

4. 낙 동 대 교

낙동대교 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		낙동대교		시설물번호		상행선 : BR2006-0001041 하행선 : BR2006-0001042	
준공년월일		2006년 2월 10일		관리번호		dbw BR. 10	
시설물위치		경상남도 김해시 생림면 안양리 ~ 밀양시 삼랑진읍					
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		고속국도55호선 (부산기점 29.760~30.909km)	
제원	연장	상행선 : 1,148m ((60+5@70)+(5@70+60)+(60+68+4@50) = 1,148m) 하행선 : 988m ((60+5@70)+(5@70+60)+(50+63+55) = 988m)					
	폭	B = 12.6m, 2차로					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	직접기초 : 4기	
	하부	교각-중공 8각형 교대-역T형			교각	직접 : 5기, 강관파일 : 2기 우물통 : 8기, 현장타설말뚝 : 16기	
교량받침		납면진받침(원형;L.R.B)		신축이음		RAIL JOINT	
교차시설물 (도로,철도,하천)		국도58호선, 경전선, 낙동강횡단		통과높이		6.2 m	
기 타		- 평면형상 : 사각이 없는 직선교 - 방호벽 및 중앙분리대 : 콘크리트 - 포장유형 : 아스팔트 포장					

중점 점검사항

- 바 닥 판 : 균열, 백태, 파손 및 철근노출 부위 진전여부
- 강재주형 : 도장손상, 녹발생 부위 진전여부
- 교대 및 교각 : 균열, 누수 및 체수, 국부파손 부위 손상 진전여부
- 교량받침 : 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열 진전여부, 녹발생 부위 진전여부
- 교면포장 : 라벨링, 패임 진전 여부,
- 신축이음 : 본체 하부 누수 및 유간조절장치 이탈 부위 이상 유무, 후타재 균열 진전여부
- 난간 : 균열 및 백태 진전여부, 방음 판넬 파손 부위 보수 및 추가 손상유무
- 배수시설 : 배수관 지지대 및 연결재 탈락 부위 정비여부 및 추가 손상유무
- 기타 : 지반침하 및 변형, 점검계단 파손 부위 진전여부

낙동대교 전경사진



측면 전경



상부 전경



하부 전경



교대 전면



신축이음부



교량받침

목 차(낙동대교)

제1장 서론

1.1 시설물 개요	249
1.2 자료수집 및 분석	255

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	260
2.2 내구성조사 결과	291

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상행선 상태평가	296
3.2 하행선 상태평가	297

