

신대구부산고속도로 1,2종 시설물 (3 공구)
정 밀 점 검 보 고 서
[1 · 2종 시설물 / 교량 · 터널]

2013. 12.



新대구부산고속도로주식회사
New DAEGU BUSAN Expressway Co., Ltd.

점검기관  (주) 아 워 브 레 인

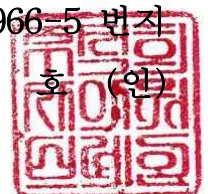
제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

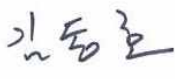
귀사에서 의뢰하신 『신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검 기술용역』의 과업을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2013년 12월

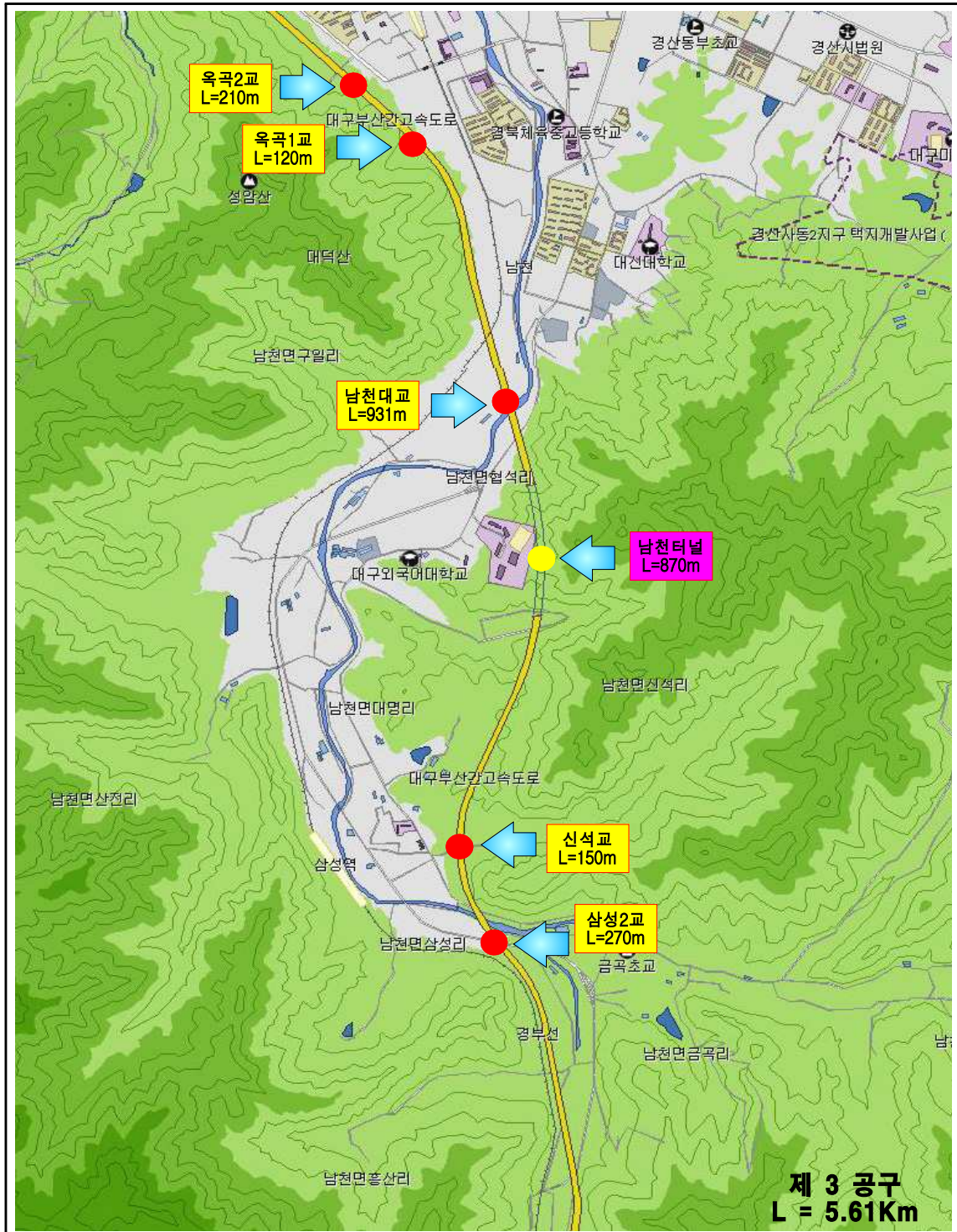
주식회사 아워브레인
서울시 강남구 대치3동 966-5번지
대표이사 김정호 (인)



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	삼성2교	교 량 명	신석교
구조형식	PSC Beam	구조형식	PSC Beam
			
교 량 명	남천대교	교 량 명	옥곡1교
구조형식	P.S.C BOX GIRDER	구조형식	PSC Beam
			
교 량 명	옥곡2교		
구조형식	PSC Beam		

시설물 전경 (터널)



터널명

남천터널

요약문

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	최대경간장(m)	상부형식	준공년도	비고
1	삼성2교	남천면 삼성리	270	24.3	9	30	PSC Beam	2006	2중
2	신석교	남천면 신석리	150	25.2	5	30	PSC Beam	2006	2중
3	남천대교	남천면 옥곡동	930	12.6	18	60	PSC Box	2006	1중
4	옥곡1교	남천면 옥곡동	120	24.3	4	30	PSC Beam	2006	2중
5	옥곡2교	남천면 옥곡동	210	24.3	7	30	PSC Beam	2006	2중

순번	터널명	위치	연장(m)		개문형식		차선평(m)	준공년도	비고
			상행	하행	부산측	대구측			
6	남천터널	남천면 협석리	870	867	면벽식	벨마우스	7.2	2006	2중

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. 09. 09 ~ 2013. 12. 31

5. 정밀점검 결과표

5.1 삼성2교

1. 기본현황

가. 일반현황							
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 09. 09 ~ 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)	상행	14,751	안전 등급	상행	B
			하행	14,751		하행	B
시설물위치	경상북도 경산시 남천면 삼성리	시설물규모	상행	연장 270.0m, 폭 12.15m, 차선 2			
			하행	연장 270.0m, 폭 12.15m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황							
중대결함	해당사항 없음						
점검 주요 결과	- 교면포장 신축이음장치 주변 패임, 국부적인 포트홀, 라벨링 - 배수구 이물질 퇴적, 배수관 변형, 누수, 고정볼트 탈락, 길이부족등 - 방호벽 균열, 균열부 백태 - 신축이음부 유간 이물질 퇴적, 후타재 균열 - 바닥판 백태 - 주형 콘크리트 파손 균열 발생 - 몰탈 경미한 파손 - 교대 백태, 누수흔적, 교각 누수흔적 - 차수판 불량 및 앵커 불량						
주요 보수·보강	- 균열 표면처리공법, 단면복구공법, 배수관 정비등						
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]							
구분	성명	과업 참여기간			기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			고 급		
라. 참고사항							
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 교좌장치의 거동상태, 교면포장 손상의 진전 및 주행 성저하 여부.							

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

삼성2교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

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

주요 손상으로는 바닥판하면 표면균열, 파손 및 철근노출, 주형 인양홀 및 플레이트 매립부 파손, 교대 균열, 백태, 교각 표면균열, 누수흔적 및 박락, 교면포장 아스콘 패임, 포트홀, 라벨링, 배수관 연결부 누수, 유도배수관 길이부족, 신축이음 후타재 균열 및 경미한 파손, 교량받침 Plate 녹발생, 고무재 밀림, 무수축물탈 균열 등의 손상이 조사되었다. 특히, 하행선 P6에 발생한 고무재 밀림의 경우 전회 점검 이후 진전된 것으로 조사되었으며, 보수 이후에도 지속적인 주의관찰이 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 삼성2교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결합발생 부재		상태 평가 결과	결합 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	표면균열	표면처리공법
	주 형	b	Plate 매립부 파손	단면보수공법
하부 구조	교 대	b	백태 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법 표면처리공법
	교 각	c	균열($cw \geq 0.3mm$)	주입보수공법
기타 부재	교면포장	b	포트홀, 라벨링, 패임	아스콘패칭공법
	신축이음	c	후타재 파손	단면보수공법
	난 간	c	방호벽 파손	단면보수공법
	배수시설	b	배수관 이음부 누수 연결부 볼트탈락, 체결불량 배수관 변형, 길이부족등	정비

2) 삼성2교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결합발생 부재		상태 평가 결과	결합 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	표면균열	표면처리공법
	주 형	b	매립부 파손	단면보수공법
하부 구조	교 대	b	보수부재균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	교 각	c	콘크리트 박리 균열($cw \geq 0.3mm$)	단면보수공법 주입보수공법
기 타 부 재	교면포장	b	포트홀 라벨링	아스콘패칭 아스콘패칭
	신축이음	b	후타재균열($cw \geq 0.3mm$)	주입보수공법
	난 간	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	배수시설	b	유도배수관 길이부족	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
받침장치	적용	검토	가속도계수 $A=0.15$ 를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용
교대, 교각	적용	검토	가속도계수 $A=0.15$ 를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용

라. 현장시험

1) 삼성2교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1,2,3,4	27.2~28.3MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	S6,7,8	42.8~46.8MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1,2 P3,4,5,6	24.3~25.8MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2,3,4,9	2.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A2,P2,3,4,5	3.0~9.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 삼성2교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1,2,3,4	27.2~28.8MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	S6,7,8	45.2~45.7MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1,2 P3,4,5,6	24.4~25.2MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2,3,4,7	2.0~3.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A2,P2,3,4,5	6.0~10.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.2 신석교

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검		점검기간		2013. 09. 09 ~ 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)	상행	12,812	안전 등급	상행	B
				하행	12,812		하행	B
시설물위치	경상남도 경산시 남천면 신석리		시설물규모	상행	연장 150.0m, 폭 12.6m, 차선 2			
				하행	연장 285.0m, 폭 12.6m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함	해당사항 없음							
점검 주요 결과	- 교면포장에 포트홀, 라벨링, 포장면 파손 및 마모 - 배수구 이물질 퇴적, 배수관 누수 - 방호벽 보수부 재균열 발생 - 신축이음부 후타재 균열 및 이물질 퇴적 - 주형 콘크리트 파손 발생 - 받침장치 몰탈균열 및 몰탈파손 - 하부구조 표면균열, 국부적인 파손 발생. - 차수관 불량 및 앵커 불량							
주요 보수·보강	- 균열부 표면처리공법, 단면복구공법, 배수시설 정비등							
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]								
구분		성명		과업 참여기간			기술등급	
과업책임기술자 (업무총괄)		유근무		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급	
분야별책임 기술자(교량,터널)		임형준		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급	
분야별책임 기술자(사면,옹벽)		김영진		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급	
현장조사 및 보고서 작성		인승철		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			고급	
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 포장면 손상 진전여부, 받침장치 가동상태 및 현황								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
신석교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 전회점검 이후 교면포장 손상에 대한 보수가 일부구간 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으므로, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 바닥판 및 교대·교각 균열, 교량받침 고무재 밀림 및 이탈, 무수축 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 교면포장 아스콘 패임, 라벨링, 신축이음 후타재 균열, 배수관 변형 및 이음부 누수 등의 손상이 조사되었다. 특히, 교량받침 고무재 이탈의 경우 점검 기간 중 보수가 실시되었으나, 상행선 P2, 하행선 P3 지점에도 일부 남아 있는 것으로 조사되어 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요구된다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 신석교(상행선)

상태평가 결과 및 보·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	c	균열($cw \leq 0.2mm$) - 균열율 2% 이상	표면처리공법
	가 로 보	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
하부 구조	교대 및 교각	b	균열($cw \leq 0.2mm$), 표면균열	표면처리공법
교량받침		b	몰탈균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링, 패임	아스콘팻칭
	신축이음	b	후타재균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	난 간	b	균열부백태	표면처리공법
	배수시설	b	배수관 연결부 누수	정비

2) 신석교(하행선)

상태평가 결과 및 보·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
하부 구조	교대 및 교각	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
교량받침		b	무수축물탈 균열($cw \leq 0.2mm$) 받침콘크리트 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링	아스콘팻칭
	신축이음	b	후타재균열($cw \leq 0.2mm$) 이물질퇴적	표면처리공법 정비
	난 간	b	균열부백태	표면처리공법
	배수시설	b	배수구막힘 배수관 유출구막힘	정비 정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
받침장치	적용	검토	가속도계수 $A=0.15$ 를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용
교대, 교각	적용	검토	가속도계수 $A=0.15$ 를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용

라. 현장시험

1) 신석교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1,2	28.1~28.7MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	S3,5	43.5~44.4MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1,P1,2	24.4~25.3MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2	3.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1,P1,2	2.0~3.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 신석교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1,2	27.2~27.3MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	S3,5	41.4~42.5MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A2,P3,4	24.1~24.2MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2	2.0~2.0mm	철근피복두께(45mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A2,P3,4	4.0~6.0mm	철근피복두께(120mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.3 남천대교

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검		점검기간		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			
관리주체명	신대구부산고속도로(주)		대표자		장동규			
공동수급	독자수행 100%		계약방법		일반경쟁			
시설물구분	도로		종류		도로교량		중별	1종
준공일	2006년 2월 10일		점검금액 (천원)	상행	7,016	안전 등급	상행	B
				하행	7,575		하행	B
시설물위치	경북 경산시 남천면 협석리~옥곡동		시설물규모	상행	연장930m, 폭12.6m, 차선 2			
				하행	연장1,050m, 폭12.6m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과		- 거더 내·외부 폭 0.2mm 균열, 백태, 박리 다수 발생. - 교대·교각 균열, 백태, 파손 발생. - 교량받침 가설철물 미제거, 받침 및 몰탈 균열(폭0.2mm 이하) 발생. - 교면포장 포트홀, 라벨링, 펌핑 발생. - 방호벽 균열, 균열부 백태, 국부적인 파손 발생. - 배수구 이물질, 고정고리 탈락, 배수관 누수, 배수홈통 여유량부족.						
주요 보수·보강		- 배수관 정비, 표면처리공법, 단면보수공법, 받침 정비						
다. 책임(참여)기술자 현황								
구분		성명		과업 참여기간			기술등급	
과업책임기술자 (업무총괄)		유근무		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급	
분야별책임 기술자(교량,터널)		임형준		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급	
분야별책임 기술자(사면,옹벽)		김영진		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급	
현장조사 및 보고서 작성		인승철		2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			고급	
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 주형 내외부 백태의 진전 및 추가발생여부. 받침장치 및 신축이음장치의 거동상태 및 손상진전이나 추가발생 여부								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

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

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

주요 손상으로는 주형 내·외부 균열, 출입통로 보수부 백태, 교각 균열, 배수구 막힘, 배수관 고정고리 탈락, 신축이음 후타재 균열, 받침장치 가설철물미제거, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 교면포장 아스콘 패임 및 포트홀 등의 손상이 조사되었다. 특히, 교면포장에 발생한 손상은 지속적인 차량의 운하중으로 인해 손상이 진전될 수 있으므로 보수 이후에도 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하며, 금번 점검시 신축하부 간격조절 베어링 탈락에 대한 보수가 실시되었으나, 지속적인 점검을 실시하여 재손상 및 추가 손상 발생 여부 등에 대해 주의관찰이 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 남천대교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B
결함발생 부재			상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	거 더	외부	b	균열(cw≤0.2mm) 표면균열, 백태	표면처리공법 표면처리공법
		내부	b	균열(cw≤0.2mm)	표면처리공법
하 부 구 조	교 대		b	주형내부출입통로 백태	표면처리공법
	교 각		b	균열(cw≤0.2mm)	표면처리공법
교량받침			b	받침콘크리트 균열(cw≤0.2mm)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장		b	라벨링, 패임, 포트홀	아스콘팻칭
	신축이음		b	후타재균열(cw≤0.3mm) 이물질퇴적	주입보수공법 정비
	난 간		c	방호벽 파손	단면보수공법
	배수시설		b	배수구막힘, 배수관 고정고리탈락	정비

2) 남천대교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강					상태평가 결과 : B
결함발생 부재			상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상 부 구 조	거 더	외부	c	균열($cw \geq 0.3mm$) 콘크리트 박리	주입보수공법 단면보수공법
		내부	b	백태, 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
하 부 구 조	교 각		b	균열($cw \leq 0.2mm$) 콘크리트 파손	표면처리공법 단면보수공법
	교 대		b	백태, 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
교량받침			b	무수축몰탈 균열($cw \leq 0.2mm$) 받침콘크리트 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장		b	포트홀, 패임	아스콘팻칭
	신축이음		b	후타재균열($cw \leq 0.2mm$) 이물질퇴적	표면처리공법 정비
	난 간		b	균열($cw \leq 0.2mm$), 표면균열	표면처리공법
	배수시설		b	배수구막힘, 배수관 고정고리탈락	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
교량받침	적용	검토	1. 하중적용(지진시) 수평하중(교축방향, 교축직각방향)하중 고려하여 설계됨(받침종류 : 내진형 기초분리장치) 2. 연단거리 및 최소지지길이 검토시 내진1등급 교량기준 적용
교대, 교각	적용	검토	1. 교대 토압적용시 Mononobe-Okabe 토압계수 사용 2. 교각 검토시 탄성범위에 있으며, 기둥은 항복하지 않는 것으로 설계됨

라. 현장시험

1) 남천대교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~18 거더내부	40.0~42.2	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, 2 P1~17	24.1~26.2	설계기준강도 24MPa 를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1~2 거더내부	2.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1,P1~3	6.0~8.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 남천대교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1~S20 거더내부	40.3~42.8	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, A2 P1~P19	24.0~26.2	설계기준강도 24MPa 를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1~S2 거더내부	2.0~2.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1,P1~3	6.0~9.0	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.4 옥곡1교

1. 기본현황

가. 일반현황									
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검		점검기간		2013. 09. 09 ~ 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)		상행	12,336	안전 등급	상행	B
					하행	-		하행	B
시설물위치	경상북도 경산시 옥곡동		시설물규모		상행	연장 120.0m, 폭12.15m, 차선 2			
					하행	연장 90.0m, 폭 12.15m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황									
중대결함		해당사항없음							
점검 주요 결과		- 교면포장 국부적인 라벨링, 포트홀, 신축장치주변 포장패임 발생. - 배수관 유출구 토사퇴적으로 배수불량, 배수관 길이부족. - 방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$) 발생 - 신축장치 후타재 균열($cw \leq 0.3mm$) - 바닥판 및 주형 상태양호. - 교대 균열($cw \geq 0.3mm$) 발생. - 교각 균열($cw \leq 0.2mm$) 발생. - 차수관 볼트 풀림 및 탈락, 차수관 탈락.							
주요 보수·보강		- 균열부 표면처리공법 및 수지주입공법,포장정비, 배수관 정비등							
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]									
구분		성명	과업 참여기간			기술등급			
과업책임기술자 (업무총괄)		유근무	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급			
분야별책임 기술자(교량,터널)		임형준	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급			
분야별책임 기술자(사면,옹벽)		김영진	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특급			
현장조사 및 보고서 작성		인승철	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			고급			
라. 참고사항									
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 신축이음부의 균열에 대한 진전여부, 신축장치 주변 포장 패임 및 파손등의손상 진전 및 차량 주행성 저하여부.									

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

옥곡1교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검 이후 교면포장 및 텔리네이터 파손에 대한 보수가 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으므로, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형 및 가로보 콘크리트 들뜸, 하부구조 균열 및 누수흔적, 교량받침 Plate 녹발생, 본체 고무재 이탈, 교면포장 아스콘 패임, 후타재 균열, 방호벽 균열 및 백테, 배수구 막힘, 유도배수관 길이부족, 차수판 앵커볼트 탈락 등이 조사되었다.

특히, 상행선 A1에 발생한 교량받침 고무재 이탈 및 신축이음장치 주변 아스콘 패임의 경우 보수 후에도 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 옥곡1교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	균열($cw \leq 0.2mm$), 표면균열	표면처리공법
	주 형	b	매립부파손, 콘크리트 박락	단면보수공법
하부 구조	교 각	c	균열($cw \geq 0.3mm$)	주입보수공법
교량받침		c	슬라이딩	정비
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링, 패임	아스콘팻칭
	신축이음	c	후타재균열($cw \leq 0.2mm$) 후타재 표면균열	표면처리공법
	난 간	b	백태, 균열부백태	표면처리공법
	배수시설	b	유도배수관 길이부족	정비

2) 옥곡1교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	주 형	b	매립부파손	단면보수공법
하부 구조	교 대	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	교 각	c	콘크리트 파손	단면보수공법
교량받침		b	무수축물탈 균열($cw \leq 0.2mm$) 받침콘크리트 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	아스콘 패임	아스콘팻칭
	신축이음	b	후타재균열($cw \leq 0.2mm$) 후타재 표면균열	표면처리공법
	난 간	c	중분대 콘크리트 파손	단면보수공법
	배수시설	b	배수구막힘	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
받침장치	적용	검토	가속도계수 $A=0.15$ 를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용
교대, 교각	적용	검토	가속도계수 $A=0.15$ 를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용

라. 현장시험

1) 옥곡1교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1	27.0MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	S2,3	40.8~44.0MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1,P1,2	24.2~25.7MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2,4	3.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1,2, P1	3.0~4.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

2) 옥곡1교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1	27.3MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	S2,3	40.5~41.8MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
	A1, P1,2	24.2~24.8MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2,3	2.0~3.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A1,2, P1	4.0~5.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

5.5 옥곡2교

1. 기본현황

가. 일반현황							
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 09. 09 ~ 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)	상행	13,781	안전 등급	상행	B
			하행	12,154		하행	B
시설물위치	경상북도 경산시 옥곡동	시설물규모	상행	연장 210.0m, 폭12.15m, 차선 2			
			하행	연장 210.0m, 폭12.15m, 차선 2			
나. 점검 실시결과 현황							
중대결함	해당사항 없음						
점검 주요 결과	- 교면포장에 라벨링, 포트홀, 펌핑, 신축이음장치 주변 포장 패임, 파손 발생 - 유도배수관 길이부족 - 방호벽 균열, 백태 발생 - 신축이음부 이물질 퇴적 및 후타재 균열 - 주형 일부 균열 발생. - Plate 부식 및 몰탈 균열 발생. - 하부구조 누수흔적 및 체수 발생 - 차수판 볼트 풀림 및 탈락 - 델리네이트 파손						
주요 보수·보강	- 균열부 표면처리공법, 포장 정비, 받침 재도장, 배수시설 정비등						
다. 책임(참여)기술자 현황 [자세한 내용은 참여기술진 참조]							
구분	성명	과업 참여기간			기술등급		
과업책임기술자 (업무총괄)	유근무	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(교량,터널)	임형준	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특 급		
분야별책임 기술자(사면,옹벽)	김영진	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			특 급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31			고 급		
라. 참고사항							
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 신축이음부의 균열에 대한 진전여부, 신축장치 주변 포장 패임 및 파손등의손상 진전 및 차량 주행성 저하여부.							

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견

옥곡2교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

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

주요 손상으로는 바닥판 균열 및 표면균열, 가로보 콘크리트 들뜸 및 균열, 교대 및 교각 균열, 누수흔적, 교량받침 Plate 녹발생, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 교면 포장 아스콘 패임, 유도배수관 길이부족 등의 손상이 조사되었다.

특히 신축이음장치 주변 아스콘 패임의 경우 차량의 주행성과 관련된 손상으로 보수 후에도 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하며, 유도배수관 길이부족은 하부구조물에 2차손상을 유발하므로 정비가 필요하다.

책임기술자 : 유 근 무 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 옥곡2교(상행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	재료분리 균열($cw \leq 0.2mm$) 표면균열	단면보수공법 표면처리공법 표면처리공법
하부 구조	교 대	b	실란트파손 균열($cw \leq 0.2mm$)	실란트충전 표면처리공법
	교 각	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
교량받침		b	무수축물탈 균열($cw \leq 0.2mm$) 받침콘크리트 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링, 표면균열	아스콘팻칭
	신축이음	b	후타재균열($cw \leq 0.2mm$) 이물질퇴적	표면처리공법 정비
	난 간	b	균열부백태	표면처리공법

2) 옥곡2교(하행선)

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태 평가 결과	결함 종류	보수·보강(안)
상부 구조	바 닥 판	b	균열($cw \leq 0.2mm$), 표면균열	표면처리공법
하부 구조	교 대	b	균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	교 각	b	균열($cw \leq 0.2mm$), 표면균열	표면처리공법
교량받침		b	무수축물탈 균열($cw \leq 0.2mm$) 받침콘크리트 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
기 타 부 재	교면포장	b	라벨링, 패임	아스콘팻칭
	신축이음	b	후타재균열($cw \leq 0.2mm$) 이물질퇴적	표면처리공법 정비
	난 간	b	백태, 균열부백태, 균열($cw \leq 0.2mm$)	표면처리공법
	배수시설	b	배수구막힘, 유도배수관 길이부족	정비

나. 안전성평가 결과

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

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	검토결과 요약
받침장치	적용	검토	가속도계수 A=0.15를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용
교대, 교각	적용	검토	가속도계수 A=0.15를 적용한 내진1등급교 단일 및 다중모드 스펙트럼 해석 실시 탄성받침 적용

라. 현장시험

1) 옥곡2교(상행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1,2	27.5~27.8MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반 적으로 양호한 상태임
	S3,4,5	42.2~42.7MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반 적으로 양호한 상태임
	A1, P1,2,3,4	24.4~25.1MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반 적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,2,3,4,7	2.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A2,P1,2,3,6	3.0~5.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제 가 없는 상태임

2) 옥곡2교(하행선)

시험명	시험 부위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 반발경도	S1,2	28.0~28.2MPa	설계기준강도 27MPa를 상회하며 전반 적으로 양호한 상태임
	S3,4,5	40.2~40.9MPa	설계기준강도 40MPa를 상회하며 전반 적으로 양호한 상태임
	A1, P1,2,3,4	24.2~25.3MPa	설계기준강도 24MPa를 상회하며 전반 적으로 양호한 상태임
콘크리트 탄산화	S1,S2,S3,S4,S7	2.0~4.0mm	철근피복두께(40mm)와 비교시 문제가 없는 상태임
	A2,P1,2,3,6	1.0~4.0mm	철근피복두께(100mm)와 비교시 문제 가 없는 상태임

5.6 남천터널

1. 기본현황

가. 일반현황								
용역명	신대구부산고속도로 1,2종 시설물 정밀점검	점검기간	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31					
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	장동규					
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁					
시설물구분	도로	종류	도로터널		종별	2종		
준공일	2006년 2월 10일	점검금액 (천원)	상행	12,432	안전 등급	상행	A	
			하행	12,414		하행	A	
시설물위치	경상북도 경산시 남천면 협석리~신석리	시설물규모	상행	연장 870m, 폭 9.5m, 높이 7.7m, 2차선				
			하행	연장 867m, 폭 9.5m, 높이 7.7m, 2차선				
나. 점검 실시결과 현황								
중대결함								
점검 주요 결과	- 천정부 균열 및 재균열(폭0.2~0.3mm) - 측벽부 라이닝 표면균열 및 타일파손 - 조인트부 콘크리트 들뜸 - 공동구 덮개 및 벽체 파손 - 포장부 균열, 스폐링 및 스켈링, 마모 - 기타시설 전기시설 앵커 지지부 박락 및 소화전 파손 - 시·중점측 절토사면 배수시설 균열, 녹생토 유실, 자연사면 폐목, 암괴 - 시·중점측 노출암반 파괴 위험							
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. 09. 09 ~ 2013. 12. 31				특급		
분야별책임기술자 (교량,터널)	임형준	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31				특급		
분야별책임기술자 (사면,옹벽)	김영진	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31				특급		
현장조사 및 보고서 작성	인승철	2013. 09. 09 ~ 2013. 12. 31				고급		
라. 참고사항								
- 차기 점검시 중점 점검부위 : 천정부 균열 및 재균열, 조인트부 들뜸, 시·중점측 노출암반 진전여부								

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
남천터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 주요현황으로는 천정부 균열 및 채균열, 측벽부 타일 파손 및 표면 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손 및 본체 파손, 포장부 손상(균열, 콘크리트 파손, 스케링, 스폐링), 절토사면부 녹생토 탈착, 산마루측구 균열 및 파손, 폐목적치 등이 국부적으로 발생된 상태이다. 기 발생된 손상현황에 대해서는 주의관찰 후, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하다. 종점측 3단 사면 부 노출암반은 현재 진전은 미미하나, 중규모의 진도 및 평면파괴 위험성을 내포하고 있으므로 진행성 여부를 주기적으로 관찰하며 진전시 조치가 필요하다.	
책임기술자 : 유 근 무 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

