



제 3 장 외관조사

3.1 개 요

3.2 외관조사 항목 및 방향설정

3.3 외관조사 결과

3.4 외관조사 결과분석

제 3 장 외관조사

3.1 개 요

갈마곡교는 강원도 홍천군 홍천읍 갈마곡리에 위치한 교량으로 2009년에 준공되어 6년 이상 공용중이며, 연장 177.0m, 폭 20.9m의 PC빔(PCI)교 형식으로 시공되었다.

본 과업대상 교량의 외관조사는 손상현황 및 결함의 상태를 파악하여 교량의 건전성을 저해시키는 위험요인을 사전에 발견하여 보다 적절한 보수대책 수립을 위한 기초자료를 얻기 위함이며 각 교량별 상부구조와 하부구조로 각각 나누어 직접, 사다리등의 접근장비 등을 이용하여 대상 부위에 가능한 근접하여 조사를 실시하였다. 점검대상 부위는 육안 관찰을 기본으로 하여 실시하였으며, 필요한 경우 망원경, 크렉스케일, 균열확대경, 줄자 등을 이용하였고 카메라 촬영을 통하여 손상위치를 파악하였으며, 외관조사와 더불어 교량 부재의 기능상태를 확인을 위한 조사를 실시하였다.

『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2013. 04)』의 평가기준에 근거하여 구조물에 발생한 손상정도에 따라 평가기준 a~e의 5단계로 구분하여 산정하였다.

본문에서는 교량 부재별로 외관조사 결과를 수록하였으며, 이에 따른 외관조사망도와 외관조사 총괄표는 향후 교량점검 및 유지관리 시에 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

3.2 외관조사 항목 및 방향설정

3.2.1 부위별 주요 조사항목

【표 3.1】 부위별 주요 조사항목

부재명	점검부위	주요 조사항목	비고
교면포장	◦ 공 통	◦ 균열(미세, 선상, 격자형) ◦ 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) ◦ 포트홀 ◦ 노면잡물(구배불량)	

【표 3.1】 부위별 주요 조사항목(계속)

부재명	점검부위	주요 조사항목	비고
교면포장	◦ 신축이음 전후, 구조물 경계부	◦ 단차, 침하	
	◦ 배수구 주변	◦ 물고임(배수구 간격, 유출구 위치)	
배수시설	◦ 배수구	◦ 파손, 누락 ◦ 누수, 체수(막힘) ◦ 오염(이물질 퇴적)	
	◦ 배수관	◦ 파손(연결 고정부 탈락) ◦ 배수관 길이부족(거더에 물 떨어짐) ◦ 유출구 위치 부적절	
방호벽	◦ 철근콘크리트	◦ 균열(부모멘트부 균열, 침하균열) ◦ 박리, 박락, 철근노출, 파손(충돌)	
바닥판	◦ 공 통	◦ 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 파손 ◦ 백태, 오염 ◦ 재료분리	
신축이음	◦ 본 체	◦ 누수, 오염(배수시설 누락, 이물질퇴적) ◦ 유간(부족 또는 과다) ◦ 이상진동(충격음) ◦ 본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림) ◦ 방수재(셀재) 파손 - 노면수 유입	
	◦ 후타재	◦ 균열, 파손(패임 및 요철) ◦ 전·후의 단차(교면포장과의 단차)	
교량받침	◦ 본 체	◦ 부식(오물퇴적), 변형 ◦ 균열, 파손 ◦ 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 ◦ 받침과 거더의 밀착상태(분리) ◦ 앵커볼트 파손(절단) ◦ 가동방향 오류, 편기설치 ◦ 부속물 파손	
	◦ 받침대	◦ 균열, 파손 ◦ 부분침하	
주거터	◦ 공 통	◦ 변형, 균열, 파손 ◦ 표면(도장)상태 오염, 부식 ◦ 이상처짐 ◦ 연결부 볼트 이완, 파손, 이상음	
	◦ 받침부	◦ 복부판 부식 및 국부좌굴 ◦ 박스내부 출입구 개폐 ◦ 거더와 받침연결부 부식 ◦ 박스내부 바닥 물고임 및 부식	
	◦ 중앙부	◦ 맞대기 용접부 균열 ◦ 플랜지 변형 및 처짐 ◦ 다이어프램 연결부 균열	

【표 3.1】 부위별 주요 조사항목(계속)

