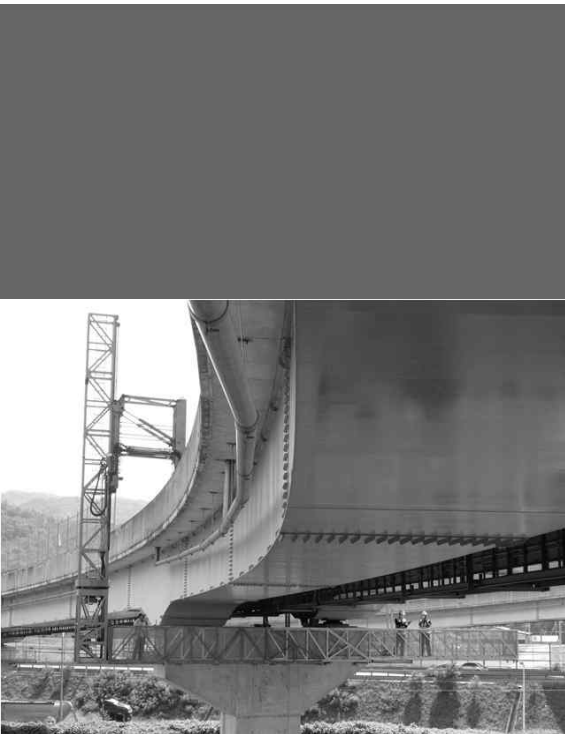




제 3 장 외관조사

3.1 개 요

3.2 외관조사 결과

3.3 외관조사 결과분석

제 3 장 외관조사

3.1 개 요

관호대교는 경북 칠곡군 약목면 관호리에 위치한 편도 2차선의 STB(4경간)로서 2003년에 준공된 교량이다.

본 과업은 대상 시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 교량부재 전체에 대하여 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 사전 현장 답사를 통해 주변 교통여건을 파악하여 현장접근에 필요한 점검차 등 장비동원과 일정계획을 수립하여 교량의 외관 상태를 정밀하게 조사하였다.

외관조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편, 국토해양부, 한국시설안전공단, 2013. 04)』에 의거 실시하였으며, 주요부재(바닥판, 거더, 하부구조, 교량받침, 신축이음 등) 및 보조부재에 대해 현 상태를 면밀히 조사하여 교량의 안전성을 저해할 만한 구조적 결함의 유무를 중점적으로 수행하였다.

또한, 기 점검(13년 진단)자료를 분석하여 기존 손상의 진전 및 신규 발생, 보수부 재손상을 조사하였으며, 과업지시서 내용을 충분히 반영하여 부재 및 경간별 손상정도(길이, 방향, 폭, 깊이)를 정확히 파악하고 이를 바탕으로 외관조사망도 및 손상 물량표를 작성하여 상태평가, 보수·보강 및 유지관리방안의 기초자료로 활용하였다.

3.1.1 외관조사방향 설정

외관조사는 현장답사를 통해 접근방법 및 안전조치사항 등을 결정하고, 예비조사를 통해 세부적인 외관조사방법을 결정하여 외관조사를 시행하였다.

【표 3.1】 외관조사 방향(현장답사)

구 분	외관조사 방향
현장답사	◦ 현장접근에 필요한 점검차 등의 접근방법, 장비동원과 일정계획을 수립 ◦ 도로차선 통제 시 관할 경찰서 파악(담당부서와 필요한 서류 및 절차) ◦ 예비조사를 통해 교량에 발생한 주요 결함을 형태별로 분류 ◦ 결함 및 손상의 발생원인을 추정하고 조사방향 결정 ◦ 현장조사 안전조치 사항

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

【표 3.2】 외관조사 방향(자료조사)

구 분	외관조사 방향
예비조사	◦ 난간손상(파손 및 변형)에 대한 보수여부 및 추가발생여부 확인 ◦ 배수시설 집수구 청소상태 확인 ◦ 신축이음장치 청소상태, 신축이음 후타재 손상 여부 확인

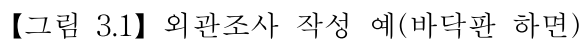
3.1.2 외관조사 기간 및 수행자

【표 3.3】 외관조사 기간 및 수행자

일 자		조 사 내 용	수 행 자	비 고
2015. 7. 20 ~ 7. 23		현장답사	박 명 근 외 11 명	
1차	2015. 9. 4	외관조사 및 시험(점검차)		
2차	2015. 9. 14	신축이음 등 누수발생여부 확인		

3.1.3 외관조사망도 작성방안

- (1) 외관조사망도 작성은 기본적으로 손상의 진행 및 보수여부 등 이력확인을 위하여 보수부 손상, 전회차 손상, 금회 신규손상에 대해 손상번호표기 모양을 달리 사용하여 각 손상의 조사 시기를 파악 할 수 있도록 아래와 같이 구분하여 표기하였다. 또한 기존 손상은 점선으로 금회 조사된 신규손상은 실선으로 구분하였다.



3.1.4 외관조사 전경



바닥판하면 외관조사(교량점검차)



거더 내부 외관조사(도보)



배수관 외관조사(교량점검차, 도보)



교량하부 외관조사(도보)



거더외부 외관조사(교량점검차, 도보)

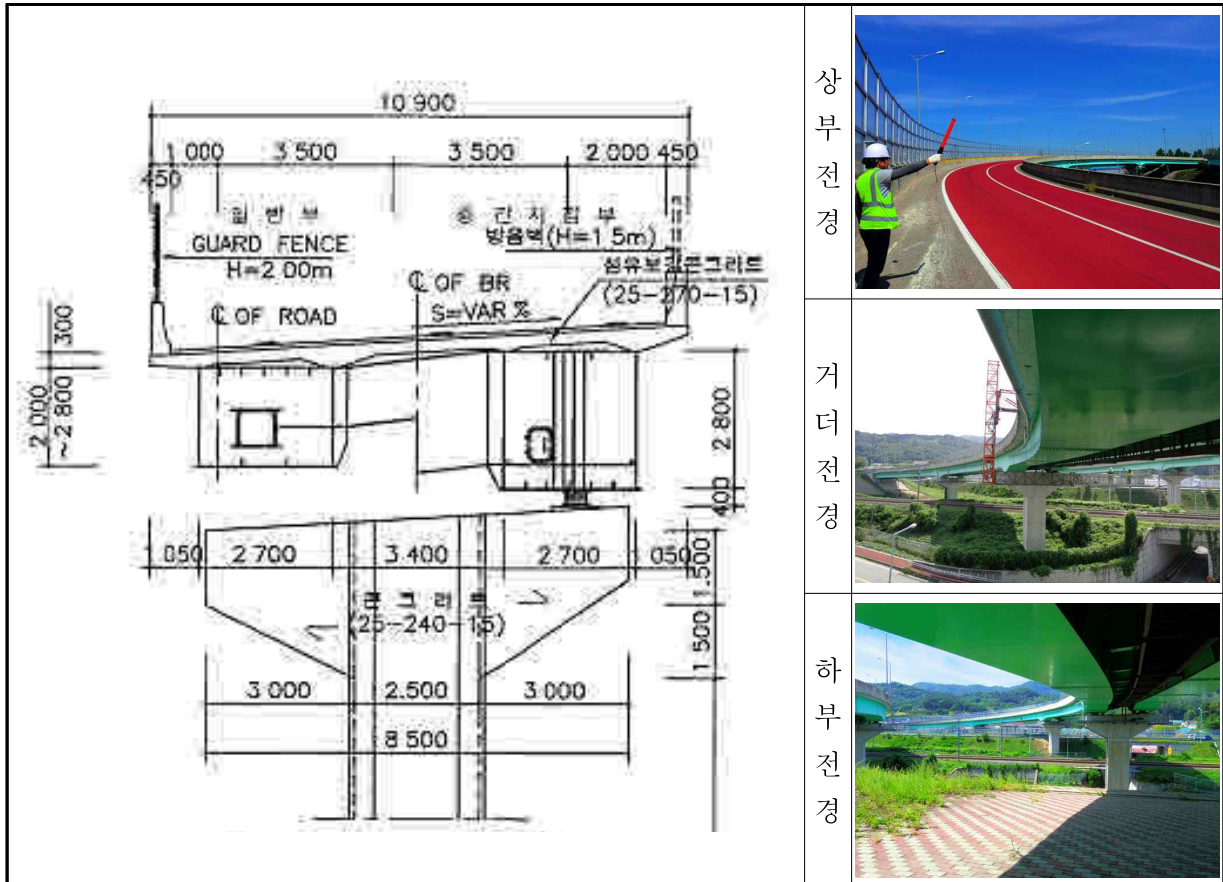


교량받침 외관조사(도보)

【그림 3.2】 외관조사 전경

3.2 외관조사 결과

관호대교는 편도2차선의 4경간($50.0 + 2@60.0 + 50.0 = 220.0\text{m}$) Steel Box Girder교로서 경부선 횡단 및 국도 33호선과 4호선을 이어주는 교량으로 외관조사는 각 부재별로 상부 구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 난간(연석), 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



3.2.1 교면포장

(1) 현황

교면포장은 설계도서 검토결과 대상 교폭 10.9m이고, 아스팔트 포장으로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 소성변형, 미끄럼방지포장 마모, 토사퇴적 등의 손상이 확인되었고 보수 이력 확인 결과, 2003년 준공 이후 보수이력은 없는 것을 확인되었다.



