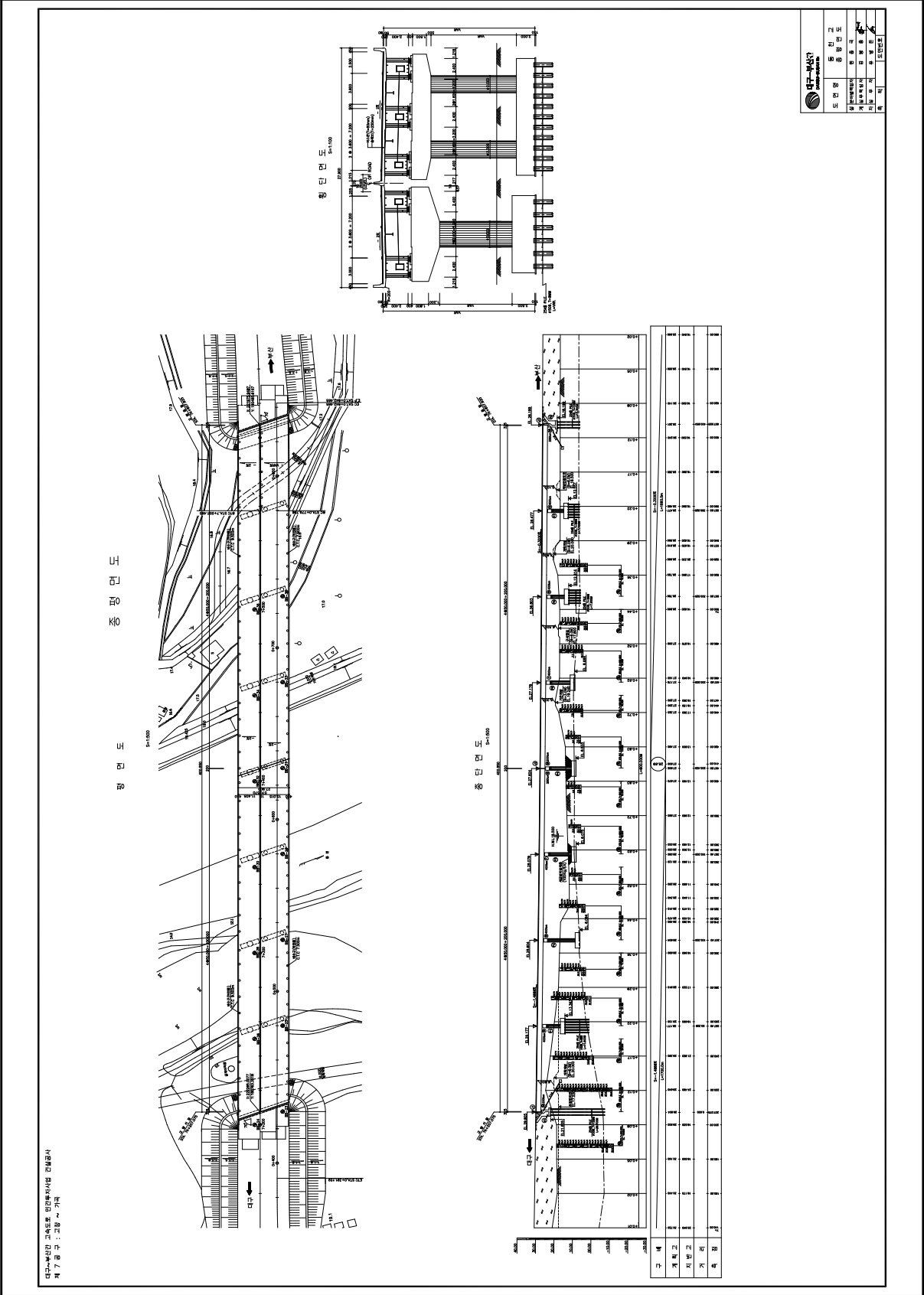


3. 월연교

월연교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구분		내용		구분		내용	
시설물명		월 연 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0000953 하행선 : BR2006-0000954	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 19	
시설물위치		경남 밀양시 활성동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 7+607.9~7+207.0 부산기점 45.447~45.047km	
제원	연장	L = 400.0 m (4@50+4@50 = 400.0 m)					
	폭	상행선 : 11.8m, 하행선 : 16.1m					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : T형, II 형			교각	직접 기초 PILE 기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		동천 횡단		통과높이		5.2 m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					
■ 중점 점검사항 - 바닥판 : 균열부 진전여부 - 강재주형 : 우수유입, 도장손상 및 녹발생 진전여부 - 교대 및 교각 : 균열부 진전여부 - 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검 - 교면포장 : 아스콘 라벨링, 패임, 균열 진전 여부 - 신축이음 : 하부 손상 진전 여부, 유간여유량 및 작동상태 점검 - 배수시설 : 배수관 위치 부적절, 유도배수관 길이부족에 의한 하부구조 영향 점검 - 기타 : 부속시설물 손상 여부							



월연교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전경



신축이음 전경



교량받침 전경

목 차(월연교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	181
1.2 자료수집 및 분석	188

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	192
2.2 내구성조사 결과	215

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	218
3.2 하행선 상태평가	219

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	220
4.2 결 언	221

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	222
5.2 유지관리방안	227

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

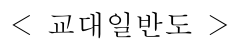
1.1.1 일반사항



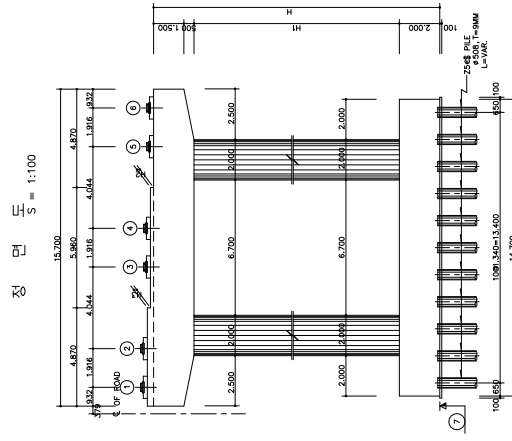
<그림 3.1.1.1> 월연교 전경

[표 3.1.1.1] 월연교 기본현황

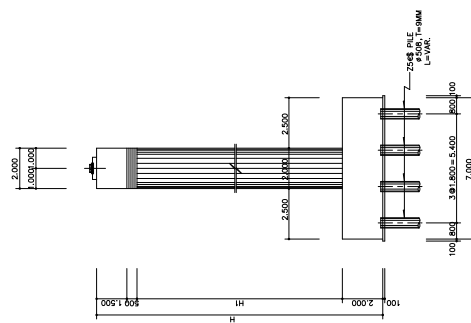
구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		월 연 교		설 계 하 중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 7+607.9~7+207.0		종 별 구 분	1종 시설물		
	관 리 이 정	부산기점 45.447~45.047km					
시 설 물 관 리 번 호		dbw BR. 19		시 설 물 번 호		상행선 : BR2006-0000953 하행선 : BR2006-0000954	
상 부 구 조	형 식	STEEL BOX GIRDER					
	연 장	4@50 + 4@50 = 400m		교 폭		상행선 : 11.8m 하행선 : 16.1m	
하 부 구 조	교 각			기 초 형 식	교 각	c	
	교 대	역T형식			교 대	PILE 기초	
교 량 받 침		POT BEARING		신 축 이 음		RAIL JOINT	
교 차 조 건		동 천 횡 단		교 고		5.2 m	
설 계 사		내 경 ENG		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책 임 감 리 원		KCM, (주)용마엔지니어링 동일기술공사		시 공 자		현대산업개발(주)	
관 리 주 체		신대구부산고속도로(주)		준 공 년 도		2006년 2월 10일	
중 단 구 배		+0.3%		횡 단 구 배		상행선 : -2.618%~-2.0% 하행선 : +2.618%~-2.0%	



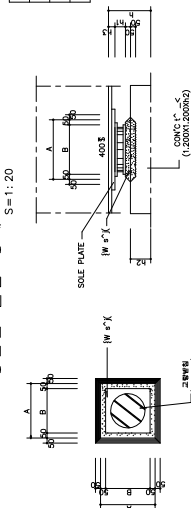
대구~부산간 고속도로 민간투자사업 건설공사
제 7 공 구 : 고정 2 가대



U-T S = 1:100
H
K



고령반친밀상세도⁵



- NOTE
- 만수숙 물결의 부석이 양호하도록 지칭한다.
- 시공이음선은 지칭후 정소한다.
- 교량면의 방향은 그림방향 일치 예치로 정다.

구분	A	B	비고
일반형 (교과별형)	670	570	G30
일반형	600	500	N2X

	tZ	H	H1	H2	H3	PILEZ ₀
	P1	12.300	8.300	136	136	11.900
	P6	10.500	6.500	126	126	7.900
	P7	10.700	6.700	7	20	7.700

31

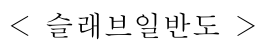
 대구-부산간 고속도로(주) DAEJEON-GUMI Expressway Co., Ltd.		도 면 명	동 천 교 (부산방향) 교 각 일 편 도 (P1, P6, P7) - 1		
		성	신변보호원자	원 종 조	<i>숙</i>
		개	신안로 원자	원 종 조	<i>숙</i>
		지	신안로	원 종 조	<i>숙</i>
		속	적	1:100	도면번호

설계 방법 : 강도 설계 법
콘크리트 설계기준 강도(kgf/cm^2) : 32-240-15
철근 항복 강도 : $f_y = 3,000 \text{ kgf/cm}^2$
설계 하중 : DB-24, DL-24

교량받침 규격 및 ELEVATION

[illegible]

< 교각일반도 >



1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기 간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 4. 25	초기점검	A등급
2	2006. 9. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 5. 10 ~ 2007. 6. 30	정기점검	-
4	2007. 8. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 3. 10 ~ 2008. 6. 30	정기점검	-
6	2008. 9. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 3. 10 ~ 2009. 6. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 1 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 3. 8 ~ 2010. 6. 30	정기점검	-
10	2010. 9. 6 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 2. 10 ~ 2011. 6. 30	정기점검	-
12	2011. 7. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 2. 20 ~ 2012. 6. 30	정기점검	-
14	2012. 8. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 2. 25 ~ 2013. 6. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보 수 내 용	비 고
1	2007.11	· 방호벽, 교대, 교각 균열 표면처리, 주형 도장손상 보수	-
2	2010.5	· 강교도장 하자보수, 환풍망 볼트체결	현대미포
3	2010.6	· 균열보수, 받침콘크리트 파손부 보수, 중분대 및 갓길 방호벽 균열보수	서천건설 미듬건설
4	2011.3	· 강교 도장 하자보수	현대미포
5	201.8	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천,미듬
6	2011.9	· A2 신축이음장치 볼트 파손부 용접 8EA	유니슨
7	2011.10	· 강교 도장 하자보수	현대미포
8	2012.5	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천건설 미듬건설
9	2013.4	· 강교도장 하자보수	현대미포

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

월연교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, Steel Box 주형은 허용응력법으로 설계되었다. 강재주형의 주요 부재는 SM490이며, 부재는 SM400을 기준으로 설계되었다. 내진설계는 단일모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 연결부, 교각, 기초에 대해 각각 다르게 적용하였으며, 내진 I 등급교로 설계하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유근무	A	월연교는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 기존 강재 거더의 도장불량 및 일부 교각 균열에 대해 보수가 시행된 상태이며, 금번 과업에서 건조수축에 의한 균열, 강재 거더 도장불량, 점검통로 난간 변형등의 공용 중 발생할 수 있는 경미한 손상이 추가로 조사되었다. 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 측면에서 손상부에 대한 적절한 보수와 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 측면에서 손상부에 대한 적절한 보수가 필요하다. 특히 S8경간 상·하행선의 경우 중차량의 통과로 인한 충돌로 강재변형이 미세하게 조사된바 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히 S8경간 상행선의 경우 중차량의 통과로 인한 충돌로 강재변형이 미세하게 조사된바 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 현재 본 시설물에 발생된 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보 차원에서 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 상·하행 교대 A1 상부 토사퇴적의 경우 하부구조에 영향을 미칠 수 있으므로 보수 및 주의관찰이 필요하고, 흙벽 및 벽체부 균열폭증가는 균열폭에 적합한 보수가 요망된다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 배수관 연결 불량 및 배수관 길이부족으로 하부 도로 개설에 의한 우기 시 낙수 발생, 교대 상부에 발생한 이물질 퇴적 등은 추가 손상을 발생시킬 수 있는 우려가 있으므로 내구성 증진 및 2차적 피해를 줄이기 위하여 조속한 보수 및 주의관찰이 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 배수관 연결 불량 및 배수관 길이부족으로 하부 도로 개설에 의한 우기 시 낙수 발생, 교대 상부에 발생한 이물질 퇴적 등은 추가 손상을 발생시킬 수 있는 우려가 있으므로 내구성 증진 및 2차적 피해를 줄이기 위하여 조속한 보수 및 주의관찰이 필요하다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 배수구 막힘 구간 청소, 주형 내부 이물질제거 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 기존 정밀점검 이후 특이할만한 현황은 발생되지 않았으며, 배수관 손상(막힘, 길이부족, 변형) 및 균열, 받침콘크리트 파손, A2후타재 균열 등에 대해 2차 손상발생 방지 차원의 적절한 보수가 유지관리상 필요한 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 접속구간 교면포장 패임, 배수관 위치불량 및 설치불량의 경우 추가적인 손상을 유발할 우려가 되는 손상이므로 손상에 적합한 보수 및 정비 등을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 금번 점검시 시설물의 사용성에 영향을 미칠만한 특이 손상은 발생되지 않았으나, 일부 미 보수 손상에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상으로는, 접속도로 이격, 배수관 관련 손상(유도배수관 길이부족, 배수관 위치불량, 배수관 길이부족 등), 바닥판 철근노출 및 국부적인 재료분리, 신축이음 하부 볼트 탈락, Plate 국부 부식, 주형내부 이물질퇴적 등이다. 특히, 배수관 관련 손상 및 신축이음 하부 손상의 경우, 하부 구조의 2차 손상을 유발시킬 수 있는 바, 지속적인 관찰 및 적절한 정비를 통한 내구성 확보가 필요할 것으로 판단된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	월연교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 기존 점검 결과와 비교시 특이할만 한 추가 손상은 없는 것으로 나타났다. 주된 손상은 바닥판하면 균열부 백태, 주형 이물질퇴적, 하부구조 균열, 백태, 받침 편기(하A2), 후타재 국부파손, 배수관 길이부족 및 위치불량 등이며 향후 내구성 확보 차원의 보수 및 유지관리가 필요하다. 한편, 공용중 중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 일부 구간(하.A2측) 받침이 가동여유량은 문제가 없으나, A2방향으로 최대 70mm 정도 편기된 것으로 조사된 바, 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단되며, 일부 유도배수관 길이부족에 의한 하부구조 추가 손상 방지대책이 필요한 것으로 판단됨.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	월연교에 대한 정기점검 결과, 기존 점검결과와 비교시 특이사항은 발생되지 않은 것으로 조사되었다. 주된 손상은 교면포장 라벨링 배수관 위치불량 및 길이부족, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열 및 국부파손, 받침 Plate 부식, 하부구조 균열 등이며, 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 특히, 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 배수시설 관련 손상에 의한 하부구조 추가 손상 여부에 대한 지속적인 점검이 필요하며, 기 발생 균열(폭 0.2mm이상)에 대한 보수 후 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰이 필요함.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	월연교는 기 발생한 손상에 대한 일부 보수가 실시되었으며, 보수 상태는 양호하나, 미보수된 교면포장 라벨링, 배수관 위치불량 및 길이부족, 난간 균열 및 백태, 신축이음 누수, 후타재 균열, 받침 Plate 녹발생, 받침콘크리트 국부파손, 하부구조 균열, 누수, 법면 누수 및 체수 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 교대 및 법면에 발생한 누수 및 체수는 신축이음부 및 중분대와 연계된 조치가 요망됨.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	월연교에 대한 정기점검 결과, 기 발생한 손상에 대해 일부 보수가 실시되었으며, 보수 상태는 양호하나, 미 보수된 교면포장 라벨링, 균열, 배수관 위치불량 및 길이부족, 난간 균열부 백태, 후타재 균열, 교량받침 Plate 녹발생, 받침콘크리트 국부파손, 교대 및 교각 균열, 누수 및 체수흔적 등이 조사되었다. 또한 급회 점검시 신축이음 하부 고정볼트 탈락이 추가 발생되었으며, 기 발생한 손상과 더불어 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히 신축이음 하부 고정볼트 탈락은 보수 후 주변 볼트 탈락 등, 추가 손상 발생 유무에 대한 지속적인 주의관찰이 요망됨.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

월연교는 2006년에 준공된 교량연장 400m, 총폭 27.9m의 강박스 거더 교량으로 경남 밀양시 황성동에 위치하며, 최대경간장 50m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각(70°)이 있는 직선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 0.3%의 상향 경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더(상행 : 2개, 하행 : 3개)가 4경간 연속으로 시공되었고, 하부구조의 기초형식은 직접 기초와 PILE 기초가 혼용되어 있고, 구조형식은 상행선은 T형, 하행선은 II형으로 시공되었다.

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

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면은 일부 손상에 대한 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열, 균열부 백태, 파손 및 철근노출, 재료분리 등이 조사되었다.

발생된 균열의 경우 대부분 초기 건조수축 등에 의해 발생한 것으로 판단되며 구조물의 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단되나, 내구성 확보차원의 적절한 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 S8 바닥판하면	위 치	하행선 S3 바닥판하면
현 황	균열부 백태	현 황	철근노출 및 재료분리

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		철근 콘크리트 바닥판 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열 (폭0.3mm미만)	1	L=2.5m	
	S2	균열 (폭0.3mm미만)	3	L=7.6m	
	S3	균열 (폭0.3mm미만) 재료분리	3 1	L=3.5m A=0.08m ²	
	S4	균열 (폭0.3mm미만) 백태	3 2	L=6.0m A=0.4m ²	
	S5	균열 (폭0.3mm미만) 백태	1 2	L=0.3m A=0.07m ²	
	S6	균열 (폭0.3mm미만) 백태	11 7	L=11.9m A=0.45m ²	
	S7	균열 (폭0.3mm미만) 백태	9 9	L=9.6m A=0.97m ²	
	S8	균열 (폭0.3mm미만) 백태 거푸집 미제거	5 3 1	L=4.0m A=0.1m ² A=0.04m ²	
하 행 선	S1	균열 (폭0.3mm미만)	2	L=3.2m	
	S2	균열 (폭0.3mm미만) 백태	4 3	L=2.5m A=0.1m ²	
	S3	균열 (폭0.3mm미만) 백태 파손 및 철근노출	2 1 1	L=1.8m A=0.08m ² A=0.4m ²	
	S4	균열 (폭0.3mm미만) 백태 재료분리 표면균열	2 1 2 1	L=3.0m A=0.1m ² A=0.69m ² A=1.0m ²	
	S5	균열 (폭0.3mm미만) 백태 표면균열	4 2 1	L=3.1m A=0.1m ² A=1.0m ²	
	S6	균열 (폭0.3mm미만) 백태	9 9	L=4.8m A=0.48m	
	S7	균열 (폭0.3mm미만) 균열 (폭0.3mm이상) 백태	10 1 5	L=9.1m L=1.5m A=0.46m	
	S8	균열 (폭0.3mm미만) 백태	2 1	L=1.1m A=0.04m	

2) 강재 거더

주형 및 2차 부재(가로보, 세로보)에 대한 조사결과, 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수 손상으로서 주형내부는 누수 및 우수유입 흔적, 환기구 볼트이완, 주형외부는 도장손상 및 녹발생, 신축이음 지점 이물질퇴적(조류배설물), 국부 변형이 조사되었으며, 가로보의 경우 경미한 도장손상이 조사되었다.

내부 누수의 경우 현장이음부를 통한 우수유입에 의한 것으로서, 공용기간 증가에 따라 지속적인 우수유입 가능성이 예상되며, 이에 따른 2차 손상인 표면 도장오염 및 녹발생의 우려가 있으므로, 이음부에 대한 실링재 도포 등 적절한 조치가 필요하다. 또한 주형외부 이물질 퇴적의 경우 정기적인 정비를 통한 주형도장의 건전성 확보가 필요한 것으로 판단된다. 따라서 현재 조사된 손상에 대해서는 적절한 보수와 정기점검을 통한 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 S8 G2 주형내부	위 치	상행선 S8 G2 주형내부
현 황	누수 및 우수유입	현 황	이물질 퇴적 보수 현황
			
위 치	하행선 S1 G2 주형내부	위 치	하행선 S2 G2 주형내부
현 황	누수 및 우수유입	현 황	누수 및 우수유입

			
위 치	상행선 S3 G2 주형내부	위 치	하행선 S8 G1 주형내부
현 황	누수 및 우수유입	현 황	도장손상 보수 현황
			
위 치	상행선 S4~S5 (P4측) G1 주형외부	위 치	하행선 S4~S5 (P4측) G2 주형외부
현 황	조류배설물 퇴적	현 황	조류배설물 퇴적
			
위 치	하행선 S6 G1 주형외부 하면	위 치	상행선 S4 가로보
현 황	도장손상 및 녹발생	현 황	도장손상

[표 2.1.2] 강재 거더 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S2	주형내부 누수흔적	1	A=0.09m ²	
	S4	주형내부 환기구 볼트탈락 주형외부 이물질 퇴적	3	3EA	
			2	A=1.5m ²	
	S5	주형외부 이물질 퇴적	2	A=1.5m ²	
	S7	주형내부 누수흔적 주형외부 강재변형	1	A=0.3m ²	
			1	A=0.03m ²	
하행선	S8	주형내부 누수흔적 주형외부 녹발생 주형외부 강재변형 전구파손	1	A=0.4m ²	
			1	A=2.25m ²	
			1	A=0.04m ²	
			1EA		
	S1	주형내부 누수흔적	1	A=3.2m ²	
	S2	주형외부 도장손상 주형내부 누수흔적	2	A=0.02m ²	
			2	A=2.2m ²	
	S3	주형내부 누수흔적	2	A=0.61m ²	
상행선	S4	주형내부 누수흔적 주형외부 이물질퇴적 주형외부 도장손상	1	A=1.5m ²	
			3	A=1.5m ²	
			1	A=0.01m ²	
	S5	주형외부 이물질퇴적 주형외부 도장손상	3	A=1.5m ²	
			2	A=0.05m ²	
하행선	S6	주형외부 도장손상 주형내부 환풍망 볼트불량	4	A=0.04m ²	
			2	2EA	
상행선	S7	주형내부 환풍망 볼트불량	1	1EA	

[표 2.1.3] 강재 가로보 및 세로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S4	도장손상	1	A=0.01m ²	
	S7	도장손상	1	A=0.03m ²	
	S8	도장손상	1	A=0.01m ²	
하행선	S4	도장손상	3	A=0.09m ²	
	S5	도장손상	2	A=0.04m ²	
	S6	도장손상	1	A=0.04m ²	
	S7	도장손상	10	A=0.43m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

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

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

[표 2.1.4] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 20℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	275	309	275	362	
A2	150	262	155	278	

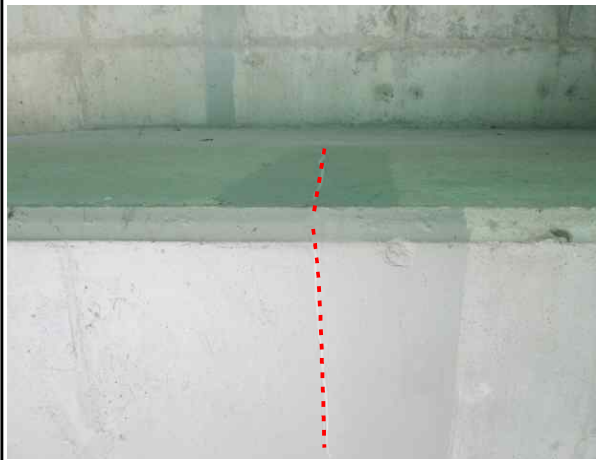
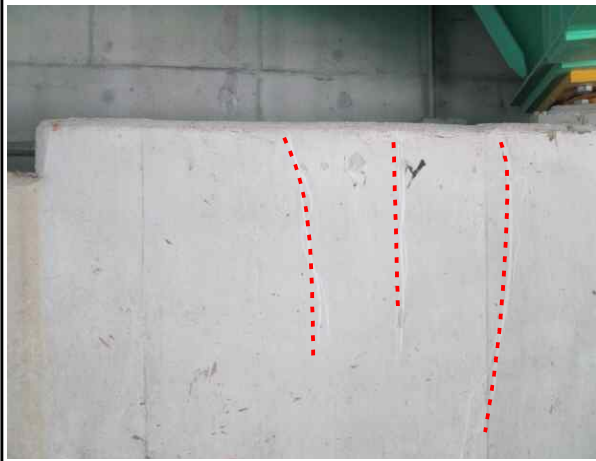
교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간거리는 신축량이 가장 큰 A2지점에서 상행선이 약 150mm, 하행선이 약 155mm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(20℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 36mm 정도인바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형 구조로서, 일부 손상에 대해 보수가 실시된 상태이나, 미보수 손상인 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열, 보수부 재균열, 누수흔적, 이물질퇴적, 철근노출, 실란트 파손 등이 조사되었으며, 일부 균열이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

조사된 균열의 경우 초기 건조수축 및 공용기간 증가에 따른 노후화로 인해 발생한 것으로 판단되며, 각 손상과 더불어 구조물의 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정기 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

			
위 치	상행선 A1	위 치	상·하행선 A2 벽체
현 황	보수부 재균열 (폭0.2mm)	현 황	실란트 파손
			
위 치	하행선 A2 벽체	위 치	하행선 A2 흉벽
현 황	균열 (폭0.1mm)	현 황	균열부 백태 보수 현황

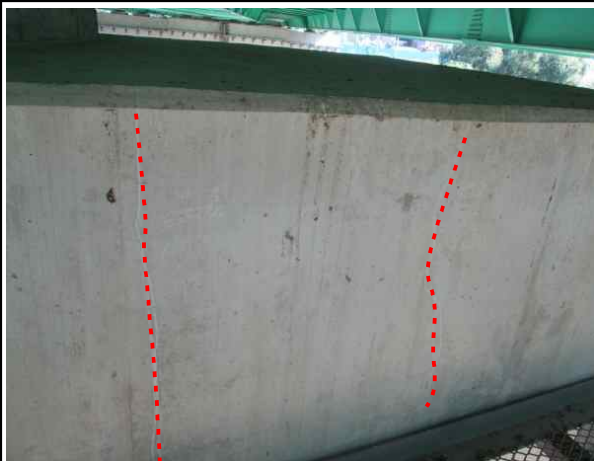
[표 2.1.5] 교대 외관상태

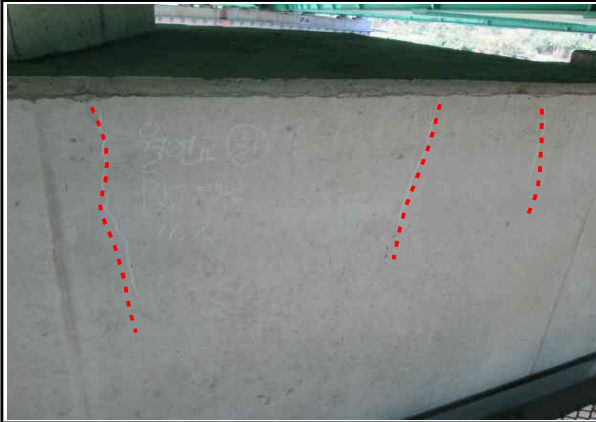
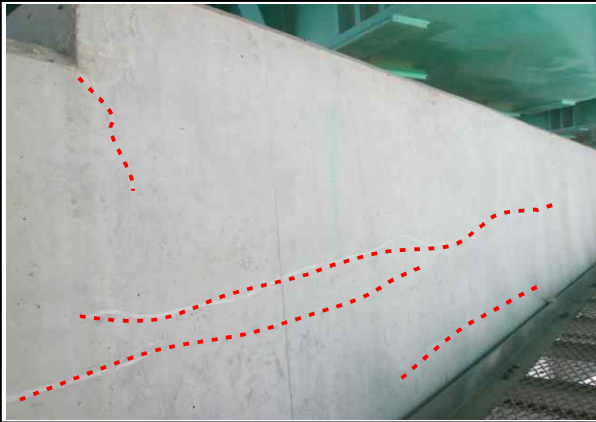
구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	균열 (폭0.3mm 미만)	2	L=1.8m	
		균열 (폭0.3mm 이상)	1	L=1.5m	
		누수흔적	2	A=2.96m ²	
		실란트 파손	1	A=1.2m ²	
	A2	균열 (폭0.3mm 미만)	10	L=7.0m	
		균열 (폭0.3mm 이상)	1	L=1.2m	
		이물질 퇴적	1	A=1.44m ²	
		실란트 파손	1	L=2.0m	
하 행 선	A1	균열 (폭0.3mm 미만)	2	L=2.5m	
	A2	균열 (폭0.3mm 미만)	9	L=13.0m	
		철근노출	1	A=0.01m ²	

2) 교각

교각은 T형 및 II형 구조이며, 기 발생한 일부 균열에 대해 보수를 실시한 것으로 확인되었으나, 미보수 손상인 폭 0.1~0.3mm정도의 균열, 보수부 재균열, 표면균열, 국부적인 누수흔적 등이 조사되었으며, 일부 교각에서 백태가 추가 발생하였다.