부재명	점검부위	주요 조사항목	비고
주거터	◦ 2차부재	◦ 거더와의 연결부 균열	
	◦ 보수부위	◦ 용접부 및 용접부 주변 균열	
교 대	◦ 공 통	◦ 균열(시공이음부 횡방향 균열) ◦ 박리, 박락, 층분리, 백태, 파손, 철근노출 ◦ 교대회전	
	◦ 두 부	◦ 두부 물고임 ◦ 두부와 홍벽 경계부 균열 ◦ 거더와 홍벽 신축유간 부족	
	◦ 벽 체	◦ 균열(수직균열) ◦ 벽체와 날개벽 분리(이동)	
교 각	◦ 공 통	◦ 균열 박리, 철근노출, 파손 ◦ 침하	
	◦ 두 부	◦ 두부 물고임 ◦ 받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)	
	◦ 구 체	◦ 수직균열 ◦ 이동 또는 기울음	

3.2.2 외관조사방향 설정

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

【표 3.2】 외관조사 방향(현장답사)

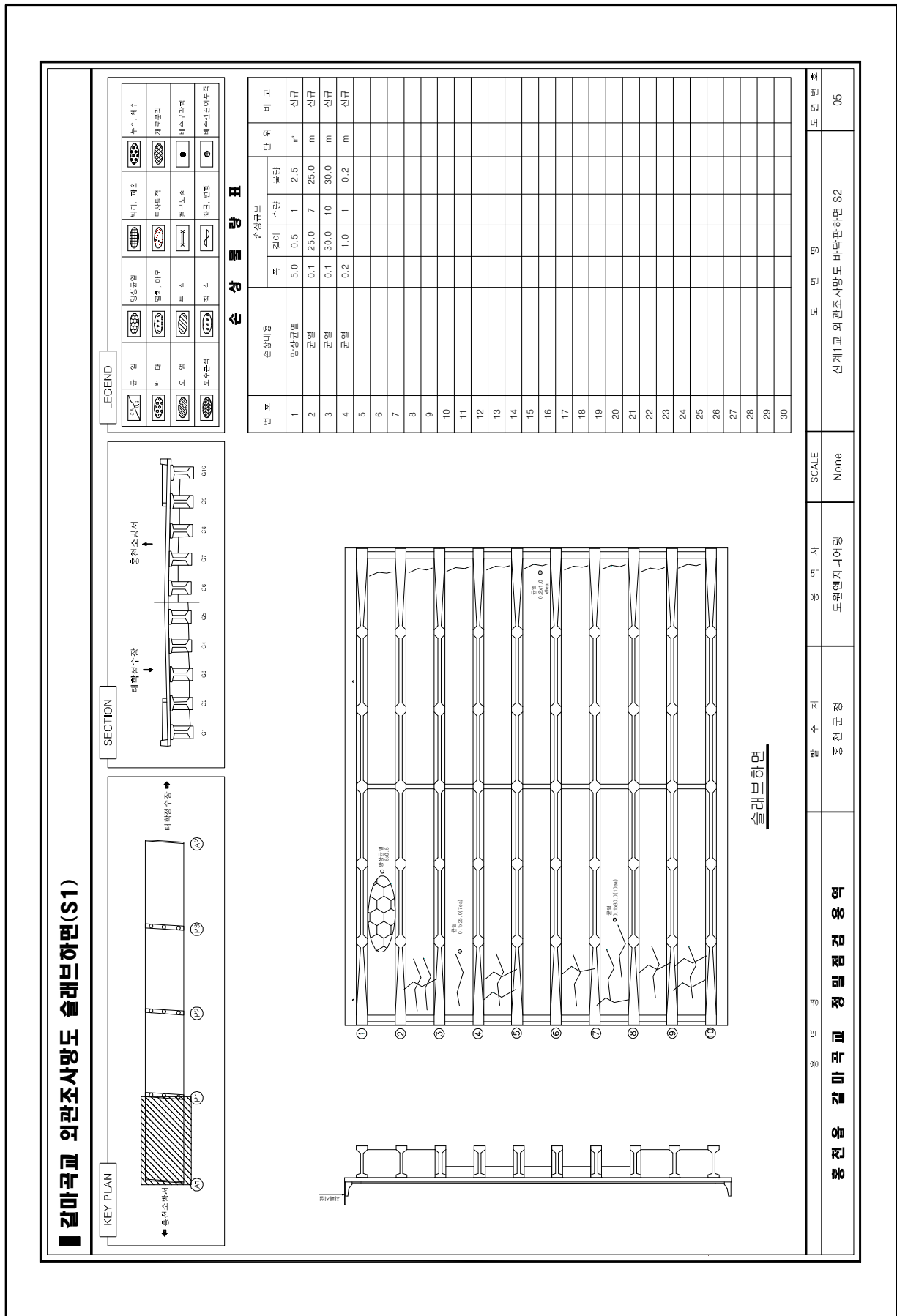
구 분	외관조사 방향
현장답사	◦ 현장접근에 필요한 고소차 등의 접근방법, 장비동원과 일정계획을 수립 ◦ 강변 진입경로 및 협의기관 파악 ◦ 예비조사를 통해 교량에 발생된 주요 결함을 형태별로 분류 ◦ 결함 및 손상의 발생원인을 추정하고 조사방향 결정 ◦ 현장조사 안전조치 사항