【그림 3.3】 교면포장 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.4】 교면포장 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
공 통	• 균열(미세, 선상, 격자형) • 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) • 포트 홀 • 노면잡물(경사불량)	
신축이음 전·후, 구조물경계부	• 단차, 침하	
배수구주변	• 물고임(배수구 간격, 유출구 위치)	

(3) 외관조사 내용

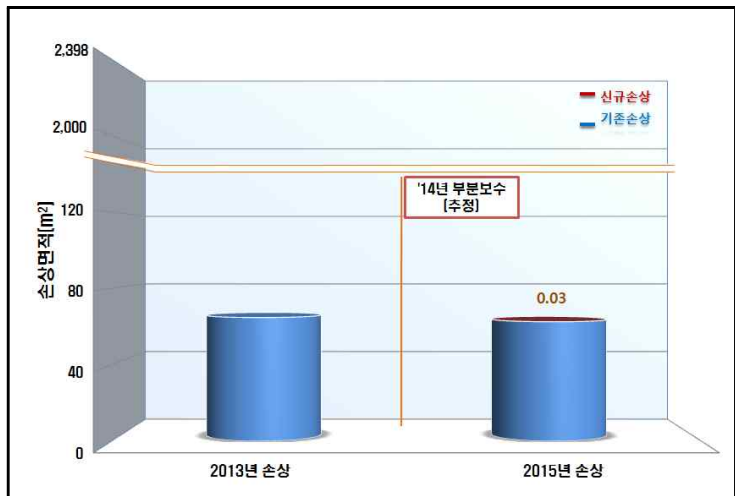
교면포장에 대한 외관조사 결과, 포트홀($0.01\text{m}^2/1\text{개소}$), 소성변형($1.5\text{m}^2/1\text{개소}$), 균
 힘($0.02\text{m}^2/2\text{개소}$), 토사퇴적($61.00\text{m}^2/3\text{개소}$) 등의 손상이 조사되었다.

아스콘 포트홀과 소성변형은 반복적인 차량 하중, 제동, 가속, 중차량의 지속적인
 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단된다.

발생된 손상은 차량의 주행성에 영향을 주지 않을 정도의 손상 규모이므로 주의관
 찰이 필요하다. 2013년 정밀안전진단 이후에 국부적인 손상에 대한 보수가 이루어
 진 것으로 판단된다.

구분	조사면적 (m ²)	손상면적 (m ²)	손상율 (%)
13년	2,398	64.75	2.70
15년		62.53	2.60
계	2,398	62.53	2.60

· 균열은 폭 0.25m로 환산한 수치임.



【그림 3.4】 교면포장 손상 추이분석



【그림 3.5】 교면포장 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.5】 교면포장 결함 및 손상내용

구 분	손상물량			
	포트홀(㎡/개소)	소성변형(㎡/개소)	긱힘(㎡/개소)	토사퇴적(㎡/개소)
S01	0.01/1개소	-	0.02/2개소	-
S02	-	-	-	6.00/1개소
S03	-	1.50/1개소	-	30.00/1개소
	-	-	-	25.00/1개소
소계	0.01/1개소	1.50/1개소	0.02/2개소	61.00/3개소

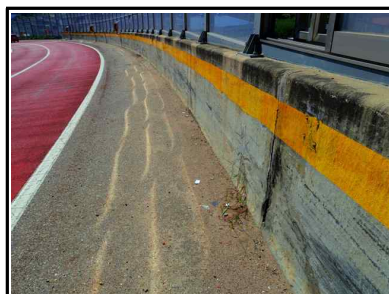
【표 3.6】 교면포장 손상집계

구 분	단위	'13 진단 수량/개소	'15 점검 수량/개소	증감	비고
포트홀	㎡	-	0.01/1	▲ 0.01/1	신규손상
소성변형	㎡	3.00	1.50/1	▼ 1.50	부분보수
긱힘	㎡	-	0.02/2	▲ 0.02/2	신규손상
토사퇴적	㎡	61.00/3	61.00/3	-	증감없음
미끄럼방지포장 마모	㎡	0.75	-	▼ 0.75	재포장

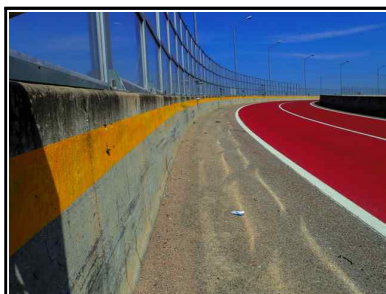
3.2.2 방호벽

(1) 현황

방호벽은 콘크리트 형식으로 교면 양측에 설치되어 있으며, 전구간 방음벽이 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 균열, 균열부 백태, 파손, 텔리네이트 및 차량 유도표지판 파손, 방음벽 파손 등이 조사되었고, 2013년 정밀안전진단 이후 일부 손상에 대해 보수를 실시한 것으로 판단된다.



방호벽 현황



방호벽 현황



방음벽 현황

【그림 3.6】 난간 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.7】 난간/중앙분리대 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
난간 및 방호벽	• 균열(부모멘트부 균열, 침하균열) • 박리, 박락, 철근노출, 파손(충돌) • 난간과 상판연결부의 결함, 파손	
기 타	• 신축이음부 주변 교대측 방호벽과 간섭영향 발생여부 • 난간손상(파손 및 변형)에 대한 보수여부 및 추가 발생여부 확인	

(3) 외관조사 내용

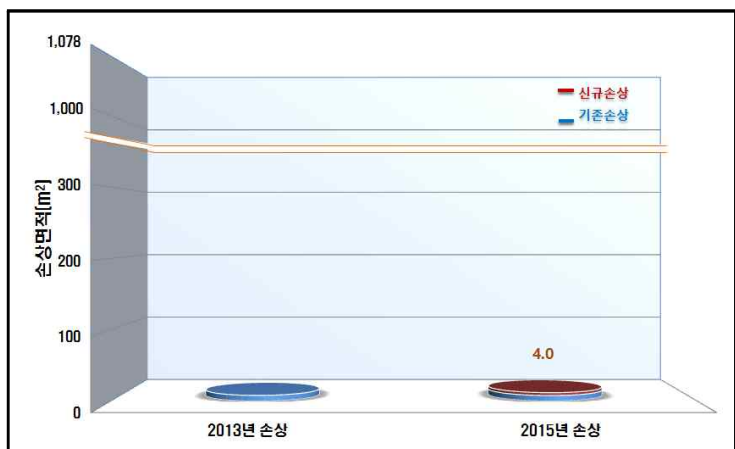
방호벽에 대한 외관조사 결과, 방호벽 균열(44.00m/42개소), 파손(0.27㎡/3개소), 백태(0.6㎡/1개소), 방음벽 지지대 파손(1EA), 방음벽 파손(2EA), 표지판 파손(1EA), 텔리네이트 파손(16EA) 등이 조사되었다.

방호벽 균열의 경우 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되며, 텔리네이트 및 표지판 파손, 방음벽 지지대 파손, 방음벽 파손, 방호벽 파손 등은 외부충격(차량추돌 등) 및 노후화에 의해 발생한 손상으로 판단된다.

텔리네이트 및 표지판 파손, 방음벽 파손 및 지지대 파손 등은 주행차량 안전성 및 시야확보를 위하여 재설치 및 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 그 외 손상에 대해서는 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

구분	조사수량 (㎡)	손상수량 (㎡)	손상율 (%)
13년	1,078	8.07	0.74
15년		11.87	1.10
계	1,078	11.87	1.10

·균열은 폭 0.25m로 환산한 수치임.



