격에 의한 도장손상 및 내부 이물질퇴적, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm), 누수흔적, 교량받침 편기(상·하 A2), 신축이음 본체 유간여유량 부족(상·하행선 A2) 및 후타재 파손, 배수관 연결핀 탈락 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 상·하행선 A2측의 신축이음 유간 부족 및 교량받침 편기는 온도 상승시 가동여유량 확보를 위한 적절한 조치 및 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하며, 배수관 연결핀 탈락은 하부 도로 통행차량 및 보행자의 안전사고 위험성이 있으므로 조속한 정비가 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

소감천교는 2006년에 준공된 교량연장 390m, 총폭 25.2m(상·하행 각 12.6m)의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 매리에 위치하며, 최대 경간장 50m의 1종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
상 부 구 조	바 닥 판		균열	0.3mm 미만	m (개소)	60.3 (61)	표면처리	
			재료분리		m ² (개소)	1.1 (2)	단면보수	
	주형 외부		도장손상		m ² (개소)	2.21 (14)	도장보수	
하 부 구 조	교대,교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	22.4 (31)	표면처리	
			누수흔적, 백태		m ² (개소)	5.16 (3)	표면처리	
			간격재 미 제거		개소	2	정비	
교량받침			균열	0.3mm 미만	m (개소)	0.8 (9)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	0.12 (1)	단면보수	
			Plate 녹발생		개소	1	재도장	
기 타 부 재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	0.8 (1)	주의관찰	
	난 간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	68.8 (69)	표면처리	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	1.24 (31)	표면처리	
	신축이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	24.0 (40)	표면처리	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.2 (2)	단면보수	
		본 체	이물질 퇴적		m (개소)	5.0 (3)	정비	
부속시설			차수관 앵커 탈락		개소	5	재체결	
			점검계단 침하		m ² (개소)	0.25 (1)	주의관찰	
			배수관 연결재 탈락		개소	2	정비	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
상 부 구 조	바닥판 하면		균열	0.3mm 미만	m (개소)	4.0 (4)	표면처리	
			재료분리		m ² (개소)	0.03 1	단면보수	
	주형 외부		도장손상		m ² (개소)	3.44 (8)	도장보수	
	주형 내부		이물질퇴적		m ² (개소)	0.04 (1)	정비	
하 부 구 조	교대,교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	16.7 (23)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	2.2 (2)	수지주입	
			표면균열		m ² (개소)	5.0 (1)	표면처리	
			채수		m ² (개소)	1.36 (1)	주의관찰	
교량받침			균열	0.3mm 미만	m (개소)	0.6 (4)	표면처리	
기 타 부 재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	6.75 (4)	주의관찰	
	배수시설		배수관 길이부족		개소	2	정비	
			연결핀, 고리 탈락		개소	2	정비	
			유도배수관 길이부족		개소	1	정비	
	난 간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	24.0 (24)	표면처리	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	1.76 (22)	표면처리	
	신축이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	4.2 (14)	표면처리	
본 체		이물 질 퇴적		m (개소)	3.0 (2)	정비		
부속 시설			차수관 앵커 탈락		개소	8	재체결	

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단 시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링, 포트홀, 패임 ◦ 신축이음 접속부 파손	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 콘크리트 방호벽 균열 ◦ 콘크리트 파손	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부 · 하부 차량의 안전성에 영향크 · 장마철 관리 철저	육안조사
신축이음	◦ 유간여유량 부족 ◦ 후타재 균열 및 박락	· 여유량 검토 · 본체의 변형여부 · 단차 및 후타재 파손 여부	육안, 실측
바닥판	◦ 균열 ◦ 누수 및 백태	· 균열의 확대여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
강재 거더	◦ 도장손상 ◦ 이물질퇴적	· 손상부 진전여부 · 정비 및 부식유무 확인	육안조사
교량받침	◦ 교량받침 편기 ◦ 무수축물탈 균열	· 이동여유량 검토 · 균열부 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 박리 및 누수흔적 ◦ 균열	· 박락 및 박리의 진전여부 · 균열부의 손상진전 유무	육안조사
기타	◦ 보호법면 및 지반 변형 ◦ 침하성 균열 및 처짐관리	· 결함부 주의 관찰 및 변형 유무	

3. 대포천교

대포천교 현황표

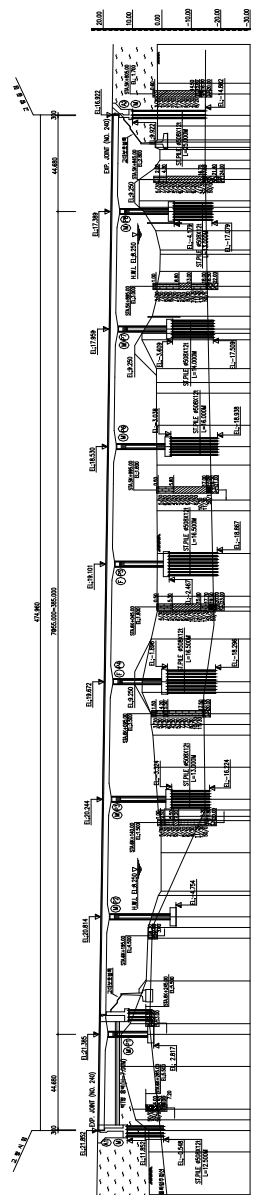
작성일 : 2013년 11월 19일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		대 포 천 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001035 하행선 : BR2006-0001040	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 3	
시설물위치		경남 김해시 상동면 매리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 5+815.0~6+290.0 부산기점 15.349~15.824 km	
제원	연장	L = 475.0m (45.0 + 7 @ 55.0 + 45.0)=475.0m(상) L = 475.0m (50.0+2@55.0+50) + (50.0+2@55.0+50)=420m(하)					
	폭	B = 12.145m(상) + 15.745m (하,S1~S4), 12.145m(하,S5~S8)					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	강관파일	
	하부	교대 : 역T형 교각 : π 형, T형			교각	강관파일, 확대(P7,P8)	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트(A1, 하행선 P4) 핑거조인트(A2)	
교차시설물 (도로,철도,하천)		대포천, 농로 횡단		통과높이		17.0m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 포장유형 : 아스팔트 포장 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트					

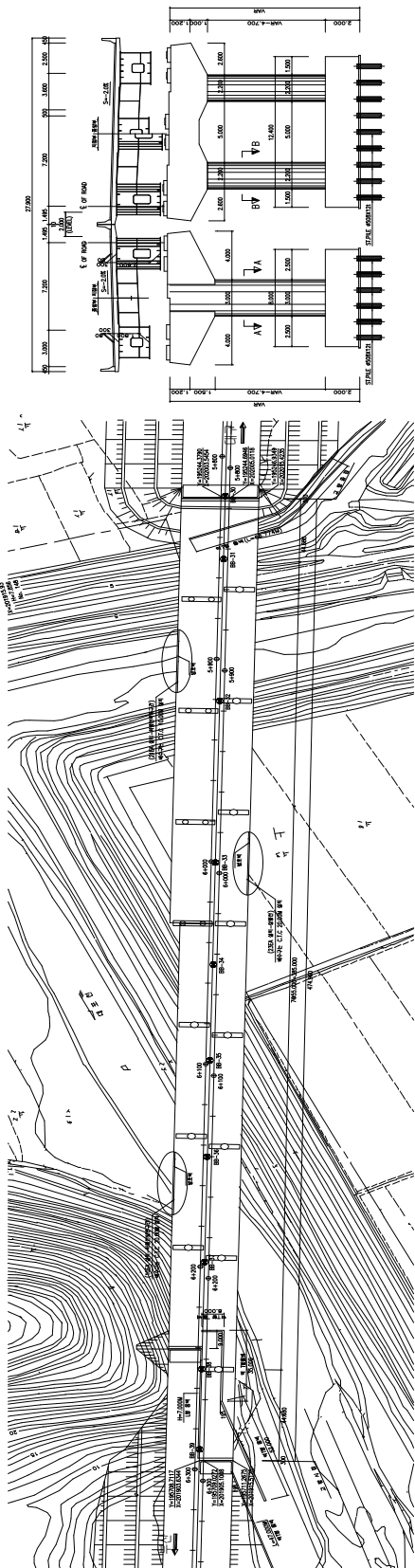
□ 중점 점검사항

- 바닥판 : 균열 부 진전여부
- 강재주형 : 도장손상 및 부식 진전여부, 이상음 발생여부
- 교대 및 교각 : 균열 및 누수(체수) 진전여부
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 라벨링, 포트홀, 패임, 아스콘 균열 진전여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 난간 : 균열 및 백태, 콘크리트 들뜸부위 진전여부
- 배수시설 : 배수기능 및 유도배수관 길이부족 구간 하부구조 영향여부
- 기타 : 지반침하 및 변형

고지대



고지대



[대포천교 중·평면도]

대포천교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



교량점검차를 이용한 외관조사



슈미트햄머를 이용한 반발경도 시험

목 차(대포천교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	168
1.2 자료수집 및 분석	175

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	179
2.2 내구성조사 결과	203

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	205
3.2 하행선 상태평가	206

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	207
4.2 결 언	208

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	209
5.2 유지관리방안	212

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

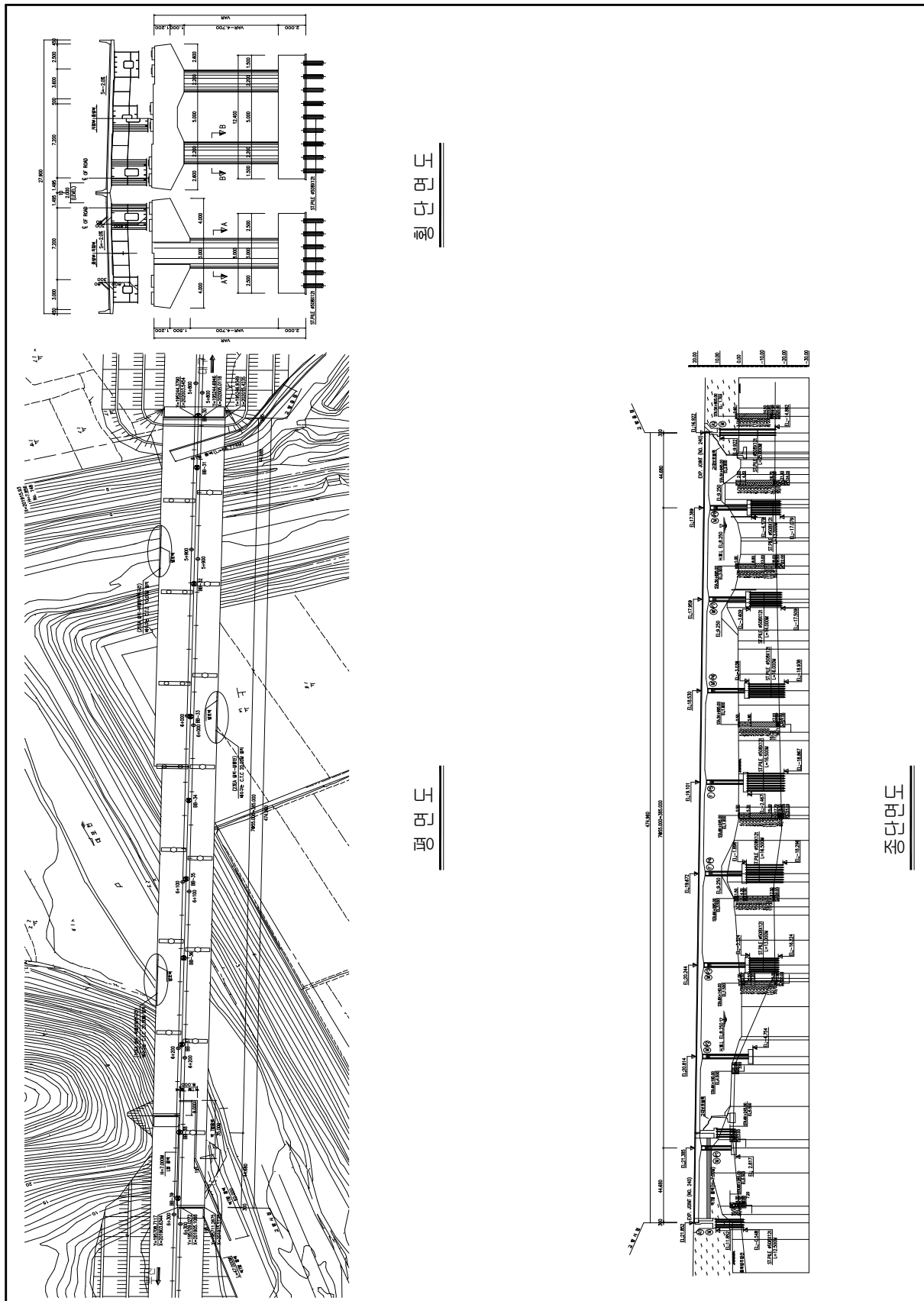


<그림 3.1.1.1> 대포천교 전경

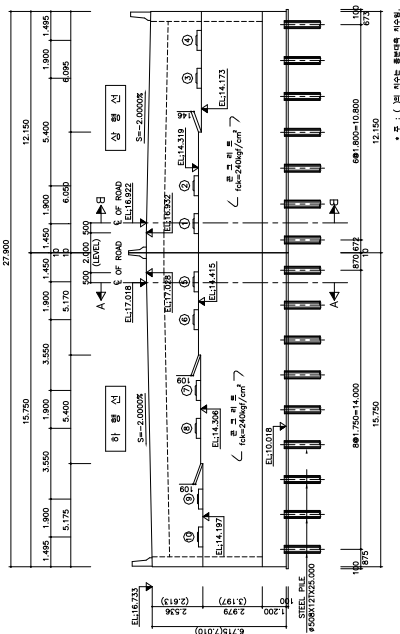
[표 3.1.1.1] 대포천교 기본현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		대 포 천 교		설계하중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 5+815.0~6+290.0		종별구분	1종 시설물		
	관리이정	부산기점 15.349~15.824 km					
시 설 물 관리번호		dbw BR. 3		시설물번호		상행선 : BR2006-0001035 하행선 : BR2006-0001040	
상부 구조	형식	STEEL BOX GIRDER					
	연장	45.0+7@55.0+45.0=475.0m(상) (50.0+2@55.0+50) +(50.0+2@55.0+50)=420m(하)			교 폭		12.145m(상) +15.745m(하,S1~S4), 12.145m(하,S5~S8)
하부 구조	교각	π 형, T형		기초 형식	교각	강관파일, 확대(P7,P8)	
	교대	역T형			교대	강관파일	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트(A1, 하행선 P4) 핑거조인트(A2)	
교차조건		대포천, 농로 횡단		교 고		17.0m	
설 계 사		(주)바우컨설팅트		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)동일기술공사, (주)용마엔지니어링		시 공 자		두산중공업(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		-1.0380%(상), -1.430%(하)		횡단구배		-2.0%	

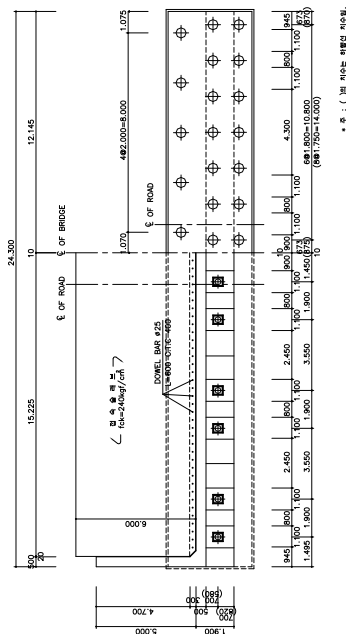
1.1.2 시설물 일반도



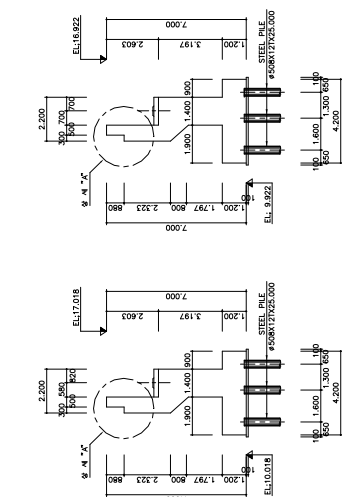
대구~부산간 고속도로 민간투자사업 건설공사
제 10 권 구 : 신동 - 대동



* 주 : (의) 지수는 종본대학 지수임.



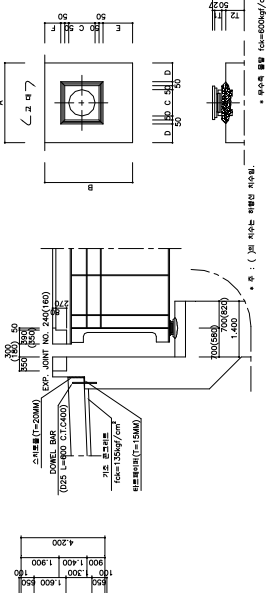
* 주 : ()의 치수는 하행선 치수임.



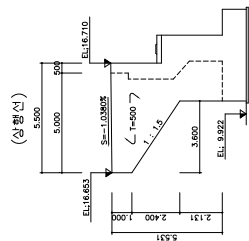
SHOE
모든 상의고
미치
수
표

[illegible]

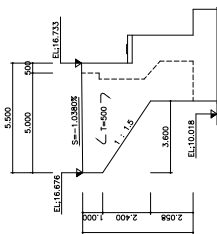
• 주 : ()의 치수는 이행선 치수임.



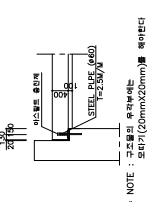
주 : ()의 직수는 하행선 직수임.



(61.40)

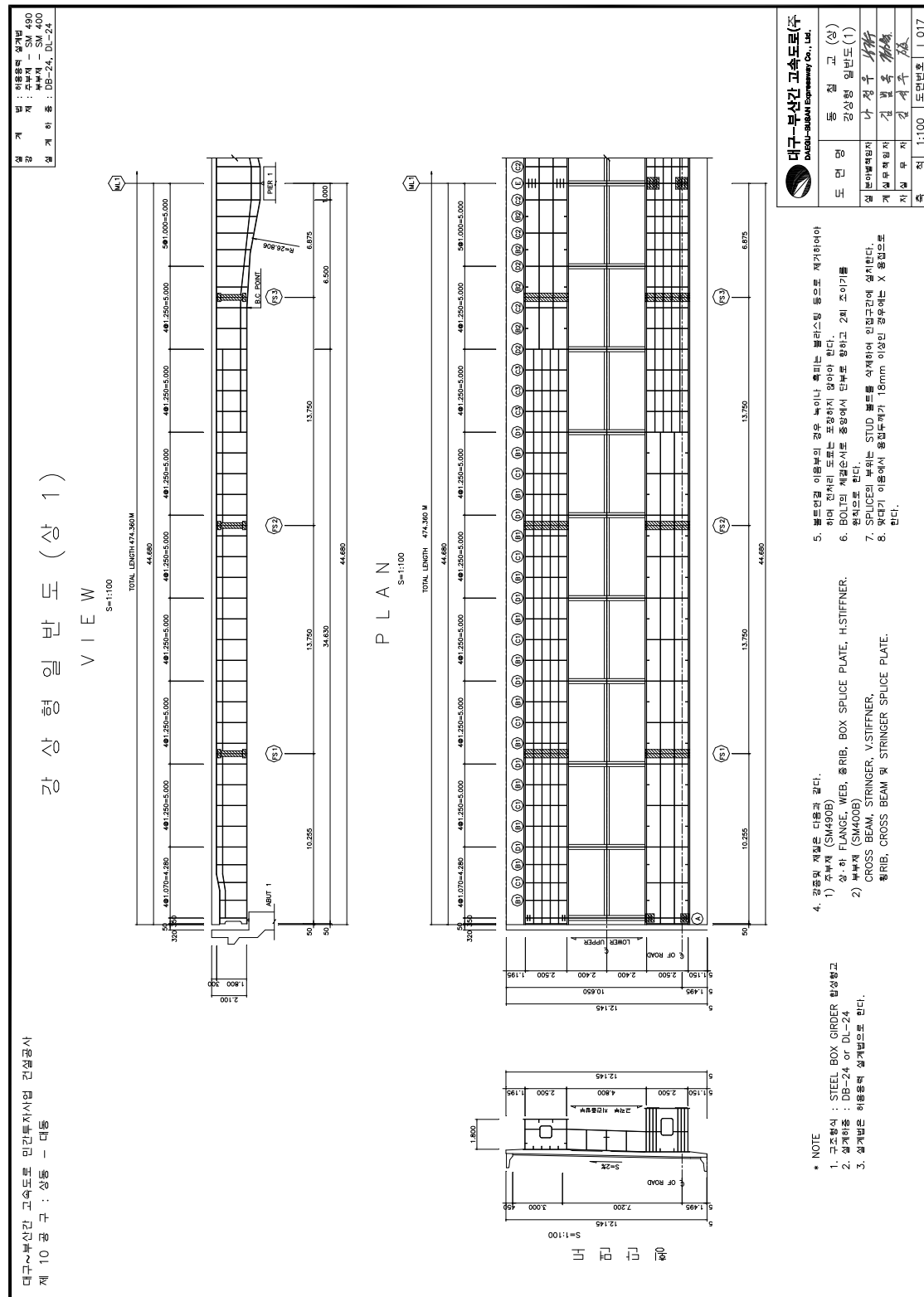


크리스마스 카운트다운



• NOTE : 구조물의 우각부에는 모따기(20mmX20mm)를 해야한다

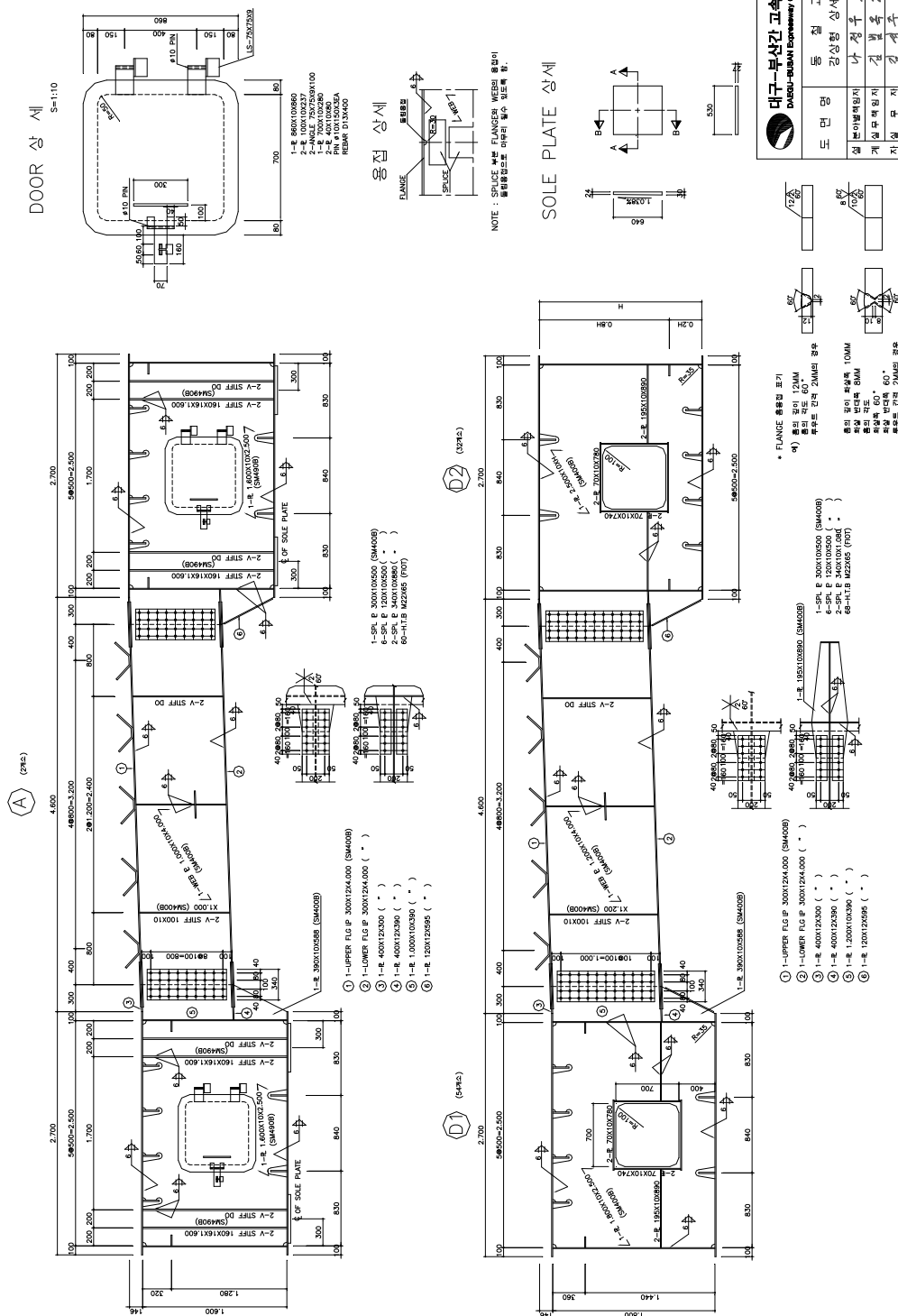
 대구-부산간 고속도로(주) DAEJU-SUBAN Expressway Co., Ltd.	토 면 적		동 칠 고	고대일빌도 (ABUT1)
	성 비 별 대 연 자 개 설 주 임 자 시 설 무 자	나 정 우 사 김 별 목 사 김 성 국 사		
측	척	1:100	도면번호	106



< 강상형일반도 >

$$\begin{array}{c} \vdash_0 \\ \vdash_0 \\ \vdash_0 \\ \vdash_0 \\ \vdash_0 \\ \vdash_0 \\ \vdash_0 \end{array} \quad \text{H} \quad \text{M} \quad (37)$$
대구~부산간 고속도로 민간투자사업 건설공사
제 10 공 구 : 상동 - 대동

S=1:20



< 강상형 상세도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2006. 09. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 05. 10 ~ 2007. 06. 30	정기점검	-
4	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 03. 10 ~ 2008. 06. 30	정기점검	-
6	2008. 09. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 03. 10 ~ 2009. 06. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
10	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
12	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
14	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 02. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2008. 02	· 교량받침 보수	
2	2008. 06	· 강교도장 하자보수, 환풍망 정비, 받침부 녹제거 및 도장	두산메카텍
3	2008. 07	· A2 교대 전면부 JSP 천공 및 주입	-
4	2008. 08	· A2(대구) 교량받침 위치이동 및 신축이음장치 교체	부영이엔씨
5	2009. 11	· A2(대구, 부산)교대 접속부 트윈젯 및 강관파일 보강 · 교대 보호블럭 파손부 보수	KFT
6	2010. 01	· A2(대구, 부산) 신축이음장치 재설치	애경산업개발
7	2010. 03	· 받침 위치이동(대구:A2,P8, 부산:A2,P4,P5,P7) · 수직보강재 설치(대구A2, 부산A2)	부영이엔씨
8	2010. 06	· 교대,교각,방호벽,교량받침 균열보수	
9	2010. 07	· 대포천교 A2 신축이음장치 누수에 따른 보수	애경산업개발
10	2011. 05	· 강교도장 하자보수	두산메카텍
11	2011. 05	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
12	2011. 07	· 교대 단면보수	
13	2012. 05	· 하부구조, 받침콘크리트, 바닥판, 옹벽부, 균열, 실란트보수	중앙개발
14	2012. 06	· 교대, 교면포장, 균열보수, 재포장	
15	2013. 08	· 교대·교각, 교량받침 균열보수	3S엔지니어링

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

대포천교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, Steel Box 주형은 허용응력법으로 설계되었다. 강재주형의 주부재는 SM490이며, 부부재는 SM400을 기준으로 설계되었다. 내진설계는 단일모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 3, 가속도계수는 0.154를 적용하여 내진 I 등급교로 설계하였으며, 교량받침은 POT 받침을 사용하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유 근 무	A	대포천교(상)은 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 공용년수 증가로 일부 부재에서 손상현황이 추가 발생되었으나, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 유간 여유량 및 교좌 이동여유량 부족에 대해서는 중점적인 점검관리가 필요한 것으로 사료된다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 유간 여유량 및 교좌 이동여유량 부족에 대해서는 중점적인 점검관리가 필요한 것으로 사료된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히, 상행선 A2측 신축이음부 유간 여유량 및 교좌 이동여유량 부족이 조사되었으나 G1,G2 주형이 흙벽에 닿은 흔적이 없고, 여유량 부족에 따른 하부구조의 손상이 없는 상태이므로 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단되며, A2범면 침하 및 공동에 대해서는 중점적인 점검관리가 필요한 것으로 사료된다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진진 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 유간 여유량 및 교좌 이동여유량 부족에 대해서는 중점적인 점검관리가 필요한 것으로 사료된다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 교량 종점부 교대 측방유동에 의한 성토부 침하 및 신축이음과 주형의 유간 부족, 교좌 이동여유량 부족 등 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상이 조사된 바, 조속한 시일내에 정밀안전진단을 실시하고 대책을 강구함이 바람직한 것으로 사료된다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 교량 종점부 교대 측방유동에 의한 성토부 침하 및 신축이음과 주형의 유간 부족, 교좌 이동여유량 부족 등 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상이 조사된 바, 대상구조물의 장기적인 안전성 확보차원의 대책수립이 필요한 것으로 사료된다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 특히, A2(하행선)측 신축이음 및 일부 가동받침 이동여유량 부족, 일부 교각 주변 성토부 침하 등은 장기적으로 구조물의 안전성을 저해할 수 있는바, 안전성 확보 차원의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 특히, 정밀점검에서 지적된 A2 신축이음 유간 및 가동받침이동, 보호법면 침하,유도배수관 설치,전반적으로 보수가 양호하게 되었으며, 균열 및 기타보수는 진행중인 것으로 조사된 바, 추후 보수된 부분에 대한 주기적인 관찰을 통한 유지관리를 해야할 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 방호벽, 바닥판, 교대 및 교각, 교량받침 등의 부재에서 전반적인 보수가 실시되었으며, 일부 미보수 손상이 조사된 구간에 대해서, 적합한 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부에 대한 주의 관찰을 실시한다면, 구조물의 기능을 유지하는데 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	주요손상으로는 교면포장 포트홀, 라벨링 및 접속부 아스콘 균열, 배수관 연결재 탈락, 바닥판하면 균열, 주형외부 및 가로보 도장손상, 신축이음 하부 유간조절장치 탈락 및 물받이 이음부 누수, 후타재 균열 및 파손, 교량받침 균열 및 파손, 차수관 볼트탈락, 종점부옹벽 균열, 파손 및 조인트부 실란트 파손 등의 손상이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상은 내구성 저하 방지를 위한 보수가 필요하며, 특히 교량받침 파손부(하행선 A2-SH3,4)는 주의관찰 및 보수가 요망된다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	주요 손상은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.3mm), 주형 외부 국부적 도장손상, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 편기, 받침콘크리트 들뜸 및 파손, 신축이음 유간조절장치 이탈 및 하부 누수, 유도배수관 길이부족 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검이 필요함. 특히, 일부 구간(상 A1측) 교량받침이 부산방향으로 최대 65mm정도 편기된 것으로 확인된 바, 지속적인 주의관찰이 필요함. 또한, 일부 신축이음 하부 유간조절장치 이탈(상 A1) 및 하부 물받이 손상(하 A2)에 대해 적절한 정비가 요망됨
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	주요 손상은 교면포장 포트홀, 유도배수관 길이부족, 바닥판하면 균열, 주형외부 및 가로보 국부적인 도장손상, 신축이음 하부 유간조절장치 탈락 및 물받이 이음부 누수, 후타재 균열 및 파손, 교량받침 균열 및 파손, 교대 상면 체수, 조인트부 실란트 파손 등이며, 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 신축이음 하부 유간조절장치 탈락 및 물받이 손상으로 인한 누수 현상의 경우, 본체 유동성 저하 및 하부 구조 추가 손상의 원인이 되는 바, 적절한 조치 후 지속적인 점검이 요망됨
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	주요 손상은 교면포장 포트홀, 접속부 아스콘 균열, 배수관 연결재 탈락, 유도배수관 길이부족, 바닥판하면 균열, 주형외부 및 가로보 국부적인 도장손상, 신축이음 하부 유간조절장치 탈락 및 배수흡통 파손, 후타재 균열 및 파손, 교량받침 균열 및 파손, 교대 상면 체수, 종점부옹벽 균열, 파손 및 조인트부 실란트 파손 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요함. 특히, 신축이음 배수흡통 파손으로 인한 누수는 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 정비가 요망됨
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	주요 손상은 교면포장 라벨링, 균열, 배수관 배수흡통 가동 여유량 부족, 유도배수관 길이부족, 바닥판하면 균열, 주형외부 및 가로보 국부적인 도장손상, 신축이음 하부 유간조절장치 탈락 및 배수흡통 파손, 후타재 균열 및 파손, 교량받침 무수축물탈 균열 및 파손, 하부구조 균열, 누수 및 체수 흔적, 옹벽 균열, 파손 및 Joint부 실란트 파손 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수 및 유지관리가 필요함. 특히, 신축이음 배수흡통 파손으로 인한 누수는 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 정비가 요망됨

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

대포천교는 2006년에 준공된 교량연장 상행선 475m, 하행선 420m, 총폭 24.3m~27.9m의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 매리에 위치하며, 최대 경간장 55m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 상행선은 1.038%, 하행선은 1.43%의 하향경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더가 상행선은 9경간 연속, 하행선은 전체 8경간이 4경간 연속으로 시공되어 있으며, 하부구조는 PILE 및 확대기초에 T형과 II형(교각부) 및 역T형(교대부)으로 시공되었다.

교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판하면은 폭 0.1~0.3mm 정도의 종방향 및 횡방향 균열, 콘크리트 파손, 재료분리, 철근노출 등이 조사되었으며, 일부 구간 균열이 추가 발생된 것으로 확인된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 바닥판 유간 측정 결과, 하행선 A2 구간에 가동 여유량이 부족한 것으로 확인되는 바, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

	
위 치	상행선 S5 캔틸레버부
현 황	재료분리 및 철근노출

	
위 치	하행선 S3 바닥판하면
현 황	횡방향 균열(폭 0.2mm)

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	S2	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=2.0m	
		파손	1	A=0.04m ²	
	S3	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=3.0m	
	S4	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	4	L=4.7m	
	S5	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.1m	
		재료분리	1	A=1.5m ²	
	S6	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=2.0m	
		슬래브하면 균열(폭 0.3mm이상)	1	L=1.2m	
하 행 선	S7	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	8	L=8.6m	
	S8	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	8	L=9.5m	
	S9	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	5	L=3.9m	
	S1	철근노출	1	A=0.01 m ²	
	S2	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	22	L=23.0m	
	S3	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	21	L=22.0m	
	S5	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	4	L=16.0m	
		슬래브하면 균열(폭 0.3mm이상)	1	L=1.0m	
	S6	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	5	L=14.0m	
	S7	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	4	L=12.0m	
	S8	슬래브하면 균열(폭 0.3mm미만)	7	L=8.2m	
		슬래브하면 균열(폭 0.3mm이상)	6	L=5.0m	

2) 강재 거더 및 가로보

강재 주형 내부는 현장 시공이음부를 통한 우수유입, 도장손상, 시공초기에 발생한 이물 질퇴적, 환기구 볼트 체결불량 및 부식 등의 손상이 조사되었으며, 주형 외부 도장 들뜸 및 도장 손상, 가로보 도장 손상 등이 다수 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 내부 우수 유입 방지를 위한 현장 시공이음부 썰재 충전 등의 조치가 요망된다.

			
위 치	하행선 S4 G3 주형 내부	위 치	상행선 S3 G2 주형 외부
현 황	이물질퇴적	현 황	도장손상
			
위 치	상행선 S4 G2 주형 외부	위 치	하행선 S3 G2 주형 외부
현 황	도장손상	현 황	도장손상

[표 2.1.2] 강재 거더 및 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S3	주형외부 도장손상	15	A=0.17m ²	
	S4	주형외부 도장손상	9	A=0.15m ²	
	S5	주형내부 도장박리 주형외부 도장손상	2 6	A=0.12m ² A=0.11m ²	
	S6	주형외부 도장손상	2	A=0.01m ²	
	S7	주형외부 도장손상	1	A=0.01m ²	
	S8	주형외부 도장손상	3	A=0.03m ²	
	S9	주형외부 도장손상	1	A=0.01m ²	
하행선	S2	주형외부 도장손상	1	A=0.03m ²	
	S3	주형내부 환기구덮개 볼트체결 불량 주형외부 도장손상	1 2	1EA A=0.05m ²	
	S4	주형내부 이물질퇴적 주형외부 도장손상	1 4	A=0.02m ² A=0.17m ²	
	S5	주형내부 우수유입흔적 주형외부 도장손상	1 1	A=20.0m ² A=0.01m ²	
	S6	주형내부 환기구덮개 볼트체결 불량 주형외부 도장손상	1 3	1EA A=0.03m ²	
	S7	주형내부 환기구덮개 볼트체결 불량 주형외부 도장손상	1 1	1EA A=0.01m ²	
	S8	주형외부 도장손상	2	A=0.11m ²	

[표 2.1.3] 강재 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S4	도장박리	5	A=0.05m ²	
	S5	도장박리	5	A=0.17m ²	
	S6	도장박리	4	A=0.7m ²	
	S7	도장박리	1	A=0.01m ²	
	S8	도장박리	3	A=0.03m ²	
	S9	도장박리	1	A=0.01m ²	
하행선	S2	도장박리	1	A=0.01m ²	
	S3	도장박리	1	A=0.02m ²	
	S6	도장박리	4	A=0.04m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 홍벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 6.9℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	213	344	200	187	
A2	180	110	38	45	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 A2지점에서 상행선이 약 18.0cm, 하행선이 약 3.8cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(5.0℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 상행선은 약 8.8cm로 유간 여유량을 확보하고 있으나, 하행선은 약 4.4cm 정도로 약 0.6cm의 유간 부족이 확인되었다. 현재 하행선 A2 바닥판에 발생한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되는 바, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형 구조로 시공되어 있으며, 기 발생한 손상에 대한 보수가 일부 실시된 상태이다. 주요 손상현황은 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열, 철근노출, 흉벽 접합부 마감 불량, 신축이음 하부 배수홈통 파손 및 유도배수관 길이부족에 의한 누수흔적, 체수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 특히, 누수흔적 및 체수는 신축이음 하부 배수홈통 파손, 유도배수관 길이부족에 대한 손상과 연계된 보수가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1 벽체	위 치	상행선 A2 벽체
현 황	체수 흔적	현 황	누수흔적
			
위 치	하행선 A1 흉벽	위 치	하행선 A2 벽체
현 황	철근노출	현 황	누수흔적

[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열(폭 0.3mm미만) 백태 및 체수, 누수흔적	2 5	L=3.5m A=4.3m ²	
	A2	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태 및 체수, 누수흔적	3 1 2	L=1.8m L=1.0m A=5.4m ²	
하행선	A2	균열(폭 0.3mm미만) 백태 및 체수, 누수흔적	7 2	L=3.7m A=1.0m ²	

2) 교각

교각은 T형 및 II형구조이며, 일부 균열에 대한 보수가 실시된 상태이다. 주요 손상현황은 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열 및 보수부 재균열, 표면균열, 백태, 콘크리트 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 균열은 시공초기에 건조수축에 의한 손상이 온도 및 습도 등의 환경적인 원인에 의해 진전된 비구조적인 손상으로 판단되나, 내구성 확보를 위한 보수가 요망된다.