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	298
4.2 결 언	299

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	300
5.2 유지관리방안	305

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

1.1.1 일반사항

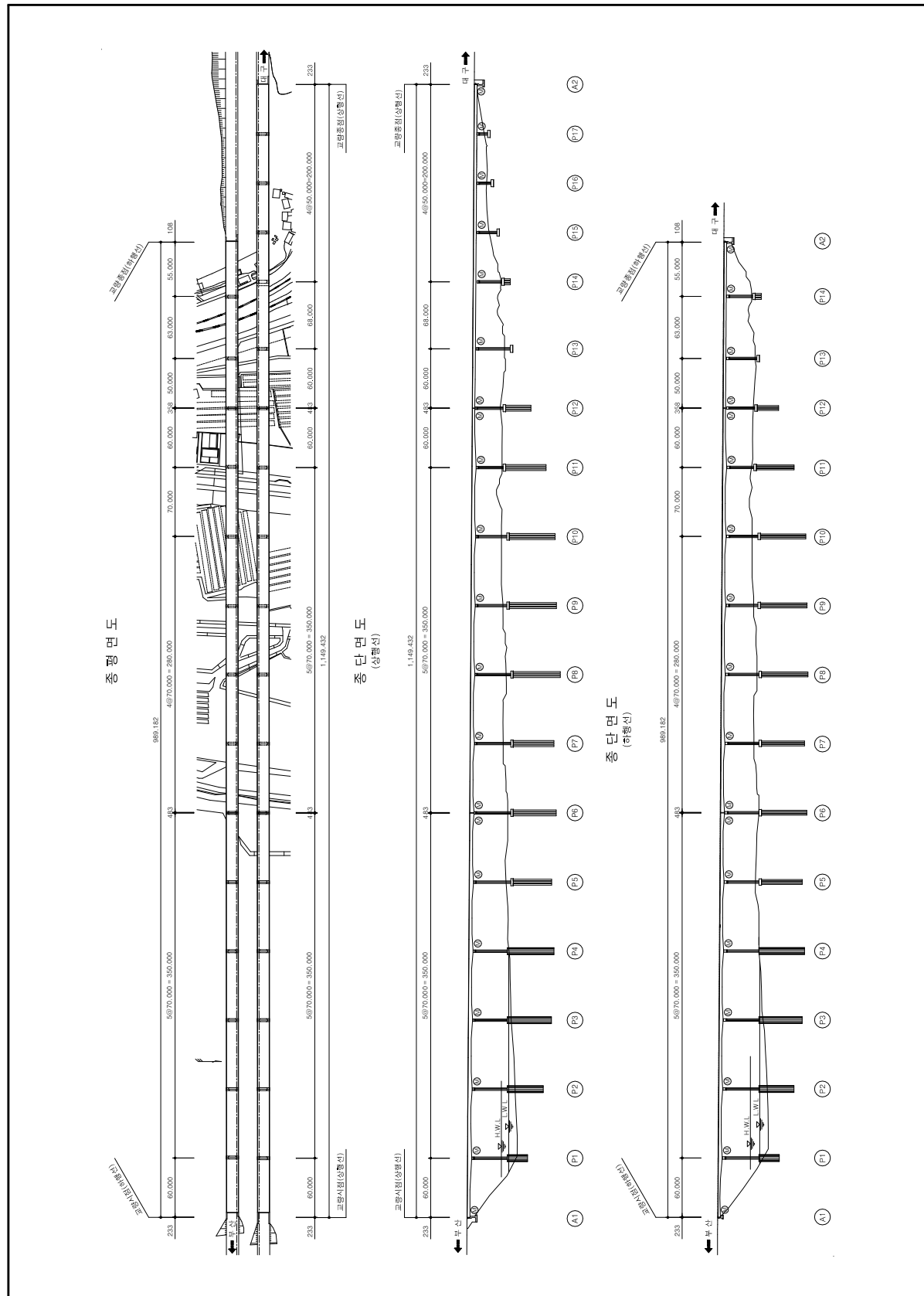


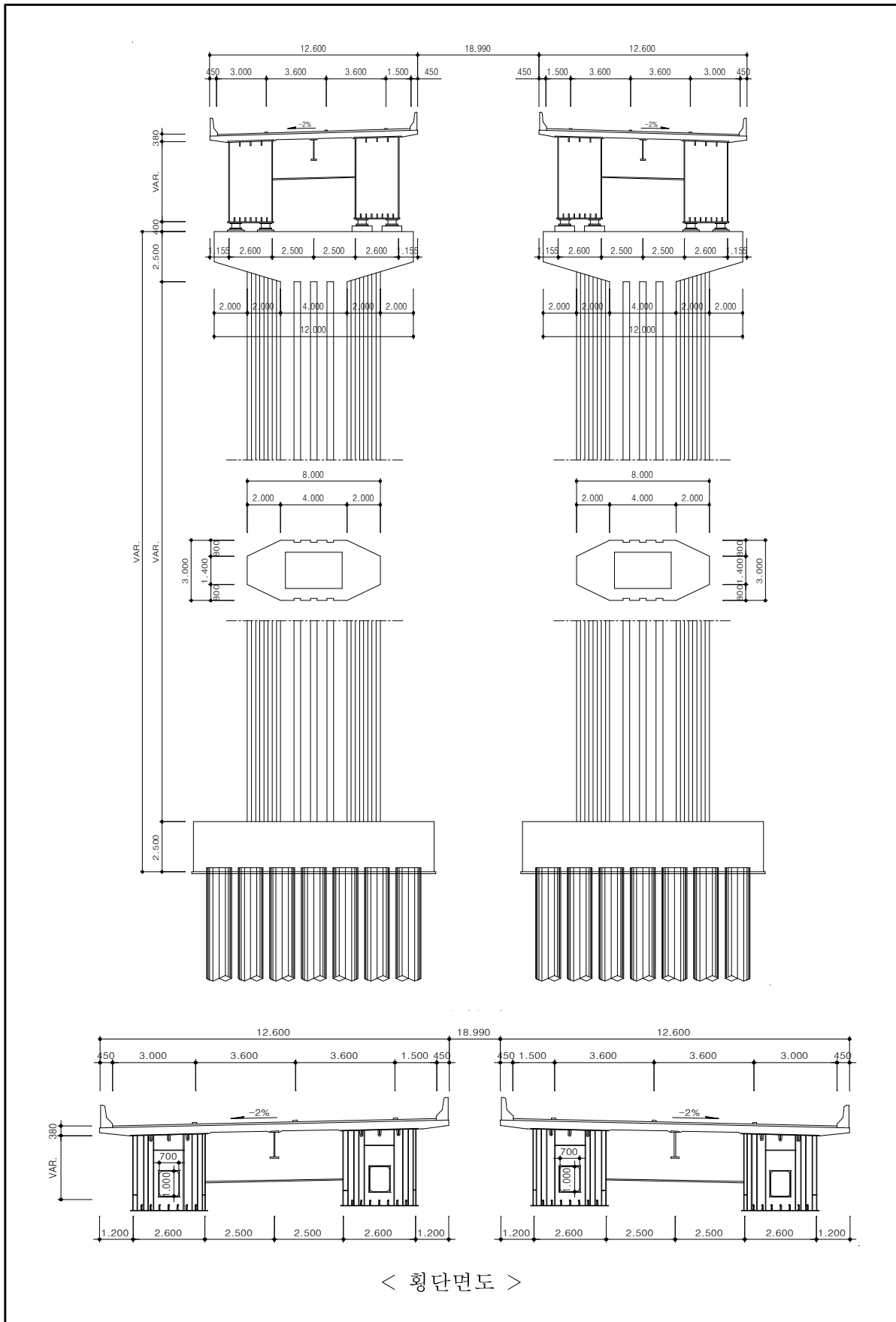
<그림 1.1.1> 낙동대교 전경

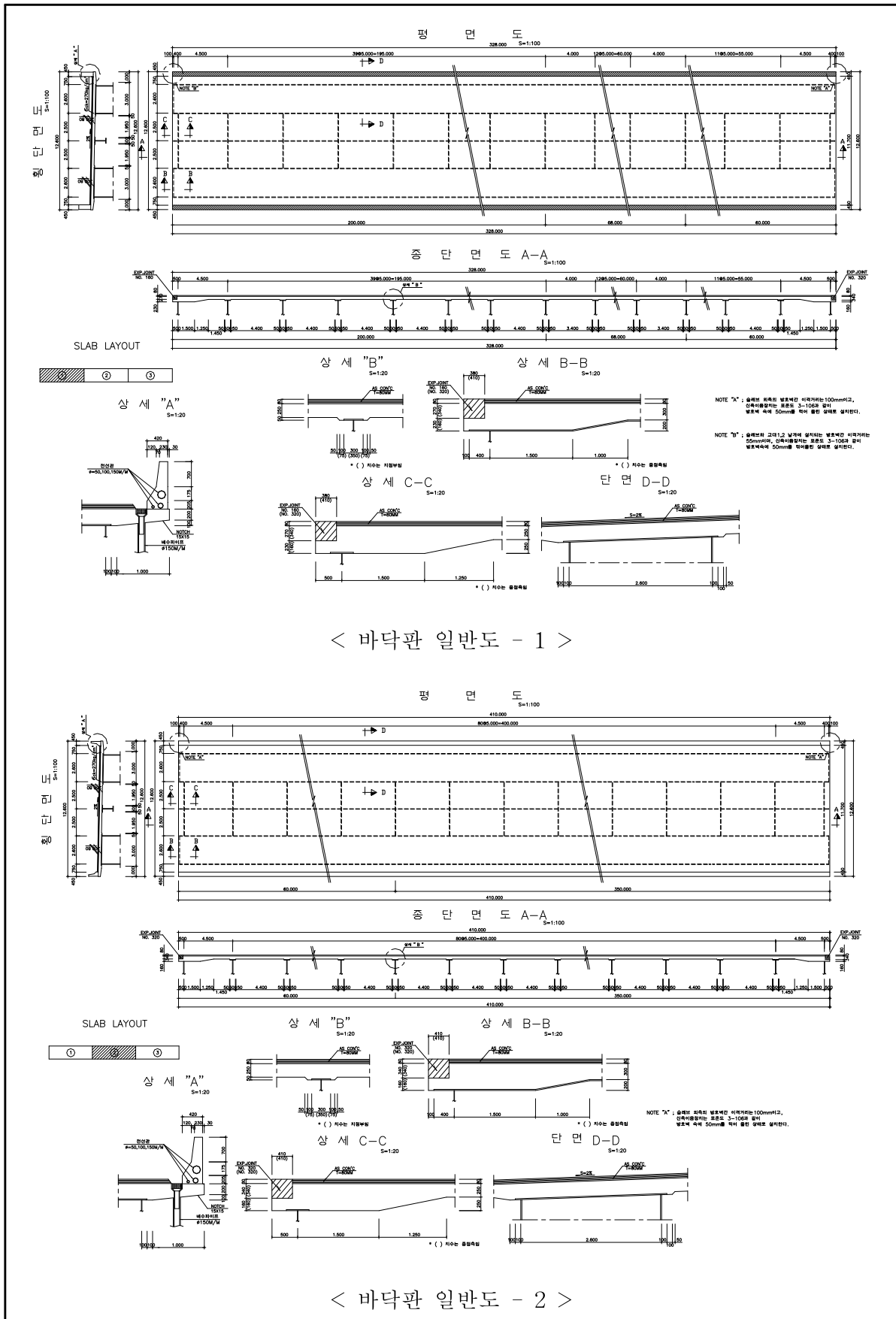
[표 1.1.1] 낙동대교 기본현황

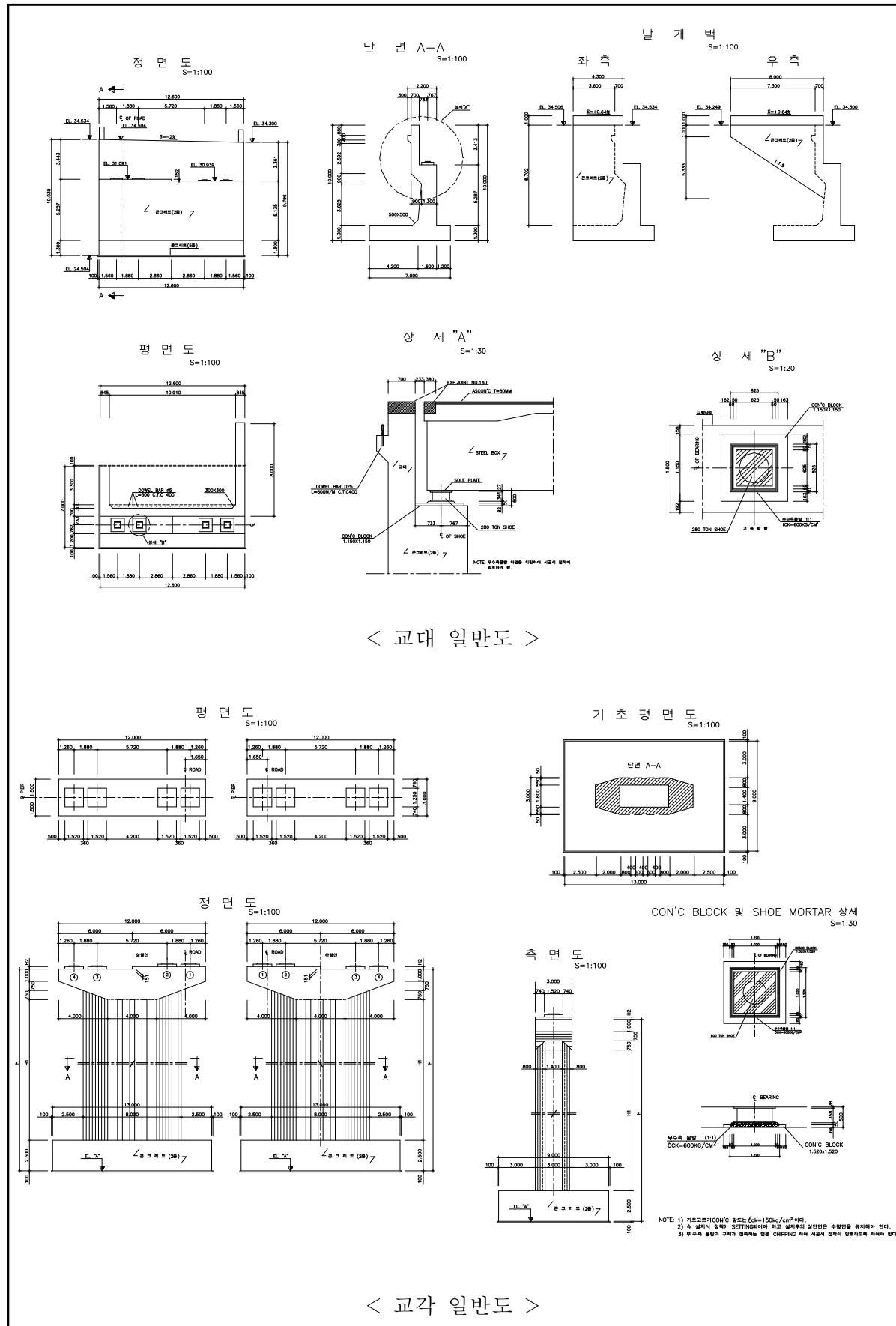
구 분		내 용		구 분		내 용	
교 량 명		낙 동 대 교		설계하중		DB-24, DL-24	
위 치	공사이정	STA.1+993 ~ 3+142		종별구분	1종 시설물		
	관리이정	부산기점 29.760~30.909 km					
시 설 물 관리번호		dbw BR. 10		시설물 번호	상행선 : BR2006-0001041 하행선 : BR2006-0001042		
상부구 조	형식	STEEL BOX GIRDER					
	연장	상 : (60+5@70)+(5@70+60) +(60+68+4@50)=1,148m 하 : (60+5@70)+(5@70+60) +(50+63+55)=988m		교 폭	25.2m (상하행 각 12.6m)		
하부구 조	교각	중공 8각형		기초 형식	교 각	직접, PILE, 우물통 기초	
	교대	역T형식			교 대	직접 기초	
교량받침		납면진받침(원형;L.R.B)		신축이음	RAIL JOINT		
교차조건		국도58호선, 경전선, 낙동강횡단		교 고	6.2 m		
설 계 사		(주)바우컨설팅타트		시 행 자	신대구부산고속도로(주)		
감 리 사		한국건설관리공사 (주)용마엔지니어링 동일기술공사		시 공 자	(주)대우건설		
관리주체		신대구부산고속도로(주)		준공년도	2006년 2월 10일		
종단구배		-0.64%		횡단구배	-2.0%		

1.1.2 시설물 일반도









1.1.3 시설물 이력

1) 점검 이력

번호	기간	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) 보수 이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2006. 9.	· 바닥판하면 균열보수	
2	2009. 3.	· 포트홀, 패임 보수	
3	2010. 7.	· 교대 및 교각, 슬라브하부 바닥판 균열보수	일해토건
4	2011. 9.	· 교대 및 교각, 슬라브하부 바닥판 균열보수	일해, 미듬
5	2012. 12	· 강교도장 하자보수 (강교 내·외부)	대우에스티
6	2013. 6	· 강교도장 하자보수 (외부 점검차)	대우에스티
7	2013. 9	· 교대 및 교각 구조물 균열보수	한내건설
8	2013. 10	· 바닥판하면 균열보수	

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계도서의 검토

낙동대교에 대한 설계도 및 일반보고서를 입수하여 검토한 결과, 해당 시설물은 설계 하중 DB-24(DL-24)로 R.C 시설물은 강도설계법으로 설계하였으며, STEEL BOX 거더는 허용응력법으로 설계되었다. 강재거더의 주부재는 SWS490 이며 부부재는 SWS400을 기준하고 설계되었다. 내진설계는 가속도 계수 $A=0.154$ 를 적용하여 내진1등급교로 설계하였으며, 단일모드 스펙트럼(SAP2000)으로 해석하였다. 교량받침은 상부구조에 유발되는 지진력의 크기를 줄일 수 있도록 납면진받침(Lead Rubber Bearing)을 사용하였다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유근무	A	전반적으로 양호한 상태이나, 거더 내·외부는오물 적치, 바닥판하면 횡방향 균열, 누수 및 백태, 교대 및 교각은 수직 및 표면균열, 받침 몰탈 균열, 상부받침과 슬플레이트 연결부에서 볼트체결 불량, 등의 손상에 대하여 보수가 실시된 상태이나, 지속적인 유지관리가 필요
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 신축이음의 파손여부, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 교량받침 콘크리트 파손 및 균열, 콘크리트 파손, 교대부 법면 침하 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 신축이음의 차량통과시 진동으로 인한 파손여부, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 교량받침 파손 및 균열, 콘크리트 파손, 교대부 법면 침하 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	전반적으로 양호한 상태이나, 바닥판 하면의 경우 금번 점검을 통해 균열, 백태, 콘크리트 파손이 추가 조사된 바 지속적인 주의 관찰 및 유지관리가 필요
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 거더 내부 도장손상, 바닥판 균열 및 백태 등에 대해서는 조속한 조치가 필요하며, 교량받침 볼트 체결불량에 대해서는 세심한 주의관찰이 필요
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 신축이음의 차량통과시 진동으로 인한 파손여부, 바닥판 하면 균열 및 백태 진행 여부, 교량받침 파손 및 균열, 콘크리트 파손, 교대부 법면 침하 여부 등에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	전반적으로 양호한 상태이나, 포장면에 발생한 패임 등의 손상은 주행성 확보 및 내구성 증진을 위하여 보수가 필요하며, 바닥판 하면에 발생한 손상은 내구성 증진을 위하여 보수가 필요
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	대상 구조물의 주요 바닥판 하면 폭 0.2mm 이하 균열 및 균열부 백태는 내구성 저하의 원인이 되고 있다. 기 발생한 손상현황에 대하여는 내구성 저하에 따른 추가적인 손상방지를 위하여 바닥판 하면 균열폭 및 손상에 적합한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	2010년 상반기 정기점검 결과, 시설물의 안전성이 나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되며, 기존 정밀점검 결과와 비교시 특이할만한 사항 은 발생되지 않은 상태이다. 점검로 P13, P12에 가설재, 흡음재 적치가 정비가 되지않고 있으며, 균열 0.3mm이상부분에 대한 적절한 보수가 필요 하며, 교각하부에 공사로 인한 건축 폐기물적치 및 중장비 이동에 대한 주의가 필요할 것으로 판단된다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	2010년 하반기 정기점검 결과, 시설물의 안전성 이나 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 판단되 며, 기존 정밀점검 결과와 비교 시 특이할 만 한 사항은 발생되지 않은 상태이다. 한편, 교대 및 교각, 바닥판, 교량받침에 대해 일부 구간에서 보 수가 실시되었으며, 미보수 손상은 내구성 확보 차원에서 주기적인 점검 및 적절한 보수가 필요 할 것으로 판단된다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	낙동대교는 일부 손상에 대한 보수가 실시된 것 으로 확인되었으며, 일부 보수불량 및 보수부 재 균열이 발견된 바, 미 보수 손상 및 추가 발생 손상과 함께 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상으로는, 교면 포장 라벨링 및 패임, 배수관련 손상, 신축이음 하부 누수, 받침콘크리트 국부파손, 무수축물탈 균열 등이며, 신축이음 하부 누수 부위에 대해 하부구조의 2차 손상 방지 차원의 적절한 보수 가 필요할 것으로 판단된다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	정밀점검 결과 본 구조물은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 주요 손상으로는 교면포장 아스콘 패임 및 라벨링, 바닥판 균열 및 백태, 배수관 지지대 탈락, 거더 내·외부 도장손상, 교량받침 균열 등이 조사되었으며, 이는 사용하중의 작용에 의해 발생한 구조적인 손상이 아닌 공용기간 경과에 의해 일반적으로 발생하는 비구조적인 손상으로 판단된다. 조사된 손상 및 결함에 대해서는 시설물의 내구성 및 사용성 확보를 위해 적절한 보수조치가 요구되며, 지속적이고 효율적인 유지관리를 실시한다면 안전등급의 향상과 동시에 시설물의 안전성 및 사용성의 확보를 기대할 수 있을 것이다.
13	2012. 6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 일부 보수미흡 및 보수부 재균열이 발견된 바, 미 보수 손상 및 추가 발생 손상과 함께 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상으로는, 교면포장 라벨링 및 패임, 배수관련 손상, 신축이음 하부 누수, 받침콘크리트 국부파손, 무수축물탈 균열 등이며, 신축이음 하부 누수 부위에 대해 하부구조의 2차 손상 방지 차원의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
14	2012. 12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	-	일부 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되었으나, 일부 구간 보수상태 미흡 및 보수부 재균열이 발견되었다. 주요 손상으로는, 교면포장 라벨링 및 패임, 배수관련 손상, 신축이음 하부 누수, 받침콘크리트 국부파손, 무수축물탈 균열 등이며, 상기 손상에 대해 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 점검이 필요하다. 특히, 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 기 발생 균열(폭 0.2mm이상), 신축이음 하부 누수 및 유간조절장치 이탈 부위에 대해 적절한 보수 후 손상의 진전 및 추가 손상여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
15	2013. 6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	-	일부 손상에 대한 보수를 실시하였으며, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 일부 구조부재인 교면 포장 라벨링, 패임, 방음벽 기둥 리브 및 판넬 파손, 교대 및 교각 균열 등이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 기 발생 손상인 바닥판 하면 폭 0.3mm 이하의 균열, 체수, 신축이음 하부 누수, 흡음재 탈락, 유간조절장치 이탈, 교량 받침 무수축물탈 균열, 주형 내·외부 도장손상, 내부 우수유입 등의 손상이 확인된 바, 내구성 및 사용성 확보를 위해 적절한 보수와 유지관리가 필요하다. 특히, 공용중 관리가 필요한 사항으로서, 기 발생 균열 (폭0.2mm이상), 신축이음 하부 누수 및 유간조절장치 이탈 부위에 대해 적절한 보수 후 손상의 진전 및 추가 손상여부에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

낙동대교는 2006년에 준공된 교량연장 상행선 1,148m, 하행선 988m, 상·하행선 교폭이 각각 12.6m인 강박스 거더 교량으로 경상남도 김해시 생림읍 안양리-밀양시 삼랑진읍에 걸쳐 위치하며, 최대경간장 70m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 상부구조는 강박스 거더가 3경간 및 6경간 연속으로 시공되었고, 하부구조는 직접, Pile, 우물통 기초에 교각은 중공8각형, 교대는 역T형으로 시공되었다.

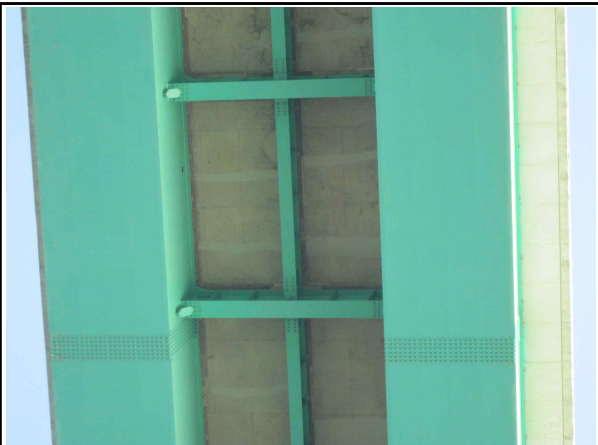
교량의 시·종점부 방향은 부산방향을 교량시점, 대구방향을 교량종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

2.1.1 상부구조

1) 바닥판

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 전회점검 이후 발생한 기존 손상에 대해 전반적인 보수를 실시하였으며, 보수부는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

향후, 공용기간 증가 및 노후화로 인해 보수부 재손상 가능성이 있으므로 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리가 필요하다.