1) 남천터널(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 표면보수공법 단면보수공법
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수공법 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파손	교 체
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
기타	포 장 부	-	스케링, 스폐링	단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	정비 및 교체
	사·종점측 사 면 부	-	산마루측구 균열, 녹생토 유실	단면보수공법 주의관찰

2) 남천터널(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 표면보수공법 단면보수공법
	무근구간	a	균열, 들뜸	주입 및 표면보수공법 단면보수공법
주변 상태	공 동 구	0.5	파 손	단면보수공법
	지반상태	1	풍화 변질	주의관찰
기타	포 장 부	-	스켈링, 스폐링	단면보수공법
	부대시설	-	타일파손	정비 및 교체
	시·종점측 사 면 부	-	산마루측구 균열, 녹생토 유실	단면보수공법 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 : 3개소] S-2,5,97 [하행선 : 3개소] S-2,5,97	콘크리트라이닝 [25.2~26.4MPa]	설계기준강도 24MPa를 상회하며 양호한 상태임
콘 크 리 트 탄산화	[상행선 : 2개소] S-2,97 [하행선 : 2개소] S-2,97	2~4mm	철근피복두께(50mm)와 비교시 문제가 없는 상태임

목 차

제 1 편 공통편

제 1 장 서론	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	7
1.6 과업수행일정	8
제 2 장 외관조사 개요	9
2.1 교량 외관조사 요령	10
2.2 교량 부재별 점검항목 및 상태평가 기준	12
2.3 터널 외관조사 요령	34
2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준	35
제 3 장 내구성조사 개요	41
3.1 내구성조사 개요	42
3.2 내구성조사 및 결과분석 방법	42
제 4 장 보수공법 및 유지관리방안	47
4.1 보수공법 개요	48
4.2 보수공법	48
4.3 유지관리방안	59

제 2 편 시설물편

1. 삼성2교	63
2. 신석교	112
3. 남천대교	155
4. 옥곡1교	208
5. 옥곡2교	251
6. 남천터널	295

부 록 I	336
-------------	-----

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

부 록 II (별책)

1. 외관조사망도
2. 손상현황 사진첩

제 1 편 공통편

제1장 서 론

제2장 외관조사 개요

제3장 내구성조사 개요

제4장 보수공법 및 유지관리방안

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업대상 시설물 개요

1.4 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의

1.6 과업수행일정

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

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

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

1.2 과업의 범위 및 내용

1) 자료수집 및 분석

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

2) 현장조사 및 시험

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

3) 결과분석 및 상태평가

- ① 외관조사 및 재료시험 결과분석
- ② 부재에 대한 상태평가

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

4) 보수·보강 방안 및 유지관리방안 제시

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

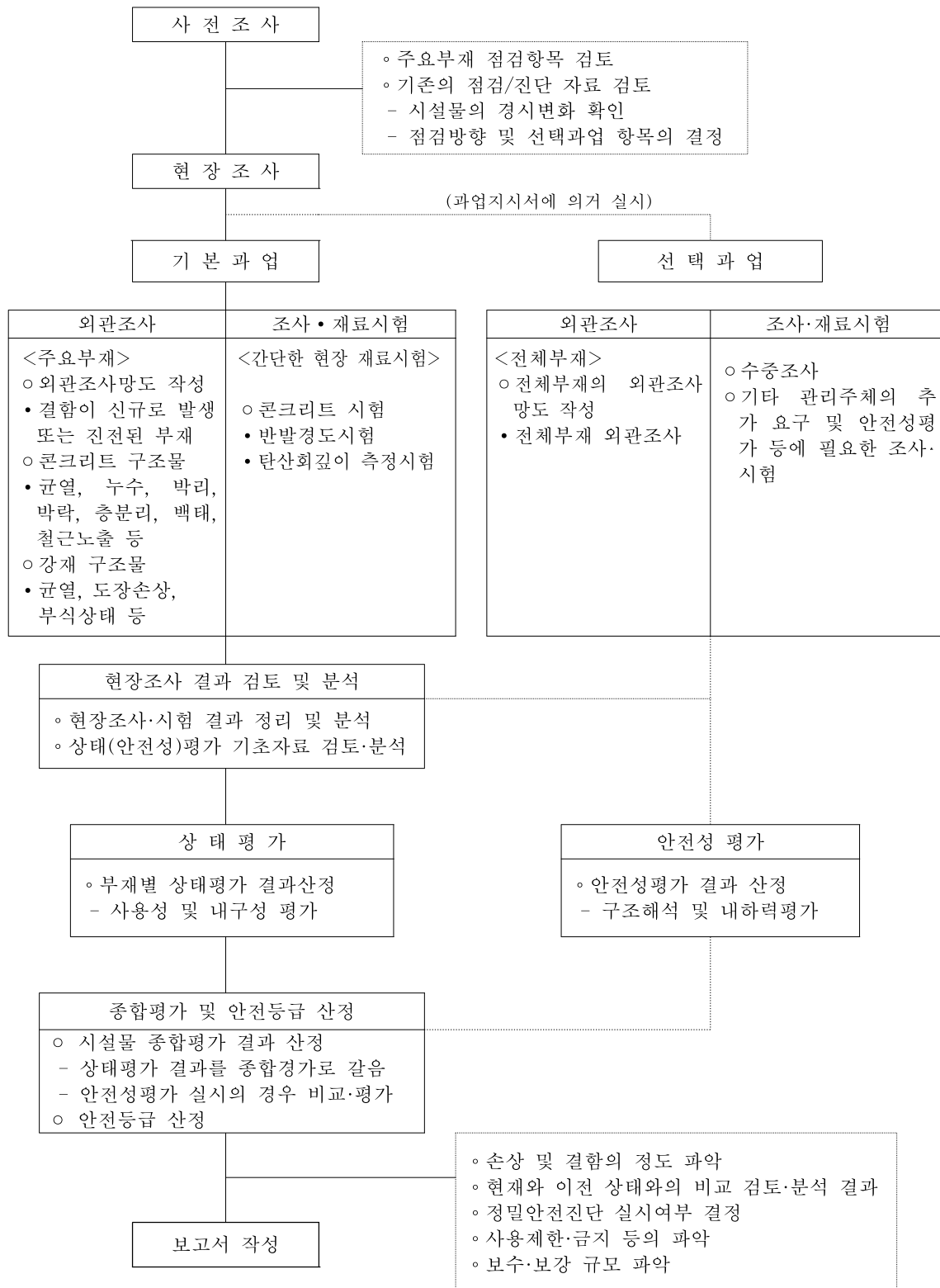
5) 종합보고서 작성

1.3 과업대상 시설물 개요

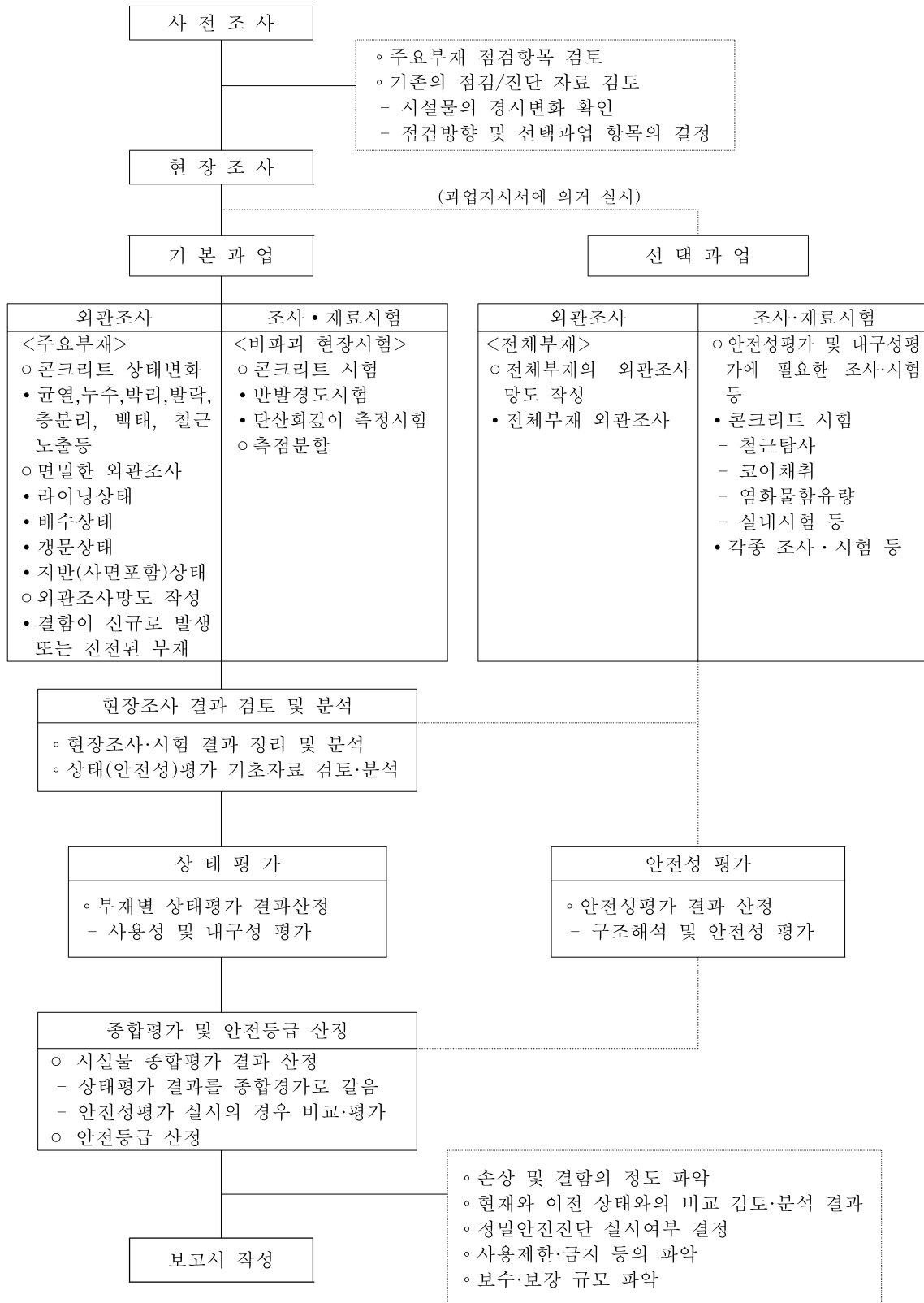
순번	교량명	위치	연장 (m)	교폭 (m)	경간수	최대 경간장 (m)	상부형식	준공 년도	비고
1	삼성2교	남천면 삼성리	270	24.3	9	30	PSC Beam	2006	2중
2	신석교	남천면 신석리	150	25.2	5	30	PSC Beam	2006	2중
3	남천대교	남천면 옥곡동	930	12.6	18	60	PSC Box	2006	1중
4	옥곡1교	남천면 옥곡동	120	24.3	4	30	PSC Beam	2006	2중
5	옥곡2교	남천면 옥곡동	210	24.3	7	30	PSC Beam	2006	2중

순번	터널명	위치	연장(m)		쟁문형식		차선평 (m)	준공 년도	비고
			상행	하행	부산측	대구측			
6	남천터널	남천면 협석리	870	867	면벽식	벨마우스	7.2	2006	2중

1.4 과업수행 흐름도



[그림 1.4.1] 교량 정밀점검 과업수행 흐름도



[그림 1.4.2] 터널 정밀점검 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 장비 및 시설물 기호의 정의

1.5.1 과업수행 투입장비

점검에 사용하는 점검장비를 휴대장비, 접근장비, 비파괴장비로 구분하였다.

[표 1.5.1] 투입장비 현황

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

1.5.2 시설물 기호의 정의

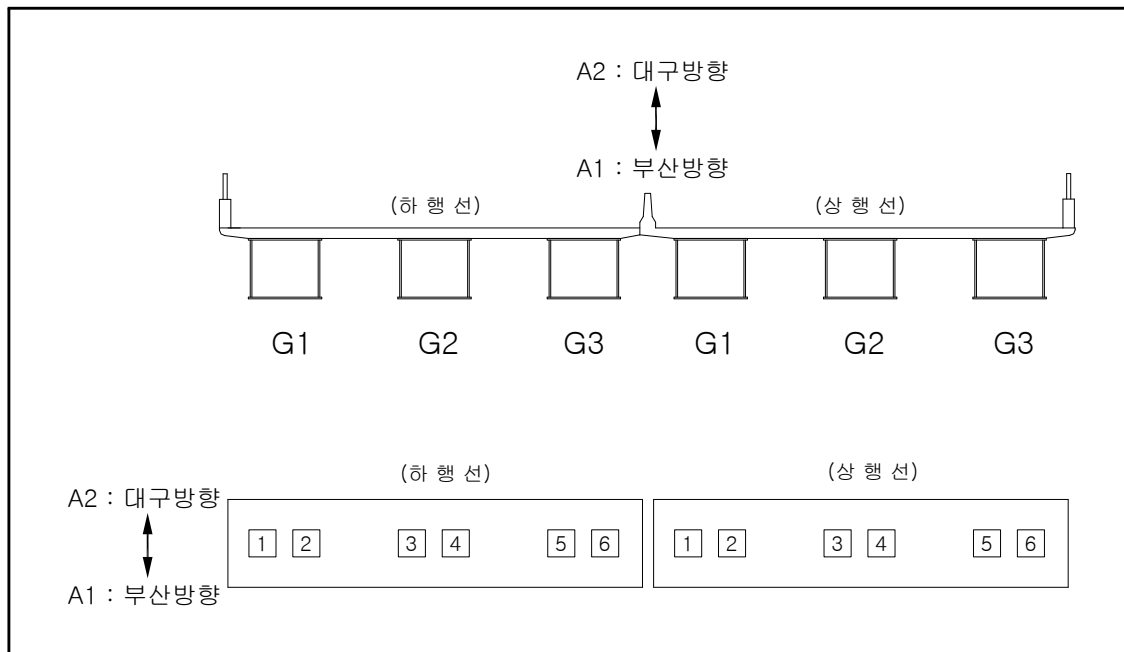
1) 교량 기호 정의

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

[표 1.5.2] 교량 기호 정의

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

- A1 ⇒ A2 : 부산방향에서 대구방향



[그림 1.5.1] 주형 및 교좌장치 위치표기 법례

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

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.

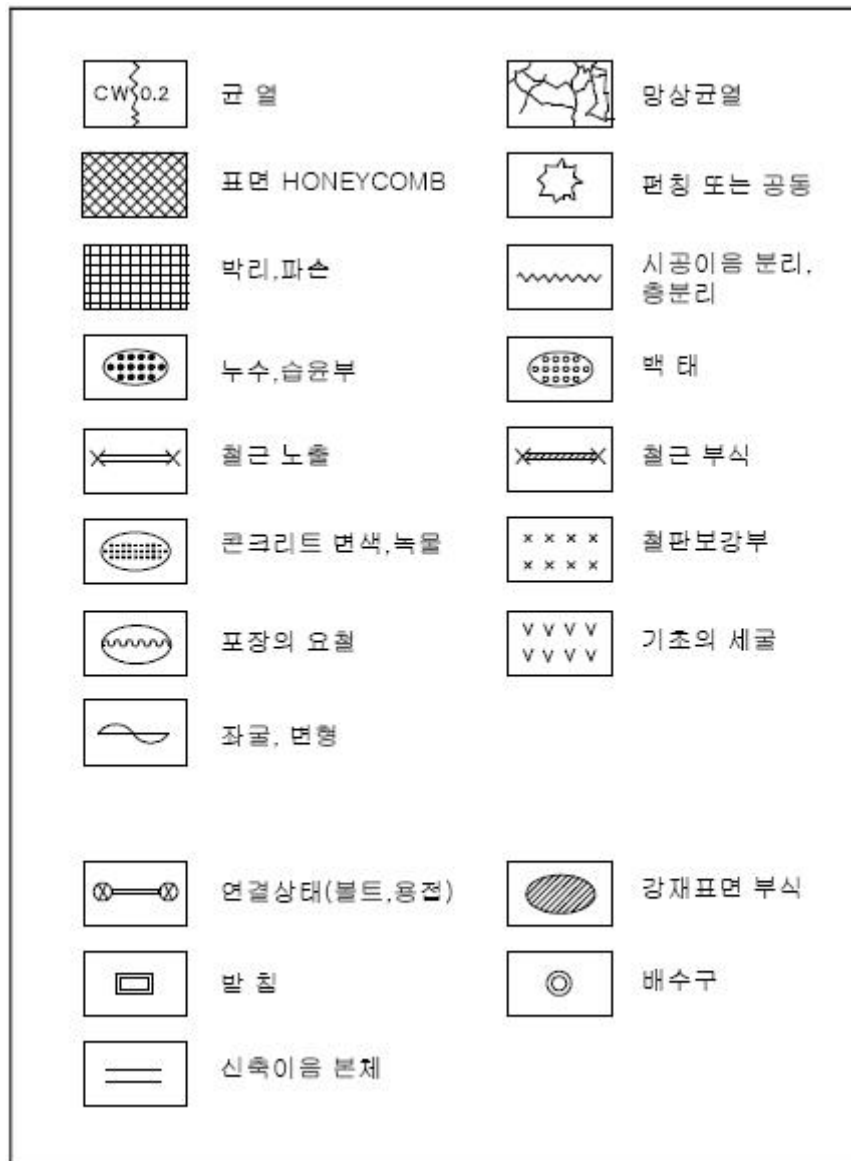
점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열확대경, 줄자 등을 이용하여 근접조사를 실시하였다.

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 2009. 3. 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

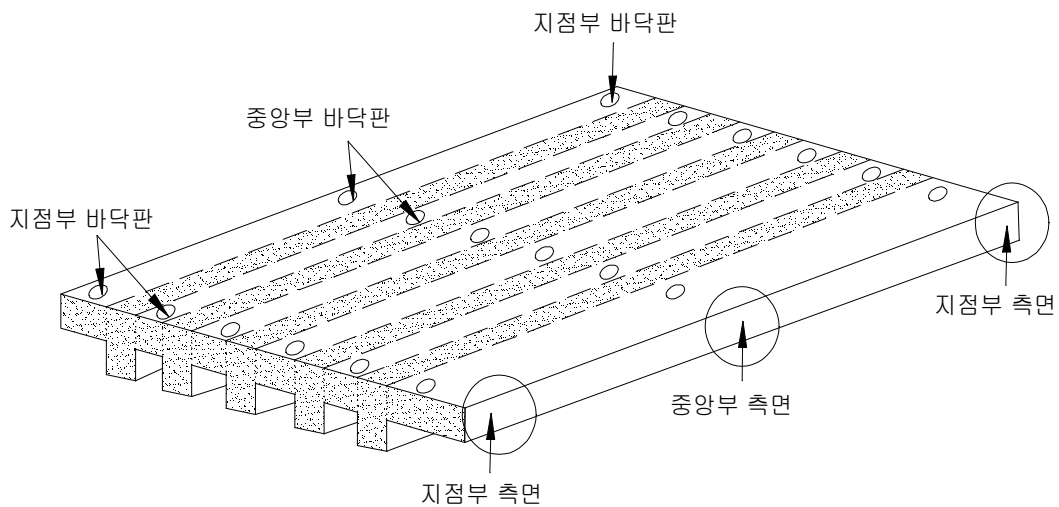
- 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가지 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.

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	-	-	-

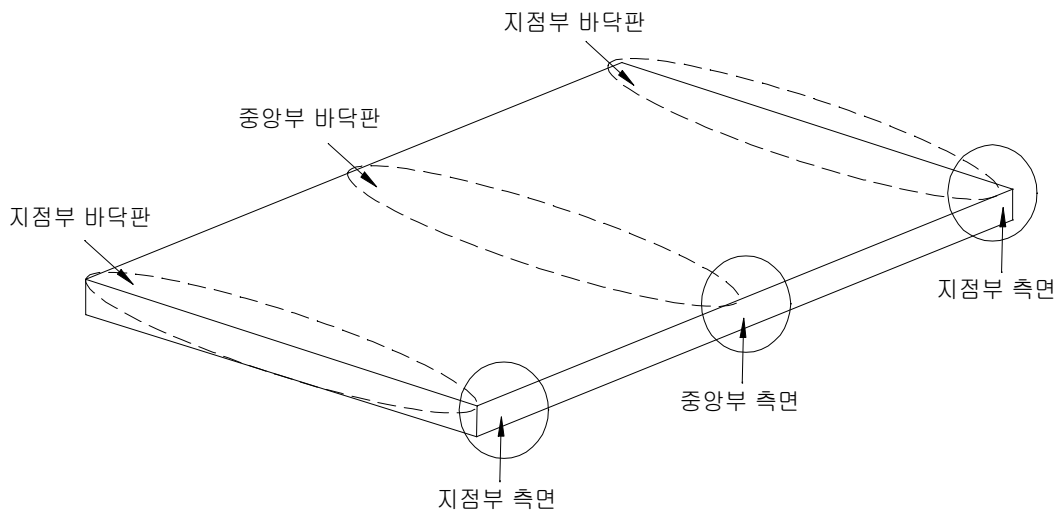
2.2.4 바닥판

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

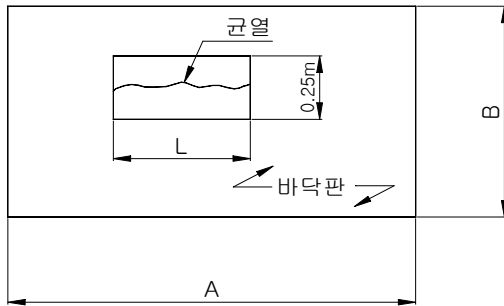
2) 철근콘크리트 바닥판 상태평가 기준

- 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



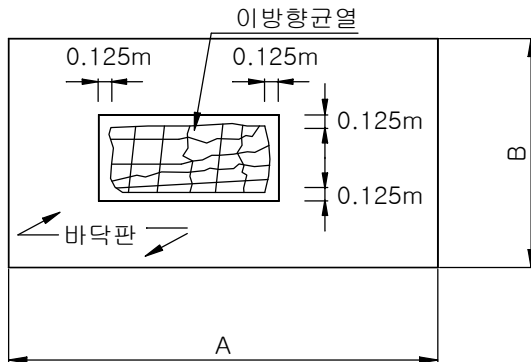
면적을

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

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

- 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

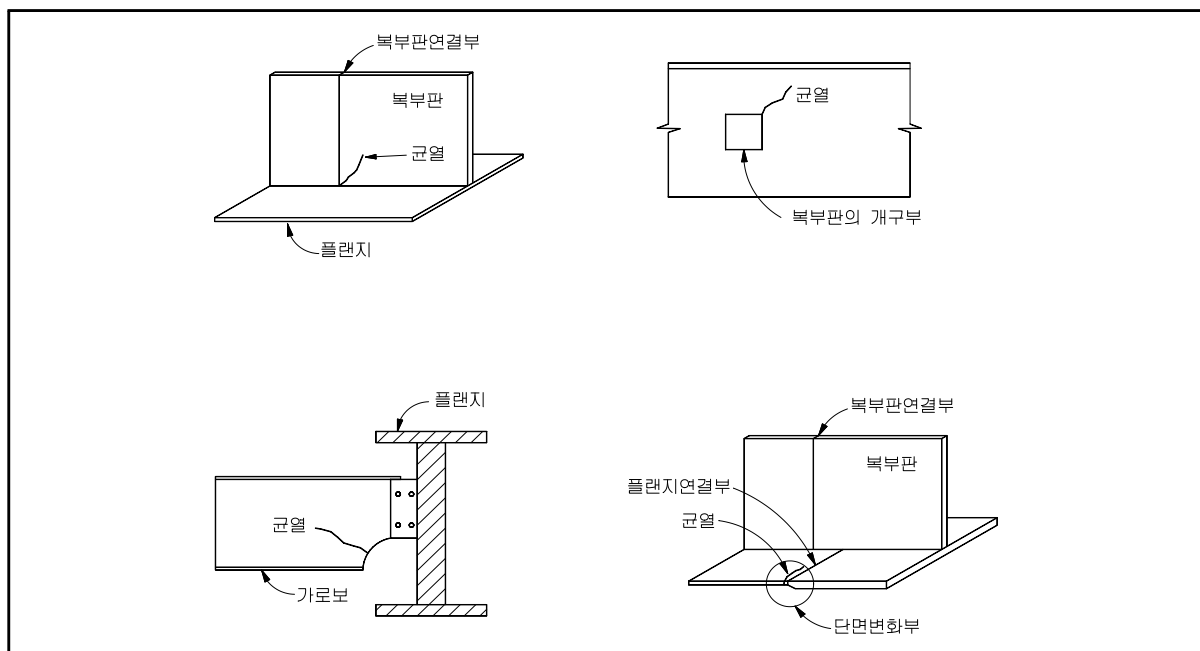
노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

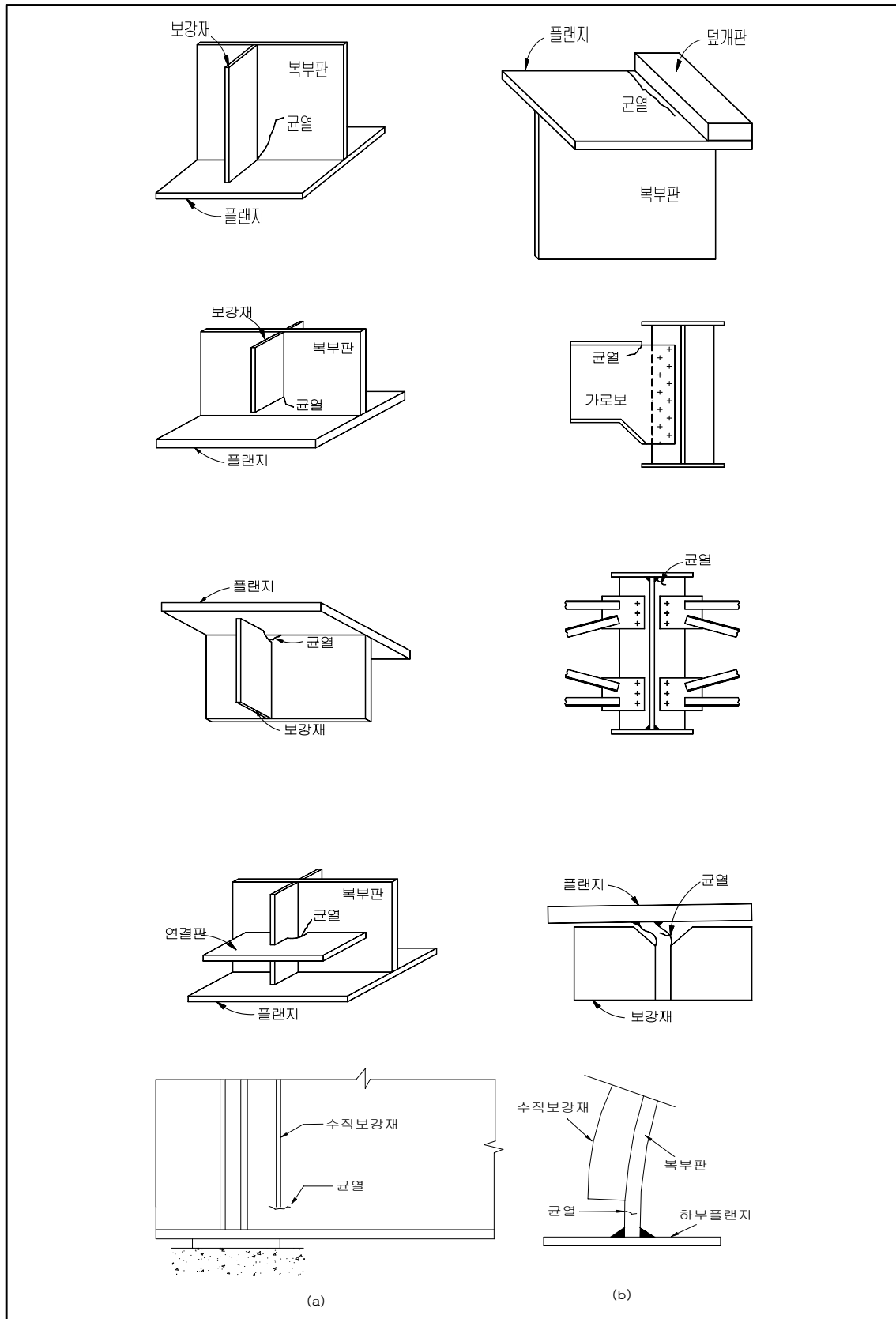
$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

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

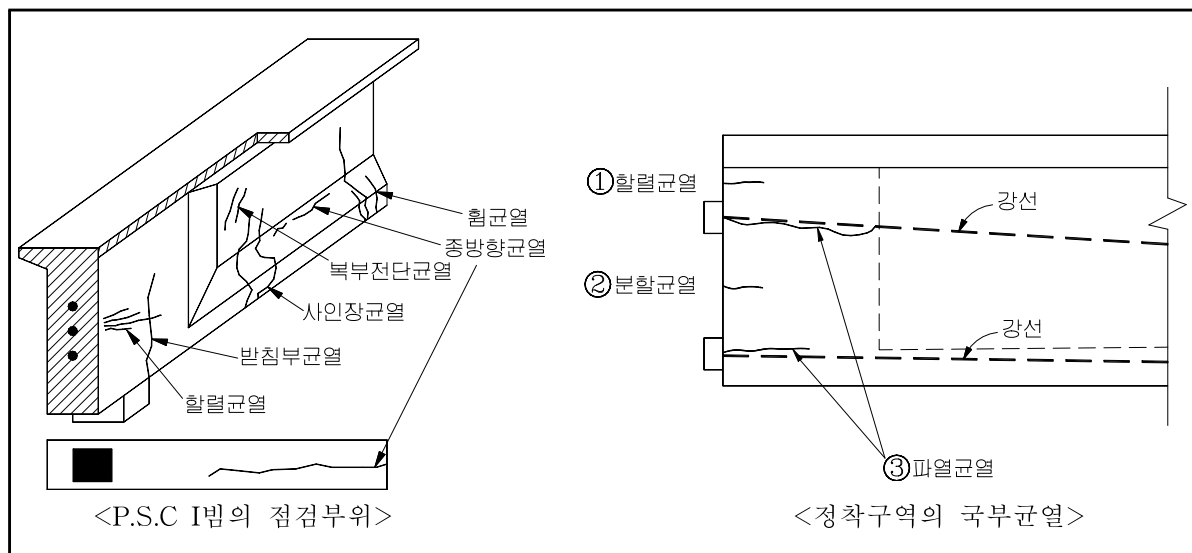
- 경간단위로 평가하며, 강재거더에 대한 상태평가지 용접균열부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.