【그림 3.7】 난간 손상 추이분석



콘크리트 균열 (S1경간)



균열 및 백태 (S2경간)



콘크리트 파손 (S2경간)



방음벽 지지대 파손 (S3경간)

【그림 3.8】 난간 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.8】 난간 결함 및 손상내용

구 분	손상물량					
	방호벽 균열 (0.3mm미만) (m/개소)	방호벽 균열 (0.3mm이상) (m/개소)	방호벽 파손 (㎡/개소)	백태 (㎡/개소)	방음벽 파손, 지지대 파손 (EA)	텔레네이트 및 표지판 파손 (EA)
S01	2.00/2	-	-	-	-	3
S02	3.00/2	2.5/2	0.21/2	0.60/1	-	2
S03	3.00/3	-	-	-	1	6
S04	16.00/16	17.5/17	0.06/1	-	2	6
소계	24.00/23	20.00/19	0.27/3	0.60/1	3	16

【표 3.9】 난간/중앙분리대 손상집계

구 분	단위	'13 진단	'15 점검	증감	비고
		수량/개소	수량/개소		
방호벽 균열 (0.3mm미만)	m	24.00	24.00/23	-	증감없음
방호벽 균열 (0.3mm이상)	m ²	4.00	20.00/19	▲ 16.00	손상확대
방호벽 파손	m ²	0.27	0.27/3	-	증감없음
백태	m ²	0.80	0.60/1	▼ 0.2	오류정정
방음벽 및 지지대 파손	EA	2	3	▲ 1	신규발생
텔리네이트 및 표지판 파손	EA	30	16	▼ 14	일부보수

3.2.3 바닥판 하면

(1) 현황

바닥판 하면은 테크플레이트로 시공되어 있으며 캔틸레버부는 콘크리트로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 균열, 파손 등의 손상이 조사되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.



【그림 3.9】 난간 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.10】 바닥판 하면 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
바닥판	· 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 파손 · 백태, 오염 · 재료분리 · cw=0.2mm 이하균열 현황 및 보수부 재 손상여부	

(3) 외관조사 내용

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 테크플레이트 부식, 콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 판단된다.



캔틸러버 전경



캔틸러버 전경

【그림 3.10】 바닥판하면 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.11】 바닥판 하면 결함 및 손상내용

구 분	손상물량			
	균열/누수 (m/개소)	균열/백태 (㎡/개소)	망상균열 (㎡/개소)	백태 (㎡/개소)
S01	-	-	-	-
S02	-	-	-	-
S03	-	-	-	-
S04	-	-	-	-
소계	-	-	-	-

【표 3.12】 바닥판 하면 손상집계

구 분	단위	'13 진단 수량/개소	'15 점검 수량/개소	증감	비고
-	-	-	-	-	-

3.2.4 거더(STB거더:Steel Box girder) 및 가로보

(1) 현황

본 교량의 거더는 강상자형으로 공용기간 증가에 의한 부식, 변형상태 등에 중점을 두어 조사를 실시하였다.

2013년 정밀안전진단 시 거더에 발생한 주요 손상은 거더 외부 도장균열, 탈락 등으로 조사되었다. 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 도장손상에 대해 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.



【그림 3.11】 STB거더 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.13】 STB거더 외관조사 시 주요 점검항목

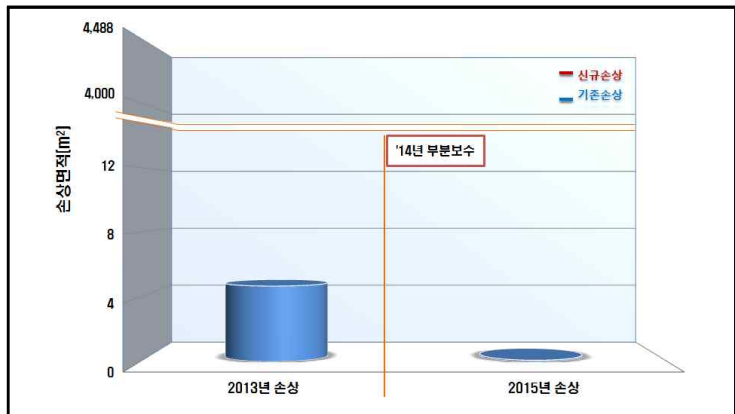
점 검 부 위		손 상 종 류	비 고
거 더	공 통	• 변형, 균열, 파손 • 표면(도장)상태 오염, 부식 • 이상처짐 • 연결부 볼트 이완, 파손, 이상음	
	받침부	• 박스내부 출입구 개폐 • 거더와 받침연결부 부식 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식	
	중앙부	• 맞대기 용접부 균열 • 플랜지 변형 및 처짐 • 다이어프램 연결부 균열	
	2차부재	• 거더와의 연결부 균열	
	보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열	

(3) 외관조사 내용

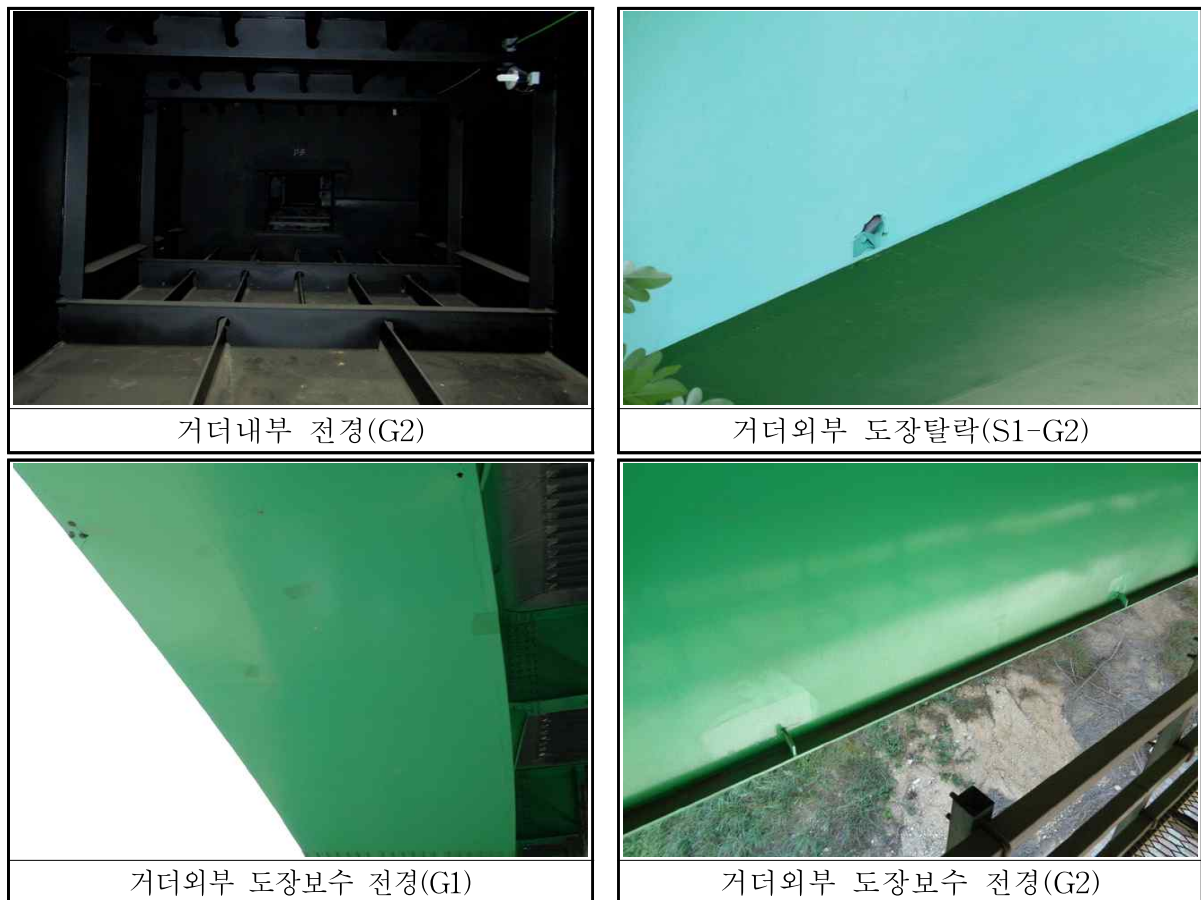
거더에 대한 외관조사 결과, 거더 내부는 도장박리, 탈락 등의 손상이 없는 양호한 상태이며, 거더 외부는 국부적인 도장 탈락이 발생한 상태이다. 도장박리는 세척과 소지조정 작업이 적당치 못한 경우(물, 오일 등 잔류)에 주로 발생하고 강재부식으로 진전될 가능성이 있으므로 도장보수를 실시하는 것이 바람직하다.