			
위 치	바닥판 하면	위 치	바닥판 하면
현 황	균열보수	현 황	균열보수

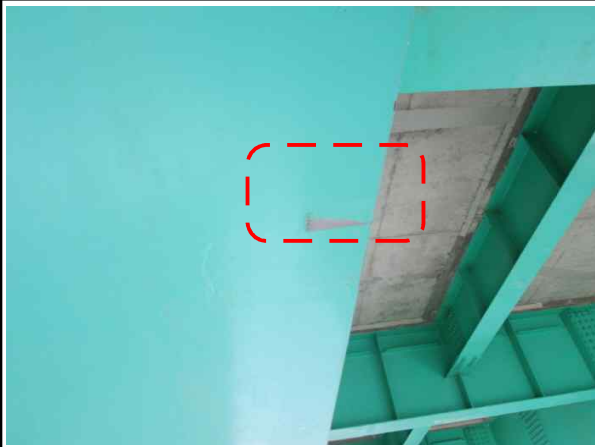
			
위 치	바닥판 하면	위 치	바닥판 하면
현 황	균열보수	현 황	균열보수
			
위 치	바닥판 하면	위 치	바닥판 하면
현 황	균열보수	현 황	균열보수

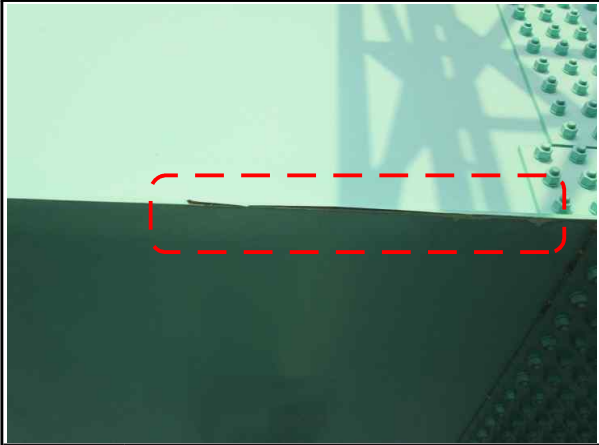
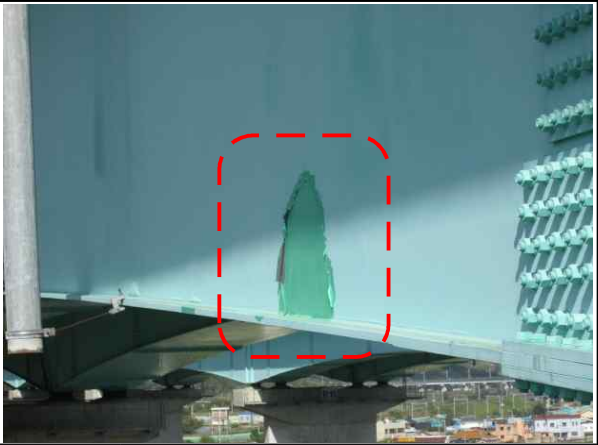
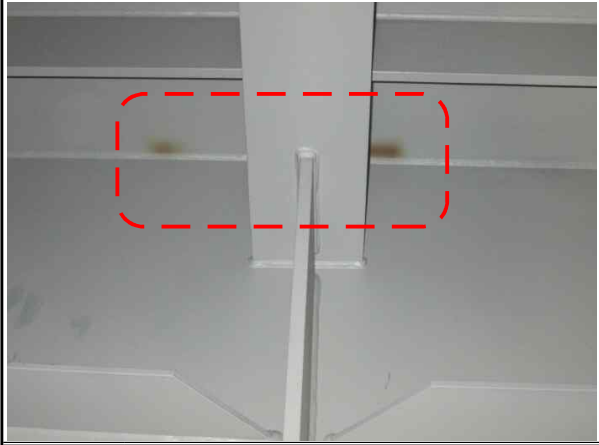
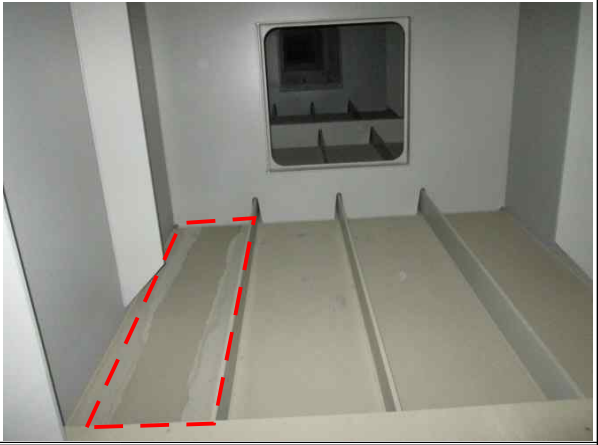
[표 2.1.1] 바닥판 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	바닥판 하면	상태양호	-	-	
하 행 선	바닥판 하면	상태양호	-	-	

2) 강재 거더

강재 거더의 경우, 일부 채도장 보수가 실시되었으며, 보수부는 비교적 양호한 상태이나, 일부 구간 보수미흡, 국부적인 내·외부 도장손상, 우수유입흔적 등의 기존 손상외, 다수의 국부적인 외부 도장손상, 일부 구간 내부 이물질 퇴적 및 Splice Plate 주위 우수유입 흔적 등이 추가 발생된 것으로 조사되었다. 이는 공용 년수 경과에 따른 노후화, 중차량 통과시 접촉에 의한 손상, 초기 시공미흡, 보수 공사시 작업자에 의한 이물질 퇴적 등 공용중 발생 가능한 일반적인 현상들로서, 시설물에 영향을 미치는 수준은 아닌 비구조 손상이나, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비가 요구된다.

			
위 치	상행선 S2 G2 주형 외부	위 치	상행선 S3 G1 주형 내부
현 황	국부적인 하면 도장손상	현 황	국부적인 도장손상
			
위 치	상행선 S12 G1 주형 내부	위 치	상행선 S13 G2 주형 내부
현 황	국부적인 도장손상	현 황	이물질 퇴적(신축이음 하부 흡음재)

			
위 치	하행선 S5 G1 주형 외부	위 치	하행선 S6 G1 주형 외부
현 황	하면 도장손상	현 황	기존 도장손상부 보수미흡
			
위 치	하행선 S6 G1 주형 내부	위 치	하행선 S7 G1 주형 내부
현 황	국부적인 도장손상	현 황	우수유입 흔적
			
위 치	하행선 S12 G1 주형 내부	위 치	하행선 S13 G2 주형 내부
현 황	이물질 적치(공사 작업대)	현 황	Splite Plate 주위 우수유입 흔적

[표 2.1.2] 강재 거더 외관상태

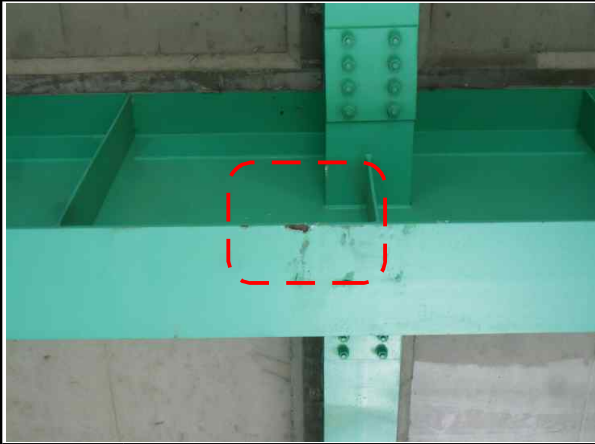
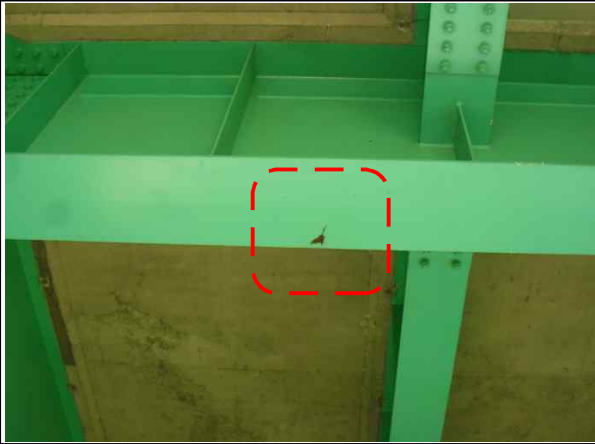
구 분			손상현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	거더 외부	S1	도장손상	2	A=0.02m ²	
		S2	도장손상	9	A=0.32m ²	
		S3	도장손상 이물질 퇴적	4 1	A=0.05m ² A=0.04m ²	
		S4	도장손상 이물질 퇴적	18 1	A=2.12m ² A=0.04m ²	
		S5	도장손상 이물질 퇴적	14 1	A=0.28m ² A=0.02m ²	
		S6	도장손상	10	A=0.2m ²	
		S7	도장손상	8	A=0.57m ²	
		S8	도장손상 이물질 퇴적	10 2	A=0.55m ² A=0.51m ²	
		S9	도장손상	17	A=2.09m ²	
		S10	도장손상	2	A=0.02m ²	
		S11	도장손상	8	A=0.14m ²	
		S12	도장손상	12	A=0.26m ²	
		S13	도장손상	4	A=0.04m ²	
		S15	도장손상	2	A=0.02m ²	
		S16	도장손상	1	A=0.01m ²	
		S17	도장손상	3	A=0.03m ²	
	거더 내부	S2	조면시설 불량	1	1EA	
		S3	도장손상 우수유입 흔적	2 1	A=0.02m ² A=1.75m ²	
		S4	우수유입 흔적	1	A=1.0m ²	
		S7	이물질 퇴적 우수유입 흔적 조명시설 불량	2 1 3	A=0.15m ² A=16.0m ² 3EA	
		S8	환기구 탈락	2	2EA	
		S11	환기구 탈락	2	2EA	
		S12	도장손상 이물질 퇴적 조명시설 불량	1 2 2	A=0.01m ² A=2.3m ² 2EA	
		S13	이물질 퇴적 우수유입 흔적 조명시설 불량	1 1 1	A=1.0m ² A=0.2m ² 1EA	
		S14	환기구 볼트 이완 조명시설 불량	1 1	1EA 1EA	
		S16	조명시설 불량	1	1EA	
		S17	환기구 볼트 이완	1	1EA	
		S18	도장손상 우수유입 흔적	1 2	A=0.01m ² A=0.6m ²	

[표 2.1.2] 강재 거더 외관상태 -계속

구 분			손상현황	발생개소	수 량	비 고
하 행 선	거더 외부	S1	도장손상	1	A=0.01m ²	
		S2	도장손상	1	A=0.01m ²	
		S3	도장손상	3	A=0.09m ²	
		S4	도장손상	12	A=0.07m ²	
		S5	도장손상	18	A=0.35m ²	
		S6	도장손상	15	A=0.73m ²	
		S7	도장손상	10	A=0.23m ²	
		S8	도장손상	9	A=0.09m ²	
		S9	도장손상	4	A=0.08m ²	
		S10	도장손상	2	A=0.02m ²	
		S12	도장손상	2	A=0.4m ²	
		S13	도장손상	2	A=0.03m ²	
	거더 내부	S1	우수유입 흔적 표지판 탈락	1 1	A=7.5m ² 1EA	
		S2	환기구 볼트 이완	1	1EA	
		S6	도장손상 이물질 퇴적	3 2	A=0.03m ² A=0.77m ²	
		S7	이물질 퇴적 우수유입 흔적 조명시설 불량	9 2 4	A=0.56m ² A=15.8m ² 4EA	
		S8	누수흔적 환기구 볼트 이완 조명시설 불량	2 2 4	A=1.2m ² 2EA 4EA	
		S10	환기구 볼트 이완	1	1EA	
		S11	환기구 볼트 이완	2	2EA	
		S12	이물질 퇴적	3	A=2.29m ²	
		S13	이물질 퇴적	2	A=2.6m ²	

3) 강재 가로보

가로보는 기존 도장손상 외, 일부 구간 추가적인 도장손상이 확인되었으며, 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원에서 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S4 가로보	위 치	하행선 S5 가로보
현 황	국부적인 도장손상	현 황	국부적인 도장손상

[표 2.1.2] 강재 가로보 외관상태

구 분		손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S1	도장손상	3	$A=0.27m^2$	
	S2	도장손상	1	$A=0.03m^2$	
	S3	도장손상	2	$A=0.02m^2$	
	S4	도장손상	9	$A=0.25m^2$	
	S6	도장손상	1	$A=0.01m^2$	
	S8	도장손상	2	$A=0.09m^2$	
	S9	도장손상	1	$A=0.02m^2$	
하행선	S10	도장손상	1	$A=0.01m^2$	
	S5	도장손상	2	$A=0.02m^2$	
	S14	도장손상	1	$A=0.01m^2$	

4) 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 및 거더와 교대 홍벽 사이의 간격을 측정하여 기록하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

[표 2.1.3] 바닥판 및 거더와 교대 유간 측정(측정일 온도 10월 23일 17.8℃)

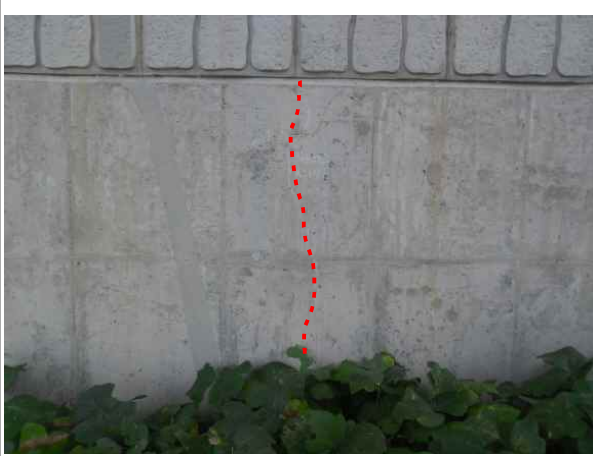
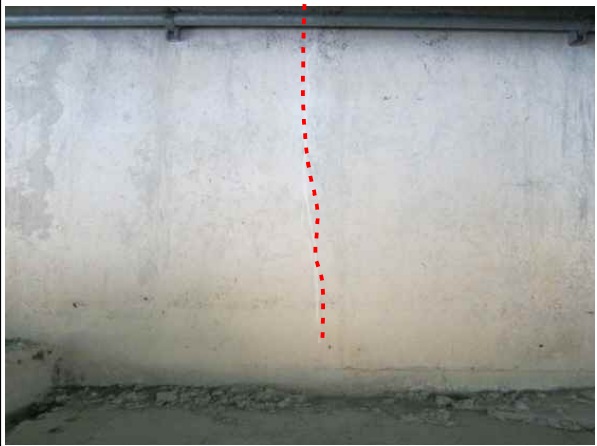
위 치	상행선		하행선		비 고
	바닥판 유간 (mm)	거더 유간 (mm)	바닥판 유간 (mm)	거더 유간 (mm)	
A1	195	285	225	310	
P6	438	585	395	550	
P12	500	690	344	540	
A2	330	365	140	185	

교량 시·중점부에서 측정된 교대와 바닥판 사이의 최소 유간거리는 신축량이 가장 큰 A1 및 A2지점에서 상행선이 약 195mm, 하행선이 약 140mm 범위로 확인되었다. 조사 당시의 외기온도(17.8℃)를 적용하고 향후 온도상승 범위를 약 40℃로 가정하여 신축량을 산정하면 A1측(신축들보 길이=205m)이 약 54.6mm, A2측(신축들보 길이=164m)이 약 43.7mm 정도인 바, 본 교량의 바닥판 및 거더 유간 여유량은 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.2 하부구조

1) 교대

교대는 역T형으로 일부 균열에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부는 양호한 상태이나, 균열(폭 0.1~0.2mm), 상면 토사 및 폐콘크리트 퇴적, 체수 및 누수흔적, 백태, 흙벽 하부 마감처리 불량 등의 기존 손상 외 일부 구간 미세균열(폭 0.1mm이하)이 추가 발생된 것으로 조사되었다. 상기 손상은 대부분 초기 건조수축, 공용 년수 증가에 따른 노후화, 시공시 콘크리트 타설불량 등에 의한 열화현상으로 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비가 요구된다.