균열의 경우 초기 건조수축 및 공용기간 증가에 따른 노후화로 인해 발생한 것으로 판단되며, 각 손상과 더불어 구조물의 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정기점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

			
위 치	상행선 P4 기둥 정면	위 치	상행선 P5 코핑 정면
현 황	균열 (폭0.1~0.2mm)	현 황	균열 (폭0.1~0.2mm)

			
위 치	하행선 P5 코핑 배면	위 치	하행선 P7 코핑 정면
현 황	균열(폭0.1~0.2mm)	현 황	균열 (폭0.1~0.2mm)

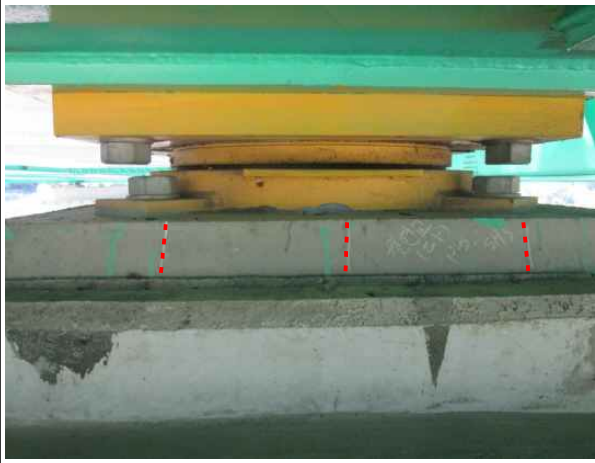
[표 2.1.6] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 누수흔적	33 2 1	L=9.15m A=3.75m ² A=4.0m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	73 3	L=38.45m A=5.0m ²	
	P3	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 누수흔적	86 1 1	L=56.3m A=1.0m ² A=0.15m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	21	L=8.35m	
	P5	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	52 2	L=36.15m L=2.0m	
	P6	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	84 5	L=57.3m A=10.65m ²	
	P7	균열(폭 0.3mm미만) 누수흔적 및 백태	43 1	L=35.0m A=0.44m ²	
하 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=4.7m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	39	L=18.6m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	72 4	L=42.0m A=0.28m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	29 1	L=17.5m A=0.25m ²	
	P5	균열(폭 0.3mm미만)	23	L=15.3m	
	P6	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 표면균열	45 1 1	L=33.3m L=0.3m A=0.73m ²	
	P7	균열(폭 0.3mm미만)	49	L=63.6m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량받침은 POT BEARING 형식으로 전회점검 이후 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손, 보수부 들뜸, 도장손상, 볼트 및 Plate 녹발생, 국부변형 등이 확인되었다. 따라서 조사된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

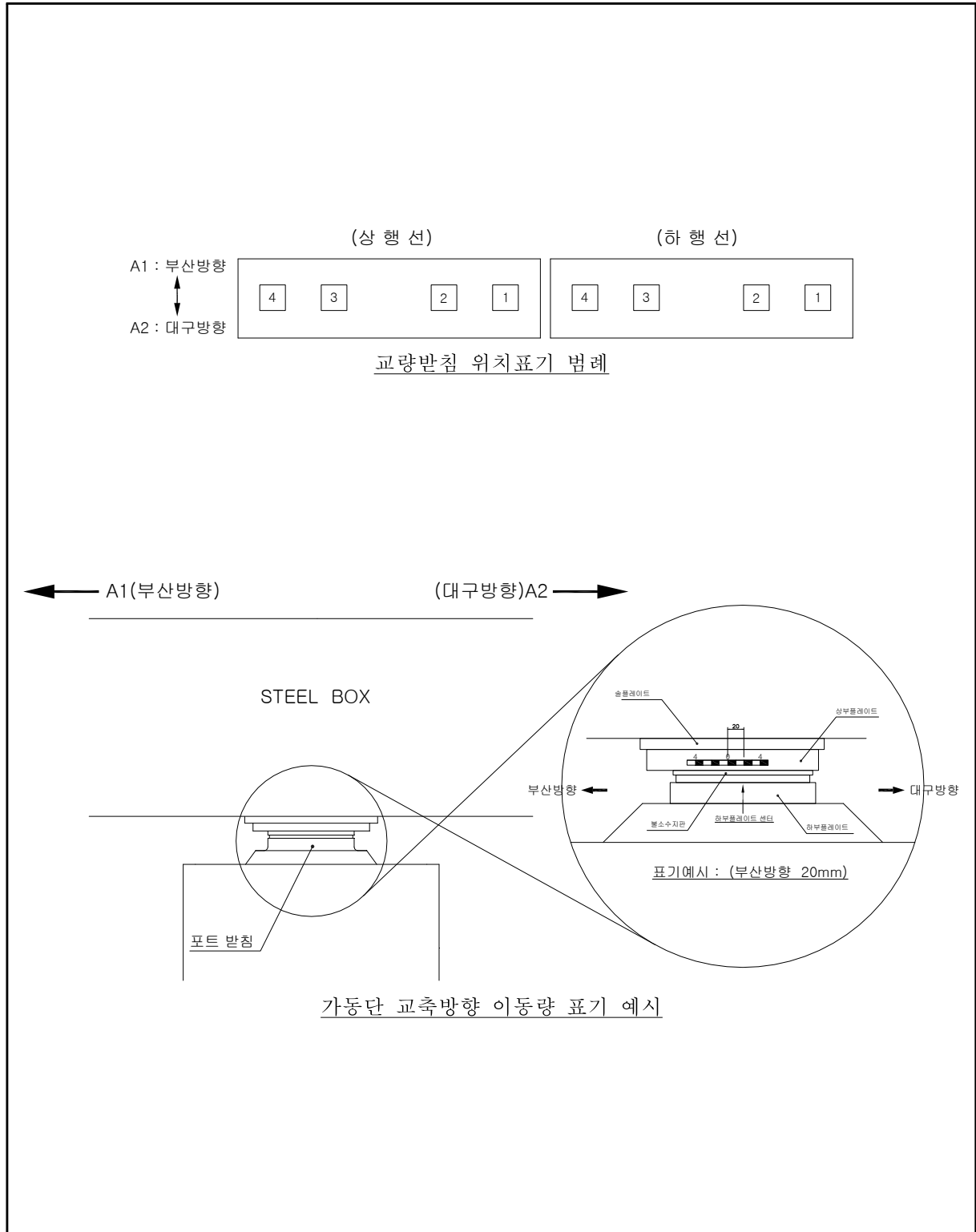
			
위 치	상행선 P1 SH1	위 치	상행선 P4 SH8
현 황	녹발생	현 황	받침콘크리트 보수부 재손상 (들뜸)
			
위 치	하행선 A1 SH4	위 치	하행선 P5 SH3
현 황	볼트 녹발생	현 황	무수축물탈 균열 (폭0.1mm)

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	볼트 녹발생	8	8EA	
	A2	볼트 녹발생	2	2EA	
	P1	PLATE 도장탈락	1	A=0.02m ²	
	P2	PLATE 녹발생	1	1EA	
	P3	볼트 녹발생	1	1EA	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
	P4	들뜸	2	A=0.04m ²	
		PLATE 녹발생	3	3EA	
하 행 선	P5	무수축 몰탈 균열 (0.3mm)미만	6	L=0.6m	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
	P6	받침콘크리트 균열 (0.3mm)미만	2	L=0.2m	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
	A1	볼트 녹발생	11	11EA	
	A2	볼트 녹발생	1	1EA	
	P1	무수축몰탈 균열 (0.3mm)미만	1	L=0.01m	
		볼트 녹발생	7	7EA	
	P2	볼트부식	3	3EA	
		PLATE 변형	1	1EA	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
	P3	파손 및 들뜸	1	A=0.01m ²	
	P4	받침콘크리트 파손 및 박리	1	A=0.26m ²	
	P5	무수축몰탈 균열 (0.3mm)미만	4	L=0.6m	
		받침콘크리트 균열 (0.3mm)미만	1	L=0.1m	
	P6	무수축 몰탈 균열 (0.3mm)미만	5	L=0.5m	
		받침콘크리트 균열 (0.3mm)미만	1	L=0.3m	
		도장손상	1	A=0.01m ²	
		볼트 부식	1	1EA	
	P7	무수축몰탈 균열 (0.3mm)미만	5	L=0.5m	
		볼트부식	3	3EA	

2) 교량받침 이동량

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



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.8] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 20℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)																비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		SH5		SH6		SH7		SH8		
	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	
A1	-	20	-	20	-	25	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	±100
P1	-	5	-	5	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	±100
P2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	±50
P3	F		F		좌우		좌우		-	-	-	-	-	-	-	-	고정단
P4	10	-	10	-	10	-	10	-	-	20	-	20	-	20	-	20	±100
P5	F		F		좌우		좌우		-	-	-	-	-	-	-	-	고정단
P6	5	-	5	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±50
P7	15	-	15	-	15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±100
A2	45	-	45	-	45	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±100

[표 2.1.9] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 20℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)																				비 고				
	SH1		SH2		SH3		SH4		SH5		SH6		SH7		SH8		SH9		SH10			SH11		SH12	
	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향		대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향
A1	-	40	-	35	-	30	-	30	-	45	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±100
P1	-	7	-	7	-	7	-	7	-	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±100
P2	-	13	-	12	-	10	-	10	-	10	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±50
P3	좌우		좌우		좌우		좌우		F		F		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	고정단
P4	-	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-	15	-	15	-	8	-	10	-	10	-	10	±100
P5	좌우		좌우		좌우		좌우		F		F		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	고정단
P6	15	-	20	-	15	-	15	-	15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±50
P7	25	-	25	-	25	-	25	-	25	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±100
A2	45	-	45	-	45	-	45	-	48	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±100

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

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 20°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $20^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 30^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$
- 온도변화기 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 30 \times 150000 = 54\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 20 \times 150000 = 36\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($50+50+50=150\text{m}$) , ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

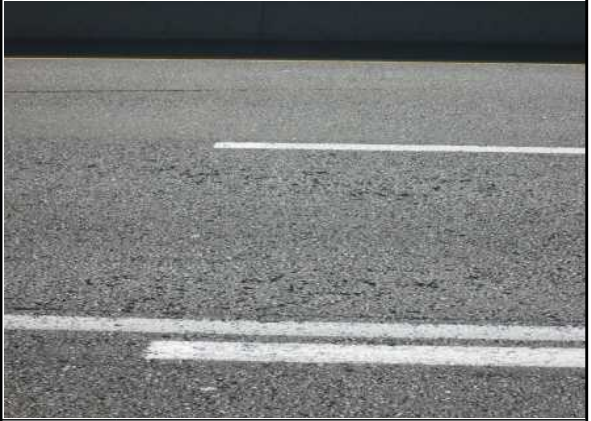
이동량이 최대인 하행선 A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 54mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 36mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 96mm, 온도 상승시에는 약 14mm 정도의 여유량을 확보하고 있는 바, 이동 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 교면포장은 기 발생된 손상인 라벨링, 패임, 균열이 조사되었으며, 일부 구간에서 라벨링 손상의 진전 및 추가 발생한 것으로 확인되었다.

포장면에 발생된 손상들은 공용기간 증가와 지속적인 차량 통행에 의해 발생한 것이며, 내구성 확보를 위한 적절한 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	하행선 S4 교면포장	위 치	하행선 S6 교면포장
현 황	라벨링	현 황	라벨링

[표 2.1.10] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	라벨링 아스콘 균열	1 1	A=0.3m ² L=5.0m	
	S2	패임	3	A=2.0m ²	
	S3	패임 / 라벨링	3	A=6.0m ²	
	S5	라벨링	1	A=5.0m ²	
	S7	패임 / 라벨링	2	A=2.6m ²	
	S8	아스콘 균열	2	L=0.4m	
하 행 선	S1	라벨링	2	A=15.0m ²	
	S2	패임 / 포트홀 / 라벨링	2	A=10.01m ²	
	S3	포트홀 / 패임	4	A=0.04m ²	
	S4	패임 / 포트홀 / 라벨링	2	A=16.02m ²	
	S5	아스콘 균열	1	L=6.0m	
	S6	패임 / 포트홀 / 라벨링	2	A=4.01m ²	
	S7	라벨링	2	A=39.0m ²	
	S8	라벨링	1	A=45.0m ²	

2) 신축이음

① 본체

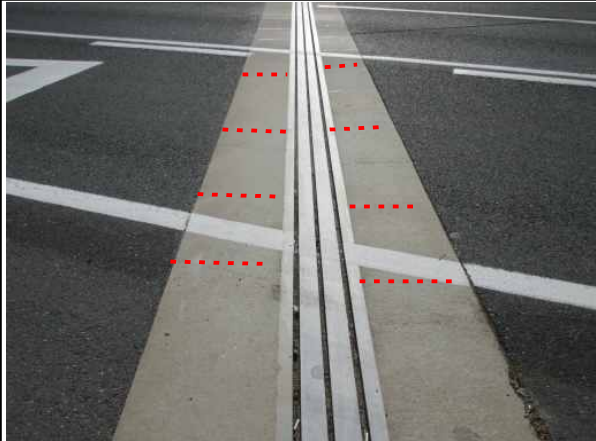
신축이음장치는 Rail Joint Type으로 시공되어 있으며, 기존 손상인 상행선 A2측에서 간격조절재 볼트탈락과 본체 이물질 퇴적 및 녹발생이 조사되었으며, 신축이음장치 기능성 향상을 위해 보수 및 정비가 필요한 상태이다.

특히, 신축이음 하부 손상은 공용중 지속적인 차량 운하중에 따른 내구성 저하로 인해 추가 손상들이 예상되므로, 보수후에도 지속적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리가 필요하다고 판단된다.

			
위 치	하행선 A2 신축이음		
현 황	간격조절재 볼트 탈락		
			
위 치	상행선 P4 신축이음	위 치	하행선 P4 신축이음
현 황	이물질퇴적 및 녹발생	현 황	이물질퇴적 및 녹발생

② 후타재

후타재는 일부 구간 폭 0.2mm 정도의 균열 및 접속부 이격이 조사된 바, 내구성 확보 및 주행성능 향상을 위한 보수가 필요하다..

			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	하행선 A1 신축이음
현 황	후타재 접속부 이격	현 황	후타재 균열 (폭0.2mm)

[표 2.1.11] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격	2 35 1	L=3.0m L=17.5m L=5.0m	
	EJ.2 (P4)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	1 7	L=2.0m L=2.1m	
	EJ.3 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 후타재 볼트탈락	1 11 2	L=2.0m L=7.5m 2EA	
하 행 선	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만)	1 12	L=1.50m L=4.0m	
	EJ.2 (P4)	본체 이물질 퇴적	1	L=1.5m	
	EJ.3 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 상부 녹발생 하부 볼트 탈락	1 10 1 2	L=3.0m L=4.0m A=0.72m ² 2EA	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.12] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	75	77	NO.240
J2 (P4)	52	69	NO.160
J3 (A2)	74	81	NO.240

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

■ P4 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
 - 조사일 : 2013년 10월 2일, 일평균기온 : 20°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $20^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 30^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 30 \times 100000 = 36\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 20 \times 100000 = 24\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($50+50=100\text{m}$), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

P4 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 36mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 24mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 55mm, 온도 상승 시에는 약 28mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽으로 시공되어 있으며, 균열 및 백태, 보수부 재균열, 콘크리트 국부 파손, 접속도로구간 충분대 이격 등이 조사되었으며, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	하행선 S6 방호벽	위 치	A2측 접속도로 구간 충분대
현 황	균열부 백태	현 황	접합부 실란트 이격

[표 2.1.13] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 백태	8 6	L=6.9m A=0.31m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 백태	1 4	L=1.2m A=0.65m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	7 1	L=5.9m L=0.6	
	S4	균열(폭 0.3mm미만) 백태	7 4	L=6.4m A=0.12m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만)	6	L=3.30m	
	S6	수평 균열(폭 0.3mm미만)	5	L=7.6m	

[표 2.1.13] 난간 외관상태(계속)

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S7	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	4 1	L=2.5m L=1.0m	
	S8	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태 표면균열 실란트 파손	5 4 2 1 1	L=6.3m L=3.0m A=0.03m ² A=1.0m ² L=2.5m	
하 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 백태	3 5	L=10.7m A=0.12m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 백태	7 1	L=4.5m A=0.1m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 백태	5 4	L=3.8m A=2.07m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태	6 1 8	L=5.0m L=0.6m A=0.7m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태	6 1 6	L=33.4m L=3.0m A=2.99m ²	
	S6	균열(폭 0.3mm미만) 백태	7 2	L=12.4m A=0.2m ²	
	S7	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	6 1	L=7.2m L=1.7m	
	S8	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태 방호벽 파손 차량충돌 흔적	6 2 2 1 1	L=30.0m L=4.5m A=0.25m ² A=0.03m ² A=1.5m ²	

4) 배수시설

배수시설은 육교형과 산악형 혼합형태로서, 배수관 유출구 위치 부적절, 유도배수관 길이부족이 조사되었으며, 교면 배수구의 경우 일부 그레이팅 변형과 막힘이 발생된 바, 사용성 확보를 위한 정비가 필요하다.

			
위 치	하행선 S1 A1측 유도배수관	위 치	하행선 S3 P3측 배수관
현 황	배수관 길이부족	현 황	유출구 위치 부적절 (교각 상부)

[표 2.1.14] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S1	배수구 막힘 스틸 그레이팅 변형	1 2	
	S8	배수관 길이부족	1	
하행선	S1	배수관 위치불량 유도배수관 길이부족	1 1	
	S3	배수관 위치불량	1	
	S5	유도배수관 길이부족	1	
	S8	배수관 길이부족 유도배수관 길이부족	1 1	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

일부 차수관 볼트 탈락, 교대 법면 누수, 교대측 배수측구 콘크리트 파손, 교각 점검로 난간 변형 등이 조사된 바, 정비가 필요하다.

			
위 치	하행선 A2측 차수관	위 치	하행선 P6 점검로
현 황	앵커볼트 탈락	현 황	안전난간 변형

[표 2.1.15] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	비고
상행선	A1	차수관 앵커 및 볼트, 너트 탈락	5	
	A2	차수관 앵커 및 볼트, 너트 탈락 차수관 변형 법면 누수흔적 배수측구 파손	2 1 1 1	
	P4	차수관 앵커 및 볼트, 너트 탈락	3	
하행선	A1	차수관 앵커 및 볼트, 너트 탈락	4	
	A2	차수관 앵커 및 볼트, 너트 탈락	4	
	P4	차수관 앵커 및 볼트, 너트 탈락	5	
	P6	점검통로 안전난간 변형	1	
	P7	점검사다리 회전불가	1	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

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

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판 균열(폭0.1~0.2mm), 백태, 표면균열, 재료분리, 철근노출 ■ 주형외부 도장손상, 이물질퇴적, 녹발생 강재변형 ■ 주형내부 누수 및 우수유입흔적, 도장손상, 이물질퇴적, 환기구볼트이완 ■ 교대 균열(폭0.1~0.3mm), 실란트 파손 누수흔적 ■ 교각 균열(폭0.1~0.3mm), 표면균열, 누수흔적, 백태 ■ 교량받침: Plate 및 볼트 녹발생, 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 파손, 들뜸 ■ 교면포장 라벨링, 패임, 균열 ■ 신축이음: 본체 하부 앵커탈락, 이물질퇴적, 후타재 균열 ■ 난간 균열(폭0.1~0.3mm), 백태, 중분대 이격 ■ 배수시설 배수관 위치 부적절, 유도배수관 길이부족 ■ 기타 차수판 앵커탈락, 점검로 난간 변형, 교대 법면누수 및 배수측구 파손	■ <u>바닥판 재료분리 일부 보수실시</u>, 재료분리, 균열(폭0.1~0.2mm), 백태, 철근노출 파손 ■ 주형외부 도장손상, 이물질퇴적, 녹발생 강재변형 ■ <u>주형내부 이물질퇴적, 도장손상 보수실</u> 우수유입흔적, 환기구 볼트이완 ■ <u>교대 누수흔적, 백태, 실란트 파손 등 일부 손상 보수실시</u> ■ 교대 균열(폭0.1~0.3mm), 보수부재균열 실란트 파손, 누수흔적, 백태, 이물질 퇴적 국부파손 ■ 교각 균열(폭0.1~0.3mm), 보수부재균열 표면균열, 누수흔적, 백태 ■ 교량받침 녹발생, 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 파손, Plate변형 ■ 교면포장 라벨링, 패임, 균열 ■ 신축이음 간격조절재 볼트 탈락, 녹발생 이물질 퇴적, 후타재 균열, 접속부 이격 ■ 난간 균열(폭0.1~0.3mm), 보수부 재균열, 백태, 국부파손, 중분대 이격 ■ 배수시설 배수관 위치 부적절, 유도배수관 길이부족 ■ 기타 차수판 앵커탈락, 점검로 난간 변형 교대 법면누수 및 배수측구 파손
기 시행된 점검이후 일부 손상들에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수된 손상 및 추가 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성에 영향을 줄만한 손상은 아니나, 일부 손상에 대해서는 내구성 확보차원에서 손상에 대한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요. 특히 기 발생된 균열, 신축이음 하부 손상의 경우 보수후에도 손상의 진전 및 추가발생 우무에 대한 주의관찰 필요.	

2.2 내구성조사 결과

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

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판 27.2~29.3MPa, 하부구조 교대 및 교각은 26.2~28.4MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판⇒27 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판	S1	54.90	25.4	30.4	27.9	
	2	바닥판	S2	56.70	26.6	32.0	29.3	
	3	바닥판	S3	54.95	25.5	30.5	28.0	
	4	바닥판	S4	56.00	26.2	31.4	28.8	
	5	바닥판	S5	54.30	25.0	29.9	27.5	
	6	바닥판	S6	56.30	26.4	31.6	29.0	
	7	바닥판	S7	55.70	26.0	31.1	28.5	
	8	바닥판	S8	55.00	25.5	30.5	28.0	
하 부 구 조	9	교 대	A1	49.70	23.9	28.4	26.2	
	10	교 각	P1	52.45	25.6	30.6	28.1	
	11	교 각	P2	51.05	24.7	29.5	27.1	
	12	교 각	P3	52.20	25.4	30.4	27.9	
	13	교 각	P4	51.85	25.2	30.1	27.7	
	14	교 각	P5	50.70	24.5	29.2	26.9	
	15	교 각	P6	52.60	25.7	30.7	28.2	
	16	교 대	A2	51.55	25.0	29.9	27.5	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판	S1	54.40	25.1	30.0	27.5	
	2	바닥판	S2	54.00	24.8	29.6	27.2	
	3	바닥판	S3	55.25	25.7	30.7	28.2	
	4	바닥판	S4	54.35	25.1	29.9	27.5	
	5	바닥판	S5	54.75	25.3	30.3	27.8	
	6	바닥판	S6	54.15	24.9	29.8	27.4	
	7	바닥판	S7	55.65	25.9	31.1	28.5	
	8	바닥판	S8	54.55	25.2	30.1	27.7	
하 부 구 조	9	교 대	A1	51.85	25.2	30.1	27.7	
	10	교 각	P2	52.55	25.7	30.7	28.2	
	11	교 각	P3	50.90	24.6	29.4	27.0	
	12	교 각	P4	52.85	25.8	30.9	28.4	
	13	교 각	P5	50.68	24.5	29.2	26.9	
	14	교 각	P6	51.35	24.9	29.7	27.3	
	15	교 각	P7	51.65	25.1	30.0	27.5	
	16	교 대	A2	51.95	25.3	30.2	27.8	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 2.2cm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.5	4.0	3.5	a
2	바닥판하면	S4	8	0.8	4.0	3.2	a
3	바닥판하면	S8	8	0.7	4.0	3.3	a
4	교대	A1	8	1.6	10.0	8.4	a
5	교각	P1	8	2.1	10.0	7.9	a
6	교각	P3	8	1.7	10.0	8.3	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S4	8	0.8	4.0	3.2	a
3	바닥판하면	S8	8	0.6	4.0	3.4	a
4	교대	A2	8	1.7	10.0	8.3	a
5	교각	P5	8	2.2	10.0	7.8	a
6	교각	P7	8	1.8	10.0	8.2	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009.03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	b	a	a	b	b	b	c	b	c	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[3]	강상자형교	b	a	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[4]	강상자형교	b	b	b	a	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[5]	강상자형교	b	b	a	b	a	b	b	b	b	Q	a	a	-	-
STB[6]	강상자형교	b	a	a	a	a	b	-	b	c	Q	a	a	-	-
STB[7]	강상자형교	b	b	b	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[8]	강상자형교	b	b	b	b	b	c	-	a	b	Q	a	a	-	-
STB[9]	강상자형교	-	-	-	-	-	-	c	b	b	Q	a	a	-	-
평균		0.200	0.163	0.138	0.175	0.125	0.250	0.333	0.189	0.244	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.033	0.007	0.012	0.004	0.005	0.030	0.017	0.049	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.199	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)“에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.199으로 산정되어 상태등급은 ”B등급“으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
STB[1]	강상자형교	b	b	a	b	c	b	b	b	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[3]	강상자형교	b	b	b	b	c	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[4]	강상자형교	b	b	b	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[5]	강상자형교	b	b	b	b	c	c	b	b	b	Q	a	a	-	-
STB[6]	강상자형교	b	b	b	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[7]	강상자형교	c	b	b	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[8]	강상자형교	b	b	a	b	c	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[9]	강상자형교	-	-	-	-	-	-	c	b	b	Q	a	a	-	-
평균		0.225	0.200	0.163	0.200	0.250	0.275	0.267	0.200	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.041	0.040	0.008	0.014	0.008	0.006	0.024	0.018	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결함도 점수 =														0.205	
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 0.205로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	• 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 백태, 재료분리, 철근노출, 파손
		주 형	• 외부 : 도장손상, 녹발생, 조류배설물퇴적, 국부변형 • 내부 : 우수유입흔적, 환기구 볼트이완
		가 로 보	• 도장손상
	하 부 구 조	교 대	• 균열(폭0.1~0.3mm), 보수부재균열, 누수흔적 및 백태, 국부파손, 실란트 파손, 이물질퇴적
		교 각	• 균열(폭0.1~0.3mm), 보수부재균열, 표면균열, 누수흔적 및 백태
	교량받침		• 볼트 및 Plate녹발생, 받침콘크리트 균열 및 파손, Plate변형, 몰탈균열 및 파손
	기 타 부 재	교면포장	• 라벨링, 균열, 패임
		신축이음	• 본체 : 간격조절재 볼트탈락, 이물질퇴적, 녹발생 • 후타재 : 균열(폭0.1~0.2mm), 접속부 이격
		난 간	• 균열(폭0.1~0.3mm) 및 백태, 보수부재균열, 국부파손, 중분대 이격
		배수시설	• 유도배수관 길이부족, 배수관 위치 부적절
	부속시설		• 차수관 앵커탈락, 점검로 난간변형, 교대 법면 누수 및 배수 측구파손
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	- 바닥판하면 : 27.2~29.3 Mpa (설계강도 27 Mpa) - 교대 및 교각 : 26.2~28.4 Mpa (설계강도 24 Mpa)	
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화	- 슬 래 브 : 3.0~8.0mm (피복 40mm) - 교대 및 교각 : 16.0~22.0mm (피복 100mm)	
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남
상태 평가 결과	환산결함도 점수		- 상행선 0.199 ▷ 「B」 등급 - 하행선 0.205 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

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

전회점검이후 일부 부재에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수 구간에서 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주된 손상으로는 바닥판하면 균열 및 백태, 주형내부 누수 및 우수유입혼적, 주형외부 이물질퇴적(조류배설물), 교대 및 교각 균열(폭0.1~0.3mm), 보수부 재균열, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 국부파손, 녹발생, 교면포장 라벨링, 신축이음 본체 하부 손상, 후타재 접속부 이격, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 위치 부적절, 유도배수관 길이부족 등이 발생한 상태이다.