			
위 치	상행선 P4 코핑부	위 치	상행선 P5 코핑부
현 황	수직 균열(폭 0.2mm)	현 황	수직 균열(폭 0.1~0.2mm)

			
위 치	상행선 P8 코핑부	위 치	하행선 P3 코핑부
현 황	수직 균열(폭 0.1mm)	현 황	보수부 재균열(폭 0.1mm)
			
위 치	하행선 P6 코핑부	위 치	하행선 P4 코핑부
현 황	종방향 균열(폭 0.2mm)	현 황	콘크리트 파손
			
위 치	상행선 P5 기둥부	위 치	하행선 P6 기둥부
현 황	균열보수 - 양호	현 황	균열보수 - 양호

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	8	L=7.0m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	25	L=32.3m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	36	L=29.4m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	8	L=8.0m	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	19 1	L=14.4m A=1.5m ²	
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	9	L=7.9m	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	7	L=4.2m	
	P8	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=5.8m	
하 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	12	L=6.0m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	17 2	L=19.1m L=3.0m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 재료분리 및 파손	21 1 1	L=18.7m L=2.4m A=0.01m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 백태 및 체수, 누수흔적	2 4 2	L=2.0m A=7.25m ² A=0.1m ²	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	12 2	L=5.4m A=11.0m ²	
	P6	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	17 2	L=11.1m A=2.0m ²	
	P7	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	26 4	L=24.8m A=11.5m ²	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량 받침은 POT BEARING 형식으로 설치되어 있으며, 기 발생한 균열에 대한 보수가 일부 실시된 상태이나, 미보수된 무수축물탈 균열이 다수 조사되었으며, 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 철근노출 및 Plate 녹발생이 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

또한, 교량받침의 이동량을 측정한 결과, 가동여유량이 부족한 일부 구간이 확인되었으나, 가동흔적을 볼 때 온도변화에 의한 가동은 큰 문제가 없는 것으로 판단되는바, 가동 상태에 대한 주기적인 관찰이 요망된다.

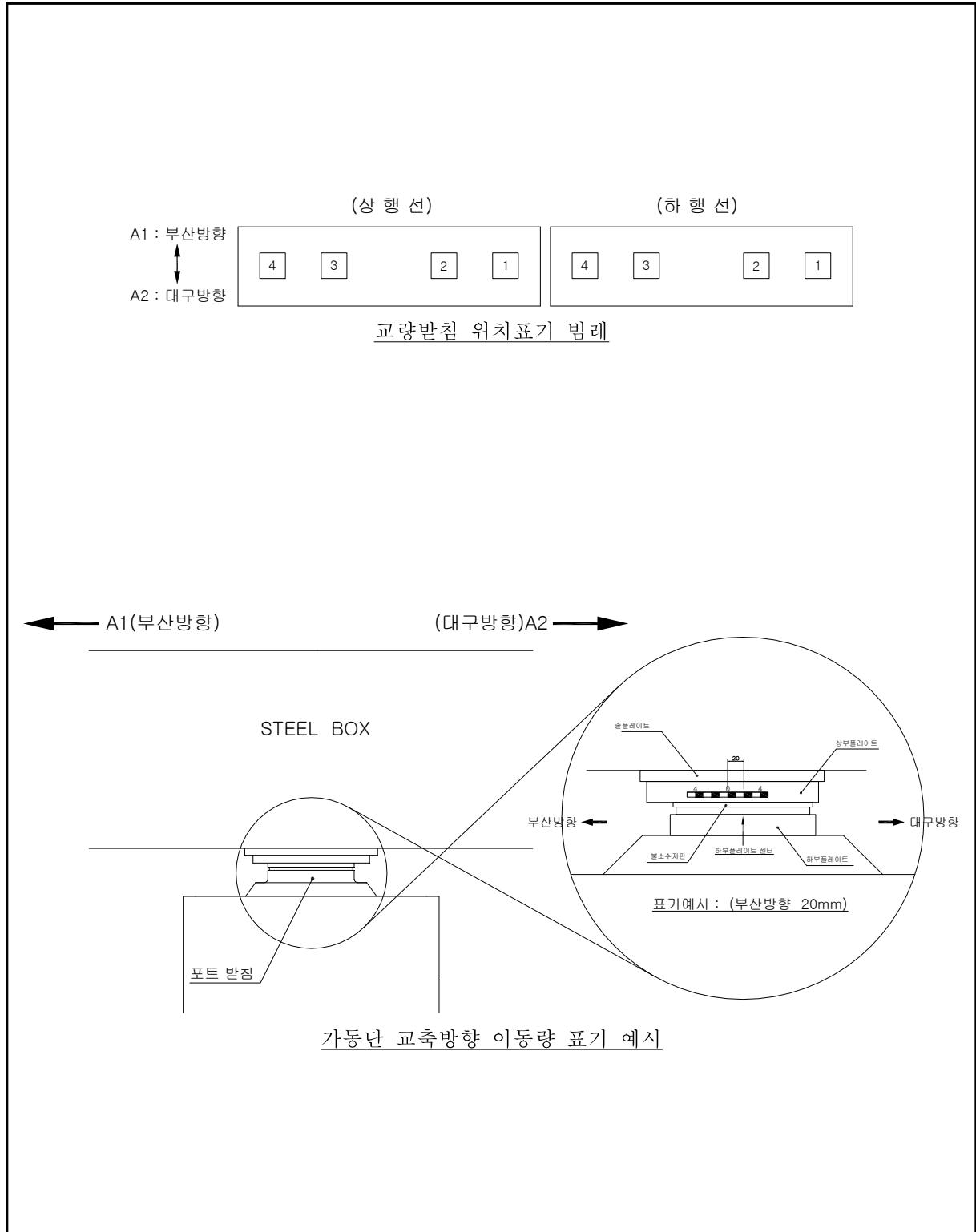
			
위 치	하행선 A2 SH3	위 치	하행선 P2 SH2
현 황	무수축물탈 균열	현 황	무수축물탈 균열
			
위 치	하행선 P4 SH1	위 치	하행선 P5 SH6
현 황	Plate 부식	현 황	받침콘크리트 재료분리

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 파손	2 1	L=0.6m A=0.01m ²	
	P1	받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	
	P3	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)	7 1	L=1.6m L=0.2m	
	P4	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=1.2m	
	P5	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=0.9m	
	P7	받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)	4	L=0.7m	
	P8	받침콘크리트 파손	1	A=0.05m ²	
하 행 선	A1	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만) 녹발생 철근노출	1 1 1 1	L=0.1m L=0.1m 1EA 1EA	
	A2	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만) 무수축물탈 파손	5 2 1	L=0.75m L=0.3m A=0.01m ²	
	P2	무수축물탈 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 재료분리	1 1	L=0.1m A=0.12m ²	
	P4	재료분리, 탈락, 파손 녹발생	1 1	A=0.01m ² 1EA	
	P5	받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 재료분리	1 1	L=0.2m A=0.1m ²	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.8], [표 2.1.9]와 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 6.9℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	12	-	15	-	21	-	27	±70mm
P1	-	10	-	10	-	10	-	5	
P2	-	10	-	10	-	10	-	10	
P3	10	-	10	-	10	-	10	-	
P4	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P5	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P6	10	-	15	-	20	-	20	-	
P7	-	60	-	60	-	60	-	60	
P8	-	3	-	8	-	8	-	8	
A2	0	0	0	0	-	5	-	5	±70mm

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 6.9℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)												비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		SH5		SH6		
	SH7		SH8		SH9		SH10						
	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	
A1	-	11	-	13	-	15	-	15	-	-	-	-	±70mm
P1	-	10	-	10	-	10	-	5	-	-	-	-	
P2	좌우	좌우	좌우	좌우	FIX	FIX	FIX	FIX	-	-	-	-	
P3	5	-	5	-	5	-	20	-	-	-	-	-	
P4	-	5	-	5	-	5	-	5	40	-	40	-	
	40	-	40	-	40	-	40	-	-	-	-	-	
P5	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	
P6	좌우	좌우	좌우	좌우	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P7	40	-	40	-	40	-	35	-	40	-	40	-	
A2	40	-	40	-	40	-	35	-	35	-	40	-	±70mm

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하나, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차에 의한 영향만을 고려하여 검토하였다.

■ 하행선 A2지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 5.0°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $5.0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 15.0^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 5.0^{\circ}\text{C} = 35.0^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 15.0 \times 105000 = 18.9\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 35.0 \times 105000 = 44.1\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($55+50=105.0\text{m}$), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

하행선 A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 18.9mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 44.1mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 91.1mm의 여유량을 보유하고 있으나, 온도 상승시에 약 4.1mm가 부족한 상태로 나타났다. 현재 기존의 가동흔적으로 볼 때, 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되는 바, 지속적인 주의관찰이 요구된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 교면포장은 중차량의 지속적인 윤회중에 의한 라벨링 심화가 다수 조사되었으며, 아스콘 균열이 일부 조사되었다. 교면포장에 발생한 손상은 통행차량의 주행성 저하를 유발하는 정도는 아닌 것으로 판단되는 바, 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰 후 재포장 등의 장기적인 대책이 필요하다.

			
위 치	상행선 S5	위 치	하행선 S1~3
현 황	교면포장 라벨링 심화	현 황	교면포장 라벨링 심화

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	교면 포장 아스콘 균열	1	L=5.0m	
	S2	교면 포장 라벨링	1	A=132.0m ²	
	S3	교면 포장 라벨링	3	A=20.6m ²	
	S4	교면 포장 라벨링	3	A=1.8m ²	
	S5	교면 포장 라벨링	2	A=350.0m ²	
	S6	교면 포장 라벨링	1	A=150.0m ²	
	S7	교면 포장 라벨링	2	A=180.0m ²	
	S8	교면 포장 라벨링	2	A=210.0m ²	
	S9	교면 포장 라벨링	1	A=150.0m ²	
하행선	S1	교면 포장 라벨링	1	A=160.0m ²	
	S2	교면 포장 라벨링 교면 포장 아스콘 균열	1 2	A=160.0m ² L=120.0m	
	S3	교면 포장 라벨링	1	A=160.0m ²	
	S5	교면 포장 라벨링	1	A=30.0m ²	
	S6	교면 포장 라벨링	1	A=30.0m ²	
	S7	교면 포장 라벨링	1	A=30.0m ²	
	S8	교면 포장 라벨링	1	A=30.0m ²	

2) 신축이음

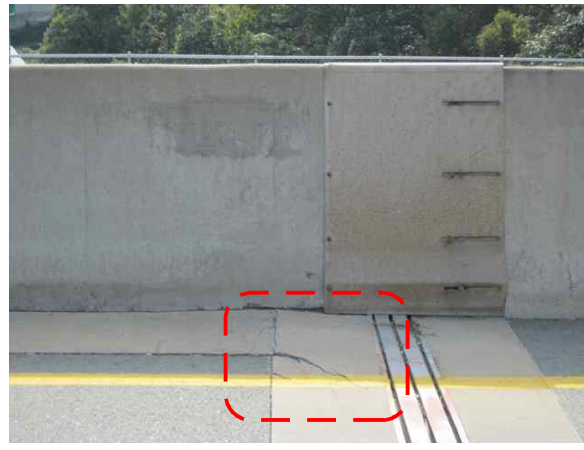
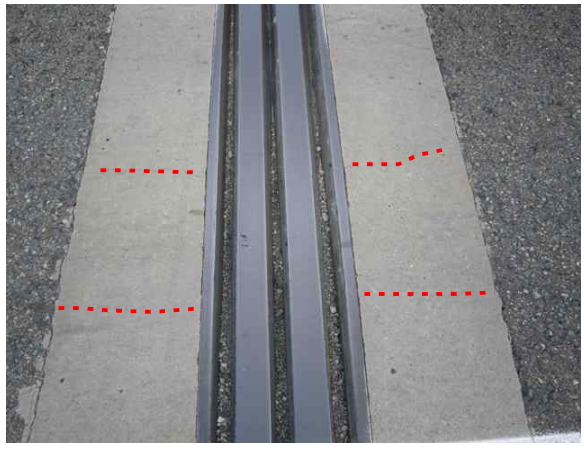
① 본체

신축이음장치는 Rail Joint(상·하행선 A1, 하행선 P4) 및 Finger Joint(상·하행선 A2)로 설치되어있다. 주요 손상현황은 유간 부족(하행선 A1), 하부 배수홈통 파손, 본체 부식 및 유간조절장치 이탈(상행선 A1) 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 배수홈통 파손은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 보수가 필요하며, 가동 유간 부족 구간은 현재 본체 및 후타재에 특별한 손상은 없는 상태로 온도에 대한 가동 상태는 큰 문제가 없는 것으로 판단되는 바, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 유간 확보를 위한 장기적인 대책이 요망된다.

			
위 치	하행선 A1 신축이음	위 치	상행선 A1 신축이음
현 황	유간 부족(22 + 17 = 39mm)	현 황	유간조절장치 이탈
			
위 치	상행선 A2 신축이음	위 치	상행선 A2
현 황	배수홈통 파손	현 황	신축이음 전경

② 후타재

신축이음 후타재 점검 결과, 주요 손상현황은 국부적인 균열 및 접속부 이격이 확인되었으며, 후타재 들뜸이 일부 추가 발생하였다. 기 발생한 손상은 건조수축 등에 의한 시공초기 손상이 온도 등의 환경적인 원인 및 지속적인 차량 운하중에 의해 일부 진전된 비구조적인 손상으로 판단되는 바, 주기적인 점검으로 통한 주의관찰 후 조치가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	하행선 P4
현 황	후타재 들뜸	현 황	후타재 균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	EJ.1 (A1)	접속도로 이격 후타재 콘크리트 들뜸 본체 이물질 퇴적 유간조절장치 탈락	1 1 1 1	L=6.0m A=0.5m ² L=3.0m 1EA	
	EJ.2 (A2)	본체 이물질 퇴적 하부 배수 물받이 손상	1 1	L=2.0m 1EA	
하행선	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속도로 이격	1 11 1	L=2.0m L=6.6m L=6.0m	
	EJ.2 (P4)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	2 12	L=6.0m L=7.2m	
	EJ.3 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	1 3	L=1.0m L=1.7m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
EJ1 (A1)	24 + 23 + 27 = 74	22 + 17 = 39	NO.240(상) NO.160(하)
EJ2 (P4)	-	60 + 53 + 59 = 172	
EJ3 (A2)	148	47	

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공된 지가 3년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ 하행선 A1 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 11월 13일, 일평균기온 : 5.0°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $5.0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 15.0^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 5.0^{\circ}\text{C} = 35.0^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 15.0 \times 105000 = 18.9\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 35.0 \times 105000 = 44.1\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($50+55=105.0\text{m}$), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

유간 여유량이 최소인 하행선 A1 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 18.9mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 44.1mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 102.1mm 정도로 유간여유량을 확보하고 있으나, 온도 상승시에는 약 5.1mm가 부족한 것으로 확인되었다. 현재 신축이음부에 특별한 손상이 없는 것을 볼 때, 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없는 것으로 판단되는 바, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 유간 확보를 위한 대책이 요망된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽은 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열이 다수 조사되었으며, 균열부 우수 침투에 의한 백태, 중분대 상면 들뜸, 파손 등의 손상이 일부 조사되었다. 방호벽 특성상 우수 접촉에 의한 손상의 진전 우려가 있으므로 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 접속부 중분대	위 치	상행선 S3 중분대
현 황	콘크리트 파손	현 황	균열 및 백태
			
위 치	하행선 S4 방호벽	위 치	하행선 S4 중분대
현 황	균열 및 백태	현 황	균열 및 백태

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	콘크리트 파손	1	A=0.15m ²	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=4.8m	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	1 1	L=2.5m A=1.8m ²	
	S8	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	3 3	L=4.5m A=0.45m ²	
	S9	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태 콘크리트 파손	9 1 1	L=5.2m A=0.3m ² A=0.08m ²	
하 행 선	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	3	L=2.8m	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	3 3	L=2.4m A=1.8m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태 콘크리트 파손	1 2 1	L=1.0m A=1.24m ² A=0.06m ²	
	S5	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	4	L=4.0m	
	S6	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	15	L=15.0m	
	S7	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.7m	
	S8	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	12	L=11.6m	

4) 배수시설

배수시설은 육교형 및 산악형으로 시공되어 있으며, 주요 손상현황은 배수관 위치 불량(점검로 상부), 고정고리 탈락 및 배수관 이동 간섭(용접) 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 원활한 기능 발휘를 위한 정비가 요망된다.

			
위 치	상행선 P2	위 치	상행선 S9
현 황	배수관 위치 불량(점검로 상부)	현 황	배수관 이동 간섭(용접)
			
위 치	하행선 S4	위 치	하행선 S4
현 황	배수관 고정고리 탈락	현 황	배수구 전경 - 양호

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S1	유도배수관 길이부족	1	
	S2	배수관 위치불량	1	
	S5	배수관 손상	1	
	S6	배수관 손상	1	
하행선	S4	배수구 길이부족	1	
		배수관 연결고리 탈락	1	
		배수관 연결부 불량	1	
	S6	배수관 연결재 탈락	3	
	S8	배수관 연결재 탈락	1	
		배수관 연결부 어긋남	1	

5) 기타(L형 옹벽, 차수관, 점검계단, 교량점검로, 범면보호블럭 등)

시·중점부에 설치된 콘크리트옹벽 구간의 균열, 들뜸, 실란트 파손 등이 조사되었으며, 차수관 앵커 볼트 탈락, 점검로 시건장치 파손, 교각번호판 파손 등의 손상이 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하며, 교각번호판 파손은 하부 도로 낙하시 통행차량 및 보행자의 안전사고 위험이 있으므로 조속한 정비가 요망된다.

			
위 치	하행선 P2	위 치	상행선 A2
현 황	교각번호판 파손	현 황	차수관 앵커볼트 탈락

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	A1	차수관 볼트불량	3	3EA	
	A2	차수관 앵커탈락	10	10EA	
하행선	A1	차수관 앵커탈락	3	3EA	
	P4	차수관 앵커탈락	6	6EA	
	A2	차수관 앵커탈락 웬스 미설치	4 1	4EA 1EA	
옹벽	시·중점부	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=10.0m	
		균열(폭 0.3mm이상)	5	L=15.5m	
		배수구 막힘	3	3EA	
		콘크리트 박락 및 파손	7	A=0.35m ²	
		실란트 파손	5	L=20.0m	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 균열, 파손, 철근노출 ■ 주형: 내·외부 도장손상, 내부 우수유입흔적 ■ 가로보: 도장손상 ■ 교대: 폭 0.1~0.2mm 균열, 누수흔적, 백태, 누수 및 누수흔적 ■ 교각: 폭 0.1~0.3mm 균열, 표면균열, 파손, 백태, 누수 및 체수 흔적 ■ 교량받침: 무수축물탈 균열 및 파손 받침콘크리트 균열, Plate 부식 ■ 교면포장: 라벨링, 패임, 아스콘 균열 ■ 신축이음: 본체 하부 유간조절장치 이탈(상행선 A1), 하부 배수홈통 파손(상행선 A2), 녹발생, 후타재 접속부 이격 ■ 난간: 폭 0.1~0.2mm 균열, 콘크리트 백태, 들뜸, 파손 ■ 배수시설: 배수 홈통 가동여유량 부족 배수관 고정고리 탈락, 배수관 위치불량 유도배수관 길이부족 ■ 기타: 교대 법면 이격, 점검계단 미설치 신축이음부 차수관 볼트, 너트, 앵커탈락 용벽 균열, 파손 및 조인트부 실란트 파손	■ 바닥판: 폭 0.1~0.3mm 균열, 콘크리트 파손 재료분리, 철근노출 ■ 주형: 내부 우수유입 흔적, 도장손상, 이물질퇴적, 환기구 볼트 체결불량 및 부식 외부 도장들뜸 및 도장손상 ■ 가로보: 도장손상 ■ 교대: 폭 0.1~0.3mm 균열, 철근노출 흉벽 접합부 마감 불량, 누수흔적 및 체수 ■ 교각: 폭 0.1~0.3mm 균열, 보수부 채균열 표면균열, 백태, 콘크리트 파손 ■ 교량받침: 가동 여유량 부족 일부 발생 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 철근노출 및 Plate 녹발생 ■ 교면포장: 라벨링 심화, 아스콘 균열 ■ 신축이음: 본체 유간부족(하행선 A1), 본체 부식 및 유간조절장치 이탈(상행선 A1) 하부 배수홈통 파손 후타재 균열 및 접속부 이격, 들뜸 ■ 난간: 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태 중분대 상면 들뜸 및 파손 ■ 배수시설: 배수관 위치불량, 고정고리 탈락 배수관 이동 간섭(용접) ■ 기타: 차수관 앵커 볼트 탈락 점검로 시건장치 파손, 교각번호판 파손 용벽 균열, 파손 및 조인트부 실란트 파손
기 발생한 손상에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 보수상태는 양호하나, 미보수된 바닥판하면 재료분리 및 철근노출, 주형 내·외부 도장손상, 하부구조 균열 및 콘크리트 파손 등의 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 신축이음 하부 배수홈통 파손 및 유도배수관 길이부족은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 정비가 요망된다. 특히, 교량받침 및 신축이음의 가동여유량 부족 구간은 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 가동여유량 확보를 위한 대책이 요망된다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판은 27.2~31.4MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.2~28.5MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판 ⇒27 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판하면	S1	51.1	24.8	29.6	27.2	
	2	바닥판하면	S2	56.2	27.9	33.6	30.7	
	3	바닥판하면	S3	55.4	27.4	33.0	30.2	
	4	바닥판하면	S4	57.1	28.5	34.3	31.4	
	5	바닥판하면	S5	55.3	27.4	32.9	30.1	
	6	바닥판하면	S6	52.7	25.7	30.8	28.2	
	7	바닥판하면	S7	52.6	25.7	30.7	28.2	
	8	바닥판하면	S8	52.5	25.6	30.7	28.1	
	9	바닥판하면	S9	53.5	26.2	31.5	28.9	
	10	바닥판하면	S10	53.9	26.5	31.8	29.2	
하 부 구 조	11	교 대	A2	49.2	23.6	28.0	25.8	
	12	교 각	P1	50.3	24.3	28.9	26.6	
	13	교 각	P2	47.0	22.2	26.3	24.2	
	14	교 각	P3	50.5	24.4	29.1	26.7	
	15	교 각	P4	49.0	23.5	27.9	25.7	
	16	교 각	P5	48.4	23.1	27.4	25.2	
	17	교 각	P6	48.2	23.0	27.2	25.1	
	18	교 각	P7	49.3	23.6	28.1	25.9	
	19	교 각	P8	47.5	22.5	26.7	24.6	
	20	교 각	P9	51.1	24.8	29.5	27.2	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판하면	S1	55.8	27.6	33.3	30.5	
	2	바닥판하면	S2	53.2	26.1	31.2	28.6	
	3	바닥판하면	S3	51.4	24.9	29.8	27.4	
	4	바닥판하면	S4	55.1	27.2	32.7	30.0	
	5	바닥판하면	S5	51.4	24.9	29.8	27.4	
	6	바닥판하면	S6	53.8	26.4	31.7	29.0	
	7	바닥판하면	S7	51.8	25.2	30.1	27.6	
	8	바닥판하면	S8	53.5	26.2	31.5	28.9	
	9	바닥판하면	S9	56.5	28.1	33.9	31.0	
	10	바닥판하면	S10	54.7	27.0	32.4	29.7	
하 부 구 조	11	교 대	A2	47.4	22.4	26.5	24.5	
	12	교 각	P1	49.6	23.8	28.3	26.1	
	13	교 각	P2	48.0	22.8	27.0	24.9	
	14	교 각	P3	47.1	22.3	26.3	24.3	
	15	교 각	P4	46.6	21.9	25.9	23.9	
	16	교 각	P5	47.9	22.8	27.0	24.9	
	17	교 각	P6	47.5	22.5	26.7	24.6	
	18	교 각	P7	48.0	22.8	27.1	25.0	
	19	교 각	P8	53.0	25.9	31.1	28.5	
	20	교 각	P9	49.3	23.6	28.1	25.9	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 6mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S9	8	0.3	4.0	3.7	a
3	교 대	A1	8	0.5	10.0	9.5	a
4	교 대	A2	8	0.3	10.0	9.7	a
5	교 각	P4	8	0.3	10.0	9.7	a
6	교 각	P5	8	0.5	10.0	9.5	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S8	8	0.6	4.0	3.4	a
3	교 대	A1	8	0.5	10.0	9.5	a
4	교 대	A2	8	0.4	10.0	9.6	a
5	교 각	P4	8	0.6	10.0	9.4	a
6	교 각	P5	8	0.3	10.0	9.7	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	b	a	a	a	a	c	c	b	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	a	a	b	b	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[3]	강상자형교	b	c	a	b	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[4]	강상자형교	b	b	b	b	a	a	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[5]	강상자형교	b	b	b	c	a	a	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[6]	강상자형교	b	b	b	c	a	a	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[7]	강상자형교	b	b	b	c	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[8]	강상자형교	b	b	b	c	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[9]	강상자형교	b	b	b	c	c	b	N/A	b	b	Q	a	N/A	-	-
STB[10]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	c	Q	N/A	a	-	-
평균		0.200	0.200	0.150	0.300	0.144	0.189	0.250	0.170	0.220	N/A	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.040	0.008	0.021	0.004	0.004	0.023	0.015	0.044	N/A	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.201	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.201로 산정되어 상태등급은 ”B등급“으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
STB[1]	강상자형교	b	a	a	c	a	a	b	b	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	b	b	c	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[3]	강상자형교	b	a	b	c	a	b	N/A	b	c	Q	N/A	N/A	-	-
STB[4]	강상자형교	a	b	a	a	c	b	N/A	a	c	Q	N/A	N/A	-	-
STB[5]	강상자형교	c	b	a	c	a	b	b	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[6]	강상자형교	b	a	b	c	c	b	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[7]	강상자형교	b	b	a	c	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[8]	강상자형교	c	a	a	c	c	b	N/A	a	b	Q	a	N/A	-	-
STB[9]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	c	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.238	0.150	0.138	0.363	0.213	0.188	0.200	0.178	0.244	N/A	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.043	0.030	0.007	0.025	0.006	0.004	0.018	0.016	0.049	N/A	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.205	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.2.2 상태등급 산정

[표 3.2.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.205로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과		
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 폭 0.1~0.3mm균열, 콘크리트 파손, 재료분리 및 철근노출		
		주 형	▪ 외부 : 도장들뜸 및 도장손상 ▪ 내부 : 도장손상, 우수유입흔적, 환기구 볼트 체결불량 및 부식 이물질퇴적		
		가 로 보	▪ 도장손상		
	하 부 구 조	교 대	▪ 폭 0.1~0.3mm 균열, 철근노출, 흉벽 접합부 마감불량, 누수흔적, 체수		
		교 각	▪ 폭 0.1~0.3mm 균열, 보수부 재균열, 표면균열, 백태, 콘크리트 파손		
	교량받침		▪ 가동여유량 부족 일부 발생 ▪ 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 철근노출 Plate 부식		
	기 타 부 재	교면포장	▪ 라벨링 심화, 아스콘 균열		
		신축이음	▪ 본체 : 유간부족(하행선 A1), 부식 및 유간조절장치 이탈 하부 배수홈통 파손 ▪ 후타재 : 균열 및 접속부 이격, 들뜸		
		난 간	▪ 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태, 중분대 상면 들뜸 및 파손		
		배수시설	▪ 배수관 위치불량, 고정고리 탈락, 배수관 이동 간섭(용접)		
부속시설		▪ 차수관 앵커탈락, 점검로 시건장치 파손, 교각번호판 파손 ▪ 옹벽 균열, 파손 및 조인트부 실란트 파손			
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	상 행	상부 : 27.2~31.4MPa	하 행	상부 : 27.4~31.0MPa
			하부 : 24.2~27.2MPa		하부 : 24.3~28.5MPa
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.		
	콘크리트 탄 산 화	상 행	상부 : 3mm(피복40mm)	하 행	상부 : 3~6mm(피복40mm)
			하부 : 3~5mm(피복100mm)		하부 : 3~6mm(피복100mm)
평 가		현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거 의 없는 것으로 나타남.			
상태 평가 결과	환산결합도 점수	▪ 상행선 0.201 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.205 ▷ 「B」 등급			

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주요 손상현황은 바닥판하면 폭 0.1~0.3mm 균열, 재료분리 및 철근노출, 주형 내·외부 국부적 도장손상, 신축이음 유간 부족, 유간조절장치 이탈 및 하부 배수홈통 파손, 교량받침 가동여유량 부족, 하부구조 균열, 누수 및 체수 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보 차원의 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.

특히, 신축이음 하부 배수홈통 파손은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 정비가 필요하며, 교량받침 및 신축이음의 가동여유량 부족 구간은 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 가동여유량 확보를 위한 대책이 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

대포천교는 2006년에 준공된 교량연장 상행선 475m, 하행선 420m, 총폭 24.3m~27.9m의 Steel Box Girder 교량으로 최대 경간장 55m의 1종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
상 부 구 조	바 닥 판		균열	0.3mm 미만	m (개소)	37.8 (34)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	1.2 (1)	수지주입	
			파손		m ² (개소)	0.04 (1)	단면보수	
			재료분리		m ² (개소)	1.5 (1)	단면보수	
	주 형		외부	도장손상	m ² (개소)	0.58 (37)	도장보수	
			내부	도장손상	m ² (개소)	0.12 (2)	도장보수	
	가 로 보		도장손상		m ² (개소)	0.97 (19)	도장보수	
하 부 구 조	교대,교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	114.3 (123)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	1.0 (1)	수지주입	
			표면균열		m ² (개소)	1.5 (1)	표면처리	
			백태 및 누수흔적		m ² (개소)	9.7 (7)	표면처리	
교량받침			균열	0.3mm 미만	m (개소)	5.5 (30)	표면처리	
			재료분리 및 파손		m ² (개소)	0.06 (2)	단면보수	
기 타 부 재	교면포장		아스콘 균열		m (개소)	5.0 (1)	아스콘 실링	
			라벨링		m ² (개소)	1194.4 (15)	주의관찰	
	배수시설		배수관 손상		개소	2	정비	
			유도배수관 길이부족		개소	1	정비	
			배수관 위치불량		개소	1	정비	
	난 간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	17.0 (19)	표면처리	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.23 (2)	단면보수	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	2.55 (5)	표면처리	
	신축이음	후타재	접속부 이격		m (개소)	6.0 (1)	주의관찰	
			콘크리트 들뜸		m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수	
		본 체	이물질 퇴적		m (개소)	5.0 (2)	정 비	
			유간조절장치 탈락		개소	1	재설치	
하부배수 홈틀 손상			개소	1	정 비			
부속 시설			차수관 볼트 탈락 및 불량		개소	13	정 비	
			범면 파손		m ² (개소)	0.5 (2)	주의관찰	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
상 부 구 조	바 닥 판		균열	0.3mm 미만	m (개소)	95.2 (63)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	6.0 (7)	수지주입	
					철근노출	m ² (개소)	0.01 (1)	방청,단면보수
	주형	내부	환기구체결불량		개소	3	재체결	
			이물질퇴적		m ² (개소)	0.02 (1)	정비	
			우수유입흔적		m ² (개소)	20.0 (1)	주의관찰	
		외부	도장손상		m ² (개소)	0.41 (14)	도장보수	
가 로 보		도장손상		m ² (개소)	0.07 (6)	도장보수		
하 부 구 조	교대,교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	90.8 (113)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	5.4 (3)	수지주입	
			표면균열		m ² (개소)	31.75 (12)	표면처리	
			재료분리 및 파손		m ² (개소)	0.11 (3)	단면보수	
			체수, 누수흔적		m (개소)	1.0 (2)	표면처리	
교량받침			균열	0.3mm 미만	m (개소)	1.55 (11)	표면처리	
			재료분리 및 파손		m ² (개소)	0.24 (4)	단면보수	
			녹발생		개소	2	재도장	
기 타 부 재	교면포장		아스콘 균열		m (개소)	120.0 (2)	아스콘 실링	
			라벨링		m ² (개소)	600.0 (7)	주의관찰	
	배수시설		연결재,고리 탈락		개소	5	정비	
			유도배수관 길이부족		개소	1	정비	
			배수관 위치불량		개소	2	정비	
	난 간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	37.5 (39)	표면처리	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.06 (1)	단면보수	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	3.04 (5)	표면처리	
	신축이음	후타재	접속부 이격		m (개소)	6.0 (1)	주의관찰	
			균열	0.3mm 미만	m (개소)	15.5 (26)	표면처리	
		본 체	이물질 퇴적		m (개소)	9.0 (4)	정 비	
부속시설			차수관 볼트 탈락 및 불량		개소	13	정 비	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표 - 계속

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비고
기 타 부 재	옹벽	균열	0.3mm 미만	m (개소)	10.0 (6)	표면처리	
			0.3mm 이상	m (개소)	15.5 (5)	수지주입	
		콘크리트 파손		m ² (개소)	0.35 (7)	단면보수	
		실란트파손		m (개소)	20.0 (5)	실란트 주입	
		배수구 막힘		개소	3	정비	

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단 시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링, 포트홀, 패임	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 콘크리트 방호벽 균열 ◦ 콘크리트 파손, 충돌흔적	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족 ◦ 연결재 탈락	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부 · 하부 차량의 안전성에 영향크	육안조사
신축이음	◦ 유간조절장치 이탈 ◦ 하부 물받이 손상 ◦ 후타재 균열 및 박락	· 본체변형 및 이상유무 · 하부구조 영향여부 · 손상부 진전여부	육안조사
바닥판	◦ 균열 ◦ 철근노출	· 균열의 확대여부 · 철근부식 및 손상 진전여부	육안조사
강재 거더	◦ 도장손상 ◦ 이물질퇴적	· 손상부 진전여부 · 정비 및 부식여부	육안조사
교량받침	◦ 교량받침 편기 ◦ 받침콘크리트 들뜸 및 파손	· 이동여유량 검토 · 손상부 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 박리 및 누수흔적 ◦ 균열	· 박락 및 박리의 진전여부 · 균열부의 손상진전 유무	육안조사
기타	◦ 보호범면 및 지반 변형 ◦ 웬스 미설치 ◦ 옹벽 균열 및 들뜸	· 주의 관찰 및 진전유무 · 외부인 출입여부 · 손상부 진전여부	육안조사

4. 감로1교

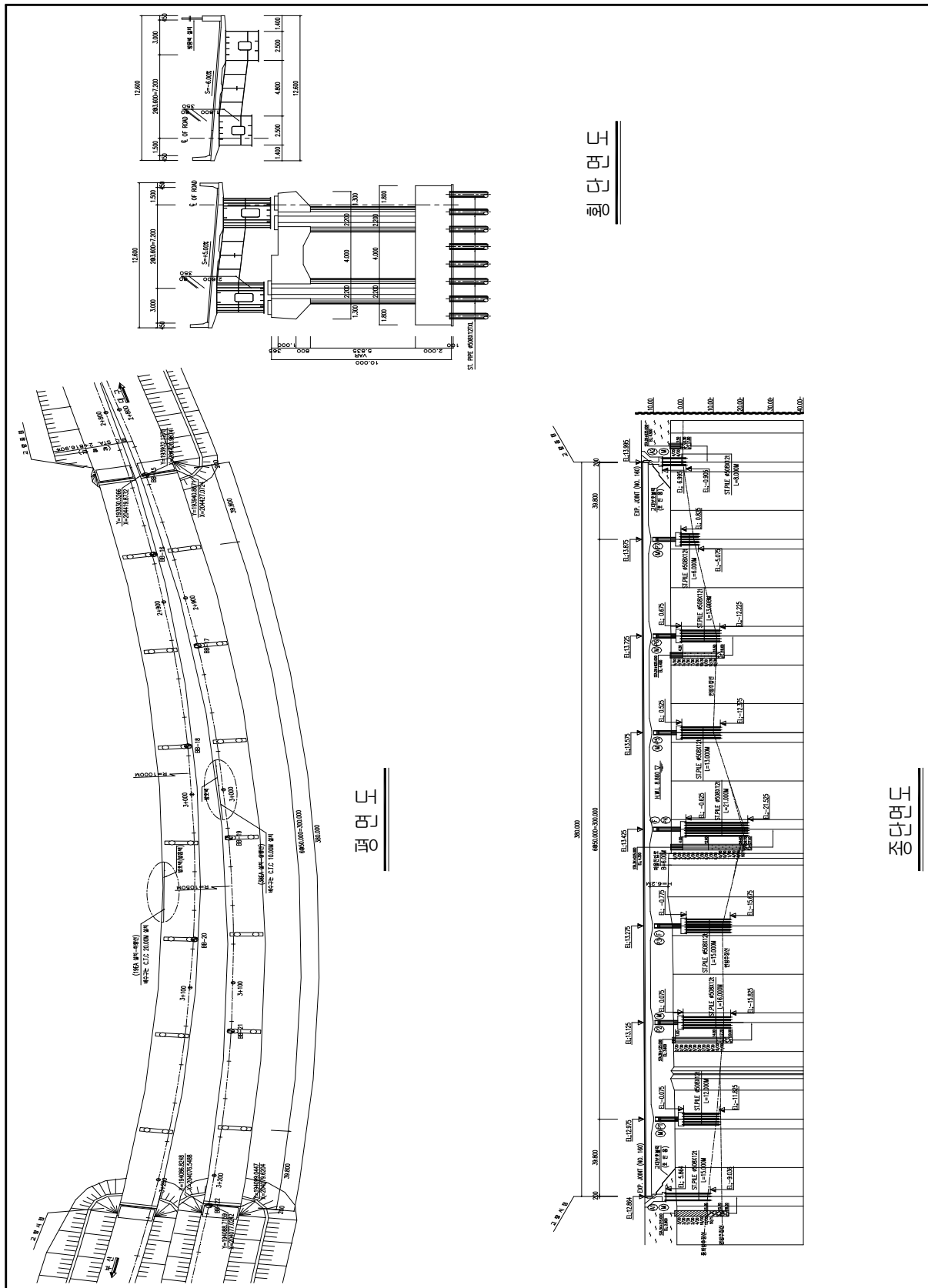
감로1교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감 로 1 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001025 하행선 : BR2006-0001029	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 4	
시설물위치		경남 김해시 상동면 감노리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 2+835.0~3+215.0 부산기점 18.424~18.804 km	
제원	연장	L = 380.0 m (40.0 + 6@50.0 + 40.0 = 380.0 m)					
	폭	B = 25.2 m, 4차로					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	강관파일	
	하부	교대 : 역T형 교각 : π 형			교각	강관파일	
교량받침		포트받침		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		마을진입도로		통과높이		9.0 m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