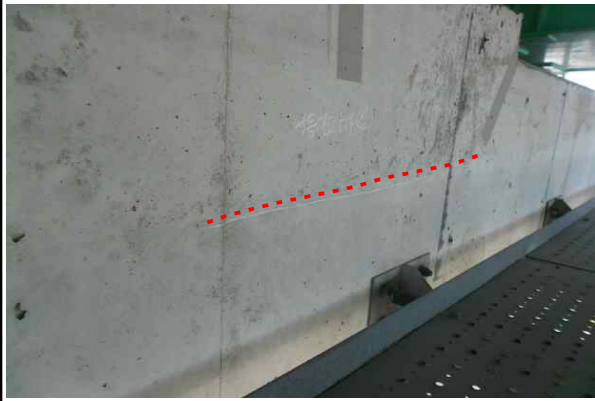
			
위 치	상행선 A1 교대 벽체	위 치	상행선 A2 교대 상면
현 황	수직균열(폭 0.2mm)	현 황	흙벽 하부 마감처리 불량 (폐콘크리트 퇴적)
			
위 치	상행선 A2 교대 흙벽	위 치	하행선 A1 교대 흙벽
현 황	수직균열(폭 0.2mm)	현 황	수직균열(폭 0.2mm)

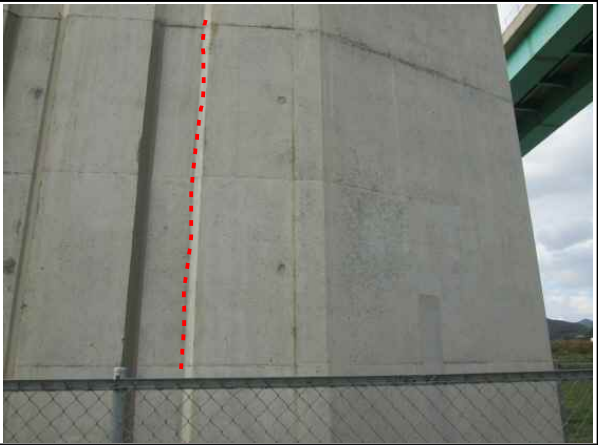
[표 2.1.4] 교대 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	A1	균열 (폭 0.3mm미만)	2	L=3.0m	
	A2	균열 (폭 0.3mm미만) 이물질 퇴적	6 2	L=6.0m A=0.75m ²	
하행선	A1	균열 (폭 0.3mm미만) 이물질 퇴적	8 1	L=4.8m A=0.15m ²	
	A2	체수 및 누수흔적 백태	2 2	A=7.8m ² A=1.4m ²	

2) 교각

교각은 중공8각형으로 시공되었으며, 균열(폭 0.1~0.2mm), 체수흔적, 국부파손 등의 기존 손상 외 추가적인 균열(폭 0.1~0.3mm)이 일부 구간 발생된 것으로 나타났다. 상기 손상의 경우, 건조수축, 공용 년수 경과에 따른 노후화, 공용중 사용하중에 의한 휨 균열 등의 현상으로 손상의 정도가 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

			
위 치	상행선 P1 코핑부 상면	위 치	상행선 P7 코핑부 상면
현 황	휨균열(폭 0.2mm)	현 황	휨균열(폭 0.3mm)
			
위 치	상행선 P14 코핑부	위 치	상행선 P15 코핑부 상면
현 황	수평균열(폭 0.2mm)	현 황	휨균열(폭 0.3mm)

			
위 치	하행선 P4 코핑부	위 치	하행선 P4 기둥부
현 황	휨균열(폭 0.2mm)	현 황	수직균열(폭 0.2mm)

[표 2.1.5] 교각 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	균열 (폭 0.3mm미만) 체수 및 누수흔적	3 1	L=1.8m A=0.2m ²	
	P2	균열 (폭 0.3mm미만) 콘크리트 파손	1 1	L=0.4m A=0.25m ²	
	P4	균열 (폭 0.3mm미만)	3	L=1.1m	
	P5	균열 (폭 0.3mm미만)	7	L=7.0m	
	P6	체수 및 누수흔적	1	A=0.1m ²	
	P7	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	1 7	L=7.0m A=0.08m ²	
	P8	균열 (폭 0.3mm미만)	8	L=4.1m	
	P9	균열 (폭 0.3mm미만)	9	L=4.5m	
	P10	균열 (폭 0.3mm미만)	3	L=1.5m	
	P11	균열 (폭 0.3mm미만) 재료분리	7 1	L=3.3m A=0.5m ²	
	P12	균열 (폭 0.3mm미만)	4	L=2.3m	
	P13	콘크리트 파손	1	A=0.01m ²	
	P14	균열 (폭 0.3mm미만)	10	L=5.0	
	P15	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm미만)	11 2	L=9.4 A=0.9m ²	

[표 2.1.5] 교각 외관상태 -계속

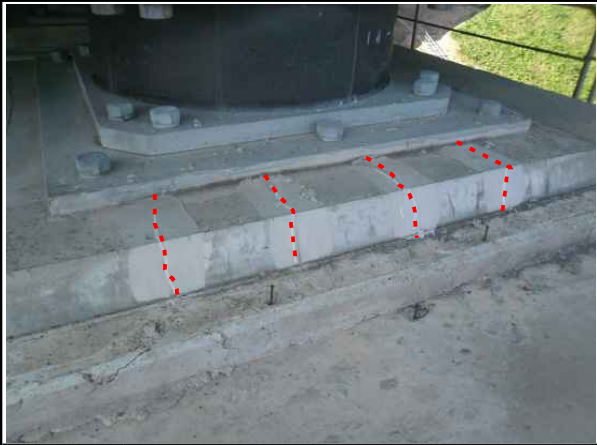
구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
하 행 선	P2	균열 (폭 0.3mm미만)	8	L=5.7m	
	P3	재료분리	1	A=0.08m ²	
	P4	균열 (폭 0.3mm미만)	4	L=1.8m	
	P5	균열 (폭 0.3mm미만)	2	L=1.5m	
		화재흔적	1	A=1.0m ²	
		콘크리트 파손	2	A=0.02m ²	
	P6	균열 (폭 0.3mm미만)	6	L=3.1m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	1	L=0.4m	
	P8	균열 (폭 0.3mm미만)	1	L=5.0m	
	P9	균열 (폭 0.3mm미만)	1	L=0.2m	
	P10	균열 (폭 0.3mm미만)	3	L=4.4m	
		표면균열	1	A=6.0m ²	
	P12	균열 (폭 0.3mm미만)	3	L=1.9m	
	P13	균열 (폭 0.3mm미만)	4	L=2.7m	

2.1.3 교량받침

1) 외관조사 결과

교량받침은 납면진받침(L.R.B)으로서, 일부 손상에 대한 보수가 실시된 상태이다. 외관조사 결과, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열 및 들뜸, 고무재 변형 및 손상, 볼트 녹 발생 및 조임불량, 받침콘크리트 재료분리 및 국부파손 등의 기존 손상 외, 일부 구간 무수축물탈 균열(폭 0.1mm), 보수부 재균열 등이 추가 발생한 것으로 나타났다. 상기 손상은 대부분 공용 년수 증가에 따른 노후화, 시공미흡, 공용중 사용하중에 의한 응력 발생 등에 의해 일반적으로 발생하는 현상들이며, 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원에서 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 P1 SH1	위 치	상행선 P4 SH4
현 황	받침콘크리트 국부파손	현 황	고무재 손상
			
위 치	상행선 P5 SH4	위 치	상행선 P10 SH2
현 황	볼트 녹발생	현 황	무수축물탈 균열(폭 0.1mm)

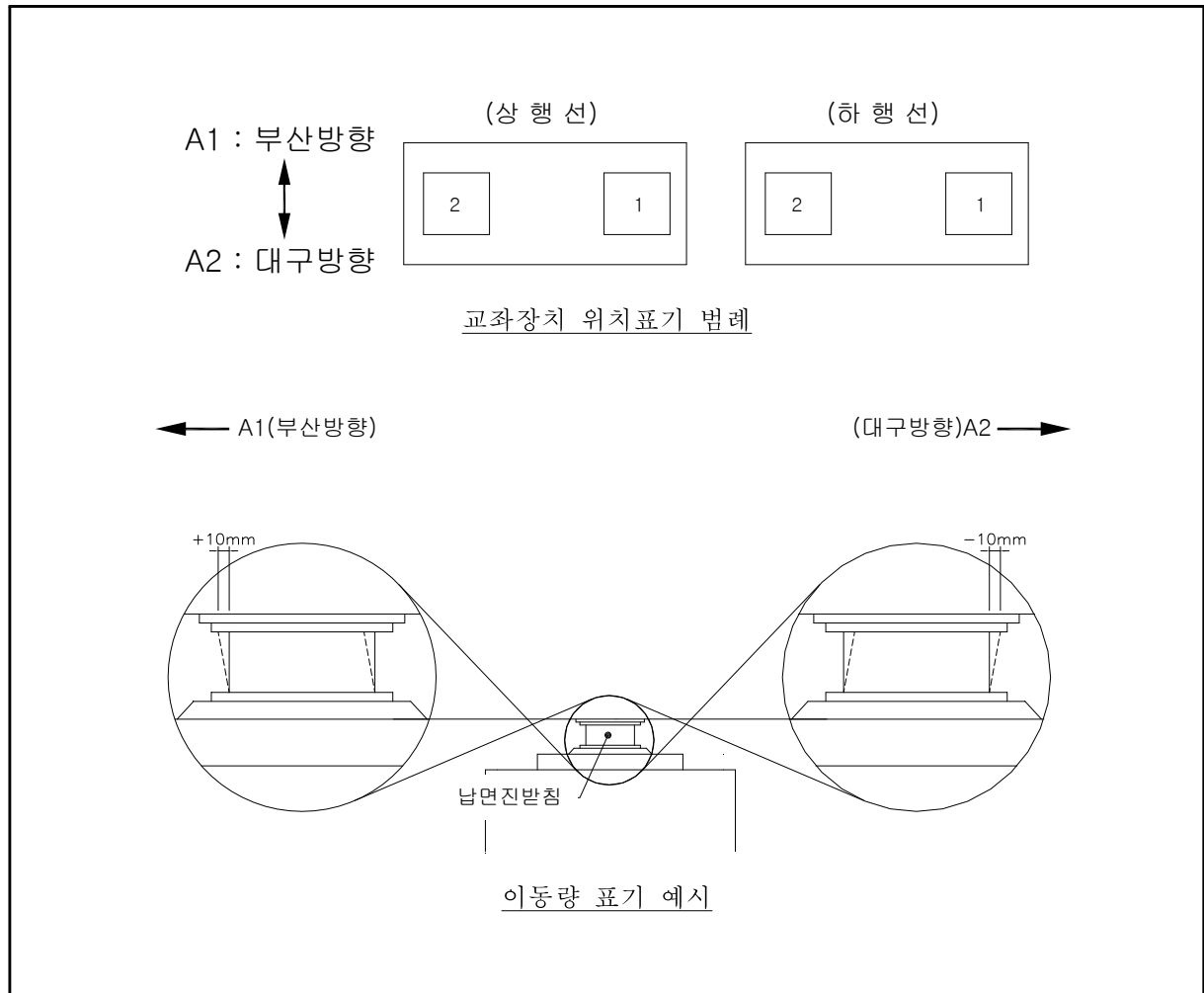
			
위 치	상행선 P14 SH4	위 치	상행선 P16 SH1
현 황	보수부 재균열(폭 0.1mm)	현 황	볼트 조임불량
			
위 치	하행선 P1 SH2	위 치	하행선 P2 SH1
현 황	받침콘크리트 재료분리	현 황	볼트 녹발생
			
위 치	하행선 P10 SH3	위 치	하행선 P10 SH3
현 황	받침콘크리트 들뜸	현 황	무수축물탈 균열

[표 2.1.6] 교량받침 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상 행 선	P1	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 무수축물탈 균열 (폭 0.3mm이상) 콘크리트 파손 볼트녹발생	34 4 1 1	L=6.8m L=1.0m A=0.02m ² 1EA	
	P2	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 볼트녹발생	38 4	L=7.6m 4EA	
	P3	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 무수축물탈 균열 (폭 0.3mm이상) 볼트녹발생 와셔녹발생	53 19 1 1	L=10.6m L=5.7m 1EA 1EA	
	P4	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 무수축물탈 균열 (폭 0.3mm이상) 고무재 배부름	42 1 1	L=8.4m L=0.3m 1EA	
	P5	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 무수축물탈 균열 (폭 0.3mm이상) 재료분리 볼트녹발생	5 3 1 1	L=1.0m L=0.7m A=0.06m ² 1EA	
	P6	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 고무재 밀림	19 1	L=3.0m 1EA	
	P7	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 고무재 밀림	22 1	L=4.4m 1EA	
	P8	재료분리	1	A=0.1m ²	
	P10	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 무수축물탈 균열 (폭 0.3mm이상)	19 9	L=3.6m L=2.3m	
	P12	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만)	1	L=0.3m	
	P13	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 볼트이완	9 3	L=1.5m 3EA	
	P14	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 볼트이완	4 4	L=0.4m 4EA	
	P15	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 볼트이완	6 2	L=1.2m 2EA	
	P16	콘크리트 파손 볼트이완	1 1	A=0.02m ² 1EA	
	P17	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 와셔탈락 볼트이완	1 5 3	L=0.2m 5EA 3EA	
하 행 선	A1	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만)	1	L=0.1m	
	P1	받침콘크리트 균열 (폭 0.3mm미만) 재료분리	1 1	L=0.3m A=0.03m ²	
	P2	볼트녹발생	2	2EA	
	P3	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 균열 (폭 0.3mm미만)	10 2	L=1.0m L=0.6m	
	P5	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm미만) 받침콘크리트 균열 (폭 0.3mm미만)	4 4	L=0.4m L=0.9m	
	P6	받침콘크리트 균열 (폭 0.3mm미만)	6	L=1.2m	
	P10	무수축물탈 균열 (폭 0.3mm이상) 콘크리트 박리	1 1	L=2.5m A=0.02m ²	
	P13	무수축물탈 들뜸	1	A=0.6m ²	