한편, 공용중 중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 미보수 균열, 신축이음 하부손상에 대해서는 공용기간 증가와 노후화로 인해 손상의 진전 및 추가 발생이 예상되므로 보수 후에도 정기점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

월연교는 2006년에 준공된 교량연장 400m, 총폭 27.9m의 강박스 거더 교량으로 최대경간장 50m의 1종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

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

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

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

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

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

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

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	바닥판하면		균열	0.3mm미만	m (개소)	45.4 (35)	표면처리	
			백태		m ² (개소)	1.99 (23)	표면처리	
			재료분리		m ² (개소)	0.08 (1)	단면보수	
			거푸집 미 제거		m ² (개소)	0.04 (1)	정비	
	주형	외부	녹발생		m ² (개소)	2.25 (1)	도장보수	
			강재변형		m ² (개소)	0.07 (2)	정비	
			이물질퇴적		m ² (개소)	3.0 (4)	정비	
		내부	누수흔적		m ² (개소)	0.79 (3)	주의관찰	
			도장손상		m ² (개소)	0.04 (2)	도장보수	
			전구 파손		개소	1	정비	
			환기구 볼트이완		개소	3	정비	
	가로보		도장손상		m ² (개소)	0.01 (1)	도장보수	
세로보		도장손상		m ² (개소)	0.04 (2)	도장보수		
하 부 구 조	교대,교각		균열	0.3mm미만	m (개소)	249.8 (404)	표면처리	
				0.3mm이상	m (개소)	4.7 (4)	수지주입	
			표면균열		m ² (개소)	20.4 (11)	표면처리	
			누수흔적		m ² (개소)	7.55 (5)	표면처리	
			이물질퇴적		m ² (개소)	1.44 (1)	정비	
			실란트 파손		m (개소)	3.2 (2)	실란트충진	
교량받침			물탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.6 (6)	표면처리	
			받침 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.2 (2)	표면처리	
			들뜸		m ² (개소)	0.04 (2)	단면보수	
			도장탈락		m ² (개소)	0.02 (1)	도장보수	
			Plate 녹발생		개소	7	도장보수	
			볼트 녹발생		개소	11	도장보수	

[표 5.1.2] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표(계속)

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장	패임		m ² (개소)	5.1 (6)	아스콘 팻칭		
		라벨링		m ² (개소)	10.8 (4)	주의관찰		
		아스콘 균열		m (개소)	5.4 (3)	아스콘 팻칭		
	배수시설	배수관 길이부족		개소	1	정비		
		배수구 막힘		개소	1	정비		
		스틸그레이팅 변형		개소	2	정비		
	난 간	균열	0.3mm미만	m (개소)	40.1 (43)	표면처리		
			0.3mm이상	m (개소)	4.6 (6)	수지주입		
		백태		m ² (개소)	1.11 (16)	표면처리		
		표면균열		m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리		
		실란트 파손		m (개소)	2.5 (1)	실란트충진		
	신축 이음	후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	27.1 (53)	표면처리	
			접속부 이격		m (개소)	5.0 (1)	실란트충진	
		본체	이물질퇴적		m (개소)	7.0 (4)	정비	
			하부 볼트 탈락		개소	2	정비	
부속 시설			차수판	앵커, 볼트, 너트 탈락	개소	10	정비	
				변형	개소	1	정비	
			법면 누수흔적		개소	1	주의관찰	
			배수측구 파손		개소	1	정비	

[표 5.1.3] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고	
상부구조	바닥판하면		균열	0.3mm 미만	m (개소)	28.6 (35)	표면처리		
				0.3mm 이상	m (개소)	1.5 (1)	수지주입		
			백태			m ² (개소)	1.36 (22)	표면처리	
			재료분리			m ² (개소)	0.69 (2)	단면보수	
			파손, 철근노출			m ² (개소)	0.4 (1)	방청,단면보수	
			표면균열			m ² (개소)	2.0 (2)	표면처리	
	주형		외부	도장손상		m ² (개소)	0.13 (9)	도장보수	
				이물질퇴적		m ² (개소)	3.0 (6)	정비	
			내부	누수흔적		m ² (개소)	7.51 (6)	정비	
				환기구 볼트이완		개소	3	정비	
			가로보	도장손상		m ² (개소)	0.52 (13)	도장보수	
			세로보	도장손상		m ² (개소)	0.08 (3)	도장보수	
하부구조	교대,교각		균열	0.3mm 미만	m (개소)	210.5 (272)	표면처리		
				0.3mm 이상	m (개소)	1.3 (2)	수지주입		
			표면균열			m ² (개소)	1.26 (8)	표면처리	
			백태			m ² (개소)	0.1 (1)	표면처리	
			철근노출			m ² (개소)	0.01 (1)	방청,단면보수	
교량받침			몰탈 균열	0.3mm 미만	m (개소)	2.51 (24)	표면처리		
			받침 균열	0.3mm 미만	m (개소)	0.4 (2)	표면처리		
			도장손상			m ² (개소)	0.01 (1)	도장보수	
			파손 및 들뜸			m ² (개소)	0.27 (3)	단면보수	
			Plate 변형			개소	2	정비	
			볼트 녹발생			개소	26	도장보수	

[표 5.1.4] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표(계속)

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		포트홀, 패임		m ² (개소)	0.08 (7)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	129.0 (8)	주의관찰	
			아스콘 균열		m (개소)	6.0 (1)	아스콘 팻칭	
	배수시설		유도배수관 길이부족		개소	3	정비	
			배수관 길이부족		개소	1	정비	
			배수관 위치불량		개소	2	정비	
	난 간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	107 (49)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	9.8 (9)	수지주입	
			백태		m ² (개소)	7.33 (28)	표면처리	
			파손		m ² (개소)	0.03 (1)	단면보수	
			차량충돌흔적		m ² (개소)	1.5 (1)	단면보수	
	신축 이음	본 체	이물질 퇴적		m ² (개소)	6.5 (3)	정비	
		후타재	접속도로 이격		m (개소)	4.5 (1)	실란트재충진	
부속 시설			차수관 앵커 및 볼트 너트 탈락		개소	13	정비	
			난간변형, 회전불가		개소	2	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, 패임, 균열	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 안전 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 균열 및 백태, 보수부재균열 ◦ 콘크리트 국부파손	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족 ◦ 배수관 위치 부적절	· 체수 및 열화발생여부 · 차량주행성 저하 여부 · 하부 구조 손상 유무	육안조사
신축이음	◦ 본체 간격조절재 볼트 탈락 ◦ 이물질 퇴적, 녹발생 ◦ 후타재 균열, 접속부 이격	· 유간여유량 검토 · 균열의 진전여부 · 손상 진전여부	육안조사 실측조사
바닥판	◦ 균열 및 백태, 표면균열, 재료 분리, 철근노출, 파손	· 균열의 진행성 여부 · 손상 진전여부	육안조사
강재거더	◦ 내부 누수흔적, 환기구볼트이완 ◦ 외부 조류배설물퇴적, 도장손상, 녹발생, 국부변형	· 도장손상 진전 및 녹발생여부 · 이물질에 의한 강재 녹발생여부	육안조사
교량받침	◦ 볼트 및 Plate 녹발생 ◦ 몰탈 및 받침 균열, 파손	· 녹발생 진전여부 · 균열부의 손상진전 유무 · 이동여유량 검토	육안조사 실측조사
교대 및 교각	◦ 균열, 보수부재균열, 표면균열 ◦ 누수흔적, 백태, 실란트 파손	· 균열의 진전여부	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트 탈락 ◦ 교각 점검로 난간 변형, 탈락 ◦ 교대 범면 누수, 배수측구 파손	· 정비 후 손상유무	육안조사

4. 밀양IC 1교

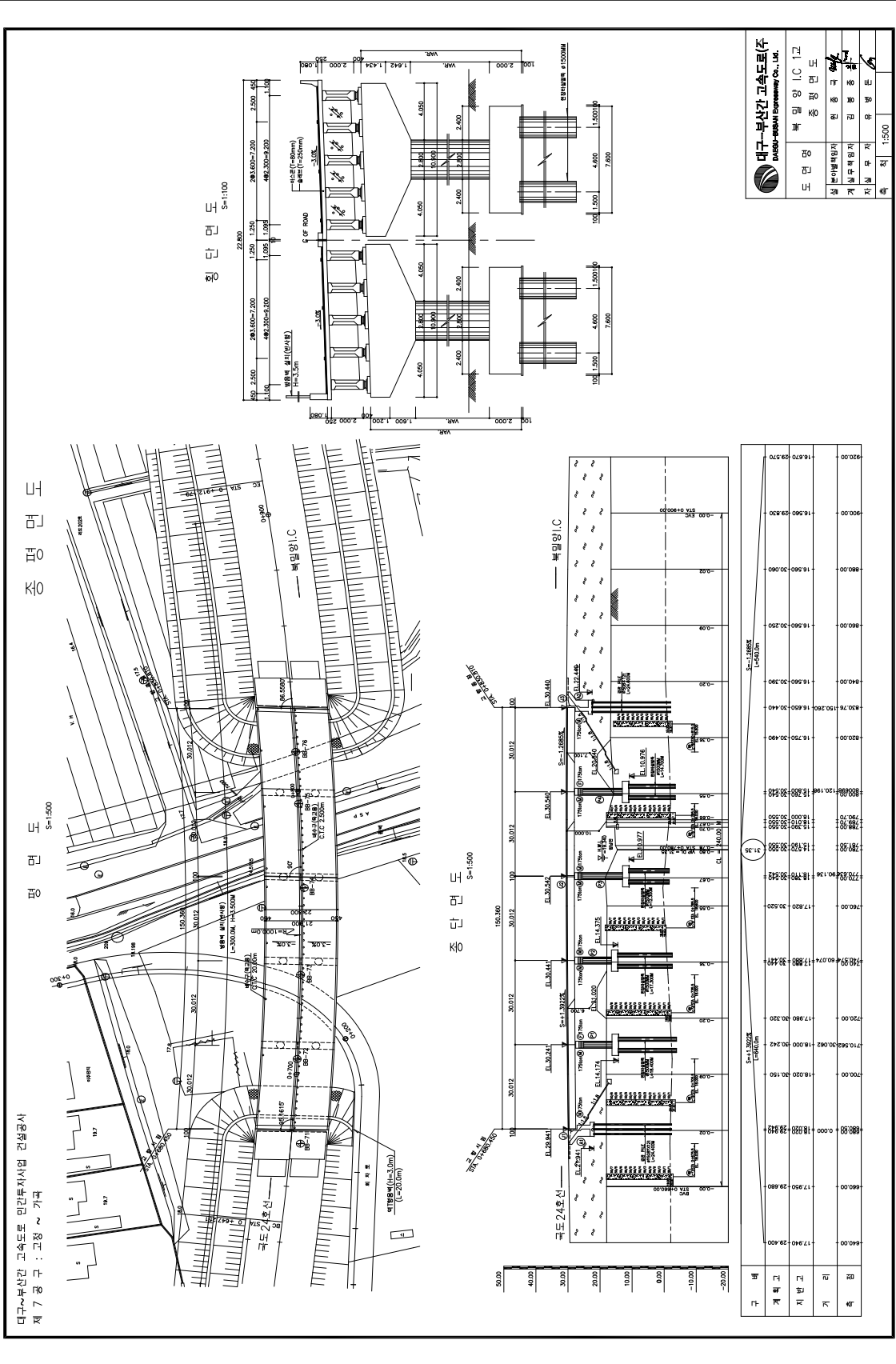
밀양 IC 1교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구분		내용		구분		내용	
시설물명		밀양 IC 1교		시설물번호		상행선 : BR2006-0000956 하행선 : BR2006-0000955	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 20	
시설물위치		경남 밀양시 산외면 금천리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 0+680.4~0+830.8 IC R-A	
제원	연장	L = 150.0m (5 @ 30 = 150.0 m)					
	폭	B = 22.8m, 4차로					
구조 형식	상부	P.S.C Beam		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : T형			교각	PILE 기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		에이엘(AL) JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		리도 201호, 엄남천, 회차로 횡단		통과높이		6.7m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

■ 중점 점검사항

- 바닥판 : 균열부 진전여부
- P.S.C 주형 : 파손부 진전여부
- 가로보 : 손상부 진전여부
- 교대 및 교각 : 균열부 진전여부
- 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검
- 교면포장 : 라벨링 진전 여부
- 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검
- 배수시설 : 배수상태 점검
- 기타 : 지반 침하 및 변형



[밀양IC 1교 중·평면도]

밀양IC 1교 전경사진



측면 전경



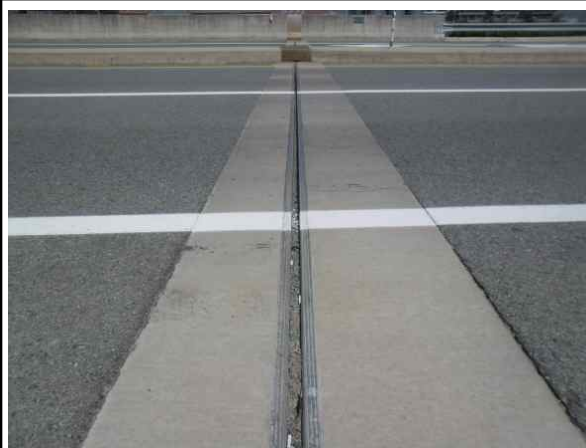
상부 전경



하부 전경



교대 전경



신축이음 전경



교량받침 전경

목 차(밀양IC 1교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	233
1.2 자료수집 및 분석	239

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	243
2.2 내구성조사 결과	261

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	264
3.2 하행선 상태평가	265

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	266
4.2 결 언	267

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	268
5.2 유지관리방안	273

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

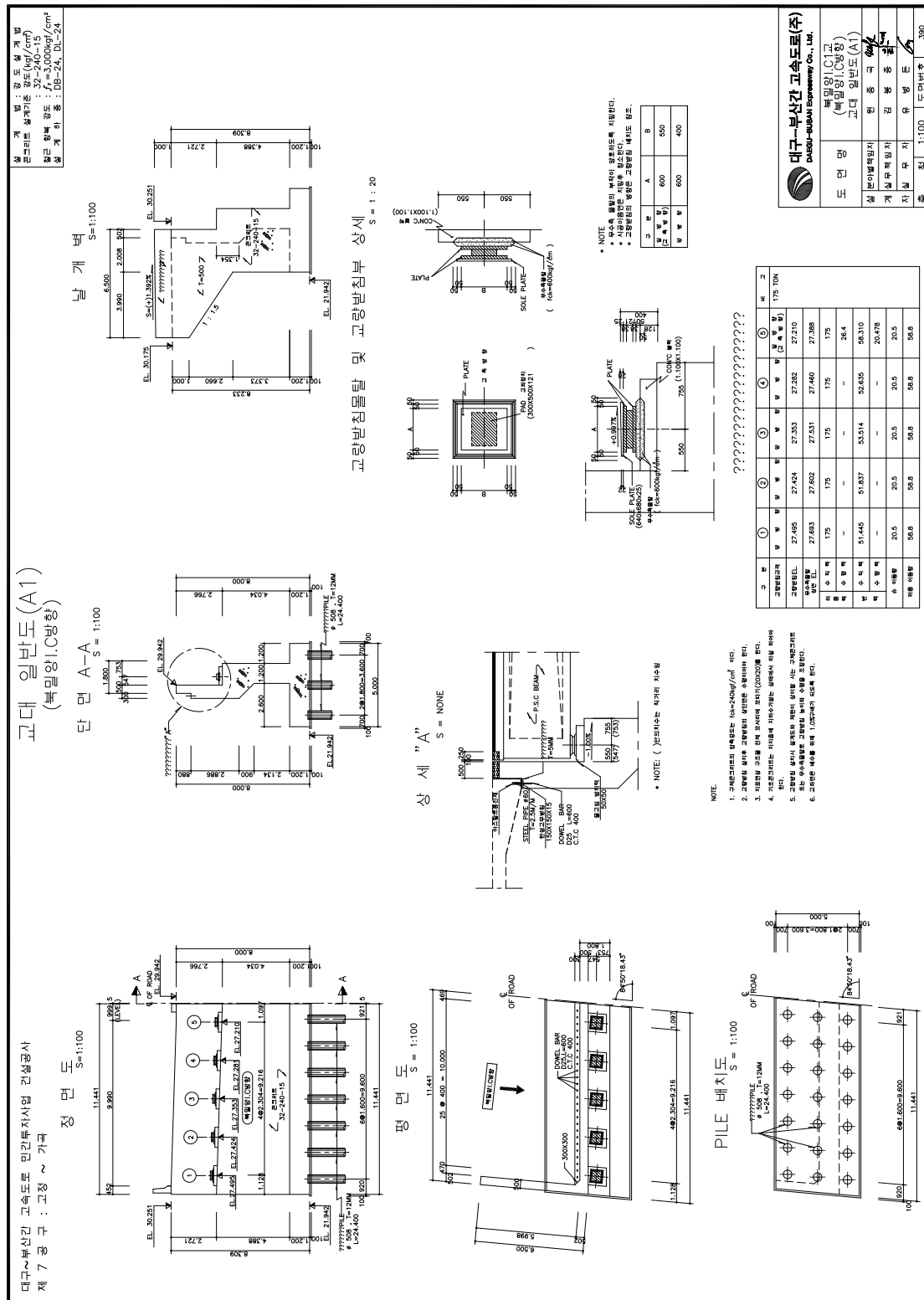
1.1.1 일반사항



<그림 3.1.1.1> 밀양IC교 전경

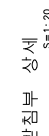
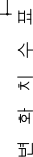
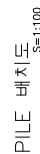
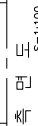
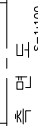
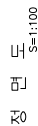
[표 3.1.1.1] 밀양IC교 기본현황

구 분		내 용	구 분	내 용	
교 량 명		밀양IC 1교	설 계 하 중	DB-24	
위 치	공사이정	STA. 0+680.4~0+830.8	종 별 구 분	2종 시설물	
	관리이정	IC R-A			
시 설 물 관 리 번 호		dbw BR. 20	시 설 물 번 호	상행선 : BR2006-0000956 하행선 : BR2006-0000955	
상 부 구 조	형식	P.S.C Beam			
	연장	5@30=150m	교 폭		22.8 m
하 부 구 조	교각	T형	기 초 형식	교 각	PILE 기초
	교대	역T형식		교 대	PILE 기초
교량받침		탄성고무받침	신축이음	에이엘(AL) JOINT	
교차조건		리도 201호, 엄남천, 회차로 횡단	교 고	6.7 m	
설 계 사		내경 ENG	시 행 자	신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)용마엔지니어링 동일기술공사	시 공 자	현대산업개발(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)	준공년도	2006년 2월 10일	
종단구배		+1.3922%	횡단구배	국도24호선방향 : -3.0% 밀양 IC 방향 : +3.0%	



< 교대일반도 >

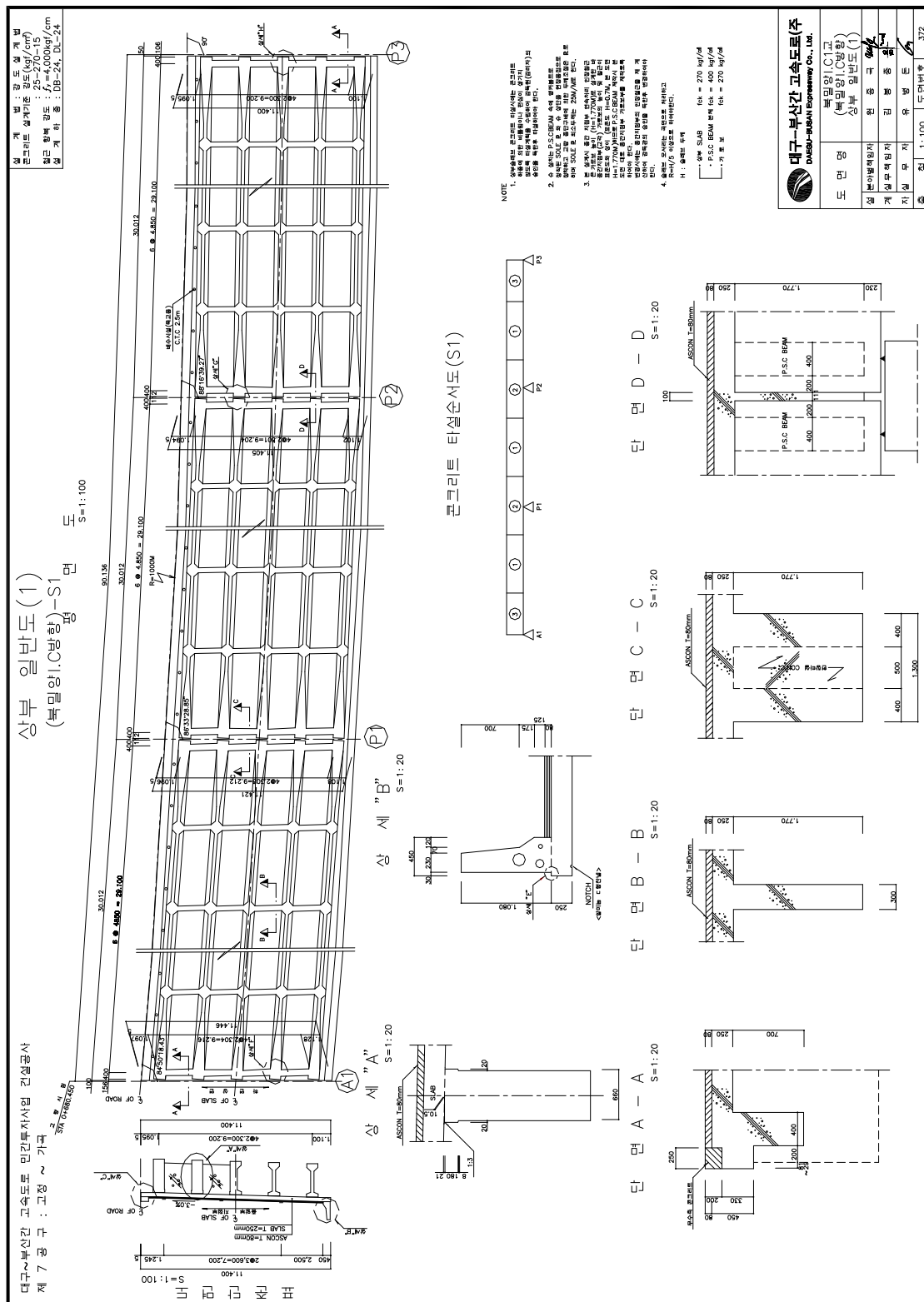
대구~부산간 고속도로 민간투자사업 건설공사
제 7 공 구 : 고정 ~ 가곡

[illegible]

- NOTE
- 무수히 물결의 부락이 양호하도록 치정한다.
- 시정어음으로 치정후 정소한다.
- 고령농림의 양호로 고령농림 여지도 정소.

구분	A	B	비고
인양동 (고수동)	600	550	175TON
인양동 (고수동)	550	600	175TON
인양동	600	400	175TON
고수동	600	550	175TON


대구-부산간 고속도로(주)[illegible]



< 슬라브일반도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기 간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 4. 25	초기점검	A등급
2	2006. 9. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 5. 10 ~ 2007. 6. 30	정기점검	-
4	2007. 8. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 3. 10 ~ 2008. 6. 30	정기점검	-
6	2008. 9. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 3. 10 ~ 2009. 6. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 1 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 3. 8 ~ 2010. 6. 30	정기점검	-
10	2010. 9. 6 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 2. 10 ~ 2011. 6. 30	정기점검	-
12	2011. 7. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 2. 20 ~ 2012. 6. 30	정기점검	-
14	2012. 8. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 2. 25 ~ 2013. 6. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보 수 내 용	비 고
1	2009. 7	· 바닥판하면 물끊기 홈 정비	
2	2010. 5	· 교대 및 교각 균열 표면처리, 배수관 파손 정비	
3	2011. 8	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천건설 미듬건설
4	2012. 5	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천건설 미듬건설
5	2013. 4	· 강교도장 하자보수	현대미포
6	2013. 7	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	미듬이앤씨

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

밀양IC1교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, 주형은 P.S.C Beam 구조이다. 상부구조의 경우 콘크리트 설계기준강도는 바닥슬래브 27Mpa, P.S.C Beam 40MPa를 적용하였으며, 하부구조의 콘크리트 설계기준강도는 24Mpa를 기준으로 설계되었다. 내진설계는 복합모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 3, 가속도 계수는 0.154를 적용하여 내진 I 등급교로 설계하였으며, 교량받침은 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	밀양IC1교는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 현재 기존 및 신규 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 현재 기존 및 신규 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보 차원에서 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 신축이음 본체 유간부 채수의 경우 하부구조에 영향을 미칠 수 있으므로 적합한 보수 및 주의관찰이 요망된다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생한 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 배수관 길이 부족(망실)으로 인한 하부구조 및 보호법면에 추가 손상을 발생시킬 수 있는 우려가 있으므로 내구성 증진 및 미관을 고려하여 손상에 적합한 보수 및 주의관찰이 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생한 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 배수관 길이 부족(망실)으로 인한 하부구조 및 보호법면에 추가 손상을 발생시킬 수 있는 우려가 있으므로 내구성 증진 및 미관을 고려하여 손상에 적합한 보수 및 주의관찰이 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 배수구 막힘 구간 청소 등의 일상적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 한편, A1층 계단 하부 공동 및 배수로 파손 부위의 경우, 우수 유입 시 토사유출에 의한 추가적인 손상의 진전 가능성이 있는 바, 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 배수구 막힘 구간 청소 등의 일상적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 한편, A1층 계단 하부 공동 및 배수로 파손 부위의 경우, 우수 유입 시 토사유출에 의한 추가적인 손상의 진전 가능성이 있는 바, 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 유도배수관 길이부족의 경우 교대 및 교각 상부 체수 및 누수흔적, 교량받침 Plate 부식 등 손상을 초래할 우려가 되는 손상으로 정비 등을 통한 보수 및 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 보수부는 양호한 상태이다. 금번 점검시 시설물의 사용성에 영향을 미칠만 한 특이 손상은 발생되지 않았으나, 일부 미 보수 구간에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 특히, 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로서, 교면포장 라벨링, 배수관련 손상, 탄성받침 들뜸 등은 지속적인 주의관찰을 통한 정비 및 보수를 실시하여 시설물의 내구성을 확보하는 것이 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	밀양IC1교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 기존 점검 결과와 비교시 특이할만 한 추가 손상은 없는 것으로 나타난다. 주된 손상은 바닥판하면 균열, 주형외부 국부파손, 가로보 균열, 하부구조 균열, 받침 들뜸, 스톱퍼 상호간섭, 교면포장 라벨링 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨. 한편, 공용중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 일부 구간 (국도방향P3, IC방향P2,3) 탄성받침 들뜸부위, 스톱퍼 상호간섭 구간의 이상유무에 대한 지속적인 주의관찰 및 적절한 조치가 필요한 것으로 판단되며, 일부 Plate간 불필요한 철근 용접으로 인해 교량받침 가동성을 저해하고 있는 바, 해당 구간에 대한 적절한 정비가 요구됨.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	밀양IC1교에 대한 정기점검결과, 기존 점검결과와 비교시 특이사항은 발생되지 않은 것으로 조사되었다. 주된 손상은 교면포장 라벨링, 난간 균열 및 백태, 후타재 균열, 받침 부식 및 스톱퍼 상호간섭, 불필요한 철근 용접에 의한 유동성 저하, 하부구조 균열 등이며 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히, 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 일부 구간 횡방향 스톱퍼의 횡방향 간섭 구간 및 Plate간 불필요한 철근용접에 의해 교량받침의 유동성을 저해하는 구간이 조사되었으며, 가동상태에 영향을 주는 수준은 아니나, 지속적인 주의관찰이 요구됨.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	밀양IC 1교는 기 발생 손상에 대한 보수 및 정비가 일부 실시되었으나, 기 발생한 교면포장 라벨링, 바닥판하면 균열, 후타재 균열, 받침 녹발생, Plate간 철근용접, 하부구조 균열, 법면 침하 및 점검계단 하부 공동발생 등이며 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 교량받침의 가동상태 및 횡방향 스톱퍼 간섭에 대한 지속적인 점검이 요망됨.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	밀양IC 1교에 대한 정기점검 결과, 교면포장 라벨링 손상의 진전 및 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 기 발생 손상인 바닥판하면 균열, 후타재 균열, 받침 녹발생 및 스톱퍼 상호간섭, 몰탈 균열, 하부구조 균열, 법면 침하 및 점검계단 하부 공동발생 등의 손상과 더불어 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 교면포장 라벨링 손상의 진전 유무 및 교량받침의 가동상태, 횡방향 스톱퍼 간섭에 대한 지속적인 점검 및 주의관찰이 요망됨.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

밀양IC 1교는 2006년에 준공된 교량연장 150m, 총폭 22.8m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경남 밀양시 산외면 금천리에 위치하며, 최대 경간장 30m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 곡선교량(R=1,000m)이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 1.3922%의 상향경사를 이루고 있다.

상부구조는 전체 5경간에 주형(P.S.C Beam)이 단순지간의 형태로 놓여 있고, 상부슬래브는 3경간 및 2경간 연속화된 형식으로 구성되어 있으며, 하부구조는 PILE 기초에 T형으로 시공되었다.

교량기호 정의에서와 같이 국도 24호선 방향을 교량시점, 북밀양 IC 방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

철근 콘크리트 바닥판은, 국부적인 표면균열, 폭 0.1~0.2mm 정도의 종·횡방향균열, 재료분리, 국부파손, 물끓기흠 미시공 등이 조사된 바, 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.

위 치 북밀양IC방향 S2 바닥판 하면	위 치 국도24호선방향 S3 P3측 바닥판 하면
현 황 종방향 균열 (폭0.1mm)	현 황 재료분리

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		철근 콘크리트 바닥판 손상현황	발생개소	수 량	비 고
국 도 방 향	S1	균열(폭 0.3mm미만)	10	L=2.8m	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	14	L=5.0m	
	S3	재료분리	3	A=2.14m ²	
	S4	표면균열	6	A=9.75m ²	
I C 방 향	S1	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.4m	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 물끓기흠 줄눈 미제거	4	L=8.4m	
			1	L=30.0m	
	S3	물끓기흠 줄눈 미제거 표면균열	1	L=30.0m	
			2	A=0.14m ²	
	S4	물끓기흠 줄눈 미제거 파손	1 1	L=30.0m A=0.03m ²	
	S5	물끓기흠 줄눈 미제거	1	L=30.0m	

2) 프리스트레스트 콘크리트 거더 및 가로보

P.S.C Beam 및 가로보의 경우, 가로보에 발생된 일부 들뜸 및 파손에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 외관조사 결과, 주형 국부파손, 재료분리, 가로보 균열, 들뜸 및 재료분리 등이 조사되었으며, 일부 가로보 들뜸이 추가 발생하였다.

가로보 손상의 경우 공용 년수 증가 및 콘크리트 타설 불량 등에 의한 것으로서, 각 손상과 더불어 내구성 확보 차원의 보수와 점검을 통한 유지지관리가 필요하다.

			
위 치	국도24호선 방향 S4 G3 (P4측)	위 치	국도24호선 방향 S4 G3 (P3측)
현 황	주형 재료분리	현 황	주형 콘크리트 파손

			
위 치	북밀양IC방향 S2 G5	위 치	국도24호선방향 S5 G3~G4
현 황	주형 인양홀 주변 파손	현 황	가로보 균열(폭 0.2mm)
			
위 치	국도24호선방향 S5 G3~G4	위 치	북밀양IC방향 S2 G1~G2
현 황	가로보 재료분리 및 들뜸	현 황	가로보 재료분리 및 들뜸
			
2013년 하반기		2013년 상반기	
위 치	북밀양IC방향 S5 G4~G5		
현 황	주형 파손 및 가로보 들뜸 보수 전·후 현황		

[표 2.1.2] 주형 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
국 도 방 향	S1	주형외부 파손	6	A=0.06m ²	
	S2	주형외부 파손	6	A=0.06m ²	
	S3	주형외부 파손	9	A=0.09m ²	
	S4	주형외부 파손 주형외부 재료분리	8 1	A=0.09m ² A=0.01m ²	
	S5	주형외부 파손	7	A=0.07m ²	
I C 방 향	S1	주형외부 파손	4	A=0.07m ²	
	S2	주형외부 파손 주형외부 백태	4 1	A=0.04m ² A=0.12m ²	
	S3	주형외부 파손	6	A=0.06m ²	
	S4	주형외부 파손	13	A=0.13m ²	
	S5	주형외부 파손	5	A=0.05m ²	

[표 2.1.3] 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
국 도 방 향	S1	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 표면균열 재료분리 파손 및 들뜸	14 6 3 1 3	L=2.8m L=1.8m A=5.0m ² A=0.01m ² A=0.27m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 재료분리 거푸집 미제거 파손 및 들뜸	7 8 1 1 2	L=1.6m L=1.2m A=0.1m ² A=0.06m ² A=0.18m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 파손 및 들뜸	2 4 1	L=0.2m L=0.45m A=0.16m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm이상) 거푸집 미제거 파손 및 들뜸	2 1 3	L=0.3m A=0.1m ² A=0.17m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm이상) 재료분리 파손 및 들뜸	2 3 5	L=0.3m A=0.03m ² A=0.25m ²	
I C 방 향	S1	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 재료분리 들뜸	11 7 2 2	L=4.2m L=1.8m A=0.05m ² A=0.18m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	12 8	L=4.5m A=0.72m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	2 1	L=0.2m A=0.04m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	2 3 5	L=0.6m L=0.3 A=0.48m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	4 4	L=0.4m A=0.30m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

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

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

[표 2.1.4] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 24℃)

위 치	밀양IC방향		국도24호선방향		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	20	70	18	133	
A2	25	135	28	125	

교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간거리는 신축량이 가장 큰 A1지점에서 밀양IC방향이 약 20mm, 국도24호선 방향이 약 18mm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(24℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 35℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 3.3mm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형 구조로서 벽체 및 흉벽에 폭 0.2mm 이하의 균열, 접합부 실란트 파손, 이물질 퇴적, 콘크리트 국부파손 등의 기존 손상 외, 일부 구간 폭 0.2mm 정도의 균열이 추가 발생한 것으로 조사된 바, 내구성 확보를 위한 적절한 보수 및 손상의 진전여부에 대한 점검이 필요하다.