중점 점검사항

- 바닥판 : 균열 부 진전여부
- 강재주형 : 도장손상 및 부식 진전여부, 이상응 발생여부
- 교대 및 교각 : 균열 및 누수(체수) 진전여부
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 라벨링, 포트홀, 패임 진전여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 난간 : 균열 및 백태 진전여부
- 배수시설 : 배수기능 및 배수관 위치불량, 길이부족에 의한 하부구조 영향 여부
- 기타 : 지반침하 및 변형



감로1교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



슈미트햄머를 이용한 반발경도 시험



드릴링을 이용한 탄산화 시험

목 차(감로1교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	218
1.2 자료수집 및 분석	224

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	228
2.2 내구성조사 결과	249

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	252
3.2 하행선 상태평가	253

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	254
4.2 결 언	255

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	256
5.2 유지관리방안	259

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

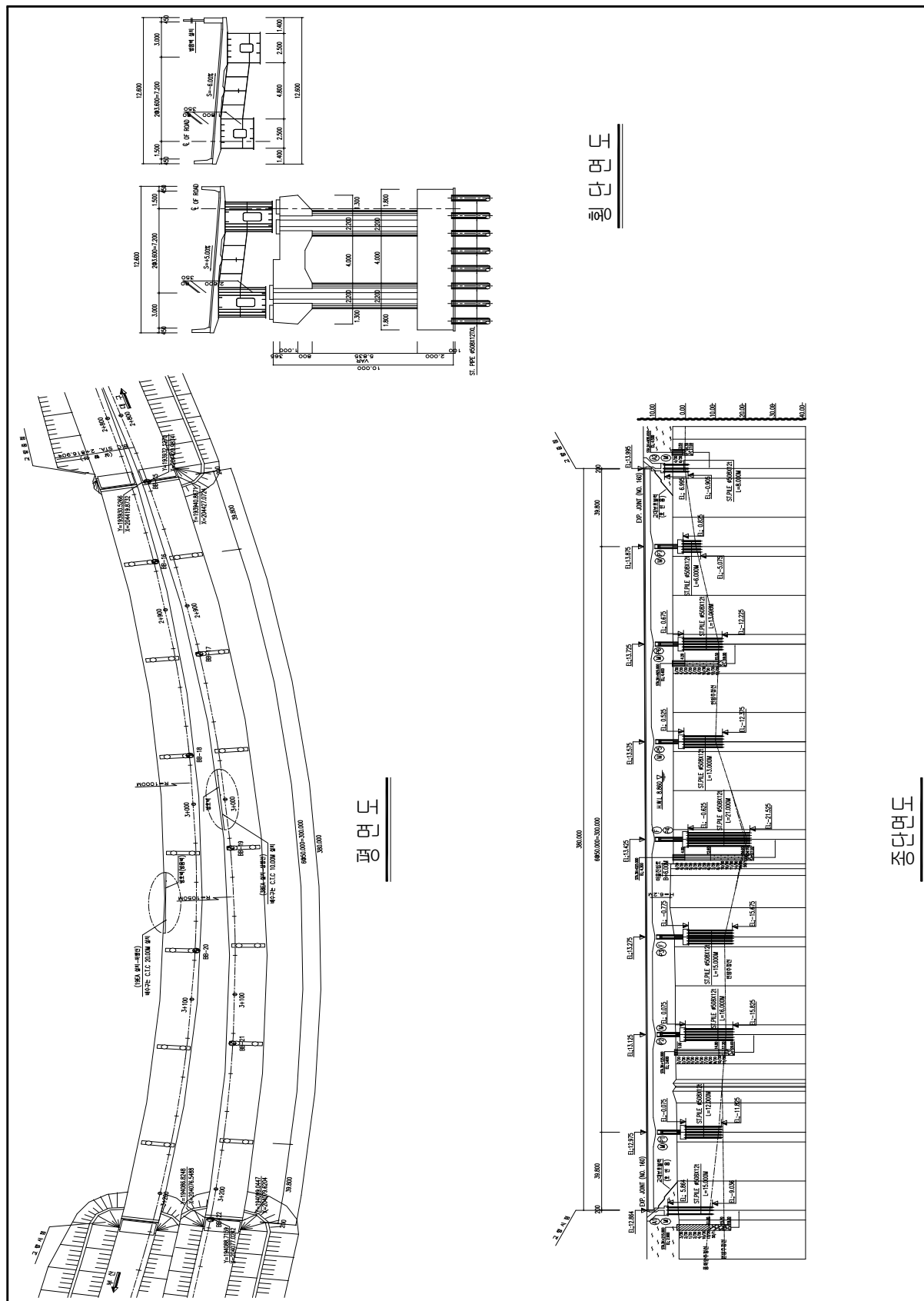


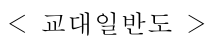
<그림 3.1.1.1> 감로1교 전경

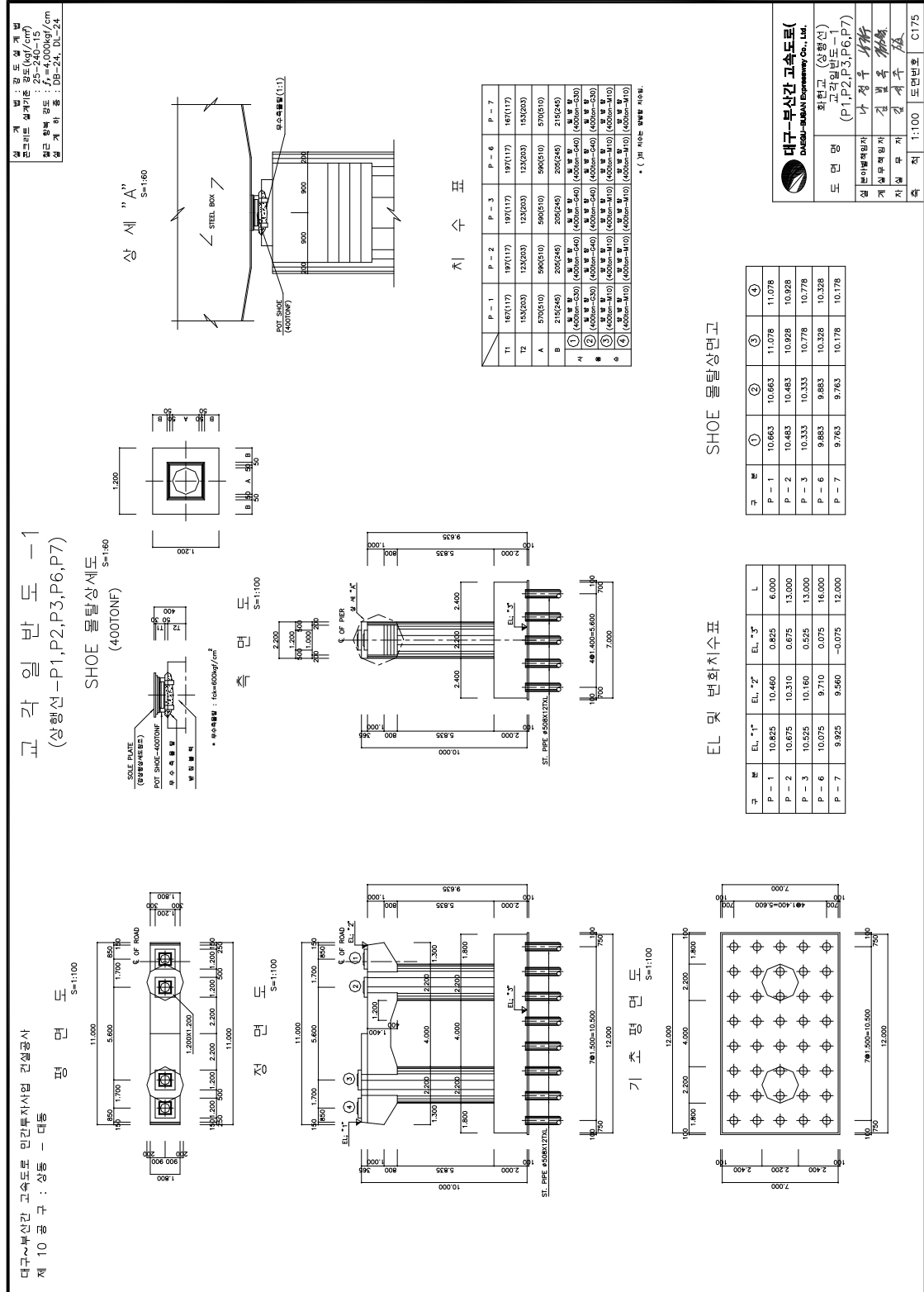
[표 3.1.1.1] 감로1교 기본현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		감 로 1 교		설계하중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 2+835.0~3+215.0		종별구분	1종 시설물		
	관리이정	부산기점 18.424~18.804 km					
시 설 물 관리번호		dbw BR. 4		시설물번호		상행선 : BR2006-0001025 하행선 : BR2006-0001029	
상부 구조	형식	STEEL BOX GIRDER					
	연장	40.0+6@50.0+40.0=380.0m		교 폭		12.6m(상)+12.6m(하)	
하부 구조	교각	π 형		기초 형식	교각	강관파일	
	교대	역T형			교대	강관파일	
교량받침		포트받침		신축이음		레일조인트	
교차조건		마을진입도로		교 고		9.0m	
설 계 사		(주)바우컨설팅트		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)동일기술공사, (주)용마엔지니어링		시 공 자		두산중공업(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		+0.3000%		횡단구배		+5.0%(상행), -6.0%(하행)	

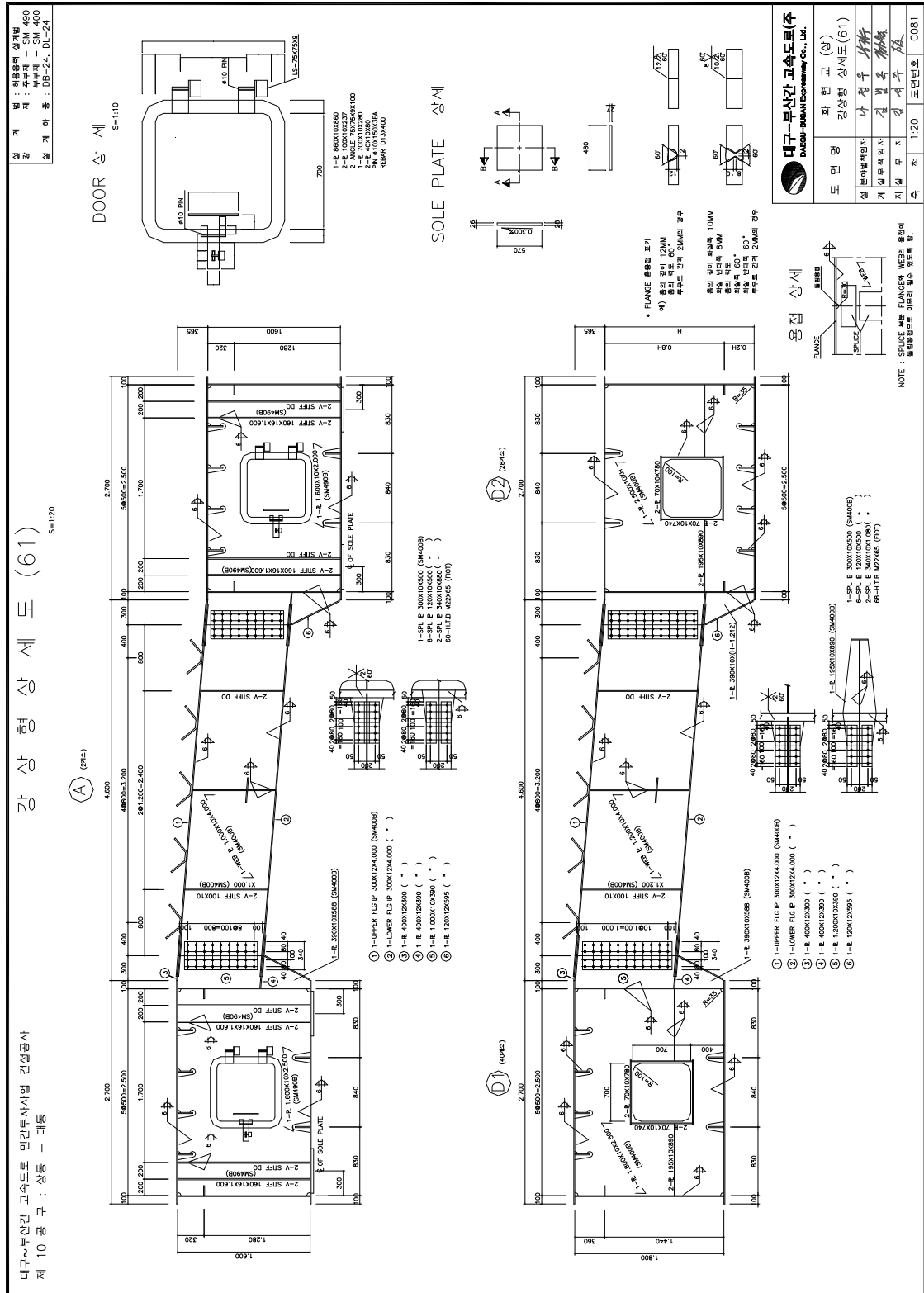
1.1.2 시설물 일반도







< 교각일반도 >



1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2006. 09. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 05. 10 ~ 2007. 06. 30	정기점검	-
4	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 03. 10 ~ 2008. 06. 30	정기점검	-
6	2008. 09. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 03. 10 ~ 2009. 06. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
10	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
12	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
14	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 02. 25 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2008. 06	· 강교도장 하자보수, 환풍망 정비, 받침부 녹제거 및 도장	두산메카텍
2	2009. 07	· 주형 도장손상 보수	-
3	2010. 05	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
4	2011. 04	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
5	2011. 05	· 강교도장 하자보수	두산메카텍
6	2012. 05	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
7	2012. 06	· 교대 및 교각부 균열보수, 주형외부 채도장	
8	2013. 08	· 교대 및 교각 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	3S엔지니어링

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

감로1교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, Steel Box 주형은 허용응력법으로 설계되었다. 강재주형의 주부재는 SM490이며, 부부재는 SM400을 기준으로 설계되었다. 내진설계는 단일모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 5, 가속도계수는 0.154를 적용하여 내진 I 등급교로 설계하였으며, 교량받침은 POT 받침을 사용하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유 근 무	A	감로1교(상)는 초기점검 결과 시설물의 종합평가등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 공용년수 증가로 일부 부재에서 손상현황이 추가 발생되었으나, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부 후타재 균열, 교량받침 가동상태 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 법면 토사유실 및 블록 이탈등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
5	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 유도 배수관 미설치로 인한 누수의 유입은 법면 토사유실 및 블록 이탈등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 법면 토사유실 및 블록 이탈 등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량받침 가동상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 차수관 파손, 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 하부 구조부재의 손상, 법면 토사유실 및 블록 이탈 등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량받침 가동상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이며, 기 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 특히 신축이음부 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 법면보호블록의 침하, 이격 등에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이며, 기 발생된 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보차원에서 보수를 실시하고 특히 신축이음부 접속부 파손, 후타재 균열, 바닥판 하면 균열 및 범면보호블록의 침하, 이격 배수관련(막힘, 길이부족, 유도배수관 탈락)현황 진행 등에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 기존 점검 결과와 비교 시, 바닥판 백태, 포장면 포트홀, 배수구 막힘 등 공용 중 발생할 수 있는 경미한 손상이 추가 조사되었다. 금번 점검 시 일부 부재에 발생한 현황에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 일부 미 보수 구간에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수를 지속적으로 실시한다면 구조물의 기능을 유지하는 데 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 일부 균열보수를 실시한 상태이나, 미 보수된 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 정비가 필요하다. 주요손상으로는 교면포장 패임 및 라벨링, 주형외부 및 가로보 도장들뜸, 플랜지 변형, 배수관 연결재 탈락 및 길이부족, 방호벽 균열부 백태, 교대 및 교각 균열, 신축이음 후타재 균열 및 이격, 차수관 볼트 탈락, 점검계단 상부 파손, 방음벽 판넬파손 등의 손상이 발생한 상태이다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	주요 손상은 바닥판하면 콘크리트 파손, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 편기, 신축이음 유간여유량 부족, 난간 균열(폭 0.1~0.3mm) 및 백태, 유도배수관 길이부족 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요함. 특히, 일부 구간(상A1,P4 하P3) 교량받침이 부산방향으로 최대 90mm정도 편기된 것으로 확인되는 바, 지속적인 주의관찰이 필요하며, 신축이음 유간여유량 부족(상 A2)에 대해 적절한 조치 후 지속적인 유간관리가 요망됨
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	주요 손상은 교면포장 패임 및 라벨링, 주형외부 및 가로보 도장들뜸, 유도배수관 길이부족, 신축이음 이론적 유간 여유량 부족, 본체 유간조절장치 이탈, 법면보호블럭 침하 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 신축이음은 이론적 유간 여유량이 다소 부족하게 나타났으며, 일부 교량받침의 이동량이 다소 크게 나타난 바, 지속적인 주의관찰이 필요함
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	교면포장 패임 및 라벨링, 배수관 연결재 탈락 및 길이부족, 난간 침하 및 단차, 바닥판하면 재료분리 및 국부파손, 신축이음 유간 여유량 부족, 교량받침, 이동량 과다, 받침콘크리트 들뜸, Plate 도장박리, 법면 및 방호벽 침하 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요함. 특히, 신축이음(하행선 A2)의 경우, 이론적 유간 여유량이 다소 부족한 것으로 나타났으며, 교량받침(상행선 A1)의 이동량이 다소 크게 나타난 바, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망됨
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	일부 교량받침 무수축물탈 들뜸, 교면포장 라벨링 등의 손상이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 기존 손상인 교면포장 패임, 배수관 연결재 탈락 및 길이부족, 난간 침하 및 단차, 신축이음 유간 여유량 부족, 교량받침 받침콘크리트 균열, 베어링 녹발생, Plate 도장 박리, 법면 및 방호벽 침하 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요함. 특히, 상행선 A2측 신축이음의 경우 여유량이 다소 부족한 것으로 조사된 바, 지속적인 점검을 통한 여유량 확인 및 주의관찰이 필요하며, 상행선 A1구간 받침 이동량의 경우도 전회 점검과 비교시 다소 여유량이 확보된 것으로 조사되었으나, 여유량 및 가동상태에 대한 주의관찰 및 필요시 적절한 조치가 요망됨

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

감로1교는 2006년에 준공된 교량연장 380m, 총폭 25.2m의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 감노리에 위치하며, 최대 경간장 50m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 곡선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 0.3%의 상향경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더가 8경간 연속으로 시공되어 있으며, 하부구조는 PILE 기초에 II형(교각부) 및 역T형(교대부)으로 시공되었다.

교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면에 발생한 주요 손상현황은 시공 미흡에 의한 재료분리 및 국부적인 콘크리트 파손이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 진전 유무에 대한 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선 S8 바닥판하면	위 치	하행선 S6 바닥판하면
현 황	재료분리	현 황	재료분리

	
상행선 바닥판하면 전경	하행선 바닥판하면 전경

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S6	재료분리	4	A=0.64m ²	
	S7	재료분리	2	A=0.63m ²	
	S8	재료분리	1	A=0.08m ²	
하 행 선	S6	재료분리	1	A=0.5m ²	
	S8	콘크리트 파손	1	A=0.06m ²	

2) 강재 주형 및 가로보

강재 주형 및 가로보는 전회 점검시와 비교하여 손상의 진전은 미미한 것으로 확인 되었으나, 국부적인 도장손상이 일부 조사된 바, 내구성확보를 위한 보수 및 진전 유 무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.



[표 2.1.2] 강재 거더 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S7	주형외부 도장손상	1	A=0.02m ²	
하행선	S8	주형외부 도장손상	1	A=0.01m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 흉벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 8.1℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	165	145	162	190	
A2	205	215	230	257	

교량 시·중점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 A1지점에서 상행선이 약 14.5cm, 하행선이 약 16.2cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(8.1℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 5.4cm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형 구조로서 금회 점검시 주요 손상현황은 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.1~0.2mm 균열 및 신축이음 하부 유도배수관 미설치에 의한 누수흔적, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하며, 누수흔적은 유도배수관 미설치에 대한 정비와 병행된 조치가 요망된다.

			
위 치	하행선 A1 벽체 상면	위 치	하행선 A1 흥벽
현 황	누수흔적 및 체수	현 황	누수흔적

[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.2m	
	A2	균열(폭 0.3mm미만) 누수흔적	2 1	L=1.4m A=1.0m ²	
하행선	A1	균열(폭 0.3mm미만) 체수 및 백태	14 3	L=9.3m A=2.6m ²	
	A2	벽체 균열(폭 0.3mm미만) 실란트 파손	3 1	L=1.7m L=1.0m	

2) 교각

Ⅱ형구조로 시공된 교각은 기 발생한 균열에 대한 보수가 실시된 상태이며, 보수상태는 양호하나, 폭 0.1mm 정도의 균열 및 표면균열, 백태, 재료분리, 콘크리트 들뜸 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 균열은 시공초기 건조수축 등의 원인에 의한 비구조적인 손상으로 금회 보수가 필요한 상태는 아닌 것으로 판단되는바, 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하며, 백태, 재료분리 및 콘크리트 들뜸 등의 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 요망된다.

위 치 상행선 P1 기둥부	위 치 하행선 P1 코핑부
현 황 백 태	현 황 콘크리트 들뜸
위 치 하행선 P1 기둥부	위 치 하행선 P2 코핑부
현 황 표면균열	현 황 콘크리트 들뜸

			
위 치	상행선 P5 코핑부	위 치	상행선 P7 코핑부
현 황	균열 보수 - 양호	현 황	균열 보수 - 양호

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만) 백태	6 1	L=3.8m A=2.0m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	5 1	L=1.4m A=2.0m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=1.9m	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 재료분리	3 1 1	L=1.6m A=0.25m ² A=0.5m ²	,
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	5	L=3.5m	
하 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 들뜸 재료분리	17 7 1 1	L=10.0m A=17.25m ² A=0.15m ² A=0.01m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 채수 및 백태 들뜸	1 1 1	L=0.5m A=0.5m ² A=0.15m ²	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=1.3m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=2.1m	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) 들뜸	1 2	L=0.4m A=0.08m ²	
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=2.7m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량 받침은 POT BEARING 형식으로 시공되어 있으며, 주요 손상현황은 교량받침 편기(상행선 A1), 베어링 녹발생 및 실재 파손, Plate 도장 탈락, 이동량 체크판 탈락이 조사되었으며, 받침콘크리트 균열, 무수축물탈 균열 및 들뜸 등의 손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교량받침 편기 구간은 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 가동 여유량 확보를 위한 장기적인 대책이 요망된다.

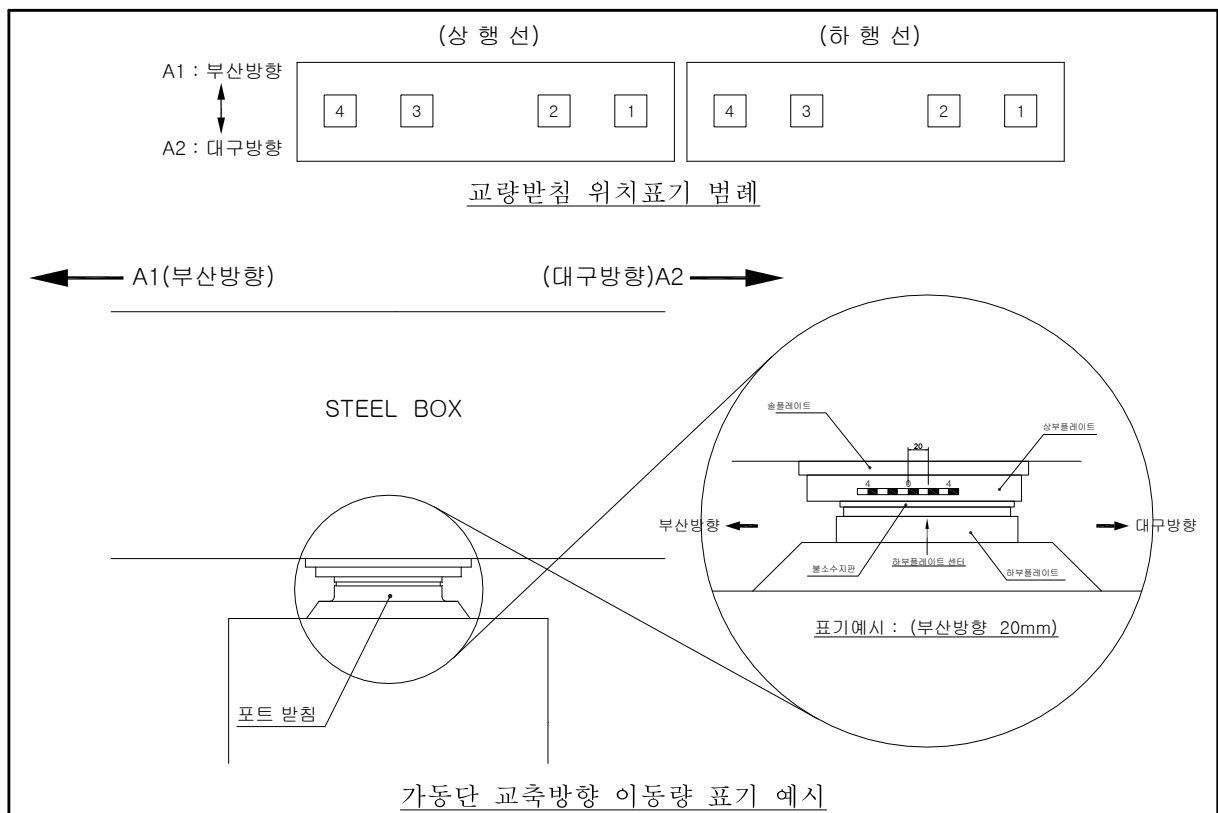
			
위 치	상행선 A1 SH3	위 치	상행선 A1 SH4
현 황	편기량 약 68mm(부산방향)	현 황	편기량 약 67mm(부산방향)
			
위 치	상행선 P1 SH1	위 치	상행선 P1 SH4
현 황	무수축물탈 균열	현 황	받침콘크리트 재료분리

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	들뜸	1	A=0.01m ²
	A2	녹발생	1	1EA
	P1	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.2m
		들뜸	2	A=0.17m ²
	P2	들뜸	3	A=0.3m ²
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.2m
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m
	P5	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.2m
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=0.8m
하 행 선	P3	도장탈락	1	A=0.04m ²
	P5	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=0.45m

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.8], [표 2.1.9]와 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 8.1℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	58	-	65	-	68	-	67	±100mm
P1	5	-	5	-	10	-	10	-	
P2	5	-	5	-	0	0	0	0	
P3	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P4	FIX	FIX	FIX	FIX	좌우	좌우	좌우	좌우	
P5	-	17	-	17	-	12	-	12	
P6	-	23	-	23	-	22	-	22	
P7	-	30	-	30	-	25		25	
A2	10	-	20	-	23	-	32	-	

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 8.1℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	30	-	22	-	20	-	35	±100mm
P1	15	-	15	-	20	-	25	-	
P2	10	-	10	-	10	-	10	-	
P3	좌우	좌우	좌우	좌우	FIX	FIX	FIX	FIX	
P4	좌우	좌우	좌우	좌우	FIX	FIX	FIX	FIX	
P5	-	20	-	20	-	10	-	15	
P6	-	20	-	20	-	20	-	20	
P7	-	20	-	20	-	20	-	20	
A2	-	10	-	5	-	12	-	5	

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하나, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차에 의한 영향만을 고려하여 검토하였다.

■ A1 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 8.1°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $8.1^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 18.1^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 8.1^{\circ}\text{C} = 31.9^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 18.1 \times 140000 = 30.4\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 31.9 \times 140000 = 53.6\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($40 + 2 \times 50 = 140.0\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A1 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 30.4mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 53.6mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동여유량은 온도 하강시에는 충분한 여유량을 보유하고 있으며, 온도 상승시에는 약 21.6mm 정도가 부족한 상태이나, 현재 가동혼적으로 볼 때 향후 온도상승에 따른 교량받침의 작동에 큰 문제는 없을 것으로 판단되는 바, 지속적인 주의관찰이 요구된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 교면포장의 외관조사 결과, 중차량의 지속적인 윤회중에 의한 라벨링 및 패임 등의 손상이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 통행 차량의 주행성 저하를 유발하는 정도는 아닌 것으로 판단되는 바, 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰 후 재포장 등의 장기적인 대책이 요망된다.

			
위 치	상행선 S2 교면포장	위 치	상행선 S4 교면포장
현 황	패 임	현 황	라벨링

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S2	교면 포장 패임	3	A=0.06m ²	
	S4	교면 포장 라벨링	2	A=32.5m ²	
	S5	교면 포장 라벨링	1	A=45.0m ²	
하행선	S1	교면 포장 패임	1	A=0.06m ²	
	S4	교면 포장 라벨링	1	A=30.0m ²	
	S5	교면 포장 라벨링	1	A=2.1m ²	

2) 신축이음

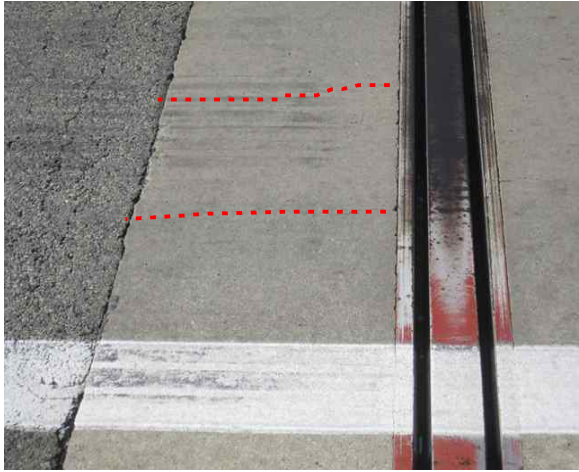
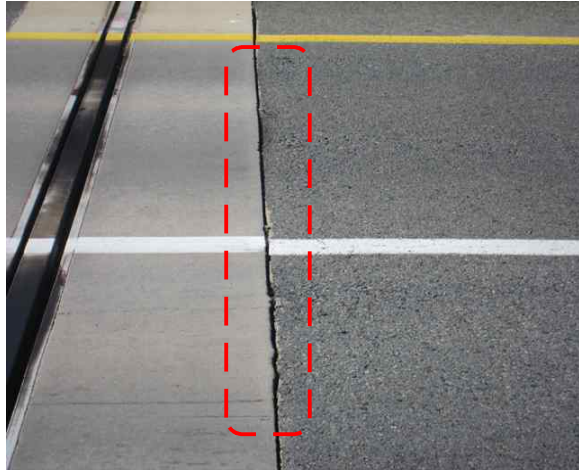
① 본체

신축이음장치는 Rail Joint Type으로 시공되어 있으며, 일부 구간(상행선 A2) 유간 여유량이 다소 부족한 것으로 나타났다. 여유량 부족 구간의 측정당시(평균기온 8.1℃) 여유량은 58mm 정도로서 이론적 신축량과 비교시 약 14.7mm 정도가 부족한 것으로 나타난 바, 적절한 조치 후 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	상행선 A2	위 치	상행선 A1
현 황	유간 여유량 측정(27 + 31 = 58mm)	현 황	신축이음 전경
			
위 치	하행선 A1	위 치	하행선 A2
현 황	신축이음 전경	현 황	신축이음 전경

② 후타재

후타재에 대한 외관조사 결과, 주요 손상 현황은 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 접속부 이격이 조사되었다. 기 발생한 손상은 건조수축 및 온도 등의 환경적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로 급회 보수가 필요한 것은 아닌 것으로 판단되는 바, 진전 유무에 대한 주의관찰 후 조치가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1	위 치	상행선 A2
현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.2mm)	현 황	후타재 접속부 이격

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	EJ.1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격	13 1	L=2.6m L=10.0m	
	EJ.2 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격 하부 부식 및 누수	1 17 1 1	L=1.5m L=3.4m L=7.0m 1EA	
하행선	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격	1 22 1	L=1.0m L=4.4m L=5.0m	
	EJ.2 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	1 15	L=2.0m L=3.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	27 + 26 = 53	30 + 40 = 70	No. 160
J2 (A2)	27 + 31 = 58	41 + 36 = 77	No. 160

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공된 지가 3년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ 상행선 A2 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 11월 13일, 일평균기온 : 8.1°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $8.1^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 18.1^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 8.1^{\circ}\text{C} = 31.9^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 18.1 \times 190000 = 41.3\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 31.9 \times 190000 = 72.7\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($40+3@50=190.0\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

상행선 A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 41.3mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 72.7mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 충분한 여유량을 보유하고 있으나, 온도 상승시에는 A2측의 유간 여유량이 약 14.7mm 정도 부족한 것으로 나타난 바, 적절한 조치 후 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

3) 난간

콘크리트 방호벽으로 상·하행선에 방음벽이 설치되어 있다. 주요 손상현황은 방호벽 균열 및 균열부 우수침투에 의한 백태, 접속부 침하에 의한 단차, 방음벽 판넬 변형 및 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전유무에 대한 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선 S4 방호벽	위 치	하행선 S1 중분대
현 황	균열 및 백태	현 황	균열 및 백태
			
위 치	하행선 S4 방음벽	위 치	상행선 A2 접속부 방호벽
현 황	판넬 변형	현 황	침하 및 단차

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=16.6m	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=2.0m	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 백태	7 1	L=14.0m A=0.5m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 백태	2 2	L=4.0m A=0.2m ²	
	S5	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	5	L=6.0m	
	S6	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.5m	
	S8	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=25.0m	
하 행 선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 백태	1 1	L=6.0m A=0.25m ²	
	S2	백태	1	A=0.25m ²	
	S3	백태	1	A=0.5m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 백태	1 2	L=1.0m A=1.25m ²	
	S5	백태	1	A=3.0m ²	
	S6	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 백태	1 1	L=2.0m A=0.1m ²	
	S7	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 백태	2 1	L=2.0m A=0.01m ²	
	S8	백태	1	A=0.4m ²	

4) 배수시설

배수시설은 육교형 및 산악형으로 설치되어 있다. 주요 손상현황은 배수관 길이부족(교대범면 낙수), 유도배수관 길이부족, 지지대 탈락 등의 손상이 조사되었다. 하부 구조물의 열화 원인이 되는 배수관 길이부족은 정비가 필요하며, S1~3구간 산악형 배수관 설치구간은 하부 도로를 이용하는 통행차량 및 보행자를 위한 육교형 배수관 교체가 요망된다.

			
위 치	상행선 S1~3	위 치	상행선 S1
현 황	산악형 배수관 하부 도로 낙수 (육교형 배수관 교체 요망)	현 황	배수관 길이부족(교대범면 낙수)
			
위 치	상행선 A1	위 치	상행선 S5
현 황	유도배수관 길이부족	현 황	배수관 지지대 탈락

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S1	유도배수관 길이부족 배수관 길이부족	1 1	
	S8	배수관 길이부족	1	
하행선	S5	배수관 연결재 탈락 및 망실	1	
	S6	배수관 연결고리 탈락	1	
	S8	유도배수관 길이부족	1	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

신축이음부 차수관 볼트 탈락, 법면보호블럭 침하 및 이격, 교각번호판 파손 등의 손상이 조사된 바, 정비가 필요하며, 상부 점검이동시 상·하행선 A1측은 방음벽 점검로가 설치되어 있으나, 점검계단 미설치로 인한 안전사고의 위험이 있으므로 조치가 요망된다.