구분	조사면적 (m ²)	손상면적 (m ²)	손상율 (%)
13년	4,488	4.67	0.10
15년		0.09	0.002
계	4,488	0.09	0.002

·강재변형은 면적으로 환산함



【그림 3.12】 STB 합성거더 손상 추이분석



【그림 3.13】 STB거더 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.14】 STB거더 결함 및 손상내용

구 분	손상물량
	도장탈락(m²/개소)
S01	0.09/1
S02	-
S03	-
S4	-
소계	0.09/1

【표 3.15】 STB거더 손상집계

구 분	단위	'13 진단 수량/개소	'15 점검 수량/개소	증감	비고
		수량/개소	수량/개소		
도장탈락	m²	0.27	0.09/1	▼	0.18 보수누락
도장긁힘	m²	4.40	-	▼	4.40 보수완료

3.2.5 교대 및 교각

(1) 현황

관호대교의 교대 형식은 역T형으로 시공되었으며, 교각은 T형 교각이다. 교각은 교량받침을 통해 전달되는 상부구조의 수직하중을 지지하며, 교대는 배면의 토압에 저항하는 역할을 한다. 2013년 정밀안전진단 시 수직균열, 망상균열, 교대 누수오염, 교대 호안상단 침하 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.



【그림 3.14】 하부구조 현황

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.16】 교대 및 교각 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
공 통	• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 박락, 층분리, 백태, 파손, 철근노출 • 교대회전, 침하(교대, 교각)	
두 부	• 두부 물고임(교대, 교각) • 두부와 홍벽 경계부 균열(교대) • 거더와 홍벽 신축유간 부족 • 받침하부 균열 및 파손(박리, 박락)	
벽 체(구체)	• 균열(수직균열) • 벽체와 날개벽 분리(이동) • 이동 또는 기울음	
기 타	• 하부구조 균열 현상(손상확대여부) 및 균열 보수여부 확인	

(3) 외관조사 내용

① 교대

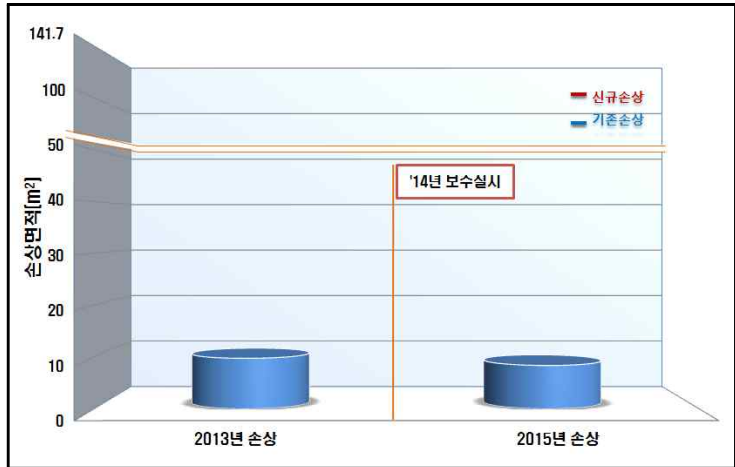
교대에 대한 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열(1.50m/1개소), 누수오염(6.00m²/5개소), 침하(1.00m²/1개소), 폐콘크리트 퇴적(1.00m²/1개소) 등의 손상이 발생한 상태이다.

누수오염, 침하 등의 손상은 상부로부터 우수유입에 의해 발생한 기 손상으로 손상의 진전은 미미한 상태이고, 0.3mm미만 균열은 보수시 누락된 것으로 판단된다. 상기 손상들은 주의관찰 후 손상 진전 시 보수가 필요하다.

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 콘크리트 균열 손상에 대해서 보수를 실시한 것으로 판단되었다.

구분	조사면적 (m ²)	손상면적 (m ²)	손상율 (%)
13년	141.7	9.75	6.88
15년		8.37	5.90
계	141.7	8.37	5.90

· 균열은 폭 0.25m로 환산한 수치임.



【그림 3.15】 교대 손상 추이분석



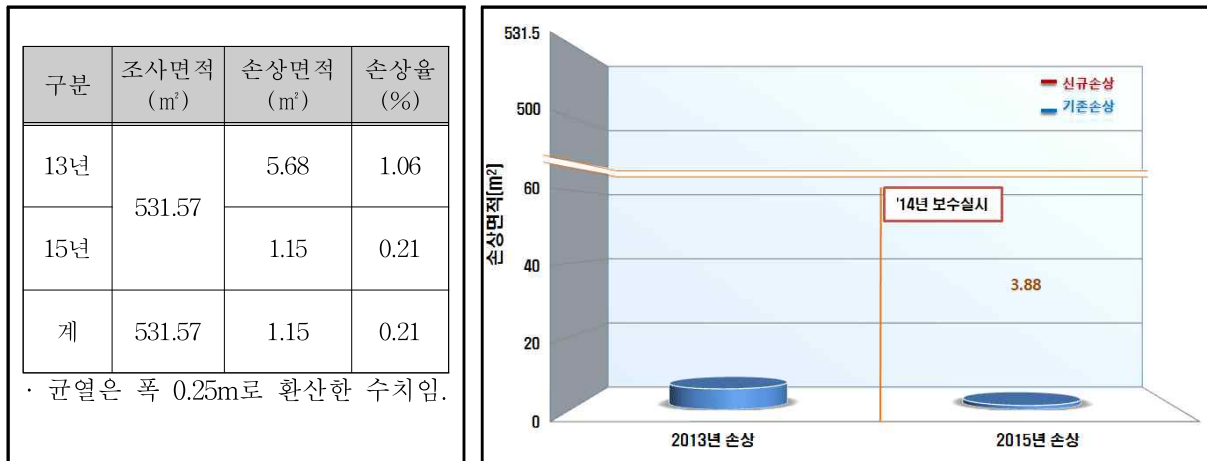
【그림 3.16】 교대 손상 현황

- 제1장
- 제2장
- 제3장
- 제4장
- 제5장
- 제6장
- 제7장
- 제8장

② 교각

교각에 대한 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열 등이 발생한 것으로 조사되었다.

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과, 콘크리트 균열 손상에 대해 보수가 실시된 상태이다.



【그림 3.17】 교각 손상 추이분석



【그림 3.18】 교각 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.17】 교대, 교각 결함 및 손상내용

구 분	손상물량			
	균열(0.3mm미만) (m/개소)	누수오염 (㎡/개소)	침하 (㎡/개소)	폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)
A1	-	2.00/2	-	-
P1	1.60/3	-	-	-
P2	-	-	-	-
P3	3.00/2	-	-	-
A2	1.50/1	6.00/3	1.00/1	1.00/1
소계	6.01/6	8.00/5	1.00/1	1.00/1

【표 3.18】 교대, 교각 손상집계

구 분	단위	'13 진단	'15 점검	증감	비고
		수량/개소	수량/개소		
균열(0.3mm미만)	m	30.30	6.01/6	▼ 24.29	일부보수
누수오염	㎡	8.50	8.00/5	▼ 0.50	오류수정
침하	㎡	1.00	1.00/1	-	증감없음
폐콘크리트 퇴적	㎡	-	1.00/1	▲ 1.00/1	신규손상
망상균열	㎡	1.00	-	▼ 1.00	보수실시
마감불량	㎡	0.36	-	▼ 0.36	보수실시

3.2.6 받침장치

(1) 현황

교량의 받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 안전하게 전달하는 기능과 온도변화에 따른 거더의 신축거동을 수용하는 기능을 원활히 할 수 있어야 한다. 본 교량의 받침장치는 포트받침으로 총 10개소 설치되어 있으며, 진단키를 이용한 브라켓 보강이 교축방향, 교축직각방향으로 설치되어 지진시 낙교방지에 대한 내진성능은 확보된 것으로 판단된다. 2013년 정밀안전진단 시 몰탈 균열(0.3mm미만)이 발생한 것으로 조사되었으며 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.19】 교량받침 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
본 체	- 부식(오물퇴적), 변형 - 균열, 파손 - 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 - 받침과 거더의 밀착상태(분리) - 받침과 거더의 밀착상태(분리)	
받침콘크리트	- 균열, 파손 - 부분침하	
기 타	받침장치 몰탈균열(cw=0.3mm미만) 손상확대 및 추가발생여부 확인	



받침장치 현황



받침장치 현황



받침장치 현황

【그림 3.19】 교량받침 현황

(3) 외관조사 내용

교량받침에 대한 외관조사 결과, 도장 들뜸($0.01\text{m}^2/1\text{개소}$), 0.3mm미만 받침콘크리트 균열($0.2\text{m}/1\text{개소}$), 들뜸($0.06\text{m}^2/1\text{개소}$) 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

도장 들뜸 및 받침콘크리트 들뜸은 손상진전의 우려가 있으므로 보수가 요망되며, 그 외 손상은 주의관찰 후 보수 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.