2) 교량받침 이동량

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



[그림 2.1.1] 가동단 이동량 표기범례

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 17.8℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	20	-	20	-	20	-	20	
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	
P2	1	-	1	-	1	-	1	-	
P3	1	-	1	-	0	0	0	0	
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	

[표 2.1.7] 상행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 17.8℃) - 계속

구 분	받침 상단부 변위량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
P5	0	0	0	0	0	0	0	0	
P6	10	-	10	-	10	-	10	-	
P6	-	20	-	25	-	23	-	23	±192
P7	0	0	0	0	0	0	-	5	
P8	-	2	-	2	-	2	-	4	
P9	0	0	0	0	1	-	1	-	
P10	0	0	0	0	2	-	0	0	
P11	0	0	0	0	5	-	10	-	
P12	0	0	0	0	0	0	0	0	
P12	0	0	0	0	0	0	0	0	
P13	1	-	1	-	1	-	1	-	
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	
P15	0	0	0	0	0	0	0	0	
P16	1	-	1	-	1	-	1	-	
P17	-	1	-	1	-	1	-	1	
A2	-	5	-	5	-	5	-	5	

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 17.8℃)

구 분	받침 상단부 변위량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
A1	-	10	-	10	-	5	-	5	
P1	-	5	-	5	0	0	0	0	
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	
P5	0	0	0	0	0	0	0	0	
P6	10	-	10	-	13	-	13	-	
P6	-	7	-	7	-	10	-	10	
P7	0	0	0	0	0	0	0	0	
P8	-	3	-	3	-	3	-	3	
P9	7	-	-	8	0	0	3	-	
P10	0	0	0	0	0	0	5	-	
P11	0	0	0	0	0	0	0	0	
P12	3	-	3	-	5	-	5	-	
P12	-	5	3	-	0	0	-	3	

[표 2.1.8] 하행선 교량받침 이동량 측정결과(측정일 온도 17.8℃) - 계속

구 분	받침 상단부 변위량(mm)								비 고
	SH1		SH2		SH3		SH4		
	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	대구방향	부산방향	
P13	0	0	0	0	0	0	0	0	
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	

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

■ 상행 P6 지점에서의 이론적 신축량 산정

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 가동단 이동량 측정 당시 외기 온도 : 17.8°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $17.8^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 27.8^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 17.8^{\circ}\text{C} = 22.2^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 27.8 \times 205000 = 68.4\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 22.2 \times 205000 = 54.6\text{mm}$

여기서, ℓ : 신축틀보 길이 $((60+5@70)/2 = 205\text{m})$

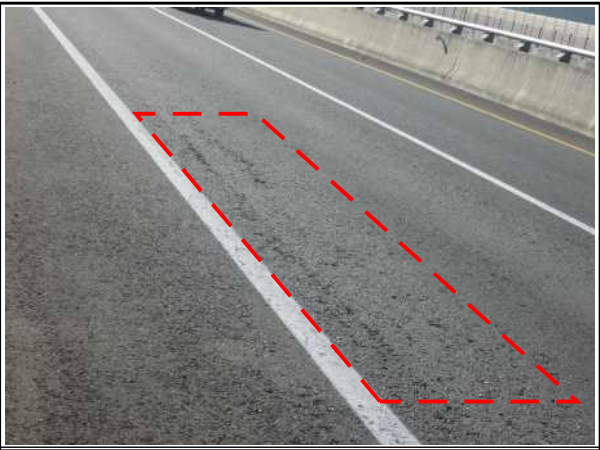
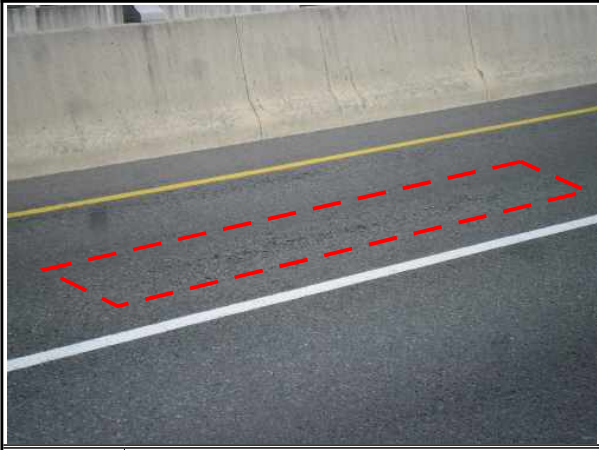
ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

상행선 P6 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 68.4mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 54.6mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 이동 여유량은 온도 하강 시에는 약 148.6mm, 온도 상승 시에는 약 112.4mm 정도를 보유하고 있으므로, 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.1.4 기타부재

1) 교면포장

아스콘(T=8cm)으로 시공된 교면포장은 외관조사 결과, 라벨링, 패임, 포트홀, 보수부 재손상 등 기존 손상 외, 일부 구간 라벨링 및 패임이 추가 발생된 것으로 조사되었다. 이는 빈번한 중차량의 통행, 보수부 시공미흡 등에 의한 비구조적 손상으로서 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 손상의 정도에 따라 주행성 및 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 S2 교면포장	위 치	상행선 S16 교면포장
현 황	패임(노건축)	현 황	라벨링(일부 재료분리)
			
위 치	하행선 S3 교면포장	위 치	하행선 S12 교면포장
현 황	라벨링(일부 재료분리)	현 황	보수부 재손상

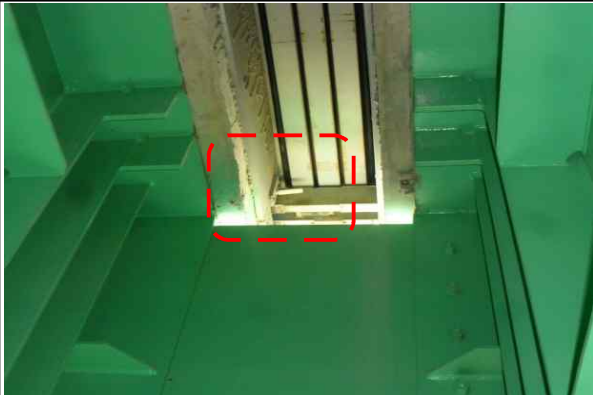
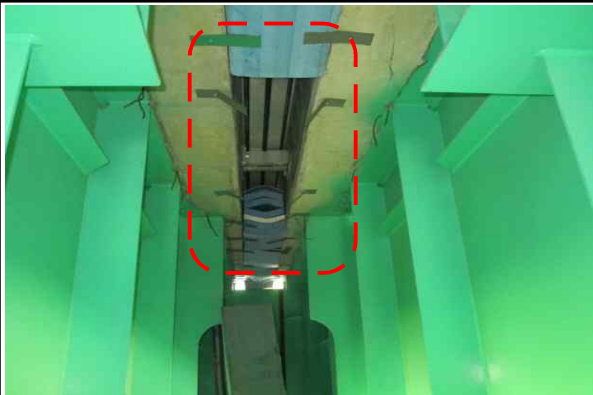
[표 2.1.9] 교면포장 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S2	패임 라벨링	2 1	$A=0.39m^2$ $A=7.8m^2$	
	S3	라벨링	1	$A=0.9m^2$	
	S4	라벨링	3	$A=7.7m^2$	
	S5	라벨링	3	$A=15.0m^2$	
	S6	라벨링	1	$A=6.0m^2$	
	S7	라벨링	2	$A=13.0m^2$	
	S9	패임 라벨링	1 1	$A=0.3m^2$ $A=4.0m^2$	
	S10	패임 라벨링	2 2	$A=0.19m^2$ $A=8.4m^2$	
	S11	라벨링	1	$A=5.0m^2$	
	S12	패임 라벨링	13 2	$A=3.6m^2$ $A=11.0m^2$	
	S13	라벨링	2	$A=8.0m^2$	
	S14	라벨링	1	$A=5.0m^2$	
	S15	패임 라벨링	1 2	$A=0.2m^2$ $A=5.0m^2$	
	S16	패임 라벨링	3 1	$A=0.39m^2$ $A=10.0m^2$	
	S18	포트홀 라벨링	1 3	$A=0.04m^2$ $A=29.0m^2$	
하행선	S1	라벨링	3	$A=18.0m^2$	
	S3	라벨링	2	$A=10.0m^2$	
	S9	라벨링	1	$A=12.0m^2$	
	S12	패임 라벨링	1 2	$A=0.01m^2$ $A=4.2m^2$	
	S13	패임	2	$A=0.04m^2$	
	S14	라벨링	1	$A=5.0m^2$	
	S15	라벨링	1	$A=5.0m^2$	

2) 신축이음

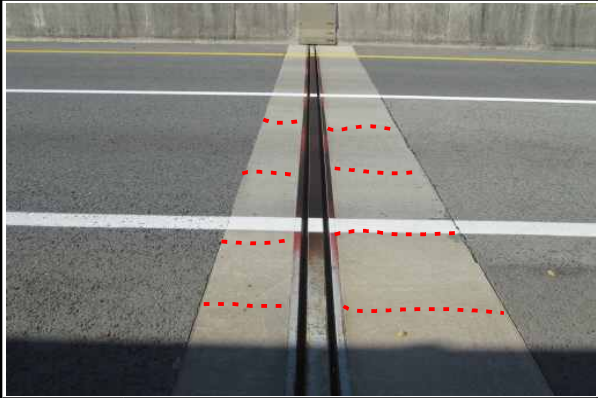
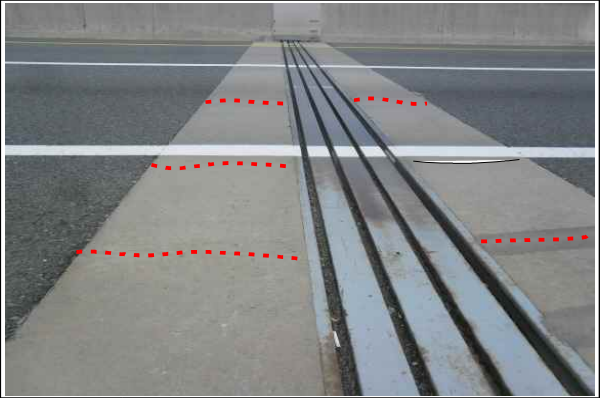
① 본체

Rail Joint Type으로 외관조사 결과, 소요 유간을 확보하고 있으며, 추가 발생 손상은 없으나, 일부 구간 본체 이물질 퇴적 및 녹발생, 누수 및 흡음재 탈락, 유간조절장치 이탈 등의 기존 손상에 대한 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 A1 신축이음	위 치	상행선 A2 신축이음
현 황	본체 유간측정(30+30=60mm)	현 황	본체 이물질 퇴적 및 녹발생(노견측)
			
위 치	상행선 P6 신축이음		
현 황	본체 하부 유간조절장치 이탈		
			
위 치	하행선 A1 신축이음	위 치	상·하행선 P12 신축이음
현 황	본체 유간측정(32+34=66mm)	현 황	본체 하부 흡음재 탈락

② 후타재

후타재의 경우, 전반적으로 폭 0.2mm 정도의 기존 균열이 확인된 바, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요하다. 현재 신축이음부에 발생한 손상은 빈번한 중차량 통행, 공용 년수 증가에 따른 노후화, 시공미흡 등의 요인에 의한 비구조적 손상이나, 내구성 및 주행성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

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

[표 2.1.10] 신축이음 외관상태

구 분		신축이음 손상현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	8 1	L=5.0m L=2.5m	
	Exp.J2 (P6)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적 유간조절장치 이탈	7 1 1	L=3.5m L=0.8m 1EA	
	Exp.J3(P12)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적 하부 흡음재 탈락	15 2 2	L=7.5m L=5.0m 2EA	
	Exp.J4(A2)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	11 1	L=5.0m L=2.5m	
하행선	Exp.J1 (A1)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	8 2	L=4.0m L=3.5m	
	Exp.J2 (P6)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	15 2	L=7.5m L=3.5m	
	Exp.J3(P12)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적 하부 흡음재 탈락	10 2 1	L=5.0m L=3.0m 1EA	
	Exp.J4(A2)	후타재 균열 (폭 0.3mm미만) 본체 이물질 퇴적	10 2	L=5.0m L=3.0m	

③ 신축이음 유간검토

[표 2.1.11] 신축이음 측정유간

위 치	신축이음본체 측정유간(mm)		비 고
	상행선	하행선	
EJ.1 (A1)	30+30=60	32+34=66	
EJ.2 (P6)	38+23+24+30=115	29+27+24+33=113	NO.320
EJ.3(P12)	35+23+23+32=113	25+27+24=76	
EJ.4(A2)	35+37=72	37	

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 6년 이상 경과하였기 때문에 크리프 및 건조수축에 의한 수축량과 회전에 의한 변위량은 미미하다고 판단되어 온도에 의한 신축량만을 고려하여 검토하였다.