			
위 치	상행선 A1	위 치	하행선 A1
현 황	차수관 볼트 탈락	현 황	차수관 볼트 탈락

			
위 치	상행선 A1	위 치	하행선 A1
현 황	점검계단 미설치	현 황	점검계단 미설치
			
위 치	하행선 P2	위 치	상행선 A1
현 황	교각번호판 파손	현 황	범면보호블럭 침하 및 이격

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	비고
상행선	EJ.1(A1)	차수판 앵커탈락	1	
	EJ.2(A2)	차수판 앵커탈락, 볼트불량	4	
	A1	범면 보호블럭 침하 및 공동	1	
	A2	범면 침하균열 점검계단 파손	2 1	
	P7	교각 표지판 탈락	1	
하행선	EJ.1(A1)	차수판 앵커탈락, 볼트불량	2	
	EJ.2(A2)	차수판 앵커탈락, 볼트불량	5	
	P2	교각 표지판 파손	1	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 재료분리, 콘크리트 파손, 철근노출 ■ 주형: 외부 도장 손상 ■ 가로보: 도장 손상 ■ 교대: 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태, 누수흔적 ■ 교각: 폭 0.1~0.2mm 균열, 표면균열, 백태 체수, 누수흔적, 재료분리, 국부파손 및 들뜸 ■ 교량받침: 무수축물탈 및 들뜸 받침콘크리트 균열, 재료분리 Plate 도장탈락, 베어링 녹발생 ■ 교면포장: 포트홀, 패임, 라벨링 ■ 신축이음: 본체 유간 부족(상행선 A2) 하부 녹발생, 후타재 균열, 접속부 이격 ■ 난간: 폭 0.1~0.3mm 균열, 백태 침하에 의한 단차, 방음벽 파손 ■ 배수시설: 유도배수관 길이부족 배수관 위치불량, 연결재 및 연결고리 탈락 ■ 기타: 차수관 앵커 탈락, 배수로 단차, 균열 범면 보호블럭 침하 및 이격, 점검계단 이격 방호벽 하부 침하, 공동	■ 바닥판: 재료분리 및 콘크리트 파손 ■ 주형: 외부 도장 손상 ■ 가로보: 도장 손상 ■ 교대: 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태, 누수흔적 ■ 교각: 폭 0.1mm 정도의 균열, 표면균열 백태, 재료분리, 콘크리트 들뜸 ■ 교량받침: <u>교량받침 편기(상행선 A1)</u> 베어링 녹발생, 실재 파손, Plate 도장탈락 받침콘크리트 균열, 무수축물탈 균열, 들뜸 ■ 교면포장: 라벨링, 패임 ■ 신축이음: <u>본체 유간 부족(상행선 A2)</u> 후타재 폭 0.1~0.2mm 균열 및 접속부 이격 ■ 난간: 균열 및 백태, 접속부 침하 및 단차 방음벽 판넬 변형 및 파손 ■ 배수시설: 배수관 길이부족(교대범면 낙수) 유도배수관 길이부족, 지지대 탈락 <u>S1~3구간 배수관 교체 요망(산악형⇒육교형)</u> ■ 기타: 차수관 볼트 탈락, 교각번호판 파손 범면보호블럭 침하 및 이격 <u>점검계단 미설치(상·하행선 A1)</u>
기존 점검 결과와 비교시, 전반적으로 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었으나, 교량받침 편기(상행선 A1) 및 신축이음 유간부족(상행선 A2)는 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하며, S1~3구간 배수관은 하부 도로 통행차량 및 보행자를 위한 교체(산악형⇒육교형)가 요망된다. 또한, 상부 점검 이동시 상·하행선 A1측 점검계단 미설치로 인한 안전사고의 위험이 있으므로 조치가 필요하다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 교대 및 교각은 27.3~34.6MPa 하부구조 교대 및 교각은 24.1~28.2MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판 하면⇒27 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판하면	S1	61.6	31.2	37.9	34.6	
	2	바닥판하면	S2	61.3	31.0	37.7	34.3	
	3	바닥판하면	S3	56.2	27.9	33.6	30.8	
	4	바닥판하면	S4	57.3	28.6	34.5	31.5	
	5	바닥판하면	S5	57.8	28.9	34.9	31.9	
	6	바닥판하면	S6	52.9	25.8	30.9	28.4	
	7	바닥판하면	S7	55.6	27.5	33.1	30.3	
	8	바닥판하면	S8	51.3	24.9	29.7	27.3	
하 부 구 조	9	교 대	A1	48.2	23.0	27.2	25.1	
	10	교 각	P1	49.2	23.6	28.0	25.8	
	11	교 각	P2	47.0	22.2	26.3	24.2	
	12	교 각	P3	47.5	22.5	26.7	24.6	
	13	교 각	P4	48.3	23.0	27.3	25.2	
	14	교 각	P5	52.5	25.6	30.7	28.1	
	15	교 각	P6	52.3	25.5	30.5	28.0	
	16	교 대	A2	52.6	25.7	30.7	28.2	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판하면	S1	52.4	25.6	30.6	28.1	
	2	바닥판하면	S2	51.4	24.9	29.8	27.4	
	3	바닥판하면	S3	51.6	25.1	29.9	27.5	
	4	바닥판하면	S4	51.9	25.3	30.2	27.7	
	5	바닥판하면	S5	51.3	27.9	29.7	27.3	
	6	바닥판하면	S6	51.8	25.2	30.1	27.6	
	7	바닥판하면	S7	52.0	25.3	30.3	27.8	
	8	바닥판하면	S8	52.7	25.8	30.9	28.3	
하 부 구 조	9	교 대	A1	47.9	22.8	27.0	24.9	
	10	교 각	P2	47.1	22.3	26.3	24.3	
	11	교 각	P3	49.9	24.0	28.6	26.3	
	12	교 각	P4	46.9	22.2	26.2	24.2	
	13	교 각	P5	47.7	22.7	26.8	24.7	
	14	교 각	P6	47.5	22.5	26.7	24.6	
	15	교 각	P7	46.8	22.1	26.1	24.1	
	16	교 대	A2	46.9	22.2	26.2	24.2	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 6mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.5	4.0	3.5	a
2	바닥판하면	S8	8	0.5	4.0	3.5	a
3	교 대	A1	8	0.3	10.0	9.7	a
4	교 대	A2	8	0.5	10.0	9.5	a
5	교 각	P1	8	0.6	10.0	9.4	a
6	교 각	P3	8	0.4	10.0	9.6	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S8	8	0.5	4.0	3.5	a
3	교 대	A1	8	0.4	10.0	9.6	a
4	교 대	A2	8	0.5	10.0	9.5	a
5	교 각	P1	8	0.3	10.0	9.7	a
6	교 각	P3	8	0.5	10.0	9.5	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
STB[1]	강상자형교	a	a	a	a	c	b	b	c	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	a	a	a	b	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[3]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[4]	강상자형교	a	a	a	c	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[5]	강상자형교	a	a	b	b	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[6]	강상자형교	b	a	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[7]	강상자형교	b	b	a	a	a	a	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[8]	강상자형교	b	a	a	a	c	b	N/A	a	b	Q	a	N/A	-	-
STB[9]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	b	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.138	0.113	0.113	0.163	0.175	0.188	0.200	0.211	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.025	0.023	0.006	0.011	0.005	0.004	0.018	0.019	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =		1. 환산결합도 점수 =												0.157	
2. 상태평가 결과 =		2. 상태평가 결과 =												B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.157로 산정되어 상태등급은 ”B등급“으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				반침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	a	a	a	b	a	b	b	b	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
STB[3]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[4]	강상자형교	a	a	a	b	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
STB[5]	강상자형교	a	a	a	b	c	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[6]	강상자형교	b	a	a	a	c	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[7]	강상자형교	a	a	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
STB[8]	강상자형교	b	b	a	a	a	b	N/A	a	b	Q	a	N/A	-	-
STB[9]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	a	b	Q	a	a	-	-
평균		0.125	0.113	0.100	0.138	0.175	0.200	0.200	0.144	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.023	0.023	0.005	0.010	0.005	0.004	0.018	0.013	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =		1. 환산결합도 점수 =												0.147	
2. 상태평가 결과 =		2. 상태평가 결과 =												B	

3.2.2 상태평가 결과

[표 3.2.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.147로 산정되어 상태등급은 ”B등급“으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과		
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 재료분리 및 콘크리트 파손		
		주 형	▪ 외부 도장손상		
		가 로 보	▪ 도장손상		
	하 부 구 조	교 대	▪ 폭 0.1~0.2mm균열, 백태, 누수흔적		
		교 각	▪ 폭 0.1mm균열, 표면균열, 백태, 재료분리, 콘크리트 들뜸		
	교량받침		▪ 교량받침 편기(상행선 A1), 베어링 녹발생, 실재 파손, Plate 도장탈락 ▪ 받침콘크리트 균열, 무수축물탈 균열 및 들뜸		
	기 타 부 재	교면포장	▪ 라벨링, 패임		
		신축이음	▪ 본체 : 유간여유량 부족(상 A2) ▪ 후타재 : 균열(폭 0.1~0.2mm), 접속부 이격		
		난 간	▪ 폭 0.1~0.3mm균열, 백태, 접속부 침하 및 단차 ▪ 방음벽 판넬 변형 및 파손		
		배수시설	▪ 배수관 길이부족(교대범면 낙수), 유도배수관 길이부족, 지지대 탈락 ▪ S1~3구간 배수관 교체 요망(산악형⇒육교형)		
부속시설		▪ 차수관 볼트탈락, 교각 번호판 파손, 범면보호블럭 침하 및 이격 ▪ 점검계단 미설치(상·하행선 A1)			
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	상 행	상부 : 27.3~34.6MPa	하 행	상부 : 27.3~28.3MPa
			하부 : 24.2~28.2MPa		하부 : 24.1~26.3MPa
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임		
	콘크리트 탄 산 화	상 행	상부 : 5mm(피복40mm)	하 행	상부 : 3~5mm(피복40mm)
			하부 : 3~6mm(피복100mm)		하부 : 3~5mm(피복100mm)
평 가		현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남			
상태 평가 결과	환산결함도 점수	▪ 상행선 0.157 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.147 ▷ 「B」 등급			

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주요 손상현황은 바닥판하면 콘크리트 파손, 주형 외부 도장손상, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 편기, 신축이음 유간여유량 부족, 교면포장 라벨링, 유도배수관 길이부족 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 교량받침 편기(상행선 A1) 및 신축이음 유간 부족(상행선 A2)은 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰 및 가동 여유량 확보를 위한 프리세팅 등의 조치가 요망된다.

또한, S1~3 구간의 배수관 하부 도로 이용을 위한 교체(산악형⇒육교형)가 필요하며, 상부 점검 이동시 상·하행선 A1 점검계단 미설치로 인한 안전사고의 위험이 있으므로 적절한 조치가 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

감로1교는 2006년에 준공된 교량연장 380m, 총폭 25.2m의 Steel Box Girder 교량으로 최대 경간장 50m의 1종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부구조	바닥판 하면		재료분리		m ² (개소)	1.35 (7)	단면보수	
	주형외부		도장손상		m ² (개소)	0.02 (1)	재도장	
	가로보		도장손상		m ² (개소)	0.01 (1)	재도장	
	교면포장		패임		m ² (개소)	0.06 (3)	아스콘 패칭	
			라벨링		m ² (개소)	77.5 (3)	주의관찰	
	배수시설		유도배수관 길이부족		개소	1	재설치	
			배수관 길이부족		개소	2	재설치	
	신축이음	본체	이물질퇴적		m (개소)	1.5 (1)	정비	
			녹발생		개소	1	재도장	
		후타체	균열	0.3mm미만	m (개소)	6.0 (30)	표면처리	
			접속부 이격		m	17.0	실란트 재충진	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	70.6 (32)	표면처리	
			백태		m ² (개소)	0.7 (3)	단면보수	
			차수판볼트, 앵커볼량		개소	5	정비	
하부구조	교대 / 교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	17.3 (29)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	2.25 (2)	표면처리	
			누수흔적, 백태		m ² (개소)	3.0 (2)	표면처리	
			재료분리		m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수	
			점검계단 파손		개소	1	정비	
	교량받침		균열	0.3mm미만	m (개소)	1.5 (11)	표면처리	
			들뜸		m ² (개소)	0.48 (6)	단면보수	
			녹발생		개소	1	재도장	
	범면		침하, 이격		개소	2	정비	
	기타		교각 번호판 손상		개소	1	정비	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분			손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	바닥판 하면		재료분리		m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수	
			파손		m ² (개소)	0.06 (1)	단면보수	
	주형외부		도장손상		m ² (개소)	0.01 (1)	재도장	
	교면포장		패임		m ² (개소)	0.06 (1)	아스콘 패칭	
			라벨링		m ² (개소)	32.1 (2)	주의관찰	
	배수시설		연결재 탈락 및 망실		개소	1	재설치	
			연결고리 탈락		개소	1	재설치	
			유도배수관 길이부족		개소	1	재설치	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	11.0 (4)	표면처리	
			백태		m ² (개소)	5.76 (9)	표면처리	
			차수판 볼트,너트탈락		개소	7	정비	
	신축이음부	본 체	이물질 퇴적		m (개소)	3.0 (2)	정비	
		후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	7.4 (37)	표면처리	
			접속부 이격		m (개소)	5 (1)	실란트 충전	
하 부 구 조	교대 및 교각		균 열	0.3mm미만	m (개소)	29.0 (48)	표면처리	
			표면균열		m (개소)	17.25 (7)	표면처리	
			체수 및 백태		m ² (개소)	3.1 (4)	표면처리	
			들뜸, 파손, 재료분리		m ² (개소)	0.39 (5)	단면보수	
			실란트 파손		m (개소)	1.0 (1)	실란트 주입	
	교량받침		균열	0.3mm미만	m (개소)	0.65 (4)	표면처리	
			도장 탈락		m ² (개소)	0.04 (1)	재도장	
	법면		침하 및 이격		개소	1	정비	
	기타		교각 번호판 손상		개소	1	정비	
방음벽 변형, 파손			개소	3	정비			

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링, 포트홀	· 손상에 따른 적정한 정비여부 · 차량주행성 저하 여부, 정비	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열 및 백태 ◦ 방음벽 파손	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족 ◦ 연결재 탈락 및 망실	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
신축이음	◦ 유간여유량 부족 ◦ 하부 부식 및 누수 ◦ 후타재 균열	· 본체의 변형여부 및 유간측정 · 손상현황의 진전여부 · 후타재 균열 진전여부	육안조사
바닥판	◦ 콘크리트 파손 ◦ 철근노출	· 손상부 진전여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
강재 거더	◦ 도장손상 ◦ 이물질퇴적	· 손상부 진전여부 · 이물질에 의한 손상 여부	육안조사
교량받침	◦ 교량받침 편기	· 이동여유량 점검 · 작동상태 점검	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 균열,표면균열, 누수체수	· 폭 및 길이 진전유무 · 유도 배수관 정비 유무	육안조사
기타	◦ 차수관 앵커탈락 ◦ 법면 침하 및 공동	· 적절한 보수 관리 유무 · 침하 부위 진행여부 점검	육안조사

5. 감로2교

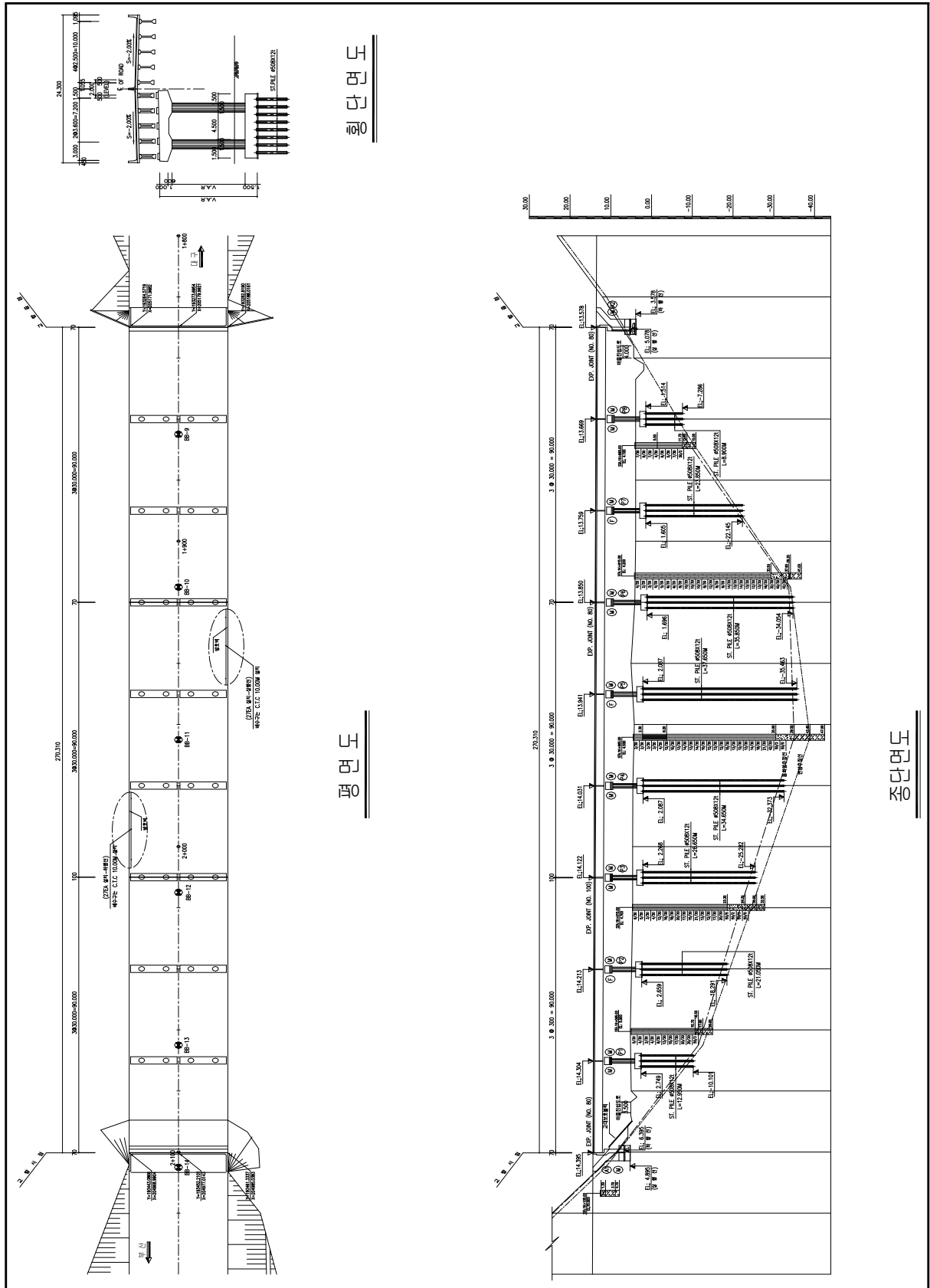
감로2교 현황표

작성일 : 2011년 13월 20일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감 로 2 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001011 하행선 : BR2006-0001012	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 5	
시설물위치		경남 김해시 상동면 감노리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 2+100.2~1+829.9 부산기점 19.539~19.809 km	
제원	연장	L = 270.0 m (3 @ 30 + 3 @ 30 + 3 @ 30 = 270.0 m)					
	폭	B = 24.3 m, 4차로					
구조 형식	상부	P.S.C Beam		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : π 형			교각	말뚝기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		소로, 농경지 횡단		통과높이		6.0m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

중점 점검사항

- 바닥판 : 균열, 파손, 백태부위 진전여부
- P.S.C 주형 : 파손 및 들뜸, 균열부 진전여부
- 교대 및 교각 : 균열, 누수흔적 및 체수부 진전여부, 외부인 출입 여부
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 라벨링, 포트홀, 패임 진전여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 난간 : 균열 및 백태부위 진전여부
- 배수시설 : 배수기능 확인 및 유도배수관 길이부족, 배수관 위치불량에 의한 하부구조 영향 여부
- 기타 : 지반침하 및 변형



교면도

교면도

교면도

[감로2교 종·평면도]

감로2교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



고소점검차를 이용한 외관조사



슈미트햄머를 이용한 반발경도 시험

목 차(감로2교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	265
1.2 자료수집 및 분석	270

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	274
2.2 내구성조사 결과	297

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	300
3.2 하행선 상태평가	301

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	302
4.2 결 언	303

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	304
5.2 유지관리방안	307

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

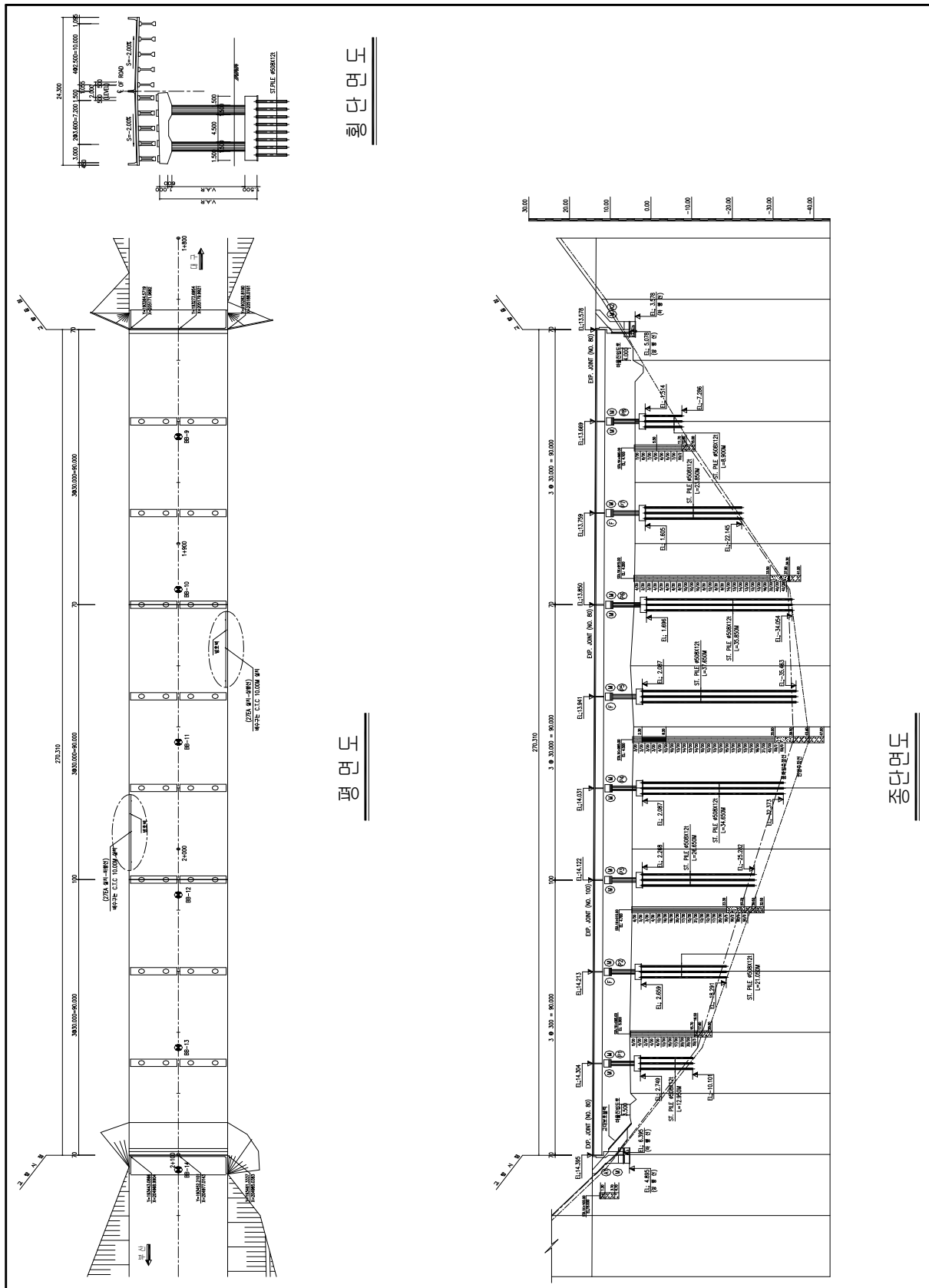


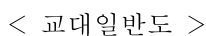
<그림 3.1.1.1> 감로2교 전경

[표 3.1.1.1] 감로2교 기본현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		감 로 2 교		설계하중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 2+100.2~1+829.9		종별구분	2종 시설물		
	관리이정	부산기점 19.539~19.809 km					
시 설 물 관리번호		dbw BR. 5		시설물번호		상행선 : BR2006-0001011 하행선 : BR2006-0001012	
상부 구조	형식	P.S.C Beam					
	연장	3@30+3@30+3@30=270m		교 폭		24.30 m (상 · 하행 12.15m)	
하부 구조	교각	π 형		기초 형식	교 각	말뚝기초	
	교대	역T형식			교 대	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		Rail Joint	
교차조건		소로, 농경지 횡단		교 고		6.0 m	
설 계 사		(주)바우컨설팅트		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		하영모		시 공 자		두산중공업(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		0.3021%		횡단구배		-2.0%	

1.1.2 시설물 일반도

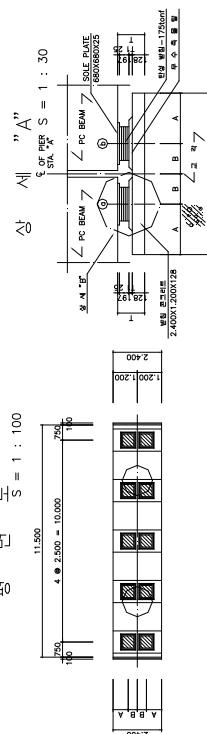




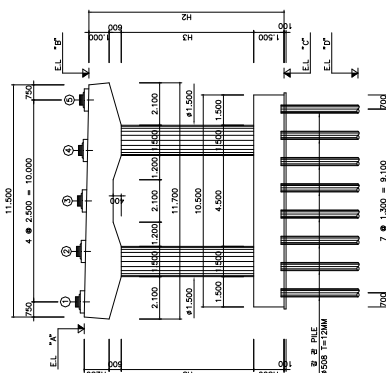
변수	단위	평균	표준편차	최대	최소
수업 만족도	점수	3.85	0.85	5.00	1.00
수업 흥미도	점수	3.75	0.90	5.00	1.00
수업 참여도	점수	3.65	0.95	5.00	1.00
수업 이해도	점수	3.95	0.80	5.00	1.00
수업 태도	점수	3.70	0.90	5.00	1.00
수업 능력	점수	3.80	0.85	5.00	1.00
수업 습관	점수	3.60	0.95	5.00	1.00
수업 동기	점수	3.90	0.80	5.00	1.00
수업 결과	점수	3.75	0.90	5.00	1.00
수업 만족도	점수	3.85	0.85	5.00	1.00
수업 흥미도	점수	3.75	0.90	5.00	1.00
수업 참여도	점수	3.65	0.95	5.00	1.00
수업 이해도	점수	3.95	0.80	5.00	1.00
수업 태도	점수	3.70	0.90	5.00	1.00
수업 능력	점수	3.80	0.85	5.00	1.00
수업 습관	점수	3.60	0.95	5.00	1.00
수업 동기	점수	3.90	0.80	5.00	1.00
수업 결과	점수	3.75	0.90	5.00	1.00

제 10 장 구 : 상동 - 대동 민간투자사업 건설공사 대구~부산간 고속도로

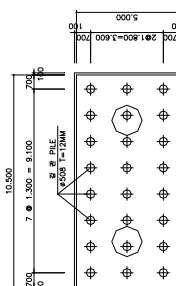
0H 1H S = 1 : 100



$\frac{1}{2} S = 1 : 100$	$\frac{1}{2} S = 1 : 100$
$\frac{1}{2} S$	$\frac{1}{2} S$
$\frac{1}{2} S$	$\frac{1}{2} S$



PILE 배 치 $E_T/S = 1 : 100$

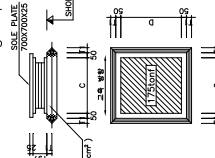


三
二
一

구	구	H1	H2	H3	A	B
구 1	구 1	9,430	9,200	6,100	750	450
구 2	구 2	9,430	9,200	6,100	750	450
구 3	구 3	9,430	9,200	6,100	715	485
구 4	구 4	9,130	8,900	5,800	750	450
구 5	구 5	9,130	8,900	5,800	750	450
구 6	구 6	9,130	8,900	5,800	700	500
구 7	구 7	8,830	8,600	5,500	750	450
구 8	구 8	8,830	8,600	5,500	750	450

• 4	2000
• 5	2000
• 6	2000
• 7	2000
• 8	2000
• 9	2000
• 10	2000
• 11	2000
• 12	2000
• 13	2000
• 14	2000
• 15	2000
• 16	2000
• 17	2000
• 18	2000
• 19	2000
• 20	2000
• 21	2000
• 22	2000
• 23	2000
• 24	2000
• 25	2000
• 26	2000
• 27	2000
• 28	2000
• 29	2000
• 30	2000
• 31	2000
• 32	2000
• 33	2000
• 34	2000
• 35	2000
• 36	2000
• 37	2000
• 38	2000
• 39	2000
• 40	2000
• 41	2000
• 42	2000
• 43	2000
• 44	2000
• 45	2000
• 46	2000
• 47	2000
• 48	2000
• 49	2000
• 50	2000
• 51	2000
• 52	2000
• 53	2000
• 54	2000
• 55	2000
• 56	2000
• 57	2000
• 58	2000
• 59	2000
• 60	2000
• 61	2000
• 62	2000
• 63	2000
• 64	2000
• 65	2000
• 66	2000
• 67	2000
• 68	2000
• 69	2000
• 70	2000
• 71	2000
• 72	2000
• 73	2000
• 74	2000
• 75	2000
• 76	2000
• 77	2000
• 78	2000
• 79	2000
• 80	2000
• 81	2000
• 82	2000
• 83	2000
• 84	2000
• 85	2000
• 86	2000
• 87	2000
• 88	2000
• 89	2000
• 90	2000
• 91	2000
• 92	2000
• 93	2000
• 94	2000
• 95	2000
• 96	2000
• 97	2000
• 98	2000
• 99	2000
• 100	2000

T	H	S/A	E.L					E.L "A"	E.L "B"	E.L "C"	E.L "D"
			①	②	③	④	⑤				
Σ R 1	1K +	860.010	11.107	11.057	11.007	10.957	10.907	10.844	10.714	1.514	-7.286
	2K +	860.010	11.110	11.060	11.010	10.960	10.910				
Σ R 2	1K +	860.010	11.198	11.148	11.098	11.048	10.998	11.035	10.805	1.605	-22.145
	2K +	860.010	11.201	11.151	11.101	11.051	11.001				
Σ R 3	1K +	920.045	11.289	11.239	11.189	11.139	11.089	11.126	10.896	1.696	-34.054
	2K +	920.045	11.292	11.242	11.192	11.142	11.092				
Σ R 4	1K +	950.080	11.379	11.329	11.279	11.229	11.179	11.217	10.987	2.087	-35.453
	2K +	950.080	11.382	11.332	11.282	11.232	11.182				
Σ R 5	1K +	980.080	11.470	11.420	11.370	11.320	11.270	11.307	11.077	2.177	-32.273
	2K +	980.080	11.473	11.423	11.373	11.323	11.273				
Σ R 6	2K +	010.130	11.561	11.511	11.461	11.411	11.361	11.398	11.168	2.268	-25.382
	2K +	010.130	11.564	11.514	11.464	11.414	11.364				
Σ R 7	2K +	040.180	11.652	11.602	11.552	11.502	11.452	11.489	11.259	2.659	-18.291
	2K +	040.180	11.654	11.604	11.554	11.504	11.454				
Σ R 8	2K +	070.180	11.742	11.692	11.642	11.592	11.542	11.579	11.349	2.749	-10.101
	2K +	070.180	11.745	11.695	11.645	11.595	11.545				

$$\lambda_0^+ \quad \lambda_1^- \quad \text{"B"} \quad s = 1 : 20$$


* 주 : 무수한 물결의 부락이 앙호이드를 치립힌다

구분	C	D
양양향	600	400
임원향(고향)	600	550
임원향(고.저)	550	600
고령향	600	550

*NOTE: 구직률 미달률 인정세를 부과하고 모세리 리스를 방지하기 위해 모세리 처리 결정을 20X20 이후한다

 대구-부산간 고속도로(주)
DAEGU-BUSAN EXPRESSWAY CO., LTD.

୩ ୩ ୩ ୩	୩ ୩ ୩ ୩

본이별해임자	나 정우 나정우
실무해임자	김보은 김보은

출판사	세계사	판
확대	1:100	도면번호 B021

< 교각일반도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2006. 09. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 05. 10 ~ 2007. 06. 30	정기점검	-
4	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 03. 10 ~ 2008. 06. 30	정기점검	-
6	2008. 09. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 03. 10 ~ 2009. 06. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
10	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
12	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
14	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 02. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2008. 07	· 교대 및 교각 균열 표면처리	-
2	2010. 02	· 신축이음 후타재 균열보수	-
3	2010. 05	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
4	2011. 04	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
5	2012. 05	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
6	2013. 08	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	3S엔지니어링

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

감로2교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계 하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, 주형은 P.S.C Beam 구조이다. 상부구조의 경우 콘크리트 설계기준강도는 바닥슬래브 27Mpa, P.S.C Beam 40MPa를 적용하였으며, 하부구조의 콘크리트 설계기준강도는 24Mpa를 기준으로 설계되었다. 내진설계는 복합모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 연결부, 교각, 기초에 대해 각각 다르게 적용하였으며, 내진 I 등급교로 설계하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유근무	A	감로2교(상)는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 공용년수 증가로 일부 부재에서 손상현황이 추가 발생되었으나, 교량 전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음의 차량통과시 고무재 및 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음의 차량통과시 고무재 및 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히, 신축이음의 차량통과시 고무재 및 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음의 차량통과시 고무재 및 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음의 차량통과시 고무재 및 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음의 차량통과시 고무재 및 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 신축이음 유간 확보여부 점검, 배수구 주변 정리 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 교량 전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수가 필요하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부에 대한 주기적인 점검이 필요하다. 특히, A2 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 들뜸, 몰탈 파손 및 신축이음부의 접속부 패임, 후타재 파손 또한 배수관련(유도배수관 길이부족, 누수)현황에 대해 주기적인 점검을 통한 적절한 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 현재 특이 손상이 발생되지 않은 비교적 양호한 상태이며, 바닥판 하면 및 교대, 교각에 전반적인 보수가 실시된 상태이나 일부 미보수 손상이 확인되었으며, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 포장면 접속부 패임, 후타재 파손 또한 배수관련(유도배수관 미설치, 배수구 막힘)현황에 대해 주기적인 점검을 통한 적절한 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 일부 구간 보수를 실시하였으며, 보수부는 양호한 상태이나, 미보수된 손상은 내구성 증진을 위한 보수 및 정비가 필요하다. 주요손상으로는 교면포장 포트홀 및 라벨링, 배수관 위치불량, 주형 균열 및 인양홀 주위 콘크리트 파손, 바닥판하면 균열부백태 및 재료분리, 신축이음 본체 이물질퇴적 및 후타재 균열, 접속부 침하에 의한 방호벽 균열, 차수관 볼트 탈락 등의 손상이 발생하였다. 특히, 교면포장에 라벨링이 심한 구간(하행선 S2~3)은 진전 유무에 대한 주의관찰 및 보수가 요망된다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	주요 손상은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm), 주형 외부 국부파손, 가로보 하면 콘크리트 들뜸 및 사방향균열, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 탄성받침 들뜸 및 스톱퍼 상호간섭, 교면포장 라벨링, 유도배수관 길이부족 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요함. 특히, 일부 구간(하행 A2측) 탄성받침 들뜸 및 스톱퍼 상호간섭 부위에 대해 지속적인 주의관찰 및 점검이 필요하며, 기 발생된 가로보 하면 콘크리트 들뜸 및 사방향균열 부위에 대해 적절한 보수 및 주기적인 점검이 요망됨
13	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	가로보 하면 콘크리트 들뜸 부위 일부 구간에 재손상이 발생된 것으로 확인되었으며, 주요 손상은 교면포장 포트홀 및 라벨링, 배수관 위치불량, 가로보 하면 콘크리트 들뜸, 바닥판하면 균열부 백태 및 재료분리, 신축이음 본체 이물질퇴적 및 후타재 균열, 방호벽 침하 및 단차 등이며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 탄성받침 들뜸, 스톱퍼 상호간섭 부위에 대해 지속적인 주의관찰이 요구되며, 가로보 하면 콘크리트 들뜸에 대한 적절한 보수 후 지속적인 점검이 요구됨
14	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	교면포장 패임 및 라벨링, 배수관 위치불량에 따른 하부구조 체수, 가로보 하면 콘크리트 들뜸, 바닥판하면 균열부백태 및 재료분리, 신축이음 본체 이물질퇴적 및 후타재 균열, 방호벽 침하 및 단차, 탄성받침 들뜸 및 스톱퍼 상호간섭, 법면침하 등의 손상은 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 탄성받침 들뜸, 스톱퍼 상호간섭 등의 손상에 의한 교량받침의 가동상태는 지속적인 점검이 필요하며, 가로보 하면에 발생한 콘크리트 들뜸은 보수 후 주의관찰이 요망됨
15	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	하부구조 균열, 보수부 재균열 등 일부 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 기존 손상으로 미 보수된 교면포장 패임 및 라벨링, 배수관 위치불량, 가로보 들뜸, 바닥판하면 균열부 백태, 신축이음 후타재 균열, 방호벽 침하 및 단차, 탄성받침 들뜸 및 스톱퍼 상호간섭, 교대측 옹벽 균열 등의 손상은 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 탄성받침 들뜸, 스톱퍼 상호간섭 등의 손상에 의한 교량받침의 가동상태는 지속적인 점검이 필요하며, 가로보 하면에 발생한 콘크리트 들뜸은 보수 후 지속적인 주의관찰이 요망됨

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

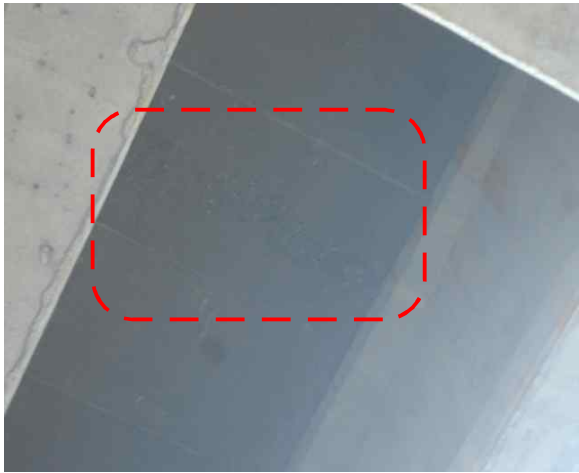
감로2교는 2006년에 준공된 교량연장 270m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경남 김해시 상동면 감노리에 위치하며, 최대 경간장 30m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 0.3021%의 상향경사를 이루고 있다. 상부구조는 전체 9경간에 주형(P.S.C Beam)이 단순지간의 형태로 놓여 있고, 상부 슬래브는 3경간 연속화된 형식으로 구성되어 있으며, 하부구조는 직접 및 PILE 기초에 II형(교각부) 및 역T형(교대부)으로 시공되었다.