【표 3.3】 외관조사 방향(자료조사)

구 분	외관조사 방향
예비조사	◦ 교면포장 망상균열, 균열, 소성변형 등의 결함 발생 현황 ◦ 연석 균열 등으로 인한 내구성 저하 여부 ◦ 신축이음장치의 균열 현황 ◦ 바닥판하면 균열 현황 ◦ 거더에 발생된 파손, 들뜸 발생 현황 ◦ 하부구조의 손상 현황 ◦ 받침장치의 이동량 측정, 기능성 여부 및 손상 발생 현황 ◦ 신축이음부의 손상 및 유간측정, 차수기능 저해 여부 확인

3.2.3 외관조사망도 작성방안

(1) 외관조사망도 작성은 가장 최근에 실시한 기록이 없으므로, 신규로 외관조사망도를 작성하였으며, 금회 조사된 신규손상은 실선으로 구분하였다



【그림 3.1】 외관조사 작성 예(바닥판하면)

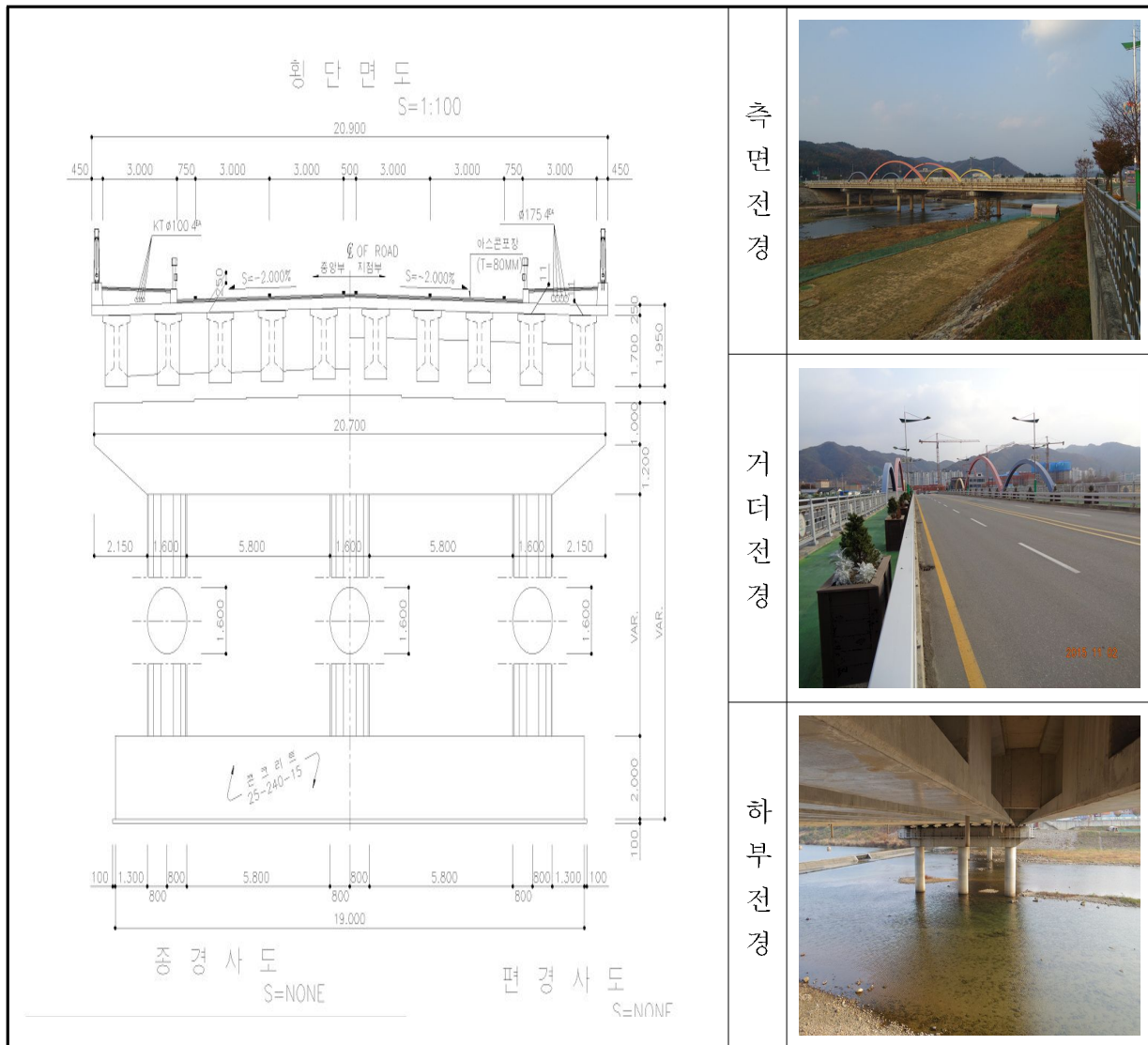
3.2.4 외관조사 전경



【그림 3.2】 외관조사 전경

3.3 외관조사 결과

갈마곡교는 강원도 홍천군 갈마곡리에 위치하는 2층 시설 교량(PCI, L=177.0m)으로서 대상구조물에 대한 외관조사는 “안전점검 및 안전진단 세부지침 교량편”의 평가기준에 근거하여 구조물에 발생된 손상정도에 따라 a~e의 5단계로 구분하여 판정하였다. 