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
▷중양부	• 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

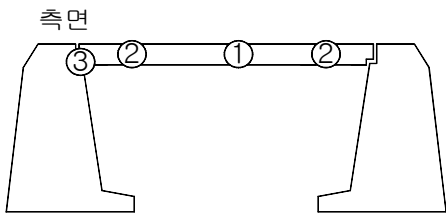
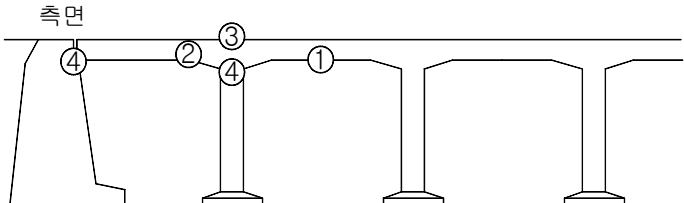
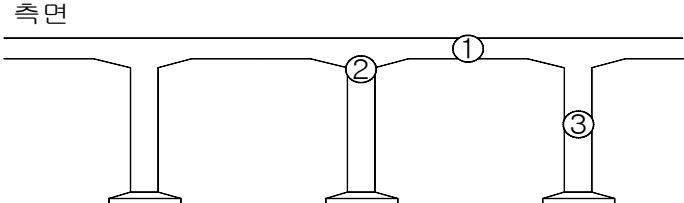
- 본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블 교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- PSC 박스거더의 경우 하부플랜지와 복부는 거더로 평가하며, 상부플랜지는 바닥판으로 평가한다.

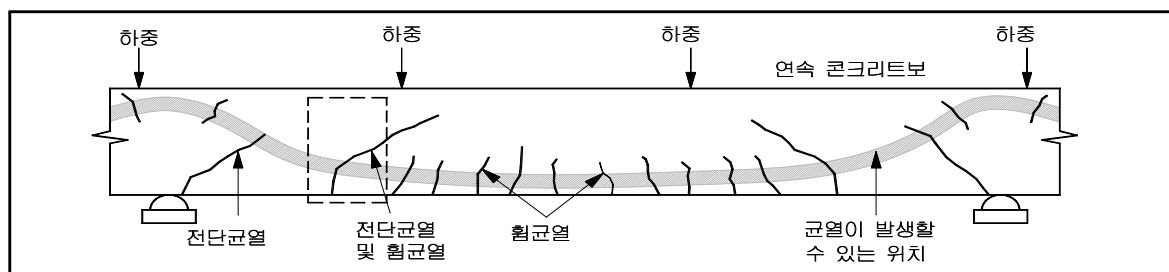
등급	균열	열화 및 손상
a	· 없음	· 없음
b	· 균열폭 0.2mm미만	· 표면 손상면적 2% 미만
c	· 균열폭 0.2mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 0.5mm이상 · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	· 단부 콘크리트의 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안전성 저하

2.2.7 철근콘크리트 거더

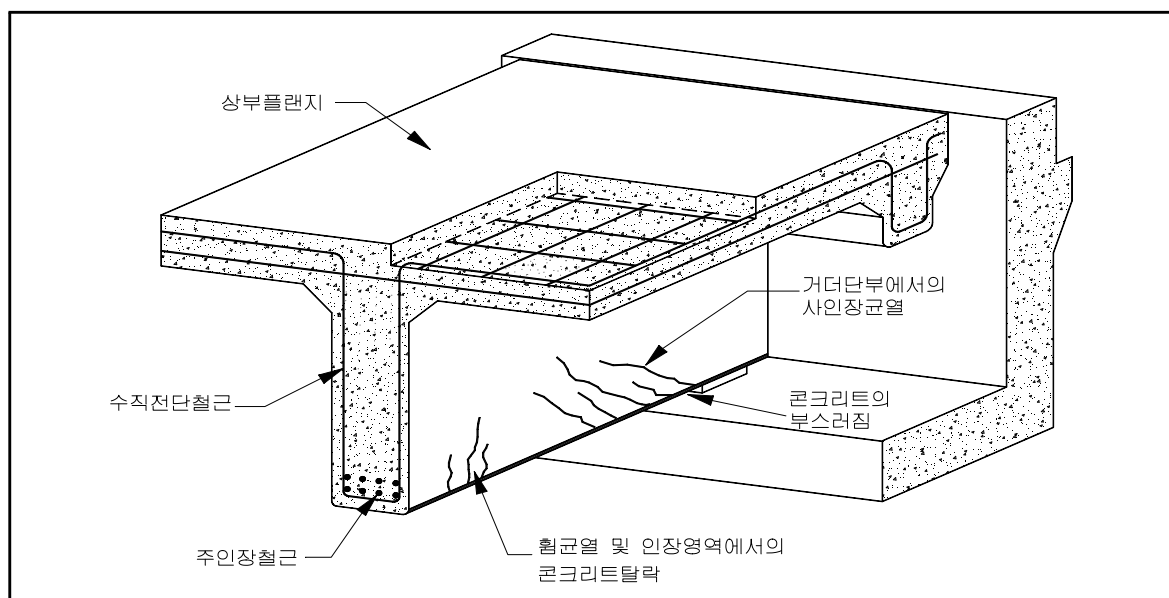
1) 점검부위 및 손상종류

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.

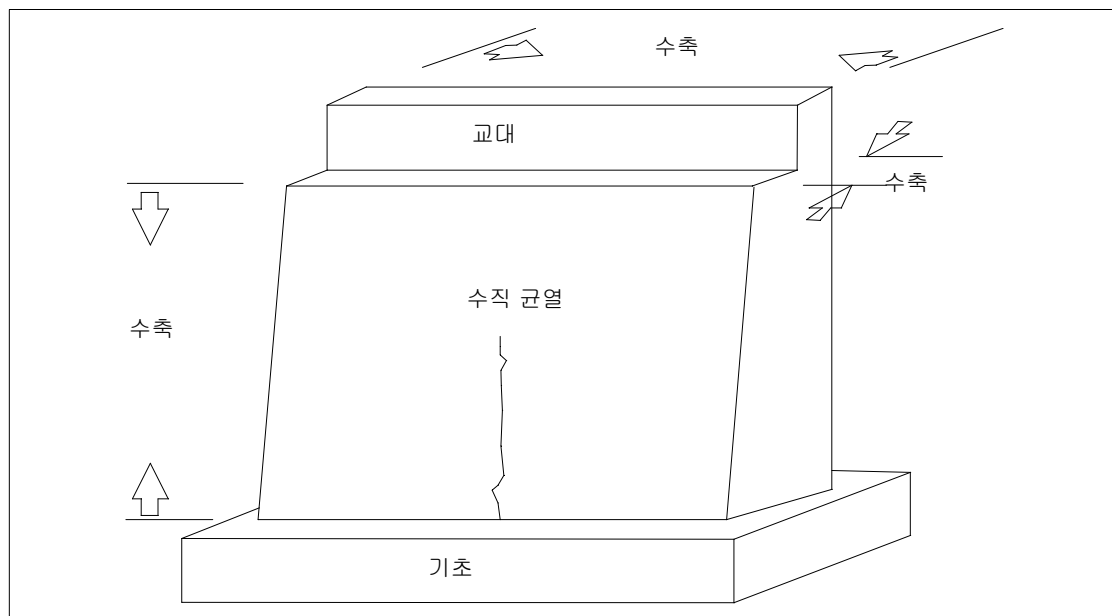
항목	손상				표면열화
	부재균열	변형,파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2% 미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장손상 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형 · 변형 및 충격에 의한 손상발생	· 보조부재 2%이상~10%미만 · 주부재 2% 미만	· 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) · 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

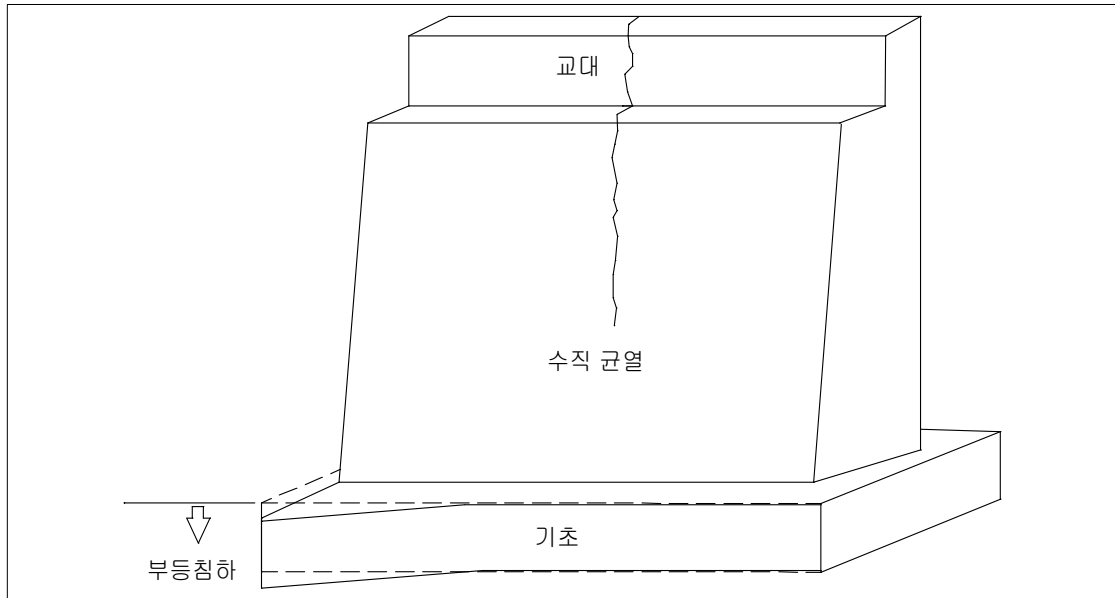
1) 점검부위 및 손상종류

① 교대

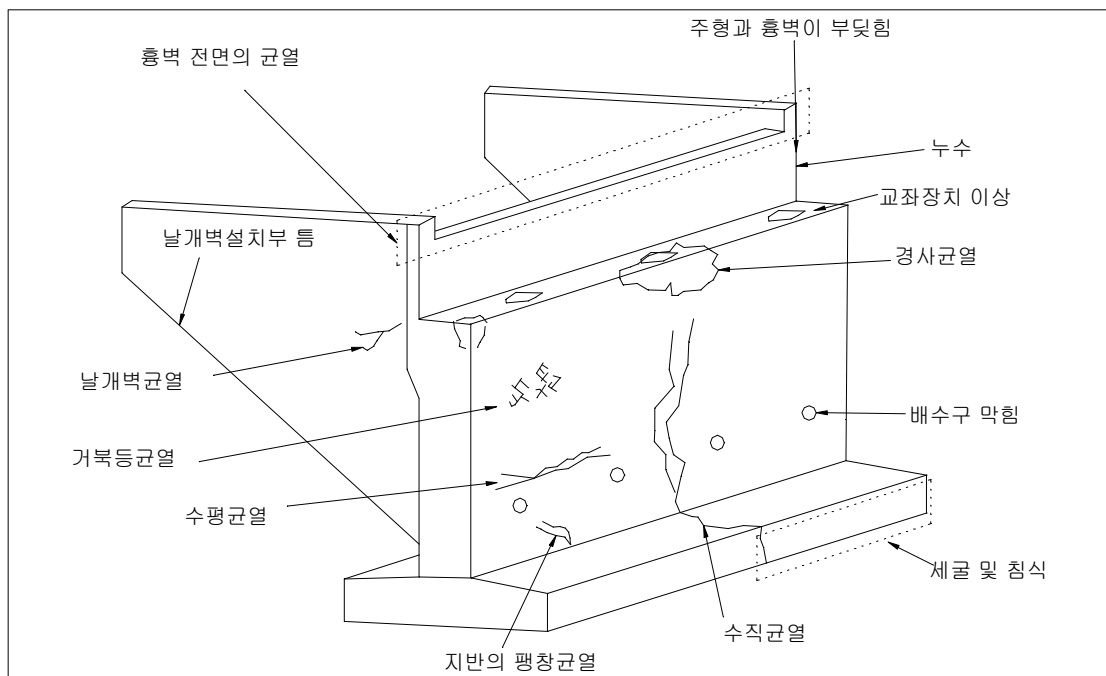
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 교대의 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 반침부 균열 및 파손 • 두부와 홍벽 경계부 균열 • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷벽체	• 수직균열 및 침하 • 구체와 날개벽 분리 • 구체부 배수구 막힘 • 수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽 포함)	• 날개벽 이동, 전도 • 석축이 있는 경우 사면붕괴



[그림 2.2.6] 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열



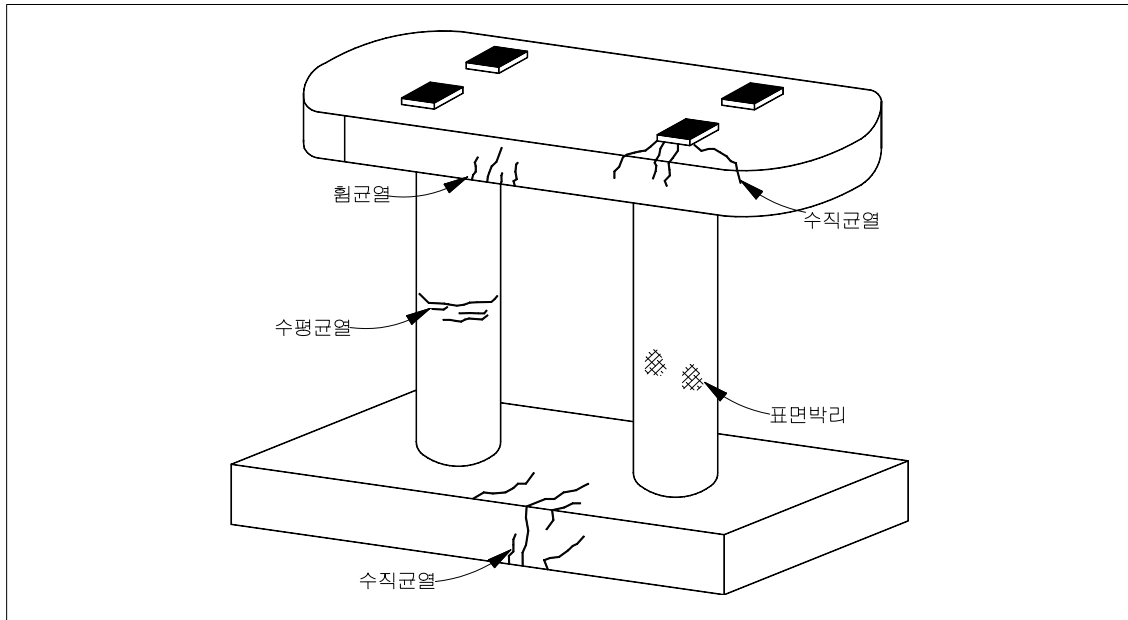
[그림 2.2.7] 부등침하로 인한 교대의 수평균열



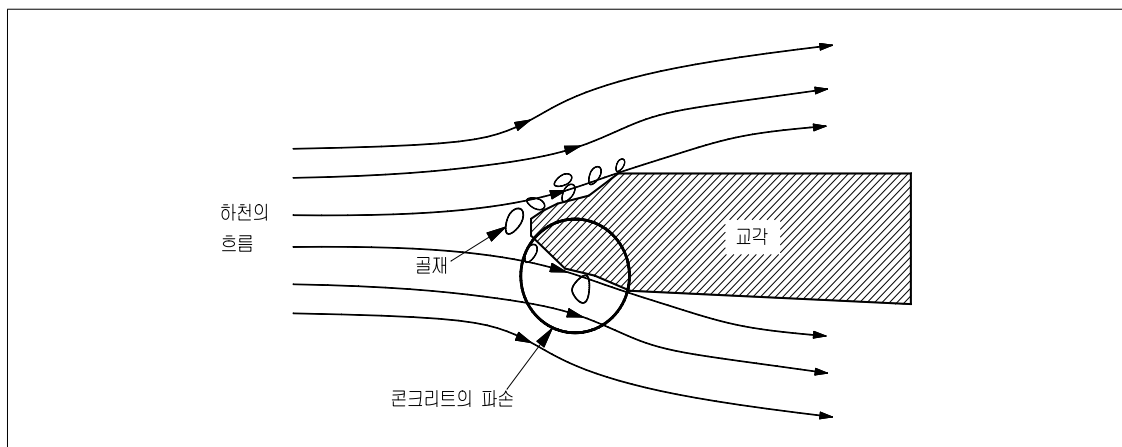
[그림 2.2.8] 교대의 점검부위

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



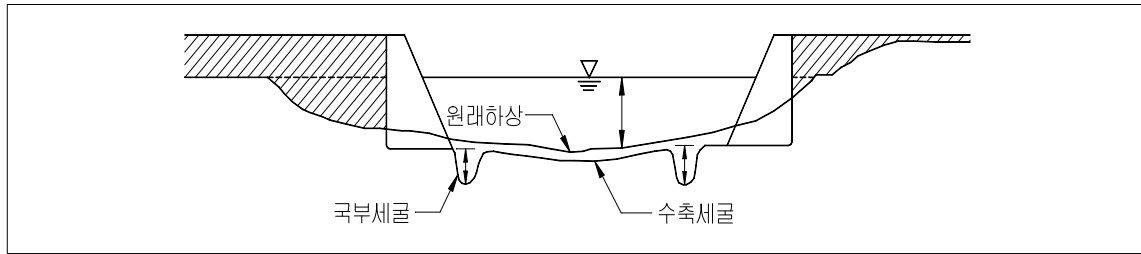
[그림 2.2.9] 콘크리트 교각의 점검부위



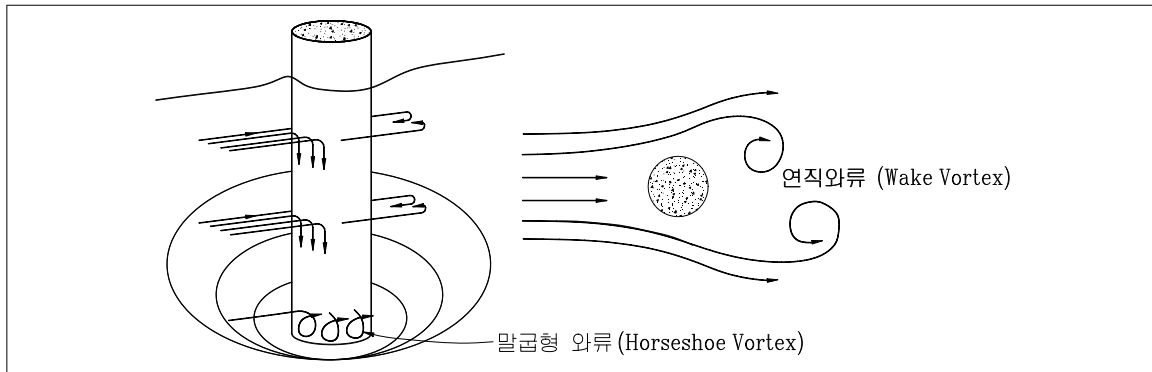
[그림 2.2.10] 유수에 의한 교각의 침식

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

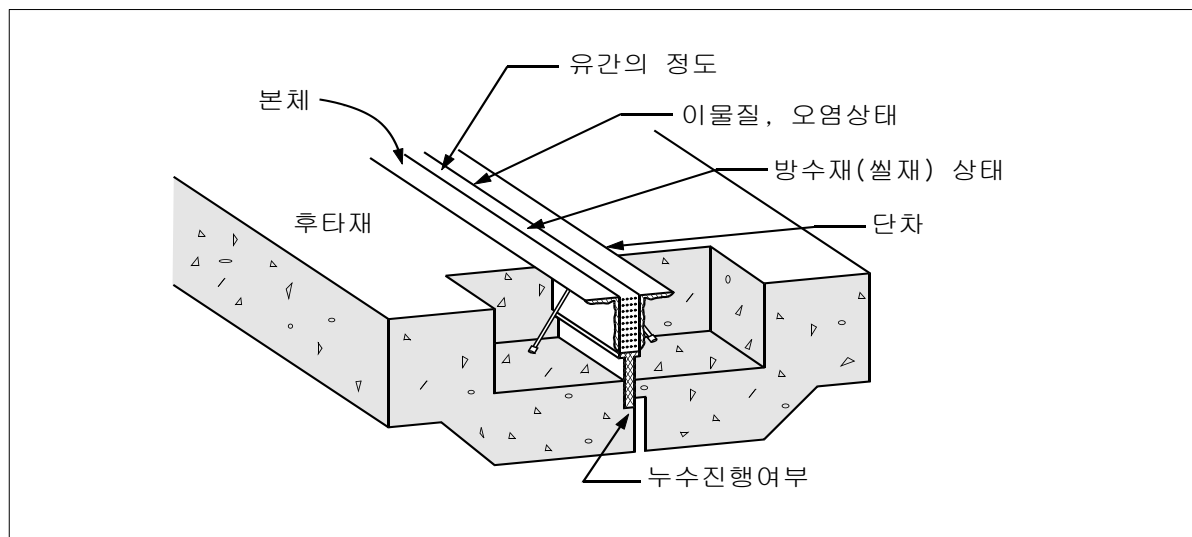
③ 기초의 상태평가 기준

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

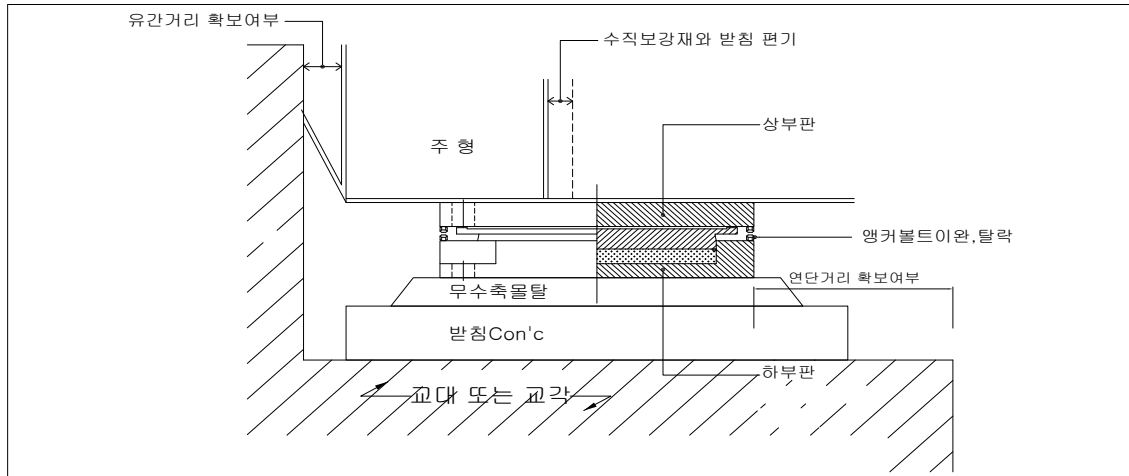
지점단위로 평가하며, 본체와 후타재로 구분하여 평가한다. 신축이음의 형식별, 재료별로는 별도의 구분없이 하나의 등급으로 평가한다.

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	· 강판유동 및 연결불량으로 이상음 발생 · 신축유간이 밀착으로 인한 거동불량 · 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 · 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	· 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 · 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

2.2.12 교량받침

1) 점검부위 및 손상종류

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



[그림 2.2.14] 교량받침 점검부위

2) 상태평가 기준

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

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

2.3 터널 외관조사 요령

2.3.1 외관조사 개요

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

[표 2.3.1] 터널의 상태변화 점검항목

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

2.3.2 외관조사 방법

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

5) 주요 손상별 조사방법

[표 2.3.2] 주요 손상별 조사방법

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

2.4 터널의 점검항목 및 상태평가 기준

2.4.1 상태평가 항목

터널 상태평가 항목은 다음과 같다.

[표 2.4.1] 터널 상태평가 항목

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

2.4.2 결함지수

1) 기본시설 결함지수 산정기준

[표 2.4.2] NATM터널 (무근콘크리트 라이닝) 산정기준

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

[표 2.4.3] NATM터널 (철근콘크리트 라이닝)

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

2) 부대시설 결함지수 산정기준

[표 2.4.4] 부대시설 상태평가 항목

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

[표 2.4.5] 부대시설의 가중치

가중치(W)	1.0	1.01	1.02	1.05	1.10
부대시설 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 없으나 일부 보수가 필요한 상태	부재의 손상이 있으나 기본시설 기능수행에 문제가 없는 상태	부재의 손상이 중대하여 기본시설에 영향을 주는 상태	기본시설의 기능수행에 문제를 일으켜 즉각적인 조치가 필요한 상태

[표 2.4.6] 부대시설 결함지수-무근 콘크리트

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

[표 2.4.7] 부대시설 결함지수-철근 콘크리트

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

2.4.3 상태평가 항목 및 기준

1) 기본시설

[표 2.4.8] 균열 평가기준

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

[표 2.4.9] 누수 평가기준

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

[표 4.2.10] 파손 및 손상

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

[표 4.2.11] 재질열화

평가기준		a	b	c	d	e
항목						
박리깊이		없음	0.5mm미만	0.5mm 이상 1.0mm 미만	1.0mm 이상 25mm미만	25mm이상 이거나 조골재 손실
충분리 및 박락		없음	깊이 125mm미만 또는 직경 75mm 미만	깊이 12~25mm미만 또는 직경 75~150mm 미만	깊이 25mm이상 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	-

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	충진 공법	그밖의 공법	
							침투성방수제 도포공법	기타
방수성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 작음	0.2이하	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		균열폭의 변동이 큼	0.2이하	△	△		○	
			0.2~1.0	○	○	○		
내구성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 작음	0.2이하	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0이상		△	○		
		균열폭의 변동이 큼	0.2이하	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0이상		△	○		
	철근부식		-					☐
	염 해		-					☐
	반응성골재		-					☐
	※ ○ 적당 △ 조건에 따라 적당 □ 기타							

2) 균열 보수시 주입제 선정안

[표 4.2.2] 균열 보수공법 분류

구 분	저점도 EPOXY 주입제	무기질계 주입제	유기질계 주입제
장 점	-시공이 간편하다 -시공비가 적다 -시멘트모탈, 콘크리트철근에 강력히 접착된다. -내수성, 내후성 우수하다. -미세한 크랙까지 완전히 주입가능하다. -작업성이 우수하고 저압 주입용으로 적합하다. -경화 후 수축이거의 없다. -전압 동시 주입공법이며 이동성이 간편하고 주입량을 관리하기도 좋다 -광범위한 범위에 대량의 주입이 가능	-습윤 및 건조지역적용이 가능하다. -내화학성이 크다 -접착력 및 강도가 크다. -콘크리트 친화재인 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	강관접착공법

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. -고강도로써 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 고강도로써 충격이나 진동에 강하며, 별도의 혼합재가 필요없이 내구성 확보가 가능한 폴리머 모르터계 시멘트에 의한 단면보수를 시행한다. 콘크리트 부재의 박락 및 파손정도가 심하여 철근이 노출될 경우는 단면복구 공법에 의한 보수가 바람직하다.		