■ 상행 P6 지점에서의 이론적 신축량 계산

- 온도변화는 보통지방으로 가정 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- 조사일 : 2013년 10월 23일, 일평균기온 : 17.8°C
 - 측정시 보다 온도 하강시 온도변화량 : $17.8^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 27.8^{\circ}\text{C}$
 - 측정시 보다 온도 상승시 온도변화량 : $40^{\circ}\text{C} - 17.8^{\circ}\text{C} = 22.2^{\circ}\text{C}$
- 온도변화시 이론적 신축량
 - 온도 -10°C 하강시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 27.8 \times 410000 = 136.8\text{mm}$
 - 온도 40°C 상승시 : $\Delta\ell = \alpha \times \Delta T \times \ell = (1.2 \times 10^{-5}) \times 22.2 \times 410000 = 109.2\text{mm}$

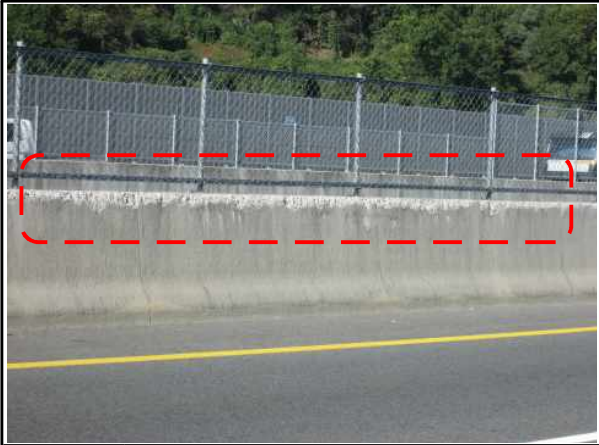
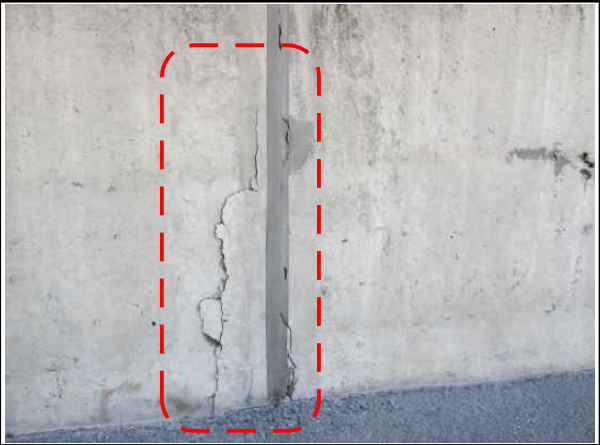
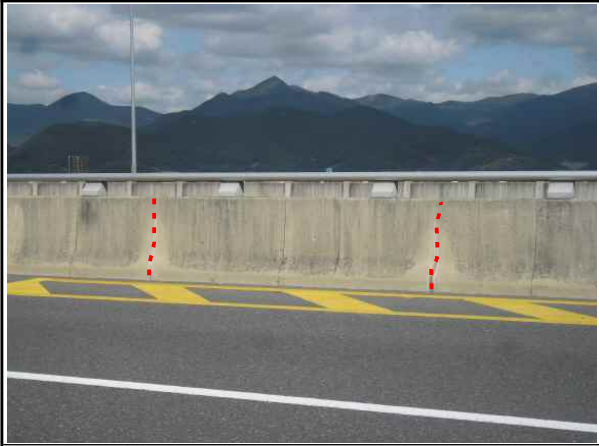
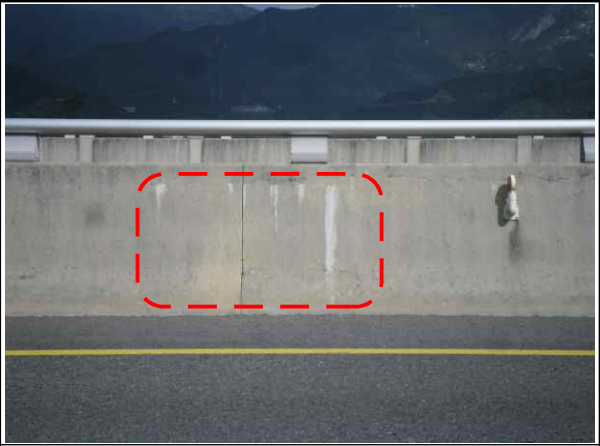
여기서, ℓ : 신축틀보 길이 $((60+5@70)/2 + (5@70+60)/2 = 410\text{m})$

ΔT : 온도변화량, α : 열팽창계수

신축량이 최대인 상행선 P6 지점에 대해 이론적 신축량을 산정한 결과 온도 하강시에는 약 136.8mm가 감소하고 온도 상승시에는 약 109.2mm가 증가하는 것으로 계산되었다. 현재 본 교량의 실측 유간 여유량은 온도 하강 시에는 약 68.2mm, 온도 상승시에는 약 5.8mm 정도를 보유하고 있으므로, 문제가 없는 것으로 판단된다.

3) 난간

콘크리트 방호벽은 외관조사 결과, 기존 손상인 균열(폭 0.1~0.3mm) 및 표면균열, 균열부 백태, 국부파손 외, 일부 구간 균열(폭 0.1~0.3mm), 콘크리트 파손 등이 추가 발생된 것으로 조사되었으며, 이는 초기 타설불량, 건조수축 및 온도변화, 차량충돌 등의 요인에 의한 현상으로서 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 요구된다.

			
위 치	상행선 S13 방호벽	위 치	상행선 A2측 경계부 방호벽
현 황	콘크리트 파손(차량충돌)	현 황	콘크리트 들뜸
			
위 치	하행선 S1 방호벽	위 치	하행선 S5 방호벽
현 황	수직균열(폭 0.2mm)	현 황	백태

[표 2.1.12] 난간 외관상태

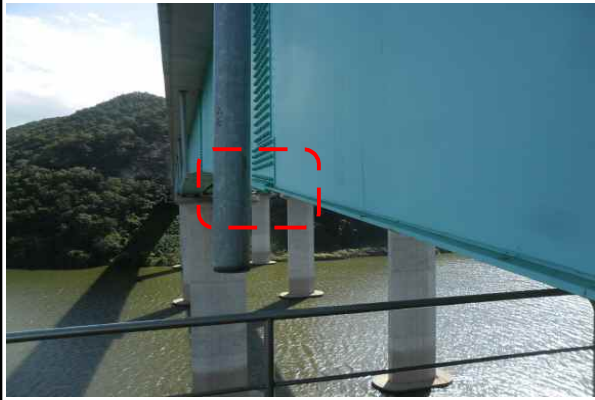
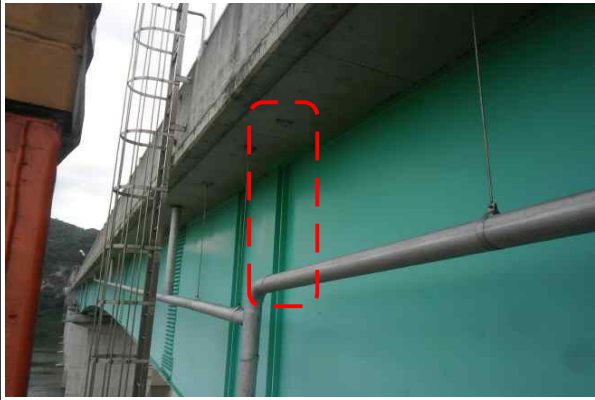
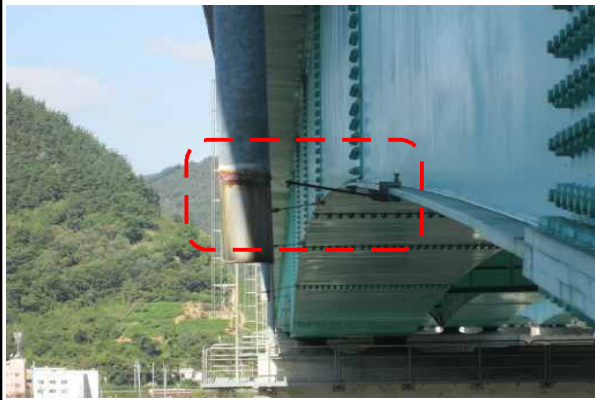
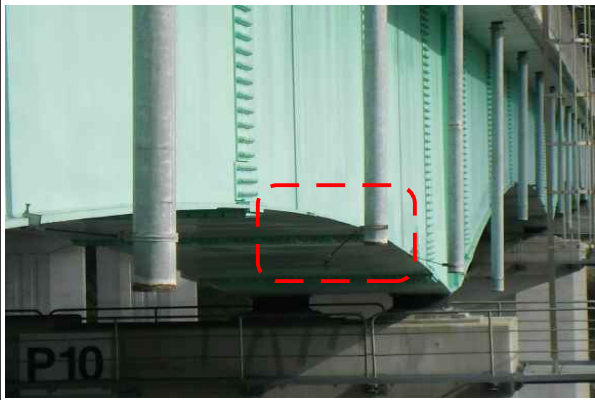
구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
상 행 선	S1	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상) 백태	13 1 4	L=14.0m L=2.0m A=0.8m ²	
	S2	균열 (폭 0.3mm미만)	22	L=23.0m	
	S3	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	16 1	L=16.0m L=1.0m	
	S4	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	10 3	L=10.0m L=4.0m	
	S5	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	14 2	L=9.0m L=2.0m	
	S6	균열 (폭 0.3mm미만)	4	L=4.5m	
	S7	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상) 콘크리트 파손	1 4 1	L=1.0m L=4.0m A=0.6m ²	
	S8	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	1 7	L=0.3m L=7.0m	
	S9	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	16 3	L=17.0m L=5.0m	
	S10	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상) 콘크리트 파손	6 1 1	L=6.2m L=2.0m A=0.02m ²	
	S11	균열 (폭 0.3mm미만) 백태 콘크리트 파손	12 3 1	L=12.0m A=12.0m ² A=0.3m ²	
	S12	균열 (폭 0.3mm미만) 백태	4 2	L=4.0m A=1.0m ²	
	S13	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상) 백태	6 1 6	L=17.0m L=1.0m A=0.6m ²	
	S14	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	15 1	L=13.0m L=1.1m	
	S15	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상) 백태	18 3 1	L=28.0m L=3.2m A=0.1m ²	
	S16	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상)	8 6	L=8.0m L=7.0m	
	S17	균열 (폭 0.3mm미만) 균열 (폭 0.3mm이상) 백태	16 1 4	L=20.0m L=2.0m A=0.12m ²	
	S18	균열 (폭 0.3mm이상) 콘크리트 파손 실란트 파손	5 1 1	L=5.0m A=0.14m ² L=1.2m	

[표 2.1.12] 난간 외관상태 - 계속

구 분		손상 현황	발생 개소	수 량	비 고
하 행 선	S1	균열 (폭 0.3mm미만)	6	L=10.0m	
	S2	균열 (폭 0.3mm미만)	8	L=8.4m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	4	L=5.4m	
		표면균열	2	A=3.0m ²	
	S3	균열 (폭 0.3mm미만)	8	L=14.0m	
	S4	균열 (폭 0.3mm미만)	5	L=6.4m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	1	L=2.0m	
	S5	균열 (폭 0.3mm미만)	6	L=7.2m	
		백태	3	A=1.15m ²	
	S6	균열 (폭 0.3mm미만)	5	L=8.0m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	2	L=3.0m	
	S7	균열 (폭 0.3mm미만)	12	L=12.2m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	2	L=4.0m	
	S8	균열 (폭 0.3mm미만)	11	L=11.4m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	3	L=4.0m	
		콘크리트 파손	1	A=0.01m ²	
	S9	균열 (폭 0.3mm미만)	13	L=13.2m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	3	L=6.0m	
	S10	균열 (폭 0.3mm미만)	4	L=4.4m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	15	L=22.6m	
	S11	균열 (폭 0.3mm미만)	4	L=5.9m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	23	L=44.8m	
	S12	균열 (폭 0.3mm이상)	1	L=1.5m	
		백태	5	A=1.0m ²	
	S13	균열 (폭 0.3mm미만)	2	L=3.5m	
		균열 (폭 0.3mm이상)	11	L=27.8m	
		표면균열	1	A=3.0m ²	
	S14	균열 (폭 0.3mm이상)	2	L=10.0m	
		백태	1	A=0.7m ²	
	S15	균열 (폭 0.3mm미만)	1	L=0.4m	

4) 배수시설

육교형 및 산악형의 혼합형으로서 외관조사 결과, 배수기능에는 문제가 없는 것으로 조사되었으나, 배수관 수평지지대 탈락, 연결재 및 연결고리 탈락 등의 기존 손상 외, 일부 구간 수평지지대 탈락 및 변형이 추가 발생된 것으로 나타난 바, 적절한 정비가 요구된다.