교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판하면 외관조사 결과, 주요 손상현황은 국부적인 균열부 백태, 재료분리 등의 손상이 조사되었으며, 캔틸레버부 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 백태가 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 건조수축 및 온도 등의 환경적, 시공적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로 판단되나, 내구성확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S6 바닥판하면	위 치	하행선 S5 바닥판하면
현 황	재료분리	현 황	캔틸레버부 백태

			
위 치	하행선 S4 바닥판하면	위 치	상행선 S1 바닥판하면
현 황	백태	현 황	백태 보수부

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S5	콘크리트 백태	2	A=2.3m ²	
	S6	콘크리트 백태	2	A=0.9m ²	
		재료분리	1	A=1.26m ²	
	S8	재료분리	2	A=0.26m ²	
하 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.5m	
	S4	콘크리트 백태	1	A=0.04m ²	
	S5	콘크리트 백태	2	A=5.0m ²	
	S6	콘크리트 백태	3	A=1.66m ²	
	S7	콘크리트 백태	1	A=0.45m ²	

2) 프리스트레스트 콘크리트 거더 및 가로보

P.S.C Beam 외관조사 결과, 건조수축 및 거더 정착 등의 환경적·시공적인 원인에 의해 발생한 폭 0.1mm 정도의 균열 및 인양홀 주위 콘크리트 파손, 지점부(교량받침 접합부) 콘크리트 들뜸이 일부 조사되었으며, 가로보 하부 콘크리트 들뜸이 다수 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	하행선 S9 G1	위 치	하행선 S4 G5
현 황	주형 수평 균열(폭 0.1mm)	현 황	주형 인양홀 주위 콘크리트 파손
			
위 치	하행선 S7 G3	위 치	상행선 S2 G4~G5
현 황	주형 인양홀 주위 콘크리트 파손	현 황	가로보 콘크리트 들뜸

[표 2.1.2] 프리스트레스트 콘크리트 주형 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	파손 및 들뜸	1	A=0.01m ²	
	S2	파손 및 들뜸	3	A=0.08m ²	
	S3	파손 및 들뜸	9	A=0.18m ²	
	S4	파손 및 들뜸	4	A=0.08m ²	
	S5	파손 및 들뜸	2	A=0.02m ²	
	S7	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=2.4m	
하행선	S4	콘크리트 파손	3	A=0.03m ²	
	S7	콘크리트 파손	1	A=0.04m ²	
	S9	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=4.0m	

[표 2.1.3] 콘크리트 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	들뜸	3	A=0.18m ²	
	S2	들뜸	15	A=1.25m ²	
	S3	들뜸	6	A=0.52m ²	
	S4	들뜸	3	A=0.12m ²	
	S5	들뜸	8	A=1.28m ²	
하행선	S9	들뜸	1	A=0.2m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 홍벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 6.7℃)

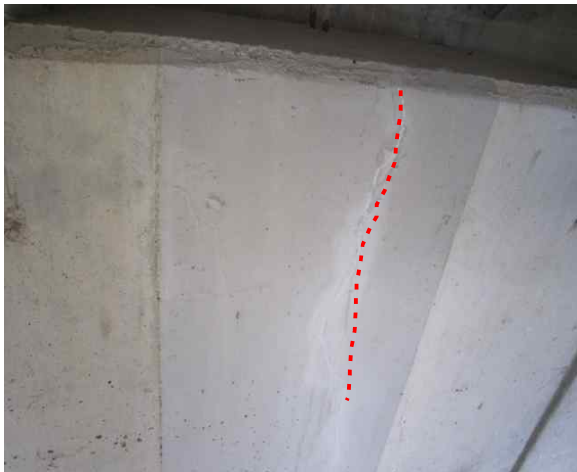
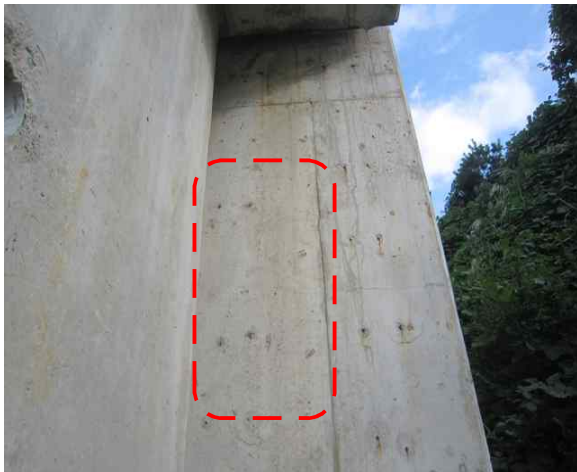
위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	65	150	86	160	
A2	65	120	78	125	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 A2지점에서 상행선이 약 6.5cm, 하행선이 약 7.8cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(6.7℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 35℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 1.7cm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

역T형 구조로 시공된 교대의 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm(최대 0.5mm) 균열 및 보수부 재균열, 표면균열이 일부 조사되었으며, 유도배수관 길이부족 등에 의한 체수 이물질퇴적 및 상·하행선 조인트부 실란트 파손이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 벽체 상면에 발생한 체수는 유도배수관 길이부족 정비와 병행된 조치가 요망된다.

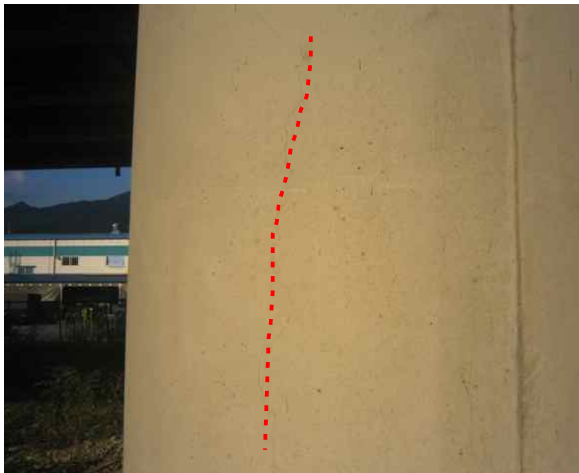
			
위 치	하행선 A1 벽체	위 치	상행선 A1 흉벽
현 황	보수부 재균열(폭 0.2mm)	현 황	표면균열

[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열(폭 0.3mm미만)	10	L=6.4m	
		체수 및 누수	2	A=0.97m ²	
하행선	A1	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=1.6m	
		표면균열	1	A=1.0m ²	
		실란트 파손	1	L=1.0m	
	A2	실란트 파손	1	L=1.5m	
		간격재 미제거	1	1EA	

2) 교각

Ⅱ형 구조로 시공된 교각의 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 균열 및 표면균열이 다수 조사되었으며, 유도배수관 길이부족 및 배수관 위치불량에 의한 누수흔적이 일부 확인되었다. 균열은 건조수축 등의 시공초기에 발생한 손상이 온도 및 습도 등의 환경적인 원인에 의해 진전된 비구조적인 손상으로 판단되나, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 누수흔적은 배수관 정비와 병행된 조치가 요망된다.

			
위 치	하행선 P1 기둥부	위 치	하행선 P6 코핑부
현 황	수직 균열(폭 0.2mm)	현 황	수직 균열(폭 0.2mm)
			
위 치	상행선 P3 코핑부	위 치	상행선 P6 코핑부
현 황	누수흔적(유도배수관 길이부족)	현 황	누수흔적(유도배수관 길이부족)

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	벽체 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=2.5m	
		표면균열	6	A=23.0m ²	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P2	벽체 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=4.1m	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P3	채수 및 누수	1	A=0.25m ²	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P4	벽체 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=2.2m	
		점검로 미설치	1	1EA	
하 행 선	P5	벽체 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.15m	
		점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P6	교각표지판 파손	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P7	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P8	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P1	벽체 균열(폭 0.3mm미만)	37	L=21.4m	
		표면균열	3	A=3.5m ²	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P2	벽체 균열(폭 0.3mm미만)	7	L=4.2m	
		채수 및 누수흔적	1	A=0.26m ²	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P3	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P4	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P5	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P6	채수 및 누수흔적	1	A=1.3m ²	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P7	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	
	P8	점검로 미설치	1	1EA	
		점검로 미설치	1	1EA	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

탄성고무받침으로 시공된 교량 받침은 교각에 점검로가 미설치되어 고소점검차를 이용한 근접 조사를 실시하였으며 외관조사 결과, 가동 상태는 양호한 것으로 확인되었으나, 본체 고무재 들뜸, Plate 녹발생, 스톱퍼 간섭이 일부 조사되었으며, 무수축물 탈 균열, 받침콘크리트 균열, 들뜸 및 파손 등의 손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선 A2 SH2	위 치	상행선 A1 SH1
현 황	본체 고무재 들뜸	현 황	Sole Plate 부식
			
위 치	하행선 A1 SH1	위 치	하행선 A1 SH5
현 황	Sole Plate 부식	현 황	Sole Plate 부식

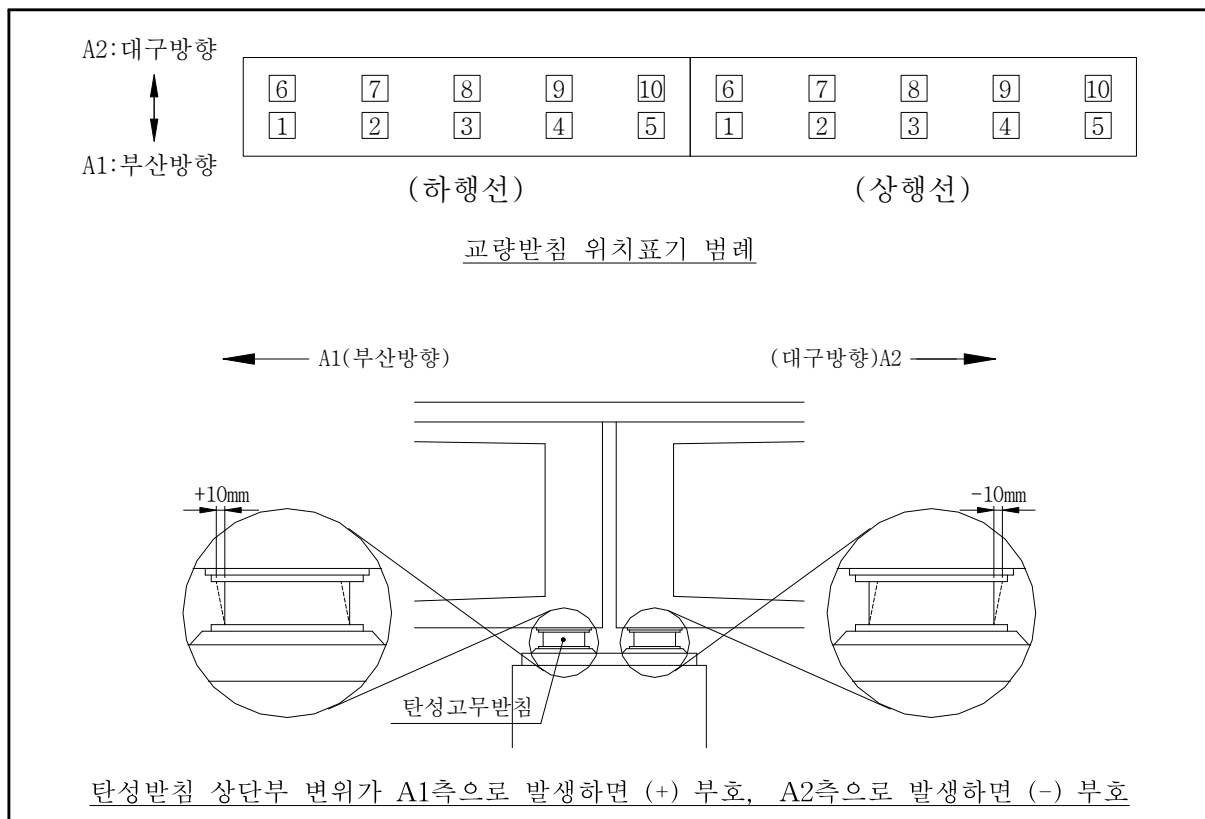
			
위 치	상행선 A2 SH3	위 치	하행선 P2 SH2
현 황	스토퍼 간섭	현 황	무수축물탈 균열(폭 0.1mm)
			
위 치	상행선 P1 SH6	위 치	하행선 P1 SH6
현 황	받침콘크리트 균열(폭 0.1mm)	현 황	받침콘크리트 균열(폭 0.2mm)
			
위 치	하행선 P4 SH2	위 치	상행선 A1 SH1
현 황	받침콘크리트 균열(폭 0.2mm)	현 황	받침콘크리트 들뜸

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
		PLATE 부식	1	2EA	
	A2	스토퍼 간섭	1	1EA	
		본체 들뜸	1	1EA	
	P1	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=1.5m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=0.7m	
하 행 선	P3	PLATE 부식	1	1EA	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.3m	
	A1	무수축몰탈 파손	1	A=0.3m ²	
		녹발생	1	1EA	
	A2	녹발생	1	1EA	
	P2	콘크리트 들뜸	1	A=0.01m ²	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.8], [표 2.1.9]와 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 13.9℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	0	-5	-5	-5	-5	-	-	-	-	-	
P1	+5	0	0	0	0	-5	-5	-5	-8	0	
P2	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P3	-5	0	0	-5	0	0	+5	+5	0	+5	
P4	-5	-5	-10	-10	0	0	0	0	0	0	
P5	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	+5	0	0	+8	
P6	-5	0	0	0	0	0	+5	0	+8	+8	
P7	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A2	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

■ 받침높이=213mm, 고무층 두께=96mm, 허용신축량=67.2mm(A1,A2)

■ 받침높이=197mm, 고무층 두께=84mm, 허용신축량=58.8mm(P1~P8)

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 13.9℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	+3	+5	+3	+5	+3	-	-	-	-	-	
P1	0	0	0	0	0	0	+3	+3	+3	+5	
P2	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	+3	0	0	+3	
P3	-5	0	0	-5	0	+5	+5	+8	0	+10	
P4	-10	-10	-10	-10	-10	0	0	0	0	0	
P5	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	+5	0	0	+5	
P6	-5	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	
P7	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	+3	0	
A2	+5	0	0	0	0	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

■ 받침높이=213mm, 고무층 두께=96mm, 허용신축량=67.2mm(A1,A2)

■ 받침높이=197mm, 고무층 두께=84mm, 허용신축량=58.8mm(P1~P8)

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐 등에 의해 발생하는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하나, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차에 의한 영향만을 고려하여 검토하였다.

■ 하행선 A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 13.9°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $13.9^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 18.9^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 13.9^{\circ}\text{C} = 21.1^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 18.9 \times 60000 = 11.3\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 21.1 \times 60000 = 12.7\text{mm}$

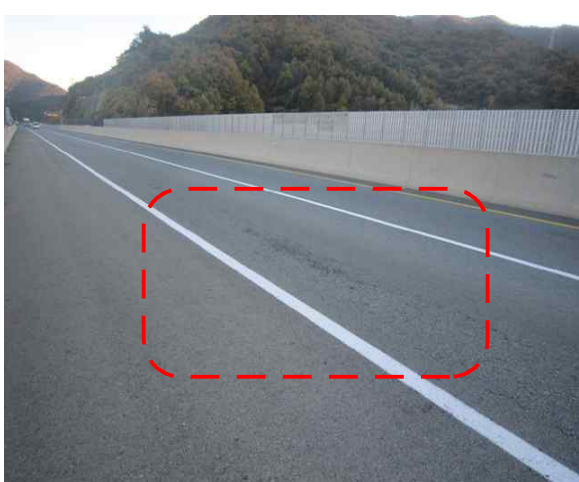
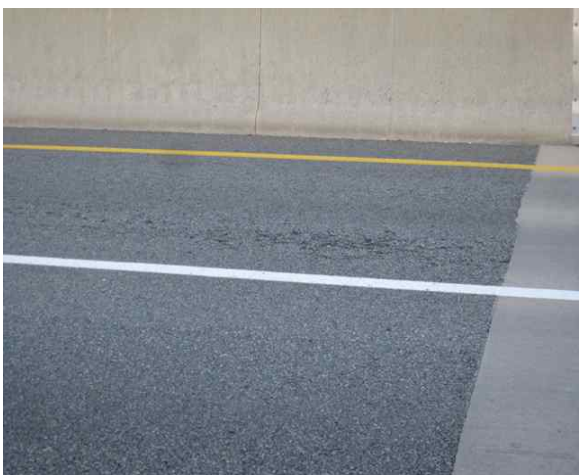
여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($30+30=60\text{m}$) ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 11.3mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 12.7mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동여유량은 온도 하강시에는 약 60.9mm, 온도 상승시에는 약 49.5mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 교면포장은 외관조사 결과, 중차량의 지속적인 윤회중 및 노후화로 인한 포트홀, 라벨링 및 패임 등의 손상이 다수 조사되었으며, 일부 구간 손상의 추가 및 진전이 확인되었다. 기 발생한 손상은 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰 및 통행차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 보수가 필요하다

			
위 치	상해선 S5 교면포장		
현 황	라벨링 심화		
			
위 치	상행선 S8 교면포장	위 치	하행선 S4 교면포장
현 황	라벨링 심화	현 황	라벨링 심화

			
위 치	하행선 S8 교면포장	위 치	하행선 S9 교면포장
현 황	포트홀	현 황	포트홀

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S2	교면 포장 라벨링	1	A=5.0㎡	
	S3	교면 포장 포트홀	1	A=0.01㎡	
		교면 포장 라벨링	1	A=0.6㎡	
	S5	교면 포장 라벨링	1	A=3.0㎡	
	S6	교면 포장 라벨링	3	A=3.0㎡	
	S7	교면 포장 라벨링	1	A=30.0㎡	
	S8	교면 포장 라벨링	1	A=15.0㎡	
S9	교면 포장 라벨링	2	A=1.1㎡		
하 행 선	S1	교면 포장 포트홀, 패임	2	A=0.04㎡	
		교면 포장 라벨링	1	A=90.0㎡	
	S2	교면 포장 포트홀, 패임	1	A=0.6㎡	
		교면 포장 라벨링	1	A=60.0㎡	
	S3	교면 포장 라벨링	1	A=75.0㎡	
	S4	교면 포장 포트홀, 패임	1	A=0.5㎡	
		교면 포장 라벨링	2	A=115.0㎡	
	S6	교면 포장 포트홀, 패임	3	A=0.03㎡	
S7	교면 포장 포트홀, 패임	2	A=0.05㎡		
S8	교면 포장 포트홀, 패임	1	A=0.5㎡		
S9	교면 포장 포트홀, 패임	4	A=0.04㎡		
	교면 포장 라벨링	2	A=46.0㎡		

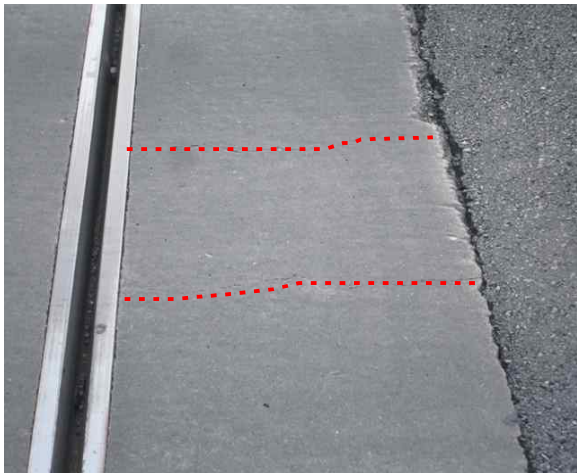
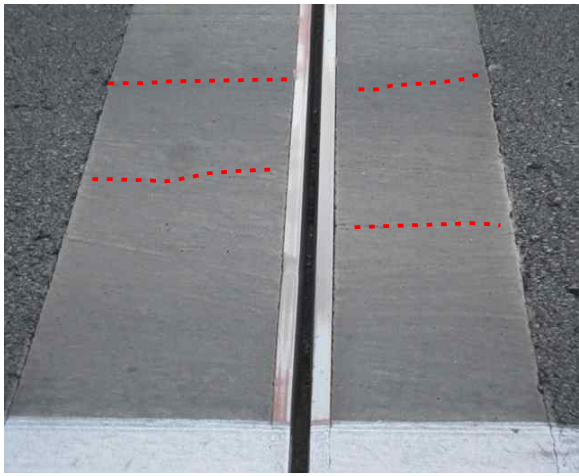
2) 신축이음

① 본체

신축이음장치는 Rail Joint Type으로 시공되어 있으며, 유간 측정 결과 온도 변화에 대한 가동 여유량 및 가동상태는 양호한 것으로 확인되었다.

② 후타재

신축이음 후타재는 전 구간에 걸쳐 폭 0.1~0.3mm 균열이 다수 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 A2 신축이음	위 치	상행선 P6 신축이음
현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.2mm)	현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.2mm)
			
위 치	상행선 A1	위 치	하행선 A1
현 황	신축이음 전경	현 황	신축이음 전경

			
위 치	하행선 P3	위 치	하행선 P6
현 황	신축이음 전경	현 황	신축이음 전경

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	8	L=2.4m	
	Exp.J2 (P3)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=2.7m	
	Exp.J3 (P6)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=2.7m	
	Exp.J4 (A2)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=2.9m	
하행선	Exp.J1 (A1)	본체 이물질 퇴적	2	L=4.0m	
	Exp.J2 (P3)	본체 이물질 퇴적	2	L=4.0m	
	Exp.J3 (P6)	본체 이물질 퇴적	2	L=2.0m	
	Exp.J4 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	3 12	L=2.0m L=4.8m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	38	35	No. 80
J2 (P3)	45	48	No. 100
J3 (P6)	30	30	No. 80
J4 (A2)	43	35	No. 80

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공 후 3년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

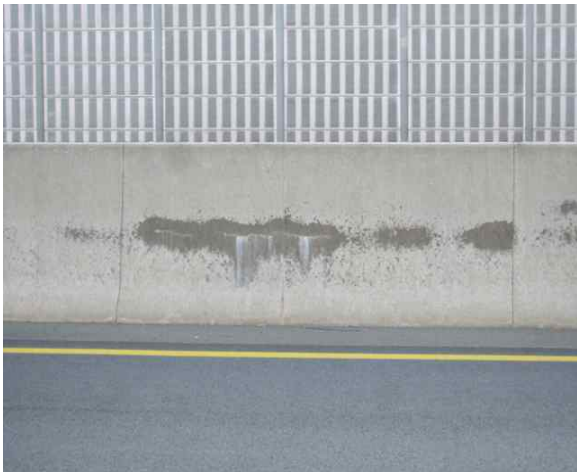
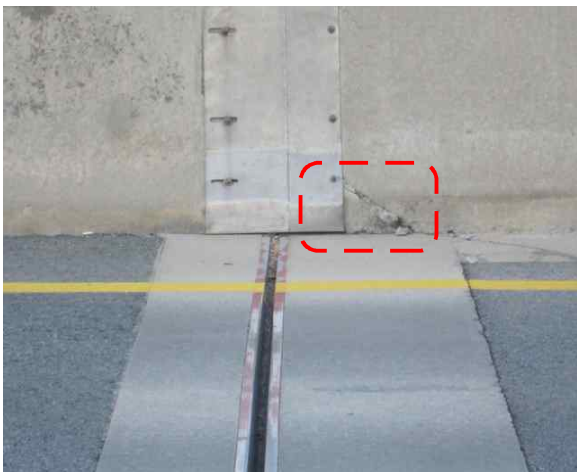
■ P6 지점에서의 설계 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
 - 조사일 : 2013년 11월 11일, 일평균기온 : 6.7°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $6.7^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 11.7^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 6.7^{\circ}\text{C} = 28.3^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 11.7 \times 60000 = 7.0\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 28.3 \times 60000 = 17.0\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 (2@30= 60m) ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

P6 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 7.0mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 17.0mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 신축 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 43.0mm, 온도 상승시에는 약 13.0mm 정도의 여유량을 보유하고 있는 바, 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽은 상·하행선에 방음벽이 설치되어있다. 주요 손상현황은 폭 0.1~0.2mm 균열이 다수 조사되었으며, 균열부 우수유입에 의한 백태, 콘크리트 파손, 접속부 침하 및 단차 등의 손상이 일부 확인되었다. 방호벽 특성상 우수 집축에 의한 손상의 진전이 우려되므로 진전유무에 대한 지속적인 주의관찰 및 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 중분대	위 치	상행선 S3 중분대
현 황	균열부 백태	현 황	백 태
			
위 치	하행선 S1 중분대	위 치	하행선 A2 접속부 방호벽
현 황	콘크리트 파손	현 황	침하 및 단차

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	2	L=1.0m	
			2	A=0.1m ²	
	S3	콘크리트 백태	2	A=0.2m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	S5	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.4m	
	S6	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	2	L=1.4m	
			2	A=0.2m ²	
하 행 선	S7	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.4m	
	S9	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	4	L=2.0m	
			1	A=0.05m ²	
	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=3.0m	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	11	L=5.2m	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	7	L=3.5m	
			1	A=0.1m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=3.0m	
	S5	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=5.0m	
	S6	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	8	L=4.0m	
	S7	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	4	L=2.0m	
			1	A=0.03m ²	
	S8	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	13	L=13.0m	
			1	A=0.03m ²	
	S9	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	13	L=6.5m	

4) 배수시설

배수시설은 육교형 및 산악형이 설치되어 있으며 외관조사 결과, 주요 손상현황은 배수관 위치불량, 유도배수관 길이부족 등의 손상이 조사되었다. 배수관 손상은 주형 및 하부구조 열화의 원인이 되므로 정비가 필요하며, 일부 구간 산악형 배수관은 하부도로 통행 차량 및 보행자를 위한 교체(육교형)가 요망된다

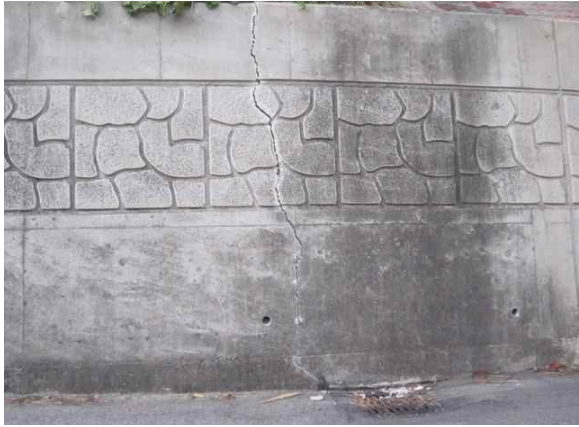
			
위 치	하행선 S2	위 치	상행선 P6
현 황	배수관 위치불량(교각 코핑부)	현 황	유도배수관 길이부족
			
위 치	하행선 P3	위 치	하행선 S4
현 황	유도배수관 길이부족	현 황	배수관 교체 요망(산악형 ⇨ 육교형)

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S4	배수관 길이부족	1	
	S7	유도배수관 길이부족	1	
하행선	S1	유도배수관 길이부족	2	
	S2	배수관 위치 불량	1	
	S4	유도배수관 길이부족	1	

5) 기타(옹벽, 차수판, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

외관조사 결과, 교대 하부 옹벽 균열, 차수판 볼트 탈락, 교각번호판 파손, 법면 보호블럭 이격, 표지판 변형, 파손 및 볼트 탈락 등의 손상이 일부 조사되었다.

			
위 치	하행선 A2	위 치	하행선 A2 하부
현 황	법면보호블럭 이격	현 황	콘크리트 옹벽 균열
			
위 치	상행선 S9	위 치	하행선 S2
현 황	관리이정표 변형 및 볼트 탈락	현 황	표지판 파손

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비고
상행선	A1	콘크리트 옹벽 균열(폭 1.0mm이상)	L=2.5m	
하행선	EJ.3(P6)	차수판 앵커탈락	3	
	EJ.4(A2)	차수판 앵커탈락 콘크리트 옹벽 균열(폭 1.0mm이상)	3 L=2.5m	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 폭 0.1~0.2mm 균열, 균열부 백태 재료분리, 누수흔적 ■ 주형: 폭 0.1~0.2mm 균열, 콘크리트 들뜸 인양홀 주위 콘크리트 파손 ■ 가로보: 재료분리, 하부 들뜸, 사방향 균열 ■ 교대: 균열, 조인트부 실란트 파손, 누수흔적 ■ 교각: 균열, 누수흔적 ■ 교량받침: 본체 고무재 들뜸, Plate 녹발생 스톱퍼 간섭, 받침콘크리트 및 무수축물탈 폭 0.1~0.2mm 균열, 파손 ■ 교면포장: 포트홀, 패임, 라벨링 ■ 신축이음: 본체 이물질퇴적, 후타재 균열 ■ 난간: 균열, 백태, 방호벽 침하 및 단차 ■ 배수시설: 유도배수관 길이부족 배수관 위치불량, 배수관 길이부족 ■ 기타: 차수판 볼트 탈락 교대 하부 옹벽 균열 및 보수부 재균열 범면 침하 및 이격	■ 바닥판: 균열부 백태, 재료분리 ■ 주형: 폭 0.1mm 균열, 콘크리트 들뜸 인양홀 주위 콘크리트 파손 ■ 가로보: <u>하부 콘크리트 들뜸</u> ■ 교대: 폭 0.1~0.2mm(최대 0.5mm) 균열 보수부 재균열, 표면균열, 체수, 이물질퇴적 조인트부 실란트 파손 ■ 교각: 폭 0.1~0.2mm 균열 및 표면균열 누수흔적 ■ 교량받침: <u>본체 고무재 들뜸, 스톱퍼 간섭</u> Plate 녹발생, 무수축물탈 균열 받침콘크리트 균열, 들뜸 및 파손 ■ 교면포장: <u>포트홀, 패임, 라벨링 심화</u> ■ 신축이음: 후타재 균열 ■ 난간: 폭 0.1~0.2mm 균열 및 백태 콘크리트 파손, 접속부 침하 및 단차 ■ 배수시설: 유도배수관 길이부족 배수관 위치 불량 <u>배수관 교체 요망(산악형 ⇨ 육교형)</u> ■ 기타: 차수판 볼트 탈락, 교각번호판 파손 교대 하부 옹벽 균열, 범면 보호블럭 이격 표지판 변형, 파손 및 볼트 탈락
기 시행된 점검 이후 추가 손상 및 진전이 일부 조사되었으며, 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 교량받침 본체 고무재 들뜸 및 스톱퍼 간섭 구간은 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망되며, 배수관(산악형)은 하부 도로 통행차량 및 보행자를 위한 교체(육교형)가 필요하다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 주형의 강도는 44.0~49.0MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.0~28.1MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : P.S.C 주형 ⇒ 40 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					한국구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
상 부 구 조	1	주 형	S1-G1	54.9	48.0	45.4	46.7	
	2	주 형	S2-G3	56.4	49.3	46.9	48.1	
	3	주 형	S3-G4	52.6	46.0	43.3	44.6	
	4	주 형	S4-G1	52.6	46.0	43.3	44.6	
	5	주 형	S5-G2	52.1	45.6	42.8	44.2	
	6	주 형	S6-G4	51.9	45.4	42.5	44.0	
	7	주 형	S7-G3	52.8	46.1	43.4	44.8	
	8	주 형	S8-G1	51.9	45.4	42.6	44.0	
	9	주 형	S9-G4	56.2	49.1	46.7	47.9	
하 부 구 조	10	교 대	A1	46.8	22.1	26.1	24.1	
	11	교 대	A2	47.7	22.7	26.8	24.7	
	12	교 각	P2	46.9	22.2	26.2	24.2	
	13	교 각	P3	48.9	23.4	27.8	25.6	
	14	교 각	P4	47.2	22.3	26.4	24.4	
	15	교 각	P5	46.8	22.1	26.1	24.1	
	16	교 각	P6	49.8	24.0	28.5	26.2	
	17	교 각	P7	48.1	22.9	27.1	25.0	
	18	교 각	P8	49.2	23.6	28.0	25.8	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					한국구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
상 부 구 조	1	주 형	S1-G5	54.8	47.9	45.4	46.6	
	2	주 형	S2-G1	55.8	48.8	46.3	47.6	
	3	주 형	S3-G3	56.8	49.7	47.3	48.5	
	4	주 형	S4-G3	52.7	46.1	43.4	44.7	
	5	주 형	S5-G4	57.4	50.2	47.9	49.0	
	6	주 형	S6-G2	56.8	49.7	47.3	48.5	
	7	주 형	S7-G3	53.1	46.4	43.7	45.1	
	8	주 형	S8-G3	52.9	46.3	43.6	44.9	
	9	주 형	S9-G2	53.9	47.1	44.5	45.8	
하 부 구 조	10	교 대	A1	47.4	22.5	26.6	24.5	
	11	교 대	A2	49.7	23.9	28.4	26.2	
	12	교 각	P2	46.9	22.2	26.2	24.2	
	13	교 각	P3	52.5	25.6	30.7	28.1	
	14	교 각	P4	52.8	25.8	30.9	28.4	
	15	교 각	P5	46.6	22.0	25.9	24.0	
	16	교 각	P6	49.7	23.9	28.4	26.2	
	17	교 각	P7	47.9	22.8	27.0	24.9	
	18	교 각	P8	49.7	23.9	28.4	26.2	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 5mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	주 형	S1~G2	8	0.4	4.0	3.6	a
2	주 형	S9~G2	8	0.5	4.0	3.5	a
3	교 대	A1	8	0.3	10.0	9.7	a
4	교 대	A2	8	0.3	10.0	9.7	a
5	교 각	P1	8	0.5	10.0	9.5	a
6	교 각	P8	8	0.3	10.0	9.7	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	주 형	S1~G2	8	0.5	4.0	3.5	a
2	주 형	S9~G2	8	0.4	4.0	3.6	a
3	교 대	A1	8	0.5	10.0	9.5	a
4	교 대	A2	8	0.5	10.0	9.5	a
5	교 각	P1	8	0.3	10.0	9.7	a
6	교 각	P8	8	0.5	10.0	9.5	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
PSCB[1]	PSC I형교	a	b	b	a	a	b	c	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	a	b	c	b	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	a	b	c	b	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	a	b	b	a	a	b	c	c	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	b	b	b	b	a	a	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	b	a	a	b	a	b	N/A	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[7]	PSC I형교	a	b	a	c	a	a	c	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[8]	PSC I형교	b	a	a	c	a	a	N/A	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[9]	PSC I형교	a	a	a	b	a	b	N/A	a	a	Q	a	a	-	-
PSCB[10]	PSC I형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	c	a	Q	N/A	a	-	-
평균		0.133	0.167	0.200	0.222	0.100	0.167	0.400	0.200	0.140	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.024	0.033	0.010	0.016	0.003	0.003	0.036	0.018	0.028	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.178	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.178로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
PSCB[1]	PSC I형교	b	a	a	c	a	b	b	b	c	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	b	a	a	c	c	b	N/A	a	b	Q	N/A	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	a	a	a	c	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	b	b	a	b	a	b	a	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	b	a	b	a	a	b	N/A	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	b	a	a	b	a	b	N/A	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[7]	PSC I형교	b	b	a	b	a	b	a	a	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[8]	PSC I형교	a	a	a	a	a	b	N/A	a	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[9]	PSC I형교	a	b	a	c	a	b	N/A	a	a	Q	a	a	-	-
PSCB[10]	PSC I형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	a	Q	N/A	a	-	-
평균		0.167	0.133	0.111	0.267	0.130	0.200	0.200	0.130	0.160	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.030	0.027	0.006	0.019	0.004	0.004	0.018	0.012	0.032	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결함도 점수 =		1. 환산결함도 점수 =												0.158	
2. 상태평가 결과 =		2. 상태평가 결과 =												B	

3.2.2 상태평가 결과

[표 3.2.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.158로 산정되어 상태등급은 ”B등급“으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과		
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 폭 0.1~0.2mm균열 및 백태, 재료분리		
		주 형	▪ 폭 0.1mm 균열, 콘크리트 들뜸, 인양홀 주위 콘크리트 파손		
		가 로 보	▪ 하부 콘크리트 들뜸		
	하 부 구 조	교 대	▪ 폭 0.1~0.2mm(최대 0.5mm) 균열, 보수부 재균열 및 표면균열 ▪ 체수, 이물질퇴적, 조인트부 실란트 파손		
		교 각	▪ 폭 0.1~0.2mm 균열 및 표면균열, 누수흔적		
	교량받침		▪ 본체 고무재 들뜸, 스톱퍼 간섭, Plate 녹발생 ▪ 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 들뜸 및 파손		
	기 타 부 재	교면포장	▪ 포트홀, 패임, 라벨링 심화		
		신축이음	▪ 후타재 : 폭 0.1~0.2mm 균열		
		난 간	▪ 폭 0.1~0.2mm 균열 및 백태, 콘크리트 파손, 접속부 침하 및 단차		
		배수시설	▪ 유도배수관 길이부족, 배수관 위치 불량 ▪ 배수관 교체 요망(산악형 ⇨ 육교형)		
부속시설		▪ 차수관 볼트 탈락, 교각번호판 파손, 표지판 변형, 파손 및 볼트 탈락 ▪ 교대 하부 옹벽 균열, 법면 보호블럭 이격			
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	상 행	상부 : 44.0~48.1Mpa	하 행	상부 : 44.7~49.0Mpa
			하부 : 24.1~26.2Mpa		하부 : 24.0~28.1Mpa
		평 가		각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임	
	콘크리트 탄 산 화	상 행	상부: 4~5mm(피복40mm)	하 행	상부: 4~5mm(피복40mm)
			하부: 3~5mm(피복100mm)		하부: 3~5mm(피복100mm)
평 가		현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남			
상태 평가 결과	환산결함도 점수	▪ 상행선 0.178 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.158 ▷ 「B」 등급			