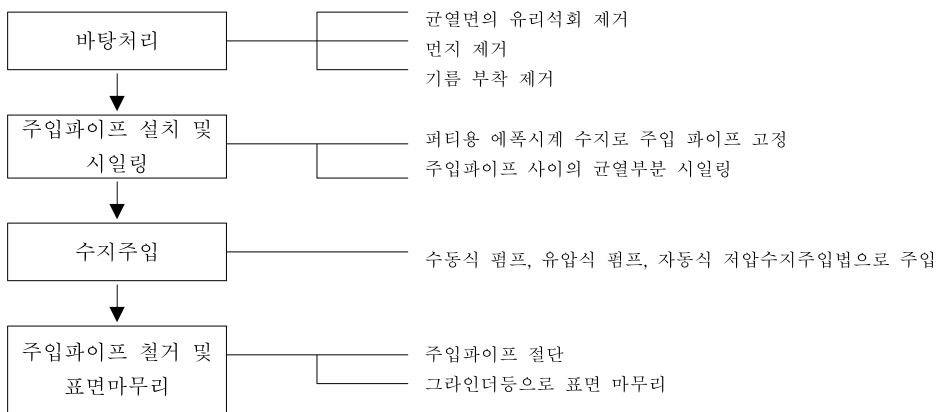
4.2.3 보수공법별 개요

◆ 균열보수공법

1) 개 요

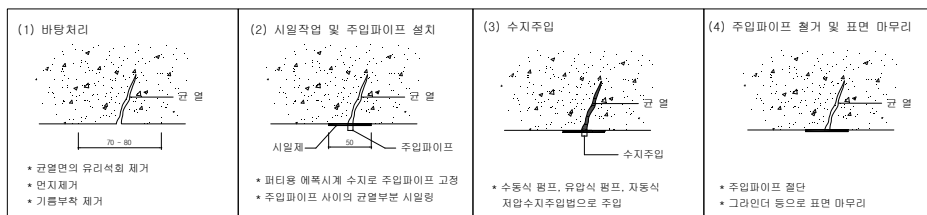
- * 균열부에 에폭시 수지를 주입하고 콘크리트와의 일체를 껴함.
- * 도로를 전면 공용 시공가능.
- * 구체의 방수성 향상.
- * 콘크리트의 노화 방지.
- * 철근의 방청 효과.
- * 내하력 증대 기대할수 없음.

2) 시공방법

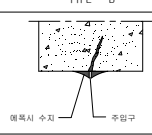


3) 주의사항

- * 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

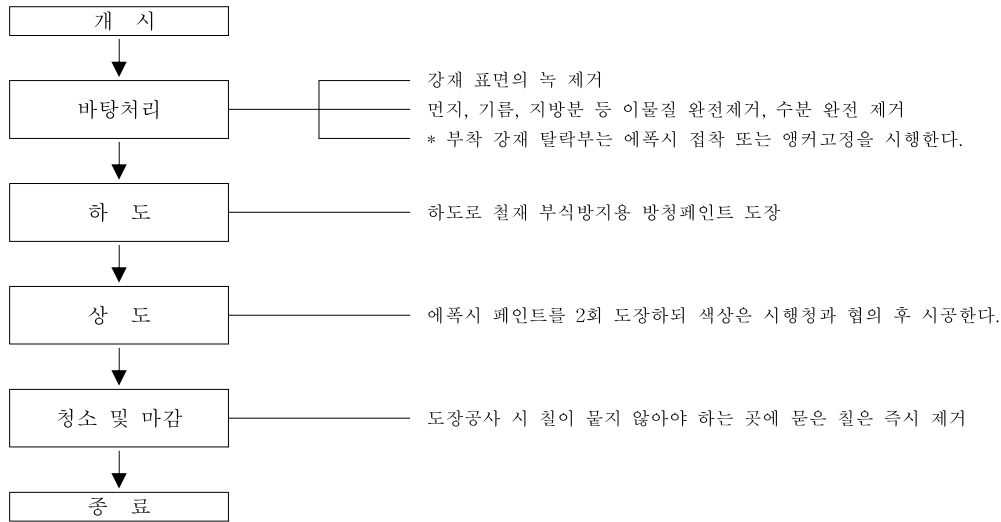
- ① 손상단면은 소형브레이커 등을 이용하여 철거(표면과 직각이 되도록 치핑)한다. THK=2~30m/m)
 - * 콘크리트 표면철거시 파편 및 분진이 발생하므로 보호안경 착용후 작업을 한다.
- ② 콘크리트 표면철거후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척한다.
 - * 고압세척의 압력은 노즐TIP에서 5000PSI(350kg/cm²)의 압력으로 한다.
 - * 압력이 높으므로 노즐방향이 사람을 향하지 않도록 하며, 보호장구 착용후 작업을 한다.
- ③ 물세척(고압세척) 후 건조시킨다.
- ④ 침투성 표면강화제 및 발청억제제는 온도가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

◆ 도장보수 공법

1. 공법개요

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

2. 시공순서



3. 시공방법 및 유의사항

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

◆ Sealant 보수

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

◆ 포장 손상 보수공법

1. 아스팔트 표면처리 공법

가. 용도 및 목적

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

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

◆ 카페트코우트(01-502,503,504)

◆ 포그시트(01-502,503,504)

◆ 슬러리시일(01-502,503,504)

◆ 수지계 표면처리(01-502,503,504)

나. 시공방법

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

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

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

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

및 표면이 마모된 곳의 수리에 적용되고 있다.

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

2. 아스팔트 패칭공법

가. 용도 및 목적

패칭이란 포트홀, 단차, 부분적인 균열 등 적은 면적의 손상된 곳을 직접 채우는 임시적인 방법과 불량 부분을 약간 크게 절취하여 수리하는 방법으로 구분할 수 있다. 전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 사용하는 재료는 기존 포장과 같은 재료를 사용하는 하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 하는 것과 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. 삼성2교
2. 신석교
3. 남천대교
4. 옥곡1교
5. 옥곡2교
6. 남천터널

1. 삼성2교

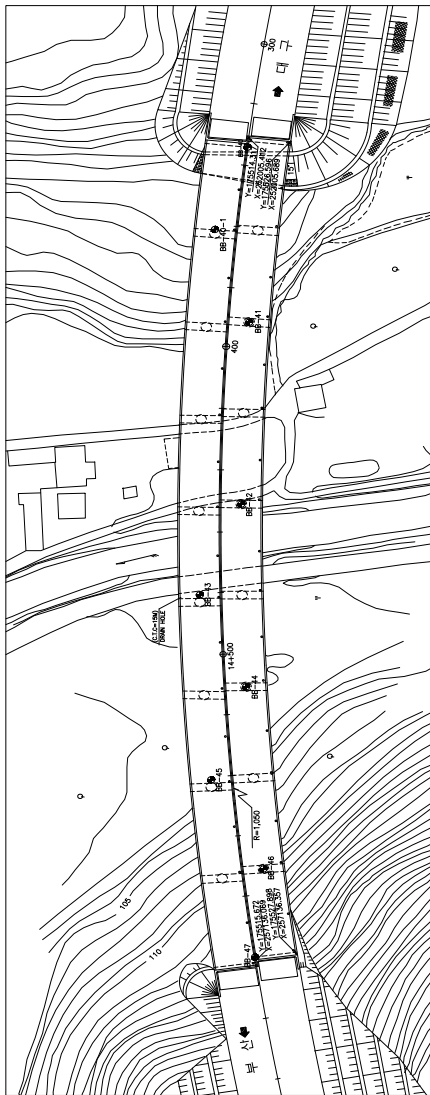
삼성2교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

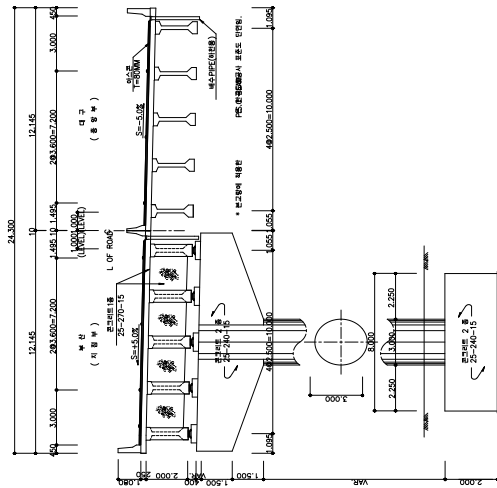
구분		내용		구분		내용	
시설물명		삼성2교		시설물번호		상행 : BR2006-0000990 하행 : BR2006-0000991	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.41	
시설물위치		경상북도 경산시 남천면 삼성리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 76.649~76.919km)	
제원	연장	L = 270.0 m (3 @ 30 + 3 @ 30 + 3 @ 30 = 270m)					
	폭	B = 24.3 m, 4차로					
구조 형식	상부	P.S.CI형 교(PSCI)		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교각-T형(TP) 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		FINGER JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		도시계획도로 광로2-5호		통과높이		15.0 m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 곡선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

■ 중점 점검사항

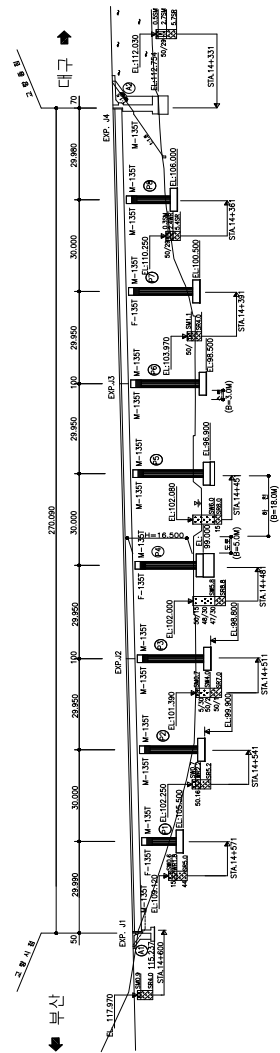
- 교면포장 : 아스콘 패임 및 포트홀, 라벨링
- 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수, 유도배수관 길이부족
- 신축이음 : 유간 및 작동상태 점검
- 교량받침 : 고무재 밀립 진전 및 추가 발생 여부
- 교대/교각 : 배수시설 손상에 의한 콘크리트 박락, 누수흔적 진전 여부
- 바 닥 판 : 균열 및 표면균열 진전 여부



평면도



단면도



단면도

[삼성2교 중·평면도]

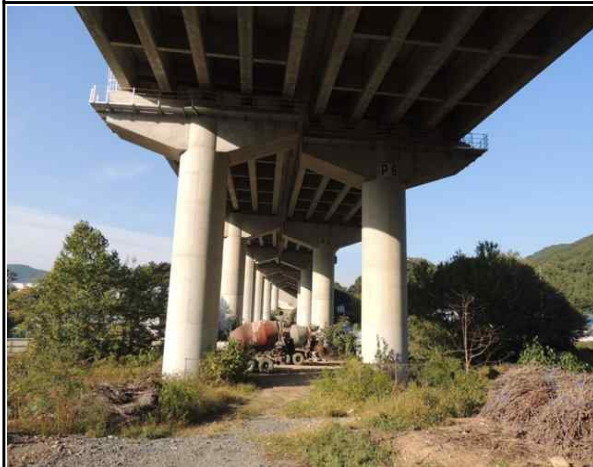
삼성2교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전경



신축이음



교량받침

목 차(삼성2교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	68
1.2 자료수집 및 분석	75

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	79
2.2 내구성조사 결과	99

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	102
3.2 하행선 상태평가	103

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	104
4.2 결 언	105

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	106
5.2 유지관리방안	111

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

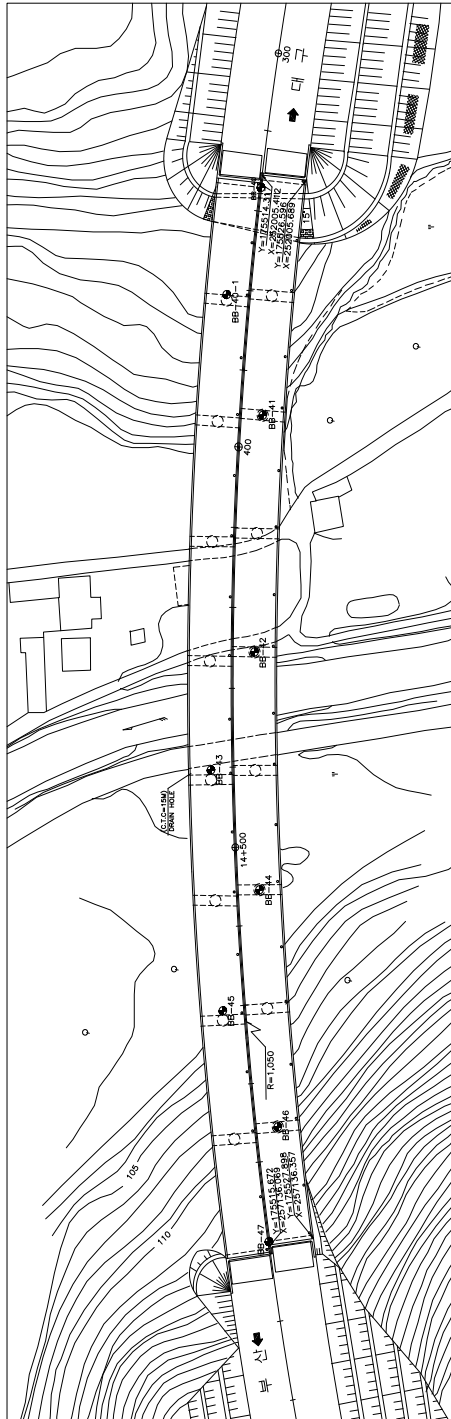


<그림 1.1.1> 삼성2교 전경

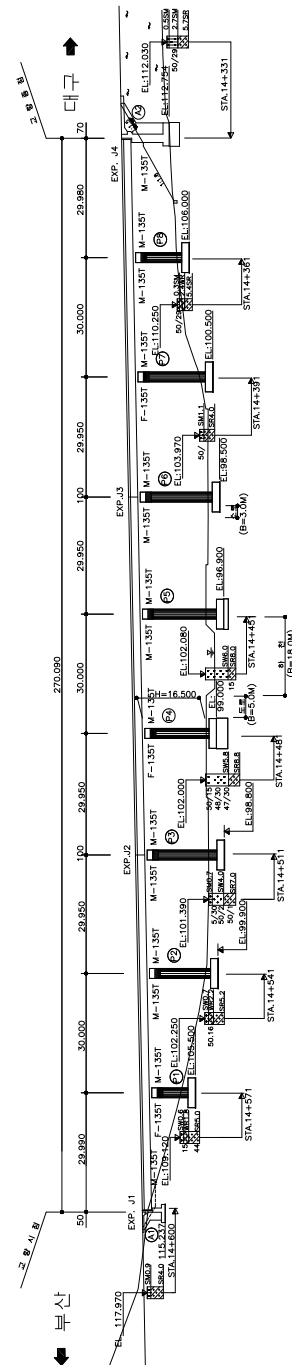
[표 1.1.1] 삼성2교 기본현황

구 분		내 용	구 분	내 용	
교 량 명		삼성2교	설 계 하중	DB-24	
위 치	공사이정	STA. 14+600.00~14+331.00	종별구분	2종 시설물	
	관리이정	부산기점 76.647~76.917km			
시 설 물 관리번호		dbw BR. 41	시설물번호	상행선 BR2006-0000990 하행선 BR2006-0000991	
상부 구조	형식	P.S.C Beam			
	연장	3@30+3@30+3@30=270m	교 폭		24.3 m
하부 구조	교각	T형	기초 형식	교 각	직접기초
	교대	역T형식		교 대	말뚝기초
교좌장치		탄성고무받침	신축이음	RAIL JOINT	
교차조건		계곡부 횡단	교 고	16.0 m	
설 계 사		(주)용마 엔지니어링	시 행 자	신대구부산고속도로(주)	
감 리 사		한국건설관리공사 (주)용마 엔지니어링 동일기술공사	시 공 자	SK건설(주) (주)경동	
관리주체		신대구부산고속도로(주)	준공년도	2006년 2월 10일	
종단구배		+1.857%	횡단구배	상행선 : -5.0% 하행선 : +5.0%	

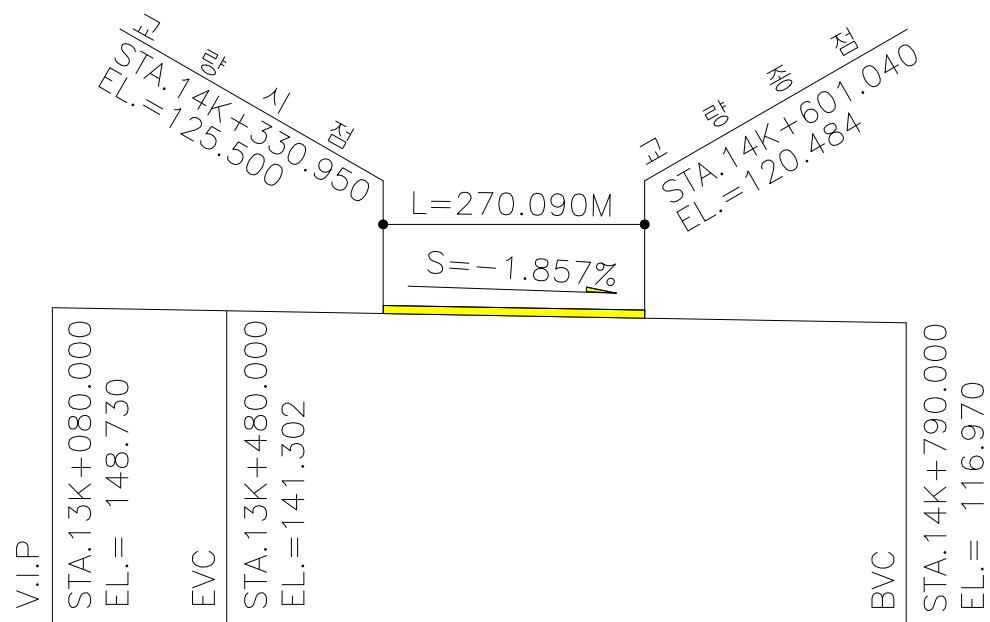
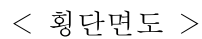
1.1.2 시설물 일반도



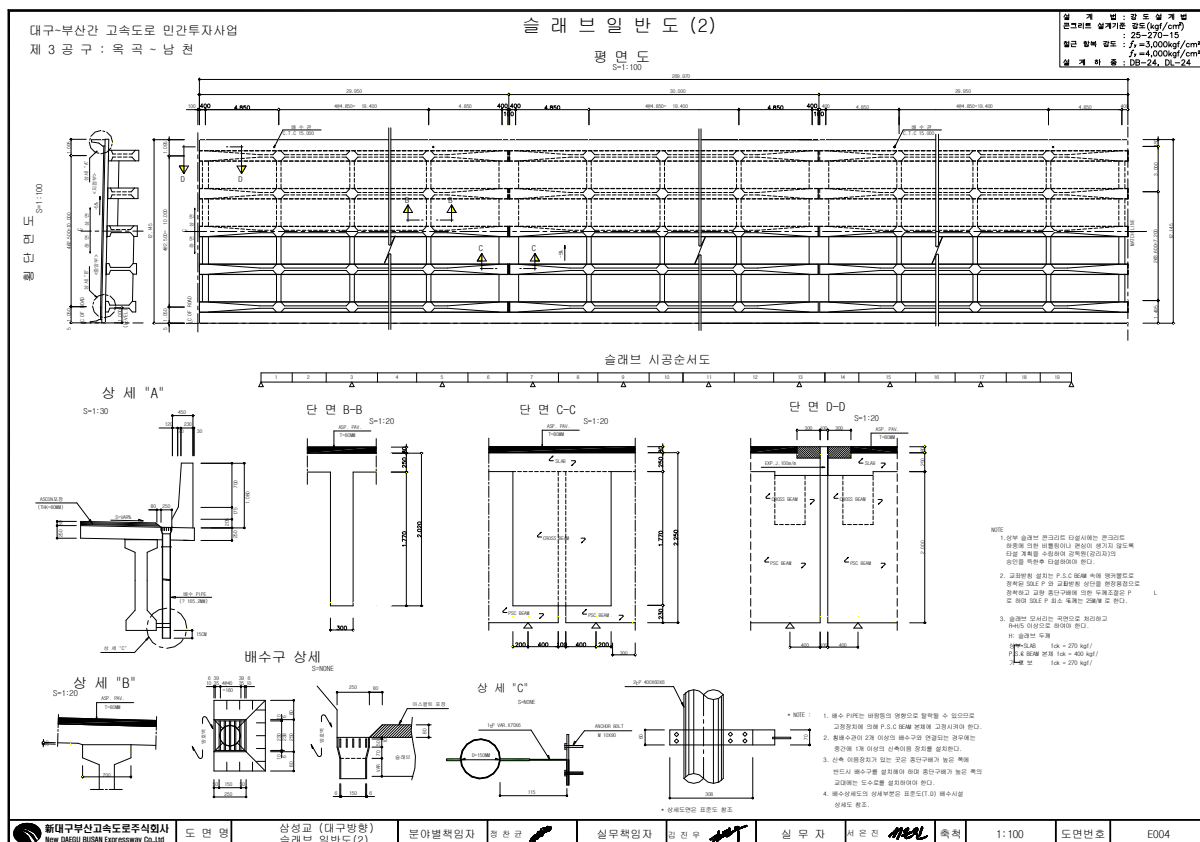
평면도



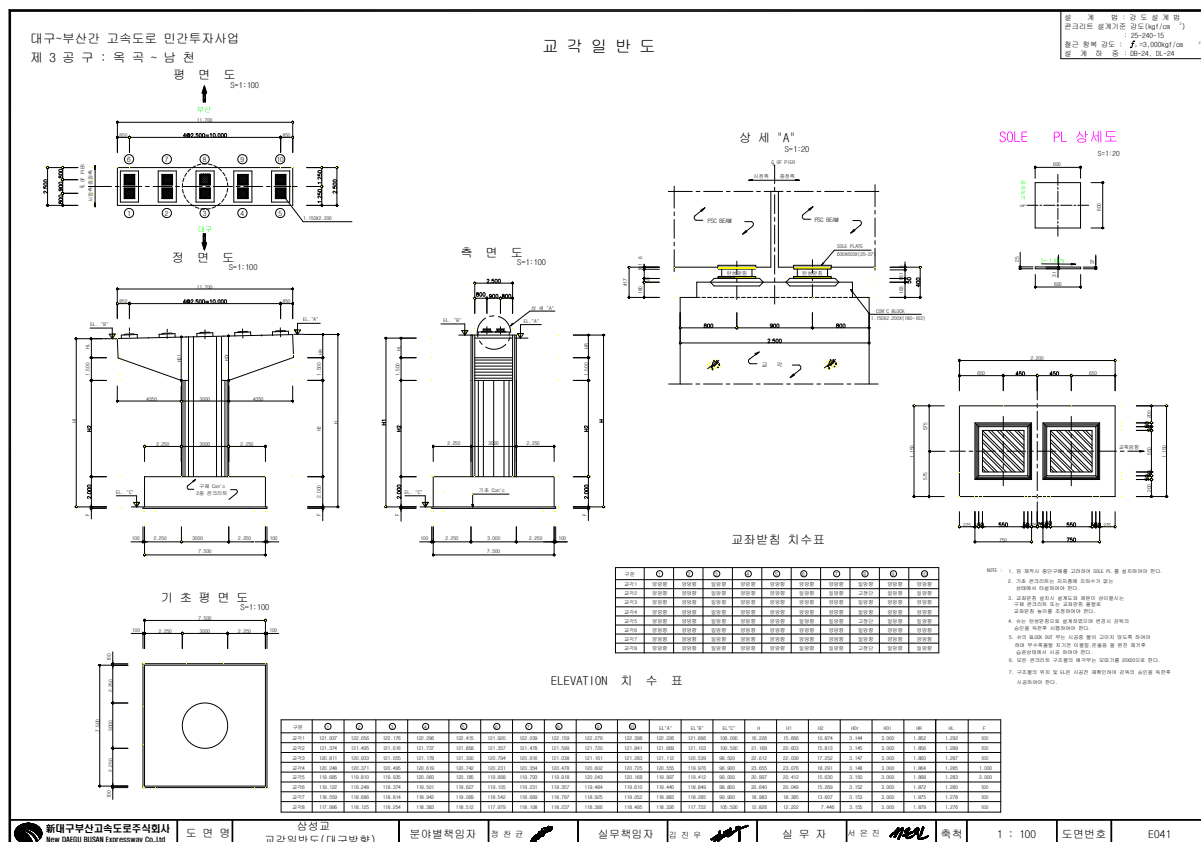
종단면도



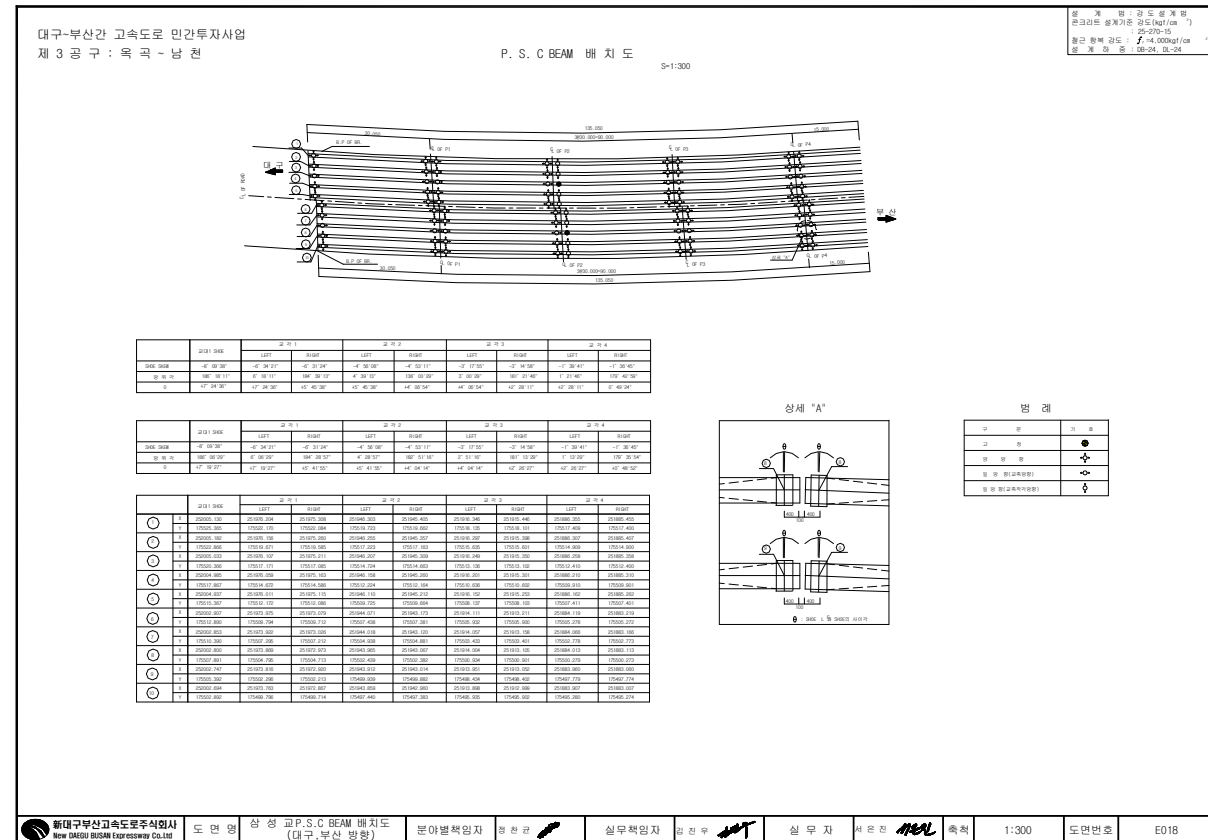
< 종단구배 >



– 71 –



– 72 –



1.1.3 시설물 이력

1) 점검 이력

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. 03. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수 이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2007. 12	- 교각 균열 표면처리 보수 - 배수구 이물질 퇴적 제거	
2	2008. 05	- 방호벽 균열 표면처리 보수 시행 - 교대, 교각 균열, 표면균열 표면처리 보수 - 배수구 이물질 퇴적 제거	
3	2008. 10	교대 및 교각부 균열보수, 방호벽 균열보수	
4	2009. 05	- 배수구 이물질 퇴적 제거 - 주형 콘크리트 파손 단면보수 - 교대 이물질 퇴적 제거	
5	2009. 10	- 교대, 교각, 슬래브 하면 균열 표면처리 보수 - 배수관 이음부 누수 정비 - 방호벽 텔리네이터 파손 재설치	
6	2011. 03	- 배수관 누수부 정비 - 받침장치 밀림부 프리셋팅 - 교대, 교각 균열 표면처리	
7	2011. 10	받침장치 밀림부 프리셋팅	
8	2012. 05	PC BEAM 콘크리트 파손부 및 균열부 보수	
9	2012. 06	- P3,P6(양방향) 교량점검시설 설치공사 - 교대 및 교각 균열보수 및 백태제거, 단면복구	