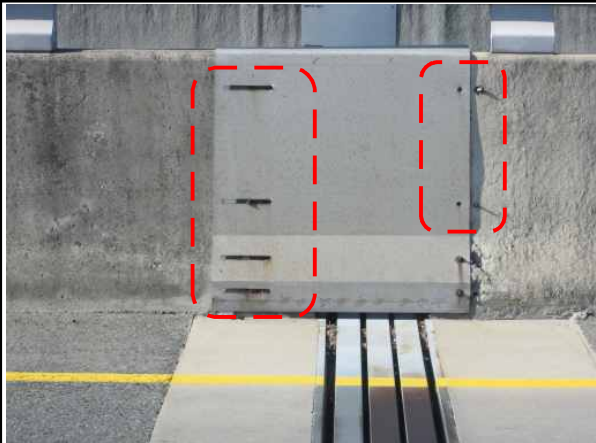
			
위 치	상행선 S4	위 치	상행선 S9
현 황	배수관 수평지지대 탈락	현 황	배수관 연결재 및 연결고리 탈락
			
위 치	하행선 S1	위 치	하행선 S6
현 황	배수관 수평지지대 탈락	현 황	배수관 수평지지대 탈락

[표 2.1.13] 배수시설 외관상태

구 분		손상 현황	발생개소	수 량	비 고
상행선	S4	배수관 지지대 탈락	1	1EA	
	S9	배수관 연결고리 탈락	1	1EA	
		배수관 연결재 탈락	1	1EA	
	S18	배수구 막힘	1	1EA	
하행선	S2	배수관 지지대 탈락	1	1EA	
	S4	배수관 지지대 탈락	2	2EA	
	S6	배수관 지지대 탈락	1	1EA	
	S8	배수관 지지대 변형	1	1EA	

5) 기타(차수관, 점검계단, 교량점검로, 법면보호블럭 등)

기존 손상 중 일부 차수관, 텔리네이트 파손에 대한 보수가 실시되었으며, 추가 손상은 발생되지 않았으나, 점검계단 일부 미설치, 하부 토사유실, 파손, 방음벽 파손 및 변형, 차수관 앵커 탈락, 방음벽 지지대 리브 변형 등의 기존 손상이 확인되었다. 이는 대부분 시공미흡, 공용중 차량충돌 등에 의한 비구조적 손상이나, 점검자의 안전성 및 시설물 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 A1측 점검계단	위 치	상행선 P6측 차수관
현 황	일부 구간 계단 미설치	현 황	앵커탈락
			
위 치	상행선 A2측 점검계단	위 치	하행선 A2측 점검계단
현 황	하부 토사유실(공동 발생)	현 황	파손

	
위 치	하행선 S15
현 황	차량충돌에 의한 방음벽 변형 및 파손

[표 2.1.14] 기타 외관상태

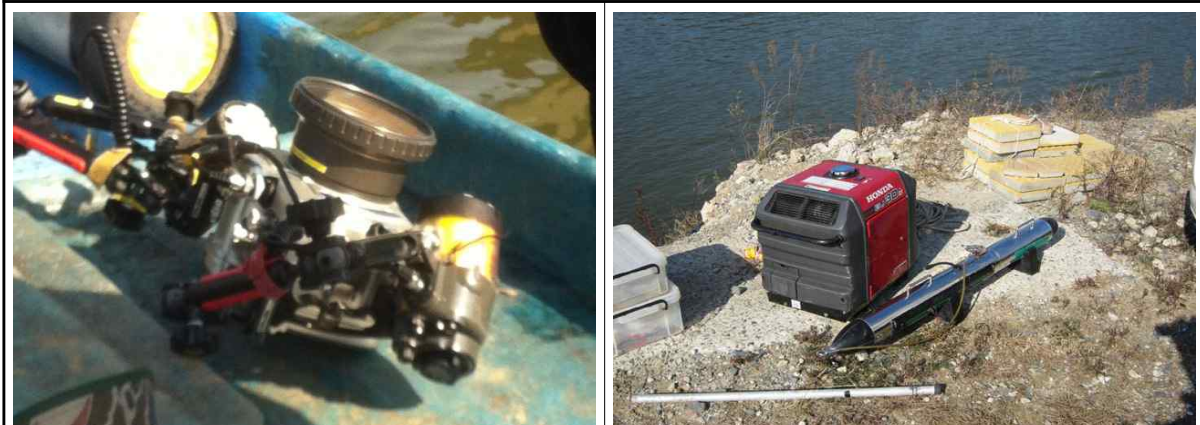
구 분		기타 손상 현황	발생개소	수 량	비고
상 행 선	A1	차수판 볼트탈락 점검계단 설치 미흡 및 이격	4 1	4EA 1EA	
	A2	차수판 볼트탈락	7	7EA	
	P6	차수판 볼트탈락	11	11EA	
	P12	차수판 볼트탈락	7	7EA	
	S1	텔리네이트 파손	1	1EA	
	S13	텔리네이트 파손	1	1EA	
하 행 선	A1	차수판 볼트탈락	8	8EA	
	A2	차수판 볼트탈락 점검계단 파손	4 1	4EA 1EA	
	P6	차수판 볼트탈락	10	10EA	
	P12	차수판 볼트탈락	10	10EA	
	S15	방음벽 변형 방음벽 리프 파손	2 2	2EA 2EA	

6) 수중조사

낙동대교 하천구간에 위치한 교각 기초부에 대한 결함 및 하상구간 상태파악을 위해 상·하행선 교각 P1~P6에 대하여 수중조사를 실시하였다. 수중조사는 잠수부에 의한 육안점검과 수중 초음파 촬영기(Side Scan Sonar System)를 사용하여 기초부 파손 여부, 세굴 및 하상구간 상태 등을 확인한 결과, 양호한 상태로 조사되었으며, 상세한 내용은 별첨 자료에 수록하였다.



수중조사 작업사진



수중조사 장비

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(폭 0.1~0.3mm), 백태, 국부파손, 철근노출, 표면균열, 재료분리 ■ 주형: 내·외부 도장손상, Splice Plate 부위 우수유입흔적, 이물질 퇴적 ■ 가로보: 도장손상, 녹발생 ■ 교대: 균열(폭 0.1~0.2mm), 마감처리 불량, 누수 및 채수 ■ 교각: 균열(폭 0.1~0.3mm), 재료분리, 누수 흔적, 이물질 퇴적, 국부파손, 표면균열 ■ 교량받침: 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭 0.1~0.3mm), 볼트 녹발생, 볼트 조임 불량, 받침콘크리트 국부파손 및 재료분리, 고무재 변형 및 손상 ■ 교면포장: 패임, 라벨링 ■ 신축이음: 하부 누수, 본체 녹발생, 유간조절장치 이탈, 흡음재 탈락, 후타재 균열(폭 0.1~0.2mm) ■ 난간: 균열(폭 0.1~0.3mm) 및 균열부 백태, 파손, 표면균열 ■ 배수시설: 배수관 수평지지대 탈락, 연결재 및 연결고리 탈락 ■ 기타: 점검계단 일부 미설치, 하부 토사유실, 파손, 방음벽 파손 및 변형, 차수관 앵커 탈락, 방음벽 지지대 리브 변형	■ <u>바닥판: 전구간 균열 보수 실시</u> ■ 주형: <u>일부 구간 도장보수, 국부적인 도장손상, 내부 이물질 퇴적 및 Splice Plate 부위 우수유입 흔적 추가 발생</u> ■ 가로보: <u>일부 구간 도장손상 추가 발생</u> ■ 교대: <u>미세균열(폭 0.1mm이하) 추가 발생</u> ■ 교각: <u>일부 구간 균열(폭 0.1~0.3mm) 추가 발생</u> ■ 교량받침: <u>일부 균열 보수, 무수축물탈 균열(폭 0.1mm), 보수부 재균열 추가 발생</u> ■ 교면포장: <u>일부 구간 라벨링, 패임 추가 발생</u> ■ 신축이음: <u>추가 발생 손상 없음</u> ■ 난간: <u>일부 구간 균열(폭 0.1~0.3mm), 파손 추가 발생</u> ■ 배수시설: <u>일부 구간 수평지지대 탈락 및 변형 추가 발생</u> ■ 기타: <u>일부 델리네이트 보수, 추가 발생 손상 없음</u>
전회차 점검 결과와 비교시, 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부는 양호한 상태이다. 일부 기존 및 신규 균열(폭 0.2mm이상) 부위 대한 손상의 진전여부 점검이 필요하며, 현재 특이 손상은 발생되지 않았으나, 기존 점검시 나타났던 신축이음 하부 누수 부위(하 A2)에 대해 지속적인 주의관찰이 필요하다.	

2.2 내구성조사 결과

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

2.2.1 강도 측정

콘크리트 강도는 본 보고서 제1편 3장에서 제시한 공식을 적용하였으며, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도측정 결과, 상부구조 바닥판의 강도는 27.7~29.9MPa, 하부구조 교대 및 교각은 24.4~27.8MPa 로 측정되어 설계기준강도를 상회하고 있다.

■ 설계기준강도 : 바닥판 ⇒ 27.0 MPa, 교대 및 교각 ⇒ 24.0 MPa

[표 2.2.1] 상행선 상부구조 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	일본 재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판	S1	55.50	25.8	30.9	28.4	
	2	바닥판	S2	56.30	26.4	31.6	29.0	
	3	바닥판	S3	56.70	26.6	32.0	29.3	
	4	바닥판	S4	56.75	26.7	32.0	29.3	
	5	바닥판	S5	55.95	26.1	31.3	28.7	
	6	바닥판	S6	57.35	27.1	32.5	29.8	
	7	바닥판	S7	54.65	25.3	30.2	27.7	
	8	바닥판	S8	55.30	25.7	30.8	28.2	
	9	바닥판	S9	54.80	25.4	30.3	27.8	
	10	바닥판	S10	55.75	26.0	31.2	28.6	
	11	바닥판	S11	57.15	26.9	32.4	29.6	
	12	바닥판	S12	55.90	26.1	31.3	28.7	
	13	바닥판	S13	56.40	26.4	31.7	29.1	
	14	바닥판	S14	54.75	25.3	30.3	27.8	
	15	바닥판	S15	55.50	25.8	30.9	28.4	
	16	바닥판	S16	56.15	26.3	31.5	28.9	
	17	바닥판	S17	55.45	25.8	30.9	28.3	
	18	바닥판	S18	54.70	25.3	30.2	27.8	

[표 2.2.2] 상행선 하부구조 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	일본 재료학회	평 균	
하 부 구 조	1	교 대	A1	47.85	22.8	26.9	24.8	
	2	교각-기둥	P1	48.70	23.3	27.6	25.5	
	3	교각-기둥	P2	47.15	22.3	26.4	24.4	
	4	교각-기둥	P3	48.05	22.9	27.1	25.0	
	5	교각-기둥	P4	51.00	24.7	29.5	27.1	
	6	교각-기둥	P5	49.90	24.0	28.6	26.3	
	7	교각-기둥	P6	50.80	24.6	29.3	26.9	
	8	교각-기둥	P7	49.35	23.7	28.1	25.9	
	9	교각-기둥	P8	48.4	23.1	27.4	25.2	
	10	교각-코핑	P9	47.80	22.7	26.9	24.8	
	11	교각-코핑	P10	49.45	23.7	28.2	26.0	
	12	교각-코핑	P11	50.45	24.4	29.0	26.7	
	13	교각-코핑	P12	47.90	22.8	27.0	24.9	
	14	교각-코핑	P13	51.45	25.0	29.8	27.4	
	15	교각-코핑	P14	49.55	23.8	28.3	26.1	
	16	교각-코핑	P15	48.80	23.3	27.7	25.5	
	17	교각-코핑	P16	49.30	23.6	28.1	25.9	
	18	교각-코핑	P17	50.60	24.4	29.1	26.8	
	19	교 대	A2	51.75	25.2	30.1	27.6	

[표 2.2.3] 하행선 상부구조 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	일본 재료학회	평 균	
상 부 구 조	1	바닥판	S1	55.95	26.1	31.3	28.7	
	2	바닥판	S2	55.15	25.6	30.6	28.1	
	3	바닥판	S3	54.90	25.4	30.4	27.9	
	4	바닥판	S4	56.05	26.2	31.4	28.8	
	5	바닥판	S5	55.60	25.9	31.0	28.5	
	6	바닥판	S6	56.60	26.6	31.9	29.2	
	7	바닥판	S7	56.85	26.7	32.1	29.4	
	8	바닥판	S8	55.10	25.6	30.6	28.1	
	9	바닥판	S9	55.80	26.0	31.2	28.6	
	10	바닥판	S10	56.35	26.4	31.7	29.0	
	11	바닥판	S11	57.45	27.1	32.6	29.9	
	12	바닥판	S12	55.20	25.6	30.7	28.2	
	13	바닥판	S13	56.45	26.5	31.8	29.1	
	14	바닥판	S14	55.85	26.1	31.2	28.7	
	15	바닥판	S15	54.85	25.4	30.4	27.9	

[표 2.2.4] 하행선 하부구조 강도조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	R _{aver}	추정압축강도(MPa)			비고
					동경도 시험소	일본 재료학회	평 균	
하 부 구 조	1	교 대	A1	48.00	22.8	27.1	25.0	
	2	교각-기둥	P1	48.45	23.1	27.4	25.3	
	3	교각-기둥	P2	49.25	23.6	28.1	25.8	
	4	교각-기둥	P3	47.75	22.7	26.9	24.8	
	5	교각-기둥	P4	49.75	23.9	28.5	26.2	
	6	교각-기둥	P5	50.70	24.5	29.2	26.9	
	7	교각-기둥	P6	49.65	23.9	28.4	26.1	
	8	교각-기둥	P7	52.05	25.3	30.3	27.8	
	9	교각-기둥	P8	49.95	24.0	28.6	26.3	
	10	교각-코핑	P9	48.80	23.3	27.7	25.5	
	11	교각-코핑	P10	49.20	23.6	28.0	25.8	
	12	교각-코핑	P11	47.90	22.8	27.0	24.9	
	13	교각-코핑	P12	51.05	24.7	29.5	27.1	
	14	교각-코핑	P13	48.15	22.9	27.2	25.1	
	15	교각-코핑	P14	49.70	23.9	28.4	26.2	
	16	교 대	A2	50.30	24.3	28.9	26.6	

2.2.2 탄산화 측정

탄산화 측정 결과, 실측 깊이는 최대 0.9cm로서 탄산화에 의한 철근의 부식 등 내구성 저하의 우려는 없는 것으로 나타났다.