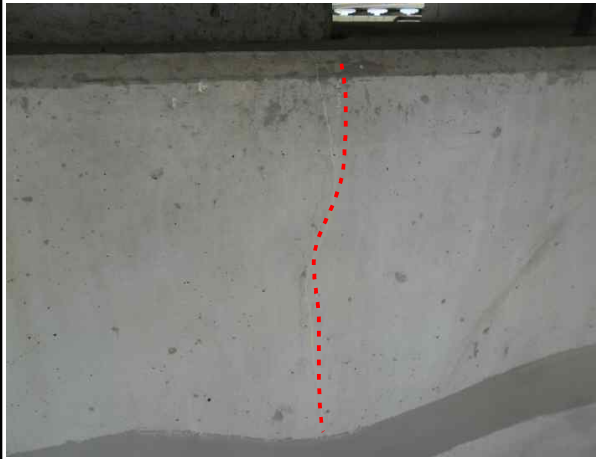
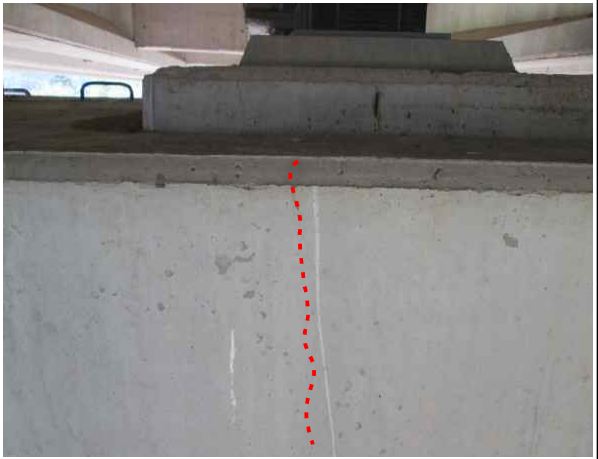
			
위 치	국도24호선 방향 A1 우측	위 치	국도24호선 방향 A2 흉벽
현 황	콘크리트 파손	현 황	균열 (폭0.2mm)

[표 2.1.5] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
국 도 방 향	A1	균열 (폭 0.3mm미만) 파손 재료분리 이물질 퇴적	16 1 1 1	L=8.7m A=0.04m ² A=0.05m ² A=0.08m ²	
	A2	균열 (폭 0.3mm미만)	5	L=7.5m	
I C 방 향	A1	균열 (폭 0.3mm미만)	9	L=6.6m	
	A2	벽체 균열 (폭 0.3mm미만) 실란트 파손	3 1	L=5.5m A=3.5m ²	

2) 교각

교각은 T형 구조로서, 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열 및 국부파손 등의 기존 손상 외, 일부 구간 균열 (폭0.3mm 미만)이 추가 발생된 것으로 확인되었으며, 이는 대부분 초기 건조수축, 공용 년수 경과에 따른 노후화 등에 따른 열화현상으로 판단되는 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수와 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	국도24호선방향 P2 코핑 정면	위 치	북밀양IC방향 P3 코핑 배면
현 황	균열 (폭0.1mm)	현 황	균열 (폭0.1mm)

[표 2.1.6] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
국 도 방 향	P1	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=5.8m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.6m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만) 파손	3 1	L=3.0m A=0.03m ²	
I C 방 향	P1	균열(폭 0.3mm미만) 파손	1 1	L=1.2m A=0.04m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=0.5m	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	5	L=3.6m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량받침은 탄성고무받침 형식으로서, 일부 무수축물탈 파손에 대한 보수를 실시하였으며 보수부는 양호한 상태이다. 외관조사 결과 무수축물탈 균열, Plate 들뜸 및 녹발생, Plate간 용접철근 미제거, 스톱퍼 상호간섭 등의 기존손상 외, 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리 및 국부파손이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

따라서 조사된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

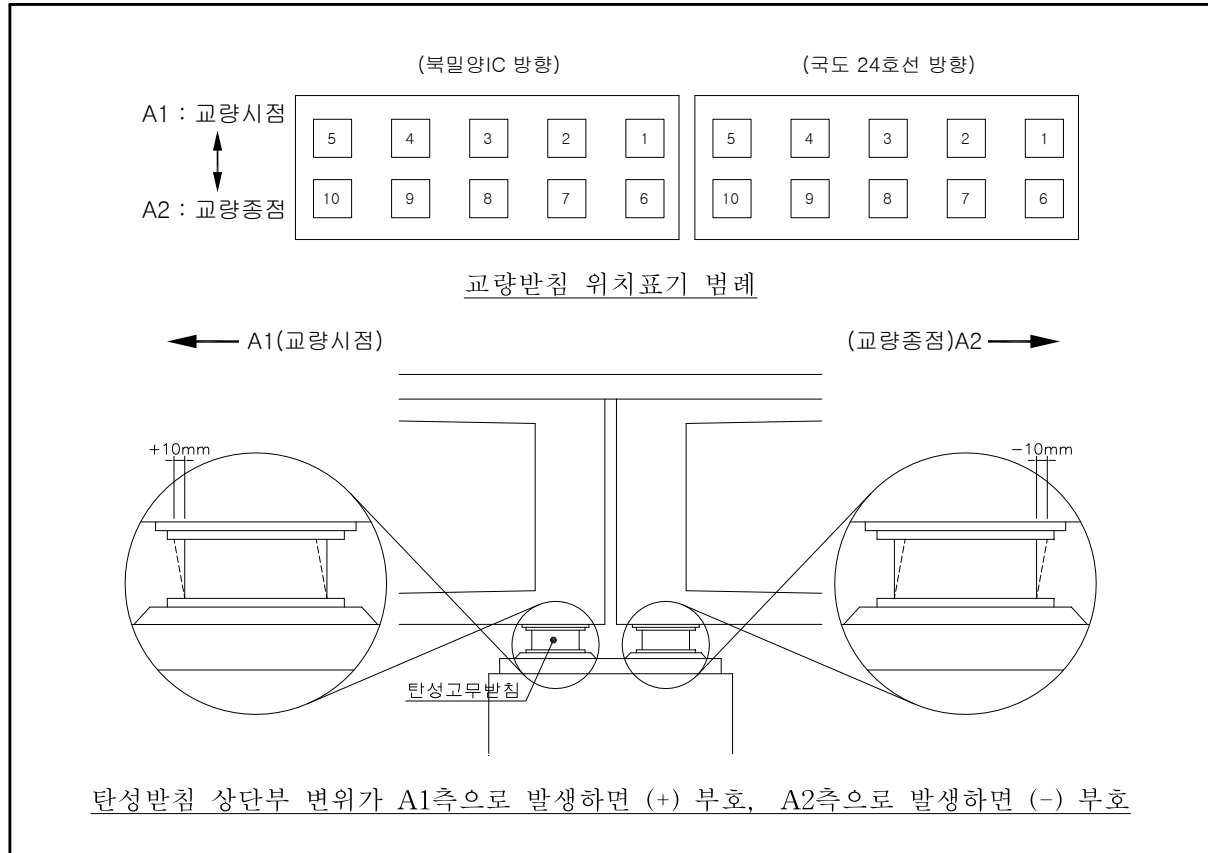
			
위 치	국도24호선방향 A1 SH4	위 치	국도24호선방향 P1 SH8
현 황	탄성받침 들뜸	현 황	무수축물탈 균열 (폭0.1mm)
			
위 치	국도24호선방향 A2 SH1	위 치	북밀양IC방향 P2 SH4
현 황	Plate 녹발생	현 황	받침콘크리트 재료분리

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
국 도 방 향	A1	파손	1	A=0.02m ²	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
	A2	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	1	L=0.1m	
		상부 PLATE 녹발생	1	1EA	
	P1	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	15	L=1.5m	
		재료분리	2	A=0.02m ²	
		PLATE 녹발생	3	3EA	
	P2	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	15	L=2.1m	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
		PLATE 들뜸	2	1EA	
	P3	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	8	L=0.8m	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
		탄성받침 들뜸	1	1EA	
I C 방 향	A1	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	1	L=0.4m	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
	A2	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	3	L=0.3m	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
	P1	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	15	L=1.5m	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
		스토퍼 간섭	3	3EA	
	P2	재료분리	1	A=0.02m ²	
		PLATE 녹발생	2	2EA	
		PLATE 들뜸	10	10EA	
		탄성받침 들뜸	1	1EA	
		스토퍼 간섭	1	1EA	
		Plate간 불필요한 철근용접	1	1EA	
	P3	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	4	L=0.4m	
		PLATE 녹발생	3	3EA	
		탄성받침 들뜸	1	1EA	
		스토퍼 간섭	2	2EA	
	P4	무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)	9	L=0.9m	

2) 교량받침 이동량

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



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.8] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 24℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	+10	+10	+10	+10	+10	-	-	-	-	-	±58.8
P1	+5	+5	+5	+5	+5	F	좌우	좌우	좌우	좌우	고정단
P2	+2	+2	+1	+1	+2	-3	-2	-3	-2	-2	±58.8
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	±58.8
P4	+3	+3	+3	+3	+3	F	좌우	좌우	좌우	좌우	고정단
A2	-3	-5	-5	-8	-10	-	-	-	-	-	±58.8

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

[표 2.1.9] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 24℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)										비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	
A1	+13	+10	+14	+10	+10	-	-	-	-	-	±58.8
P1	+2	+2	+2	+3	+3	좌우	좌우	좌우	좌우	F	고정단
P2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	±58.8
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	±58.8
P4	+3	+4	+5	+3	+3	좌우	좌우	좌우	좌우	F	고정단
A2	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	-	-	-	±58.8

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

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

■ A1 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
 - 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 24°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $24^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 29^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C} = 11^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 29 \times 30000 = 8.7\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 11 \times 30000 = 3.3\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 (30m), ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A1 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 8.7mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 3.3mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 64.1mm, 온도 상승시에는 약 41.5mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

교면포장은 아스콘으로 시공되어 있으며 기 발생된 라벨링 손상이 조사된 바, 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

포장면에 발생된 손상은 공용기간 증가 및 차량의 빈번한 통행에 의한 열화현상으로서, 손상의 진전 및 추가 발생이 예상되므로 보수후에도 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

			
위 치	국도24호선방향 S2 교면포장	위 치	북밀양IC방향 S5 교면포장
현 황	라벨링	현 황	라벨링

[표 2.1.10] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
국 도 방 향	S1	라벨링	3	A=120.0m ²	
	S2	라벨링	3	A=36.5m ²	
	S3	라벨링	2	A=13.5m ²	
	S4	라벨링	1	A=5.0m ²	
	S5	라벨링	1	A=5.0m ²	
I C 방 향	S1	라벨링	1	A=0.5m ²	
	S2	라벨링	3	A=5.9m ²	
	S3	라벨링	2	A=7.5m ²	
	S4	라벨링	1	A=5.0m ²	
	S5	라벨링	1	A=3.0m ²	

2) 신축이음

① 본체

신축이음장치는 AL Joint Type으로서, 가동상태는 양호하나, 본체 이물질 퇴적에 대한 지속적인 정비가 필요한 상태이다.

② 후타재

후타재는 폭 0.2mm 이하의 균열, 접속부 이격 및 단차 등의 기존손상 외, 일부구간 콘크리트 박리 현상이 추가 발생한 것으로 확인된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수와 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	국도24호선방향 A1측 신축이음	위 치	북밀양IC방향 A1측 신축이음
현 황	후타재 박리 및 균열	현 황	후타재 접속부 단차

[표 2.1.11] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
국 도 방 향	EJ.1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적 후타재 접속부 이격 후타재 박리	28 2 1 2	L=8.5m L=2.0m L=1.2m A=0.1㎡	
	EJ.2 (P3)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	19 2	L=4.75m L=1.0m	
	EJ.3 (A2)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 후타재 접속부 이격 본체 이물질 퇴적	24 1 2	L=8.2m L=1.0m L=2.0m	
I C 방 향	EJ.1 (A1)	본체 이물질 퇴적 접속도로 이격 균열	2 1	L=3.0m L=3.0m	
	EJ.2 (P3)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	5 2	L=2.0m L=2.0m	
	EJ.3 (A2)	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격	1 6 1	L=1.0m L=0.5m L=1.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.12] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	북밀양IC방향	국도24호선방향	
J1 (A1)	30	33	NO. 100
J2 (P3)	26	28	NO. 100
J7 (A2)	35	33	NO. 100

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

■ P3 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
 - 조사일 : 2013년 9월 24일, 일평균기온 : 24°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $24^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 29^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C} = 11^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화기 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 29 \times 90000 = 26.1\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 11 \times 90000 = 9.9\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($30+30+30=90\text{m}$) , ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

P3(Exp.J2) 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 26.1mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 9.9mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 45.9mm, 온도 상승시에는 약 16.1mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽 및 중분대의 경우, 일부 백태 손상에 대한 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 균열 및 백태, 국부파손, 철근노출, 중분대 박리 및 들뜸과 추가적인 보수부 재균열이 확인되었다.

			
위 치	국도24호선방향 A2측 방호벽	위 치	S5 중분대
현 황	콘크리트 파손 및 철근노출	현 황	상부 콘크리트 들뜸

[표 2.1.13] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	개소	수 량	비 고
국 도 방 향	S1	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 방호벽 들뜸	1 2 1	L=1.2m L=0.25m A=0.3m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 방호벽 파손 방호벽 들뜸	1 9 1	L=0.6m A=0.16m ² A=0.04m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 방호벽 들뜸 백태	1 6 1	L=0.4m A=0.64m ² A=0.02m ²	
	S5	방호벽 파손 방호벽 들뜸	1 2	A=0.09m ² A=0.12m ²	
I C 방 향	S1	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=3.2m	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 파손 및 철근노출	1 1 1	L=0.4m L=0.4m A=0.12m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 방호벽 들뜸	2 1 4	L=1.0m L=0.4m A=0.16m ²	
	S4	파손 및 철근노출 방호벽 들뜸	10 10	A=0.07m ² A=0.7m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만) 파손 및 철근노출 방호벽 들뜸 방호벽 백태	2 6 8 1	L=1.2m A=0.15m ² A=0.51m ² A=0.02m ²	

4) 배수시설

배수시설은 육교형이며 배수 기능에는 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

			
위 치	국도24호선방향 배수관	위 치	북밀양IC방향 배수관
현 황	전경	현 황	전경

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

일부 차수관 볼트 탈락, 교대 점검계단 하부 토사유실 및 공동 발생, 교대측 배수로 균열 등이 발생된 바, 보수 및 정비가 필요하다.

			
위 치	국도24호선방향 A1 배수로	위 치	국도24호선방향 A2 점검계단
현 황	균열	현 황	하부 토사유실 및 공동

[표 2.1.14] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	수 량	비고
국 도 방 향	A1	간격재 미제거	1	1EA	
	A2	차수관 볼트 탈락	2	2EA	
		범면 배수로 균열	1	1EA	
		범면 침하 및 공동	1	1EA	
	P1	지장물 적치	1	1EA	
	P2	점검사다리 회전 불가	1	1EA	
		교각 표지판 변형	1	1EA	
	S3	텔리네이트 파손	1	1EA	
I C 방 향	A1	계단하부 공동	1	1EA	
		범면 배수로 균열	1		
	A2	계단 하부 공동 및 침하 간격재 미제거	1 1	1EA	
	P2	점검사다리 회전 불가	1	1EA	
		점검로 이물질 퇴적	1		

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

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

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 국부 파손, 재료분리, 물끓기흠 미시공 ■ 주형 국부파손, 재료분리 ■ 가로보 균열(폭0.1~0.5mm), 들뜸, 파손 재료분리 ■ 교대 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손, 이물질 퇴적, 실란트 파손 ■ 교각 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손 ■ 교량받침 몰탈균열 및 파손, 탄성받침 들뜸 받침사이 용접철근 미제거, Plate녹발생, 받침콘크리트 국부파손, 스토퍼 상호간섭 ■ 교면포장 라벨링 ■ 신축이음 본체 이물질퇴적, 후타재 균열, 접속부 이격 ■ 난간 균열 및 백태, 들뜸, 파손 및 철근노출 ■ 배수시설 양호 ■ 기타 차수판 앵커볼트 탈락, 교대 법면 침하, 점검계단 공동, 교대측 배수로 균열	■ 바닥판 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 국부 파손, 재료분리, 물끓기흠 미시공 ■ 주형 국부파손, 재료분리 ■ <u>가로보 들뜸 일부 보수 실시</u> ■ 가로보 균열(폭0.1~0.5mm), 들뜸, 재료분리, 거푸집 미제거 ■ 교대 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손, 이물질 퇴적, 실란트 파손 ■ 교각 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손 ■ <u>교량받침 몰탈 파손부 일부 보수 실시</u> ■ 교량받침 몰탈균열, 받침콘크리트 파손 및 재료분리, Plate녹발생, 탄성받침 들뜸, 스토퍼간섭, 받침사이 용접철근 미제거 ■ 교면포장 라벨링 ■ 신축이음 본체 이물질퇴적, 후타재 균열, 접속부 이격, 단차 ■ <u>난간 균열부 백태 일부 보수 실시</u> ■ 난간 균열 및 백태, 국부파손 및 철근노출, 중분대 상부 콘크리트 들뜸 ■ 배수시설 양호 ■ 기타 점검계단 하부 공동발생, 법면 침하 및 배수로 균열, 차수판 앵커탈락
기 시행된 점검이후 일부 손상들에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수된 손상 및 추가 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성에 영향을 줄만한 손상은 아니나, 일부 손상에 대해서는 내구성 확보차원에서 손상에 대한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요. 특히 기 발생된 가로보 손상의 경우 보수후에도 손상의 진전 및 추가발생 우무에 대한 주의관찰 필요.	

2.2 내구성조사 결과

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

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 주형의 강도는 42.1~44.0MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.9~26.5MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

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

[표 2.2.1] 북밀양IC방향 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					구조물 진단학회	과학 기술부	평 균	
상부구조	1	주 형	S1~G3	49.90	43.7	40.7	42.2	
	2	주 형	S2~G2	51.95	45.4	42.6	44.0	
	3	주 형	S3~G3	51.15	44.7	41.9	43.3	
	4	주 형	S4~G4	50.60	44.3	41.3	42.8	
	5	주 형	S5~G1	51.65	45.2	42.4	43.8	
구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하부구조	6	교 대	A1	48.35	23.1	27.3	25.2	
	7	교 각	P1	49.60	23.8	28.3	26.1	
	8	교 각	P2	48.00	22.8	27.1	25.0	
	9	교 각	P3	47.95	22.8	27.0	24.9	
	10	교 각	P4	49.05	23.5	27.9	25.7	

[표 2.2.2] 국도24호선방향 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					구조물 진단학회	과학 기술부	평 균	
상 부 구 조	1	주 형	S1~G1	51.90	45.4	42.6	44.0	
	2	주 형	S2~G3	51.30	44.9	42.0	43.4	
	3	주 형	S3~G2	49.80	43.6	40.6	42.1	
	4	주 형	S4~G4	50.50	44.2	41.3	42.7	
	5	주 형	S5~G4	50.90	44.5	41.6	43.1	
구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하 부 구 조	6	교 각	P1	49.70	23.9	28.4	26.2	
	7	교 각	P2	49.05	23.5	27.9	25.7	
	8	교 각	P3	48.80	23.3	27.7	25.5	
	9	교 각	P4	49.25	23.6	28.1	25.8	
	10	교 대	A2	50.15	24.2	28.8	26.5	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 2.3cm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 북밀양IC방향 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.6	4.0	3.4	a
2	바닥판하면	S3	8	0.8	4.0	3.2	a
3	바닥판하면	S5	8	0.7	4.0	3.3	a
4	교대	A1	8	2.3	10.0	7.7	a
5	교각	P1	8	1.4	10.0	8.6	a
6	교각	P2	8	1.8	10.0	8.2	a

[표 2.2.4] 국도24호선방향 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.7	4.0	3.3	a
2	바닥판하면	S3	8	0.8	4.0	3.2	a
3	바닥판하면	S5	8	0.4	4.0	3.6	a
4	교대	A2	8	1.7	10.0	8.3	a
5	교각	P3	8	1.6	10.0	8.4	a
6	교각	P4	8	2.1	10.0	7.9	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009.03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 북밀양IC방향 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
PSCB[1]	PSC I형교	b	b	c	b	a	b	b	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	b	b	c	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	b	b	d	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	b	b	d	b	a	c	b	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	b	b	c	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	b	b	b	Q	a	a	-	-
평균		0.200	0.200	0.520	0.200	0.100	0.360	0.200	0.200	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.040	0.026	0.014	0.003	0.007	0.018	0.018	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.209	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.209로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.2 국도24호선방향 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
PSCB[1]	PSC I형교	b	b	c	b	a	b	c	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	b	b	d	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	b	b	d	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	b	b	d	b	a	c	c	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	a	b	d	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	c	b	b	Q	a	a	-	-
평균		0.180	0.200	0.640	0.200	0.100	0.360	0.400	0.200	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.032	0.040	0.032	0.014	0.003	0.007	0.036	0.018	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.230	
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 0.230로 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(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 국부파손, 재료분리, 표면균열, 물끊기 홈 미시공
		주 형	• 국부파손, 재료분리
		가 로 보	• 균열(폭0.1~0.5mm), 들뜸, 재료분리, 거푸집 미제거
	하 부 구 조	교 대	• 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손, 이물질퇴적, 실란트 파손
		교 각	• 균열(폭0.1~0.2mm), 국부파손
	교량받침		• 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 파손 및 재료분리 • Plate 녹발생, 스토퍼 간섭, 탄성받침 들뜸, 받침사이 용접철근 미제거
	기 타 부 재	교면포장	• 라벨링
		신축이음	• 본체 : 이물질퇴적 • 후타재 : 균열(폭0.1~0.2mm), 접속부 이격, 단차
		난 간	• 균열 및 백태, 국부파손 및 철근노출, 중분대 상부 콘크리트 들뜸
		배수시설	• 양호
	부속시설		• 점검계단 하부 공동발생, 법면 침하 및 배수로 균열, 차수관 앵커탈락
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	▪ 주형 : 42.1~44.0 Mpa (설계강도 40 Mpa) ▪ 교대 및 교각 : 24.9~26.5 Mpa (설계강도 24 Mpa)	
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화	▪ 주형 : 4.0~8.0mm (피복 40mm) ▪ 교대 및 교각 : 16.0~23.0mm (피복 100mm)	
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.209 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.230 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

밀양IC 1교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다.

전회점검이후 일부 부재에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수 구간에서 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

외관조사시 나타난 주된 손상은 바닥판하면 균열 및 표면균열, 주형외부 국부파손, 가로보 균열(폭 0.1~0.5mm), 들뜸, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.2mm), 교량받침 무수축물 탈 균열, 받침 들뜸, 스톱퍼 상호간섭, Plate녹발생, 교면포장 라벨링, 신축이음 후타재 균열 및 접속부 단차, 난간 균열 및 백태, 파손, 교대 범면 침하 등이 발생한 상태이다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

밀양 IC 1교는 2006년에 준공된 교량연장 150m, 총폭 22.8m의 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 최대 경간장 30m의 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

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

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

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

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

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

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

[표 5.1.1] 국도24호선방향 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	바닥판하면	균열	0.3mm 미만	m (개소)	7.8 (24)	표면처리	
		재료분리		m ² (개소)	2.14 (3)	단면보수	
		표면균열		m ² (개소)	9.75 (6)	표면처리	
	주형외부	파손		m ² (개소)	0.37 (36)	단면보수	
		재료분리		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수	
	가로보	균열	0.3mm미만	m (개소)	4.6 (23)	표면처리	
			0.3mm이상	m (개소)	4.05 (22)	수지주입	
		재료분리		m ² (개소)	0.14 (5)	단면보수	
		표면균열		m ² (개소)	5.0 (3)	표면처리	
		파손 및 들뜸		m ² (개소)	1.03 (14)	단면보수	
		거푸집 미제거		m ² (개소)	0.16 (2)	정비	
하 부 구 조	교대, 교각	균열	0.3mm 미만	m (개소)	26.6 (31)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.07 (2)	단면보수	
		재료분리		m ² (개소)	0.05 (1)	단면보수	
		이물질퇴적		m ² (개소)	0.08 (1)	정비	

[표 5.1.2] 국도24호선방향 손상현황에 대한 보수 일람표(계속)

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고	
교량받침			Plate 녹발생		개소	5	도장보수		
			Plate 들뜸		개소	2	주의관찰		
			스토퍼 간섭		개소	4	주의관찰		
			탄성받침 들뜸		개소	1	주의관찰		
			재료분리		m ² (개소)	0.02 (2)	단면보수		
			파손		m ² (개소)	0.03 (2)	단면보수		
			몰탈 균열	0.3mm 미만	m (개소)	5.4 (48)	표면처리		
기 타 부 재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	21.9 (8)	주의관찰		
	난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	2.2 (3)	표면처리		
				0.3mm 이상	m (개소)	0.25 (2)	수지주입		
			파손		m ² (개소)	0.25 (10)	단면보수		
			들뜸		m ² (개소)	1.1 (10)	단면보수		
			백태		m ² (개소)	0.02 (1)	표면처리		
	신축 이음	본 체	이물질퇴적		m (개소)	5.0 (6)	정비		
		후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	21.45 (71)	표면처리		
			접속도로 이격		m (개소)	2.2 (2)	주의관찰		
			박리		m ² (개소)	0.1 (2)	단면보수		
	부속 시설			차수판 앵커탈락		개소	2	정비	
				텔레네이트 파손		개소	1	정비	
범면 배수로 균열				개소	1	정비			
범면 침하 및 공동				개소	1	정비			
간격재 미제거				개소	1	정비			
표지판 변형				개소	1	정비			
교각하부 지장물적치				개소	1	정비			
점검로 회전불가				개소	1	정비			

[표 5.1.3] 북밀양IC방향 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	바닥판하면	균열	0.3mm 미만	m (개소)	8.8 (6)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.03 (1)	단면보수	
		표면균열		m ² (개소)	0.14 (2)	표면처리	
		물끊기홈 줄눈 미제거		m (개소)	120.0 (4)	정비	
	가로보	균열	0.3mm 미만	m (개소)	4.8 (13)	표면처리	
			0.3mm 이상	m (개소)	7.2 (28)	수지주입	
		재료분리		m ² (개소)	0.05 (2)	단면보수	
		들뜸		m ² (개소)	1.72 (20)	단면보수	
	주형 외부	파손		m ² (개소)	0.35 (32)	단면보수	
		백태		m ² (개소)	0.12 (1)	표면처리	
하 부 구 조	교대,교각	균열	0.3mm 미만	m (개소)	18.4 (20)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.04 (1)	단면보수	
		실란트파손		m (개소)	3.5 (1)	실란트충진	
교량받침		Plate 녹발생		개소	7	도장보수	
		Plate 들뜸		개소	10	주의관찰	
		탄성받침 들뜸		개소	2	주의관찰	
		몰탈 균열	0.3mm 미만	m (개소)	3.2 (32)	표면처리	
		재료분리		m ² (개소)	0.02 (1)	단면보수	
		스토퍼 간섭		개소	8	주의관찰	
		불필요한 철근용업		개소	1	정비	

[표 5.1.3] 북밀양IC방향 손상현황에 대한 보수 일람표(계속)

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		라벨링		m ² (개소)	180.0 (10)	주의관찰	
	난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	5.8 (9)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	0.8 (2)	수지주입	
			파손 및 철근노출		m ² (개소)	0.34 (17)	방청,단면보수	
			들뜸		m ² (개소)	1.37 (22)	단면보수	
			백태		m ² (개소)	0.02 (1)	표면처리	
			신축 이음	본체	이물질퇴적		m (개소)	6.0 (5)
	후타재	균열		0.3mm 미만	m (개소)	3.5 (11)	표면처리	
		접속도로 이격 및 단차		m (개소)	4.0 (2)	주의관찰		
	부속 시설			계단하부 공동		개소	1	주의관찰
점검로 회전불가				개소	1	정비		

5.2 유지관리 방안

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

[표 5.2.1] 점검 및 진단 시 구조부재별 중점 유지관리 항목

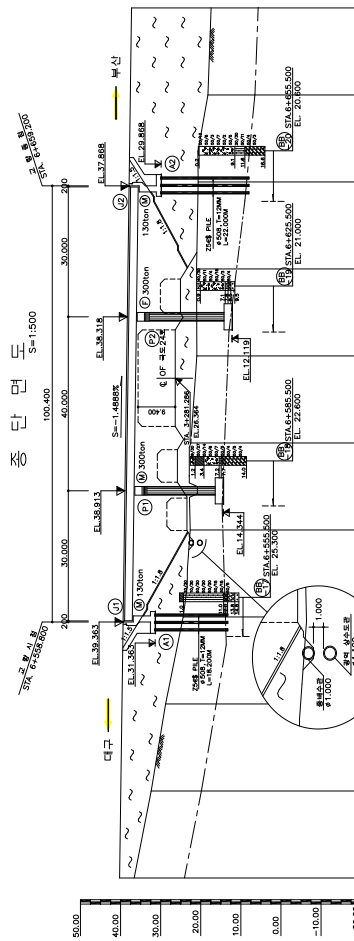
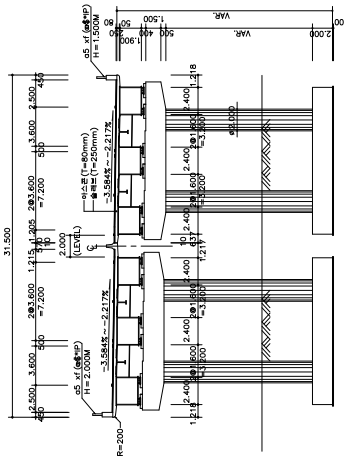
구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링	· 손상현황의 진전여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열, 백태 ◦ 국부파손, 철근노출 ◦ 중분대 상부 들뜸	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부 · 들뜸부 진전여부	육안조사
배수시설	◦ 양호	· 지속적인 정비	육안조사
신축이음	◦ 본체 이물질퇴적 ◦ 후타재 균열 및 박락	· 유간여유량 확인 · 손상현황의 진전여부 · 균열부 진전여부	육안조사 실측조사
바닥판	◦ 균열, 물끓기흠 미시공 ◦ 국부파손 및 재료분리	· 균열의 확대여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
P.S.C 주형	◦ 가로보 균열, 들뜸, 재료분리	· 균열의 발생여부 · 정착부의 결함 발생여부 및 처짐	육안조사
교량받침	◦ 몰탈 균열, Plate 녹발생 ◦ 스톱퍼 상호간섭, 받침들뜸 ◦ 받침콘크리트 파손	· 균열부 진전여부 · 손상현황의 진전여부 · 이동여유량 측정	육안조사 실측조사
교대 및 교각	◦ 균열, 이물질퇴적 ◦ 국부파손 및 재료분리	· 균열부의 손상진전 유무 · 손상부의 확대여부	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트탈락 ◦ 점검계단 하부 공동 ◦ 법면 침하	· 정비 후 손상유무	육안조사

5. 금천교

금천교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		금 천 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0000957 하행선 : BR2006-0000958	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 21	
시설물위치		경남 밀양시 산외면 금천리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA. 6+659.2~6+558.0 부산기점 46.099~45.999km	
제원	연장	L = 100.0 m (30 + 40 + 30 = 100.0m)					
	폭	B = 31.5m, 4차로					
구조 형식	상부	STEEL BOX GIRDER		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : π 형			교각	직접기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		국도(24호), 리도(202호) 횡단		통과높이		18.0m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 있는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					
■ 중점 점검사항 - 바닥판 : 균열부 진전여부 - 강재주형 : 내부 우수유입 진전여부 - 교대 및 교각 : 균열부 진전여부 - 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검 - 교면포장 : 라벨링, 패임 진전 여부 - 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검 - 배수시설 : 유도배수관 길이부족에 의한 하부구조 영향 점검, 배수관 손상여부 - 기타 : 지반 침하 및 변형							