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

삼성2교 대한 설계도 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로 R.C 시설물은 강도설계법, P.S.C 주형은 허용응력설계법으로 설계하였으며, 내진설계는 가속도 계수 $A=0.154$ 로 적용하여 내진 1등급교로 적용하였으며, 해석방법은 단일모드 및 복합모드 스펙트럼으로 해석하였다. 받침장치는 탄성받침을 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	전반적으로 양호한 상태이며, 시설물의 종합평가등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가됨. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 공용년수 증가로 일부 부재에서 구조적으로 문제가 없는 경미한 손상현황이 발생 및 진전중인 것으로 조사됨. 점검결과 본 교량은 전반적으로 보수가 이루어진 상태이며, 추가 발생한 손상현황은 상부구조에서 방호벽 균열($CW \leq 0.2mm$), 충분대 파손, JOINT 본체 이물질 퇴적, 후타재 균열, 배수구 이물질 퇴적 등이며, 하부구조의 교각 기둥부의 $0.2mm$ 이하 균열이 일부 발생한 것으로 조사됨. 따라서, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상에 적절한 보수를 실시하여, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이며 일부부재에 구조적으로 큰 문제가 없는 손상현황이 발견되었으나 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부의 보수를 실시 및 유지관리가 필요함. 특히 차량의 주기적 진동으로 인한 충분대 콘크리트 파손 및 후타재 균열 등의 손상 등은 주기적인 점검을 통한 내구성 증진이 필요

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	전반적으로 양호한 상태이며, 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 함. 특히, 배수관 연결부 누수, 배수관 내의 이물질에 의한 상부 배수저하, 신축이음 유간 이물질 퇴적 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 공용년수 증가로 일부 부재에서 구조적으로 문제가 없는 경미한 손상현황이 발생 및 진전중인 것으로 조사됨. 점검결과 본 교량은 기 발생된 손상의 보수는 이루어지지 않았으며, 추가 발생된 손상현황은 상부구조에서 방호벽 균열($CW \leq 0.2mm$) 및 하행선 방호벽의 전 경간에 표면균열, 중분대 파손, 후타재 균열, 배수구 이물질 퇴적 등이며, 하부구조의 교각 기둥부의 0.2mm 이하 균열이 일부 발생된 것으로 조사됨. 따라서, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상에 적절한 보수를 실시하여, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이며, 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 손상이 발생된 상태이며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 함. 특히, 중분대의 주기적인 진동으로 인한 중분대 파손, 교대·교각에 발생한 폭 0.1~0.3mm 균열 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이며 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 손상이 발생된 상태이며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 함. 특히, 중분대의 주기적인 진동으로 인한 중분대 파손, 교대·교각에 발생한 폭 0.1~0.3mm 균열, 플레이트 부식등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요

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	2교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 손상이 발생된 상태이며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 교면포장의 포트홀 및 라벨링, 교대 · 교각의 콘크리트 파손, 균열, 난간의 균열(폭 0.1~0.2mm, 0.3mm이상) 및 백태등으로 부재의 내구성저하 현상의 원인이 되고 있다. 기 발생된 손상현황에 대하여는 내구성 저하에 따른 추가적인 손상방지를 위하여 교면포장 및 난간, 교대, 교각의 보수 및 주기적인 점검 등의 유지관리가 필요.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	교대의 흙벽에 균열 및 백태, 받침장치의 플레이트 부식, 주형의 인양 Hole주위 콘크리트 파손 등의 손상이 확인되었다. 교량의 내구성 및 사용성에는 문제가 없으나, 받침장치 도장처리, 콘크리트 파손부위 단면보수 등의 유지관리차원의 보수공사와 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다. 특히, 상행선 A1-SH1, SH4, SH5, A2-SH3, SH4 및 하행선 A1-SH5에서 받침장치 본체의 편기가 조사되어 이에 따른 적절한 보수 및 보강이 필요하며, 향후 재발생 및 진전 여부에 대해서는 정기적으로 점검해야 할 것으로 판단됨.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	금번 점검시 조사된 바닥판 하면의 백태, 배수관 접합부 누수, 배수관 볼트 탈락, 변형 및 부식은 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 것으로 판단된다. 이전 점검과 비교시 손상의 진전은 미미하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전여부를 주기적으로 점검해야 할 것으로 사료된다. 특히, 기 발생된 상행선 A1-SH2, SH4, SH5, A2-SH3, SH4, 하행선 A1-SH5에서의 받침장치 본체의 편기는 이에 따른 적절한 보수 및 보강이 필요.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생된 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰등을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 바닥판하면 백태, 주형 및 가로보 미세균열, 교대 및 교각 균열, 교대 백태, 콘크리트 파손, 신축장치 주변 교면포장 패임 및 함몰, 배수구 막힘 및 배수관 연결부 볼트탈락, 누수 및 배수관 변형, 방호벽 및 중분대 균열, 백태, 파손, 신축유간부 이물질퇴적 및 후타재 균열, 받침장치 고무재 밀림, 몰탈 균열, 경미한 파손등이다. 특히 받침장치 고무재 밀림의 경우 전회점검이후 대부분 보수가 완료되었으나, A1SH5의 경우 미보수된 상태이며, 밀림현상이 일부 진전된 것으로 조사되어, 이에 대한 보수가 필요하며, 보수 후에도 밀림현상의 재발생여부에 대한 주의관찰이 필요.

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	삼성2교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 주요 손상으로는 바닥판하면 백태, 주형 미세균열, 교대 백태, 신축장치 주변 교면포장 패임 및 함몰, 배수구 막힘 및 배수관 연결부 볼트탈락, 누수 및 배수관 변형, 방호벽 및 중분대 균열, 백태, 신축유간부 이물질 퇴적 및 후타재 균열, 받침장치 몰탈 균열, 경미한 파손 등이다. 특히 받침장치 고무재 밀립의 경우 전회점검 이후 보수가 실시되었으나, 보수 후에도 밀립현상의 재발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	삼성2교는 주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 바닥판하면 종조인트부 백태, 교대 폼타이부 백태, 배수구 막힘 및 배수관 연결부 볼트탈락, 누수 및 배수관 변형, 방호벽 및 중분대 보수부 재균열, 신축유간부 이물질 퇴적 및 후타재 균열, 받침장치 고무재 밀립, 몰탈 파손 등이 조사되었다. 특히, 받침장치 고무재 밀립(A1 SH5)의 경우 전회점검 이후 밀립현상이 일부 진전된 것으로 조사되어, 이에 대한 보수가 필요하며, 보수 후에도 밀립현상의 재발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	삼성2교는 주부재와 보조부재에 일부 손상이 발생하였으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 주요 손상으로는 바닥판하면 쉐일레버부 파손 및 철근노출, 교대 균열, 교각 코핑부 표면 균열 및 누수흔적, 배수관 연결부 볼트탈락, 누수 및 배수관 변형, 방호벽 및 중분대 보수부 재균열, 신축이음 후타재 균열, 받침장치 무수축몰탈 파손 등이 조사되었고, 기 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요하다. 특히, 전회 점검시 조사된 받침장치 고무재 밀립(하행선 A1 SH5)의 경우, 현재는 양호한 상태이나, 향후 주기적인 점검을 통해 밀립 재발생 여부 및 이상징후 등을 주의관찰하는 것이 바람직하다.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	삼성2교는 주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 바닥판하면 쉐일레버 파손 및 철근노출, 표면균열, 교대 균열, 교각 표면균열 및 누수 흔적, 박락, 배수관 연결부 볼트탈락, 배수관 변형 및 이음부 누수, 방호벽 및 중앙분리대 보수부 재균열, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 Plate 녹발생, 본체 슬라이딩 등이 조사되었다. 특히, 교량받침 하행선 P6에 발생한 슬라이딩(고무재 밀립)의 경우, 탄성받침 이탈 방지 스토퍼를 설치하고, 향후 주기적인 점검을 통해 교량받침 이동량 및 밀립 재발생 여부 등에 대한 주의관찰이 필요하다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

삼성2교는 2006년에 준공된 교량연장 270m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경북 경산시 남천면 삼성리에 위치하며, 최대경간장 30m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 1.857%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 교각은 T형, 교대는 역T형 형식이며, 기초는 직접기초로 시공되어 있다.

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

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 단부 파손 및 철근노출, 재료분리, 건조수축에 의한 균열 및 표면균열 등이 국부적으로 조사되었다. 조사된 손상들은 시공당시에 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

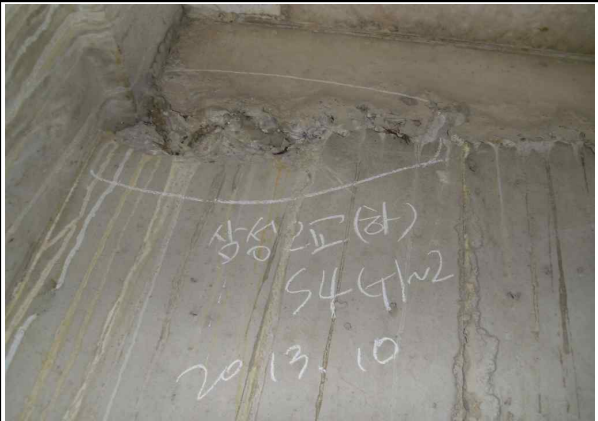
			
위 치	상행선 S7(P6)	위 치	상행선 S3
현 황	파손 및 철근노출	현 황	재료분리

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S3	재료분리	1	A=0.18m ²	
	S6	표면균열	4	A=36.0m ²	
	S7	표면균열 파손, 철근노출	1 1	A=3.0m ² A=0.09m ²	
하행선	S3	표면균열	2	A=10.0m ²	
	S4	균열(cw≤0.2mm) 표면균열	1 2	L=1.5m A=6.0m ²	
	S6	표면균열	4	A=20.0m ²	
	S7	표면균열	4	A=15.0m ²	

2) 주형 및 가로보

주형에 대한 외관조사 결과, 인양홀 주변 파손, Plate 매립부 파손이 조사되었으며, 가로보의 경우, 건조수축에 의한 균열, 콘크리트 파손 및 들뜸 등의 손상이 국부적으로 조사되었다. 현재 발생한 손상으로 구조물의 안전성에는 큰 문제가 없으나, 내구성 확보를 위해 손상에 대한 보수가 필요하다.

			
위 치	주형 및 가로보 상·하행선	위 치	하행선 S4 G1-2
현 황	진 경	현 황	가로보 콘크리트 파손

			
위 치	하행선 S3G1	위 치	상행선 S6G1
현 황	Plate 매립부 파손	현 황	Plate 매립부 파손

[표 2.1.2] 주형 및 가로보

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S3	주형 인양홀 주위 파손	3	$A=0.03m^2$	
	S4	주형 인양홀 주위 파손	6	$A=0.24m^2$	
	S6	주형 인양홀 주위 파손	1	$A=0.04m^2$	
		주형 Plate 매립부 파손	1	$A=0.04m^2$	
	S7	주형 인양홀 주위 파손	1	$A=0.01m^2$	
하행선	S9	주형 Plate 매립부 파손	1	$A=0.03m^2$	
	S1	주형 Plate 매립부 파손	2	$A=0.02m^2$	
	S3	주형 인양홀 주위 파손	1	$A=0.01m^2$	
		주형 Plate 매립부 파손	2	$A=0.08m^2$	
		가로보 콘크리트 파손	2	$A=0.23m^2$	
	S4	주형 인양홀 주위 파손	2	$A=0.02m^2$	
		가로보 콘크리트 파손	1	$A=0.15m^2$	
	S6	가로보 들뜸	2	$A=0.18m^2$	
	S7	주형 인양홀 주위 파손	1	$A=0.04m^2$	
		가로보 균열($cw \leq 0.2mm$)	1	$L=1.5m$	

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 바닥판하면 및 주형과 교대 흉벽 사이의 간격을 측정하여 기록 하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 18.2℃)

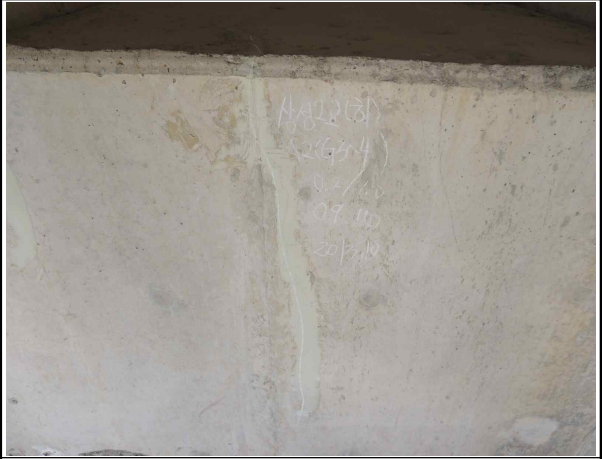
위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	35	110	50	60	
P3	105	130	110	150	
P6	120	160	130	155	
A2	80	140	80	100	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 바닥판하면 사이의 유간거리는 신축량이 가장 큰 P3지점에서 상행선이 약 10.5cm, 하행선이 약 11.0cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(18.2℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 35℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 1.5cm 정도인 바, 본 교량의 유간은 여유가 있는 것으로 평가된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 직접기초에 역T형 구조로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 국부적인 백태, 보수부 재균열, 교대주위 인화성물질 적치 등이 조사되었다. 조사된 손상은 비구조적인 손상이나, 구조물의 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	상행선 A1	위 치	하행선 A2
현 황	흙벽부 백태	현 황	보수부 재균열

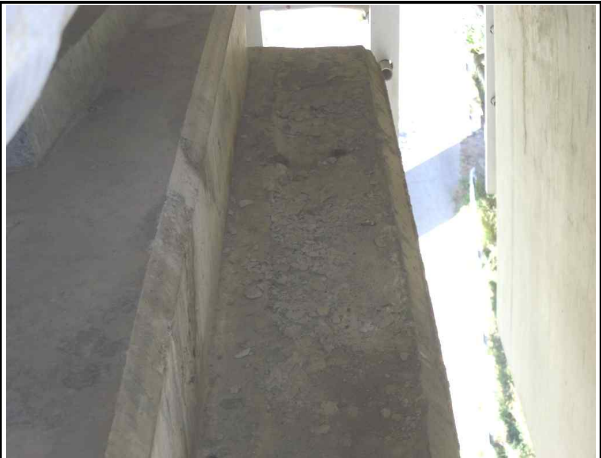
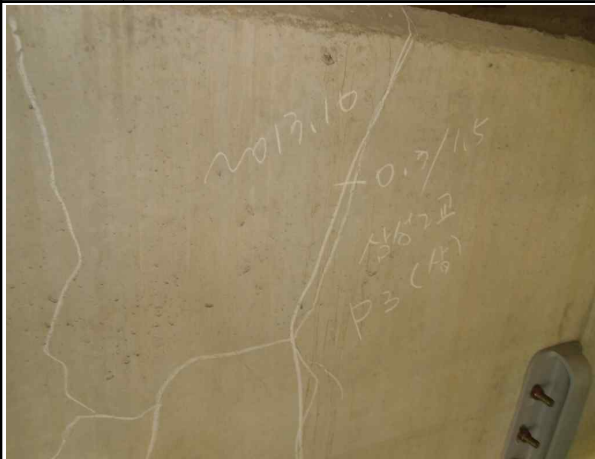
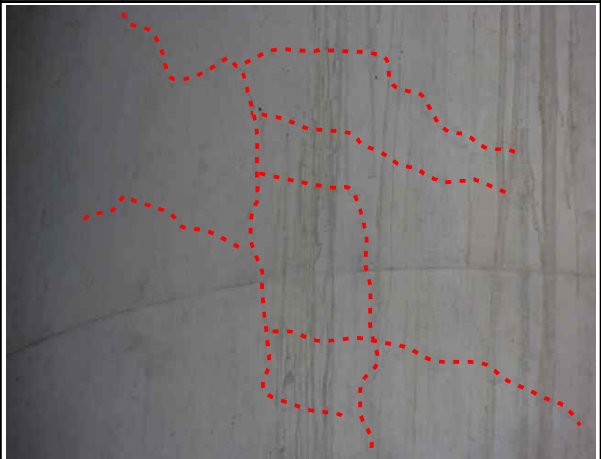
[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	콘크리트 백태 인화성물질 적치 균열($cw \leq 0.2mm$)	1 1 1	$A=0.1m^2$ $A=1.0m^2$ $L=0.3m$	
	A2	균열($cw \leq 0.2mm$)	4	$A=5.7m^2$	
하 행 선	A1	상태양호	-	-	
	A2	균열($cw \leq 0.2mm$)	1	$L=1.0m$	

2) 교각

교각은 직접기초에 T형 구조로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 건조수축에 의한 균열 및 표면균열, 누수흔적, 콘크리트 박락, 재료분리, 코핑부 상면 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다.

조사된 손상들은 콘크리트의 재료적·시공적 특성에 의해 발생한 비구조적인 손상으로 내구성 확보 차원에서 보수가 필요하며, 코핑부에 발생한 콘크리트 박락의 경우 유도배수관 길이부족으로 인해 노면수가 교각으로 낙수 되어 발생한 손상으로 배수시설과 연계하여 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	상행선 P3	위 치	하행선 P6
현 황	코핑부 상면 콘크리트 박락	현 황	코핑부 상면 콘크리트 박리
			
위 치	상행선 P3	위 치	상행선 P3
현 황	코핑부 균열(폭 0.3mm)	현 황	기둥부 표면균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	P1	균열($cw \leq 0.2mm$)	1	L=1.5m	
	P2	균열($cw \leq 0.2mm$)	23	L=31.0m	
		균열($cw \geq 0.3mm$)	10	L=15.5m	
	P3	균열($cw \leq 0.2mm$)	3	L=1.8m	
		균열($cw \geq 0.3mm$)	5	L=13.5m	
		표면균열	12	A=29.02m ²	
		폐콘크리트 적치	1	A=0.16m ²	
		콘크리트 박락	1	A=0.15m ²	
하행선	P4	균열($cw \leq 0.2mm$)	13	L=14.0m	
	P5	누수흔적	1	A=6.0m ²	
		균열($cw \leq 0.2mm$)	13	L=16.0m	
		표면균열	4	A=4.8m ²	
	P6	균열($cw \leq 0.2mm$)	9	L=4.6m	
		균열($cw \geq 0.3mm$)	6	L=15.0m	
		누수흔적	1	A=1.6m ²	
		표면균열	4	A=7.5m ²	
하행선	P7	재료분리	1	A=0.1m ²	
		균열($cw \leq 0.2mm$)	8	L=8.0m	
		균열($cw \geq 0.3mm$)	2	L=7.0m	
		표면균열	4	A=16.0m ²	
	P1	균열($cw \leq 0.2mm$)	22	L=29.0m	
	P2	균열($cw \geq 0.3mm$)	1	L=2.5m	
		균열($cw \leq 0.2mm$)	20	L=18.2m	
	P3	균열($cw \leq 0.2mm$)	13	L=8.1m	
		균열($cw \geq 0.3mm$)	4	L=12.0m	
		누수흔적	1	A=3.0m ²	
하행선	P4	표면균열	8	A=11.16m ²	
		균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=7.0m	
	P5	균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=8.0m	
		표면균열	2	A=2.0m ²	
	P6	균열($cw \leq 0.2mm$)	12	L=5.3m	
		균열($cw \geq 0.3mm$)	4	L=12.0m	
		표면균열	6	A=5.18m ²	
		콘크리트 박리	1	A=0.5m ²	
하행선	P7	균열($cw \leq 0.2mm$)	12	L=18.0m	
		표면균열	3	A=12.0m ²	
하행선	P8	균열($cw \leq 0.2mm$)	9	L=11.5m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

받침 장치는 탄성고무받침으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 무수축물탈 균열 및 파손, 받침콘크리트 균열, Plate 녹발생 등의 손상이 조사되었다.

전회 점검시 조사된 하행선 P6 SH5의 고무재 밀림의 경우, 약 0.5cm 정도 진전된 것으로 조사되어 고무재 이탈 방지 스토퍼를 설치하고 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	상행선 P6 SH10	위 치	하행선 P5 SH2
현 황	받침콘크리트 균열(폭 0.1mm)	현 황	받침콘크리트 균열(폭 0.1mm)
			
위 치	하행선 P6 SH5		
현 황	본체 고무재 밀림(슬라이딩)		

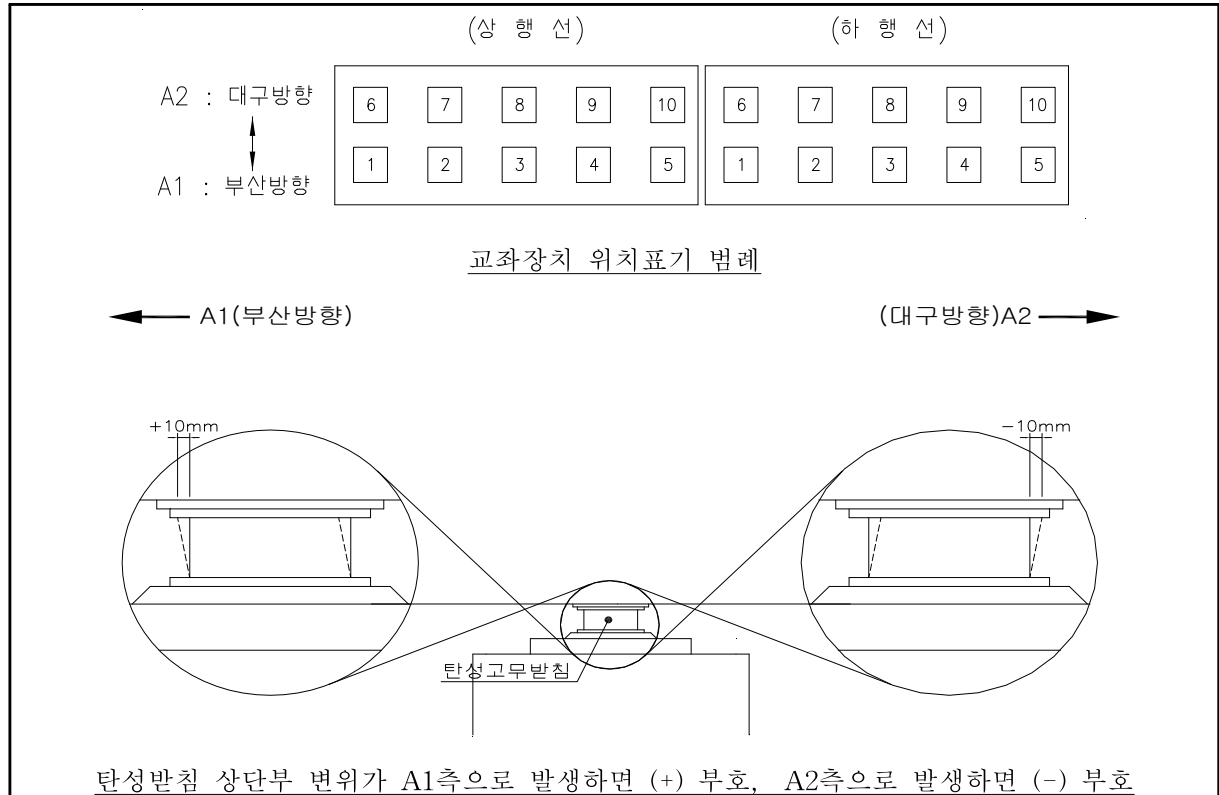
			
위 치	상행선 P3 SH5	위 치	상행선 P6 SH8
현 황	Plate 녹발생	현 황	Plate 녹발생

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	P2	무수축물탈 균열 받침콘크리트 균열	1 8	L=0.1m L=0.8m	
	P3	Plate 녹발생 받침콘크리트 균열	10 2	10EA L=0.4m	
	P4	받침콘크리트 균열	1	L=0.2m	
	P5	무수축물탈 균열 받침콘크리트 균열	2 3	L=0.2m L=0.3m	
	P6	Plate 녹발생 받침콘크리트 균열	5 2	5EA L=0.4m	
하행선	A1	무수축물탈 파손	1	A=0.01m ²	
	P1	무수축물탈 균열	1	L=0.1m	
	P2	받침콘크리트 균열	2	L=0.2m	
	P3	Plate 녹발생	10	10EA	
	P5	받침콘크리트 균열	4	L=0.4m	
	P6	받침콘크리트 균열 Plate 녹발생 슬라이딩	1 10 1	L=0.3m 10EA 1EA	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.7], [표 2.1.8]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 교좌장치 이동량 측정결과(측정일 온도 18.2℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	
P1	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P2	+2	+2	+3	+3	+3	+5	+5	+5	+5	+5	
P3	+2	+2	+2	+3	+3	+2	+2	+2	+3	+3	
P4	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P7	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A2	0	0	0	0	+5	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix), 허용변위량(고무높이의 70%) : 50.4mm

[표 2.1.8] 하행선 교좌장치 이동량 측정결과(측정일 온도 18.2℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	
P1	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P4	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P6	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	
P7	F	F	F	F	F	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), 허용변위량(고무높이의 70%) : 50.4mm

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.