도장들뜸(Sh1-A2)



반침콘크리트 들뜸(Sh-A2)

【그림 3.20】 교량받침 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.20】 받침장치 결함 및 손상내용

구 분	손상물량		
	cw=0.3mm미만 균열 (m/개소)	도장들뜸 (㎡/개소)	콘크리트 들뜸 (㎡/개소)
A1	-	-	-
P1	0.20/1		
P2	-	-	-
P3	-	-	-
A2	-	0.01/1	0.06/1
소계	0.20/1	0.01/1	0.06/1

【표 3.21】 받침장치 손상집계

구 분	단위	'13 진단	'15 점검	증감	비고
		수량/개소	수량/개소		
cw=0.3mm미만 균열	m	3.35	0.20/1	▼ 3.15	일부보수
도장들뜸	㎡	-	0.01/1	▲ 0.01/1	신규손상
콘크리트 들뜸	㎡	-	0.06/1	▲ 0.06/1	신규손상

제1장

제2장

제3장

제4장

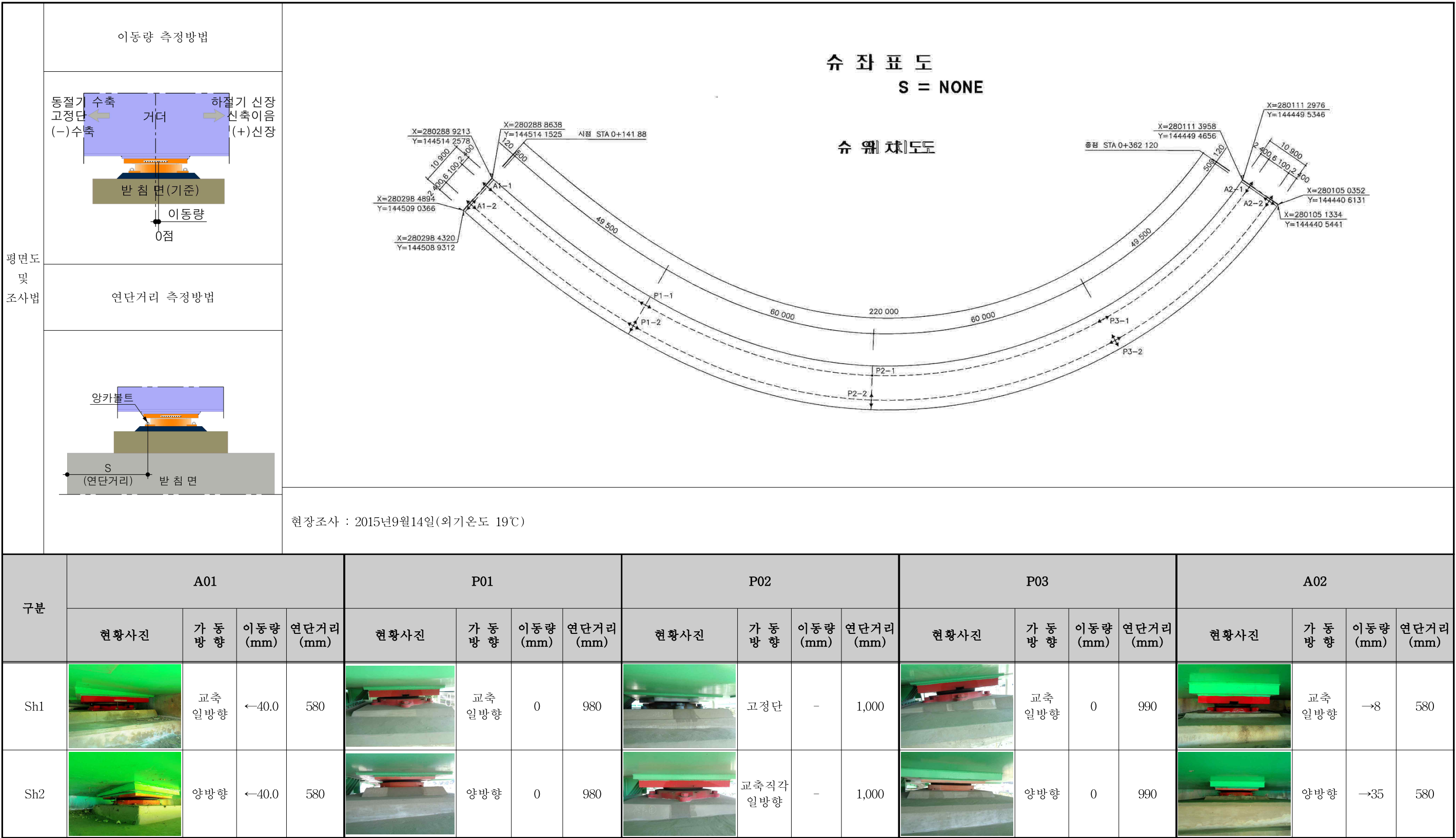
제5장

제6장

제7장

제8장

【표 3.22】 교량받침 이동량 조사 및 연단거리 측정



현장조사 : 2015년9월14일(외기온도 19℃)

- 제 1 장
- 제 2 장
- 제 3 장
- 제 4 장
- 제 5 장
- 제 6 장
- 제 7 장
- 제 8 장

(5) 받침장치 연단거리 측정

교량 받침면은 받침장치를 통해서 상부구조로부터 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 또한 지진 시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서 받침장치 앵커볼트에 서 정부(楨部)연단까지의 거리가 작으면, 고정단에서는 전단면에 연해서 받침면이 파손되는 경우가 있고 또한 가동단 에서는 받침이 벗어나 거더가 낙교 할 수도 있다. 따라서 본 과업에서는 도로교 설계기준(2010)에 준하여 실제 연단거리와 설계 연단거리를 비교·검토하였다.

- 거더의 경간길이 100m이하 : 연단거리(S) = 200 + 5 × L

- 거더의 경간길이 100m이상 : 연단거리(S) = 300 + 4 × L

여기서, L : 지간길이 (m)

각 지점별 받침에 대한 연단거리를 측정한 결과, 실측 연단거리가 도로교 설계기준의 최소연단거리에 만족하는 것으로 확인되었다.

【표 3.23】 연단거리 측정결과

구 분				경간장 (m)	실측 연단거리 (mm)	계산 연단거리 (mm)	결 과
A01	-	Sh1	중 점 측	50	450	580	O.K
		Sh2	중 점 측		450	580	O.K
P01	전면	Sh1	시 점 측	50	450	980	O.K
		Sh2	시 점 측		450	980	O.K
	후면	Sh1	중 점 측	110	540	980	O.K
		Sh2	중 점 측		540	980	O.K
P02	전면	Sh1	시 점 측	110	540	1,000	O.K
		Sh2	시 점 측		540	1,000	O.K
	후면	Sh1	중 점 측	110	540	1,000	O.K
		Sh2	중 점 측		540	1,000	O.K
P03	전면	Sh1	시 점 측	110	540	990	O.K
		Sh2	시 점 측		540	990	O.K
	후면	Sh1	중 점 측	50	450	1,000	O.K
		Sh2	중 점 측		450	1,000	O.K
A02	-	Sh1	시 점 측	50	450	580	O.K
		Sh2	시 점 측		450	580	O.K

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

(6) 받침장치 가동 여유량 검토

설계 시 받침의 이동량은 온도변화, 활하중, 크리프, 건조수축, 부가여유 량 및 설치여유 량 등을 고려하여 산정하나, 금회 조사에서는 시공 시 검토조건인 부가여유 량 및 설치여유 량은 공용 년 수가 12년 경과된 교량이므로 크리프 및 건조수축 의한 변화는 거의 종결된 것으로 간주하여 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다.

받침장치 가동여유 량에 대한 검토는 『도로교설계기준, 2010』에 따라 측정일 온도에서 설계검토 최저, 최고온도까지 수축 및 신장거동에 대한 받침장치의 부가여유 량을 검토하였다.