[illegible]

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

성명	이인재	주민등록번호	70-1-500-129
계좌	국민은행	계좌번호	129
자신	본인	직업	학생
신분	학생	학급	중학교 1학년

금천교 전경사진



측면 전경



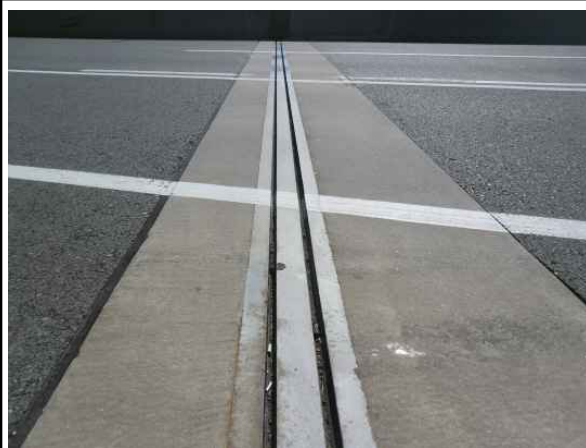
상부 전경



하부 전경



교대 전경



신축이음 전경



교량받침 전경

목 차(금천교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	279
1.2 자료수집 및 분석	287

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	291
2.2 내구성조사 결과	311

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	313
3.2 하행선 상태평가	314

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	315
4.2 결 언	316

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	317
5.2 유지관리방안	322

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

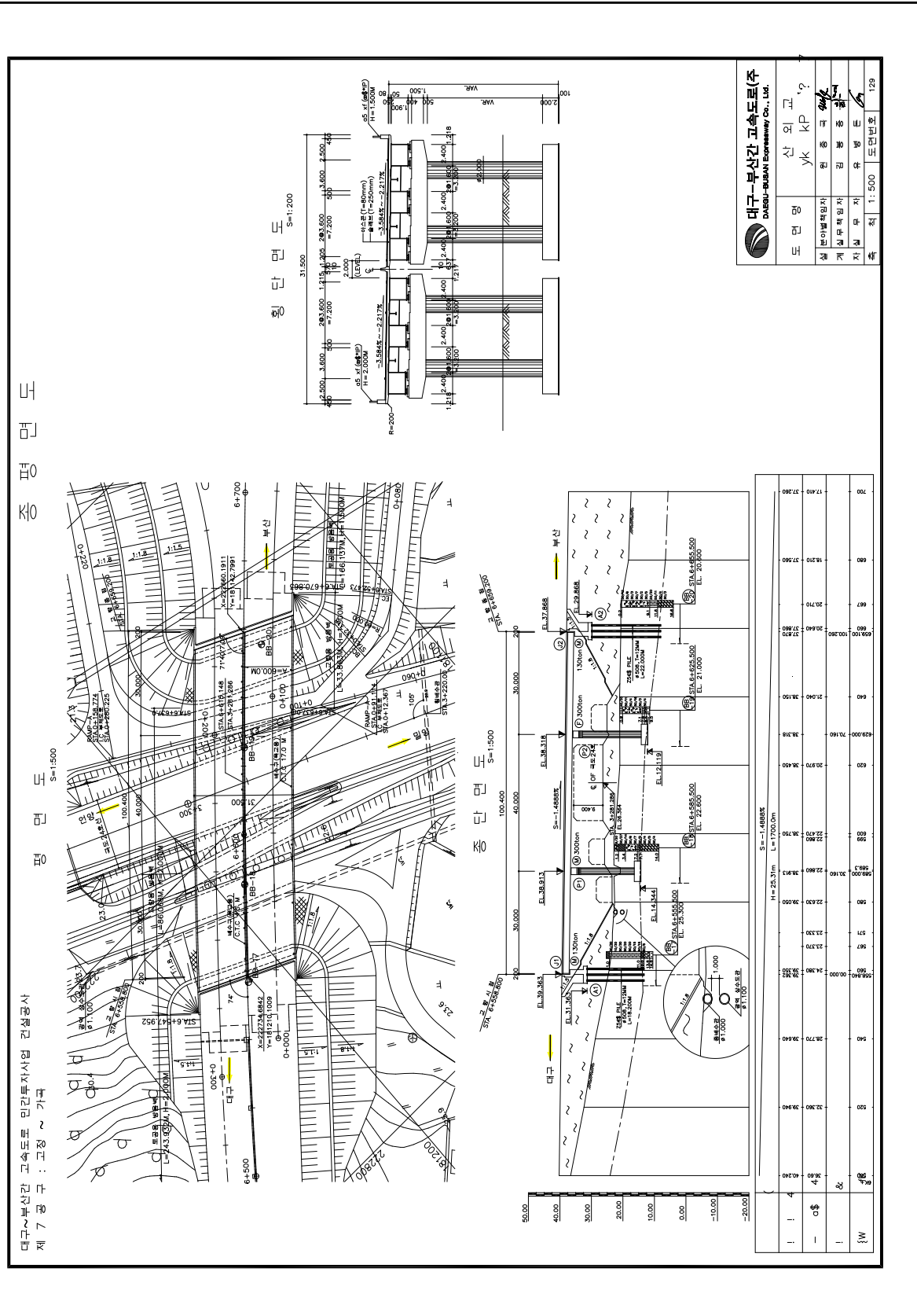


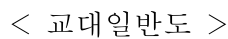
<그림 3.1.1.1> 금천교 전경

[표 3.1.1.1] 금천교 기본현황

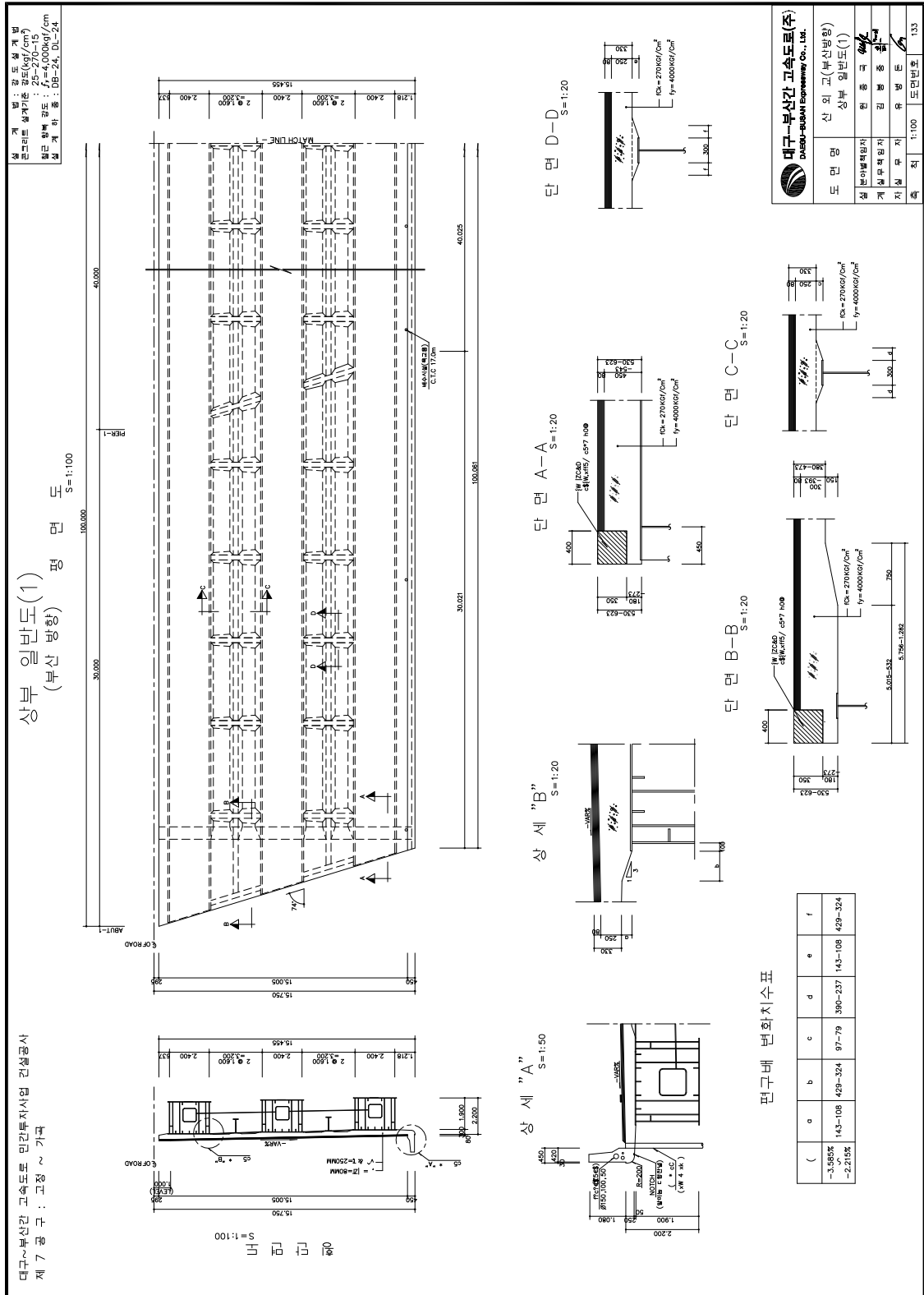
구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		금 천 교		설계하중		DB-24	
위 치	공사이정	STA. 6+659.2~6+558.0		종별구분	2종 시설물		
	관리이정	부산기점 46.099~45.999km					
시 설 물 관리번호		dbw BR. 21		시설물번호		상행선 : BR2006-0000957 하행선 : BR2006-0000958	
상부 구조	형식	STEEL BOX GIRDER					
	연장	30+40+30=100m		교 폭		31.5 m	
하부 구조	교각	π 형		기초 형식	교 각	직접기초	
	교대	역T형식			교 대	PILE 기초	
교량받침		POT BEARING		신축이음		RAIL JOINT	
교차조건		국도(24호), 리도(202호) 횡단		교 고		9.4 m	
설 계 사		내경 ENG		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)용마엔지니어링 동일기술공사		시 공 자		현대산업개발(주) 두산중공업(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		+1.4888%		횡단구배		상행선 : +2.215%~+3.585% 하행선 : -2.215%~-3.585%	

1.1.2 시설물 일반도

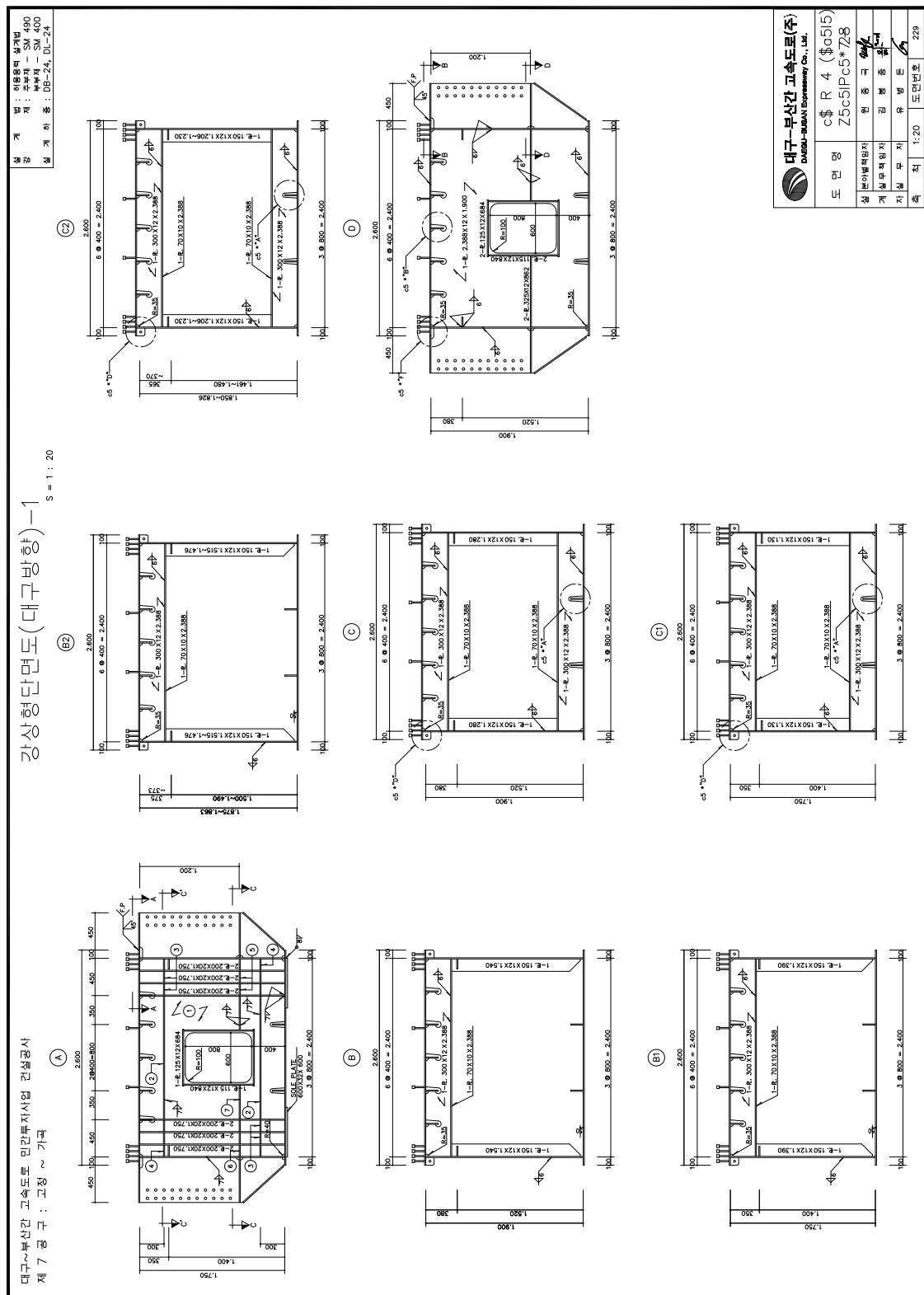




나
하
이
가
고



< 슬래브일반도 >



< 강상형 상세도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기 간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 4. 25	초기점검	A등급
2	2006. 9. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 5. 10 ~ 2007. 6. 30	정기점검	-
4	2007. 8. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 3. 10 ~ 2008. 6. 30	정기점검	-
6	2008. 9. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 3. 10 ~ 2009. 6. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 1 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 3. 8 ~ 2010. 6. 30	정기점검	-
10	2010. 9. 6 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 2. 10 ~ 2011. 6. 30	정기점검	-
12	2011. 7. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 2. 20 ~ 2012. 6. 30	정기점검	-
14	2012. 8. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 2. 25 ~ 2013. 6. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보 수 내 용	비 고
1	2007. 11	· 교면포장 패칭, 신축이음 파손 및 균열 표면처리, 주형 도장손상 보수	-
2	2008. 7	· 주형 도장손상 보수	현대미포
3	2009. 7	· 방호벽 파손 단면보수	-
4	2010. 5	· 강교도장 하자보수, 환풍망 볼트체결	현대미포
5	2010. 6	· 균열보수, 콘크리트파손 보수, 교대보호블럭 보수 · 실린트파손 보수, 중부대 및 갓길 방호벽 균열 보수 · 교량점검시설 용접불량 보수	서천건설 미듬건설
6	2011. 3	· 강교도장 하자보수	현대미포
7	2011. 8	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천,미듬
8	2012. 5	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천,미듬
9	2013. 4	· 강교도장 하자보수	현대미포
10	2013. 4	· 교량 체류수 유도배수관 개선 A1(부산방향)	주영건설
11	2013. 7	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	미듬이앤씨

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

금천교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, Steel Box 주형은 허용응력법으로 설계되었다. 강재주형의 주부재는 SM490이며, 부부재는 SM400을 기준으로 설계되었다. 내진설계는 단일모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 연결부, 교각, 기초에 대해 각각 다르게 적용하였으며, 내진 I 등급교로 설계하였다. 교량받침은 POT 받침을 사용하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유근무	A	금천교는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 기 발생된 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 부속시설물 중 상행선 교대에 설치된 범면 보호블럭의 이격 및 침하등의 손상이 발생한 상태로 추후 집중호우나 장마철에 손상의 진전으로 급격한 사면의 붕괴가 발생할 수 있으며, 특히 사면의 앞쪽으로 도로가 바로 위치하고 있어, 인명피해의 가능성도 존재한다. 따라서 시급한 보수 혹은 보강등의 조치가 필요하며, 지속적인 관찰등을 통한 유지관리를 실시한다면 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 기 발생된 손상에 적합한 보수를 실시하면 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 부속시설물 중 상행선 교대에 설치된 범면 보호블럭의 이격 및 침하등의 손상이 발생한 상태로 추후 집중호우나 장마철에 손상의 진전으로 급격한 사면의 붕괴가 발생할 수 있으며, 특히 사면의 앞쪽으로 도로가 바로 위치하고 있어, 인명피해의 가능성도 존재한다. 따라서 시급한 보수 혹은 보강등의 조치가 필요하며, 지속적인 관찰등을 통한 유지관리를 실시한다면 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
5	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히, 상행선 중점 법면부 침하 및 이격 등의 발생으로 토사유실, 공동, 블록이탈 등의 손상과 하부 도로에 영향이 우려되는바 조속한 보수 필요하며, 지속적인 관찰등을 통한 유지관리를 실시한다면 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.
	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보 차원에서 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 부속시설물 중 상·행선 교대 법면 보호 블록의 이격 및 침하의 경우 추후 우기 시 손상의 진전으로 사면이 붕괴될 수 있으므로 조속한 보수 및 지속적인 주의관찰이 요망된다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생한 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 포장면 패임 및 소성변형, 상행선 P1 SH5에 발생한 받침 콘크리트 박리, 교대 법면에 발생한 침하 및 이격 등의 손상은 주행성 확보 및 내구성 증진을 고려하여 손상에 적합한 보수와 지속적인 주의관찰이 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생한 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 포장면 패임 및 소성변형, 상행선 P1 SH5에 발생한 받침 콘크리트 박리, 교대 법면에 발생한 침하 및 이격 등의 손상은 주행성 확보 및 내구성 증진을 고려하여 손상에 적합한 보수와 지속적인 주의관찰이 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 포장면 변형구간 보수, 난간 상부 텔리네이트 교체 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 기존 정밀점검 이후 특이할만한 현상은 발생되지 않았으며, 기 조사된 받침 콘크리트 박리, 교대 범면에 발생한 침하 및 이격, 배수관런(막힘,접합부 누수)현황 등의 손상은 주행성 확보 및 내구성 증진을 고려하여 손상에 적합한 보수와 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수를 실시하며, 특히 신축이음 후타재 파손, 유도배수관 탈락(길이부족)의 경우 차량 충격에 의한 손상의 진전 및 교대 및 교각 상부 체수, 누수흔적, 교량받침 Plate 부식 등의 원인될 우려가 있는 손상으로 시설물의 기능성 및 내구성 확보 차원에서 손상에 적합한 보수를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 보수부는 양호한 상태이나, 일부 미 보수 구간에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상으로는, 교면포장 패임, 배수관런 손상, 바닥판 일부 국부적인 철근노출 및 재료분리, 교량받침 편기, 주형내부 이물질퇴적, 범면보호블럭 이격 등이다. 특히, 교량받침의 편기 현상(상·하행선 A1측)의 경우 손상의 진전 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구되며, 프리셋팅 등의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	금천교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 기존 점검 결과와 비교시 특이할만 한 추가 손상은 없는 것으로 나타났다. 주된 손상은 바닥판하면 균열 및 백태, 하부구조 균열, 받침 편기, 교면포장 소성변형 및 라벨링, 배수관 길이부족 등이며 향후 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 한편, 공용중 중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 일부 구간(상 A1,2 하 A2) 교량받침 편기량이 다소 크게 조사되었으며, 현재 기존의 가동흔적으로 볼 때 향후 온도변화에 따른 작동에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되나, 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단됨.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	금천교에 대한 정기점검 결과, 기존 점검결과와 비교시 특이사항은 발생되지 않은 것으로 조사되었다. 주된 손상은 교면포장 라벨링, 배수관 길이 부족, 후타재 균열, 받침 부식 및 받침콘크리트 들뜸, 하부구조 균열 등이며 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히, 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 가동상태는 이상이 없으나 일부 교량받침(상행선 A1측)의 이동량이 다소 크게 나타난 바, 지속적인 주의관찰이 필요하며, 받침콘크리트 들뜸 부위(상행선 P1)에 대해 손상에 적합한 보수 후 진전유무 확인이 필요한 것으로 판단됨.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	금천교는 기 발생한 손상에 대한 보수 및 정비가 일부 실시되었으며, 보수상태는 양호하나, 미보수된 교면포장 라벨링 및 소성변형, 유도배수관 길이 부족, 난간 균열 및 백태, 후타재 균열 및 국부 파손, 받침 녹발생 및 받침콘크리트 들뜸, 하부구조 균열, 누수흔적 및 체수 등이 조사되었으며, 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 일부 구간 유도배수관 길이부족에 따른 하부구조 체수 현상이 발생된 바, 손상에 적절한 보수 후 추가 손상여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요구됨.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	금천교에 대한 정기점검 결과, 기 발생한 일부 손상에 대해 보수가 실시되었으나, 미 보수된 교면포장 라벨링 및 소성변형, 바닥판 하면 균열, 유도배수관 길이부족, 난간 균열 및 백태, 접속부 단차, 후타재 균열, 교량받침 Plate 녹발생 및 받침콘크리트 들뜸, 하부구조 균열, 실란트 파손, 누수 및 체수 흔적 등이 조사되었다. 또한, 교면포장 라벨링, 보수부 파손이 추가 발생한 것으로 확인되었으며, 기 발생 손상과 더불어 내구성 확보 차원의 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요함.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

금천교는 2006년에 준공된 교량연장 100m, 총폭 31.5m의 강박스 거더 교량으로 경남 밀양시 산외면 금천리에 위치하며, 최대경간장 40m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각(73°)이 있는 완화곡선교량이며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 1.4888%의 상향경사를 이루고 있다. 상부구조는 강박스 거더(상행 : 3개, 하행 : 3개)가 3경간 연속으로 시공되었고, 하부구조는 직접기초(교각부) 및 PILE 기초(교대부)에 II형으로 시공되었다.

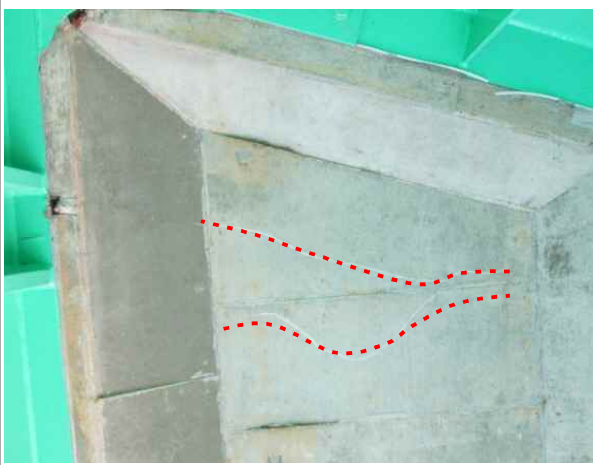
교량기호 정의에서와 같이 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면은 일부구간 백태 손상에 대한 보수를 실시하였으며 보수부는 양호하나, 미보수된 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열, 백태, 재료분리 및 철근노출과 추가적으로 폭 0.2mm 정도의 균열이 확인되었다. 발생한 균열은 대부분 초기 건조수축 등에 의해 발생한 것으로 판단되며 구조물의 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단되나, 내구성 확보차원의 적절한 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 S2 바닥판 하면	위 치	상행선 S3 균열부 바닥판 하면
현 황	균열(폭0.2mm)	현 황	균열부 백태

			
위 치	하행선 S2 바닥판하면	위 치	하행선 S3 바닥판 하면
현 황	균열 (폭0.2mm)	현 황	재료분리 및 철근노출

[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

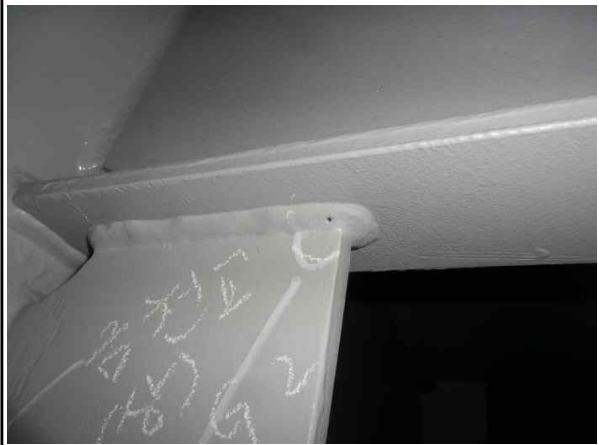
구 분		철근 콘크리트 바닥판 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 백태	17 2	L=10.5m A=0.05m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 백태	14 6	L=11.5m A=0.32m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 백태	8 1	L=7.8m A=0.09m ²	
하 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 백태	3 1	L=4.2m A=0.02m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 재료분리 및 철근노출 백태	15 1 1	L=17.5m A=0.09m ² A=0.08m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 재료분리 및 철근노출	3 2	L=1.6m A=0.4m ²	

2) 강재 거더

주형 및 2차 부재(가로보, 세로보)는에 대한 조사결과, 주형내부에 발생된 도장손상, 이물질 퇴적에 대해 보수를 실시하였으며, 보수 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

미보수 손상으로서 주형내부는 누수 및 우수유입 흔적, 용접불량 외에, 추가적인 누수흔적이 확인되었으며, 주형외부 및 가로보의 경우 경미한 도장손상 조사되었다.

내부 누수의 경우 현장이음부를 통한 우수유입에 의한 것으로서, 지속적인 우수유입과 이에 따른 2차 손상인 도장오염 및 녹발생이 예상되므로, 이음부에 대한 실링재 도포 등 적절한 조치가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 G1 주형내부	위 치	상행선 S1 G3 주형내부
현 황	누수 및 우수유입	현 황	이물질퇴적 보수 현황
			
위 치	상행선 S2 G2 주형내부	위 치	하행선 S1 G2 주형내부
현 황	용접불량	현 황	누수 및 우수유입

			
위 치	하행선 S3 G3 주형내부	위 치	상행선 S2 가로보
현 황	누수 및 우수유입	현 황	도장손상

[표 2.1.2] 강재 거더 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	주형내부 우수유입 흔적	3	A=1.25m ²	
	S2	주형내부 용접불량	1	1EA	
하행선	S1	주형외부 도장손상	1	A=0.1m ²	
		주형내부 우수유입 흔적	4	A=4.14m ²	
		주형내부 도장손상	1	A=0.01m ²	
		주형내부 이물질 퇴적	1	A=0.04m ²	
	S3	주형내부 우수유입 흔적	1	A=0.05m ²	

[표 2.1.3] 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S2	도장손상	1	A=0.01m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

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

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

[표 2.1.4] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 24℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	115	155	130	155	
A2	100	103	145	175	

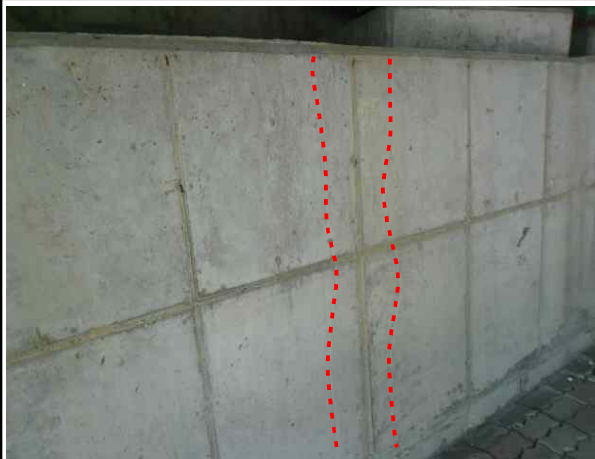
교량 시·종점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간거리는 신축량이 가장 큰 A2지점에서 상행선이 100mm 로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(24℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 13.4mm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형 구조로서, 기존 손상인 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열, 누수흔적 및 백태, 실란트 파손이 조사되었으며, 일부구간 폭 0.2~0.3mm 정도의 균열, 표면균열이 추가로 발생한 것으로 확인되었다.

조사된 균열은 대부분 건조수축 및 공용기간 증가에 따른 노후화로 인해 발생한 것으로 보이며, 각 손상과 더불어 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 A1 벽체	위 치	하행선 A1 흥벽
현 황	균열 (폭0.2mm)	현 황	균열 (폭0.3mm)

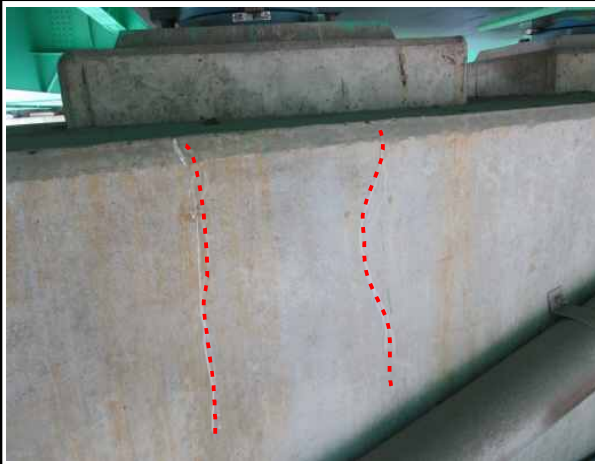
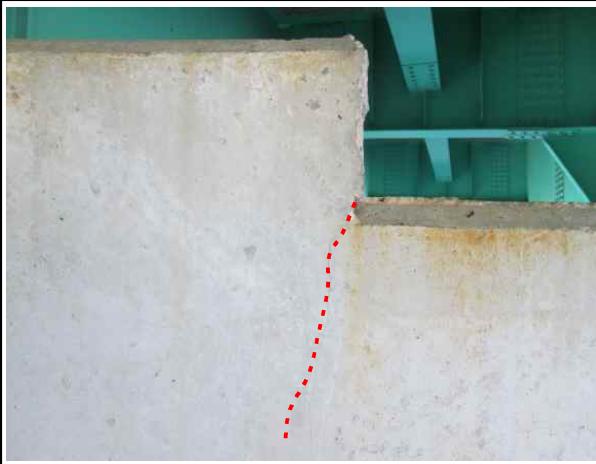
[표 2.1.5] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	균열 (폭 0.3mm미만)	6	L=6.9m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	1	L=1.2m	
		실란트 파손	1	L=2.0m	
	A2	균열 (폭 0.3mm미만)	3	L=2.5	
		표면균열	1	A=1.0m ²	
		실란트 파손	2	L=4.0m	
하 행 선	A1	균열 (폭 0.3mm미만)	6	L=6.8m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	2	L=3.5	
		체수 및 누수흔적	1	A=0.75m ²	
	A2	균열 (폭 0.3mm미만)	10	L=6.7m	
		백태	1	A=0.25m ²	

2) 교각

교각은 II형 구조이며, 전회점검 이후 코핑부에 발생된 일부 표면균열에 대한 보수를 실시하였으며 보수부는 양호한 상태이나, 미보수 손상인 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열, 표면균열, 국부파손, 누수흔적과 추가적인 폭 0.2mm 정도의 균열이 코핑부에 발생한 것으로 확인되었다.