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주요 손상현황은 바닥판하면 균열 및 백태, 가로보 하부 콘크리트 들뜸, 교량받침 본체 고무재 들뜸, 스톱퍼 간섭 및 Plate 녹발생, 교면포장 라벨링 심화, 교대 및 교각 균열, 보수부 재균열 및 표면균열, 배수관 위치불량 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

특히, 교량받침에 발생한 본체 고무재 들뜸 및 스톱퍼 간섭에 의한 교량받침의 가동상태는 지속적인 주의관찰이 요망되며, 일부 구간의 배수관(산악형)은 하부 도로 통행차량 및 보행자를 위한 교체(육교형)가 필요하다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

감로2교는 2006년에 준공된 교량연장 270m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 최대 경간장 30m의 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분			손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	바닥판 하면		콘크리트 백태		m ² (개소)	3.2 (4)	단면보수	
			재료분리		m ² (개소)	1.52 (3)	단면보수	
	교면포장		포트홀		m ² (개소)	0.01 (1)	아스콘 패칭	
			라벨링		m ² (개소)	57.7 (10)	주의관찰	
	배수시설		유도배수관 길이부족		개소	1	재설치	
			배수관 길이부족		개소	1	재설치	
	신축이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	10.7 (35)	표면처리	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	4.4 (8)	표면처리	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	0.55 (7)	표면처리	
	주형		균열	0.3mm 미만	m ² (개소)	7.2 (12)	표면처리	
			파손 및 들뜸		m ² (개소)	0.37 (19)	단면보수	
	가로보		콘크리트 들뜸		m ² (개소)	3.35 (35)	단면보수	
하 부 구 조	교대 / 교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	15.35 (31)	표면처리	
			체수 및 누수		m ² (개소)	1.22 (3)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	24.0 (7)	표면처리	
			교각번호판 파손		개소	1	재설치	
			점검로 미 설치		개소	8	정비	
			간격재 미 제거		개소	1	정비	
	교량받침		균열	0.3mm미만	m (개소)	2.7 (10)	표면처리	
			스토퍼 간섭		개소	2	정비	
			PLATE 부식		개소	3	도장보수	
			받침 들뜸		개소	1	주의관찰	
	옹벽		균열	1.0mm이상	개소	2	수지주입	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분			손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	교면포장		포트홀, 패임		m ² (개소)	1.76 (14)	아스콘 패칭	
			라벨링		m ² (개소)	386.0 (8)	주의관찰	
	배수시설		배수관 위치불량		개소	1	정비	
			유도배수관 길이부족		개소	2	재설치	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	45.2 (78)	표면처리	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	0.16 (3)	표면처리	
			차수관 볼트 체결불량		개소	2	정비	
			차수관 앵커탈락		개소	4	재설치	
	신축이음부	본 체	이물질퇴적		m (개소)	12 (8)	정비	
		후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	4.8 (12)	표면처리	
	바닥판하면		균열	0.3mm 미만	m (개소)	0.7 (3)	표면처리	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	7.15 (7)	표면처리	
	주형		균열	0.3mm 미만	m (개소)	4.0 (4)	표면처리	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.07 (4)	단면보수	
	가로보		콘크리트 들뜸		m ² (개소)	0.2 (1)	단면보수	
하 부 구 조	교대 및 교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	27.2 (47)	표면처리	
			누수흔적		m ² (개소)	1.56 (2)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	4.5 (4)	표면처리	
			실란트 파손		m (개소)	2.5 (2)	실란트 재 충전	
			점검로 미 설치		개소	7	정비	
			간격재 미 제거		개소	1	정비	
	교량받침		물탈 들뜸, 파손		m ² (개소)	0.31 (2)	단면보수	
			녹발생		개소	2	재도장	

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 포장 패임, 포트홀, 라벨링	· 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 콘크리트 방호벽 균열 ◦ 차량충돌흔적	· 결함 발생 및 진전 여부 · 충돌부 파손여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족 ◦ 배수관 위치불량	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
신축이음	◦ 누수발생 ◦ 후타재 균열 및 박락	· 손상현황의 진전여부 · 단차 및 후타재 파손 여부	육안조사
바닥판	◦ 균열, 백태 ◦ 콘크리트 국부파손	· 균열의 진행성 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
P.S.C 주형	◦ 국부파손 및 들뜸 ◦ 가로보 하부 들뜸	· 손상부 진전여부 · 들뜸부위 진전여부	육안조사
교량받침	◦ 탄성받침 들뜸 ◦ 스톱퍼 상호간섭 ◦ Plate 부식	· 이동여유량 검토 · 이상유무 점검 · 부식 진전여부	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 균열, 표면균열	· 폭 및 길이 진전유무 · 표면균열 진전 여부	육안조사
기타	◦ 교대부 옹벽 균열	· 침하성 여부 확인 및 관찰	육안조사

6. 감로3교

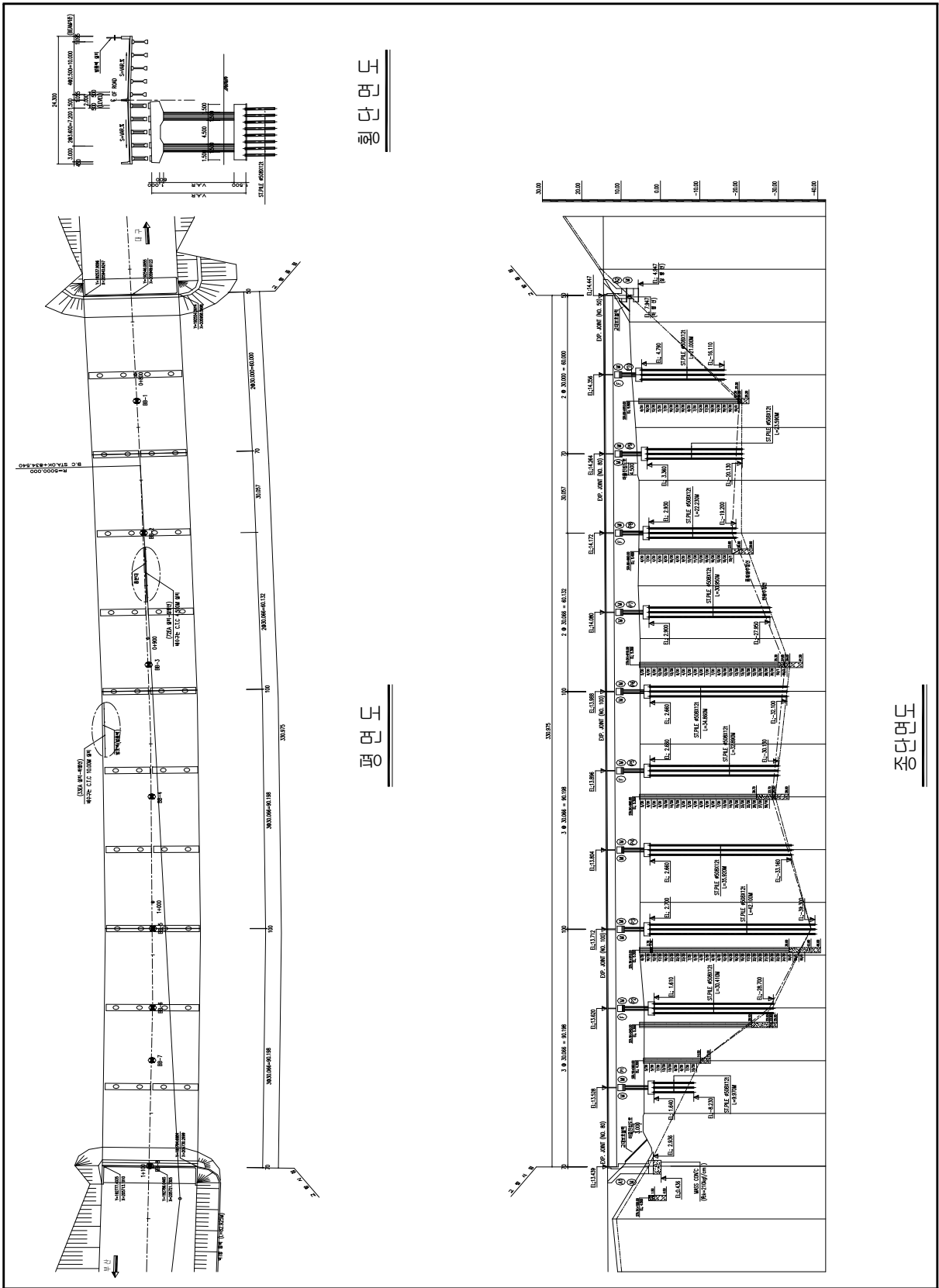
감로3교 현황표

작성일 : 2013년 11월 21일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		감 로 3 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001013 하행선 : BR2006-0001014	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 6	
시설물위치		경남 김해시 상동면 감노리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 1+100.9~0+769.9 부산기점 20.539~20.869 km	
제원	연장	L = 330.0 m (3 @ 30 + 3 @ 30 + 3 @ 30 = 330.0 m)					
	폭	B = 24.3 m, 4차로					
구조 형식	상부	P.S.C Beam		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : π 형			교각	말뚝기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		Rail 및 Mono Cell Joint	
교차시설물 (도로,철도,하천)		소로, 농경지 횡단		통과높이		6.0 m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

□ 중점 점검사항

- 바닥판 : 균열, 파손, 백태부위 진전여부
- P.S.C 주형 : 파손 및 들뜸, 균열부 진전여부
- 교대 및 교각 : 균열, 누수흔적 및 체수부 진전여부, 외부인 출입 여부
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 라벨링, 포트홀, 패임 진전여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 난간 : 균열 및 백태부위 진전여부
- 배수시설 : 배수기능 확인 및 유도배수관 길이부족, 배수관 위치불량에 의한 하부구조 영향 여부
- 기타 : 지반침하 및 변형



[감로3교 중·평면도]

감로3교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



슈미트햄머를 이용한 반발경도 시험



드릴링을 이용한 탄산화 시험

목 차(감로3교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	313
1.2 자료수집 및 분석	319

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	323
2.2 내구성조사 결과	349

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	335
3.2 하행선 상태평가	336

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	352
4.2 결 언	353

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	354
5.2 유지관리방안	361

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

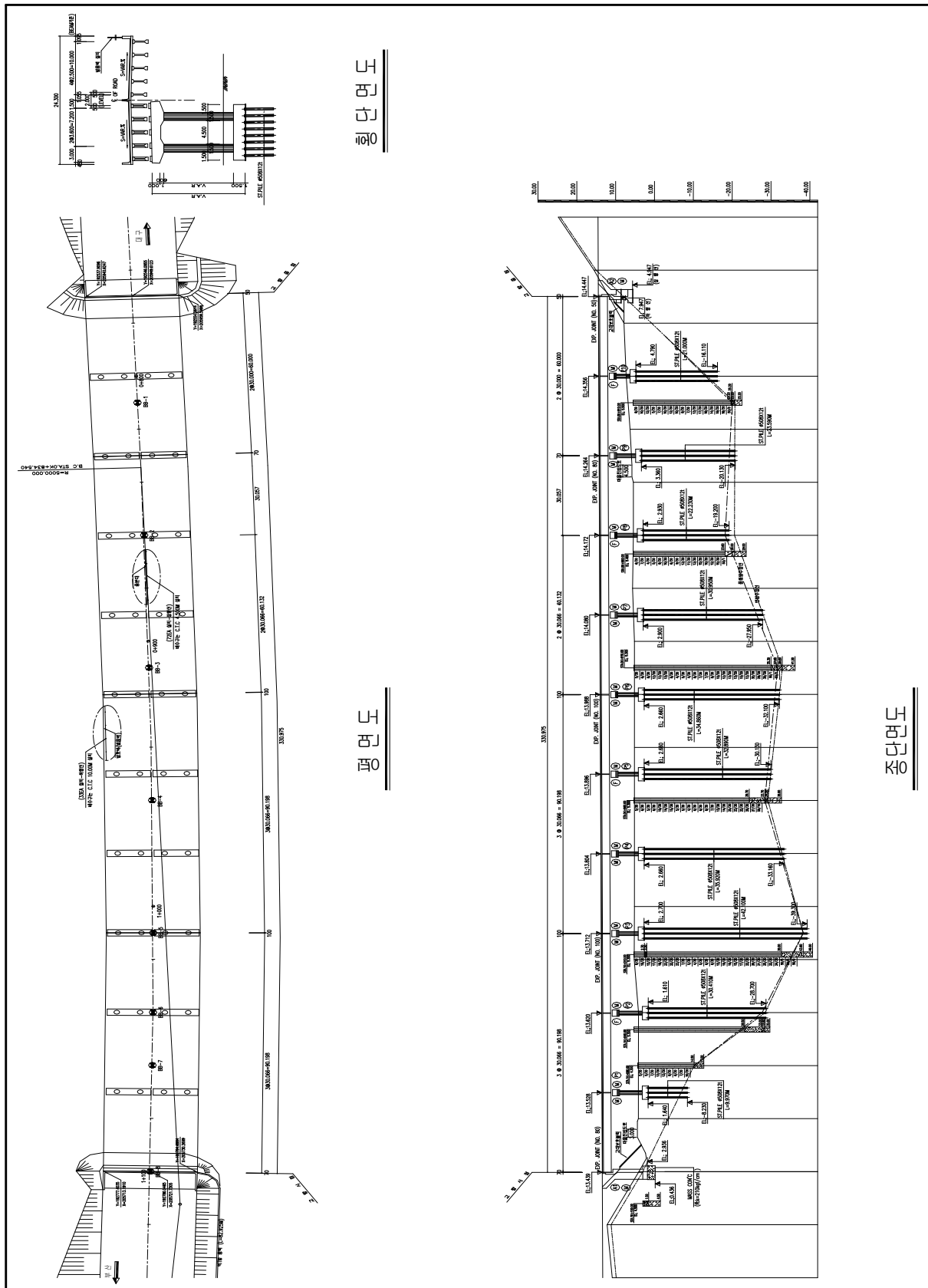


<그림 3.1.1.1> 감로3교 전경

[표 3.1.1.1] 감로3교 기본현황

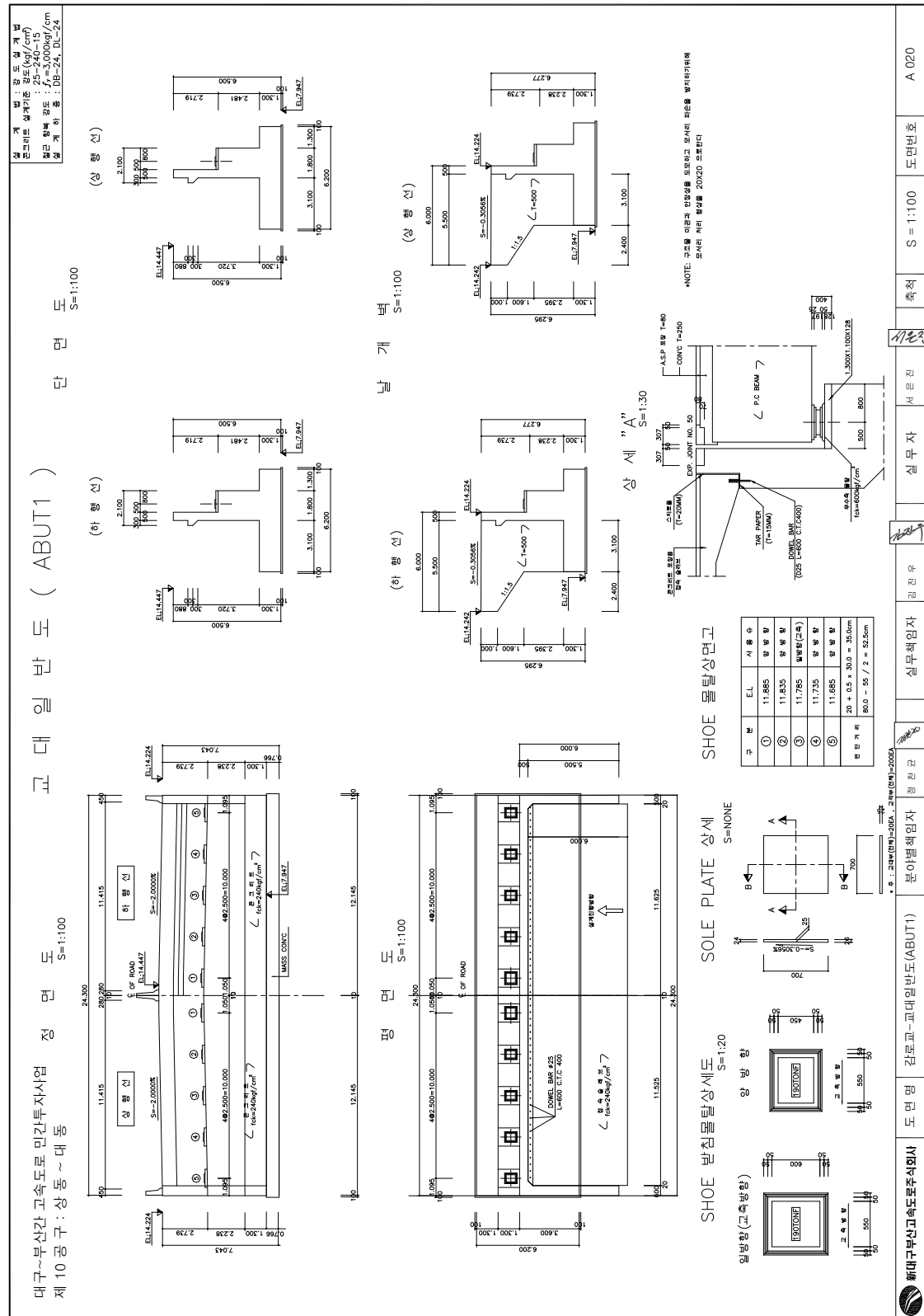
구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		감 로 3 교		설 계 하 중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 1+100.9~0+769.9		종 별 구 분	2종 시설물		
	관리이정	부산기점 20.539~20.869 km					
시 설 물 관 리 번 호		dbw BR. 6		시설물번호		상행선 : BR2006-0001013 하행선 : BR2006-0001014	
상부 구조	형식	P.S.C Beam					
	연장	3@30+3@30+3@30+2@30 =330m			교 폭		24.30 m (상·하행 12.15m)
하부 구조	교각	π 형		기 초 형식	교 각	말뚝기초	
	교대	역T형식			교 대	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		Rail 및 Mono Cell Joint	
교차조건		소로, 농경지 횡단		교 고		6.0 m	
설 계 사		(주)바우컨설팅트		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		하영모		시 공 자		두산중공업(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		-0.3056%		횡단구배		-2.0%	

1.1.2 시설물 일반도

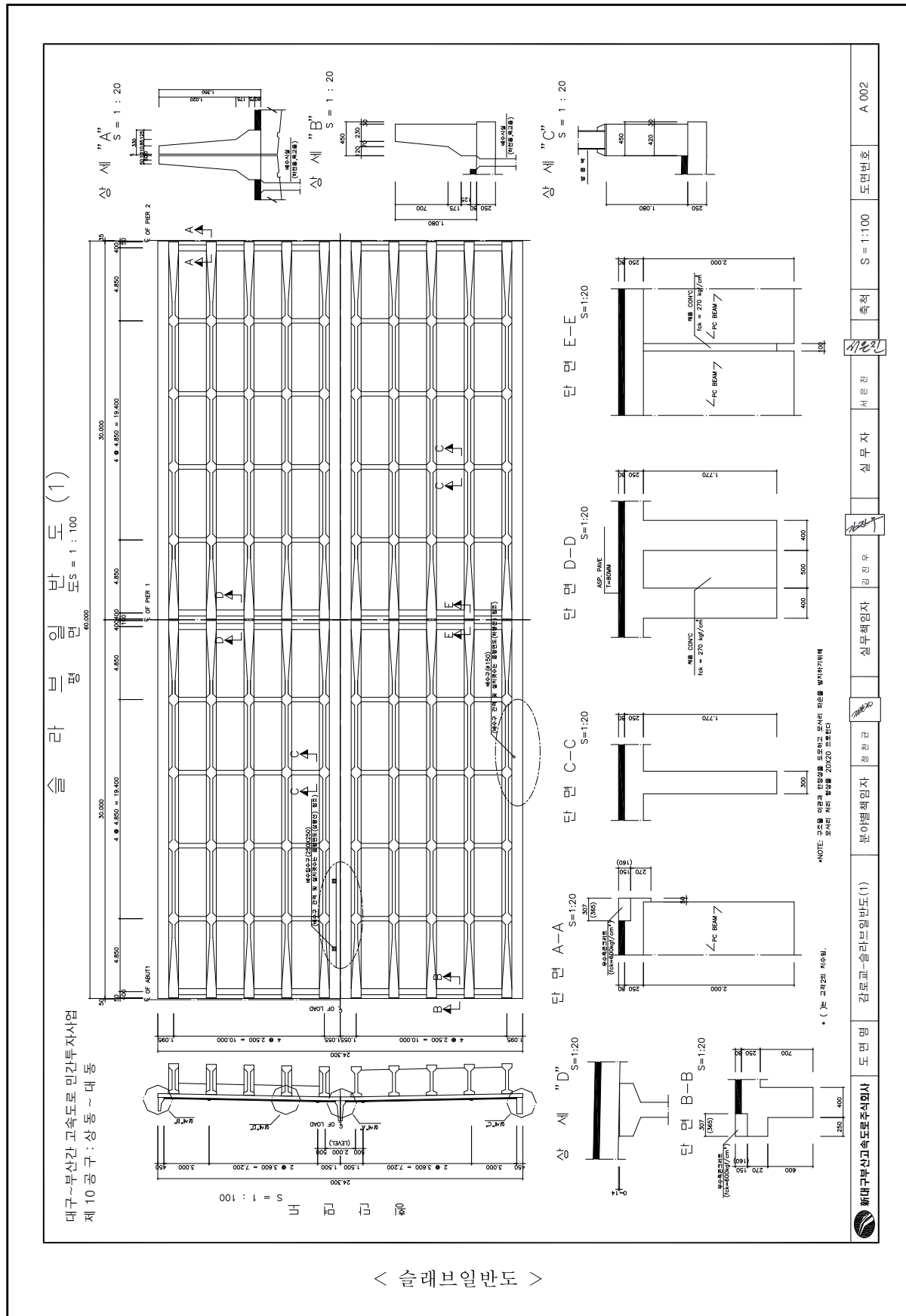


내구~부식간 고속도로 민간투자사업
제 10 회 공 구 : 상 노 ~ 대 노
공 평

S=1:100
너



< 교대일반도 >



1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2006. 09. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 05. 10 ~ 2007. 06. 30	정기점검	-
4	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 03. 10 ~ 2008. 06. 30	정기점검	-
6	2008. 09. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 03. 10 ~ 2009. 06. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
10	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
12	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
14	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 02. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2008. 07	· 주형, 가로보, 교대, 교각 균열 및 파손 표면처리, 단면보수	-
2	2010. 05	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
3	2011. 04	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
4	2012. 02	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	중앙개발
5	2012. 03	· J2(부산) 신축이음장치 파손보수(레일조인트 NO100.3.6m)	협성
6	2012. 06	· 하부구조, 받침, 바닥판 균열, 단면보수, 교면포장 재포장	
7	2013. 03	· 신축이음장치 파손보수	중앙개발
8	2013. 08	· 교대 및 교각부 균열보수, 슬래브 바닥판 균열보수	3S엔지니어링
9	2013. 10	· 교면포장 포장부 재포장, P3 후타재 파손보수	-

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

감로3교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계 하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, 주형은 P.S.C Beam 구조이다. 상부구조의 경우 콘크리트 설계기준강도는 바닥슬래브 27Mpa, P.S.C Beam 40MPa를 적용하였으며, 하부구조의 콘크리트 설계기준강도는 24Mpa를 기준으로 설계되었다. 내진설계는 복합모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 연결부, 교각, 기초에 대해 각각 다르게 적용하였으며, 내진 I 등급교로 설계하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유 근 무	A	감로3교(상)는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 공용년수 증가로 일부 부재에서 손상현황이 추가 발생되었으나, 교량 전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진진 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수에 의해 교대 및 교각 상부 체수는 동해의 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진진 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 교좌부식, 콘크리트 박리, 법면 토사유실 및 블록 이탈등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 교좌부식, 콘크리트 박리, 법면 토사유실 및 블록 이탈등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 후타재 파손여부, 교량 받침 가동단의 고무재 변위상태, 콘크리트 파손 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진진 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 교좌부식, 콘크리트 박리, 법면 토사유실 및 블록 이탈 등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 교량받침 고무재 변위상태 및 가동상태 등에 대해 세심한 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진진 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 교좌부식, 콘크리트 박리, 법면 토사유실 및 블록 이탈 등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 교량받침 고무재 변위상태 및 가동상태 등에 대해 세심한 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년상반기정기점검결과,교량은전반적으로양호한 상태로조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진진 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 신축이음부를 통한 누수 및 배수관 길이 부족으로 인한 누수의 유입은 교좌부식, 콘크리트 박리, 법면 토사유실 및 블록 이탈 등의 손상 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요한 것으로 사료되며, 교량받침 고무재 변위상태 및 가동상태 등에 대해 세심한 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성, 사용성 확보 및 추가적인 손상 방지를 위하여, 배수관 정비, 주형 외부 콘크리트 파손부위 보수 등 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 교량은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수가 필요하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 기존 정밀점검 결과와 비교시 특이할만한 현황은 조사되지 않았으나, 유도배수관 탈락에 의한 누수, 교량받침 고무재 들뜸, 신축이음재 하부 누수, 체수및 후타재 균열, 교면패임 등이 조사된바 적합한 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 기존 점검 결과와 비교 시 특이 손상은 발견되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 현재 기존 손상에 대한 보수가 일부 부재에서 실시된 상태이다. 기존 및 신규 손상의 경우, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수가 필요한 것으로 판단되며, 보수 실시 후 재 발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검이 필요하다. 특히, 배수관 위치 불량에 의한 누수, 교량받침 고무재 들뜸, 신축이음재 하부 누수, 후타재 균열, 포트홀 등이 조사된바 적합한 보수 주기적인 점검이 필요하며, 신축이음 이상 소음발생부위(P3)에 대한 주기적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 교량 일부에서 보수가 실시된 상태이나, 미 보수된 구간은 내구성 증진을 위한 보수가 필요하다. 주요 손상으로는 교면포장 라벨링 및 패임, 교대측 배수관 길이 부족, 난간 균열, 균열부 백태 및 콘크리트 파손, 신축이음 본체 용접이음부 이상소음 및 하부 콘크리트 파손, 교량받침 균열, 본체 들뜸 및 밀림, Plate 부식, 주형 균열, 인양홀 주위 및 교량받침 접속부 콘크리트 파손, 차수판 볼트 탈락 등이 발생한 상태이다. 특히, 신축이음 용접이음부 이상소음 및 탄성고무받침 본체 들뜸 및 밀림은 보수 및 진전 유무에 대한 지속적인 관찰이 요망된다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	주요 손상은 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm), 가로보 하면 콘크리트 들뜸 및 사방향균열, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 누수 및 체수, 탄성받침 밀림 및 들뜸, 교면포장 라벨링, 신축이음 본체 연결부 파손(하부 누수), 난간 균열(폭 0.1~0.3mm), 배수관 위치불량 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요함. 특히, 일부 구간(상P6 하P9) 탄성받침의 들뜸 및 밀림 현상에 대해 지속적인 주의관찰이 필요하며, 신축이음 본체 연결부 파손 부위(하 Exp.J2)는 하부구조의 누수 및 체수의 원인이 되는 바, 적절한 정비가 요망됨
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	가로보 하면의 기존 콘크리트 들뜸 부위 보수부재손상이 일부 발생됨. 주요 손상은 교면포장 라벨링 및 패임, 배수관 길이 부족, 난간 균열 및 파손, 신축이음 본체 용접이음부 손상 및 누수, 바닥판 하부 콘크리트 파손, 교량받침 균열, 탄성받침 들뜸 및 밀림, Plate 부식, 가로보 하면 콘크리트 들뜸 등이며, 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 신축이음 본체 용접부 파손 및 하부 누수에 대해 추가 손상방지 차원의 적절한 보수가 필요하며, 작동상태는 이상이 없으나, 일부 탄성받침 밀림 현상이 발생된 바, 지속적인 주의관찰이 요망됨
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	주요 손상은 교면포장 라벨링, 배수관 길이 부족, 난간 균열 및 파손, 신축이음 누수로 인한 하부구조 체수, 후타재 균열, 탄성받침 들뜸 및 밀림, Plate 녹발생, 가로보 하면 콘크리트 들뜸, 교대상면 체수 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다. 특히, 하부 구조의 체수는 신축이음과 연계된 보수가 필요하며, 탄성받침 들뜸 및 밀림 발생 구간은 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망됨
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	교면포장 라벨링 손상 및 하부구조 균열, 실란트 파손 등이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 기존 손상으로 미 보수된 교면포장 패임, 배수관 길이 부족, 난간 균열 및 백태, 신축이음 하부 누수, 후타재 균열, 탄성받침 들뜸 및 밀림, Plate 녹발생, 가로보 들뜸, 하부구조 균열 및 체수 등의 손상이 조사된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요함. 특히, 하부 구조의 체수는 신축이음과 연계된 보수가 필요하며, 탄성받침 들뜸 및 밀림 발생 구간은 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망됨

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

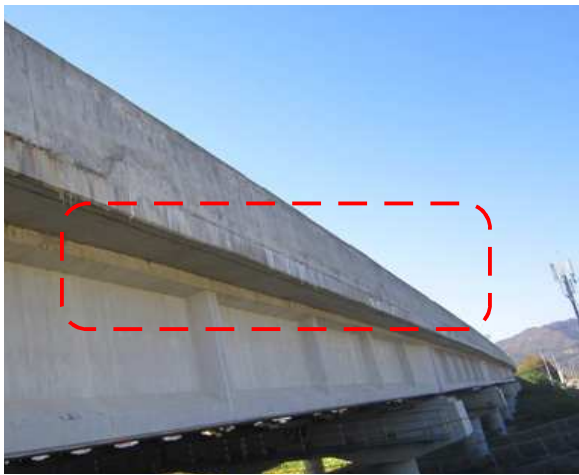
감로3교는 2006년에 준공된 교량연장 330m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경남 김해시 상동면 감노리에 위치하며, 최대 경간장 30m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 0.3056%의 하향경사를 이루고 있다. 상부구조는 전체 11경간에 주형(P.S.C Beam)이 단순지간의 형태로 놓여 있고, 상부 슬래브는 2경간 및 3경간 연속화된 형식으로 구성되어 있으며, 하부구조는 직접 및 PILE 기초에 II형(교각부) 및 역T형(교대부)으로 시공되었다.

교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 표면균열, 누수, 백태, 지점부 콘크리트 파손, 물끓기흙 면대 미제거 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 시공초기 건조수축 및 온도 등의 환경적·시공적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 바닥판하면	위 치	상행선 S11 바닥판하면
현 황	누수 및 백태	현 황	콘크리트 파손

			
위 치	상행선 S2 바닥판하면	위 치	상행선 A2 바닥판하면
현 황	물끊기 홈 면대 미제거	현 황	유간 측정 - 양호

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	누수 및 백태	1	A=5.0m ²	
	S2	물끊기홈 미제거	1	L=2.0m	
	S3	표면균열	1	A=3.0m ²	
	S8	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=3.5m	
		표면균열	3	A=6.25m ²	
		누수 및 백태	1	A=0.15m ²	
	S11	파손	1	A=0.02m ²	
하 행 선	S7	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.5m	
	S8	표면균열	4	A=11.5m ²	
	S11	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=2.0m	

2) 프리스트레스트 콘크리트 거더 및 가로보

P.S.C Beam 및 가로보에 대한 외관조사 결과, 주형은 시공미흡에 의한 지점부 인양홀 주위 파손, 교량받침 접합부 콘크리트 국부파손, 타설불량, 누수흔적 등의 손상이 일부 조사되었으며, 가로보 콘크리트 들뜸 및 균열, 재료분리 등이 확인 되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 진전 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선 S2 G4 주형	위 치	상행선 S6 G5 주형
현 황	콘크리트 타설 불량	현 황	홀 주위 콘크리트 파손
			
위 치	상행선 S7 G4~G5 가로보	위 치	상행선 S10 G1~G2 가로보
현 황	콘크리트 들뜸	현 황	재료분리

[표 2.1.2] 프리스트레스트 콘크리트 거더 및 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상 행 선	S6	콘크리트 파손	1	A=0.01m ²	
	S7	콘크리트 파손	2	A=0.02m ²	
	S8	콘크리트 파손	1	A=0.01m ²	
	S9	콘크리트 파손	1	A=0.04m ²	
하 행 선	S1	누수흔적	1	A=2.0m ²	
	S7	콘크리트 파손	1	A=0.04m ²	
	S8	콘크리트 파손	2	A=0.02m ²	

[표 2.1.3] 콘크리트 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상 행 선	S1	재료분리	2	A=0.6m ²	
		들뜸	5	A=1.5m ²	
	S2	들뜸	2	A=0.12m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
	S6	들뜸	2	A=0.12m ²	
	S7	들뜸	3	A=0.36m ²	
	S8	재료분리	1	A=0.4m ²	
		들뜸	6	A=0.72m ²	
하 행 선	S10	재료분리	2	A=0.6m ²	
	S11	재료분리	2	A=0.13m ²	
		들뜸	1	A=0.12m ²	
	S1	들뜸, 파손	2	A=0.12m ²	
	S2	재료분리	1	A=0.15m ²	
		들뜸, 파손	5	A=0.26m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.4m	
	S5	들뜸, 파손	1	A=0.3m ²	
	S6	들뜸, 파손	4	A=0.24m ²	
	S8	들뜸, 파손	2	A=0.3m ²	
	S11	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
		들뜸, 파손	4	A=0.65m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 홍벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.4] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 6.7℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	85	151	80	160	
A2	63	140	55	140	

교량 시·중점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 A2지점에서 상행선이 약 6.3cm, 하행선이 약 5.5cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(6.7℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 35℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 1.7cm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

역T형 구조로 시공된 교대의 외관조사 결과, 건조수축 및 동결융해 등의 원인에 의한 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열 및 보수부 재균열, 표면균열이 일부 조사되었으며, 신축이음 스펠연결부 우수유입 및 유도배수관 길이부족에 의한 누수 흔적, 체수가 다수 확인되었다. 또한, 이물질퇴적(폐자재), 조인트부 실란트 파손이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 정비가 필요하며, 진전 유무에 대한 주의관찰이 요망된다. 특히, 누수 흔적 및 체수는 상부 신축이음 스펠연결부 우수유입, 유도배수관 길이부족에 대한 보수의 병행이 필요하다.

			
위 치	상행선 A1 벽체	위 치	상행선 A1 벽체 상면
현 황	보수부 재균열(폭 0.2mm)	현 황	균열(폭 0.3mm)
			
위 치	상행선 A1 벽체 상면	위 치	상행선 A2 벽체
현 황	체 수	현 황	누수 및 체수

			
위 치	하행선 A1 벽체	위 치	하행선 A1 벽체 상면
현 황	누수 및 체수	현 황	이물질퇴적(폐자재)

			
위 치	하행선 A2 벽체		
현 황	누수 및 체수		

[표 2.1.5] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 체수 및 누수 실란트 파손	2 1 2 2	L=2.0m L=1.0m A=2.15㎡ L=2.5m	
	A2	체수 및 누수 표면균열	9 1	A=3.83㎡ A=0.15㎡	
하행선	A1	균열(폭 0.3mm미만) 체수 및 누수 간격재 미제거	1 1 1	L=1.0m L=1.0m 1EA	
	A2	균열(폭 0.3mm미만) 체수 및 누수 실란트 파손	2 7 2	L=1.8m L=2.67m L=4.5m	

2) 교각

π 형 구조로 시공된 교각의 외관조사 결과, 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 표면균열이 조사되었으며, 유도배수관 길이부족에 의한 누수흔적, 콘크리트 파손 등의 손상이 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하며, 누수흔적은 유도배수관 길이부족에 대한 보수의 병행이 요망된다.

			
위 치	상행선 P9	위 치	하행선 P9
현 황	누수흔적(유도배수관 길이부족)	현 황	누수흔적(유도배수관 길이부족)
			
위 치	상행선 P4 코핑부	위 치	하행선 P6 코핑부
현 황	수직균열(폭 0.2mm)	현 황	수직균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.6] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=2.3m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=2.9m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.4m	
		채수 및 누수	1	A=0.3m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.4m	
	P9	채수 및 누수	1	A=0.3m ²	
		표면균열	1	A=1.74m ²	
	P10	콘크리트 파손	1	A=0.02m ²	
하 행 선	P2	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=3.3m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	
		채수 및 누수	5	A=3.25m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.2m	
		콘크리트 파손	1	A=0.01m ²	
	P5	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.4m	
		표면균열	1	A=0.25m ²	
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.5m	
		채수 및 누수	1	A=0.09m ²	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=2.0m	
	P8	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.1m	
		채수 및 누수	1	A=0.45m ²	
	P9	채수 및 누수	4	A=2.99m ²	
		표면균열	2	A=5.6m ²	
	P10	채수 및 누수	1	A=0.45m ²	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량 받침은 탄성고무받침으로 시공되어 있으며, 온도변화에 대한 가동상태는 양호한 것으로 확인되었으나, 본체 고무재 들뜸 및 밀림, 스톱퍼 간섭, Plate 부식, 무수축 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 국부파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 현재 본체 고무재 손상 및 스톱퍼 간섭은 교량받침의 가동에 대한 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰 후 프리세팅 등이 대책이 요망된다.