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 18.2°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $18.2^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 23.2^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 18.2^{\circ}\text{C} = 16.8^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 23.2 \times 60000 = 13.9\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 16.8 \times 60000 = 10.1\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($2 \times 30 = 60\text{m}$)

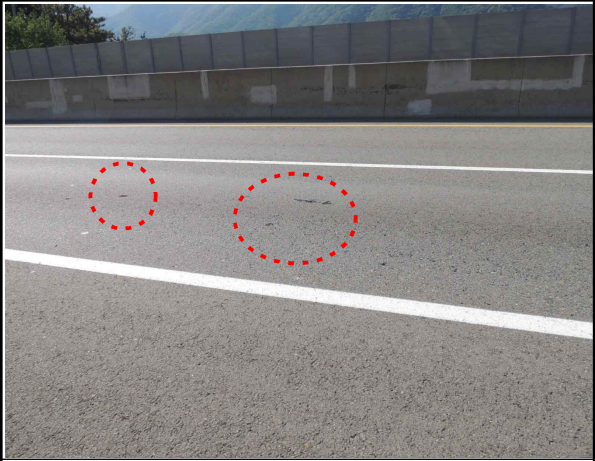
ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 13.9mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 10.1mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강 시에는 약 50.4mm, 온도 상승 시에는 약 50.4mm 정도를 보유하고 있으므로, 받침장치의 가동여유량에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘 포장(T=8cm)으로 시공된 교면포장은 일부구간 보수가 실시되었으나, 공용중 차량 통행에 의한 국부적인 아스콘 패임 및 포트홀, 라벨링, 아스콘 균열 등이 남아있는 것으로 조사되었다. 교면포장의 경우 지속적인 운하중으로 인하여 손상이 재발생하는 경우가 빈번하므로 보수 이후에도 지속적인 주의관찰 및 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

			
위 치	교면포장	위 치	상행선 S1
현 황	전 경	현 황	아스콘 패임
			
위 치	상행선 S4	위 치	상행선 S1
현 황	아스콘 라벨링	현 황	아스콘 패임 보수완료

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	라벨링 패임	2 5	A=10.0m ² A=0.09m ²	
	S2	라벨링	1	A=2.0m ²	
	S3	포트홀	1	A=0.01m ²	
	S4	라벨링	1	A=5.0m ²	
	S6	균열	1	L=4.0m	
	S7	라벨링	1	A=5.0m ²	
	S8	라벨링	1	A=5.0m ²	
하행선	S4	포트홀	1	A=0.01m ²	
	S6	포트홀	1	A=0.01m ²	
	S7	라벨링	1	A=2.0m ²	
	S9	포트홀 라벨링	1 1	A=0.01m ² A=3.0m ²	

2) 신축이음

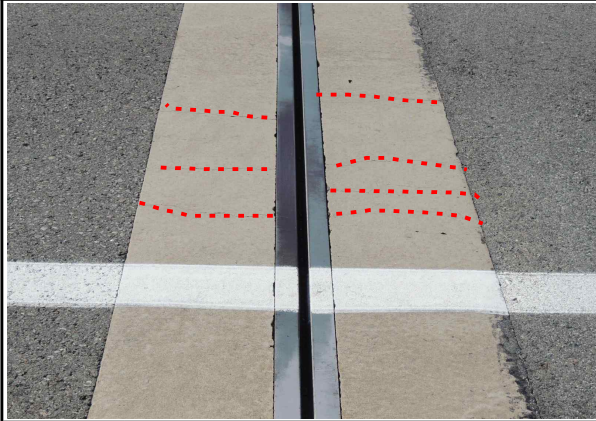
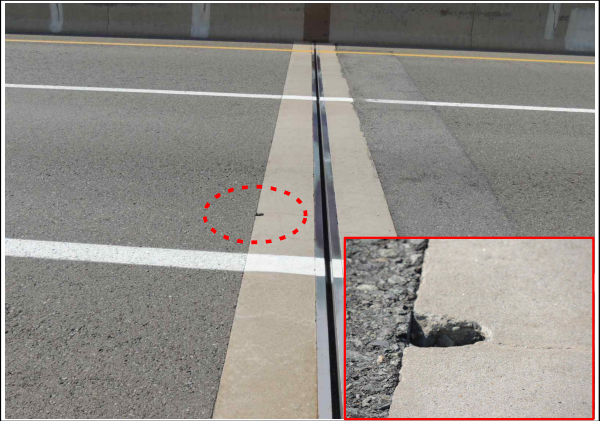
① 본체

신축이음장치는 Rail Joint Type으로 시공되었으며, 외관조사 결과, 유간부 이물질 퇴적이 조사되었다. 현재 신축이음장치의 가동상태는 양호한 것으로 보아 이물질퇴적으로 인한 문제는 없으나, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

			
위 치	상행선 Exp.J1(A1)	위 치	상행선 Exp.J2(P3)
현 황	신축이음부 이물질 퇴적	현 황	신축이음부 이물질 퇴적

② 후타재

후타재의 경우, 건조수축으로 인한 균열이 다수 조사되었으며, 경미한 후타재 파손이 1개소 발생하였다. 균열의 경우, 전차 점검과 비교시 손상의 진전은 없는 상태이나, 지속적인 차량통행으로 인하여 손상이 진전될 수 있으므로 보수 이후에도 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 Exp.J2(P3)	위 치	상행선 Exp.J3(P6)
현 황	후타재 균열(폭 0.1mm)	현 황	후타재 파손

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$) 유간 이물질 퇴적	16 2	L=4.8m L=3.0m	
	Exp.J2 (P3)	후타재 균열($cw \geq 0.3mm$) 유간 이물질 퇴적	13 2	L=3.9m L=2.2m	
	Exp.J3 (P6)	후타재 균열($cw \geq 0.3mm$) 후타재 파손 유간 이물질 퇴적	14 1 1	L=4.2m $A=0.01m^2$ L=0.7m	
	Exp.J4 (A2)	후타재 균열($cw \geq 0.3mm$) 유간 이물질 퇴적	5 2	L=1.5m L=2.0m	
하행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$) 유간 이물질 퇴적	14 1	L=4.2m L=2.0m	
	Exp.J2 (P3)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$) 유간 이물질 퇴적	21 1	L=5.4m L=1.5m	
	Exp.J3 (P6)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$) 유간 이물질 퇴적	13 1	L=3.9m L=1.5m	
	Exp.J4 (A2)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$) 유간 이물질 퇴적 접속슬래브 이격	15 2 1	L=6.0m L=2.0m L=3.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
EJ1 (A1)	33	28	NO. 50
EJ2 (P3)	22	22	NO. 100
EJ3 (P6)	35	36	NO. 100
EJ4 (A2)	25	30	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 8년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 10월 24일, 일평균기온 : 18.2°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $18.2^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 23.2^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 18.2^{\circ}\text{C} = 16.8^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 23.2 \times 90000 = 20.9\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 16.8 \times 90000 = 15.1\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($3 \times 30 = 90\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 20.9mm가 감소하고, 온도 상승시에는 약 15.1mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강 시에는 약 45mm, 온도 상승 시에는 약 25mm 정도를 보유하고 있으므로, 신축여유량에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 방호벽

난간은 철근콘크리트 방호벽으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 균열 및 보수부재균열($CW \leq 0.2mm$), 차량충돌에 의한 콘크리트 파손 등의 손상이 조사되었다. 난간은 시설물의 주요부재가 아닌 기타부재로서 구조물의 안전성에는 영향이 없으나, 난간의 미관성 및 사용성 확보 차원에서 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1	위 치	상행선 S5
현 황	방호벽 수직균열(폭 0.2mm)	현 황	방호벽 콘크리트 파손

[표 2.1.12] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$)	2	L=2.0m	
	S2	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=6.0m	
	S3	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$) 중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	1 6	L=1.0m L=3.6m	
	S4	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$) 중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	1 8	L=4.8m L=7.0m	
	S5	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$) 방호벽 파손 중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	1 2 2	L=1.0m $A=0.07m^2$ L=2.0m	
	S6	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$) 중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	8 4	L=4.8m L=4.0m	
	S7	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$) 중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	6 5	L=6.0m L=10.0m	
	S9	방호벽 균열($cw \leq 0.2mm$)	7	L=7.0m	
하 행 선	S1	중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	9	L=5.8m	
	S2	중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=3.6m	
	S6	중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=6.0m	
	S7	중분대 균열($cw \leq 0.2mm$)	13	L=18.0m	

4) 배수시설

배수시설은 산악형 및 육교형의 혼합형으로 시공되어있으며, 외관조사 결과, 배수구 막힘, 배수관 변형 및 연결부 누수, 연결볼트 탈락, 유도배수관 길이부족 등의 손상이 조사되었다.

배수구 막힘의 경우 주기적인 정비가 필요하며, 배수관 이음부 누수 및 유도배수관 길이부족은 하부구조로 우수를 유입시켜 콘크리트 열화 및 교량받침 부식 등을 유발하므로 손상별 적절한 정비가 필요하다.

					
위 치	상행선 S2	위 치	상행선 S9		
현 황	배수구 막힘	현 황	배수관 연결부 볼트 탈락		
					
위 치	상행선 S4(P3)				
현 황	유도배수관 길이부족(하부구조 열화 발생)				

			
위 치	상행선 S7	위 치	상행선 S1
현 황	배수관 연결부 누수	현 황	배수관 연결부 변형 및 누수

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S1	배수구 막힘 배수관 연결부 변형 및 누수	1EA 1EA	
	S2	배수구 막힘	1EA	
	S3	배수구 막힘	1EA	
	S4	배수구 막힘 유도배수관 길이부족	1EA 1EA	
	S5	배수관 연결부 누수	1EA	
	S7	유도배수관 길이부족 배수관 연결부 누수	1EA 1EA	
	S9	배수관 연결부 볼트 탈락	1EA	
하행선	S4	유도배수관 길이부족	1EA	
	S5	배수관 연결부 누수	1EA	
	S7	유도배수관 길이부족	1EA	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

교대 법면의 경우 시점은 자연사면, 종점은 보호블럭으로 시공되었으며, 외관조사 결과, 상·하행선 A2에서 교대와 보호블럭 접합부 이격이 조사되었으나, 전회 점검과 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다. 금번 점검 시 텔리메이터는 모두 교체보수가 실시된 것으로 조사되었으나, 차수관의 경우 앵커볼트 탈락이 일부 조사되어 사용성 측면에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	하행선 P6	위 치	하행선 A2
현 황	차수관 볼트 탈락	현 황	보호블럭 접합부 이격

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	A2	차수관 볼트 변형	2	2EA	
		법면 이격	1	1EA	
하행선	A1	차수관 앵커볼트 불량	9	9EA	
	P6	차수관 앵커볼트 불량	4	4EA	
	A2	법면 접합부 이격	1	L=10.0m	

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)
■ 교면포장: 신축이음장치 주변 패임, 국부적인 포트홀, 라벨링 ■ 배수구: 막힘, 배수관 변형, 누수, 고정볼트 탈락, 유도배수관 길이부족 ■ 방호벽: 균열 및 보수부 재균열 ■ 신축이음: 유간 이물질 퇴적, 후타재 균열 ■ 바닥판: 재료분리, 파손 및 철근노출, 표면균열 국부 발생 ■ 주형: 인양홀 및 플레이트 매립부 파손 ■ 가로보: 상태양호 ■ 받침: 고무재 밀림, 물탈균열, 파손, Plate 녹발생 ■ 교대: 홍벽 수직균열 ■ 교각: 균열, 표면균열, 누수흔적, 박락 ■ 기타: 차수판 볼트 탈락, 텔리네이터 파손	■ 교면포장: <u>일부구간 아스콘 재포장</u> 국부적인 포트홀, 라벨링, 아스콘 패임 ■ 배수구: 막힘, 배수관 변형, 누수, 고정볼트 탈락, 유도배수관 길이부족 ■ 방호벽: 균열 및 <u>보수부 재균열 추가 발생</u> <u>방호벽 차량충돌에 의한 콘크리트 파손</u> ■ 신축이음부: 유간 이물질 퇴적, 후타재 균열 <u>후타재 경미한 파손 발생</u> ■ 바닥판: 재료분리, 파손 및 철근노출, <u>표면균열 추가 발생</u> ■ 주형: 인양홀 주변 파손 <u>Plate 매립부 파손 추가 발생</u> ■ 가로보: <u>균열, 시공이음부 파손, 들뜸 발생</u> ■ 받침: 고무재 밀림, 물탈균열, 파손, Plate 녹발생, <u>받침콘크리트 균열 발생</u> ■ 교대: 홍벽 수직균열 ■ 교각: 누수흔적, 박락 <u>균열 및 표면균열 추가 발생</u> ■ 기타: 차수판 볼트 탈락 발생 <u>텔리네이터 파손 교체 보수 실시</u>
기 시행된 점검이후 교면포장에 발생한 손상 및 텔리네이터 파손에 대한 보수가 실시되었으며, 일부 미보수된 구간에서 비구조적인 손상이 조사되었으나, 내구성 확보를 위한 보수 및 주기적인 관찰을 통한 유지관리가 필요하다. 특히, 교량받침 고무재 밀림의 경우 지속적인 점검을 통한 손상의 진전 여부에 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, (상행선) 바닥판하면의 강도 27.2~28.3 MPa, P.S.C 주형의 강도 42.8~46.8 MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.3~25.8MPa로, (하행선) 바닥판하면의 강도 27.2~28.8 MPa, P.S.C 주형의 강도 45.2~45.7 MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.4~25.2MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판하면 ⇒ 27 MPa, 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
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구조	1	바닥판하면	S1	54.0	24.8	29.6	27.2	
	2	바닥판하면	S2	55.5	25.8	30.9	28.3	
	3	바닥판하면	S3	55.1	25.5	30.5	28.0	
	4	바닥판하면	S4	54.0	24.8	29.6	27.2	
	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			
					구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
	5	주 형	S6-G3	55.0	48.1	45.5	46.8	
	6	주 형	S7-G1	52.2	45.6	42.8	44.2	
	7	주 형	S8-G2	50.6	44.2	41.3	42.8	

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하 부 구 조	8	교 대	A1	47.1	22.3	26.3	24.3	
	9	교 대	A2	49.2	23.6	28.0	25.8	
	10	교 각	P3	48.3	23.0	27.3	25.2	
	11	교 각	P4	48.5	23.1	27.4	25.3	
	12	교 각	P5	47.6	22.6	26.7	24.6	
	13	교 각	P6	47.9	22.8	27.0	24.9	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정 압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구조	1	바닥판하면	S1	53.9	24.8	29.6	27.2	
	2	바닥판하면	S2	55.2	25.6	30.6	28.1	
	3	바닥판하면	S3	56.1	26.2	31.4	28.8	
	4	바닥판하면	S4	55.1	25.6	30.6	28.1	
	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정 압축강도(MPa)			
					구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
	5	주 형	S6-G2	53.6	46.8	44.2	45.5	
	6	주 형	S7-G3	53.8	47.1	44.4	45.7	
	7	주 형	S8-G1	52.2	46.5	43.8	45.2	

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하 부 구 조	8	교 대	A1	48.2	23.0	27.2	25.1	
	9	교 대	A2	48.4	23.1	27.3	25.2	
	10	교 각	P3	47.9	22.8	27.0	24.9	
	11	교 각	P4	48.3	23.0	27.3	25.1	
	12	교 각	P5	48.3	23.0	27.3	25.2	
	13	교 각	P6	47.2	22.3	26.4	24.4	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 1.0cm로서 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)	잔여깊이 (cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S2	8	0.2	4.0	3.8	a
3	바닥판하면	S3	8	0.4	4.0	3.6	a
4	바닥판하면	S4	8	0.2	4.0	3.8	a
5	바닥판하면	S9	8	0.3	4.0	3.7	a
6	교 대	A2	8	0.9	10.0	9.1	a
7	교 각	P2	8	0.8	10.0	9.2	a
8	교 각	P3	8	0.5	10.0	9.5	a
9	교 각	P4	8	0.3	10.0	9.7	a
10	교 각	P5	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)	잔여깊이 (cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S2	8	0.2	4.0	3.8	a
3	바닥판하면	S3	8	0.2	4.0	3.8	a
4	바닥판하면	S4	8	0.2	4.0	3.8	a
5	바닥판하면	S7	8	0.3	4.0	3.7	a
6	교 대	A2	8	0.6	10.0	9.4	a
7	교 각	P2	8	0.7	10.0	9.3	a
8	교 각	P3	8	1.0	10.0	9.0	a
9	교 각	P4	8	0.6	10.0	9.4	a
10	교 각	P5	8	0.8	10.0	9.2	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량 상태평가 등급 산정 프로그램(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		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연식	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
상행선[1]	PSC I형교	a	a	a	b	b	b	b	a	b	Q	a	-
상행선[2]	PSC I형교	a	a	a	b	b	b	-	b	b	Q	a	-
상행선[3]	PSC I형교	b	b	a	b	b	b	-	b	c	Q	a	a
상행선[4]	PSC I형교	a	b	a	b	b	b	b	b	c	Q	a	a
상행선[5]	PSC I형교	a	a	a	a	b	c	-	b	b	Q	-	a
상행선[6]	PSC I형교	b	b	a	a	a	b	-	b	b	Q	-	a
상행선[7]	PSC I형교	b	b	a	b	b	b	c	b	c	Q	-	-
상행선[8]	PSC I형교	a	a	a	b	a	b	-	a	c	Q	-	-
상행선[9]	PSC I형교	a	b	a	a	b	b	-	a	a	Q	a	-
상행선[10]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	a
평균		0.133	0.156	0.100	0.167	0.178	0.222	0.250	0.160	0.270	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.024	0.031	0.005	0.012	0.005	0.004	0.023	0.014	0.054	-	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.179	
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(2011)”에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.179로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거터	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
하행선[1]	PSC I형교	a	b	a	a	a	b	b	b	b	Q	a	-
하행선[2]	PSC I형교	a	a	a	a	a	b	-	b	c	Q	a	-
하행선[3]	PSC I형교	b	b	b	a	a	a	-	b	b	Q	a	a
하행선[4]	PSC I형교	b	b	b	b	b	a	b	b	c	Q	a	a
하행선[5]	PSC I형교	a	a	a	a	a	a	-	a	b	Q	-	a
하행선[6]	PSC I형교	b	a	b	b	b	b	-	b	b	Q	-	a
하행선[7]	PSC I형교	b	b	b	b	b	b	b	c	c	Q	a	-
하행선[8]	PSC I형교	a	a	a	a	a	a	-	a	b	Q	-	-
하행선[9]	PSC I형교	a	a	a	b	a	a	-	a	b	Q	-	-
하행선[10]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	a
평균		0.144	0.144	0.144	0.144	0.133	0.144	0.200	0.180	0.260	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.026	0.029	0.007	0.010	0.004	0.003	0.018	0.019	0.052	-	0.004	0.003
1. 환산결합도 점수 =												0.175	
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(2011)”에 의한 상태등급 산정결과 결함도 점수가 0.175로 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	상부 구조	바 닥 판	▪ 재료분리, 파손 및 철근노출, 균열, 표면균열 국부 발생
		주 형	▪ 인양홀 주위 파손, Plate 매립부 파손
	하부 구조	교 대	▪ 수직균열, 백태, 구체 상면 철근노출
		교 각	▪ 균열 및 표면균열 발생, 상면 이물질퇴적(폐콘크리트) 발생 ▪ 배수시설 손상에 따른 누수흔적, 콘크리트 박락 발생
	교량받침		▪ 무수축물탈 균열 및 경미한 파손, Plate 녹발생, 받침콘크리트 균열 ▪ 하행선 P6 본체 고무재 밀림
	기 타 부 재	교면포장	▪ 국부적으로 라벨링, 경미한 포트홀, 패임 발생
		신축이음	▪ 본 체 : 유간 이물질퇴적 ▪ 후타재 : 균열 및 경미한 파손 발생
		난 간	▪ 보수부 재균열 및 백태, 차량충돌에 의한 콘크리트 파손 국부 발생
		배수시설	▪ 배수구 막힘, 배수관 연결부 볼트 탈락, 연결부 누수, 배수관 변형 유도배수관 길이부족 발생
	부속시설		▪ 차수관 볼트 풀림 및 탈락 발생
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 바닥판 : 27.2~28.8 MPa, (설계강도 27 MPa) ▪ 주형 : 42.8~46.8 MPa, (설계강도 40 MPa) ▪ 교대 및 교각 : 24.3~25.8 MPa, (설계강도 24 MPa)
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화		▪ 바닥판하면 : 2.0~4.0mm (실측 최소피복두께 40mm) ▪ 교대 및 교각 : 3.0~10.0mm (실측 최소피복두께 100mm)
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남.
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.179 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.175 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

삼성2교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

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

주요 손상으로는 바닥판하면 표면균열, 파손 및 철근노출, 주형 인양홀 및 플레이트 매립부 파손, 교대 균열, 백태, 교각 표면균열, 누수흔적 및 박락, 교면포장 아스콘 패임, 포트홀, 라벨링, 배수관 연결부 누수, 유도배수관 길이부족, 신축이음 후타재 균열 및 경미한 파손, 교량받침 Plate 녹발생, 고무재 밀림, 무수축물탈 균열 등의 손상이 조사되었다. 특히, 하행선 P6에 발생한 고무재 밀림의 경우 전회 점검 이후 진전된 것으로 조사되었으며, 보수 이후에도 지속적인 주의관찰이 필요하다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

삼성2교는 2006년에 준공된 교량연장 270m, 총폭 24.3m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경북 경산시 남천면 삼성리에 위치하며, 최대경간장 30m의 2종 시설물이다.

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(상행선)

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	바닥판 하면	재료분리		m ² (개소)	0.18 (1)	단면보수공법	
		파손 및 철근노출		m ² (개소)	0.09 (1)	방청+단면복구	
		표면균열		m ² (개소)	39.0 (5)	표면처리공법	
	주형	인양홀 파손		m ² (개소)	0.32 (11)	단면보수공법	
		매립부 파손		m ² (개소)	0.07 (2)	단면보수공법	
하 부 구 조	교대 및 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	82.9 (75)	표면처리공법	
			0.3mm이상	m (개소)	51.0 (23)	주입보수공법	
		표면균열		m ² (개소)	57.32 (24)	표면처리공법	
		재료분리		m ² (개소)	0.1 (1)	단면보수공법	
		콘크리트 백태		m ² (개소)	0.1 (1)	표면처리공법	
		폐콘크리트 적치		m ² (개소)	0.16 (1)	정비	
		콘크리트 박락		m ² (개소)	0.15 (1)	단면보수공법	
		인화성물질 적치		m ² (개소)	1.0 (1)	정비	
		누수흔적		m ² (개소)	7.6 (2)	표면처리공법	
		Plate 녹발생		개소	15	도장보수	
	교량받침	무수축몰탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.3 (3)	표면처리공법	
		받침콘크리트 균열	0.3mm미만	m (개소)	2.1 (16)	표면처리공법	

<표 5.1.1> 삼성2교 보수·보강 일람표 (상행선)-계속

구분		손상현황		단위	합계	보수공법	비고	
상 부 구 조	교면포장		포트홀		m ² (개소)	0.01 (1)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	27.0 (6)	아스콘 팻칭	
			패임		m ² (개소)	0.09 (5)	아스콘 팻칭	
			균열		m (개소)	4.0 (1)	아스콘 실링	
	신축 이음	본체	이물질 퇴적		m (개소)	7.9 (7)	정비	
		후타재	파손		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수공법	
			균열	0.3mm미만	m (개소)	4.8 (16)	표면처리공법	
				0.3mm이상	m (개소)	9.6 (32)	주입보수공법	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	59.2 (57)	표면처리공법	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.07 (2)	단면보수공법	
	배수시설		배수관 이음부 누수		개소	2	정비	
			배수구 막힘		개소	4	정비	
			배수관 변형 및 누수		개소	1	정비	
배수관 길이부족			개소	2	정비			
배수관 연결불량			개소	1	정비			
부속시설		범면 이격		개소	1	주의관찰		
		차수관 탈락, 변형		개소	2	정비		

<표 5.1.2> 삼성2교 보수·보강 일람표 (하행선)

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
상 부 구 조	바닥판	균열	0.3mm미만	m (개소)	1.5 (1)	표면처리공법	
		표면균열		m ² (개소)	51.0 (12)	표면처리공법	
	주형	인양홀 주위 파손		m ² (개소)	0.07 (4)	단면보수공법	
		매립부 파손		m ² (개소)	0.1 (4)	단면보수공법	
	가로보	균열	0.3mm미만	m (개소)	1.5 (1)	표면처리공법	
		들뜸, 파손		m ² (개소)	0.56 (5)	단면보수공법	
하 부 구 조	교대 및 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	106.1 (101)	표면처리공법	
			0.3mm이상	m (개소)	26.5 (9)	주입보수공법	
		표면균열		m ² (개소)	30.34 (19)	표면처리공법	
		누수흔적		m ² (개소)	3.0 (1)	표면처리공법	
		콘크리트 박리		m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수공법	
	교량받침	무수축 몰탈 파손		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수공법	
		무수축몰탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.1 (1)	표면처리공법	
		받침콘크리트 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.9 (7)	표면처리공법	
		Plate 녹발생		개소	20	도장보수	
		슬라이딩		개소	1	정비	

<표 5.1.2> 삼성2교 보수·보강 일람표 (하행선)-계속

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고	
	교면포장		포트홀 및 패임		m ² (개소)	0.03 (3)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	5.0 (2)	아스콘 팻칭	
	신축 이음	후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	19.5 (63)	표면처리공법	
			접속슬래브 이격		m (개소)	3.0 (1)	실링 주입	
		본체	이물질 퇴적		m (개소)	7.0 (5)	정비	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	33.4 (34)	표면처리공법	
	배수시설		배수관 연결부 누수		개소	1	정비	
			유도 배수관 길이부족		개소	2	정비	
부속시설		차수관 앵커볼트불량		개소	13	정비		
		범면 이격 및 침하		개소	10.0 (1)	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 진단시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 아스콘 패임 ◦ 라벨링, 포트홀	· 손상의 진전 여부 · 차량 주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 중분대 및 방호벽 균열 ◦ 콘크리트 파손	· 균열의 확대 여부 · 파손의 확대 여부	육안조사
배수시설	◦ 이물질 퇴적 ◦ 관 변형, 누수, 고정볼트 탈락, 유도배수관 길이부족	· 배수구 정비 · 배수관에 대한 정비 여부 및 손상 진전 여부	육안조사
신축이음	◦ 후타재 균열 및 파손 ◦ 이물질 퇴적	· 손상의 확대 여부 · 이물질 제거	육안조사 실측조사
바닥판	◦ 재료분리, 파손 및 철근노출 ◦ 균열 및 표면균열	· 결함 발생 및 진전여부 · 균열의 확대 여부	육안조사
거 더	◦ 인양홀 및 Plate 매립부 파손	· 손상부 진전여부	육안조사
교량받침	◦ 무수축물탈 균열, 파손 ◦ 고무재 밀림	· 고무재 밀림의 정비 여부 · 밀림 추가 발생 여부	육안조사 실측조사
교대 및 교각	◦ 균열, 표면균열 ◦ 누수흔적 및 박락	· 균열의 진전 여부 · 배수시설로 인한 손상진전여부	육안조사
기 타	◦ 차수관 볼트 탈락	· 재체결여부	육안조사

2. 신 석 교

신석교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구분		내용		구분		내용	
시설물명		신석교		시설물번호		상행선 : BR2006-0000992 하행선 : BR2006-0000993	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR.42	
시설물위치		경상북도 경산시 남천면 신석리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 78.370~78.520km)	
제원	연장	L = 150.0 m (3 @ 30 + 2 @ 30 = 150.0 m)					
	폭	B = 25.2 m, 4차로					
구조 형식	상부	P.S.C형교(PSCI)		기초 형식	교대	직접기초	
	하부	교각-T형(TP) 교대-역T형(RTA)			교각	직접기초	
교량받침		탄성 고무받침		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		군부대 횡단		통과높이		6.0 m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 있는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

■ 중점 점검사항

- 교면포장 : 아스콘 라벨링 및 패임 진전 여부
- 배수시설 : 배수관 누수 및 이물질 퇴적 확인
- 신축이음 : 유간 및 작동상태 점검
- 주 형 : 콘크리트 파손 및 균열 등 손상 발생 여부
- 교량받침 : 탄성고무재 밀립 및 이탈 발생 여부, 이동량 및 가동상태 점검
- 바 닥 판 : 균열부위 진전 여부
- 교대/교각 : 균열부위 진전 여부

신석교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전경



신축이음



교량받침

목 차(신석교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	116
1.2 자료수집 및 분석	123