현재 조사된 손상은 구조물의 안전성과는 무관하나, 내구성 확보차원의 적절한 보수와 정기점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

			
위 치	상행선 P1 코핑 배면	위 치	하행선 P1 코핑 배면
현 황	균열 (폭0.1mm)	현 황	균열 (폭0.2mm)

[표 2.1.6] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만) 콘크리트 파손	19 1	L=22.1m A=0.04m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 누수흔적	7 1	L=4.5m A=1.0m ²	
하 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=0.9m	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	5 1	L=2.4m A=1.0m ²	

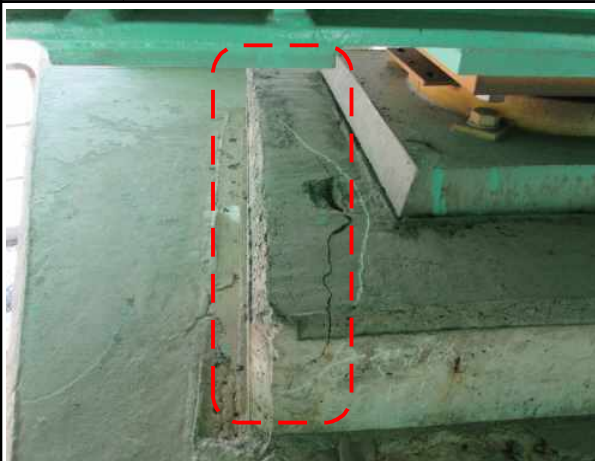
2.1.3 교량받침

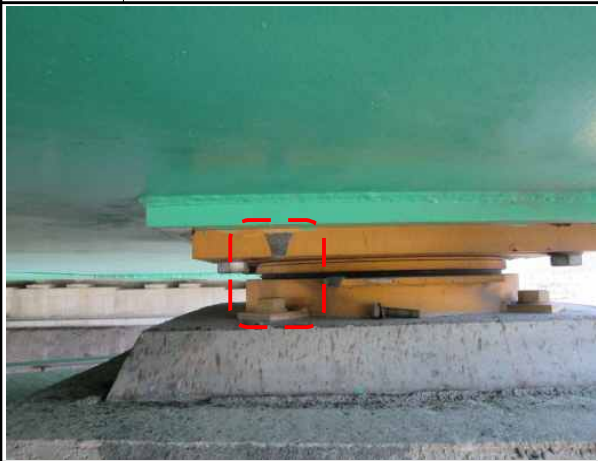
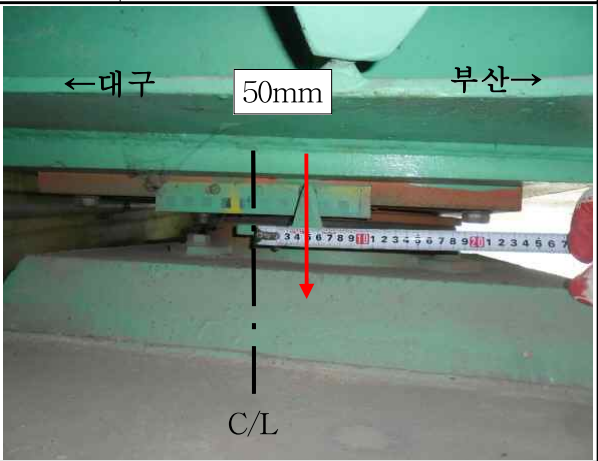
1) 외관조사 결과

교량받침 POT BEARING형식으로 일부 무수축물탈에 발생된 균열에 대한 보수를 실시하였으며 보수부는 양호한 상태이나, 미보수 손상인 무수축물탈 균열, Plate 도장 손상 및 녹발생, 받침콘크리트 박리 및 들뜸, 재료분리 등이 확인되었다.

따라서 조사된 손상에 대해서는 내구성 확보 및 받침장치 기능 향상을 위한 보수와 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

한편, A1, A2측 일부 교량받침에서 약 40~55mm 정도가 편기된 상태이며, 지속적인 주의관찰이 요구된다.

			
위 치	상행선 P1 SH2	위 치	상행선 P1 SH3
현 황	무수축물탈 균열 (폭0.1mm)	현 황	받침콘크리트 재료분리
			
위 치	상행선 P1 SH5	위 치	상행선 P2 SH1
현 황	받침콘크리트 박리 및 들뜸	현 황	무수축물탈 균열 (폭0.1mm)

			
위 치	상행선 P2 SH2	위 치	하행선 A1 SH5
현 황	무수축물탈 균열 보수 현황	현 황	도장손상 및 녹발생
			
위 치	하행선 P1 SH1	위 치	상행선 A2 SH3
현 황	도장손상	현 황	부산방향으로 약 50mm 편기

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태

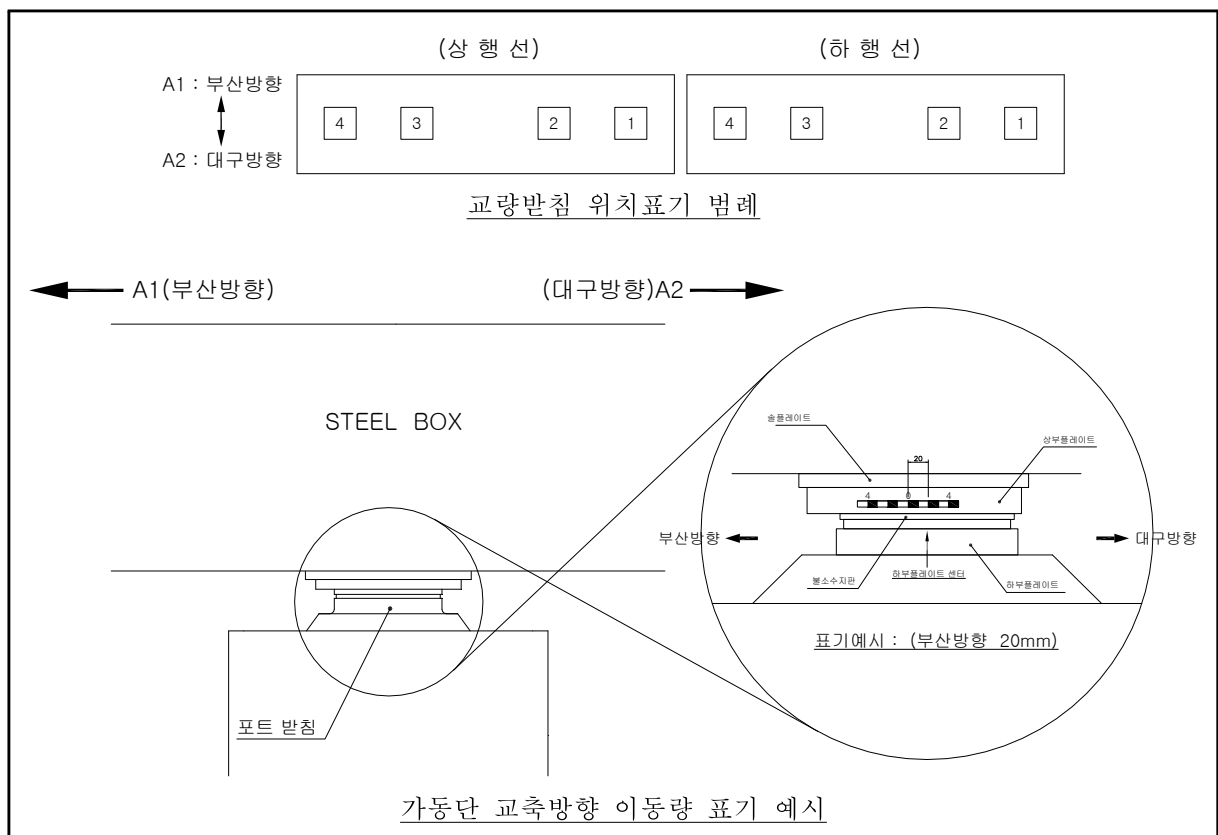
구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 들뜸	1	L=0.1m	
			1	A=0.01m ²	
	P1	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만) 도장손상 받침콘크리트 들뜸 재료분리	13	L=1.3m	
			3	A=0.07m ²	
			1	A=0.12m ²	
			1	A=0.01m ²	
	P2	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만) PLATE 녹발생	1 4	L=0.1m A=0.04m ²	

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태-계속

구 분	손상 현황	발생개소	수 량	비 고
하 행 선	A1 도장손상 볼트 녹발생	1 8	$A=0.02m^2$ 8EA	
	P1 무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만) PLATE 녹발생	2 2	$L=0.2m$ $A=0.02m^2$	
	P2 도장손상 PLATE 녹발생	1 3	$A=0.01m^2$ $A=0.03m^2$	

2) 교량받침 이동량

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



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.8] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 24℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)												비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		SH5		SH6		
	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	
A1	-	50	-	45	-	45	-	50	-	50	-	50	±100
P1	F		F		좌우		좌우		좌우		좌우		고정단
P2	8	-	8	-	10	-	10	-	10	-	7	-	±50
A2	50	-	50	-	50	-	50	-	55	-	50	-	±100

[표 2.1.9] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 24℃)

구 분	상부 플레이트 이동량(mm)												비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		SH5		SH6		
	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	대구 방향	부산 방향	
A1	-	40	-	40	-	42		45	-	45	-	50	±100
P1	좌우		좌우		좌우		좌우		F		F		고정 단
P2	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	±50
A2	35	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	±100

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

■ A1, A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 24°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $24^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 34^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 34 \times 70000 = 28.5\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 16 \times 70000 = 13.4\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($40+30=70\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

이동량이 최대인 A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 28.5mm가 감소하고, 온도 상승시에는 약 13.4mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 126.5mm, 온도 상승시에는 약 31.6mm 정도의 여유량을 확보하고 있는 것으로 나타난 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단되나, 편기량이 다소 크게 나타난 바, 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 교면포장은 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 라벨링, 패임 및 국부적인 소성변형이 확인되었다.

포장면에 발생한 손상들은 공용기간 증가와 지속적인 차량 통행에 의한 것이며, 내구성 확보를 위한 적절한 보수 및 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 교면포장	위 치	상행선 S1 교면포장
현 황	패임	현 황	라벨링
			
위 치	상행선 S2 교면포장	위 치	하행선 S3 교면포장
현 황	라벨링	현 황	패임

[표 2.1.10] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	소성변형	1	A=5.0m ²	
		라벨링	2	A=2.1m ²	
	S3	라벨링	2	A=7.0m ²	
하행선	S2	패임	1	A=0.02m ²	
	S3	패임	1	A=0.03m ²	

2) 신축이음

① 본체

신축이음장치는 Rail Joint Type으로 소요의 유간을 확보하고 있으나, 이물질 퇴적에 대한 지속적인 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	상행선 A1 신축이음
현 황	전경	현 황	유간측정 (47mm)
			
위 치	하행선 A1 신축이음	위 치	하행선 A1 신축이음
현 황	전경	현 황	본체 이물질퇴적

② 후타재

후타재는 일부 파손에 대해 보수를 실시하였으며 보수부는 양호한 상태이나, 미보수 손상인 폭 0.2mm 정도의 균열, 국부 파손, 접속부 이격 및 단차가 조사된 바, 내구성 확보 및 주행성능 향상을 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	상행선 A1 신축이음
현 황	후타재 파손	현 황	접속부 이격 및 단차

[표 2.1.11] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 파손 접속도로 이격 및 단차	1 12 2 1	L=1.0m L=2.4m A=0.02m ² L=5.0m	
	A2	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속도로 이격 및 단차	2 6 1	L=5.0m L=1.2m L=4.0m	
하행선	A1	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속도로 이격 및 단차	1 3 1	L=2.0m L=0.6m L=6.0m	
	A2	본체 이물질 퇴적 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속도로 이격 균열	1 7 1	L=2.0m L=3.5m L=12.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.12] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	47	55	NO. 160
J2 (A2)	27	46	NO. 160

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

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 9월 24일, 일평균기온 : 24°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $24^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 34^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 34 \times 70000 = 28.5\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 16 \times 70000 = 13.4\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($40+30=70\text{m}$)

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

신축이음 측정유간이 최소인 상행선 A2지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 28.5mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 13.4mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강시에는 약 85.5mm, 온도 상승시에는 약 13.6mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽이며 전회점검 이후 방호벽 단차부위 실란트 파손에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 균열(0.1~0.3mm) 및 백태, 접속도로 구간 방호벽 단차 발생과, 추가적으로 A1측 접속도로 구간 중분대 파손 및 이격이 조사된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	A1측 접속도로 구간 중분대	위 치	상행선 A2측 접속도로 구간 방호벽
현 황	파손 및 포장면과의 이격	현 황	단차(약 7.0cm) 및 실란트 파손 보수

[표 2.1.13] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열(폭 0.3mm이상) 콘크리트 파손 이격	3 1 1	L=4.0m A=0.25m ² A=3.0m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 표면균열	1 3 1	L=1.0m L=4.5m A=0.4m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태 단차	1 1 2 1	L=0.3m L=1.5m A=0.13m ² 1EA	
하 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 백태 단차	2 1 1 1	L=1.0m L=1.5m A=0.2m ² 1EA	
	S2	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상)	1 1	L=1.0m L=0.5m	
	S3	단차	1	1EA	

4) 배수시설

배수시설은 육교형으로 전회점검 이후 하행선 A1측의 유도배수관 길이부족에 대해 보수를 실시하였으나 미보수된 하행선 A2측 유도배수관 길이부족과 상행선 A2측 배수관 연결부 어긋남이 조사된 바, 사용성 확보를 위한 정비가 필요하다.

					
위 치	상행선 S3 A2측 배수관	위 치	하행선 S3 A2측 유도배수관		
현 황	연결부 어긋남	현 황	배수관 길이부족		
					
위 치	하행선 S1 A1측				
현 황	후타제 유도배수관 길이부족 보수 전·후 현황				

[표 2.1.14] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
하행선	S3	유도배수관 길이부족	1	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

일부 차수관 볼트 탈락 및 국부변형, 상행선측 교대 법면 배부름, 점검계단 하부 균열 및 공동 등이 발생된 바, 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 A2측 차수관	위 치	상행선 A2측 점검계단
현 황	앵커 볼트 탈락	현 황	하부 균열
			
위 치	상행선 A1측 점검계단	위 치	상행선 A2측 법면
현 황	하부 공동 발생	현 황	배부름 발생

[표 2.1.15] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	A1	점검계단 하부 공동발생, 법면 보호블럭 밀림	1 1	1EA 1EA	
	A2	차수관 앵커볼트 탈락 및 변형 점검계단 하부 균열 법면 배부름 발생	1 1	1EA 1EA 1EA	
하행선	A1	법면 배부름 및 이격 발생 점검계단 균열	1 1	1EA 1EA	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

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

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판 균열(폭0.1~0.2mm), 백태, 재료분리 철근노출 ■ 주형 도장손상 내부 이물질퇴적, 우수유입 ■ 교대 균열(폭 0.1~0.3mm) 및 백태 누수 및 채수, 실란트 파손 ■ 교각 균열(폭0.1~0.2mm) 및 백태 누수 및 채수, 국부파손 ■ 교량받침 몰탈균열, 받침콘크리트 들뜸, 국부파손, 도장손상, 녹발생, 교량받침 편기 ■ 교면포장 라벨링, 패임, 소성변형 ■ 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격 및 단차 ■ 난간 균열 및 백태, 단차 및 실란트 파손 ■ 배수시설 유도배수관 길이부족 ■ 기타 차수판 변형 및 앵커탈락, 범면침하 범면 배부름, 점검계단 하부 침하	■ <u>바닥판 균열부 백태 일부 보수 실시</u> ■ <u>바닥판 균열(폭0.1~0.2mm), 백태 재료분리 철근노출</u> ■ <u>주형내부 도장손상, 이물질퇴적 보수 실시</u> ■ <u>주형외부 도장손상, 내부 우수유입</u> ■ <u>교대 균열(폭0.1~0.3mm), 표면균열 누수흔적 및 백태, 실란트 파손</u> ■ <u>교각 표면균열 일부 보수 실시</u> 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 누수흔적 국부파손 ■ <u>교량받침 몰탈균열 일부 보수 실시</u> 몰탈균열, 받침콘크리트 들뜸 및 재료분리 Plate 도장손상 및 녹발생, 받침편기 ■ <u>교면포장 일부 패임 보수 실시</u> 라벨링, 패임, 소성변형 ■ <u>신축이음 본체 이물질퇴적, 후타재 균열 접속부 이격 및 단차</u> ■ <u>난간 실란트 파손 보수 실시</u> 균열 및 백태, 단차, 중분대 파손 및 이격 ■ <u>배수시설 유도배수관 길이부족 일부 보수</u> 유도배수관 길이부족, 배수관 연결부 어긋남 ■ <u>기타 차수판 변형 및 앵커탈락, 범면 침하 및 배부름, 점검계단 하부 공동</u>
기 시행된 점검이후 일부 손상들에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수 손상 및 추가 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성에 영향을 줄만한 손상은 아니나, 일부 손상에 대해서는 내구성 확보차원에서 손상에 대한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요. 특히 기 발생된 균열, 주형내부 우수유입의 경우 보수후에도 손상의 추가발생 우무에 대한 주의관찰 과, 지속적인 교량받침 이동량 확인 필요.	

2.2 내구성조사 결과

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

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판 28.0~29.1MPa, 하부구조 교대 및 교각은 25.7~27.4MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판⇒27 MPa, 교대 및 교각⇒24 MPa

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상부구조	1	바닥판	S1	55.85	26.1	31.2	28.7	
	2	바닥판	S2	55.10	25.6	30.6	28.1	
	3	바닥판	S3	55.50	25.8	30.9	28.4	
하부구조	4	교 대	A1	50.05	24.1	28.7	26.4	
	5	교 각	P1	49.05	23.5	27.9	25.7	
	6	교 각	P2	49.50	23.8	28.3	26.0	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
상부구조	1	바닥판	S1	54.95	25.5	30.5	28.0	
	2	바닥판	S2	56.40	26.4	31.7	29.1	
	3	바닥판	S3	55.40	25.8	30.9	28.3	
하부구조	4	교 각	P1	51.40	24.9	29.8	27.4	
	5	교 각	P2	50.35	24.3	28.9	26.6	
	6	교 대	A2	49.70	23.9	28.4	26.2	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 1.9cm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.5	4.0	3.5	a
2	바닥판하면	S3	8	0.3	4.0	3.7	a
3	교대	A1	8	1.8	10.0	8.2	a
4	교대	A2	8	1.4	10.0	8.6	a
5	교각	P1	8	1.9	10.0	8.1	a
6	교각	P2	8	1.6	10.0	8.4	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S1	8	0.7	4.0	3.3	a
2	바닥판하면	S3	8	0.8	4.0	3.2	a
3	교대	A1	8	1.2	10.0	8.8	a
4	교대	A2	8	1.4	10.0	8.6	a
5	교각	P1	8	1.5	10.0	8.5	a
6	교각	P2	8	1.4	10.0	8.6	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009.03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	b	b	a	b	a	c	c	b	b	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	b	b	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[3]	강상자형교	b	a	a	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[4]	강상자형교	-	-	-	-	-	-	c	a	b	Q	a	a	-	-
평균		0.200	0.167	0.133	0.200	0.100	0.400	0.400	0.175	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.033	0.007	0.014	0.003	0.008	0.036	0.016	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.200	
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 0.200으로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)	염화물(상)	염화물(하)
STB[1]	강상자형교	b	b	a	a	c	c	b	b	c	Q	a	a	-	-
STB[2]	강상자형교	b	a	a	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[3]	강상자형교	b	b	a	b	c	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
STB[4]	강상자형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	a	a	-	-
평균		0.200	0.167	0.100	0.167	0.300	0.400	0.200	0.175	0.250	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.033	0.005	0.012	0.009	0.008	0.018	0.016	0.050	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.194	
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 0.194로 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(폭0.1~0.2mm), 재료분리 및 철근노출, 균열부 백태
		주 형	• 외부 도장손상 • 내부 우수유입흔적, 용접불량
		가 로 보	• 도장손상
	하 부 구 조	교 대	• 균열(폭0.1~0.3mm), 표면균열, 누수흔적 및 백태, 실란트 파손
		교 각	• 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 누수흔적, 국부파손
	교량받침		• 무수축물탈 균열(폭 0.2mm미만), 받침콘크리트 들뜸 및 재료분리 • Plate 도장손상 및 녹발생 • 받침 편기
	기 타 부 재	교면포장	• 라벨링, 패임, 소성변형
		신축이음	• 본체 : 이물질퇴적 • 후타재 : 균열(폭 0.1~0.2mm균열) 및 파손, 접속부 이격 및 단차
		난 간	• 균열 및 백태, 방호벽 단차, 중분대 파손 및 이격
		배수시설	• 유도배수관 길이부족, 배수관 연결부 어긋남
	부속시설		• 차수관 변형 및 앵커탈락, 법면 침하 및 배부름, 점검계단 하부 공동
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 바닥판하면 : 28.0~29.1 Mpa (설계강도 27 Mpa) ▪ 교대 및 교각 : 25.7~27.4 Mpa (설계강도 24 Mpa)
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화		▪ 슬 래 브 : 3.0~8.0mm (피복 40mm) ▪ 교대 및 교각 : 12.0~19.0mm (피복 100mm)
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.200 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.194 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

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

전회점검이후 일부 부재에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수 구간에서 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주된 손상으로는 바닥판하면 균열(폭 0.1~0.2mm) 및 백태, 주형 내부 우수유입, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm), 표면균열, 교량받침 편기, 무수축물탈 균열, 교면포장 소성 변형 및 라벨링, 방호벽 균열 및 백태, 파손, 단차, 유도배수관 길이부족 등이 발생한 상태이다.

한편, 공용중 중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 미보수 균열, 주형 내부 우수유입에 대해서는 보수후에도 점검을 통한 유지관리가 필요하며, 교량 받침 편기의 경우 지속적인 이동량 확인 및 주의관찰이 요구된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

금천교는 2006년에 준공된 교량연장 100m, 총폭 31.5m의 강박스 거더 교량으로 최대경간장 40m의 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

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

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

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

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

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

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

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	바닥판하면	균열	0.3mm미만	m (개소)	29.8 (39)	표면처리	
		백태		m ² (개소)	0.46 (9)	표면처리	
	주형 내부	우슈유입흔적		m ² (개소)	1.25 (3)	주의관찰	
		용접불량		개소	1	주의관찰	
	가로보	도장 손상		m ² (개소)	0.01 (1)	도장보수	
하 부 구 조	교대, 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	36.0 (33)	표면처리	
			0.3mm이상	m (개소)	1.2 (1)	수지주입	
		표면균열		m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.04 (1)	단면보수	
		누수흔적		m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리	
		실란트 파손		m (개소)	6.0 (3)	실란트충진	
		교량받침	Plate 녹발생		m ² (개소)	0.04 (4)	도장보수
도장 손상			m ² (개소)	0.07 (3)	도장보수		
몰탈 균열	0.3mm미만		m (개소)	1.5 (15)	표면처리		
들뜸			m ² (개소)	0.13 (2)	단면보수		
재료분리			m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수		

[표 5.1.2] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표(계속)

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		소성변형		m ² (개소)	5.0 (1)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	9.1 (4)	주의관찰	
	난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	1.3 (2)	표면처리	
				0.3mm이상	m (개소)	10.0 (7)	수지주입	
			표면균열		m ² (개소)	0.04 (1)	표면처리	
			백태		m ² (개소)	0.13 (2)	표면처리	
			파손		m ² (개소)	0.25 (1)	단면보수	
			이격		m (개소)	3.0 (1)	주의관찰	
			단차		개소	1	주의관찰	
			신축 이음	본 체	이물질퇴적		m (개소)	6.0 (3)
	후타재	균열		0.3mm미만	m (개소)	3.6 (18)	표면처리	
				파손		m ² (개소)	0.02 (2)	단면보수
		접속부 이격 및 단차		m (개소)	9.0 (2)	주의관찰		
부속 시설			차수판 앵커탈락		개소	1	정비	
			차수판 변형		개소	1	정비	
			계단하부침하균열		개소	1	주의관찰	
			보호블럭 밀림		개소	1	주의관찰	
			하부공동		개소	1	주의관찰	
			법면 배부름 발생		개소	1	주의관찰	

[표 5.1.3] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	바닥판하면	균열	0.3mm미만	m (개소)	23.3 (21)	표면처리	
		재료분리, 철근노출		m ² (개소)	0.49 (3)	방청,단면보수	
		백태		m ² (개소)	0.1 (2)	표면처리	
	주형 내부	도장손상		m ² (개소)	0.01 (1)	도장보수	
		우수유입흔적		m ² (개소)	4.19 (5)	정비	
		이물질퇴적		m ² (개소)	0.04 (1)	정비	
	주형 외부	도장손상		m ² (개소)	0.1 (1)	도장보수	
하 부 구 조	교대, 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	16.8 (24)	표면처리	
			0.3mm이상	m (개소)	3.5 (2)	수지주입	
		백태		m ² (개소)	0.25 (1)	표면처리	
		표면균열		m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리	
		누수흔적		m ² (개소)	0.75 (1)	표면처리	
교량받침		도장손상		m ² (개소)	0.03 (2)	도장보수	
		Plate 녹발생		m ² (개소)	0.05 (5)	도장보수	
		몰탈 균열	0.3mm 미만	m ² (개소)	0.2 (2)	표면처리	
		볼트 녹발생		개소	8	도장보수	

[표 5.1.4] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표(계속)

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		패임		m ² (개소)	0.05 (2)	아스콘 팻칭	
	배수시설		유도배수관 길이부족		개소	1	정비	
	난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	2.0 (3)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	2.0 (2)	수지주입	
			백태		m ² (개소)	0.2 (1)	표면처리	
			방호벽 단차		개소	2	주의관찰	
			신축 이음	본체	이물질퇴적		m ² (개소)	4.0 (2)
	후타재	균열		0.3mm 미만	m (개소)	4.1 (10)	표면처리	
		접속도로 이격		m (개소)	18.0 (2)	주의관찰		
	부속시설		범면 배부름 발생		개소	1	주의관찰	
			범면 이격		개소	1	주의관찰	
			점검계단 균열		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, 패임, 소성변형	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열 및 백태 ◦ 중분대 파손 및 이격	· 균열부 진전 여부 · 단차 진전여부	육안조사
배수시설	◦ 유도배수관 길이부족 ◦ 배수관 연결부 어긋남	· 체수 및 열화발생여부 · 하부구조 손상여부	육안조사
신축이음	◦ 본체 이물질퇴적 ◦ 후타재 균열, 접속부 이격 및 단차	· 유간 여유량 검토 · 손상부 진전여부	육안조사 실측조사
바닥판	◦ 균열 및 백태, 재료분리 ◦ 철근노출	· 균열부 진전여부 · 손상부 진전여부	육안조사
강재 거더	◦ 내부 우수유입 ◦ 도장손상	· 우수유입 진전여부	육안조사
교량받침	◦ 무수축물탈 균열 ◦ 받침콘크리트 들뜸, 재료분리, 도장손상, 녹발생 ◦ 교량받침 편기	· 균열부 진전여부 · 손상 확대여부 · 이동여유량 검토	육안조사 실측조사
교대 및 교각	◦ 균열, 표면균열, 누수흔적 ◦ 백태, 실란트 파손	· 균열부 진전여부 · 손상부 확대여부	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트 탈락 ◦ 교대 보호법면 이격, 배부름 ◦ 점검계단 균열, 하부 공동	· 정비 후 손상유무	육안조사

6. 엄남천교

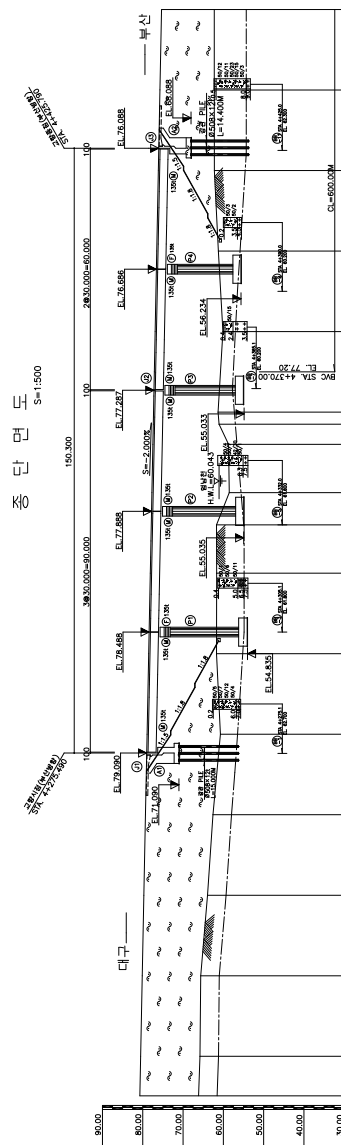
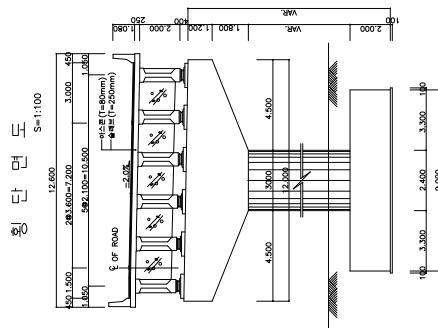
엄남천교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구분		내용		구분		내용	
시설물명		엄 남 천 교		시설물번호		상행선 : BR2006-0000959 하행선 : BR2006-0000960	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 22	
시설물위치		경남 밀양시 산외면 엄광리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		STA.4+400.5 ~ 4+250.2 부산기점48.404~48.254km(상) 부산기점48.379~48.229km(하)	
제원	연장	L = 150.0 m (5@ 30 = 150.0 m)					
	폭	B = 25.2m, 4차로					
구조 형식	상부	P.S.C Beam		기초 형식	교대	PILE 기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : T형			교각	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		에이엘(AL) JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		엄남천 횡단		통과높이		13.0m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					
■ 중점 점검사항 - 바닥판 : 균열부 진전여부 - P.S.C 주형 : 파손부 진전여부 - 교대 및 교각 : 균열부 진전여부 - 교량받침 : 이동여유량 및 작동상태 점검 - 교면포장 : 라벨링, 포트홀, 패임 진전 여부 - 신축이음 : 유간여유량 및 작동상태 점검 - 배수시설 : 배수관 탈락 및 위치 부적절, 용접 연결부 누수에 의한 하부구조 영향 점검 - 기타 : 지반 침하 및 변형							

μ
 $\overline{\mu}$
 μ_0
 K_0

μ
 $\overline{\mu}$
 μ_0

[illegible]

대구-부산간 고속도로(주)
DAEGU-BUSAN EXPRESSWAY Co., Ltd.