			
위 치	상행선 P6 SH4		
현 황	본체 고무재 밀림		
			
위 치	상행선 P5 SH9	위 치	상행선 A1 SH5
현 황	본체 고무재 들뜸	현 황	Plate 부식

			
위 치	상행선 P3 SH6	위 치	하행선 P3 SH6
현 황	Plate 부식	현 황	Plate 부식
			
위 치	상행선 A1 SH3	위 치	상행선 P2 SH4
현 황	스토퍼 간섭	현 황	스토퍼 간섭
			
위 치	상행선 P1 SH9	위 치	하행선 P9 SH6
현 황	무수축물탈 균열	현 황	무수축물탈 균열

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태

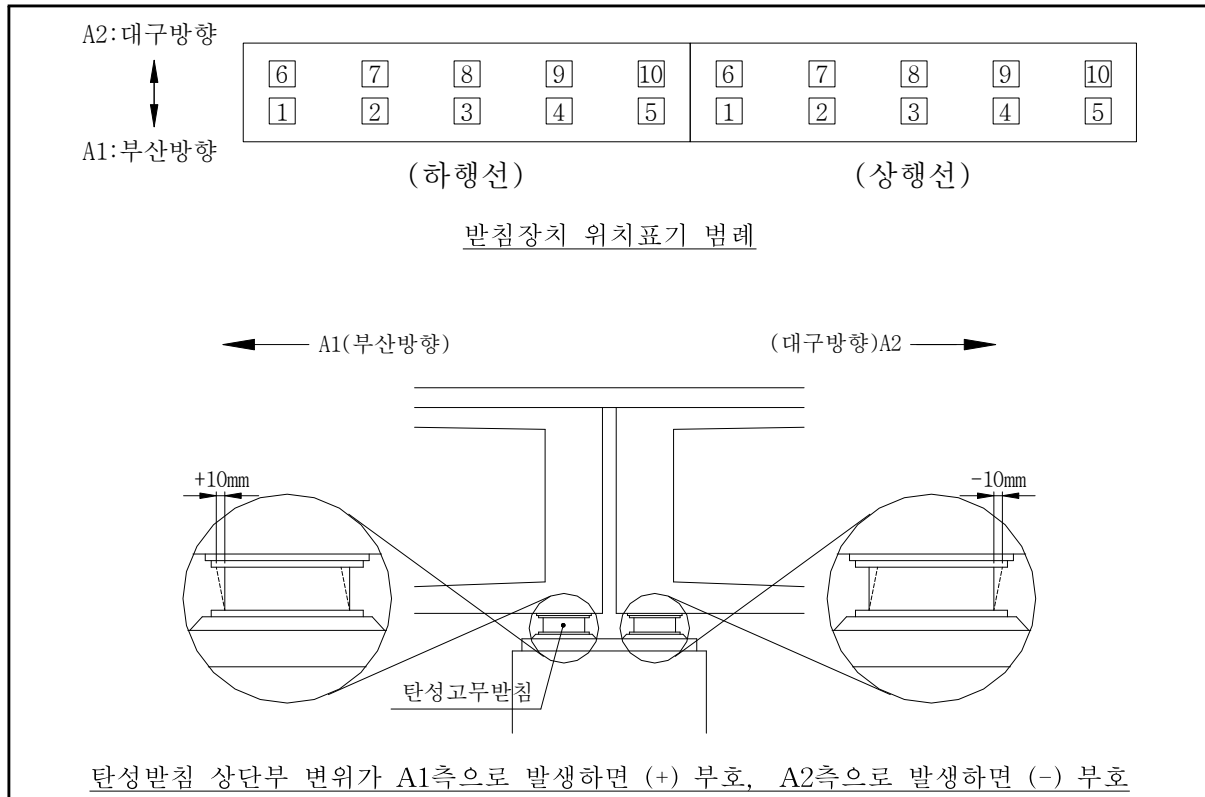
구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	PLATE 부식 스토퍼 간섭 탄성받침 밀림	1 1 5	1EA 1EA 5EA	
	A2	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 들뜸 PLATE 부식 탄성받침 들뜸 탄성받침 밀림	1 1 1 1 3	L=0.2m A=0.01m ² 1EA 1EA 3EA	
	P1	균열(폭 0.3mm미만) PLATE 부식 탄성받침 들뜸	1 10 4	L=0.2m 10EA 4EA	
	P2	PLATE 부식 탄성받침 들뜸 스토퍼 간섭	1 1 2	1EA 1EA 2EA	
	P3	PLATE 부식 탄성받침 들뜸	1 2	1EA 2EA	
	P4	균열(폭 0.3mm미만) 탄성받침 들뜸	2 1	L=0.6m 1EA	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) PLATE 부식 탄성받침 들뜸 스토퍼 간섭	4 1 2 3	L=0.35m 1EA 2EA 3EA	
	P6	탄성받침 들뜸 스토퍼 간섭 탄성받침 밀림	1 1 4	1EA 1EA 4EA	
	P7	콘크리트 파손	1	A=0.01m ²	
	P8	균열(폭 0.3mm미만) 재료분리, 들뜸 PLATE 부식 스토퍼 간섭	1 2 10 3	L=0.1m A=0.02m ² 10EA 3EA	
	P9	PLATE 부식 스토퍼 간섭	5 1	5EA 1EA	
	P10	PLATE 부식	4	4EA	

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태-계속

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
하 행 선	A1	PLATE 부식	2	2EA	
		탄성받침 밀림	4	4EA	
	A2	탄성받침 밀림	4	4EA	
	P1	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
		PLATE 부식	10	10EA	
		탄성받침 들뜸	1	1EA	
	P2	스토퍼 간섭	1	1EA	
	P3	PLATE 부식	2	2EA	
		탄성받침 들뜸	1	1EA	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=0.75m	
		PLATE 부식	3	3EA	
	P5	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
		탄성받침 들뜸	3	3EA	
		스토퍼 간섭	2	2EA	
	P6	균열(폭 0.3mm미만)	9	L=1.0m	
		PLATE 부식	5	5EA	
		탄성받침 들뜸	1	1EA	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
	P8	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=0.6m	
		PLATE 부식	6	6EA	
		탄성받침 들뜸	2	2EA	
		스토퍼 간섭	3	3EA	
	P9	PLATE 부식	9	9EA	
		탄성받침 밀림	2	2EA	
	P10	PLATE 부식	3	3EA	
		스토퍼 간섭	2	2EA	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.8], [표 2.1.9]와 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 6.7℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	0(밀립)	0(밀립)	0(밀립)	0(밀립)	0(밀립)	-	-	-	-	-	
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P2	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+10	+3	+10	
P4	0	+5	0	+3	+3	+3	0	+5	+5	+3	
P5	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0				+5	
P6	0(밀립)	-15	-15	0(밀립)	-15	0(밀립)	+15	0(밀립)	0(밀립)	+15	
P7	0	0	0	0	0	+5	+10	+10	+5	+5	
P8	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P9	-10	-10	-10	-10	-10	0	0	+5	+5	+5	
P10	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	+10	
A2	-5	0(밀립)	0(밀립)	-3	-5	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

■ 받침높이=149mm, 고무층 두께=48mm, 허용신축량=33.6mm(P1,2,4,5,7,8,10)

■ 받침높이=165mm, 고무층 두께=60mm, 허용신축량=42.0mm(P3,6,9)

■ 받침높이=197mm, 고무층 두께=84mm, 허용신축량=58.8mm(A1,2)

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 6.7℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	+10	0(밀립)	0(밀립)	0(밀립)	0(밀립)	-	-	-	-	-	
P1	0	0	0	0	0	0	+3	0	0	0	
P2	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P3	-3	-3	-3	0	0	0	+5	0	0	0	
P4	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	
P5	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P6	-15	-16	-15	-15	-20	+15	0	+15	+15	+15	
P7	0	0	0	0	0	0	0	+5	0	+4	
P8	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
P9	-10	-12	-5	-10	0	+5	+5	+5	+5	+5	
P10	좌우	좌우	F	좌우	좌우	0	0	0	0	0	
A2	-10	0(밀립)	-5	0(밀립)	-5	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

■ 받침높이=149mm, 고무층 두께=48mm, 허용신축량=33.6mm(P1,2,4,5,7,8,10)

■ 받침높이=165mm, 고무층 두께=60mm, 허용신축량=42.0mm(P3,6,9)

■ 받침높이=197mm, 고무층 두께=84mm, 허용신축량=58.8mm(A1,2)

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐 등에 의해 발생하는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하나, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차이에 의한 영향만을 고려하여 검토하였다.

■ 하 A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 6.7°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $18.5^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 23.5^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 18.5^{\circ}\text{C} = 16.5^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 23.5 \times 30000 = 7.1\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 16.5 \times 30000 = 4.9\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 (= 30m)

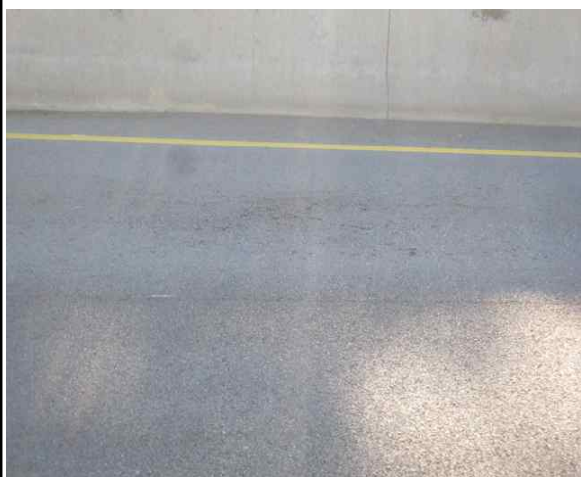
ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

이동량이 최대인 A2지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 7.1mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 4.9mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 41.7mm, 온도 상승시에는 약 63.9mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 교면포장은 하행선에 전반적인 보수가 실시되었으며 보수상태는 양호하나, 미보수된 라벨링, 패임 등의 손상이 확인되었으며, 일부 구간 라벨링이 추가 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 중차량의 지속적인 운하중 및 노후화에 의한 손상으로 진전 유무에 대한 주의관찰 후 통행차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 대책이 필요하다.

			
위 치	하행선 S4~11 교면포장	위 치	상행선 S1 교면포장
현 황	재포장 실시 - 양호	현 황	라벨링
			
위 치	상행선 S7 교면포장		
현 황	라벨링 심화		

	
위 치	하행선 S1 교면포장
현 황	라벨링

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	교면 포장 라벨링	2	A=4.8m ²	
	S2	교면 포장 라벨링	1	A=1.5m ²	
	S5	교면 포장 라벨링	1	A=40.0m ²	
	S7	교면 포장 라벨링	1	A=140.0m ²	
	S10	교면 포장 패임	1	A=0.04m ²	
하행선	S1	교면 포장 라벨링	3	A=75.0m ²	
	S2	교면 포장 라벨링	1	A=9.0m ²	

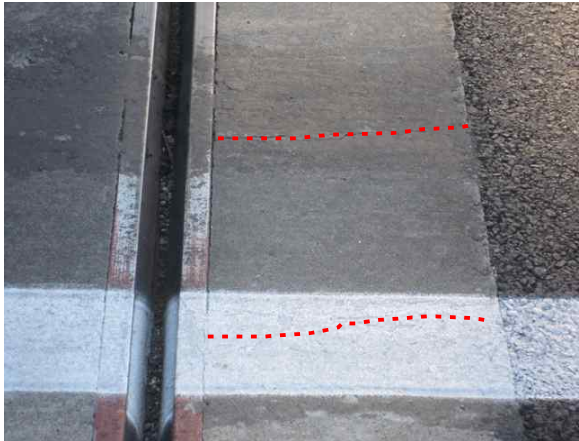
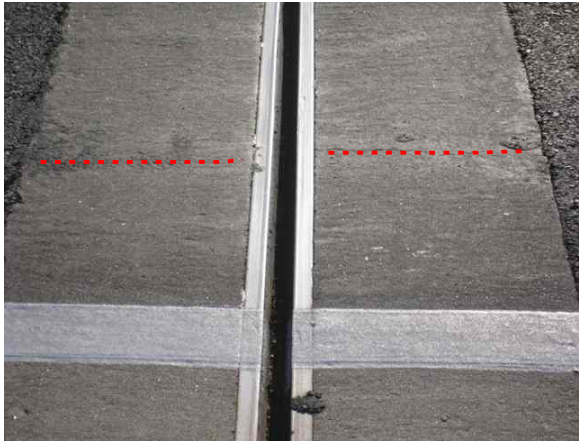
2) 신축이음

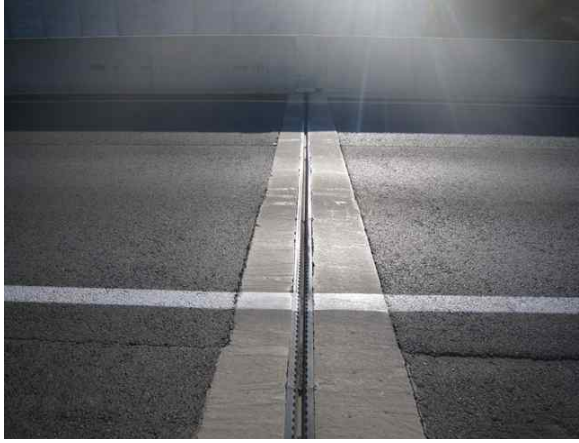
① 본체

신축이음장치는 Rail Joint(A1, P3, 6, 9)와 Mono Cell(A2) Type으로 시공되어 있다. 유간 측정 결과 가동상태는 양호한 것으로 확인되었으며, 기 발생한 신축이음 본체 용접부 파손(하행선 P3)은 보수가 실시된 상태이나, A2측 모노셀 스펠연결부 우수유입 및 고무재 손상이 조사되었다. 신축이음 스펠연결부 우수유입은 주형 및 하부 구조 열화의 원인이 되므로 유도배수관 설치 등의 조치가 요망된다.

② 후타재

후타재는 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열이 다수 발생하였으며, 접속부 패임이 일부 조사되었다.

			
위 치	상행선 A2 신축이음	위 치	하행선 P3 신축이음
현 황	본체 고무재 손상	현 황	본체 용접부 파손 보수 - 양호
			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	상행선 P9 신축이음
현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.3mm)	현 황	후타재 균열(폭 0.1~0.3mm)

			
위 치	상행선 A2 신축이음	위 치	하행선 P3 신축이음
현 황	전경	현 황	전경

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J2 (P3)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J3 (P6)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J4 (P9)	본체 이물질 퇴적	1	L=1.5m	
		후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
하행선	Exp.J5 (A2)	본체 고무재 손상	2	A=0.2m ²	
		후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J2 (P3)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J3 (P6)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
하행선	Exp.J4 (P9)	후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	
	Exp.J5 (A2)	본체 고무재 손상	1	A=0.1m ²	
		후타재 균열(폭 0.3mm미만)	10	L=3.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	42	43	No. 80
J2 (P3)	45	42	No. 100
J3 (P6)	51	50	No. 100
J4 (P9)	42	35	No. 80
J5 (A2)	30	36	No. 50

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공된 지가 3년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ P9, A2 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 11월 11일, 일평균기온 : 6.7°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $6.7^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 11.7^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 6.7^{\circ}\text{C} = 28.3^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 11.7 \times 60000 = 7.0\text{mm}(\text{P9측})$
 $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 11.7 \times 30000 = 3.5\text{mm}(\text{A2측})$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 28.3 \times 60000 = 17.0\text{mm}(\text{P9측})$
 $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 28.3 \times 30000 = 8.5\text{mm}(\text{A2측})$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 (2@30 = 60m:P9측, 30m:A2측)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

P9, A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 3.5~7.0mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 8.5~17.0mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 16.5~38.0mm, 온도 상승시에는 약 18.0~21.5mm 정도의 여유량을 확보하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽은 하행선에 방음벽이 설치되어 있으며, 주요 손상현황은 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 균열부 우수침투에 의한 균열부 백태, 중분대 콘크리트 파손, 방음벽 판넬 파손 등이 조사되었다. 방호벽 특성상 우수 접촉에 의한 손상의 진전 우려가 있으므로 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S10 방호벽	위 치	상행선 S10 중분대
현 황	균열부 백태	현 황	균열부 백태
			
위 치	하행선 S1 방음벽	위 치	하행선 S4 중분대
현 황	판넬 파손	현 황	콘크리트 파손

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	1 1	L=0.3m A=0.03m ²	
	S2	콘크리트 백태	1	A=0.12m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.5m	
	S5	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	2 1	L=0.8m A=0.05m ²	
	S7	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	11 1	L=4.4m A=0.1m ²	
	S8	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	5 8	L=1.5m A=0.8m ²	
	S9	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	1 1	L=0.5m A=0.04m ²	
	S10	콘크리트 백태 콘크리트 파손	6 1	A=0.5m ² A=0.1m ²	
	S11	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	1 1	L=0.5m A=0.2m ²	
하 행 선	S1	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm이상) 콘크리트 백태 방음벽 파손	6 1 1 1	L=2.4m L=0.7m A=0.1m ² 1EA	
	S2	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=2.4m	
	S3	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	4 3	L=4.8m A=1.35m ²	
	S4	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태 방음벽 파손	7 1 1	L=11.0m A=0.15m ² 1EA	
	S5	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 백태	6 1	L=22.0m A=0.15m ²	
	S6	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	12	L=8.4m	
	S7	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=3.3m	
	S8	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	12	L=6.3m	
	S9	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	6	L=2.5m	
	S10	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만)	5	L=2.5m	
	S11	방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm미만) 방호벽 수직 및 수평 균열(폭 0.3mm이상)	10 2	L=5.0m L=1.0m	

4) 배수시설

배수시설은 산악형으로 시공되어 있으며, 주요 손상현황은 배수관 길이부족에 의한 법면 누수, 유도배수관 길이부족에 의한 하부구조 체수, 배수관 위치불량 등의 손상이 조사되었으며, 배수관 손상은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 적절한 조치가 필요하다.

			
위 치	하행선 S1	위 치	하행선 A1
현 황	배수관 길이부족(법면 누수)	현 황	유도배수관 길이부족(교대 체수)
			
위 치	하행선 P3	위 치	하행선 S2
현 황	유도배수관 길이부족(교각 체수)	현 황	배수구 전경 - 양호

			
위 치	배수시설	위 치	하행선
현 황	전경	현 황	배수시설 전경

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S1	배수관 길이부족	1	
		유도배수관 길이부족	1	
	S4	유도배수관 길이부족	1	
	S7	유도배수관 길이부족	1	
	S10	유도배수관 길이부족	1	
하행선	S11	배수관 길이부족	1	
	S1	배수관 길이부족	1	
		유도배수관 길이부족	1	
	S4	유도배수관 길이부족	2	
	S7	유도배수관 길이부족	1	
	S10	배수관 길이부족	1	
	S11	배수관 길이부족	1	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

신축이음부 차수관 볼트 탈락 및 교각 점검로 차량에 의한 파손 부위 절단, 교각번호판 파손, 교대측 법면보호블럭 채수 및 이격에 대한 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 P3	위 치	상행선 P1
현 황	차수관 볼트 탈락	현 황	교각번호판 파손
			
위 치	하행선 P9	위 치	하행선 A1 교대
현 황	점검로 인위적 절단	현 황	법면보호블럭 채수

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	비고
상행선	Exp.J.2(P3)	차수관 앵커탈락	2	
	Exp.J.3(P6)	차수관 앵커탈락	1	
	A1	법면이격	1	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 균열, 표면균열, 재료분리, 누수 백태, 파손, 물끊기홈 면대 미제거 ■ 주형: 콘크리트 들뜸, 파손, 균열 ■ 가로보: 균열, 들뜸, 파손, 재료분리 ■ 교대: 균열, 체수, 누수, 접합부 실란트 파손 ■ 교각: 균열, 체수, 누수, 표면균열, 파손 ■ 교량받침: Plate 녹발생, 고무재 들뜸, 밀림 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 재료분리 스톱퍼 상호간섭 ■ 교면포장: 라벨링, 패임 ■ 신축이음: 하부 누수 후타재 폭 0.1~0.3mm 균열, 접속부 이격 ■ 난간: 균열, 백태, 파손, 방음벽 파손 ■ 배수시설: 유도배수관 길이부족 배수관 길이부족 ■ 기타: 차수판 앵커 탈락, 법면 이격 및 침하 법면 체수, 점검통로 절단(상.P9)	■ 바닥판: 폭 0.1~0.2mm 균열, 표면균열 누수, 백태, 파손, 물끊기홈 면대 미제거 ■ 주형: 인양홀 주위 콘크리트 파손, 타설불량 교량받침 접합부 콘크리트 파손, 누수흔적 ■ 가로보: 콘크리트 들뜸, 균열, 재료분리 ■ 교대: 폭 0.1~0.3mm 균열, 보수부 채균열 표면균열, 이물질퇴적(폐자재), 누수흔적 체수, 조인트부 실란트 파손 ■ 교각: 폭 0.1~0.2mm 균열, 표면균열 누수흔적, 콘크리트 파손 ■ 교량받침: 본체 고무재 밀림, 스톱퍼 간섭 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 파손 Plate 부식 ■ 교면포장: 라벨링, 패임 ■ 신축이음: 본체 스펠연결부 우수유입 고무재 손상, 후타재 균열, 접속부 패임 ■ 난간: 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태 콘크리트 파손, 방음벽 판넬 파손 ■ 배수시설: 배수관 길이부족 및 위치불량 유도배수관 길이부족 ■ 기타: 차수판 볼트 탈락, 교각 번호판 파손 교각 점검로 차량에 의한 파손 부위 절단 교대 법면 보호블럭 이격
기존 점검 결과와 비교시 일부 구간 보수를 실시하였으며, 보수 상태는 양호하나, 미보수된 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하며, 교량받침 본체 고무재 밀림 및 스톱퍼 간섭은 현재 교량받침의 가동에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 가동상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 주형의 강도는 42.0~50.8MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.1~28.3MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : P.S.C 주형 ⇒ 40 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					한국구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
상 부 구 조	1	주 형	S1-G5	53.0	46.4	43.6	45.0	
	2	주 형	S2-G3	51.2	44.8	41.9	43.4	
	3	주 형	S3-G4	50.4	44.1	41.2	42.6	
	4	주 형	S4-G3	51.0	44.6	41.7	43.2	
	5	주 형	S5-G1	53.8	47.1	44.4	45.7	
	6	주 형	S6-G2	50.2	43.9	41.0	42.4	
	7	주 형	S7-G1	57.4	50.2	47.9	49.0	
	8	주 형	S8-G1	60.7	53.0	51.0	42.0	
	9	주 형	S9-G2	50.5	44.2	41.3	42.7	
	10	주 형	S10-G1	53.9	47.1	44.5	45.8	
	11	주 형	S11-G3	53.0	46.4	43.6	45.0	
하 부 구 조	12	교 대	A1	46.9	22.2	26.2	24.2	
	13	교 각	P1	47.8	22.7	26.9	24.6	
	14	교 각	P2	47.7	22.7	26.8	24.7	
	15	교 각	P3	47.4	22.5	26.6	24.5	
	16	교 각	P4	52.7	25.7	30.8	28.3	
	17	교 각	P5	49.0	23.5	27.9	25.7	
	18	교 각	P6	46.9	22.2	26.2	24.2	
	19	교 각	P7	50.1	24.1	28.7	26.4	
	20	교 각	P8	46.8	22.1	26.1	24.1	
	21	교 각	P9	50.0	24.1	28.7	26.4	
	22	교 각	P10	49.8	24.0	28.5	26.2	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					한국구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
상 부 구 조	1	주 형	S1-G1	52.5	45.9	43.1	44.5	
	2	주 형	S2-G2	49.8	43.6	40.6	42.1	
	3	주 형	S3-G4	51.4	45.0	42.1	43.5	
	4	주 형	S4-G3	50.9	44.5	41.6	43.1	
	5	주 형	S5-G1	52.6	46.0	43.2	44.6	
	6	주 형	S6-G1	51.7	45.2	42.4	43.8	
	7	주 형	S7-G3	57.9	50.6	48.3	49.5	
	8	주 형	S8-G1	59.4	51.9	49.7	50.8	
	9	주 형	S9-G2	49.8	43.6	40.6	42.1	
	10	주 형	S10-G2	51.4	45.0	42.1	43.5	
	11	주 형	S11-G3	52.8	46.1	43.4	44.8	
하 부 구 조	12	교 각	P1	46.9	22.1	26.1	24.1	
	13	교 각	P2	48.3	23.0	27.3	25.2	
	14	교 각	P3	52.3	25.5	30.5	28.0	
	15	교 각	P4	51.9	25.3	30.2	27.7	
	16	교 각	P5	46.8	22.1	26.1	24.1	
	17	교 각	P6	48.8	23.3	27.7	25.5	
	18	교 각	P7	46.9	22.2	26.2	24.2	
	19	교 각	P8	48.0	22.8	27.1	25.0	
	20	교 각	P9	50.6	24.4	29.1	26.8	
	21	교 각	P10	52.0	25.3	30.3	27.8	
	22	교 대	A2	47.6	22.6	26.7	24.7	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 6mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	주 형	S1~G2	8	0.5	4.0	3.6	a
2	주 형	S11~G2	8	0.4	4.0	3.8	a
3	교 대	A1	8	0.3	10.0	7.6	a
4	교 대	A2	8	0.3	10.0	8.0	a
5	교 각	P1	8	0.5	10.0	8.1	a
6	교 각	P10	8	0.3	10.0	8.1	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	주 형	S1~G3	8	0.5	4.0	3.5	a
2	주 형	S11~G3	8	0.6	4.0	3.7	a
3	교 대	A1	8	0.6	10.0	8.1	a
4	교 대	A2	8	0.3	10.0	8.0	a
5	교 각	P1	8	0.5	10.0	8.1	a
6	교 각	P10	8	0.4	10.0	8.1	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
PSCB[1]	PSC I형교	b	b	b	b	c	b	b	c	c	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	a	b	b	b	a	a	N/A	c	b	Q	N/A	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	b	a	b	a	a	a	N/A	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	a	a	a	b	a	b	b	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	a	b	a	c	a	b	N/A	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	a	a	b	b	a	b	N/A	c	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[7]	PSC I형교	a	b	a	c	a	b	b	c	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[8]	PSC I형교	b	b	b	c	a	b	N/A	b	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[9]	PSC I형교	a	a	a	a	a	b	N/A	b	a	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[10]	PSC I형교	a	a	a	a	c	b	b	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[11]	PSC I형교	b	a	b	a	c	b	N/A	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[12]	PSC I형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	c	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.136	0.145	0.154	0.218	0.182	0.182	0.240	0.333	0.183	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.024	0.029	0.008	0.015	0.005	0.004	0.022	0.030	0.037	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.181	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.181로 산정되어 상태등급은 "B등급"으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
PSCB[1]	PSC I형교	a	b	b	c	c	b	b	c	b	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	a	a	b	b	a	b	N/A	c	a	Q	N/A	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	a	a	a	b	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	a	a	c	a	a	b	b	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	a	a	a	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	a	a	b	a	a	b	N/A	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[7]	PSC I형교	b	b	a	a	a	b	b	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[8]	PSC I형교	b	b	b	a	a	b	N/A	b	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[9]	PSC I형교	a	a	a	a	a	b	N/A	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[10]	PSC I형교	a	a	a	a	a	b	b	c	b	Q	N/A	N/A	-	-
PSCB[11]	PSC I형교	b	a	b	a	c	b	N/A	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[12]	PSC I형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	c	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.127	0.127	0.173	0.145	0.155	0.200	0.240	0.333	0.192	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.023	0.025	0.009	0.010	0.005	0.004	0.022	0.030	0.038	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.173	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.2.2 상태평가 결과

[표 3.2.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.173로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과		
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 폭 0.1~0.2mm 균열, 표면균열, 누수, 백태, 파손, 물끊기홈 면대 미제거		
		주 형	▪ 인양홀 주위 콘크리트 파손, 타설불량 ▪ 교량받침 접합부 콘크리트 파손, 누수흔적		
		가 로 보	▪ 콘크리트 들뜸, 균열, 재료분리		
	하 부 구 조	교 대	▪ 폭 0.1~0.3mm 균열, 보수부 재균열, 표면균열, 이물질퇴적(폐자재) ▪ 누수흔적, 체수, 조인트부 실란트 파손		
		교 각	▪ 폭 0.1~0.2mm 균열, 표면균열, 누수흔적, 콘크리트 파손		
	교량받침		▪ 본체 고무재 밀림, 스톱퍼 간섭, Plate 부식 ▪ 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 파손		
	기 타 부 재	교면포장	▪ 라벨링, 패임		
		신축이음	▪ 본체 스패연결부 우수유입, 고무재 손상 ▪ 후타재 균열, 접속부 패임		
		난 간	▪ 폭 0.1~0.2mm 균열, 백태, 콘크리트 파손, 방음벽 판넬 파손		
		배수시설	▪ 배수관 길이부족 및 위치불량, 유도배수관 길이부족		
부속시설		▪ 차수관 볼트 탈락, 교각 점검로 차량에 의한 파손 부위 절단 ▪ 교각 번호판 파손, 교대 법면 보호블럭 이격			
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	상 행	상부 : 42.0~49.0Mpa	하 행	상부 : 42.1~50.8Mpa
			하부 : 24.1~28.3Mpa		하부 : 24.1~28.0Mpa
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.		
	콘크리트 탄 산 화	상 행	상부: 4~5mm(피복40mm)	하 행	상부: 5~6mm(피복40mm)
			하부: 3~5mm(피복100mm)		하부: 3~6mm(피복100mm)
평 가		현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남			
상태 평가 결과	환산결함도 점수	▪ 상행선 0.181 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.173 ▷ 「B」 등급			

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

주요 손상현황은 바닥판하면 균열, 가로보 하면 콘크리트 들뜸, 교대 및 교각 균열, 누수 및 체수, 탄성받침 본체 고무재 밀림 및 스톱퍼 간섭, 교면포장 라벨링, 신축이음 본체 고무재 손상, 난간 균열부 백태, 배수관 위치불량 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

특히, 교량받침 본체 고무재 밀림 및 스톱퍼 간섭은 현재 교량받침의 가동에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망되며, 모노셀 신축이음(A2측) 스펠연결부 및 배수관 길이부족은 주형 및 하부구조의 열화 원인이 되므로 유도배수관 설치 등의 조치가 필요하다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

감로3교는 2006년에 준공된 교량연장 330m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 최대 경간장 30m의 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부구조	바닥판 하면		균열	0.3mm미만	m (개소)	3.5 (2)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	9.75 (4)	단면보수	
			누수 및 백태		m ² (개소)	5.15 (2)	표면처리	
			파손		m ² (개소)	0.02 (1)	단면보수	
			물끓기흙미제거		m	2	정비	
	교면포장		패임		m ² (개소)	0.04 (1)	아스콘 패칭	
			라벨링		m ² (개소)	186.3 (5)	주의관찰	
	배수시설		유도배수관 길이부족		개소	4	재설치	
			배수관 길이부족		개소	2	재설치	
	신축이음부	본체	이물질퇴적		m (개소)	1.5 (1)	정비	
			고무재 손상		m ² (개소)	0.2 (2)	주의관찰	
		후타체	균열	0.3mm미만	m (개소)	15.0 (50)	표면처리	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	8.5 (22)	표면처리	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	1.84 (20)	표면처리	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.1 (1)	단면보수	
			차수관 앵커탈락		개소	3	재설치	
	주형		콘크리트 파손		m ² (개소)	0.08 (5)	단면보수	
	가로보		균열	0.3mm미만	m (개소)	0.2 (1)	표면처리	
			재료분리		m ² (개소)	1.73 (7)	단면보수	
들뜸			m ² (개소)	2.94 (19)	단면보수			

[표 5.1.2] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표-계속

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
하 부 구 조	교대 / 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	9.1 (17)	표면처리	
			0.3mm이상	m (개소)	1.0 (1)	수지주입	
		체수 및 누수		m ² (개소)	6.58 (13)	표면처리	
		표면균열		m ² (개소)	1.89 (3)	표면처리	
		실란트 파손		m (개소)	2.5 (2)	실란트 충전	
		콘크리트 파손		m ² (개소)	0.02 (1)	단면보수	
		간격재 미 제거		개소	1	정비	
		점검로 파손		개소	1	정비	
		범면이격		개소	1	주의관찰	
	교량받침	고무재들뜸		개소	12	정비	
		PLATE 부식		개소	34	도장보수	
		스토퍼 간섭		개소	11	주의관찰	
		탄성받침 밀림		개소	12	주의관찰	
		균열	0.3mm미만	m (개소)	0.73 (9)	표면처리	
		재료분리		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수	
		콘크리트 파손, 들뜸		m ² (개소)	0.03 (3)	단면보수	

[표 5.1.3] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부구조	교면포장		라벨링		m ² (개소)	84.0 (4)	주의관찰	
	배수시설		배수관 길이부족		(개소)	2	재설치	
			유도배수관 길이부족		개소	4	재설치	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	70.6 (80)	표면처리	
				0.3mm이상	m (개소)	1.7 (3)	수지주입	
			콘크리트 백태		m ² (개소)	1.75 (6)	표면처리	
			방음벽 파손		개소	2	정비	
	신축이음부	본체	고무재 손상		m ² (개소)	0.1 (1)	주의관찰	
		후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	15.0 (50)	표면처리	
	바닥판하면		균열	0.3mm미만	m (개소)	3.5 (5)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	11.5 (4)	표면처리	
	주형		콘크리트 파손		m ² (개소)	0.06 (3)	표면처리	
			누수흔적		m ² (개소)	2.0 (1)	표면처리	
	가로보		재료분리		m ² (개소)	0.15 (1)	단면보수	
들뜸, 파손			m ² (개소)	1.87 (18)	단면보수			
균열			0.3mm미만	m (개소)	0.6 (2)	표면처리		

[표 5.1.4] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표-계속

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
하 부 구 조	교대 및 교각	균 열	0.3mm미만	m (개소)	13.6 (19)	표면처리	
		체수 및 누수		m ² (개소)	10.9 (20)	표면처리	
		콘크리트 파손		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수	
		실란트 파손		m (개소)	4.5 (2)	실란트 충전	
		표면균열		m ² (개소)	5.85 (3)	표면처리	
		범면 이격		(개소)	1	주의관찰	
		간격재 미제거		(개소)	1	정비	
	교량받침	균열	0.3mm미만	m (개소)	2.75 (22)	표면처리	
		고무재 들뜸		(개소)	8	정비	
		플레이트 부식		(개소)	40	도장보수	
		스토퍼간섭		(개소)	8	주의관찰	
		탄성받침 밀림		(개소)	10	주의관찰	

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로써 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단 시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링, 포트홀, 패임	· 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 콘크리트 방호벽 균열 ◦ 콘크리트 차량충돌흔적	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족 ◦ 배수관 위치불량	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
신축이음	◦ 본체 연결부 파손(누수) ◦ 후타재 균열	· 본체 변형 및 하부누수여부 · 단차 및 균열부 진전여부	육안, 실측
바닥판	◦ 균열, 백태 ◦ 국부적 파손	· 균열의 진행성 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
P.S.C 주형	◦ 국부파손 ◦ 가로보 하부 들뜸 및 사방향균열	· 균열 발생 및 진전여부확인 · 단면 손상 확대 유무 확인	육안조사
교량받침	◦ 탄성받침 밀림 및 들뜸 ◦ 무수축물탈 및 받침균열 ◦ 스톱퍼 상호간섭	· 이동여유량 및 작동상태 점검 · 균열부 진전여부 · 이상유무 점검	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 균열, 표면균열	· 폭 및 길이 진전유무	육안조사
기타	◦ 법면 이격	· 관리 점검 및 추가손상 유무	육안조사

7. 덕산육교

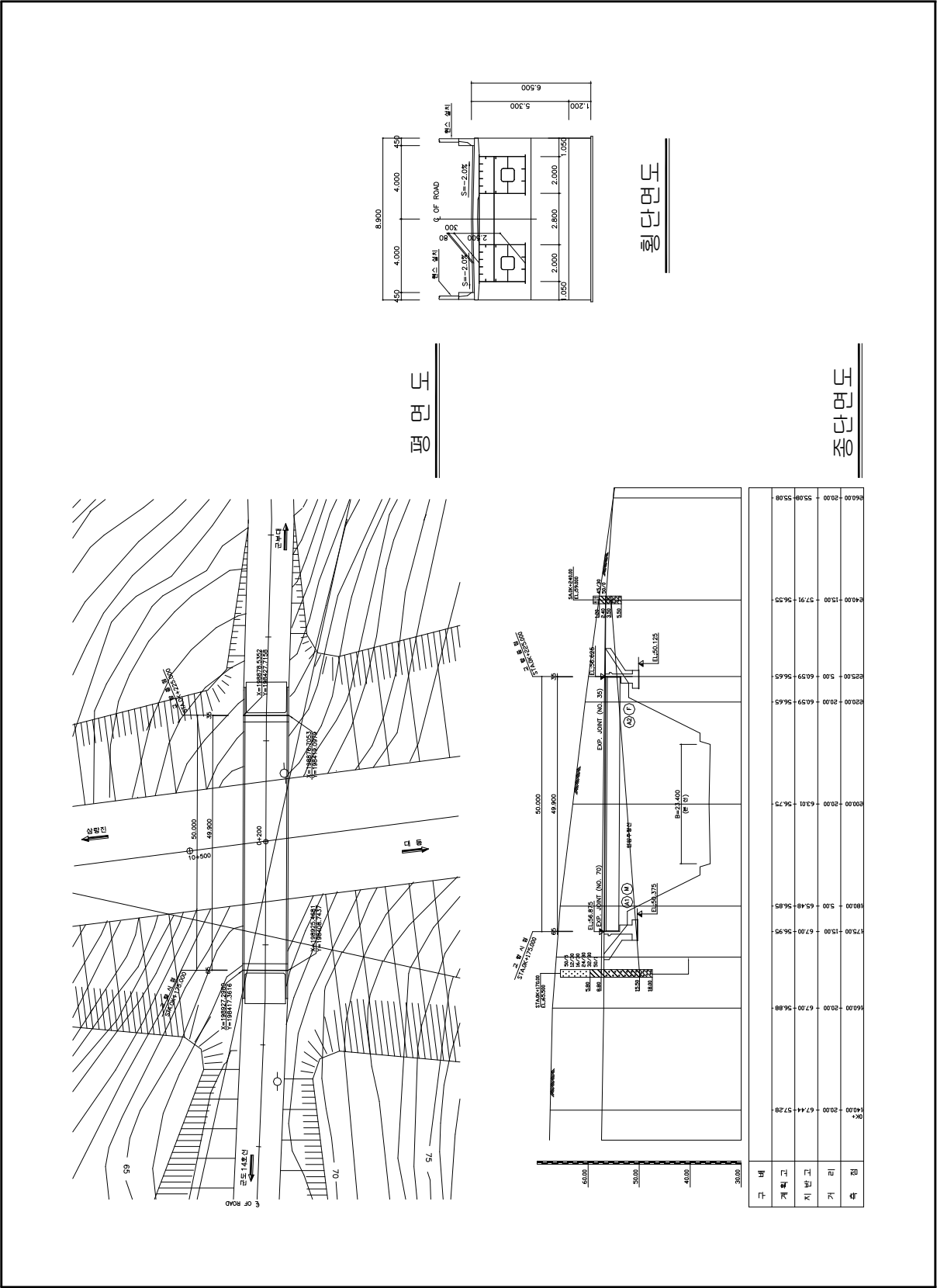
덕산육교 현황표

작성일 : 2013년 11월 22일

구분		내용		구분		내용	
시설물명		덕산육교		시설물번호		-	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		-	
시설물위치		경남 김해시 덕산면 대동리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 0+175.0~0+225.0	
제원	연장	L = 50.0 m (1 @ 50 = 50.0 m)					
	폭	B = 8.9 m, 1차로					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : -			교각	-	
교량받침		포트받침		신축이음		Rail Joint	
교차시설물 (도로,철도,하천)		고속도로 횡단		통과높이		20.74m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