- 조사 시 온도 : 2015년 9월 14일 외기온도 $\Rightarrow 19^{\circ}\text{C}$

- 검토 온도 : 보통기후 $\rightarrow -10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ (강교일 경우)

◎ 받침장치 여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell t = \alpha \times \Delta T \times \ell$

- 선팽창계수(강교) : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

- 온도범위 : $\Delta T = 19^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 29^{\circ}\text{C}$ (최대 수축 시, 동절기)

$40.0^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C} = 21^{\circ}\text{C}$ (최대 신장 시, 하절기)

- 적용 경간 길이 (ℓ) = 60.0m, 110.0m

【표 3.24】 교량받침 여유량 조사 결과

구 분		신축돌보 길이(m)	측정 이동량 (mm)	측정 여유량(mm)		계산 이동량(mm)		허용이동량 (mm)	결 과
				신장	수축	신장	수축		
A1	Sh1	110.0	(+)40.0	35.0	115.0	27.7	38.3	±75	O.K
	Sh2		(+)40.0	35.0	115.0	27.7	38.3		O.K
P1	Sh1	60.0	0	75.0	75.0	15.1	20.9		O.K
	Sh2		0	75.0	75.0	15.1	20.9		O.K
P2	고정단		-	-	-	-	-		O.K
P3	Sh1	60.0	0	75.0	75.0	15.1	20.9		O.K
	Sh2		0	75.0	75.0	15.1	20.9		O.K
A2	Sh1	110.0	(+)8.0	67.0	83.0	27.7	38.3		O.K
	Sh2		(+)35.0	40.0	110.0	27.7	38.3		O.K

※ 실측 이동량은 고정단을 기준으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

받침장치의 최대신장 및 수축 시 필요한 부가여유 량을 조사한 결과, 전 구간에 서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3.2.7 신축이음장치

(1) 현황

신축이음장치는 핑거타입으로 A1, A2등 총 2개소가 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 신축이음 후타재 균열, 마모, 골재노출, 단차, 덮개파손, 유간 토사퇴적 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 A1 신축이음 교체가 실시된 것으로 확인되었다.



【그림 3.21】 신축이음장치 현황 및 외관조사

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.25】 신축이음장치 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
본체 (강재 신축이음)	• 누수, 오염(배수시설 누락, 이물질퇴적) • 유간(부족 또는 과다) • 이상진동(충격음) • 본체유동 및 파손(충격음, 흔들림) • 방수재(씰재) 파손-노면수 유입	
후타재	• 전·후의 단차(교면포장과의 단차) • 균열 및 파손(패임 및 요철)	
기 타	• 신축이음장치 청소상태 확인	

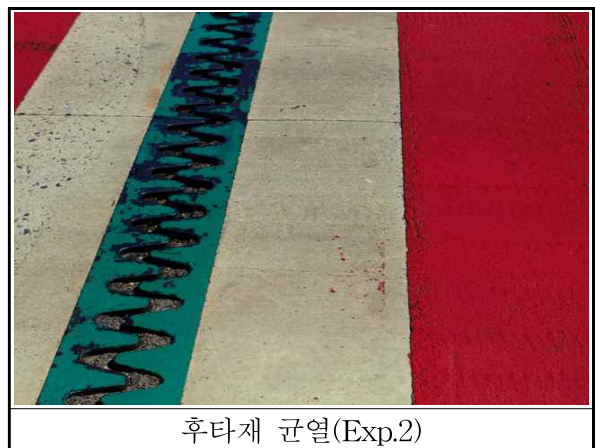
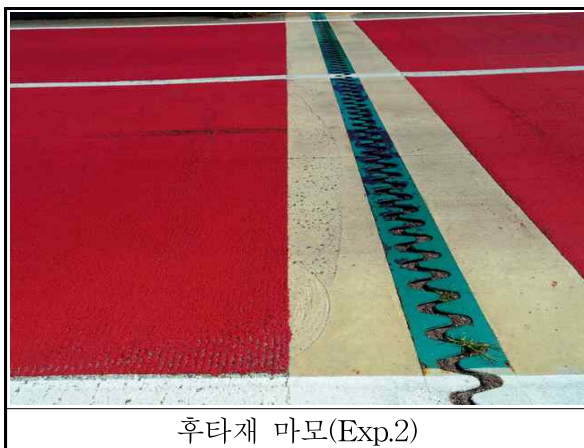
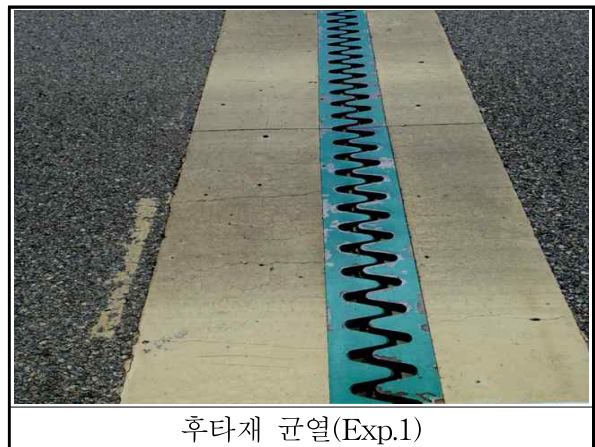
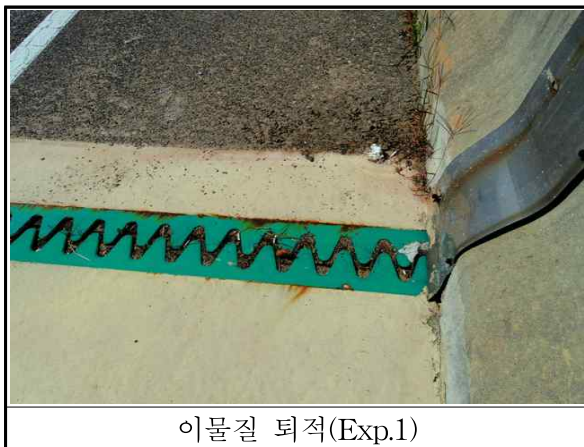
제1장
제2장
제3장
제4장
제5장
제6장
제7장
제8장

(3) 외관조사 내용

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 0.3mm이상 후타재 균열(20.8m/59개소), 후타재 마모 및 골재노출(0.48㎡/4개소), 토사퇴적(20.0m/2개소), 단차(3m/1개소), 덮개파손(2EA) 등의 손상이 조사되었다.

후타재에 발생된 균열(cw=0.3mm이상)은 건조수축 및 동결융해에 의한 균열로 판단되며, 후타재 마모 및 골재 노출은 인위적으로 발생한 것으로 판단된다.

유간토사퇴적, 후타재 균열(0.3mm이상)은 사용성 및 내구성 확보를 위하여 신축 유간 청소 및 보수를 실시하고, 후타재 마모 및 골재노출, 단차, 덮개파손은 손상정도를 감안하면 보수보다는 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.



【그림 3.22】 신축이음장치 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.26】 신축이음장치 결함 및 손상내용

구 분	손상물량				
	후타재 균열 cw=0.3mm이상 (m/개소)	후타재 마모 및 골재분리 (㎡/개소)	토사퇴적 (m/개소)	단차 (m/개소)	덮개파손 (EA)
Exp.1	9.70/28	8.00/2	10.00/1	3.00/1	-
Exp.2	11.1/31	0.48/2	10.00/1	-	2
소계	20.80/59	8.48/4	20.00/2	3.00/1	2

【표 3.27】 신축이음 손상집계

구 분	단위	'13 진단	'15 점검	증감	비고
		수량/개소	수량/개소		
cw=0.3mm이상 균열	m	-	20.80/59	▲ 20.80/59	신규손상
후타재 마모 및 골재분리	㎡	-	8.48/4	▲ 8.48/4	신규손상
토사퇴적	㎡	-	20.00/2	▲ 20.00/2	신규손상
단차	m	-	3.00/1	▲ 3.00/1	신규손상
덮개파손	EA	-	2	▲ 2	신규손상

(5) 신축이음 유간 및 가동량 검토

신축이음장치의 선정과 설계의 기준이 되는 신축량의 계산은 온도 상승에 따른 상부구조의 신장거동으로 인하여 양쪽 단부의 충돌을 방지하고자 도로교설계기준에 따라 온도변화에 따른 이동량을 고려하여 여유량을 검토하였으며, 조사일자별 온도에 따른 신축이음장치의 가동량을 측정하여 그 기능성을 평가하였다.