(호포수파) (내외수고)	2	2	1
---------------	---	---	---

너	너
넌	넌
네	네
너희	너희

[illegible][illegible]

1:500	도면번호	001
-------	------	-----

엄남천교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전경



신축이음 전경



교량받침 전경

목 차(엄남천교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	328
1.2 자료수집 및 분석	334

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	338
2.2 내구성조사 결과	358

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	361
3.2 하행선 상태평가	362

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	363
4.2 결 언	364

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	365
5.2 유지관리방안	370

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

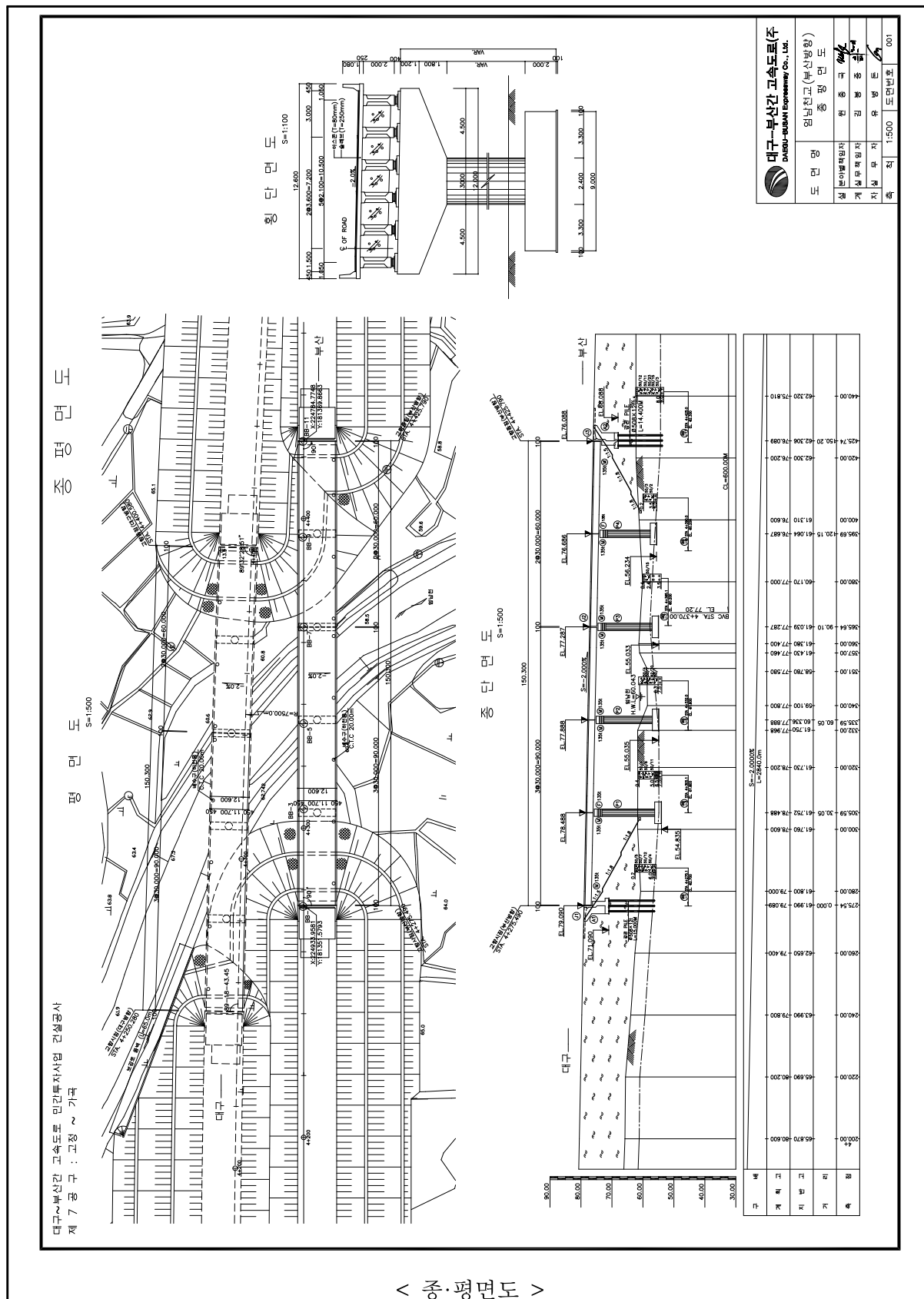


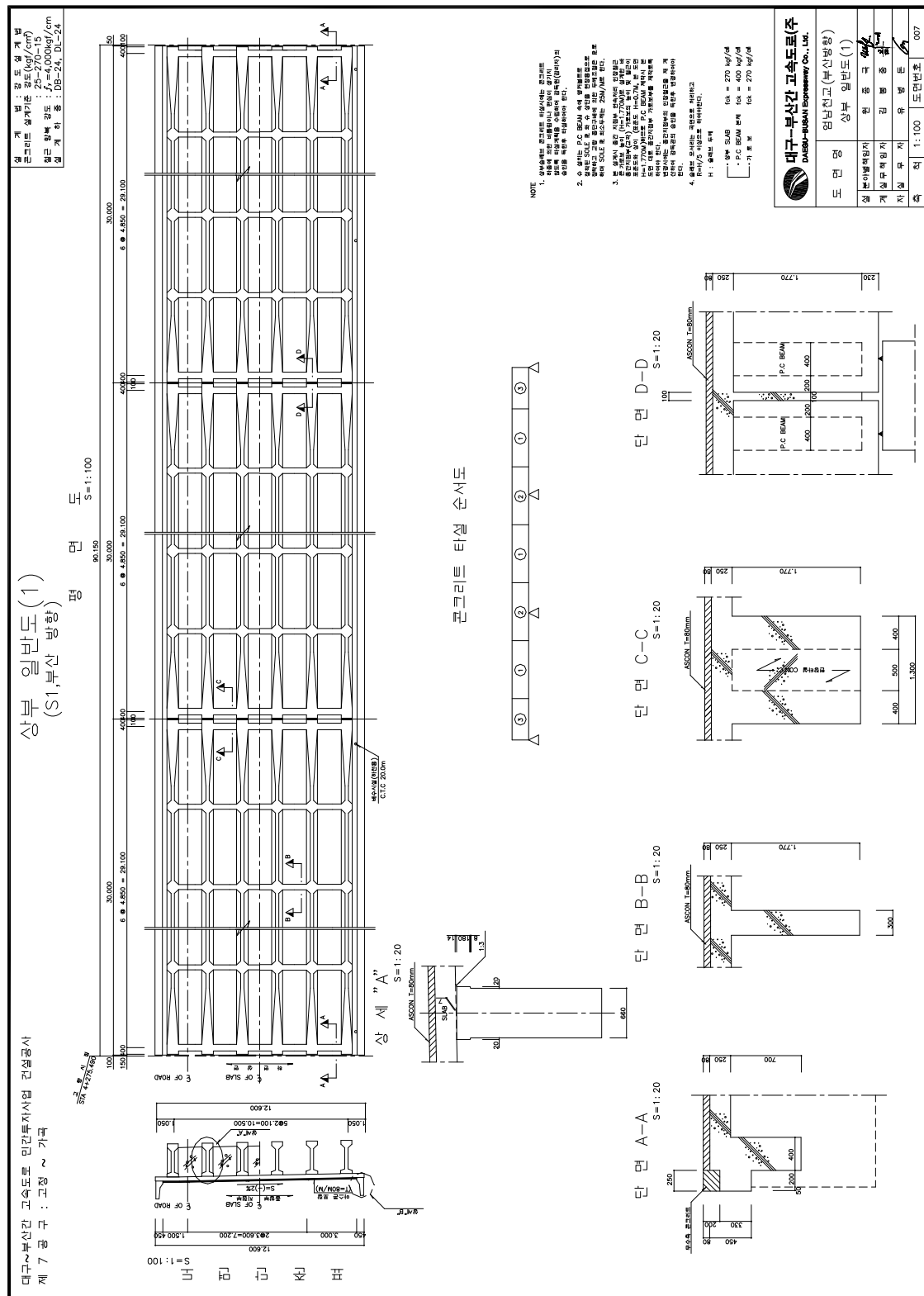
<그림 3.1.1.1> 엄남천교 전경

[표 3.1.1.1] 엄남천교 기본현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		엄남천교		설 계 하 중		DB-24	
위 치	공사이정	STA.4+400.5 ~ 4+250.2		종 별 구 분	2종 시설물		
	관리이정	부산기점48.404~48.254km(상) 부산기점48.379~48.229km(하)					
시 설 물 관 리 번 호		dbw BR. 22		시설물번호		상행선 : BR2006-0000959 하행선 : BR2006-0000960	
상부 구조	형식	P.S.C Beam					
	연장	5@30=150m		교 폭		상행선 : 12.6 m 하행선 : 12.6 m	
하부 구조	교각	T형		기초 형식	교 각	직접기초	
	교대	역T형식			교 대	PILE 기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		에이엘(AL) JOINT	
교차조건		엄남천 횡단		교 고		13.0 m	
설 계 사		내경 ENG		시 행 자		신대구부산고속도로(주)	
책임감리원		KCM, (주)용마엔지니어링 동일기술공사		시 공 자		현대산업개발(주)	
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도		2006년 2월 10일	
종단구배		+2.0%		횡단구배		-2.0%	

1.1.2 시설물 일반도





< 슬래브일반도 >

1.1.3 시설물 이력

1) 점검이력

번호	기 간	구 분	비 고
1	2005. 10. 28 ~ 2006. 4. 25	초기점검	A등급
2	2006. 9. 19 ~ 2006. 12. 31	정기점검	-
3	2007. 5. 10 ~ 2007. 6. 30	정기점검	-
4	2007. 8. 22 ~ 2007. 12. 20	정밀점검	B등급
5	2008. 3. 10 ~ 2008. 6. 30	정기점검	-
6	2008. 9. 30 ~ 2008. 12. 31	정기점검	-
7	2009. 3. 10 ~ 2009. 6. 30	정기점검	-
8	2009. 10. 1 ~ 2009. 12. 31	정밀점검	B등급
9	2010. 3. 8 ~ 2010. 6. 30	정기점검	-
10	2010. 9. 6 ~ 2010. 12. 31	정기점검	-
11	2011. 2. 10 ~ 2011. 6. 30	정기점검	-
12	2011. 7. 29 ~ 2011. 12. 31	정밀점검	B등급
13	2012. 2. 20 ~ 2012. 6. 30	정기점검	-
14	2012. 8. 20 ~ 2012. 12. 31	정기점검	-
15	2013. 2. 25 ~ 2013. 6. 30	정기점검	-

2) 보수이력

구분	보수일자	보 수 내 용	비 고
1	2007. 11	· 바닥판하면 및 교각 균열 표면처리	-
2	2008. 11	· 바닥판하면 균열 표면처리	-
3	2010. 6	· 균열보수, 교대보호블럭 보수, 받침콘크리트 파손부 보수 · 실린트 파손보수, 중분대 및 갓길 방호벽 균열보수	서천,미듬
4	2011. 8	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천,미듬
5	2012. 5	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	서천,미듬
6	2013. 7	· 교대 및 교각 균열보수, 이물질 퇴적 청소	미듬이앤씨

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

엄남천교에 대한 설계도서 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계 하중 DB-24(DL-24)로서 R.C 시설물은 강도설계법에 의해 설계되었으며, 주형은 P.S.C Beam 구조이다. 상부구조의 경우 콘크리트 설계기준강도는 바닥슬래브 27Mpa, P.S.C Beam 40MPa를 적용하였으며, 하부구조의 콘크리트 설계기준강도는 24Mpa를 기준으로 설계되었다. 내진설계는 복합모드 스펙트럼 해석법을 적용, 반응수정계수(R)는 3, 가속도 계수는 0.154를 적용하여 내진 I 등급교로 설계하였으며, 교량받침은 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	엄남천교는 초기점검 결과 시설물의 종합평가 등급은 「A」 등급으로 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 1등급교로서의 교량기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2006년 하반기 정기점검 결과, 현재 기존 및 신규 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	-	2007년 상반기 정기점검 결과, 현재 기존 및 신규 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 특히 바닥판 하면에 다수 발생된 균열 및 백태는 표면수의 내부 유입으로 인한 기능상실이 우려될 수 있는바, 보수를 실시하여 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2007년 하반기 정밀점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제는 없을 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다. 특히 바닥판 하면에 다수 발생된 균열 및 백태는 표면수의 내부 유입으로 인한 기능상실이 우려될 수 있는바, 보수를 실시하여 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요하다.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 상반기 정기점검 결과, 현재 본 시설물에 발생한 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보 차원에서 손상부에 대한 적절한 보수 및 향후 지속적인 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 바닥판 하면에 발생된 다수 균열 및 백태의 경우 표면수의 내부 유입으로 인해 기능상실이 우려가 되므로 적합한 보수가 요망된다.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2008년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 바닥판 하면 균열부 백태의 경우 우기시 표면수의 내부 유입으로 인해 기능상실이 우려 되므로 지속적인 관찰 및 조속한 보수가 필요하다.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2009년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 특히 공용 중 손상의 진전이 우려될 수 있는 사항으로써, 바닥판 하면 균열부 백태의 경우 우기시 표면수의 내부 유입으로 인해 기능상실이 우려 되므로 지속적인 관찰 및 조속한 보수가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	2009년 하반기 정밀점검 결과, 현재 발생된 기존 및 신규 손상들은 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 배수구 막힘 구간 청소, 델리네이트 교체 등의 일상적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 상반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 시설물의 안전성이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 향후 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 기존 정밀점검 이후 슬래브 하면에 균열의 추가 발견 외 특별한 현황의 진전은 없는 것으로 조사되었으나, 기 발생 현황중 균열0.3mm이상, 배수관련(막힘,길이부족, 누수)현황의 적절한 보수 및 정비가 필요한 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2010년 하반기 정기점검 결과, 현재 발생된 기존 및 추가 손상은 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 적합한 보수를 실시하며, 특히 바닥판 하면 균열부 백태, 배수관 설치불량의 경우 시설물의 2차적인 손상(철근부식, 하부구조 열화등)을 초래할 우려가 있으므로 시설물의 내구성 및 내후성 확보 차원에서 손상에 적합한 보수를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	-	2011년 상반기 정기점검 결과, 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 보수부 일부 재균열이 발생한 것으로 확인되었다. 기 발생 손상 및 금번 점검시 추가 발생 손상에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상으로는, 배수관련 손상, 바닥판 일부 보수부 재균열, 탄성받침 일부 들뜸 및 Plate 국부적인 부식 등이며, 특히, 탄성받침 들뜸 및 부식부 보수가 요구되며, 가동상태에 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	엄남천교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 기존 점검 결과와 비교시 특이할만 한 추가 손상은 없는 것으로 나타났다. 주된 손상은 바닥판하면 균열, 가로보 콘크리트 들뜸, 하부구조 균열, 누수흔적, 탄성받침 Plate 들뜸, 교면포장 라벨링, 배수관 위치불량 등이며, 향후 내구성 확보 차원의 보수 및 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 한편, 공용중 중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 일부 구간 받침 들뜸(하.P3) 및 Plate 들뜸(상.P1,2 하.P1,4) 구간에 대해 주의관찰이 필요함.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	엄남천교에 대한 2012년 상반기 정기점검 결과, 기존 점검결과와 비교시 특이사항은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 주된 손상은 교면포장 라벨링, 배수관 용접부 누수, 난간 균열 및 백태, 후타재 균열, 받침 들뜸 및 스토퍼 상호간섭, 부식, 하부구조 균열 및 누수흔적, 콘크리트 국부파손 등이며, 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 가동상태의 이상은 없으나 일부 탄성받침 들뜸 및 횡방향 스토퍼 상호간섭 부위에 대해 지속적인 주의관찰을 통한 가동상태 점검이 필요함.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	엄남천교는 기 발생한 손상에 대한 보수 및 정비가 일부 실시되었으나, 미보수된 교면포장 라벨링 및 파손, 배수관 용접부 누수, 난간 균열 및 백태, 후타재 균열, 받침 들뜸 및 스토퍼 상호간섭, Plate 들뜸 및 녹발생, 하부구조 균열 및 누수흔적, 콘크리트 국부파손 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 탄성받침 들뜸 및 횡방향 스토퍼 상호간섭 발생 부위에 대해 지속적인 주의관찰이 요구됨.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	엄남천교에 대한 정기점검 결과, 기 발생된 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으나, 금회 점검시 배수관 탈락, 교대 보호법면 보수부 재이격 등의 손상이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 기존 손상인 교면포장 라벨링, 배수관 위치불량, 용접부 누수, 난간 균열 및 백태, 신축이음 고무재 파손, 누수, 후타재 균열, 받침 들뜸 및 스토퍼 상호간섭, 녹발생, 하부구조 균열, 누수흔적 등이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수 및 기능 향상을 위한 정비가 필요하며. 특히, 탄성받침 들뜸 및 횡방향 스토퍼 상호간섭 발생 부위에 대해서는 지속적인 주의관찰이 요구됨.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

엄남천교는 2006년에 준공된 교량연장 150m, 상·하행선 교폭이 각각 12.6m 인 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 경남 밀양시 산외면 엄광리에 위치하며, 최대 경간장 30m의 2종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 상·하행선이 각각 사각이 없는 곡선교량($R=7,500m$) 및 직선교로 되어 있으며, 종단선형은 시점측에서 종점측으로 2.0%의 상향경사를 이루고 있다. 상부구조는 전체 5경간에 주형(P.S.C Beam)이 단순 지간의 형태로 놓여 있고, 상부 슬래브는 2경간 및 3경간 연속화된 형식으로 구성되어 있으며, 하부구조는 교대가 PILE 기초에 역T형, 교각이 직접기초에 T형으로 시공되었다.

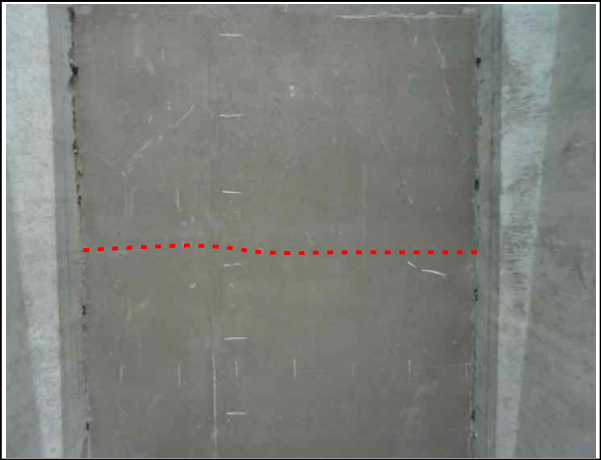
교량기호 정의에서와 같이 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면은 일부 백태 손상부에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 횡방향 균열(폭0.3mm이하), 백태, 콘크리트 들뜸, 누수흔적과 일부구간 폭 0.2mm 정도의 횡방향 균열 및 백태가 추가 발생한 것으로 확인되었다. 기 발생한 손상은 공용기간 증가에 따른 노후화 및 초기 건조수축 등에 의한 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 보수와 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 P1측 바닥판 하면	위 치	하행선 S1 바닥판 하면
현 황	콘크리트 들뜸	현 황	균열부 백태

			
위 치	하행선 S4 바닥판 하면	위 치	하행선 S5 바닥판 하면
현 황	균열부 백태 보수 현황	현 황	횡방향 균열 (폭0.2mm)

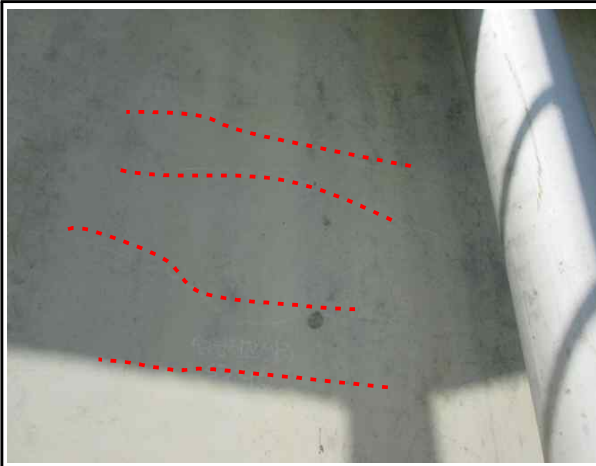
[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

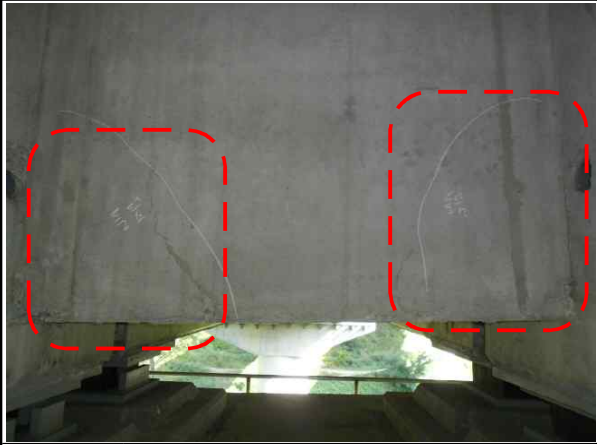
구 분		철근 콘크리트 바닥판 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만)	5	L=4.5m	
		균열(폭 0.3mm이상)	1	L=0.5m	
		들뜸	1	A=0.02m ²	
		백태	6	A=0.67m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	10	L=12.2m	
		백태	10	A=1.27m ²	
		누수흔적	2	A=0.12m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.3m	
		백태	1	A=0.13m ²	
		누수흔적	2	A=0.16m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.3m	
		백태	4	A=0.45m ²	
	S5	파손	1	A=0.1 m ²	
하 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만)	17	L=22.9m	
		백태	17	A=2.29m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	1	L=1.0m	
		백태	26	A=4.13m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만)	8	L=10.5m	
		백태	15	A=1.99m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만)	14	L=15.9m	
	S5	균열(폭 0.3mm미만)	9	L=11.9m	
		백태	5	A=0.77m ²	
		물끓기흙 줄눈 미제거	1	L=2.0m	

2) 프리스트레스트 콘크리트 거더 및 가로보

P.S.C Beam 및 가로보의 경우, 가로보에 발생된 일부 들뜸 및 파손에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 외관조사 결과, 기존 손상인 주형 국부파손, 받침부 들뜸, 지점부 미세균열, 표면균열, 가로보 균열 및 들뜸, 국부파손, 재료분리 등이 조사되었으며, 일부 구간 가로보 하면 균열(폭0.3~0.5mm)이 추가 발생하였다.

가로보 손상의 경우 공용 년수 증가 및 콘크리트 타설 불량 등에 의한 것으로서, 각 손상과 더불어 내구성 확보 차원의 보수와 점검을 통한 유지지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 S3 G5 (P2측) 주형	위 치	하행선 S1 G4 (P1측) 주형
현 황	균열 (폭0.1mm)	현 황	인양홀 주변 파손
			
위 치	상행선 S2 G1~G2 가로보	위 치	상행선 S5 G5~G6 가로보
현 황	균열 (폭0.3~0.5mm)	현 황	균열 (폭0.3~0.5mm)

			
위 치	하행선 S1 G3~G4 가로보	위 치	하행선 S1 G3~G4 가로보
현 황	균열 (폭0.3mm)	현 황	콘크리트 들뜸
			
위 치	하행선 S1 G4~G5 가로보	위 치	하행선 S2 G1~G2 가로보
현 황	콘크리트 들뜸	현 황	콘크리트 들뜸 보수 현황
			
위 치	하행선 S2 G2~G3 가로보	위 치	하행선 S4 G3~G4 가로보
현 황	콘크리트 들뜸 보수 현황	현 황	재료분리

[표 2.1.2] 주형 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	파손	14	A=0.14m ²	
	S2	파손	8	A=0.08m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm미만) 파손	10 14	L=3.5m A=0.14m ²	
	S4	파손	5	A=0.05m ²	
	S5	파손 표면균열	10 1	A=0.1m ² A=1.0m ²	
하행선	S1	파손 들뜸	6 1	A=0.06m ² A=0.06m ²	
	S2	파손	2	A=0.02m ²	
	S3	파손	4	A=0.04m ²	
	S4	파손 들뜸 백태	5 1 1	A=0.05m ² A=0.15m ² A=0.07m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만) 파손	1 8	L=1.0m A=0.08m ²	

[표 2.1.3] 가로보 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	S1	균열(폭 0.3mm미만) 균열(폭 0.3mm이상) 거푸집 미제거	1 9 1	L=0.6m L=3.4m A=0.1m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm이상)	10	A=3.0m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm이상)	10	A=3.0m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm이상) 재료분리	10 1	A=3.0m ² A=0.04m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm이상)	10	A=3.0m ²	
하행선	S1	균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	3 5	L=1.2m A=0.84m ²	
	S3	균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	4 4	L=1.2m A=0.16m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm이상) 재료분리 들뜸	9 1 5	L=1.8 A=0.02m ² A=0.3m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm이상) 들뜸	8 9	L=8.0m A=0.54m ²	

3) 바닥판과 교대 및 거더와 교대 유간 측정

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

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

[표 2.1.4] 바닥판 및 주형과 교대 유간 측정(측정일 온도 19.1℃)

위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	주형 유간 (mm)	
A1	50	145	50	118	
A2	35	170	75	201	

교량 시·중점부에서 측정된 교대와 슬래브 사이의 유간거리는 신축량이 가장 큰 A2지점에서 상행선이 약 35mm 로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(19.1℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 35℃로 가정하여 신축량을 산정하면 약 4.7mm 정도인 바, 본 교량의 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형 형식으로 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인 되었으며, 보수부는 양호한 상태이다. 외관조사 결과, 일부 구간 균열(폭 0.2mm)이 추가 발생하였으며, 기존 손상인 균열, 누수흔적, 체수흔적, 백태 등의 손상과 더불어 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 A2 벽체	위 치	하행선 A2 교대 흉벽
현 황	균열 (폭0.1mm)	현 황	균열 (폭0.1mm)

[표 2.1.5] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A2	균열 (폭 0.3mm미만)	4	A=4.0m ²	
		백태	1	A=0.4m ²	
		체수흔적	1	A=0.05m ²	
하 행 선	A1	균열 (폭 0.3mm미만) 누수흔적	2 4	L=2.8m A=7.48m ²	
	A2	균열 (폭 0.3mm미만)	25	L=17.2m	

2) 교각

교각은 II형 구조이며, 일부 구간 균열에 대한 보수를 실시하였으며 보수부는 양호하나, 미보수 손상인 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열, 표면균열, 재료분리, 체수흔적 조사되었으며, 폭 0.2mm 정도의 균열이 추가 발생한 것으로 확인되었다.

조사된 균열은 대부분 공용기간 증가에 따른 노후화 및 초기 건조수축 등에 의한 것으로 판단되며, 각 손상과 더불어 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 P3 코핑부 배면	위 치	하행선 P4 코링부 배면
현 황	균열 (폭0.1mm)	현 황	균열 (폭0.1mm)

[표 2.1.6] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 이물질 퇴적	23 2 1	L=28.66m A=2.0m ² A=0.5m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 체수흔적	21 1 1	L=13.2m A=0.15m ² A=0.09m ²	
	P3	균열(폭 0.3mm미만)	30	L=30.1m	
	P4	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	9 1	L=6.6m A=0.25m ²	
하 행 선	P1	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	33 6	L=22.5m A=10.5m ²	
	P2	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	17 3	L=14.5m A=2.0m ²	
	P3	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열 재료분리	18 5 1	L=12.7m A=9.84m ² A=0.12m ²	
	P4	균열(폭 0.3mm미만) 표면균열	6 1	L=3.2m A=1.0m ²	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량받침은 탄성고무받침 형식으로 일부 손상에 대해 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리 및 파손, Plate 들뜸 및 녹발생, 받침 들뜸, 스토퍼간섭 등이며, 일부 추가적인 몰탈 파손 및 Plate 녹발생이 확인되었다.

따라서 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보 및 기능 향상을 위한 보수가 필요하다.