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	127
2.2 내구성조사 결과	145

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	147
3.2 하행선 상태평가	148

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	149
4.2 결 언	150

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	151
5.2 유지관리방안	154

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

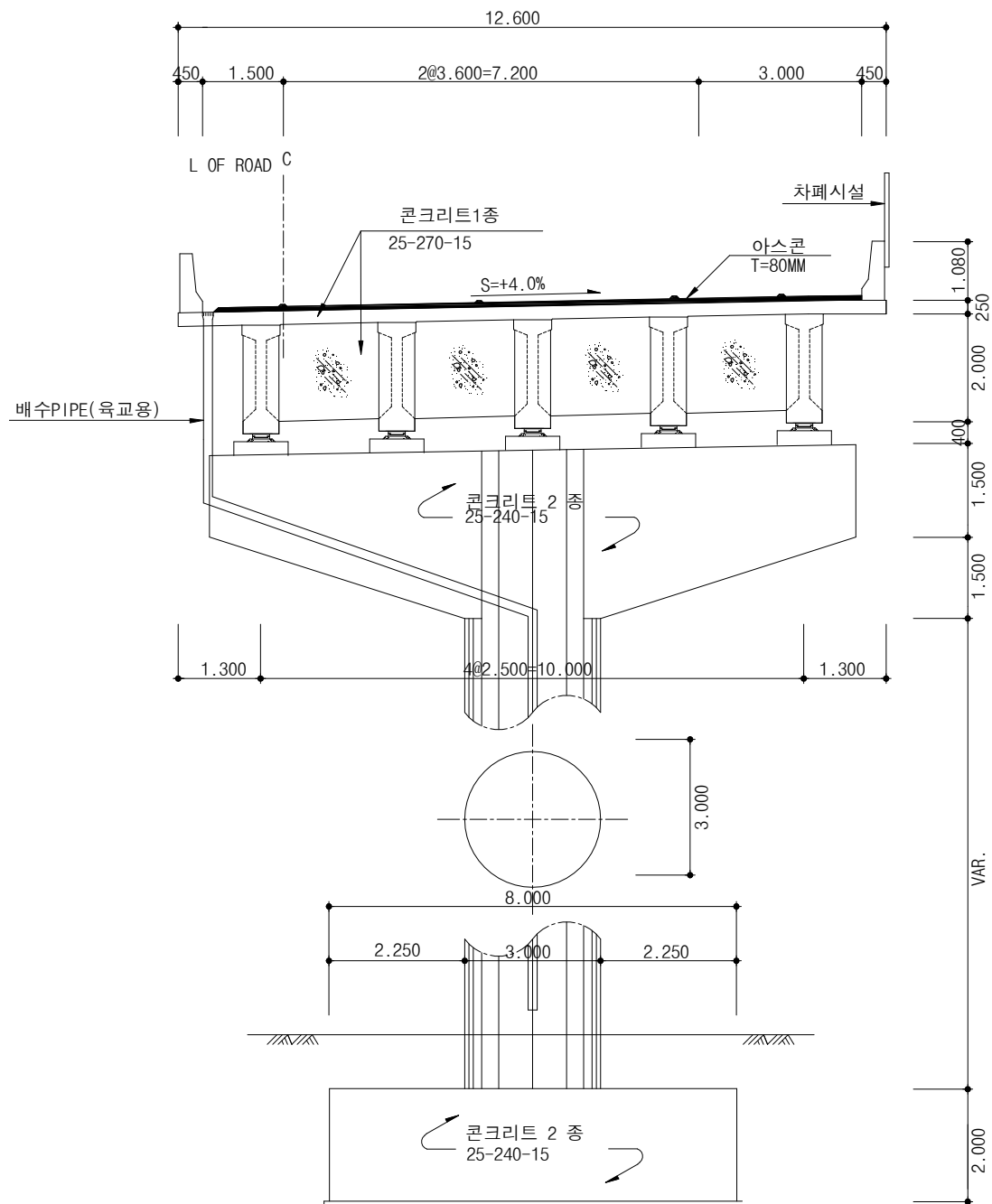
1.1.1 일반사항



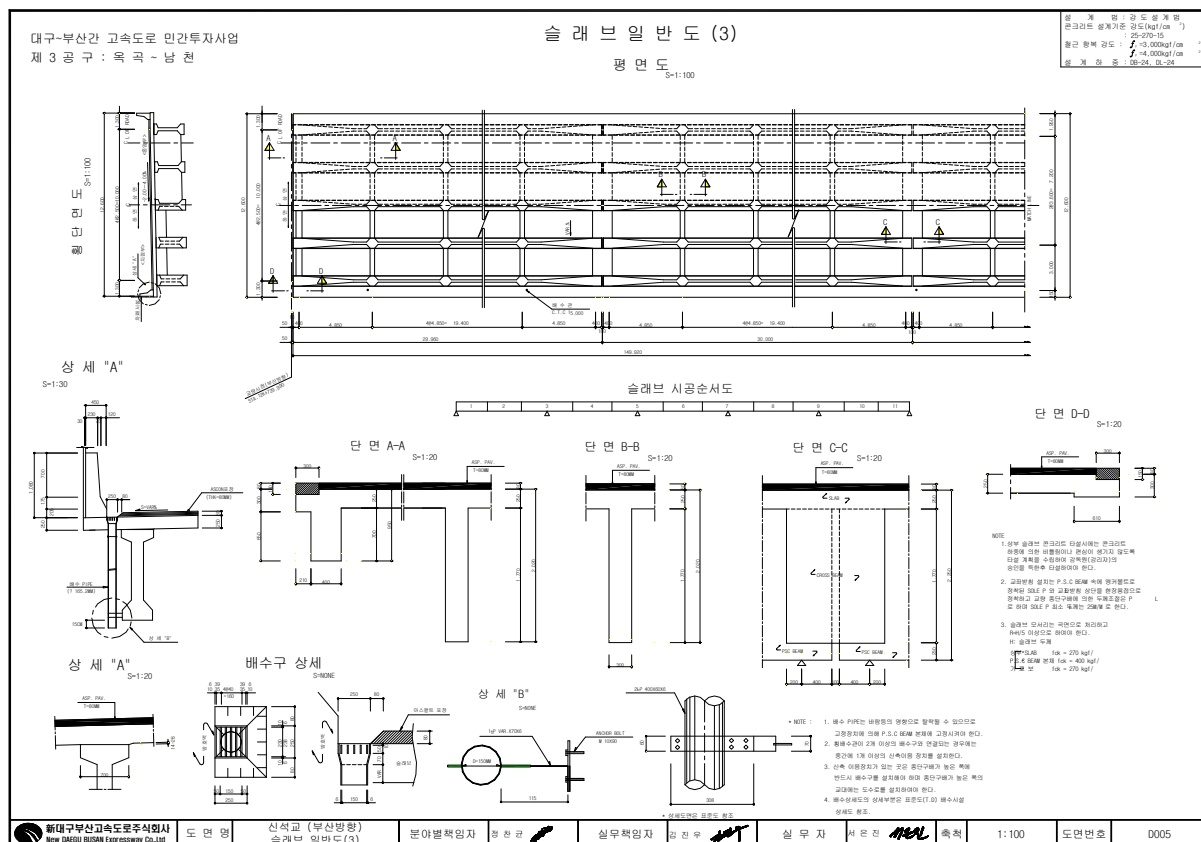
<그림 1.1.1> 신석교 전경

[표 1.1.1] 신석교 기본현황

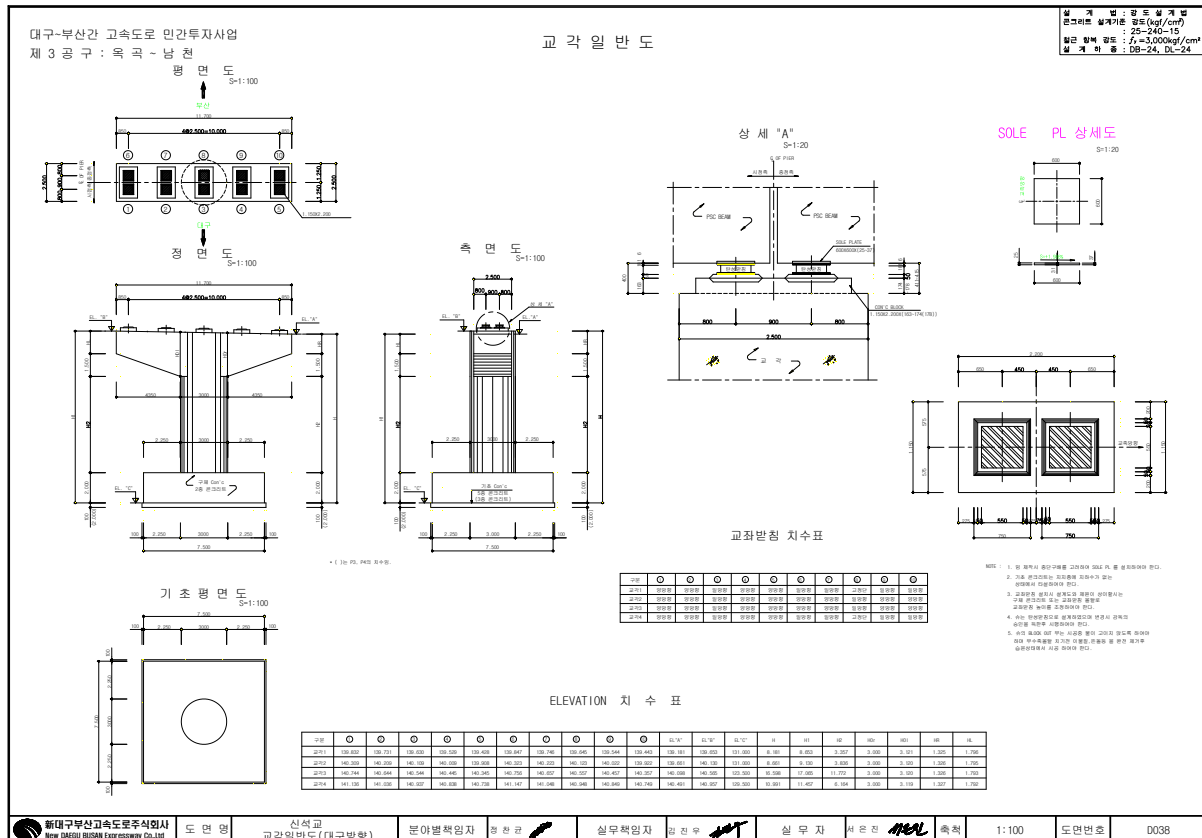
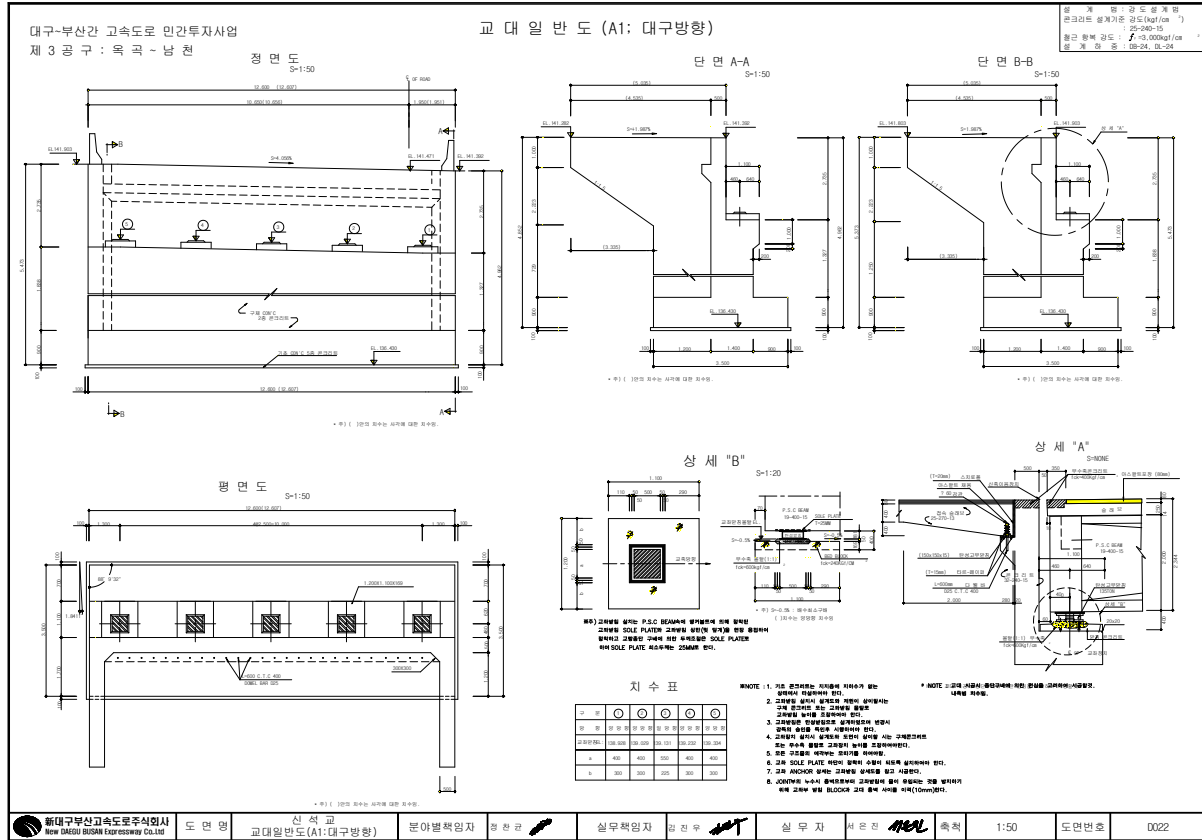
구 분		내 용		구 분	내 용	
교 량 명		신석교		설 계 하중	DB-24	
위 치	공사이정	STA. 12+880.00~12+730.00		종 별 구분	2종 시설물	
	관리이정	부산기점 78.370~78.520km				
시 설 물 관리번호		dbw BR. 42		시설물번호	상행선 : BR2006-0000992 하행선 : BR2006-0000993	
상부 구조	형식	P.S.C Beam				
	연장	3@30+2@30=150m		교 폭		25.2 m
하부 구조	교각	T형		기초 형식	교 각	직접기초
	교대	역T형식			교 대	직접기초
교좌장치		탄성고무받침		신축이음	RAIL JOINT	
교차조건		균부대 횡단		교 고	6.0 m	
설 계 사		(주)용마 엔지니어링		시 행 자	신대구부산고속도로(주)	
감 리 사		한국건설관리공사 (주)용마 엔지니어링 동일기술공사		시 공 자	SK건설(주) (주)경동	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도	2006년 2월 10일	
종단구배		-1.997%		횡단구배	상행선 : +4.0% 하행선 : -3.0%	



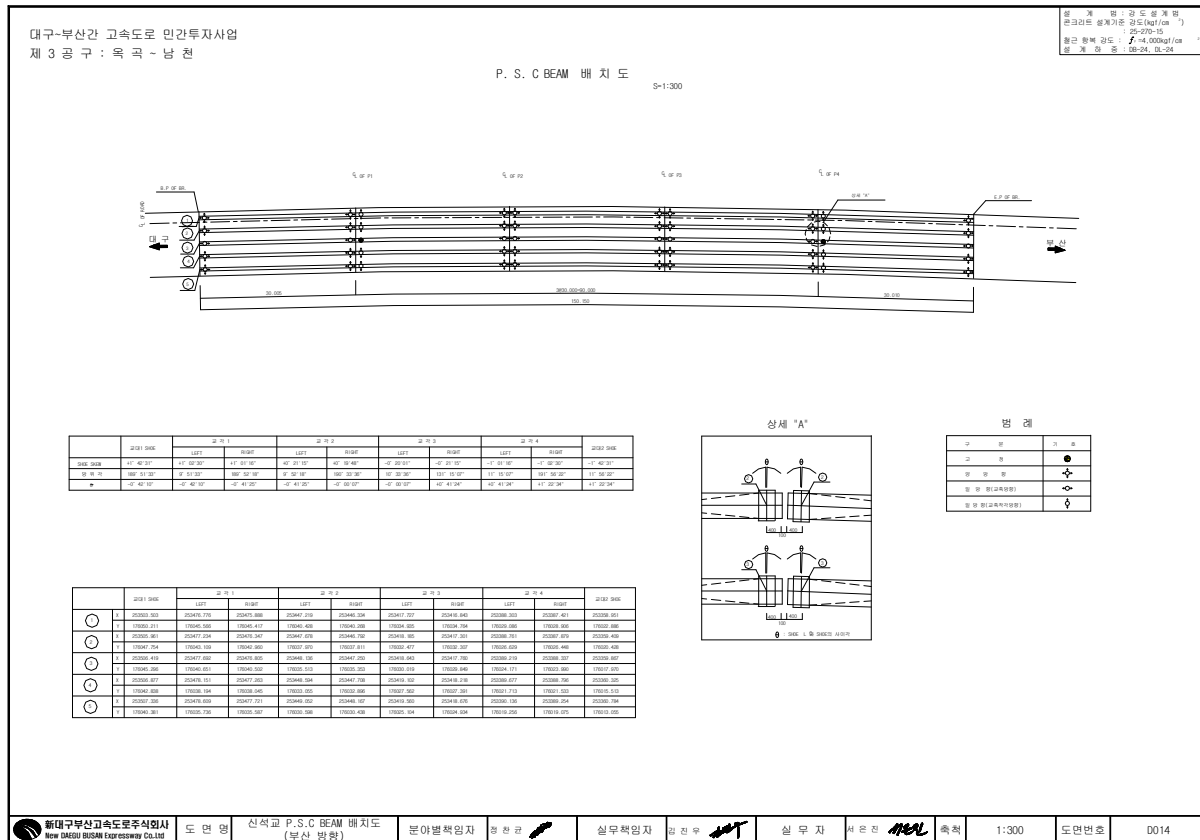
< 횡단면도 >



– 119 –



< 교각 및 교대 일반도 >



– 121 –

1.1.3 시설물 이력

1) 점검 이력

번호	기간	구 분	비고
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. 03. 25 ~ 2013. 06. 30	정기점검	-

2) 보수 이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2007. 12	- 교대 표면균열 및 교각 균열 표면처리 보수 - 방호벽 콘크리트파손 단면보수 - 주형 균열 표면처리 보수	
2	2008. 05	방호벽 균열 표면처리 보수	
3	2008. 10	- 방호벽 균열 표면처리 보수 - 배수구 이물질 퇴적 정비 - 차수판 볼트 재체결 - 교대 균열 표면처리 보수	
4	2008. 11	교대 및 교각부 균열보수, 방호벽 균열보수	
5	2009. 10	- 교면포장, 교각 균열 표면처리 보수 - 방호벽 콘크리트파손 단면보수 - 주형 표면균열 표면처리 보수 - 교각 균열 및 콘크리트 파손(표면처리, 단면보수공법)	
6	2011. 03	- 교량받침부 슬플레이트, 상부플레이트 도장보수 - 교대 및 교각 균열 표면처리보수	
7	2012. 05	PC BEAM 콘크리트 파손부 및 균열부 보수	
8	2012. 06	교대 및 교각 균열보수 및 단면복구	
9	2013. 11	부산방향 P2 교량받침 5개소 보강공사	

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

신석교 대한 설계도 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로 R.C 시설물은 강도설계법, P.S.C 주형은 허용응력설계법으로 설계하였으며 내진설계는 가속도 계수 $A=0.154$ 로 적용하여 내진 1등급교로 적용하였으며, 해석방법은 단일모드 및 복합모드 스펙트럼으로 해석하였다. 받침장치는 교축 및 교축 직각방향으로 모두 탄성받침을 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	시설물 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가됨. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 일부 부재에서 구조적으로 문제가 없는 경미한 손상현황이 발생 및 진전중인 것으로 조사됨. 점검결과 본 교량은 주형 및 교대부에 대하여 보수가 이루어진 상태이며, 추가 발생한 손상현황은 상부구조에서 방호벽 균열($CW \leq 0.2mm$), JOINT 본체 이물질 퇴적, 배수구 이물질 퇴적, 하부구조의 교대 및 교각에 0.2mm 이하 균열이 국부적으로 추가 발생한 것으로 조사됨. 본 구조물에서 발생한 경미한 손상들은 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	일부 부재에서 발생한 손상은 구조적 손상이 아닌 양호한 상태이며, 각 부재에 미세하게 나타난 손상은 지속적인 유지와 진행상태를 파악하는 것이 바람직할 것임. 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부보수를 실시하고 지속적인 관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요

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	전반적으로 양호한 상태이며 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 함. 특히, 배수관 내의 이물질에 의한 상부 배수저하, 신축이음 누수 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이며 일부 부재에서 구조적으로 문제가 없는 경미한 손상현황이 발생 및 진전중인 것으로 조사됨. 점검결과 본 교량은 기 발생된 손상은 보수가 이루어지지 않았으며, 추가 발생된 손상현황은 상부구조에서 방호벽 균열(폭 0.2mm이하), JOINT 본체 이물질 퇴적, 차수관 손상 등이며, 하부구조의 교대 및 교각에 0.2mm 이하 균열 및 보수부 재균열, 표면균열이 국부적으로 추가 발생된 것으로 조사됨. 본 구조물에서 발생한 경미한 손상들은 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요
6	2008.03(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이며, 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 손상이 발생된 상태임. 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 특히, 배수관 연결부에 막힘이 발생하여 우기 때 도로훼손을 유발하므로 적절한 조치를 취해야 하며 신축이음부 후타재 균열 및 교좌 거동 등에 대해서 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태이며 현재 구조적으로 큰 문제가 없으나, 내구성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 필요한 손상이 발생된 상태임. 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부를 주기적으로 점검해야 함. 특히, 중분대의 주기적인 진동으로 인한 중분대 파손, 교대·교각에 발생한 폭 0.1~0.3mm 균열, 배수구 이물질 퇴적, 플레이트 녹 발생 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요. 교량의 내구성 및 사용성에는 문제가 없는 것으로 보이나 도장처리 등의 보수와 지속적인 관찰 및 관리가 필요할 것으로 판단됨. 특히, 하행선 A1에서는 탄성고무 받침의 이동 폭이 크게 나타난 경우가 있었으므로 손상 여부를 면밀하게 판단하고 이에 따른 보수 및 보강이 필요할 것으로 판단됨. 또한 상행선 A1에서 탄성고무 이격이 확인 되어 이에 대해서도 손상 진전 여부를 주의있게 관찰할 필요

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	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 양호한 상태로 평가되었다. 전반적으로 상·하부구조, 신축이음의 상태는 양호하며, 기 발생된 손상현황에 대하여는 내구성 저하에 따른 추가적인 손상방지를 위하여 난간 보수, 하부구조 교대, 교각의 보수 및 주기적인 점검 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 가로보 및 교대에 발생된 폭 0.3mm이상의 균열, 받침장치 플레이트 부식 등의 손상이 조사되었으며, 교량의 내구성 및 사용성에는 문제가 없으나 유지관리차원의 보수공사와 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다. 특히, 상행선 A2-SH2, 하행선 A1-SH3, SH5의 탄성고무 받침의 편기가 조사되어 이에 따른 적절한 보수 및 보강이 필요하며 향후 재발생 및 진전 여부에 대해서는 정기적으로 점검해야 할 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생된 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰등을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 주형 및 가로보 균열, 교대 및 교각 균열, 주형 경미한 콘크리트 파손, 배수구 막힘, 방호벽 균열, 신축유간부 경미한 이물질퇴적 및 후타재 균열, 받침장치 몰탈 균열, 경미한 파손등이다. 받침장치 고무재 밀림의 경우 전회 점검이후 보수가 완료되었으나, 정기적인 점검등을 통해 밀림현상의 재발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생된 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰등을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 주형 및 가로보 균열, 교대 및 교각 균열, 주형 경미한 콘크리트 파손, 배수구 막힘, 방호벽 균열, 신축유간부 경미한 이물질퇴적 및 후타재 균열, 받침장치 몰탈 균열, 경미한 파손등이다. 받침장치 고무재 밀림의 경우 전회점검이후 보수가 완료되었으나, 정기적인 점검등을 통해 밀림현상의 재발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.

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	신석교에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 전회점검 이후 일부 손상에 대한 보수가 시행되었으며, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으므로, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 주행 인양홀 주변 파손, 교대 표면균열 및 파손, 신축장치 유간 이물질 및 후타재 균열, 배수구 막힘 및 배수관 누수, 받침장치 몰탈 균열, 경미한 파손등이다. 특히 받침장치 고무재 밀림의 경우 전회점검 기간 중 보수가 실시되었으나, 보수 후에도 밀림현상의 재발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	신석교는 주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰등을 통한 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 하부구조 표면균열 및 콘크리트 파손, 교면포장 아스콘 마모 및 라벨링, 신축이음 이물질퇴적 및 부식, 후타재 균열, 받침장치 몰탈 균열 및 파손 등이 조사되었다. 교면포장의 아스콘 마모 및 라벨링은 손상부위에 우수가 유입될 경우 상부부재의 2차 손상 및 주행 차량의 승차감 저하를 유발하므로 적절한 보수를 실시하고, 보수부위에 대한 지속적인 점검이 필요하다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	신석교는 주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 하부구조 균열 및 콘크리트 파손, 교면포장 아스콘 라벨링, 신축이음 이물질퇴적 및 녹발생, 후타재 균열, 받침장치 몰탈 균열 및 파손 등이 조사되었다. 교면포장의 라벨링은 손상부위에 우수가 유입될 경우 상부부재의 2차 손상 및 주행 차량의 승차감 저하를 유발하므로 적절한 보수를 실시하고, 보수부위에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	신석교는 주부재와 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수와 지속적인 유지관리가 필요하다. 주요 손상으로는 교면포장 라벨링, 패임 및 포트홀, 신축이음 이물질퇴적 및 녹발생, 후타재 균열, 받침장치 몰탈 균열 및 파손, 교대 균열, 교각 콘크리트 파손 등이 조사되었다. 교면포장의 아스콘 패임, 라벨링 등은 손상부위에 우수가 유입될 경우 상부부재의 2차 손상 및 주행 차량의 승차감 저하 등을 유발하므로 적절한 보수가 요구되며, 보수부위에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

신석교는 2006년에 준공된 교량연장 150m, 총폭 25.2m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경북 경산시 남천면 신석리에 위치하며, 최대경간장 30m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 곡선교량($R=2,320m$)이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 1.997%의 하향경사를 이루고 있다.

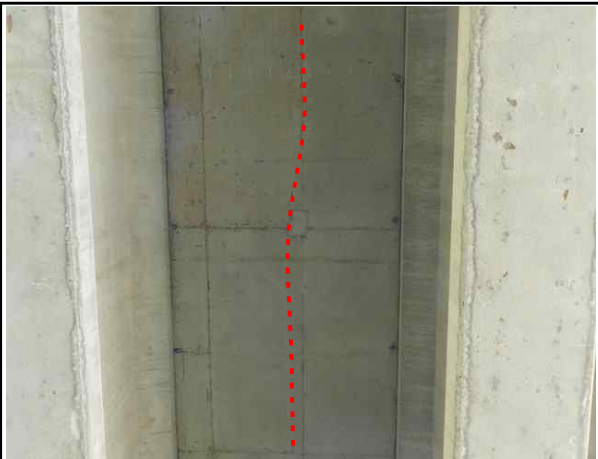
상부구조는 전체 5경간에 주형(P.S.C Beam)이 단순지간의 형태로 놓여 있고, 상부 바닥판하면은 3경간 및 2경간 연속화된 형식으로 구성되어 있으며, 하부구조는 교대 및 교각이 직접기초의 역T형, T형으로 시공되었다.