[표 2.2.3] 상행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화 잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S2	8	0.3	4.0	3.7	a
2	바닥판하면	S3	8	0.4	4.0	3.6	a
3	바닥판하면	S5	8	0.4	4.0	3.6	a
4	교 대	A2	8	0.9	10.0	9.1	a
5	교각-기둥	P11	8	0.5	10.0	9.5	a
6	교각-기둥	P12	8	0.6	10.0	9.4	a

[표 2.2.4] 하행선 탄산화시험 분석결과

측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (cm)	피복두께 (cm)	탄산화 잔여 깊이(cm)	손상 등급
1	바닥판하면	S2	8	0.5	4.0	3.5	a
2	바닥판하면	S3	8	0.6	4.0	3.4	a
3	바닥판하면	S5	8	0.6	4.0	3.4	a
4	교 대	A2	8	0.7	10.0	9.3	a
5	교각-기둥	P11	8	0.5	10.0	9.5	a
6	교각-기둥	P12	8	0.8	10.0	9.2	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		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
STB[1]	강상자형교	a	b	b	a	a	c	b	a	b	Q	a	a
STB[2]	강상자형교	a	b	b	b	a	b	-	b	b	Q	a	a
STB[3]	강상자형교	a	b	b	b	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[4]	강상자형교	a	b	b	b	c	c	-	b	a	Q	a	a
STB[5]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[6]	강상자형교	a	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a
STB[7]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	c	b	b	Q	a	a
STB[8]	강상자형교	a	b	b	a	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[9]	강상자형교	a	b	b	b	c	c	-	b	b	Q	a	a
STB[10]	강상자형교	a	b	b	b	a	c	-	a	b	Q	a	a
STB[11]	강상자형교	a	b	a	b	a	b	-	b	a	Q	a	a
STB[12]	강상자형교	a	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a
STB[13]	강상자형교	a	b	a	b	a	b	c	b	b	Q	a	a
STB[14]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[15]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[16]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	b	c	Q	a	a
STB[17]	강상자형교	a	b	a	a	a	c	-	b	a	Q	a	a
STB[18]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	b	a	Q	a	a
STB[19]	강상자형교	-	-	-	-	-	-	b	b	b	Q	-	a
평균		0.100	0.200	0.139	0.183	0.133	0.344	0.300	0.184	0.189	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.018	0.040	0.007	0.013	0.004	0.007	0.027	0.017	0.038	-	0.004	0.003
1. 환산결합도 점수 =												0.177	
2. 상태평가 결과 =												B	

3.1.2 상태평가 결과

[표 3.1.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

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

3.2 하행선 상태평가

3.2.1 상태등급 산정

[표 3.2.1] 상태평가 등급산정

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
STB[1]	강상자형교	a	b	a	b	a	b	b	a	b	Q	a	a
STB[2]	강상자형교	a	b	a	b	c	c	-	b	a	Q	a	a
STB[3]	강상자형교	a	b	a	b	a	b	-	b	b	Q	a	a
STB[4]	강상자형교	a	b	a	a	c	c	-	b	b	Q	a	a
STB[5]	강상자형교	a	b	b	a	a	b	-	a	b	Q	a	a
STB[6]	강상자형교	a	b	a	a	c	c	-	b	b	Q	a	a
STB[7]	강상자형교	a	b	a	a	c	c	b	b	b	Q	a	a
STB[8]	강상자형교	a	b	a	a	c	c	-	a	a	Q	a	a
STB[9]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	a	b	Q	a	a
STB[10]	강상자형교	a	b	a	a	a	c	-	a	b	Q	a	a
STB[11]	강상자형교	a	a	a	a	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[12]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	-	a	a	Q	a	a
STB[13]	강상자형교	a	b	a	b	a	c	b	a	b	Q	a	a
STB[14]	강상자형교	a	a	b	b	a	c	-	b	b	Q	a	a
STB[15]	강상자형교	a	a	a	b	a	b	-	a	a	Q	a	a
STB[16]	강상자형교	-	-	-	-	-	-	b	a	b	Q	-	a
평균		0.100	0.180	0.113	0.153	0.200	0.347	0.200	0.144	0.175	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.018	0.036	0.006	0.011	0.006	0.007	0.018	0.013	0.035	-	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =												0.158	
2. 상태평가 결과 =												B	

3.2.2 상태평가 결과

[표 3.2.2] 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

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

제 4 장 종 합 결 론

4.1 점검결과 요약

[표 4.1.1] 점검결과 요약

구 분			점 검 결 과
외 관 조 사	상 부 구 조	바 닥 판	▪ 상태양호(전구간 보수 실시)
		거더	▪ 내·외부 도장손상, 환기망 탈락, 환기구 볼트 탈락 ▪ 내부 이물질퇴적 우수유입흔적
		가로보	▪ 도장손상 및 녹발생
	하 부 구 조	교 대	▪ 균열(폭0.3mm미만), 체수 및 누수흔적, 이물질퇴적, 백태
		교 각	▪ 균열(폭0.1~0.3mm), 누수흔적, ▪ 콘크리트 파손, 재료분리, 표면균열
	교량받침		▪ 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭0.3mm미만), 볼트이완 및 녹발생 ▪ 받침 콘크리트 파손 및 재료분리, 고무재 변형 및 손상
	기 타 부 재	교면포장	▪ 패임, 라벨링
		신축이음	▪ 본체 흡음재 탈락, 유간조절장치 이탈, 이물질퇴적 및 녹발생 ▪ 후타재 균열(폭0.3mm미만)
		난 간	▪ 균열(폭0.1~0.3mm), 콘크리트 파손 및 들뜸, 백태
		배수시설	▪ 배수관 지지대, 연결재, 연결고리 탈락
	부속시설		▪ 차수판 앵커 탈락, 방음벽 파손 및 변형 ▪ 점검계단 일부 미설치 및 하부 토사유실
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 바닥판하면 : 27.7~29.9 Mpa (설계강도 27 Mpa) ▪ 교대 및 교각 : 24.4~27.8 Mpa (설계강도 24 Mpa)
		평 가	각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 콘크리트 강도는 양호한 수준임.
	콘크리트 탄 산 화		▪ 슬 래 브 : 3.0~6.0mm (피복 40mm) ▪ 교대 및 교각 : 5.0~9.0mm (피복 100mm)
		평 가	현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타남
상태 평가 결과	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.177 ▷ 「B」 등급 · 하행선 0.158 ▷ 「B」 등급

4.2 결 언

2013년 하반기 정밀점검 결과, 전반적인 낙동대교의 상태는 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급의 상태로서, 일부 기존 손상에 대한 보수가 실시된 것으로 조사되었다.

주된 손상은 주형 내·외부 도장손상, 우수유입흔적, 가로보 도장손상, 교대 및 교각 균열(폭 0.1~0.3mm), 누수 및 체수흔적, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭 0.1~0.3mm), 녹발생, 볼트 조임불량 교면포장 라벨링, 패임, 신축이음 유간조절장치 이탈, 흡음재 탈락, 후타재 균열(폭 0.1~0.2mm), 난간 균열(폭 0.1~0.3mm) 및 균열부 백태, 파손, 배수관 수평지지대 탈락, 연결재 및 연결고리 탈락, 점검계단 하부 토사유실 및 공동, 파손, 방음벽 변형 및 파손 등이며, 바닥판하면, 교대 및 교각 일부 구간 균열(폭 0.1~0.3mm), 주형 내부 우수유입흔적, 교면포장 라벨링 및 패임, 배수관 수평지지대 탈락 및 변형 등이 추가 발생된 것으로 확인되었다. 상기 손상은 초기 건조수축 및 온도변화, 공용 년수 증가에 따른 노후화, 공용중 사용하중에 의한 영향 등 일반적으로 발생 가능한 손상들이며, 시설물에 영향을 미치는 수준은 아니나, 내구성 확보 차원의 적절한 보수 및 정비가 필요하다.

특히, 공용중 중점적으로 관리가 필요한 사항으로 폭 0.2mm 이상 균열에 대한 보수 후 손상의 진전여부에 대한 지속적인 점검이 필요하며, 전회차 점검시 신축이음 하부 누수 구간(하 A2)의 경우 현재 특이 사항은 발견되지 않았으나, 주의관찰을 통한 추가 손상여부 점검이 요구된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

낙동대교는 2006년에 준공된 교량연장 상행선 1,148m, 하행선 988m, 상·하행선 교폭이 각각 12.6m인 강박스 거더 교량으로 경상남도 김해시 생림읍 안양리-밀양시 삼랑진읍에 걸쳐 위치하며, 최대경간장 70m의 1종 시설물이다. 교량의 기하학적 형상은 사각이 없는 직선교량이며, 상부구조는 강박스 거더가 3경간 및 6경간 연속으로 시공되었고, 하부구조는 직접, Pile, 우물통 기초에 교각은 중공8각형, 교대는 역T형으로 시공되었다.

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	주 형	외부	도장손상	m ² (개소)	6.72 (124)	도장보수	
			이물질퇴적	m ² (개소)	0.61 (5)	정비	
		내부	도장손상	m ² (개소)	0.04 (4)	도장보수	
			환기구 볼트 이완	개소	2	정비	
			환기구 탈락	개소	4	정비	
			우수유입흔적	m ² (개소)	19.55 (7)	주의관찰	
			이물질퇴적	m ² (개소)	4.0 (5)	정비	
			조명시설불량	개소	11	정비	
	가 로 보	도장손상		m ² (개소)	0.7 (20)	도장보수	
하 부 구 조	교대, 교각	균열	0.3mm 미만	m (개소)	48.6 (75)	표면처리	
			0.3mm 이상	m (개소)	7.9 (9)	수지주입	
		재료분리		m ² (개소)	0.5 (1)	단면보수	
		이물질퇴적		m ² (개소)	0.75 (2)	정비	
		체수 및 누수흔적		m ² (개소)	0.3 (2)	표면처리	
		파손		m ² (개소)	0.26 (2)	단면보수	
교량받침	몰탈 균열	0.3mm 미만		m (개소)	49.0 (253)	표면처리	
	받침 균열	0.3mm 미만		m (개소)	10.0 (36)	표면처리	
	파손		m ² (개소)	0.04 (2)	단면보수		
	재료분리		m ² (개소)	0.16 (2)	단면보수		
	볼트 녹발생		개소	7	도장보수		
	와셔 녹발생		개소	1	도장보수		
	와셔 탈락		개소	5	정비		
	볼트이완		개소	13	정비		
	고무재 배부름		개소	1	주의관찰		
	고무재 밀림		개소	2	주의관찰		

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표 - 계속

구분			손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
기 타 부 재	교면포장		패임		m ² (개소)	5.07 (22)	아스콘 팻칭	
			포트홀		m ² (개소)	0.04 (1)	주의관찰	
			라벨링		m ² (개소)	135.8 (26)	주의관찰	
	배수시설		배수관 지지대 탈락		개소	1	정비	
			배수관 연결고리 탈락		개소	1	정비	
			배수관 연결재 탈락		개소	1	정비	
			배수구 막힘		개소	1	정비	
	난간		균열	0.3mm미만	m (개소)	203.0 (182)	표면처리	
				0.3mm이상	m (개소)	46.3 (39)	수지주입	
			실란트 파손		m ² (개소)	1.2 (1)	실란트충진	
			백태		m ² (개소)	14.62 (20)	표면처리	
			파손		m ² (개소)	0.25 (4)	단면보수	
	신축 이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	21.5 (41)	표면처리	
		본체	이물질퇴적		m ² (개소)	10.8 (5)	정 비	
			유간조절장치 이탈		개소	1	정비	
			흡음재탈락		개소	2	정비	
부속 시설			차수판 앵커, 볼트, 너트 탈락		개소	28	정비	
			차수판 탈락		개소	1	정비	
			델리네이트 파손		개소	2	정비	
			교각 표지판 탈락		개소	12	정비	
			점검계단 설치미흡 및 이격		개소	1	정비	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구분		손상 현황		단위	합계	보수공법	비 고
상 부 구 조	주 형	외부	도장손상	m ² (개소)	2.38 (79)	도장보수	
		내부	도장손상	m ² (개소)	0.03 (3)	도장보수	
			환기구 볼트 이완	개소	6	정비	
			누수 및 우수유입흔적	m ² (개소)	31.2 (5)	주의관찰	
			이물질퇴적	m ² (개소)	6.22 (16)	정비	
			표지판 탈락	개소	1	정비	
			조명시설불량	개소	9	정비	
	가 로 보	도장손상		m ² (개소)	0.03 (3)	도장보수	
하 부 구 조	교대, 교각	균열	0.3mm 미만	m (개소)	31.1 (40)	표면처리	
			0.3mm 이상	m (개소)	0.4 (1)	수지주입	
		파손 및 재료분리		m ² (개소)	0.1 (3)	단면보수	
		체수 및 누수흔적		m ² (개소)	7.8 (2)	정비	
		백태		m ² (개소)	1.4 (2)	표면처리	
		이물질퇴적		m ² (개소)	0.15 (1)	정비	
		표면균열		m ² (개소)	6.0 (1)	표면처리	
		화재흔적		m ² (개소)	1.0 (1)	표면처리	
교량받침		몰탈 균열	0.3mm 미만	m (개소)	1.5 (15)	표면처리	
			0.3mm 이상	m (개소)	2.5 (1)	수지주입	
		받침 균열	0.3mm 미만	m (개소)	3.0 (13)	표면처리	
		볼트 녹발생		개소	2	도장보수	
		재료분리		m ² (개소)	0.03 (1)	단면보수	
		박리, 들뜸		m ² (개소)	0.62 (2)	단면보수	

[표 5.1.2] 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 (3)	아스콘 팻칭	
			라벨링		m ² (개소)	54.2 (10)	주의관찰	
	배수시설		배수관 지지대 탈락		개소	4	정비	
			배수관 지지대 변형		개소	1	정비	
	난간		균열	0.3mm 미만	m (개소)	105.0 (85)	표면처리	
				0.3mm 이상	m (개소)	131.1 (67)	수지주입	
			콘크리트 파손		m ² (개소)	0.01 (1)	단면보수	
			표면균열		m ² (개소)	6.0 (3)	표면처리	
			백태		m ² (개소)	2.85 (9)	표면처리	
	신축 이음	후타재	균열	0.3mm 미만	m (개소)	21.5 (43)	표면처리	
		본체	이물질 퇴적		m ² (개소)	13.0 (8)	정비	
			흡음재 탈락		개소	1	정비	
부속 시설			차수관 앵커, 볼트, 너트 탈락		개소	32	정비	
			방음벽 변형		개소	2	정비	
			방음벽 리브 파손		개소	2	정비	
			점검계단 파손		개소	1	정비	
			교각 표지판 탈락		개소	6	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
바닥판	◦ 양호	· 보수부 재손상 여부	육안조사
강재 거더	◦ 도장손상 ◦ 우수유입흔적	· 손상현황의 진전여부 · 강재 녹발생 여부	육안조사
교대 및 교각	◦ 재료분리, 파손 ◦ 균열, 표면균열	· 손상현황의 진전여부 · 균열부의 손상진전 유무	육안조사
교량받침	◦ 볼트체결불량 ◦ 몰탈 및 받침 균열	· 이동여유량 검토 · 균열부의 손상진전 유무	육안, 실측
교면포장	◦ 라벨링, 패임, 포트홀	· 차량주행성 저하 여부	육안조사
신축이음	◦ 유간조절장치 이탈 ◦ 기존 하부 누수 ◦ 후타재 균열	· 작동상태 점검 · 우기시 주의관찰 · 손상의 진전여부	육안조사
콘크리트 난간	◦ 균열, 균열부 백태 ◦ 콘크리트 파손	· 결함 발생 및 진전 여부 · 파손부 확대여부	육안조사
배수시설	◦ 배수관 지지대 탈락 ◦ 배수관 연결재, 연결고리 탈락	· 손상현황의 진전여부 · 정비 여부 확인	육안조사
기타	◦ 차수관 볼트 탈락 ◦ 점검계단 침하 및 토사유실 ◦ 방음벽 파손 및 변형	· 손상현황의 진전여부 · 정비 여부 확인 · 정비 여부 확인	육안조사