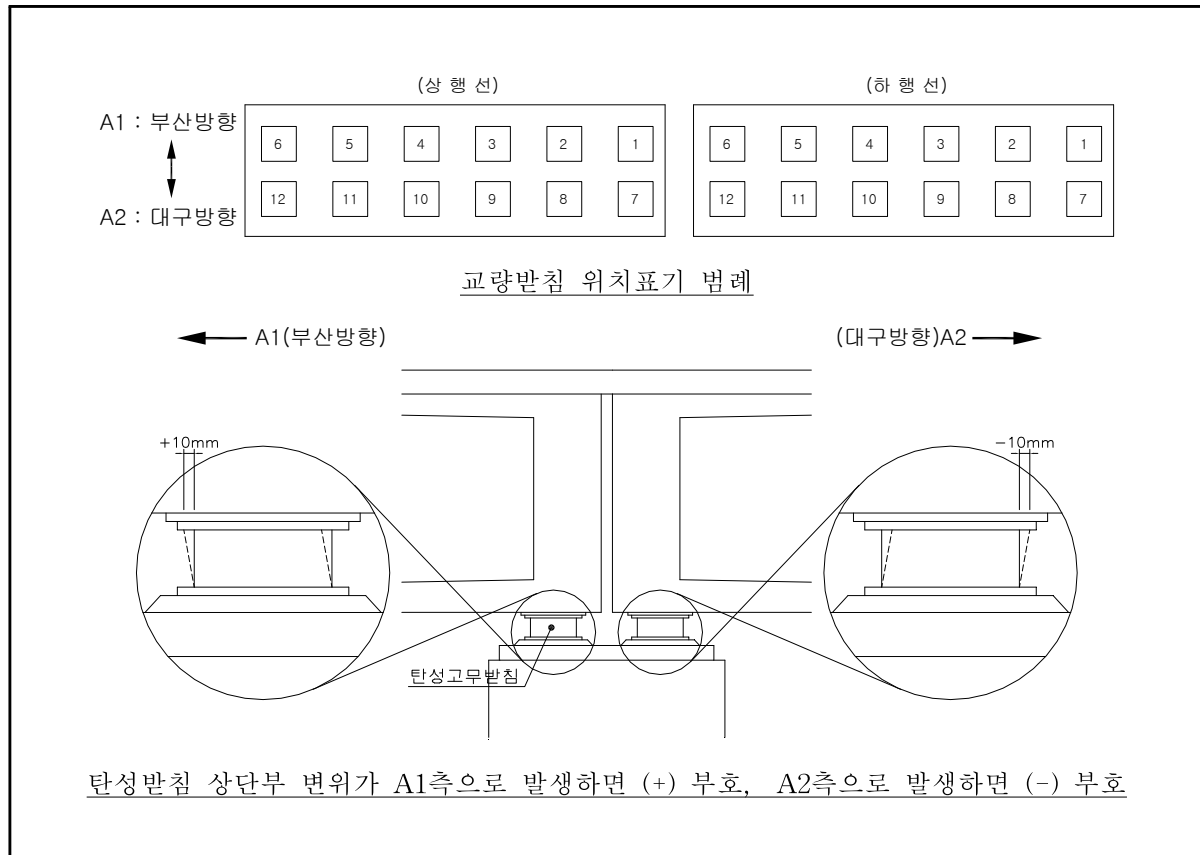
			
위 치	상행선 P1 SH10	위 치	상행선 P4 SH12
현 황	무수축물탈 균열 (폭0.1mm)	현 황	무수축물탈 균열 (폭0.1mm)
			
위 치	하행선 P2 SH2	위 치	하행선 P2 SH2
현 황	Plate 녹발생	현 황	무수축물탈 파손
			
위 치	하행선 P2 SH9	위 치	하행선 P3 SH5, SH11
현 황	받침콘크리트 재료분리	현 황	받침콘크리트 파손

[표 2.1.7] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	A1	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	7	L=0.7m	
		PLATE 녹발생	5	5EA	
	P1	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	4	L=0.4m	
		PLATE 녹발생	12	12EA	
		PLATE 들뜸	1	1EA	
	P2	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	12	L=13.3m	
		받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.15m	
		PLATE 녹발생	12	12EA	
		PLATE 들뜸	1	1EA	
	P3	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	2	L=0.2m	
		받침콘크리트 재료분리	1	A=0.01m ²	
		PLATE 녹발생	12	12EA	
		PLATE 들뜸	1	1EA	
하 행 선	A1	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	11	L=1.1m	
		PLATE 녹발생	7	7EA	
	A2	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	5	5EA	
		스토퍼 간섭			
	P1	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	6	6EA	
		PLATE 녹발생	2	2EA	
	P2	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	16	L=1.6m	
		PLATE 들뜸	1	1EA	
		무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	16	L=3.4m	
		파손	1	A=0.02m ²	
	P3	재료분리	3	A=0.07m ²	
		PLATE 녹발생	12	12EA	
	P4	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	12	L=1.2m	
		파손	1	A=0.02m ²	
		PLATE 녹발생	1	1EA	
		고무재 들뜸	2	2EA	
	P4	무수축 몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	9	L=0.9m	
		PLATE 들뜸	1	1EA	

2) 교량받침 이동량

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



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.8] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 19.1℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)												비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	SH11	SH12	
A1	+12	+12	+12	+12	+13	+12	-	-	-	-	-	-	±58.8
P1	좌우	좌우	F	좌우	좌우	좌우	-5	-5	-5	-5	-5	-5	±58.8
P2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	±58.8
P3	+7	+7	+7	+6	+7	+7	0	0	0	0	+2	+2	±58.8
P4	좌우	좌우	F	좌우	좌우	좌우	-5	-5	-5	-5	-5	-5	±58.8
A2	-15	-15	-15	-15	-18	-18	-	-	-	-	-	-	±58.8

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

[표 2.1.9] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 19.1℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)												비 고
	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6	SH7	SH8	SH9	SH10	SH11	SH12	
A1	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	-	-	-	-	±58.8
P1	F	F	F	F	F	F	-8	-8	-8	-7	-6	-8	±58.8
P2	-	-	-	-	-	-	-7	-6	-8	-8	-8	-8	±58.8
P3	5	2	3	7	5	3	-4	-4	-4	-3	-4	-2	±58.8
P4	F	F	F	F	F	F	-2	-3	-4	-4	-3	-2	±58.8
A2	2	3	0	2	2	3	-	-	-	-	-	-	±58.8

■ F : 교축방향에 대한 고정단(Fix)

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

■ A2 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
 - 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 19.1°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $19.1^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 24.1^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 27.5^{\circ}\text{C} = 15.9^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 24.1 \times 30000 = 7.2\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 15.9 \times 30000 = 4.7\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축들보 길이 ($30=30\text{m}$) , ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

A2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과, 온도 하강시에는 약 7.2mm가 감소하고, 온도 상승시에는 약 4.7mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강시에는 약 69.6mm, 온도 상승시에는 약 36.1mm 정도를 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘으로 시공된 포장면은 접속도로구간 패임 손상에 대해 일부 보수를 실시하였으나, 미보수 손상인 라벨링, 패임, 포트홀, 균열 외, 일부 구간 패임 손상이 추가 발생한 것으로 확인된 바, 내구성 확보 및 차량의 주행성 향상을 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S1 교면포장	위 치	하행선 S3 교면포장
현 황	라벨링	현 황	라벨링 및 포트홀

[표 2.1.10] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	포트홀 / 라벨링 아스콘 균열	6 1	A=33.8m ² L=8.0m	
	S2	패임 / 라벨링	4	A=31.5m ²	
	S3	패임	1	A=0.1m ²	
	S4	라벨링	1	A=3.75m ²	
	S5	패임 / 라벨링	4	A=2.53m ²	
하행선	S1	라벨링 / 포트홀 / 패임	4	A=3.91m ²	
	S2	라벨링 / 포트홀 / 패임	26	A=4.74m ²	
	S3	라벨링 / 패임	2	A=4.5m ²	
	S4	라벨링 / 포트홀 / 패임	5	A=4.03m ²	
	S5	포트홀 및 패임 아스콘 균열	5 1	A=2.1m ² L=10.0m	

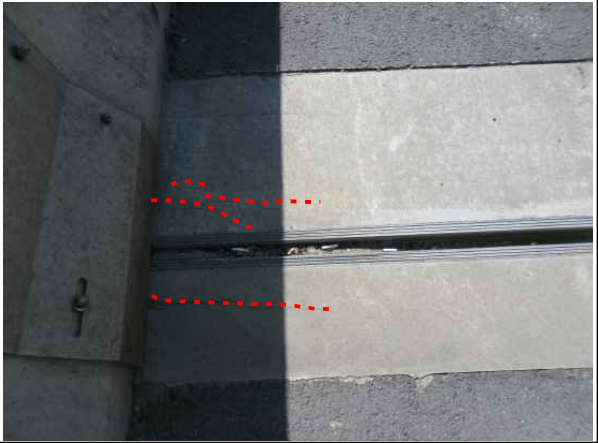
2) 신축이음

① 본체

신축이음장치는 AL Joint Type으로서 소요 유간은 확보하고 있으나, 기존 손상인 본체 이물질퇴적 및 상행선 P2측 본체 하부 고무씰재 파손이 조사되었다. 고무씰재 파손의 경우 하부구조 열화의 원인이 되므로 적절한 보수가 필요하며, 그 외 신축이음 기능향상을 위해 이물질 퇴적에 대한 지속적인 정비가 요구된다.

② 후타재

후타재는 건조수축 등에 의한 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열, 접속부 이격 및 단차 등의 기존 손상과, 일부구간 폭 0.5mm 정도의 균열이 추가 발생된 바, 내구성 확보 및 차량의 주행성 향상을 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	상행선 A1 신축이음
현 황	후타재 접속부 이격	현 황	후타재 균열
			
위 치	상행선 P2 신축이음	위 치	하행선 A1 신축이음
현 황	본체 하부 고무씰재 파손	현 황	후타재 균열

			
위 치	하행선 P2 신축이음	위 치	하행선 A2 신축이음
현 황	본체 이물질 퇴적	현 황	후타재 접속부 이격 및 단차

[표 2.1.11] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	EJ.1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 후타재 균열(폭 0.3mm이상) 접속부 이격 및 단차 본체 이물질 퇴적	26 2 1 1	L=11.25m L=1.0m L=5.0m L=2.0	
	EJ.2 (P2)	후타재 균열(폭 0.3mm이상) 본체 이물질 퇴적 하부 고무재 파손	1 1 1	L=0.5m L=2.0m 1EA	
	EJ.3 (A2)	접속부 이격 및 단차 본체 이물질 퇴적	1 1	L=5.0m L=2.0m	
하행선	EJ.1 (A1)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격 및 단차 본체 이물질 퇴적	43 1 1	L=14.6m L=5.0m L=1.0m	
	EJ.2 (P2)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	35 1	L=10.9m L=2.0m	
	EJ.3 (A2)	후타재 균열(폭 0.3mm미만) 접속부 이격 및 단차	39 1	L=13.5m L=2.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.12] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
J1 (A1)	38	38	NO.100
J2 (P2)	25	28	NO.100
J3 (A2)	33	30	NO.100

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

■ P2에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$
 - 조사일 : 2013년 9월 26일, 일평균기온 : 19.1°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $19.1^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 24.1^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $35^{\circ}\text{C} - 19.1^{\circ}\text{C} = 15.9^{\circ}\text{C}$
 - 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -5°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 24.1 \times 90000 = 23.8\text{mm}$
 - 온도 35°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.0 \times 10^{-5}) \times 15.9 \times 90000 = 14.3\text{mm}$
- 여기서, ℓ : 신축틀보 길이 ($30+30+30=90\text{m}$) , ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

신축이음 측정유간이 최소인 상·하행선 P2 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 23.8mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 14.3mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간여유량은 온도 하강시에는 약 48.2mm, 온도 상승시에는 약 10.7mm 정도의 여유량을 보유하고 있는 바, 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽으로 차량충돌에 의한 국부파손이 추가 발생하였으며, 기존 손상인 균열 및 백태, 국부파손 등의 손상과 더불어 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

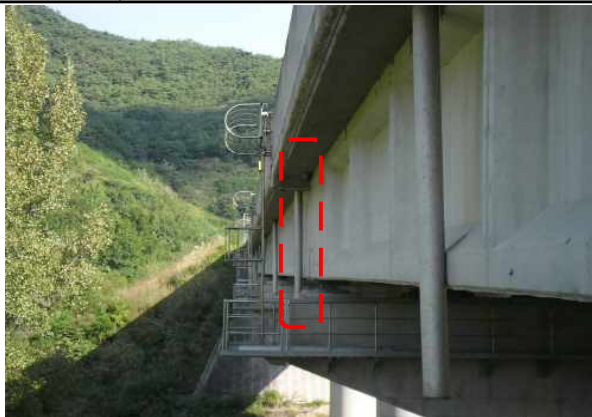
			
위 치	상행선 S5 방호벽	위 치	하행선 S2 방호벽
현 황	균열부 백태	현 황	균열부 백태

[표 2.1.13] 난간 외관상태

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만)	9	L=2.71.8m	
		균열(폭 0.3mm이상)	1	L=0.2m	
		백태	10	A=1.35m ²	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=2.0m	
		백태	4	A=0.37m ²	
하 행 선	S3	백태	24	A=2.4m ²	
	S4	균열(폭 0.3mm미만)	4	L=30.0m	
		백태	3	A=5.6m ²	
		파손	1	A=0.07m ²	
	S5	균열(폭 0.3mm미만)	18	L=26.4m	
		백태	13	A=2.08m ²	
		파손	1	A=0.3m ²	
하 행 선	S1	균열(폭 0.3mm미만)	18	L=13.6m	
		균열(폭 0.3mm이상)	3	L=3.1m	
	S2	균열(폭 0.3mm미만)	8	L=10.2m	
		균열(폭 0.3mm이상)	1	L=0.5m	
		백태	7	A=0.32m ²	
하 행 선	S3	균열(폭 0.3mm미만)	2	L=1.5m	
	S4	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.3m	
	S5	균열(폭 0.3mm미만)	3	L=3.5m	
		균열(폭 0.3mm이상)	1	L=0.3m	

4) 배수시설

배수시설에 대한 조사결과 배수관 탈락(하.P2), 유출구 위치 부적절(교각상부), 연결부 누수와 교면 배수구 막힘이 조사된 바, 사용성 확보를 위해 정비가 필요하다.

							
위 치		상행선S3 P2측 배수관		위 치		하행선 S1배수관	
현 황		유출구 위치 부적절		현 황		연결부 누수	
							
위 치		하행선 S2 P2측 배수관					
현 황		배수관 탈락					

[표 2.1.14] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	비 고
상행선	S2	배수관 위치불량	1	
	S3	배수관 위치불량	1	
하행선	S1	배수관 연결부 누수	1	.
	S2	배수관 탈락	1	
	S3	배수관 위치불량	1	
	S5	배수구 막힘	2	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

일부 차수관 앵커볼트 탈락, 교대 법면 이격 및 침하, 점검로 난간 변형 및 시건장치 망실, 점검계단 이격 등이며 보수 및 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 P2 차수관	위 치	상행선 A1
현 황	앵커볼트 탈락	현 황	점검계단 이격

[표 2.1.15] 기타 외관상태

구 분		기타 손상 현황	발생개소	수 량	비고
상행선	A1	간격재 미제거 법면 이격	1	1EA	
	A2	법면 침하 간격재 미제거	1	1EA	
			1	1EA	
	P1	점검로 난간 변형 시건장치불량	1	1EA	
			1	1EA	
	P2	차수관 앵커 볼트 탈락	3	3EA	
	P3	시건장치 불량	1	1EA	
하행선	A1	점검계단 이격 간격재 미제거	1	1EA	
			1	1EA	
	A2	간격재 미제거	1	1EA	
	S1	텔레비이트 파손	2	2EA	

2.1.5 이전 상태와 현 상태 비교

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

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 바닥판 균열(폭0.1~0.3mm), 백태 국부파손 누수흔적, 물끊기홈 미시공 ■ 주형 균열(폭0.1mm), 표면균열, 파손, 들뜸 ■ 가로보 균열(폭 0.2~0.3mm), 재료분리, 파손, 들뜸 ■ 교대 균열(폭0.1~0.2mm), 백태, 누수 및 체수흔적 ■ 교각 균열(폭0.1~0.3mm), 표면균열, 파손 재료분리, 체수흔적 ■ 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열 파손, 재료분리, 탄성받침 들뜸, 스토퍼 간섭, Plate 녹발생 및 들뜸 ■ 교면포장 라벨링, 패임, 파손 ■ 신축이음 본체 하부 고무씰재 파손, 누수 ■ 신축이음 후타재균열, 접속도로 이격, 단차 ■ 난간 균열 및 백태, 파손 ■ 배수시설 배수관 탈락, 위치불량, 용접 연결부 누수 및 녹발생 ■ 기타 법면 보호블럭 이격 보수부 재이격 ■ 점검계단 이격 및 파손, 차수판 앵커 탈락	■ <u>바닥판 하면 균열부 백태 일부 보수</u> ■ 바닥판 하면 균열(폭0.1~0.3mm균열), 백태 들뜸, 누수흔적, 물끊기홈 미시공 ■ 주형 균열(폭0.1mm), 표면균열, 들뜸, 파손 ■ <u>가로보 균열(폭0.1~0.5mm), 들뜸 일부보수</u> 들뜸, 국부파손, 재료분리 ■ <u>교대 균열(폭0.1~0.2mm)</u>, 백태, 누수 및 체수흔적 ■ <u>교각 균열 일부 보수실시</u>, 균열, 표면균열 재료분리, 체수흔적 ■ <u>교량받침 재료분리 일부 보수실시</u> ■ 교량받침 무수축몰탈 균열 및 파손, 받침콘크리트 균열, 재료분리 및 파손, 받침 들뜸 Plate 녹발생, 스토퍼 상호간섭 ■ 교면포장 라벨링, 포트홀, 패임, 균열 ■ 신축이음 본체 이물질퇴적, 하부 고무씰재 파손, 누수 ■ 신축이음 후타재 균열(0.1~0.5mm), 접속부 이격 및 단차 ■ 난간 균열(폭0.1~0.3mm) 및 백태, 국부파손 ■ 배수시설 배수관 위치 부적절, 배수관 탈락 용접 연결부 누수 ■ 기타 차수판 볼트 탈락, 점검로 난간 변형 교대 법면 이격 및 침하, 점검계단 이격
기 시행된 점검이후 일부 손상들에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수 손상 및 추가 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성에 영향을 줄만한 손상은 아니나, 일부 손상에 대해서는 내구성 확보차원에서 손상에 대한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요. 특히 기 발생된 가로보 손상의 경우 보수후에도 손상의 진전 및 추가발생 우무에 대한 주의관찰 필요.	

2.2 내구성조사 결과

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

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 주형의 강도는 41.5~44.3MPa, 하부구조 교대 및 교각은 25.1~27.2MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

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

[표 2.2.1] 상행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					구조물 진단학회	과학 기술부	평 균	
상부구조	1	주 형	S1-G4	50.15	43.9	40.9	42.4	
	2	주 형	S2-G1	49.15	43.0	40.0	41.5	
	3	주 형	S3-G3	51.85	45.4	42.5	44.0	
	4	주 형	S4-G2	51.10	44.7	41.8	43.3	
	5	주 형	S5-G2	50.40	44.1	41.2	42.6	
구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하부구조	6	교 대	A1	49.0	23.5	27.9	25.7	
	7	교 각	P1	50.05	24.1	28.7	26.4	
	8	교 각	P2	48.85	23.4	27.7	25.6	
	9	교 각	P3	51.10	24.8	29.5	27.2	
	10	교 각	P4	49.70	23.9	28.4	26.2	

[표 2.2.2] 하행선 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					구조물 진단학회	과학 기술부	평 균	
상 부 구 조	1	주 형	S1-G3	50.70	44.4	41.4	42.9	
	2	주 형	S2-G2	51.70	45.2	42.4	43.8	
	3	주 형	S3-G1	51.00	44.6	41.7	43.2	
	4	주 형	S4-G3	51.40	45.0	42.1	43.5	
	5	주 형	S5-G2	52.25	45.7	42.9	44.3	
구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	재료학회	평 균	
하 부 구 조	6	교 각	P1	48.80	23.3	27.7	25.5	
	7	교 각	P2	49.95	24.0	28.6	26.3	
	8	교 각	P3	48.15	22.9	27.2	25.1	
	9	교 각	P4	49.35	23.7	28.1	25.9	
	10	교 대	A2	49.75	23.9	28.5	26.2	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 1.8cm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	주형	S1-G3	8	0.3	4.0	3.7	a
2	주형	S4-G1	8	0.4	4.0	3.6	a
3	주형	S5-G4	8	0.4	4.0	3.6	a
4	교대	A1	8	1.1	10.0	8.9	a
5	교각	P1	8	1.4	10.0	8.6	a
6	교각	P2	8	1.7	10.0	8.3	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	주형	S1-G2	8	0.5	4.0	3.5	a
2	주형	S4-G1	8	0.3	4.0	3.7	a
3	주형	S5-G3	8	0.7	4.0	3.3	a
4	교대	A2	8	1.8	10.0	8.2	a
5	교각	P3	8	1.5	10.0	8.5	a
6	교각	P4	8	1.6	10.0	8.4	a

제 3 장 상태평가 및 안전등급산정

교량의 상태평가는 교량상태평가등급산정프로그램(국토해양부, 한국시설안전공단 2009.03)을 활용하였으며, 외관조사 결과 확인된 바닥판, 거더, 가로보, 교면포장, 배수시설, 난간, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등의 개별부재에 대한 상태평가 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 후술되는 경간별, 지점별 상태등급 산정을 위한 기초자료로 활용하였으며, 개별부재의 등급산정표는 부록편에 수록하였다.

3.1 상행선 상태평가

3.1.1 상태등급 산정

[표 3.1.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
PSCB[1]	PSC I형교	b	b	c	b	a	c	c	b	a	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	b	b	c	b	c	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	b	b	c	b	c	b	c	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	b	b	c	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	b	b	c	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	a	a	-	-
평균		0.200	0.200	0.400	0.200	0.220	0.240	0.333	0.183	0.183	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.040	0.020	0.014	0.007	0.005	0.030	0.017	0.037	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.212	
2. 상태평가 결과 =														B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결합도 점수 범위에 따른 기준

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

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010)”에 의한 상태등급 산정결과 결합도 점수가 0.212로 산정되어 상태등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
PSCB[1]	PSC I형교	b	b	b	b	a	c	c	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[2]	PSC I형교	b	b	b	b	c	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[3]	PSC I형교	b	b	c	b	c	b	c	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[4]	PSC I형교	b	b	c	b	a	b	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[5]	PSC I형교	b	b	c	b	a	c	-	b	b	Q	a	a	-	-
PSCB[6]	PSC I형교	-	-	-	-	-	-	c	b	b	Q	a	a	-	-
평균		0.200	0.200	0.320	0.200	0.220	0.320	0.400	0.200	0.200	-	0.100	0.100	-	-
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3	-	-
(평균X가중치)/가중치합		0.036	0.040	0.016	0.014	0.007	0.006	0.036	0.018	0.040	-	0.004	0.003	-	-
1. 환산결합도 점수 =														0.220	
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 0.220으로 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(폭0.1~0.3mm균열), 백태, 들뜸, 누수흔적, 물끓기흠 미시공
		주 형	▪ 균열(폭0.1mm), 표면균열, 들뜸, 파손
		가 로 보	▪ 균열(폭0.1~0.5mm), 들뜸, 국부파손, 재료분리
	하 부 구 조	교 대	▪ 균열(폭0.1~0.2mm), 백태, 누수 및 체수흔적
		교 각	▪ 균열(폭0.1~0.2mm), 표면균열, 재료분리, 체수흔적
	교량받침		▪ 무수축물탈 균열 및 파손, 받침콘크리트 균열, 재료분리 및 파손 ▪ 받침 들뜸, Plate 녹발생, 스토퍼 상호간섭
	기 타 부 재	교면포장	▪ 라벨링, 포트홀, 패임, 균열
		신축이음	▪ 본체 : 이물질퇴적, 하부 고무씰재 파손, 누수 ▪ 후타재 : 균열(0.1~0.5mm), 접속부 이격 및 단차
		난 간	▪ 균열(폭0.1~0.3mm) 및 백태, 국부파손
		배수시설	▪ 배수관 위치 부적절, 배수관 탈락, 용접 연결부 누수
	부속시설		▪ 차수관 볼트 탈락, 점검로 난간 변형 ▪ 교대 법면 이격 및 침하, 점검계단 이격
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	주형	: 41.5~44.3 Mpa (설계강도 40 Mpa)
		교대 및 교각	: 25.1~27.2 Mpa (설계강도 24 Mpa)
	콘크리트 탄 산 화	평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.212 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.220 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

엄남천교에 대한 정밀점검 결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 기존 점검 결과와 비교시 특이 할 만 한 추가 손상은 없는 것으로 나타났다.

전회점검이후 일부 부재에 대한 보수가 실시되었으며, 미보수 구간에서 보조부재에 일부 손상이 조사되었으나, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상은 없으며, 발생한 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수와 지속적인 관찰 등을 통한 유지관리가 필요하다.

주된 손상은 바닥판하면 균열(폭0.1~0.3mm), 주형 균열, 국부파손, 가로보 하면 균열 및 들뜸, 교대 및 교각 균열(폭0.1~0.2mm), 누수흔적, 교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 스토퍼 상호간섭, 교면포장 라벨링, 신축이음 본체 하부 고무씰재 파손, 후타재 균열, 접속부 이격, 방호벽 균열 및 백태, 배수관 탈락 등이 발생한 상태이다.

한편, 공용중 중점적인 관리가 필요한 현황으로서, 미보수 손상의 진전 및 추가 발생 여부에 대해 지속적인 주의관찰이 필요하다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

엄남천교는 2006년에 준공된 교량연장 150m, 상·하행선 교폭이 각각 12.6m 인 프리스트레스트 콘크리트 거더 교량으로 최대 경간장 30m의 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

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

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

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

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

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

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

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상부구조	바닥판 하면	균열	0.3mm미만	m (개소)	21.3 (19)	표면처리	
			0.3mm이상	m (개소)	0.5 (1)	수지주입	
		파손		m ² (개소)	0.1 (1)	단면보수	
		들뜸		m ² (개소)	0.02 (1)	단면보수	
		백태		m ² (개소)	2.52 (21)	표면처리	
		누수흔적		m ² (개소)	0.28 (4)	표면처리	
	주형 외부	균열	0.3mm미만	m (개소)	3.5 (10)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리
		파손		m ² (개소)	0.51 (51)	단면보수	
	가로보	균열	0.3mm미만	m (개소)	0.6 (1)	표면처리	
			0.3mm이상	m (개소)	15.4 (49)	수지주입	
		거푸집 미 제거		m ² (개소)	0.1 (1)	정비	
		재료분리		m ² (개소)	0.04 (1)	단면보수	
하부구조	교대, 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	82.6 (87)	표면처리	
			표면균열		m ² (개소)	2.4 (4)	표면처리
		이물질퇴적		m ² (개소)	0.5 (1)	정비	
		백태		m ² (개소)	0.4 (1)	표면처리	
		체수흔적		m ² (개소)	0.14 (2)	표면처리	
교량받침	몰탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	2.52 (36)	표면처리		
			받침 균열	0.3mm미만	m (개소)	0.4 (2)	표면처리
	재료분리		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수		
	Plate 녹발생		개소	48	도장보수		
	Plate 들뜸		개소	3	주의관찰		
	스토퍼 간섭		개소	5	주의관찰		

[표 5.1.2] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표-계속

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		포트홀		m ² (개소)	0.02 (2)	주의관찰	
			패임		m ² (개소)	0.38 (6)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	71.1 (8)	주의관찰	
			아스콘 균열		m (개소)	8.0 (1)	아스콘 팻칭	
	배수시설		배수관 위치불량		개소	2	정비	
	난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	61.1 (35)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	0.2 (1)	수지주입	
			백태		m ² (개소)	11.8 (35)	표면처리	
			파손		m ² (개소)	0.37 (2)	단면보수	
	신축 이음	본체	이물질퇴적		m (개소)	6.0 (3)	정비	
			하부 고무재 파손		개소	1	정비	
		후타재	균열	0.3mm미만	m (개소)	11.25 (26)	표면처리	
				0.3mm이상	m (개소)	1.5 (3)	수지주입	
			접속부 이격 및 단차		m (개소)	10.0 (2)	주의관찰	
부속 시설		시건장치 불량		개소	2	정비		
		점검로 난간 변형		개소	1	정비		
		차수관 앵커 탈락		개소	3	정비		
		법면 이격		개소	1	주의관찰		
		법면 침하		개소	1	주의관찰		
		간격재 미제거		개소	2	정비		

[표 5.1.3] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	바닥판 하면	균열	0.3mm미만	m (개소)	62.2 (49)	표면처리	
		백태		m ² (개소)	9.18 (63)	표면처리	
		물끓기흙 줄눈 미제거		m (개소)	2.0 (1)	정비	
	주형 외부	균열	0.3mm미만	m (개소)	1.0 (1)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.25 (25)	단면보수	
		들뜸		m ² (개소)	0.21 (2)	단면보수	
		백태		m ² (개소)	0.07 (1)	표면처리	
	가로보	균열	0.3mm이상	m (개소)	5.8 (24)	수지주입	
		재료분리		m ² (개소)	0.02 (1)	단면보수	
		들뜸		m ² (개소)	1.84 (23)	단면보수	
하 부 구 조	교대, 교각	균열	0.3mm미만	m (개소)	72.9 (101)	표면처리	
		표면균열		m ² (개소)	23.34 (15)	표면처리	
		누수흔적		m ² (개소)	7.48 (4)	표면처리	
		재료분리		m ² (개소)	0.12 (1)	단면보수	
교량받침		Plate 녹발생		개소	21	도장보수	
		스토퍼 간섭		개소	1	주의관찰	
		몰탈 균열	0.3mm미만	m (개소)	7.1 (53)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.04 (2)	단면보수	
		재료분리		m ² (개소)	0.07 (3)	단면보수	
		고무재 들뜸		개소	2	주의관찰	
		Plate 들뜸		개소	2	주의관찰	

[표 5.1.4] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표-계속

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		포트홀		m ² (개소)	0.24 (24)	주의관찰	
			라벨링		m ² (개소)	5.9 (5)	주의관찰	
			패임		m ² (개소)	13.14 (13)	아스콘 팻칭	
			균열		m (개소)	10.0 (1)	아스콘 팻칭	
	배수시설		배수관 위치불량		개소	1	정비	
			배수관 연결부 누수		개소	1	정비	
			배수구 막힘		개소	2	정비	
			배수관 탈락		개소	1	정비	
	난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	32.1 (34)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	3.9 (5)	수지주입	
			백태		m ² (개소)	0.32 (7)	표면처리	
	신축 이음	본 체	이물질퇴적		m ² (개소)	3.0 (2)	정비	
		후타재	접속부 이격 및 단차		m (개소)	7.0 (2)	주의관찰	
			균열	0.3mm 미만	m (개소)	39.0 (117)	표면처리	
부속시설			점검계단 이격		개소	1	주의관찰	
			텔레네이트 파손		개소	2	정비	
			간격재 미제거		개소	2	정비	

5.2 유지관리 방안

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

[표 5.2.1] 점검 및 진단 시 구조부재별 중점 유지관리 항목

구 분	결함 내용	유지관리 항목	비 고
교면포장	◦ 라벨링, 포트홀, 패임, 균열	· 보수부의 추가적인 손상여부 · 차량주행성 저하 여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 방호벽 균열, 백태, 국부파손	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 배수관 위치 부적절 ◦ 배수관탈락, 용접 연결부 누수	· 배수관 하부 손상여부	육안조사
신축이음	◦ 본체 : 이물질퇴적, 하부 고무 쉘재 파손, 누수 ▪ 후타재 : 균열, 접속부 이격	· 유간여유량 검토 · 균열부 진전여부	육안조사 실측조사
바닥판	◦ 균열, 백태, 들뜸, 누수흔적 ◦ 물끊기홈 미시공	· 균열의 진행성 여부 · 결함 발생 및 진전여부	육안조사
P.S.C 주형	◦ 주형 균열, 표면균열, 파손 ◦ 가로보 균열, 들뜸 파손	· 손상부 진전여부	육안조사
교량받침	◦ 무수축물탈 균열 및 파손, 받침콘크리트 균열, 재료분리 및 파손 ◦ 받침 들뜸, Plate 녹발생, 스토퍼 상호간섭	· 이동여유량 및 손상 진전여부 · 이상유무 확인	육안조사 실측조사
교대 및 교각	◦ 균열, 백태, 누수 및 체수흔적 ◦ 표면균열, 재료분리, 체수흔적	· 균열부 진전여부 · 누수부 원인규명 및 진전여부	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트 탈락, 점검로 난간 변형 ◦ 교대 법면 이격 및 침하, 점검 계단 이격	· 정비 후 손상 진전여부	육안조사