제1장

제2장

제3장

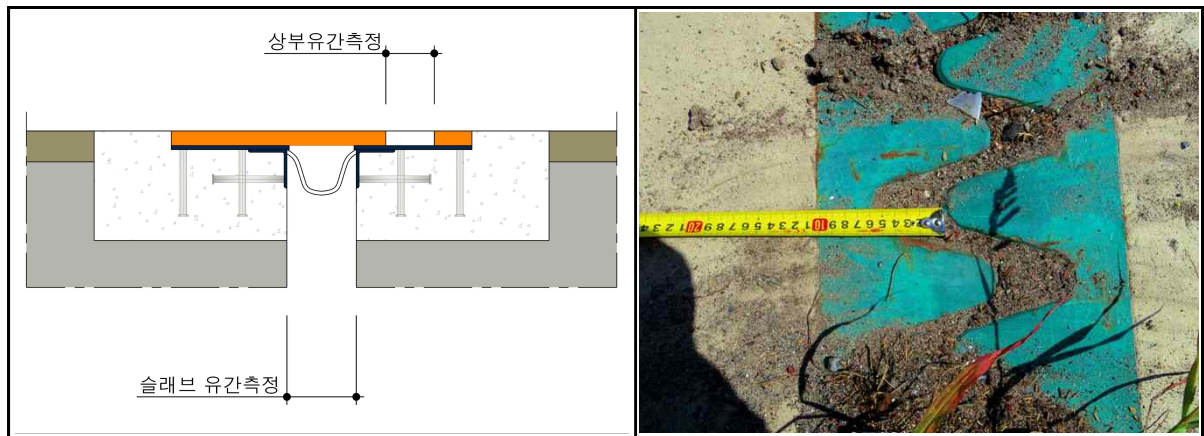
제4장

제5장

제6장

제7장

제8장



【그림 3.23】 신축이음장치 유간 측정방법 및 조사전경

① 신축여유량 검토

신축이음장치의 유간에 대한 검토는 『도로교설계기준, 2010』에 따라 측정일 온도에서 설계검토 최고온도까지의 신장거동에 대한 부가여유량을 검토하였다.

- 조사시 온도 : 2015년 9월 14일 가동량 측정 시 외기온도 $\Rightarrow 19^{\circ}\text{C}$)
- 검토 온도 : $+40^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ (강교일 경우)

◎ 신축이음장치 이동여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell_t = \alpha \times \Delta T \times \ell$
- 선팽창계수 : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ (강교)
- 온도범위 : $\Delta T = 40^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C} = 21^{\circ}\text{C}$ (최대 신장 시, 강교)
 $-10^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C} = -29^{\circ}\text{C}$ (최대 수축 시, 강교)
- 적용 경간 길이 (ℓ) : 110.0m

【표 3.28】 신축이음부 유간 조사결과

위 치	형 식	지간 (m)	유간측정량 (mm)			계산신축량 ($40^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$)		설계유간 (mm)	검토
			상부	슬래브	거더	신장(mm)	수축(mm)		
Exp.1	평거조인트	110.0	60.0	100.0	60.0	27.7	38.3	120	양호
Exp.2	평거조인트	110.0	60.0	90.0	90.0	27.7	38.3	120	양호

온도변화에 의한 신축이음부 여유량은 측정 조사일(2015년 9월 14일 평균기온 19℃) 외기온도를 기준으로 하절기 최고온도(강교 : 40℃)와 동절기 최저온도(강교 : -10℃)까지의 온도를 적용하였다. 신축이음의 신축량과 실축유간을 검토한 결과, 실축유간이 온도신장 량 및 온도수축 량보다 여유가 있는 것으로 검토되어 신축이음장치의 유간확보 및 적정성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

3.2.8 배수시설

(1) 현황

전차 진단 시 배수관 부식, 길이부족 등은 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.



【그림 3.24】 배수시설 현황

(2) 조사항목

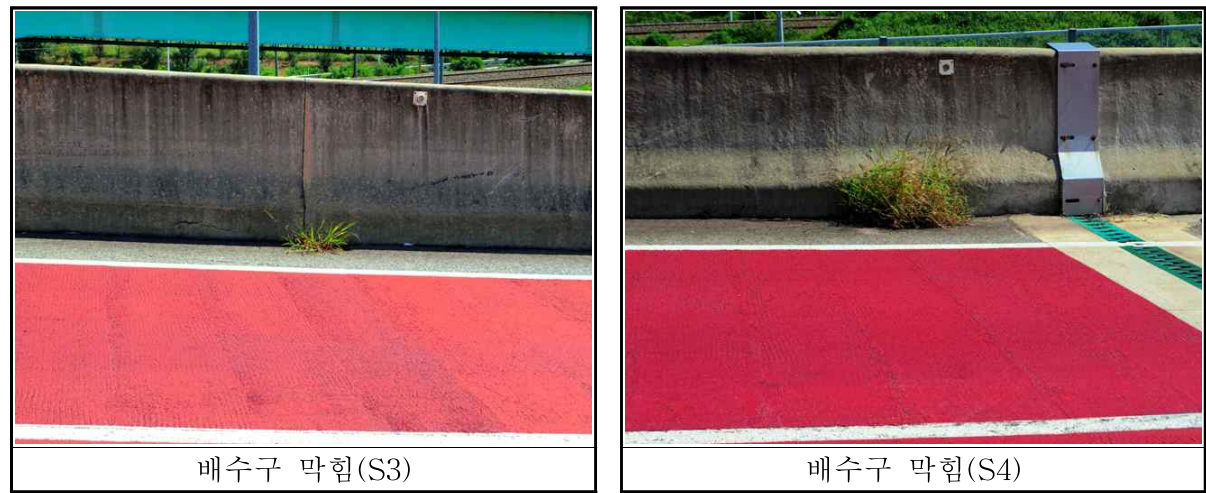
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 조사를 실시하였다.

【표 3.29】 배수구 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
배 수 구	• 파손, 누락 • 누수, 체수(막힘) • 오염(이물질 퇴적)	
배 수 관	• 파손(연결 고정부 탈락) • 배수관 길이부족(거더에 물 떨어짐) • 유출구 위치 부적절(도로구간)	
기 타	• 배수시설 집수구 청소상태 및 그레이팅 파손 보수여부 확인	

(3) 외관조사 내용

배수시설 조사결과 교면상부의 배수구는 국부적인 토사퇴적(8개소)이 발생하였다. 배수구 토사퇴적은 교량 상면에 체수를 유발하여 차량의 주행성에 영향을 미칠수 있으므로 정비가 필요하다.



【그림 3.25】 배수시설 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.30】 배수시설 결함 및 손상내용

구 분	손상물량
	배수구 막힘 (개소)
S01	2
S02	1
S03	2
S04	3
소계	8

【표 3.31】 배수시설 손상집계

구 분		단위	‘13 진단	‘15 점검	증감	비고
			수량/개소	수량/개소		
배수시설	배수구 막힘	ea	-	8	▲ 8	신규손상

3.2.9 손상수량 집계표

(1) 손상수량 집계표

【표 3.32】 손상수량 집계표

구 분		단위	'13년 점검 수량/개소	'15년 점검 수량/개소	증감	비고
교면포장	포트홀	m ²	-	0.01/1	▲ 0.01/1	신규손상
	소성변형	m ²	3.00	1.50/1	▼ 1.50	부분보수
	긁힘	m ²	-	0.02/2	▲ 0.02/2	신규손상
	토사퇴적	m ²	61.00/3	61.00/3	-	증감없음
	미끄럼방지포장 마모	m ²	0.75	-	▼ 0.75	채포장
난간/ 연석	균열 cw=0.3mm미만	m	24.00	24.00/23	-	증감없음
	균열 cw=0.3mm이상	m ²	4.00	20.00/19	▲ 16.00	손상확대
	방호벽 파손	m ²	0.27	0.27/3	-	증감없음
	백태	m ²	0.80	0.60/1	▼ 0.2	오류정정
	방음벽 및 지지대 파손	EA	2	3	▲ 1	신규발생
	텔리네이트 및 표지판 파손	EA	30	16	▼ 14	일부보수
바닥판 하 면	-	-	-	-	-	-
거 더	도장탈락	m ²	0.27	0.09/1	▼ 0.18	보수누락
	도장긁힘	m ²	4.40	-	▼ 4.40	보수완료
교대, 교각	균열 cw=0.3mm미만	m	30.30	6.01/6	▼ 24.29	일부보수
	누수오염	m ²	8.50	8.00/5	▼ 0.50	오류수정
	침하	m ²	1.00	1.00/1	-	증감없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	-	1.00/1	▲ 1.00/1	신규손상
	망상균열	m ²	1.00	-	▼ 1.00	보수실시
	마감불량	m ²	0.36	-	▼ 0.36	보수실시
받침장치	균열 cw=0.3mm미만	m	3.35	0.20/1	▼ 3.15	일부보수
	도장들뜸	m ²	-	0.01/1	▲ 0.01/1	신규손상
	콘크리트 들뜸	m ²	-	0.06/1	▲ 0.06/1	신규손상
신 축 이 음	균열 cw=0.3mm이상	m	-	20.80/59	▲ 20.80/59	신규손상
	후타재 마모 및 골재분리	m ²	-	8.48/4	▲ 8.48/4	신규손상
	토사퇴적	m ²	-	20.00/2	▲ 20.00/2	신규손상
	단차	m	-	3.00/1	▲ 3.00/1	신규손상
	덮개파손	EA	-	2	▲ 2	신규손상
배수시설	배수구 막힘	ea	-	8	▲ 8	신규손상