■ 중점 점검사항

- 바닥판 : 지점부 콘크리트 파손 진전여부
- 강재주형 : 도장손상 보수여부 및 이상음 발생여부
- 교대 및 교각 : 균열 보수부 상태 점검
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 패임 진전여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 배수시설 : 배수기능 점검
- 기타 : 지반침하 및 변형



[덕산육교 중·평면도]

덕산육교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



신축이음부



교량받침

목 차(덕산육교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	367
1.2 자료수집 및 분석	373

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	376
2.2 내구성조사 결과	388

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상태평가	389

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	390
4.2 결 언	391

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	392
5.2 유지관리방안	393

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

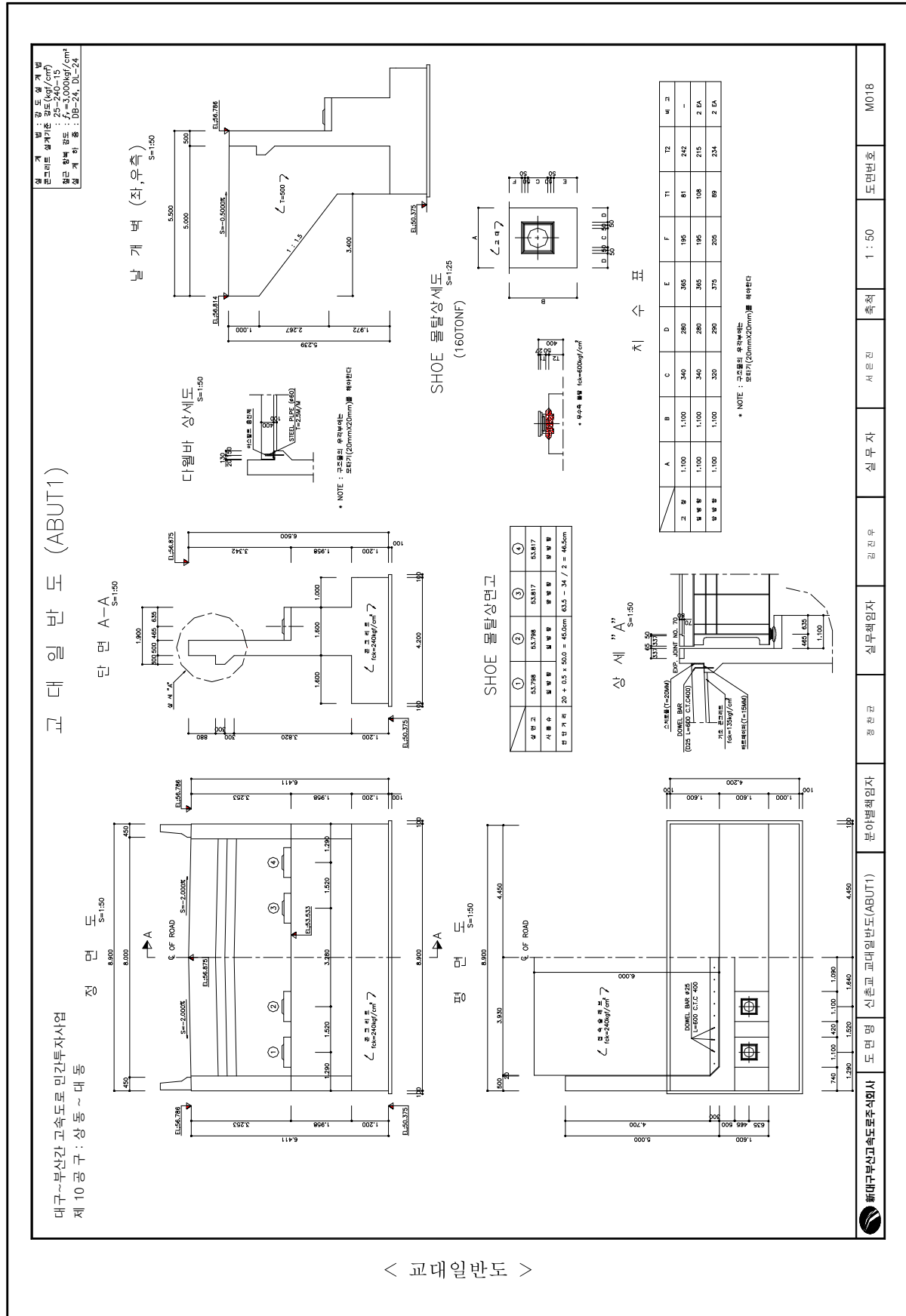
1.1.1 일반사항



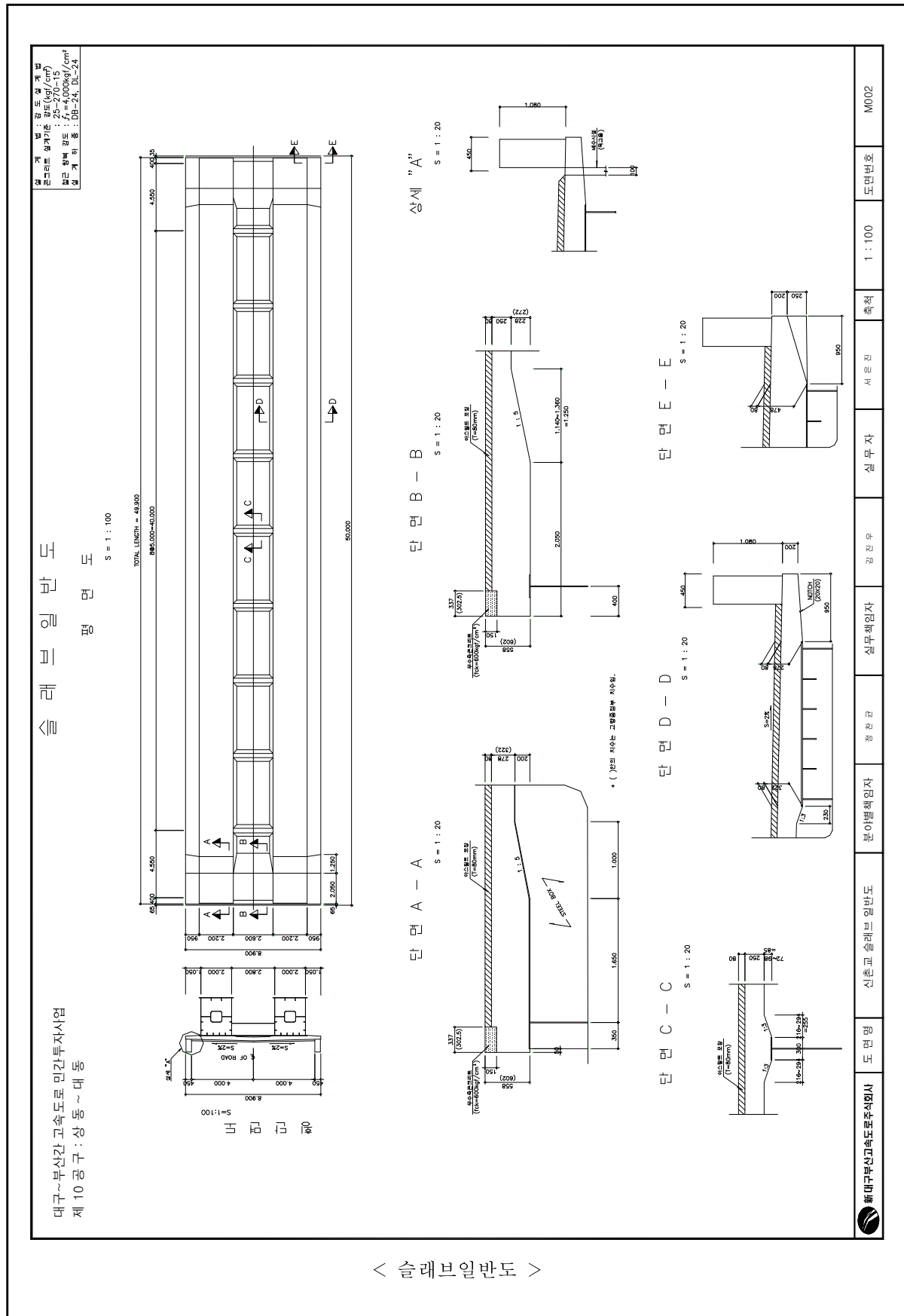
<그림 3.1.1.1> 덕산육교 전경

[표 3.1.1.1] 덕산육교 기본현황

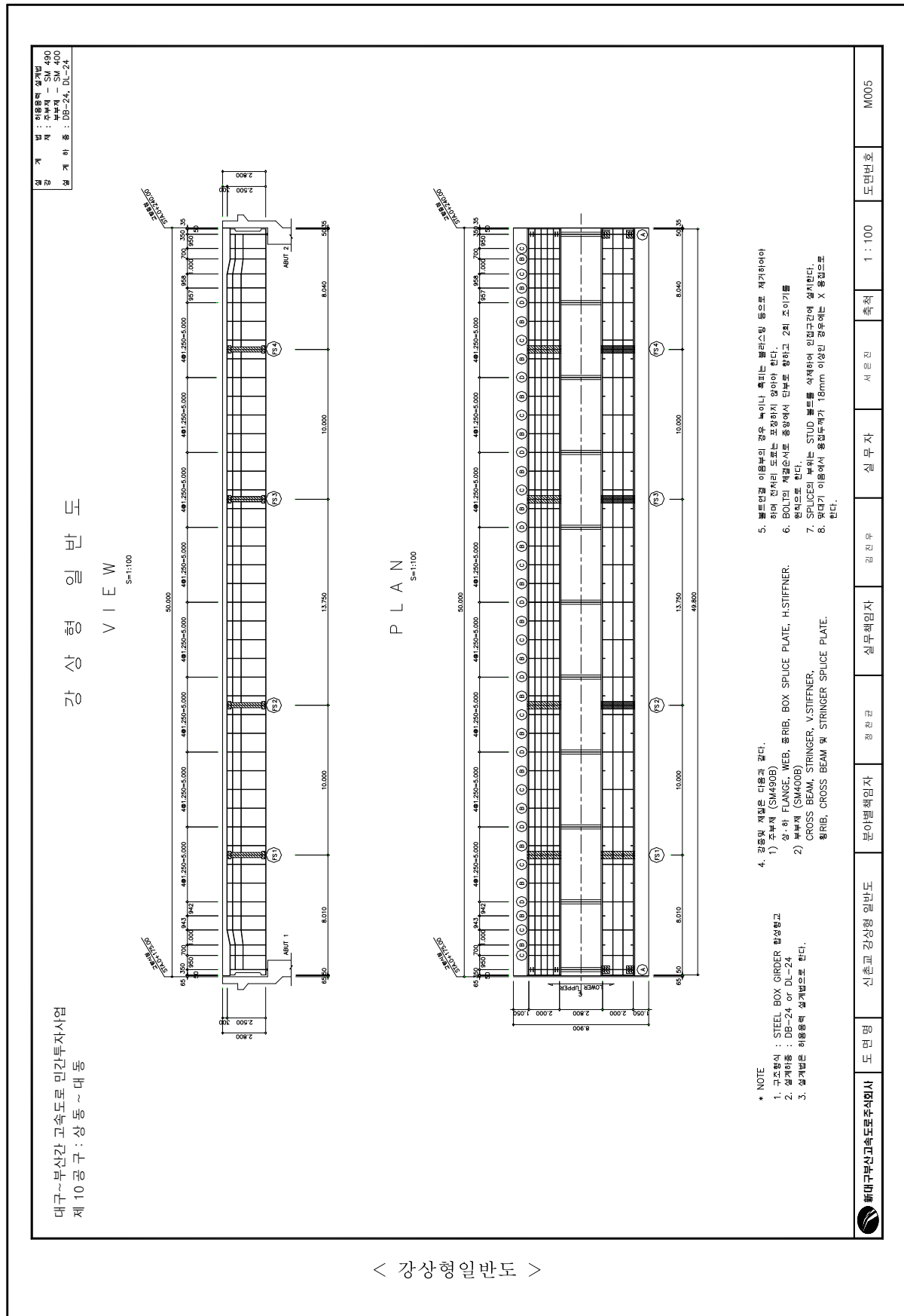
구 분		내 용	구 분	내 용	
교 량 명		덕산육교	설계하중	DB-24	
위 치	공사이정	STA.0+175.0~0+225.0	종별구분	2종 시설물	
	관리이정	부산기점 20.539~20.869 km			
시 설 물 관리번호		-	시설물번호	-	
상부 구조	형식	STEEL BOX GIRDER			
	연장	1@50.00=50.00m	교 폭		8.90m
하부 구조	교각	-	기초 형식	교 각	-
	교대	역T형식		교 대	직접기초
교량받침		포트받침	신축이음	Rail Joint	
교차조건		고속도로 횡단	교 고	20.74m	
설 계 사		(주)바우컨설팅트	시 행 자	신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)동일기술공사, (주)용마엔지니어링	시 공 자	두산중공업주식회사	
관리주체		신대구부산고속도로(주)	준공년도	2006년 2월 10일	
종단구배		+0.5000%	횡단구배	-2.0%	



< 교대일반도 >



< 슬래브 일반도 >



< 강상형일반도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 04. 25	초기점검	A등급
2	2007. 08. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
3	2009. 10. 01 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
4	2010. 03. 08 ~ 2010. 06. 30	정기점검	-
5	2010. 09. 06 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
6	2011. 02. 10 ~ 2011. 06. 30	정기점검	-
7	2011. 07. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
8	2012. 02. 20 ~ 2012. 06. 30	정기점검	-
9	2012. 08. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
10	2013. 02. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2008.04	· 교대 균열 표면처리	은산토건
2	2010.05	· 교대, 방호벽, 받침 균열 및 파손 표면처리, 단면보수	은산토건
3	2011.03	· 교대 균열 표면처리, 체수 정비	은산토건
4	2011.05	· 주형 도장손상 보수	-
5	2012.06	· 바닥판하면 단면보수	-

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

덕산육교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계 하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, 주형은 Steel Box Girder구조이다. 상부구조의 경우 콘크리트 설계기준강도는 바닥슬래브 27Mpa, 하부 구조의 콘크리트 설계기준강도는 24Mpa를 기준으로 설계되었다. 내진설계는 복합모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 연결부, 교각, 기초에 대해 각각 다르게 적용 하였으며, 내진 I 등급교로 설계하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유 근 무	A	덕산육교는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B"등급으로 판정되었다. 조사된 손상은 적절히 보수하여 내구성저하를 유발시키지 않도록 하여야 하며, 향후 지속적인 점검을 통하여 발생 손상을 조기에 발견하고 적절히 조치할 수 있도록 하여야 한다.
3	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 시설물의 전체 등급은 "B"등급으로 판정되었다. 금번 조사 시 기존 손상에 대한 일부 보수가 완료된 것으로 나타났으며, 현재 및 기존 손상이 구조물의 안전성을 저해하는 수준은 아니나, 내구성 확보 및 유지관리 차원의 적절한 보수 및 지속적인 관찰, 조치가 이루어지는 것이 바람직한 것으로 판단 된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 교대 및 방호벽 균열에 대한 보수가 실시되었으며, 전반적으로 양호한 상태로 조사 되었다. 한편, 일부 균열 및 교면 포장 배수구 막힘, 후타재 균열 등에 대한 내구성 확보 및 유지관리 차원의 적절한 보수 및 정비 조치가 추가적으로 이루어지는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
5	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 기 발생된 손상은 미보수 상태로 확인되었다. 기존 손상인 균열 및 교면 포장 배수구 막힘, 후타재 균열 등은 내구성 확보 및 유지관리 차원의 적절한 보수 가 이루어지는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
6	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 교량 일부에서 보수가 실시되었으며, 보수부는 양호한 상태이다. 주요 손상으로는 주형외부 도장손상, 신축이음 본체 이물질퇴적 및 후타재 균열, 배수구 이물질퇴적, 신축이음부 차수판 볼트 탈락 등의 손상이 발생한 상태이다. 기 발생된 손상부는 주의 관찰 및 보수가 필요하다.
7	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 김 영 진	B	2011년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 기존 점검결과와 비교시 특이할만 한 추가 손상은 없는 것으로 나타났다. 현재 대부분의 기 발생 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부는 양호한 상태인 바, 금번 점검시 조사된 바닥판하면 콘크리트 파손, 교면포장 패임, 신축이음 본체 이물질 퇴적 등에 대한 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비를 실시하고 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 시설물에 큰 문제는 없는 것으로 판단됨

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	덕산육교에 대한 2012년 상반기 정기점검 결과, 기존 점검결과와 비교시 특이사항은 발생되지 않은 것으로 확인되었다. 주된 손상은 교면포장 패임, 후타재 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 Plate 주변 토사퇴적, 교대 상면 폐콘크리트 적치 등 공용중 발생 가능한 일반적인 사항으로서, 상기 손상이 시설물의 사용성에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다.
9	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	덕산육교는 기 발생한 손상의 진전은 미미한 상태이나, 교면포장 패임, 후타재 균열, 교량받침 Plate 주변 토사퇴적, 신축이음 누수로 인한 하부구조 체수, 교대 폐콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조적인 안전성에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보차원의 보수가 필요하다. 특히, 하부 구조의 체수는 신축이음과 연계된 보수가 요망된다.
10	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	덕산육교에 대한 정기점검 결과 기 발생한 손상의 진전은 미미한 상태이나, 기존 손상으로 교면포장 패임, 배수구 막힘, 후타재 균열, 난간 보수부 재균열, 교량받침 Plate 주변 토사퇴적, 신축이음 누수로 인한 하부구조 체수 흔적, 교대 폐콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조적인 안전성에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 확보차원의 보수가 필요하다. 특히, 하부 구조의 체수는 신축이음과 연계된 보수가 요망된다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

덕산육교는 2006년에 준공된 교량연장 50m, 총폭 8.9m의 Steel Box Girder 교량으로 경남 김해시 상동면 덕산리에 위치하며, 본선을 횡단하는 경간장 50m 단경간의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 0.5%의 상향경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더가 단경간으로 시공되어 있으며, 하부구조는 직접기초에 역T형으로 시공되었다.

교량의 시·종점 방향은 군도14호선측을 교량시점, 군부대측을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면은 2012년 10월 경에 기 발생한 콘크리트 파손에 대한 보수를 실시하였으며, 손상의 재발생 및 추가 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.



2) 강재 주형 및 가로보

강재 주형 내부는 이물질적치(폐자재)가 일부 조사되었으나, 주형외부 및 가로보는 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

			
위 치	S1 G1	위 치	S1 G2
현 황	이물질 적치(폐자재)	현 황	주형 내부 전경
			
위 치	S1 G1	위 치	S1 G2
현 황	주형 내부 SP볼트 전경	현 황	주형 외부 전경

[표 2.1.1] 강재 주형 및 가로보 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
S1 G1	주형내부 이물질 적치	1	A=0.09m ²	

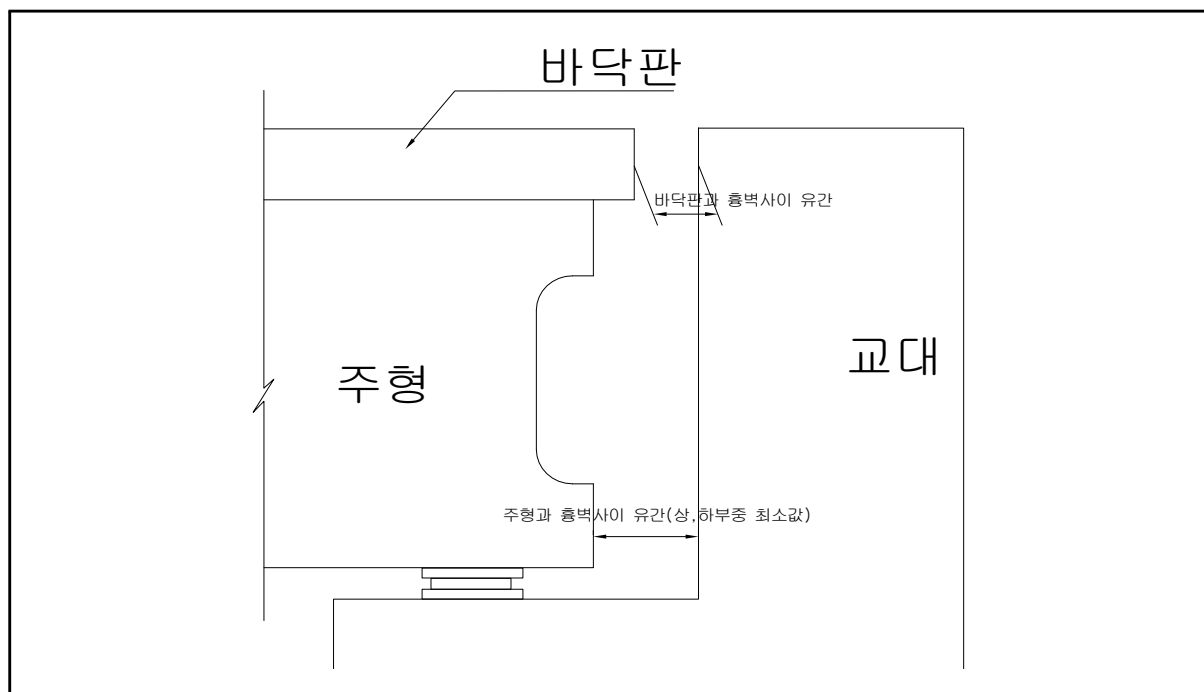
3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

본 조사는 현재상태의 유간을 측정하여 향후 동·하절기의 유간 이동량과 비교 평가하는 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

조사방법은 바닥판 슬래브 및 주형과 교대 홍벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.2] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 22.8℃)

위 치	덕산육교		비 고
	바닥판 유간(mm)	주형 유간(mm)	
A1	40	55	
A2	35	77	



교량 시점부(중점부 고정단)에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간 최소거리는 A1 지점에서 약 4.0cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(22.8℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 1.0cm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

교대는 역T형 구조이며, 기 보수부는 양호한 상태로 확인되었으나, 유도배수관 길이 부족에 의한 체수 및 이물질 퇴적 등의 손상이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상은 이물질퇴적은 정비가 필요하며, 체수에 대한 조치는 유도배수관 길이부족에 대한 보수의 병행이 요망된다.

			
위 치	A2 교대	위 치	A1 교대
현 황	누수 및 체수	현 황	기 보수 전경 - 양호
			
위 치	A2 교대	위 치	A1
현 황	기 보수 전경 - 양호	현 황	교대 전경

[표 2.1.3] 하부구조 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
A1	이물질퇴적	2	A=0.28m ²	
A2	누수 및 체수	1	A=1.5m ²	
	이물질퇴적	1	A=0.05m ²	

2.1.3 교량받침

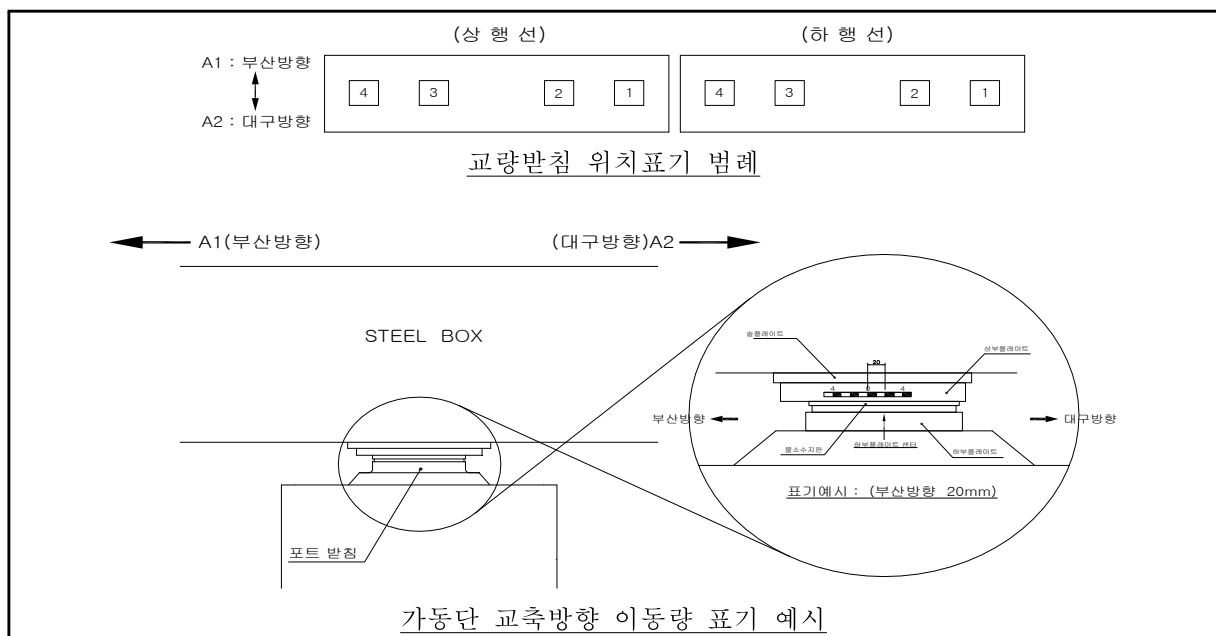
1) 외관조사 결과

POT BEARING 형식으로 시공된 교량받침의 가동 상태를 확인한 결과 가동 여유량을 확보하고 있으며, 특별한 손상이 없는 상태이나, 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.



2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.6], [표 2.1.7]과 같으며, 변위량 표기방법은 다음 [그림 2.1.1]과 같은 범례를 적용하였다.



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.4] 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 22.8℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	군부대 방향	군도14호 선방향	군부대 방향	군도14호 선방향	군부대 방향	군도14호 선방향	군부대 방향	군도14호 선방향	
A1	-	30	-	30	-	35	-	30	±50
A2	좌우	좌우	좌우	좌우	FIX	FIX	FIX	FIX	

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트 건조수축, 활하중에 의한 보의 처짐 등에 의해 발생하는 이동량에 대해서 여유가 있어야 하며, 본 교량은 이미 가설된 교량이므로 건조수축과 크리프, 활하중에 의한 보의 처짐 등의 영향은 무시하고 온도차이에 의한 영향만을 고려하기로 한다.

■ A1 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 22.8°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $22.8^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 32.8^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 22.8^{\circ}\text{C} = 17.2^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 32.8 \times 50000 = 19.7\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 17.2 \times 50000 = 10.3\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 (= 50.0m)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A1지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 19.7mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 10.3mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 65.3mm, 온도 상승시에는 약 4.7mm 정도를 보유하고 있으므로, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단되며 향후 유지관리차원의 지속적인 점검이 요망된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 포장면은 군부대 중차량 운행에 따른 패임, 아스콘 균열이 일부 조사되었으며, 이에 대한 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	S1 교면포장	위 치	S1 교면포장
현 황	패 임	현 황	패 임

	
위 치	S1
현 황	교면포장 전경

[표 2.1.5] 교면포장 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
S1	패임 아스콘 균열	6 1	A=1.24m ² L=1.2m	

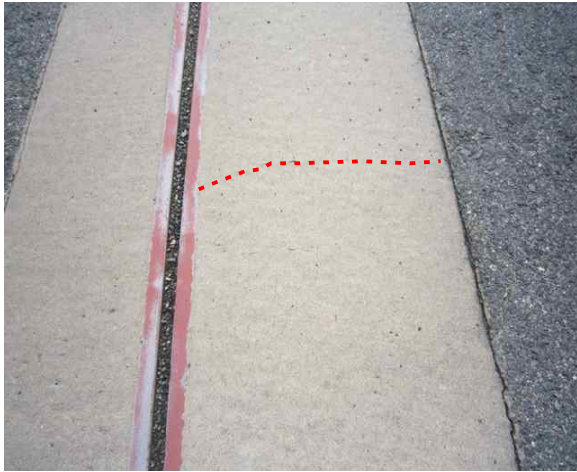
2) 신축이음

① 본체

신축이음장치는 Rail Joint Type 형식으로서, 유간 측정 결과 온도 변화에 대한 가동은 양호한 것으로 확인되었으나, 가동 상태에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하며, 이물질퇴적에 대한 정비가 요망된다.

② 후타재

후타재 콘크리트는 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.1mm 정도의 균열 및 접속부 패임이 일부 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	A1 신축이음	위 치	A1 신축이음
현 황	본체 이물질 퇴적	현 황	후타재 균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.6] 신축이음 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
EJ.1(A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	3 19	L=17.0m L=5.0m	
EJ.2(A2)	본체 이물질 퇴적 하부 누수 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	1 1 11	L=8.9m A=0.04m ² L=3.3m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.7] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)	비 고
J1 (A1)	25	No. 70
J2 (A2)	35	No. 35

신축이음장치의 신축량 계산은 기본신축량에 신축여유량과 설치여유량을 합하여 계산되어야 하며 기본 신축량은 연중 온도변화, 콘크리트 크리프와 건조수축, 교통하중에 의한 회전을 고려하여 계산을 실시하여야 하나, 본 교량은 준공된 지가 3년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하였다.

■ A1 지점에서의 설계 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 9월 30일, 일평균기온 : 22.8°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $22.8^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 32.8^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 22.8^{\circ}\text{C} = 17.2^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 32.8 \times 50000 = 19.7\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 17.2 \times 50000 = 10.3\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 (= 50.0m)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A1 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 19.7mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 10.3mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 25.3mm, 온도 상승시에는 약 14.7mm 정도의 여유량을 확보하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단되며 향후 유지관리차원의 지속적인 점검이 요망된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽으로 폭 0.1mm 정도의 보수부 재균열이 추가 발생하였으나, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.

			
위 치	S1 방호벽	위 치	S1 방호벽
현 황	보수부 재균열(폭 0.1mm)	현 황	보수부 재균열(폭 0.1mm)
			
위 치	S1 방호벽	위 치	S1
현 황	균열 보수 - 양호	현 황	방호벽 전경

[표 2.1.8] 난간 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
S1	보수부 재균열(폭 0.3mm 미만)	4	L=2.0m	

4) 배수시설

배수시설은 육교형으로 설치되어 있으며, 배수구 막힘이 조사되었으나, 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.

			
위 치	S1 배수구	위 치	S1
현 황	배수구 막힘	현 황	배수관 전경

[표 2.1.9] 배수시설 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
S1	배수구 막힘	8	8EA	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

전반적으로 양호하며, 일부 구간 신축이음 차수관 앵커 볼트탈락에 대해 정비가 필요하다.

[표 2.1.10] 기타 외관상태

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
A1	차수관 앵커 볼트탈락	1	1EA	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판: 누수흔적 ■ 주형: 내부 이물질 적치 ■ 가로보: 특이사항 없음 ■ 교대: 누수흔적, 체수흔적, 폐콘크리트 적치 ■ 교량받침: Plate 주변 토사퇴적 ■ 교면포장: 패임, 아스콘 균열 ■ 신축이음: 본체 이물질퇴적, 하부 누수 후타재 균열(폭 0.1mm) ■ 난간: 보수부 재균열 ■ 배수시설: 배수구 이물질퇴적 ■ 기타: 차수판 앵커 볼트탈락	■ 바닥판: 추가 발생 손상 없음 ■ 주형: 추가 발생 손상 없음 ■ 가로보: 추가 발생 손상 없음 ■ 교대: 추가 발생 손상 없음 ■ 교량받침: 추가 발생 손상 없음 ■ 교면포장: 추가 발생 손상 없음 ■ 신축이음: 추가 발생 손상 없음 ■ 난간: <u>보수부 재균열 추가 발생</u> ■ 배수시설: 추가 발생 손상 없음 ■ 기타: 추가 발생 손상 없음
기존 점검과 비교시 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었으며, 난간 보수부 재균열이 일부 추가 발생하였다. 기 발생한 교대 누수 및 체수, 교면포장 패임, 신축이음 후타재 균열 등의 손상에 대한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.	

2.2 내구성조사 결과

콘크리트 품질상태를 확인하기 위하여 콘크리트 강도조사 및 탄산화시험 등을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판의 강도는 27.1~28.8MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.3~26.2MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판 ⇒ 27 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 덕산육교 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상부구조	1	바닥판하면	S1(A1측 단부)	53.5	26.2	31.5	28.8	
	2	바닥판하면	S1(A2측 단부)	51.1	24.7	29.5	27.1	
하부구조	3	교 대	A1	47.1	22.3	26.3	24.3	
	4	교 대	A2	49.8	24.0	28.5	26.2	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 6mm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 덕산육교 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 연수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.6	4.0	3.4	a
2	교 대	A1	8	0.4	10.0	9.6	a
3	교 대	A2	8	0.5	10.0	9.5	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009. 03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
STB[1]	강상자형교	a	b	a	b	b	b	b	a	a	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	a	b	Q	N/A	a	-	-
평균		0.100	0.200	0.100	0.200	0.200	0.200	0.300	0.100	0.150	N/A	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.018	0.040	0.005	0.014	0.006	0.004	0.027	0.009	0.030	N/A	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.160	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.160로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 특별한 손상이 없는 양호한 상태임
		주 형	▪ 내부 이물질 적치
		가 로 보	▪ 양 호
	하 부 구 조	교 대	▪ 누수 및 체수, 폐콘크리트 적치
		교 각	-
	교량받침		▪ Plate 주변 토사퇴적
	기 타 부 재	교면포장	▪ 아스콘 균열 및 패임
		신축이음	▪ 본체 : 이물질퇴적 ▪ 후타재 : 폭 0.1mm 정도의 균열
		난 간	▪ 폭 0.1mm 정도의 보수부 재균열
		배수시설	▪ 배수구 막힘
	부속시설		▪ 차수판 앵커 볼트탈락
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 상 부 : 27.1~28.8MPa (설계강도 27 Mpa) ▪ 하 부 : 24.3~26.2MPa (설계강도 24 Mpa)
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화		▪ 슬래브 : 6mm(피복40mm) ▪ 하 부 : 4~5mm(피복100mm)
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 0.160 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로 평가되었다.

기 발생한 손상의 진전은 미미하나, 방호벽 보수부 재균열이 일부 추가 발생하였다. 외관조사 결과, 주요손상 현황은 교면포장 패임, 신축이음 본체 이물질퇴적, 주형내부 이물질 적치, 하부구조 누수 및 체수 등에 대한 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비를 실시하고 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 시설물에 큰 문제는 없는 것으로 판단된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

감로3교는 2006년에 준공된 교량연장 330m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 최대 경간장 30m의 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수방법
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다. 또한, 구조물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다. 통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 손상현황에 대한 보수 일람표

구분	부 재	손상상태	단위	합 계	보수공법	비고
하 부 구 조	교대	누수	m ² (개소)	1.5 (1)	주의관찰	
		이물질 퇴적	m ² (개소)	0.33 (3)	정비	
	기타	차수관 앵커 탈락	EA	1	정비	
		배수구 막힘	EA	8	정비	

[표 5.1.1] 손상현황에 대한 보수 일람표 - 계속

구분	부재		손상상태		단위	합 계	보수공법	비고
상부구조	주형내부		이물질 적치		m ² (개소)	0.09 (1)	정비	
	신축 이음부	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	8.3 (30)	표면처리	
		본체	이물질퇴적		m (개소)	25.9 (4)	정비	
			하부 누수		m ² (개소)	0.04 (1)	주의관찰	
	교면포장		패임		m ² (개소)	1.24 (6)	아스콘 패칭	
			아스콘 균열		m (개소)	1.2 (1)	주의관찰	
	방호벽		균열	0.3mm 미만	m (개소)	2.0 (4)	표면처리	

5.2 유지관리 방안

대상구조물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.2.1] 점검 및 진단 시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 패임	· 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 양호	-	육안조사
배수시설	◦ 양호	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
신축이음	◦ 본체 이물질 퇴적 ◦ 후타재 균열	· 이동여유량 검토 · 손상현황의 진전여부 · 단차 및 후타재 파손 여부	육안, 실측
바닥판	◦ 국부적 파손	· 손상부 진전여부	육안조사
강재거더	◦ 양호	-	육안조사
교량받침	◦ 양호	-	육안, 실측
교대 및 교각	◦ 양호	-	육안조사
기타	◦ 차수관 앵커탈락	· 관리 점검 및 추가손상 유무	육안조사