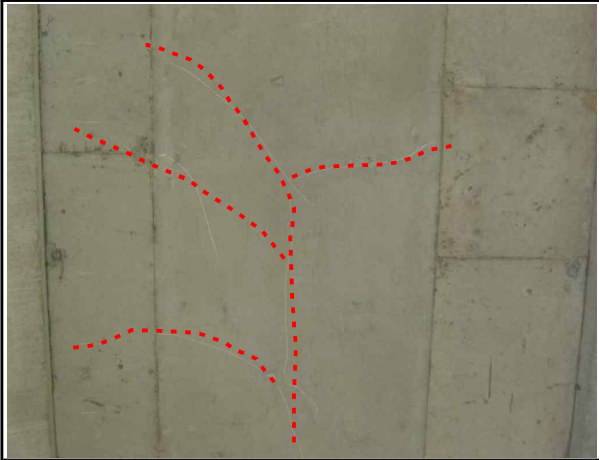
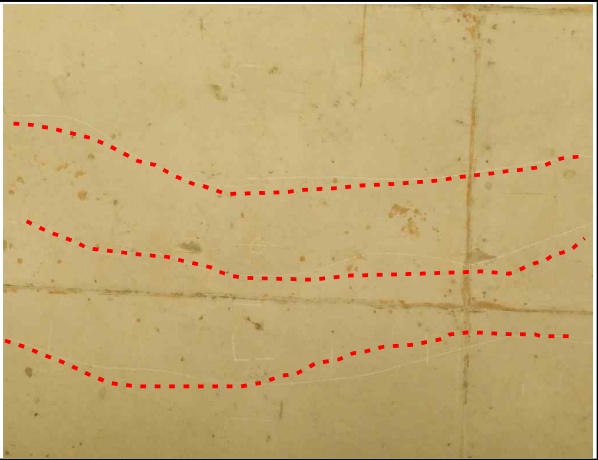
교량기호 정의에서와 같이 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면 외관조사 결과, 종방향 균열, 표면균열이 다수 조사되었으나, 대부분 시공초기에 발생한 건조수축 및 수화열에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	상행선 S4	위 치	하행선 S3
현 황	표면균열(폭 0.1mm)	현 황	종방향 균열(폭 0.1mm)

			
위 치	상행선 S4	위 치	하행선 S3
현 황	표면균열(폭 0.1mm)	현 황	종방향 균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$) 표면균열	4 1	L=40.0m A=5.25m ²	
	S3	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	15	L=33.5m	
	S4	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$) 표면균열	33 1	L=140.0m A=1.5m ²	
하행선	S1	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$) 표면균열	10 1	L=37.5m A=4.5m ²	
	S2	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	17	L=86.0m	
	S3	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	40	L=113.0m	
	S4	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	33	L=115.0m	

2) 주형 및 가로보

P.S.C Beam 주형의 경우 주요손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 가로보의 경우 접합부 콘크리트 들뜸 및 균열 등의 손상이 조사되었다. 가로보는 2차부재로써 구조물의 안전성에 영향은 없으나, 부재의 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	주형 및 가로보	위 치	하행선 S3
현 황	전 경	현 황	가로보 수직균열
			
위 치	하행선 S1	위 치	하행선 S4
현 황	가로보 접합부 들뜸	현 황	가로보 접합부 들뜸

[표 2.1.2] 주형 및 가로보

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	가로보 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	10	$L=12.5\text{m}$	
하행선	S1	가로보 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	3	$L=3.0\text{m}$	
		가로보 접합부 콘크리트 들뜸	10	$A=2.99\text{m}^2$	
	S2	가로보 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	17	$L=14.0\text{m}$	
	S2	가로보 접합부 콘크리트 들뜸	3	$A=0.12\text{m}^2$	
	S3	가로보 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	14	$L=11.3\text{m}$	
	S4	가로보 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	6	$L=4.5\text{m}$	
		가로보 접합부 콘크리트 들뜸	9	$A=0.36\text{m}^2$	

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 바닥판하면 및 주형과 교대 흉벽 사이의 간격을 측정하여 기록 하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 18.2℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	55	60	55	60	
P2	115	115	120	115	
A2	55	75	50	80	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 바닥판하면 사이의 유간거리는 신축량이 가장 큰 P2지점에서 상행선이 약 11.5cm, 하행선이 약 12.0cm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(18.2℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 35℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 1.5m 정도인 바, 본 교량의 유간은 여유가 있는 것으로 평가된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 직접기초에 역T형 구조로 시공되었으며, 건조수축에 의한 균열이 일부 조사되었다. 조사된 손상은 건조수축에 의한 비구조적인 손상이나, 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	하행선 A2	위 치	상행선 A2
현 황	홍벽부 수직균열(폭 0.2mm)	현 황	구체부 수직균열(폭 0.1mm)

[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열($cw \leq 0.2mm$)	1	L=0.5m	
	A2	균열($cw \leq 0.2mm$)	1	L=0.7m	
하행선	A1	균열($cw \leq 0.2mm$)	2	L=1.1m	
	A2	균열($cw \leq 0.2mm$)	3	L=2.5m	

2) 교각

교각은 직접기초에 T형 구조로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 코핑부 균열, 표면 균열, 콘크리트 파손 등이 조사되었다. 조사된 손상은 대부분 시공초기 건조수축 및 수화열 등으로 인한 재료적, 시공적 특성에 의한 비구조적인 손상이나, 부재의 내구성 확보 차원에서 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 P4	위 치	하행선 P1
현 황	코핑부 균열(폭 0.1mm)	현 황	코핑부 균열(폭 0.1mm)
			
위 치	상행선 P4	위 치	상행선 P4
현 황	코핑부 표면균열	현 황	기둥부 콘크리트 파손

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	P1	균열($cw \leq 0.2mm$)	4	L=4.5m	
	P3	균열($cw \leq 0.2mm$)	35	L=28.0m	
	P4	균열($cw \leq 0.2mm$)	9	L=11.0m	
		표면균열 콘크리트 파손	1 1	$A=1.5m^2$ $A=0.1m^2$	
하행선	P1	균열($cw \leq 0.2mm$)	9	L=12.0m	
	P2	균열($cw \leq 0.2mm$)	23	L=26.0m	
	P3	균열($cw \leq 0.2mm$)	29	L=32.0m	
	P4	균열($cw \leq 0.2mm$)	15	L=16.0m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

받침 장치는 탄성고무받침으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과, 고무재 이탈 및 밀림, 무수축물탈 균열 및 경미한 파손, 받침콘크리트 균열, Plate 도장손상 및 녹발생 등의 손상이 조사되었다.

본체 고무재 이탈의 경우, 교량받침의 재료 및 시공적 특성상 분리형 탄성고무받침에서 많이 발생하는 손상으로 금번 점검시 보수를 실시하였으며, 보수상태도 양호한 것으로 조사되었으나, 향후 주기적인 점검을 통한 받침의 가동상태 및 고무재 이탈 재발생 여부 등에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다. 그 외의 손상에 대해서도 부재의 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	상행선 P1 SH4	위 치	상행선 P1 SH10
현 황	Plate 도장손상	현 황	무수축물탈 균열(폭 0.1mm)
			
보수전		보수후	
위 치	하행선 P2 SH7		
현 황	본체 고무재 이탈 보수 완료		

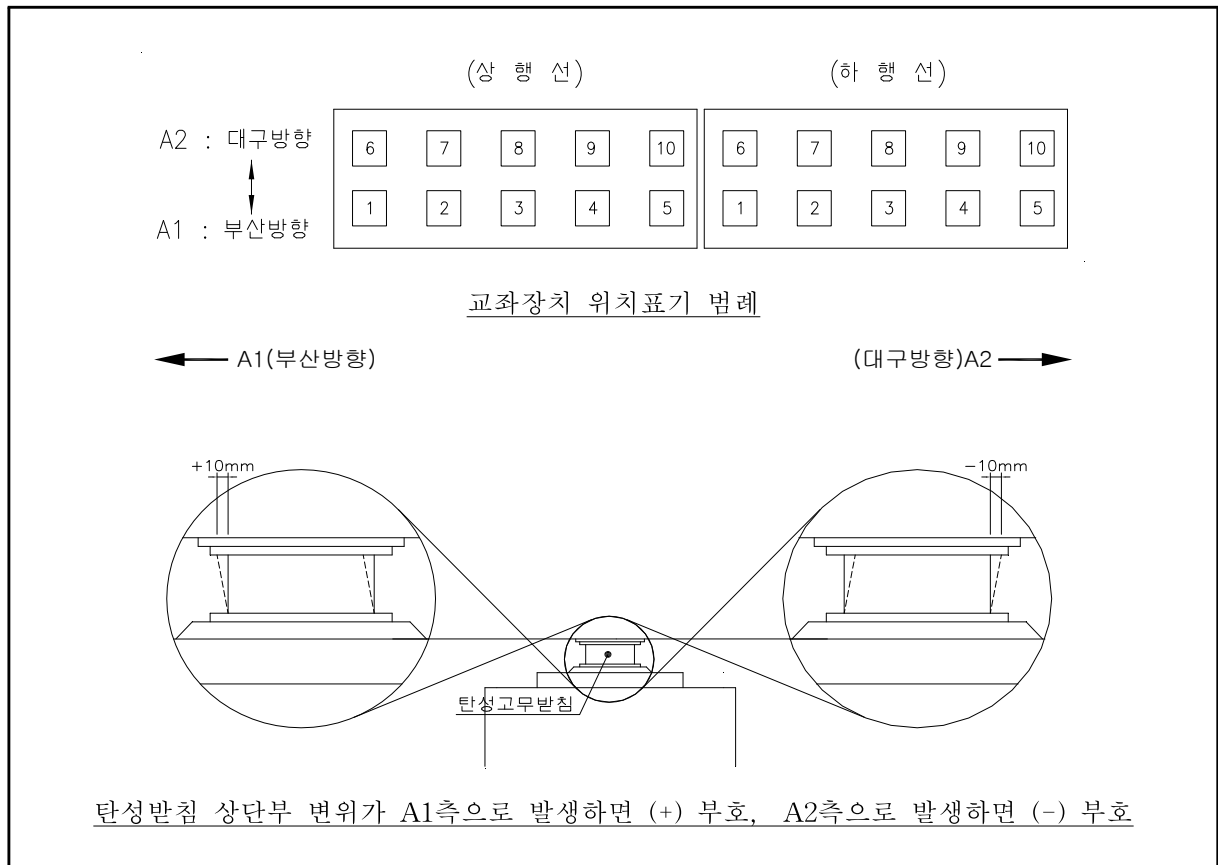
보수전  보수후 	
위 치	하행선 P2 SH8
현 황	본체 고무재 이탈 보수 완료

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	무수축몰탈 균열 Plate 녹발생	4 5	L=0.4m 5EA	
	P1	무수축몰탈 균열 Plate 도장손상	4 5	L=0.4m 5EA	
	P2	플레이트 도장손상 Plate 녹발생	3 2	3EA 2EA	
	P3	Plate 녹발생 받침콘크리트 균열	4 8	4EA L=0.8m	
	P4	받침콘크리트 균열	5	L=0.5m	
하행선	A1	Plate 녹발생	2	2EA	
	P1	무수축몰탈 균열 받침콘크리트 균열	4 2	L=0.4m L=0.2m	
	P2	Plate 녹발생 무수축몰탈 균열	6 4	6EA L=0.4m	
	P3	받침콘크리트 균열	5	L=0.5m	
	P4	Plate 녹발생 받침콘크리트 균열	1 4	1EA L=0.4m	
	A2	Plate 녹발생 무수축몰탈 균열 무수축몰탈 파손	2 1 1	3EA L=0.1m A=0.01m ²	

2) 교량받침 이동량

교대, 교각의 가동단에 대한 이동량 실측 결과는 다음 [표 2.1.7], [표 2.1.8]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 교좌장치 이동량 측정결과(측정일 온도 18.2℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	
P1	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P4	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
A2	0	0	0	0	-5	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix), 허용변위량(고무높이의 70%) : 50.4mm

[표 2.1.8] 하행선 교좌장치 이동량 측정결과(측정일 온도 18.2℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	-	-	-	
P1	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P4	F	F	F	F	F	0	0	0	0	0	
A2	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix), 허용변위량(고무높이의 70%) : 50.4mm

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.

■ P2(A2방면) 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 18.2°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $18.2^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 23.2^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 18.2^{\circ}\text{C} = 16.8^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 23.2 \times 60000 = 13.9\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 16.8 \times 60000 = 10.1\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($2 \times 30 = 60\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

P2(A2방면) 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 13.9mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 10.1mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강 시에는 약 50.4mm, 온도 상승 시에는 약 50.4mm 정도를 보유하고 있으므로, 이동 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

교면포장은 아스콘 포장(T=8cm)으로 시공되어 있으며, 일부구간 보수가 실시되었으나, 아스콘 패임, 라벨링은 일부 남아있는 것으로 조사되었다. 전회 점검과 비교시 손상의 진전은 없으나, 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하며, 차량의 지속적인 윤회중에 인해 손상이 진전될 수 있으므로 보수 이후에도 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

			
위 치	교면포장	위 치	상행선 S3
현 황	전 경	현 황	아스콘 라벨링

[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	라벨링	2	A=6.0m ²	
	S2	패임 라벨링	1 2	A=0.04m ² A=9.0m ²	
	S3	라벨링	1	A=8.0m ²	
	S5	라벨링	2	A=10.0m ²	
하행선	S1	라벨링	1	A=7.0m ²	
	S2	라벨링	1	A=3.0m ²	
	S3	라벨링	2	A=5.6m ²	
	S4	라벨링	2	A=12.0m ²	
	S5	라벨링	3	A=59.4m ²	

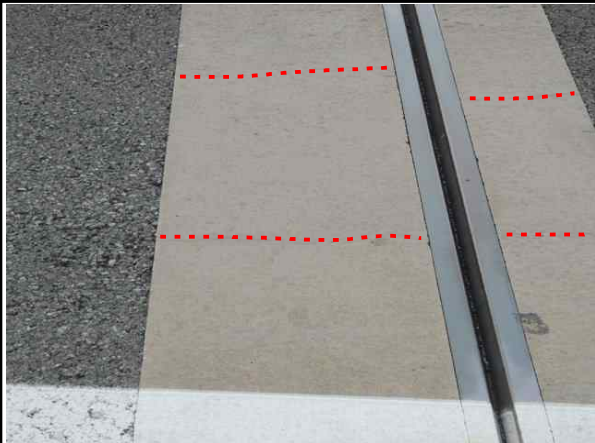
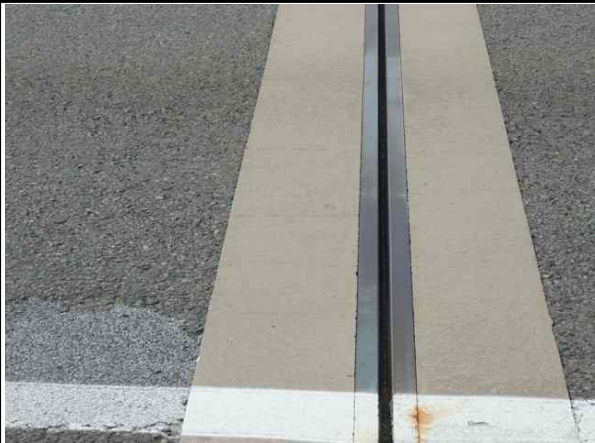
2) 신축이음

① 본체

Rail Joint Type으로 시공되어 있는 신축이음장치는 본체 유간 이물질퇴적 및 경미한 본체 녹발생이 조사되었다. 전회 점검과 비교시 손상의 진전은 없으며, 가동상태도 양호한 것으로 확인되었으나, 사용성 및 기능성 증대 측면에서 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

② 후타재

후타재에서는 건조수축 등에 의한 균열($CW \leq 0.2\text{mm}$)이 일부 조사되었으며, 내구성 확보 차원에서 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	상행선 Exp.J3(A2)	위 치	상행선 Exp.J1(A1)
현 황	전 경	현 황	전 경
			
위 치	상행선 Exp.J1(A1)	위 치	상행선 Exp.J2(P2)
현 황	후타재균열(폭 0.2mm)	현 황	후타재균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)

			
위 치	상행선 Exp.J1(A1)	위 치	상행선 Exp.J3(A2)
현 황	유간 이물질 퇴적	현 황	유간 이물질 퇴적 및 부식

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$)	9	L=2.7m	
		유간 이물질 퇴적	1	L=1.2m	
	Exp.J2 (P2)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=3.6m	
		유간 이물질 퇴적	1	L=3.0m	
	Exp.J3 (A2)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$)	7	L=5.6m	
		유간 이물질 퇴적 본체 부식	1 1	L=3.0m L=3.0m	
하행선	Exp.J1 (A1)	유간 이물질 퇴적	1	$A=1.5m^2$	
		후타재 균열($cw \leq 0.2mm$)	6	$A=4.8m^2$	
	Exp.J2 (P2)	유간 이물질 퇴적	1	L=1.5m	
		후타재 균열($cw \leq 0.2mm$)	6	L=4.2m	
	Exp.J3 (A2)	후타재 균열($cw \leq 0.2mm$)	12	L=9.6m	
		유간 이물질 퇴적	1	L=1.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
Exp.J1 (A1)	40	40	NO. 50
Exp.J2 (P2)	35	40	NO. 100
Exp.J3 (A2)	22	35	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 8년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ 상행선 P2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
 - 조사일 : 2013년 10월 24일, 일평균기온 : 18.2°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $18.2^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 23.2^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 18.2^{\circ}\text{C} = 16.8^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 23.2 \times 90000 = 20.9\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 16.8 \times 90000 = 15.1\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 (89.9m), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

상행선 P2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강 시에는 약 20.9mm가 감소하고 온도 상승 시에는 약 15.1mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강 시에는 약 65mm, 온도 상승 시에는 약 35mm 정도를 보유하고 있으므로, 신축여유량에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 방호벽

콘크리트 방호벽 외관조사 결과, 상행선에서 건조수축등에 의한 균열($CW \leq 0.2\text{mm}$) 및 보수부 재균열, 균열부 백태등이 조사되었으며, 내구성 측면에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.

			
위 치	하행선	위 치	상행선 S1
현 황	방호벽 전경	현 황	보수부 재균열

[표 2.1.12] 방호벽 외관상태

구 분		손상 현황	개소	수 량	비 고
상행선	S1	방호벽 균열부 백태	2	$A=0.2\text{m}^2$	
	S2	방호벽 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	3	$L=1.8\text{m}$	
	S3	방호벽 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	4	$L=2.4\text{m}$	
	S4	방호벽 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	3	$L=1.8\text{m}$	
	S5	방호벽 균열($cw \leq 0.2\text{mm}$)	5	$L=3.0\text{m}$	
중분대	S1	균열부 백태	1	$A=0.06\text{m}^2$	
	S3	균열부 백태	2	$A=0.25\text{m}^2$	
	S4	균열부 백태	1	$A=0.1\text{m}^2$	
	S5	균열($cw \leq 0.2\text{mm}$) 균열부 백태	1 1	$L=0.6\text{m}$ $A=0.2\text{m}^2$	

4) 배수시설

육교형으로 시공되어 있는 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수관 연결부 누수, 배수관 유출구 불량, 배수구 막힘 등의 손상이 조사되었으며, 원활할 배수기능 확보 차원에서 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

			
위 치	배수시설	위 치	하행선 S3
현 황	전 경	현 황	배수구 막힘
			
위 치	상행선 S5	위 치	상행선 S3
현 황	배수관 연결부 누수	현 황	배수관 연결부 누수

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S3	배수관 연결부 누수	1	
	S5	배수관 연결부 누수	1	
하행선	S1	배수구 막힘	3	
	S3	배수구 막힘	1	
		유출구 막힘	1	
	S4	유출구 막힘	1	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

교대 법면은 시·중점측 모두 성토사면으로 되어있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 포장면 텔리네이터 파손이 1개소 조사되었다. 신축이음부에 설치된 차수관의 경우, 볼트 탈락이 일부구간 조사되어 사용성 측면에서 보수가 요구되며, 상·하행선 P3, P4 주변에는 폐자재가 적치되어 있으므로 화재예방 차원에서 폐자재를 제거하는 등의 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

			
위 치	하행선 A2	위 치	상행선 P2
현 황	교대 법면 전경	현 황	차수관 볼트 탈락

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	P2	차수관 볼트 탈락	7	7EA	
	A2	차수관 볼트 탈락	5	5EA	
하행선	S1	방호벽 텔리네이터 파손	1	1EA	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

본 교량은 2011년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2011년 상반기)	현 상태(2011년 하반기)
■ 교면포장 라벨링, 포트홀, 패임 국부 발생 ■ 배수구 막힘, 배수관 연결부 누수 배수관 유출구 막힘(성토) ■ 방호벽 수직균열 발생 ■ 신축이음부 유간 이물질 퇴적 및 부식, 후타재 균열 발생 ■ 주형 상태양호 ■ 가로보 상태양호 ■ 받침장치 몰탈균열 및 몰탈파손 ■ 하부구조 균열 발생 ■ 차수판 볼트 탈락	■ 교면포장에 국부적인 패임 및 라벨링 <u>일부구간 아스콘 보수 실시</u> ■ 배수구 막힘, 배수관 연결부 누수 배수관 유출구 막힘(성토) ■ 방호벽 균열 및 <u>균열부 백태 발생</u> ■ 신축이음부 유간 이물질 퇴적 및 부식, 후타재 균열 발생 ■ <u>바닥판 균열 발생</u> ■ 주형 상태양호 ■ <u>가로보 균열 및 들뜸 발생</u> ■ 받침장치 몰탈균열 및 몰탈파손 <u>본체 고무재 밀림 및 이탈 보수 실시</u> ■ <u>하부구조 균열 신규 발생</u> ■ 차수판 볼트 탈락
2013년 상반기 정기점검과 비교·검토한 결과, 교면포장에 대해 일부 보수가 실시되었으며, 보수부 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 금번 점검시 본체 고무재 이탈에 대한 보수가 실시되었으며, 지속적인 점검을 통한 손상의 재발생 및 가동상태 등의 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, (상행선) 바닥판하면의 강도는 28.1~28.7MPa, 주형의 강도는 43.5~44.4MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.4~25.3MPa로, (하행선) 바닥판하면의 강도는 27.2~27.3MPa, 주형의 강도는 41.4~42.5MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.1~24.2MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판하면 ⇒ 27.0 MPa, P.S.C 주형 ⇒ 40.0 MPa, 교대 및 교각 ⇒ 24.0 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 구조	1	바닥판하면	S1	55.1	25.6	30.6	28.1	
	2	바닥판하면	S2	55.9	26.1	31.3	28.7	
	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
	3	주 형	S3-G2	51.4	45.0	42.1	43.5	
4	주 형	S5-G3	52.4	45.8	43.0	44.4		

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하부 구조	5	교 대	A1	48.6	23.2	27.5	25.3	
	6	교 각	P1	47.9	22.8	26.9	24.8	
	7	교 각	P2	47.2	22.3	26.4	24.4	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정 압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구조	1	바닥판하면	S1	53.9	25.1	29.6	27.3	
	2	바닥판하면	S2	53.8	25.0	29.5	27.2	
	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정 압축강도(MPa)			비고
					구조물 진단학회	과학기술부	평 균	
	3	주 형	S3-G2	50.2	42.0	40.9	41.4	
4	주 형	S5-G3	51.4	43.0	42.1	42.5		

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정 압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하부 구조	5	교 대	A2	46.9	22.2	26.2	24.2	
	6	교 각	P3	46.9	22.1	26.1	24.1	
	7	교 각	P4	47.0	22.2	26.3	24.2	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대0.6cm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성 저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	잔여깊이 (cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	5.0	4.7	a
2	바닥판하면	S2	8	0.4	4.0	3.6	a
5	교 대	A1	8	0.2	9.5	9.3	a
6	교 각	P1	8	0.3	11.0	10.7	a
7	교 각	P2	8	0.2	9.5	9.3	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	잔여깊이 (cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.2	4.5	4.3	a
2	바닥판하면	S2	8	0.2	4.5	4.3	a
5	교 대	A2	8	0.4	8.5	8.1	a
6	교 각	P3	8	0.6	12.0	11.4	a
7	교 각	P4	8	0.5	8.5	8.0	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량 상태평가 등급 산정 프로그램(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		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
상행선[1]	PSC I형교	b	a	b	b	a	b	b	b	b	Q	a	a
상행선[2]	PSC I형교	a	a	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a
상행선[3]	PSC I형교	b	a	a	b	a	b	b	b	a	Q	-	a
상행선[4]	PSC I형교	c	a	a	b	a	b	-	b	b	Q	-	-
상행선[5]	PSC I형교	a	a	a	b	b	b	-	a	b	Q	-	-
상행선[6]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	-
평균		0.200	0.100	0.120	0.200	0.120	0.200	0.200	0.167	0.183	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.020	0.006	0.014	0.004	0.004	0.018	0.015	0.037	-	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.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				반침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
상행선[1]	PSC I형교	b	a	b	b	a	b	b	a	b	Q	a	-
상행선[2]	PSC I형교	b	a	b	b	b	a	-	b	b	Q	a	-
상행선[3]	PSC I형교	b	a	b	b	b	b	b	b	b	Q	-	-
상행선[4]	PSC I형교	b	a	b	b	a	b	-	b	b	Q	-	a
상행선[5]	PSC I형교	a	a	a	b	a	b	-	b	b	Q	-	a
상행선[6]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	b	b	b	Q	-	-
평균		0.180	0.100	0.180	0.200	0.140	0.180	0.200	0.183	0.200	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.032	0.020	0.009	0.014	0.004	0.004	0.018	0.017	0.040	-	0.004	0.003
1. 환산결합도 점수 =												0.165	
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 0.165으로 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	▪ 균열 다수 발생
		주 형	▪ 상태양호
	하 부 구 조	교 대	▪ 흉벽 및 구체부 수직균열 발생
		교 각	▪ 코핑부 수직·수평 균열 발생
	교량받침		▪ 몰탈 균열 및 경미한 파손, 받침콘크리트 균열 ▪ 탄성고무받침 고무재 밀림 및 이탈 보수 실시
	기 타 부 재	교면포장	▪ 아스콘 패임 및 라벨링 일부 발생
		신축이음	▪ 본 체 : 유간 이물질퇴적 및 부식 ▪ 후타재 : 균열(폭 0.2mm) 발생
		난 간	▪ 수직균열 및 보수부 재균열 발생
		배수시설	▪ 배수구 막힘, 배수관 변형 및 이음부 누수, 유출구 막힘
	부속시설		▪ 신축이음부 차수판 볼트 탈락
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	▪ 바닥판 : 27.2~28.7 MPa, (설계강도 27 MPa) ▪ 주형 : 41.4~44.4 MPa, (설계강도 40 MPa) ▪ 교대 및 교각 : 24.1~25.3 MPa, (설계강도 24 MPa)	
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화	▪ 바닥판하면 : 2.0~4.0mm (실측 최소피복두께 40mm) ▪ 교대 및 교각 : 2.0~6.0mm (실측 최소피복두께 85mm)	
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남.
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.160 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.165 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

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

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

주요 손상으로는 바닥판 및 교대·교각 균열, 교량받침 고무재 밀림 및 이탈, 무수축물 탈 및 받침콘크리트 균열, 교면포장 아스콘 패임, 라벨링, 신축이음 후타재 균열, 배수관 변형 및 이음부 누수 등의 손상이 조사되었다.

특히, 교량받침 고무재 이탈의 경우 점검 기간 중 보수가 실시되었으나, 향후 지속적인 점검을 통한 손상의 재발생 및 가동상태 등에 대한 주의관찰이 필요하다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

신석교는 2006년에 준공된 교량연장 150m, 총폭 25.2m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경북 경산시 남천면 신석리에 위치하며, 최대경간장 30m의 2종 시설물이다.

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] 신석교 보수·보강 일람표 (상행선)

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부 구조	바닥판		균열	0.3mm미만	m (개소)	213.5 (52)	표면처리공법	
			표면균열		m ² (개소)	6.75 (2)	표면처리공법	
	가로보		균열	0.3mm미만	m (개소)	12.5 (10)	표면처리공법	
하 부 구 조	교대 및 교각		콘크리트 파손		m ² (개소)	0.1 (1)	단면보수공법	
			표면균열		m ² (개소)	1.5 (1)	표면처리공법	
			균열	0.3mm미만	m (개소)	44.7 (50)	표면처리공법	
교량받침			무수축물탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.8 (8)	표면처리공법	
			받침콘크리트 균열	0.3mm미만	m (개소)	1.3 (13)	표면처리공법	
			Plate 녹발생		개소	16	도장보수	
			Plate 도장손상		개소	3	도장보수	
기 타 부 재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	33.0 (7)	아스콘 팻칭	
			패임		m ² (개소)	0.04 (1)	아스콘 팻칭	
	신축 이음	본체	이물질 퇴적		m ² (개소)	7.2 (3)	정비	
			녹발생		m (개소)	3.0 (1)	도장보수	
		후타 재	균열	0.3mm미만	m (개소)	11.9 (22)	표면처리공법	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	9.0 (15)	표면처리공법	
			균열부 백태		m ² (개소)	0.2 (2)	표면처리공법	
	배수시설		배수관 연결부 누수		개소	2	정비	
부속시설			차수판 볼트 탈락		개소	12	정비	

[표 5.1.2] 신석교 보수·보강 일람표 (하행선)

구분			손상현황		단위	합계	보수공법	비고
상부 구조	바닥판		균열	0.3mm미만	m (개소)	351.5 (100)	표면처리공법	
			표면균열		M2 (개소)	6.5 (1)	표면처리공법	
	가로보		균열	0.3mm미만	m (개소)	32.8 (40)	표면처리공법	
			들뜸		m ² (개소)	5.47 (22)	단면보수공법	
하부 구조	교대 및 교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	73.6 (66)	표면처리공법	
교량받침			무수축 몰탈 파손		m ² (개소)	2.01 (1)	단면보수공법	
			무수축몰탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.9 (9)	표면처리공법	
			받침콘크리트 균열	0.3mm미만	m (개소)	1.1 (11)	표면처리공법	
			Plate 녹발생		개소	11	도장보수	
기 타 부 재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	82.7 (9)	아스콘 패칭	
	신축 이음	본체	이물질 퇴적		m ² (개소)	6.0 (3)	정비	
		후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	18.6 (24)	표면처리공법	
	콘크리트 난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	0.6 (1)	표면처리공법	
			백태		m ² (개소)	2.61 (5)	표면처리공법	
	배수시설		배수구 막힘		개소	4	정비	
			배수관 유출구 막힘		개소	2	정비	
부속시설			텔레네이터 파손		개소	1	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	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 콘크리트 방호벽 균열 ◦ 중분대 균열	· 결함 발생 및 진전 여부 · 균열부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 이물질 퇴적, 배수관 누수	· 퇴적물 정비 여부 · 손상 진전 여부	육안조사
신축이음	◦ 후타재 균열 ◦ 이물질 퇴적	· 손상현황의 진전여부 · 이물질 제거	육안조사 실측조사
바닥판	◦ 건조수축에 의한 균열	· 균열부 진전 여부	육안조사
P.S.C 주형	◦ 상태양호	· 손상 발생 여부	육안조사
교량받침	◦ 무수축물탈 균열 및 파손 ◦ 고무재 이탈 보수부	· 균열부의 손상진전 유무 · 탄성고무 위치 변화 여부	육안조사 실측조사
교대 및 교각	◦ 균열	· 균열부의 손상진전 유무	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트 탈락	· 정비 여부 및 추가 발생 유무	육안조사