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

(2) 손상수량 집계결과 분석

손상집계 결과, 발생결함은 콘크리트 구조물에 발생한 온도변화 및 건조수축 등에 의한 균열, 반복적인 차량 하중에 의한 포트홀, 소성변형, 외부충격에 의한 텔리네이트 및 표지판 파손, 방음벽 및 지지대 파손, 방호벽 파손 등이 발생하였다. 발생한 손상 중 텔리네이트 및 표지판 파손, 방음벽 및 지지대 파손, 국부적인 배수구 토사퇴적 등은 차량의 주행 안전성 및 시야확보를 위하여 재설치 및 보수가 필요하며, 거더외부 도장 박리, 교량받침 도장 들뜸 및 받침콘크리트 들뜸은 손상이 진전될 가능성이 있으므로 보수가 필요하다. 또한 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열(0.3mm이상)은 사용성 및 내구성 확보를 위하여 정비 및 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3.3 외관조사 결과분석

관호대교는 편도2차선의 4경간($50.0 + 2@60.0 + 50.0 = 220.0\text{m}$) Steel Box Girder교로서 경부선 횡단 및 국도 33호선과 4호선을 이어주는 교량으로 외관조사는 각 부재별로 상부구조, 하부구조, 받침장치, 기타부재(교면포장, 난간(연석), 신축이음, 배수시설)로 구분하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

3.3.1 교면포장

교면포장은 설계도서 검토결과 대상 교폭 10.9m이고, 아스팔트 포장으로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 소성변형, 미끄럼방지포장 마모, 토사퇴적 등의 손상이 확인되었고 보수 이력 확인 결과, 2003년 준공 이후 보수이력은 없는 것을 확인되었다.

교면포장에 대한 외관조사 결과, 포트홀($0.01\text{m}^2/1\text{개소}$), 소성변형($1.5\text{m}^2/1\text{개소}$), 굽힘($0.02\text{m}^2/2\text{개소}$), 토사퇴적($61.00\text{m}^2/3\text{개소}$) 등의 손상이 조사되었다.

아스콘 포트홀과 소성변형은 반복적인 차량 하중, 제동, 가속, 중차량의 지속적인 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단된다.

발생된 손상은 차량의 주행성에 영향을 주지 않을 정도의 손상 규모이므로 주의관찰이 필요하다. 2013년 정밀안전진단 이후에 국부적인 손상에 대한 보수가 이루어진 것으로 판단된다.

3.3.2 난간/연석

방호벽은 콘크리트 형식으로 교면 양측에 설치되어 있으며, 전구간 방음벽이 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 균열, 균열부 백태, 파손, 텔리네이트 및 차량유도표지판 파손, 방음벽 파손 등이 조사되었고, 2013년 정밀안전진단 이후 일부 손상에 대해 보수를 실시한 것으로 판단된다.

난간에 대한 외관조사 결과, 방호벽 균열($44.00\text{m}/42\text{개소}$), 파손($0.27\text{m}^2/3\text{개소}$), 백태($0.6\text{m}^2/1\text{개소}$), 방음벽 지지대 파손(1EA), 방음벽 파손(2EA), 표지판 파손(1EA), 텔리네이트 파손(16EA) 등이 조사되었다.

방호벽 균열의 경우 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되며, 텔리네이트 및 표지판

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

파손, 방음벽 지지대 파손, 방음벽 파손, 방호벽 파손 등은 외부충격(차량추돌 등) 및 노후화에 의해 발생한 손상으로 판단된다.

텔리네이트 및 표지판 파손, 방음벽 파손 및 지지대 파손 등은 주행차량 안전성 및 시야확보를 위하여 재설치 및 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 그 외 손상에 대해서는 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

3.3.3 바닥판 하면

바닥판 하면은 데크플레이트로 시공되어 있으며 캔틸레버부는 콘크리트로 시공되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 균열, 파손 등의 손상이 조사되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 데크플레이트 부식, 콘크리트 균열, 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 판단된다.

3.3.4 거더 및 가로보

본 교량의 거더는 강상자형으로 공용기간 증가에 의한 부식, 변형상태 등에 중점을 두어 조사를 실시하였다.

2013년 정밀안전진단 시 거더에 발생한 주요 손상은 거더 외부 도장긁힘, 탈락 등으로 조사되었다. 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 도장손상에 대해 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

거더에 대한 외관조사 결과, 거더 내부는 도장박리, 탈락 등의 손상이 없는 양호한 상태이며, 거더 외부는 국부적인 도장 탈락이 발생한 상태이다. 도장박리는 세척과 소지조정 작업이 적당치 못한 경우(물, 오일 등 잔류)에 주로 발생하고 강재부식으로 진전될 가능성이 있으므로 도장보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3.3.5 교대 및 교각

관호대교의 교대 형식은 역T형으로 시공되었으며, 교각은 T형 교각이다. 교각은 교량 받침을 통해 전달되는 상부구조의 수직하중을 지지하며, 교대는 배면의 토압에 저항하는 역할을 한다. 2013년 정밀안전진단 시 수직균열, 망상균열, 교대 누수오염, 교대 호안상단 침하 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

(1) 교대

교대에 대한 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열(1.50m/1개소), 누수오염(6.00m²/5개소), 침하(1.00m²/1개소), 폐콘크리트 퇴적(1.00m²/1개소) 등의 손상이 발생한 상태이다.

누수오염, 침하 등의 손상은 상부로부터 우수유입에 의해 발생한 기 손상으로 손상의 진전은 미미한 상태이고, 0.3mm미만 균열은 보수시 누락된 것으로 판단된다. 상기 손상들은 주의관찰 후 손상 진전 시 보수가 필요하다.

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과 콘크리트 균열 손상에 대해서 보수를 실시한 것으로 판단되었다.

(2) 교각

교각에 대한 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열 등이 발생한 것으로 조사되었다.

2013년 정밀안전진단 시의 손상과 금회 조사된 손상을 비교한 결과, 콘크리트 균열 손상에 대해 보수가 실시된 상태이다.

3.3.6 받침장치

교량의 받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 안전하게 전달하는 기능과 온도변화에 따른 거더의 신축거동을 수용하는 기능을 원활히 할 수 있어야 한다. 본 교량의 받침장치는 포트받침으로 총 10개소 설치되어 있으며, 전단키를 이용한 브라켓 보강이 교축방향, 교축직각방향으로 설치되어 지진시 낙교방지에 대한 내진성능은 확보된 것으로 판단된다. 2013년 정밀안전진단 시 몰탈 균열(0.3mm미만)이 발생한 것으로 조사되

제1장

제2장

제3장

제4장

제5장

제6장

제7장

제8장

었으며 보수이력 확인결과, 2003년 준공이후 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.

교량받침에 대한 외관조사 결과, 도장 들뜸($0.01\text{m}^2/1\text{개소}$), 0.3mm 미만 받침콘크리트 균열($0.2\text{m}/1\text{개소}$), 들뜸($0.06\text{m}^2/1\text{개소}$) 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

도장 들뜸 및 받침콘크리트 들뜸은 손상진전의 우려가 있으므로 보수가 필요하며, 그 외 손상은 주의관찰 후 보수 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.3.7 신축이음장치

신축이음장치는 평거타입으로 A1, A2등 총 2개소가 설치되어 있다. 2013년 정밀안전진단 시 신축이음 후타재 균열, 마모, 골재노출, 단차, 덮개파손, 유간 토사퇴적 등의 손상이 조사되었고 보수이력 확인결과, 2013년 정밀안전진단 이후, 신축이음 교체가 실시된 것으로 확인되었다.

신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 0.3mm 이상 후타재 균열($20.8\text{m}/59\text{개소}$), 후타재 마모 및 골재노출($0.48\text{m}^2/4\text{개소}$), 토사퇴적($20.0\text{m}/2\text{개소}$), 단차($3\text{m}/1\text{개소}$), 덮개 파손(2EA) 등의 손상이 조사되었다.

후타재에 발생된 균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상)은 건조수축 및 동결융해에 의한 균열로 판단되며, 후타재 마모 및 골재 노출은 인위적으로 발생한 것으로 판단된다.

유간토사퇴적, 후타재 균열(0.3mm 이상)은 사용성 및 내구성 확보를 위하여 신축유간 청소 및 보수를 실시하고, 후타재 마모 및 골재노출, 단차, 덮개파손은 손상정도를 감안하면 보수보다는 주의관찰 후 손상진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3.3.8 배수시설

2013년도 정밀안전진단 시 배수관 부식, 길이부족 등은 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

배수시설 조사결과 교면상부의 배수구는 국부적인 토사퇴적(8개소)이 발생하였다. 배수구 토사퇴적은 교량 상면에 체수를 유발하여 차량의 주행성에 영향을 미칠 수 있으므로 정비가 필요하다.