2013년 정밀점검 자료가 없어, 2011년 최초 정밀점검 자료와 손상을 비교 하였다.



3.3.1 교면포장

(1) 현황

교면포장은 아스팔트 포장으로 보수이력 확인결과, 보수이력은 없는 것으로 확인되었다.



【그림 3.3】 교면포장 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

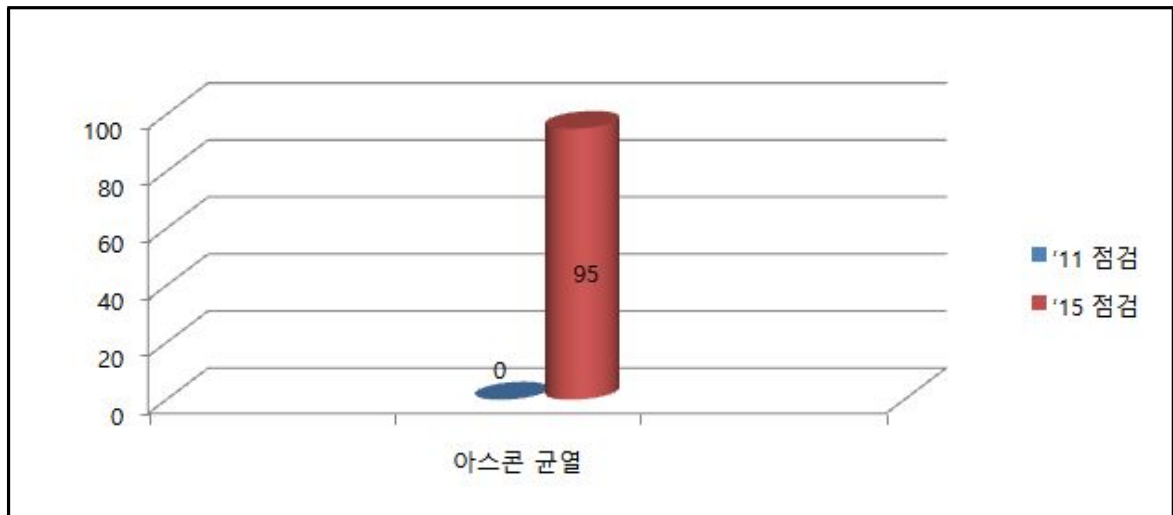
【표 3.4】 교면포장 외관조사 시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
공 통	• 균열(미세, 선상, 격자형) • 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) • 포트홀 • 노면잡물(구배불량)	
신축이음 전·후, 구조물경계부	• 단차, 침하	
배수구주변	• 물고임(배수구 간격, 유출구 위치)	
기 타	• 종단경사 및 곡선구간으로 구조적 특성에 의한 포장밀림, 소성변형(요철) 조사	

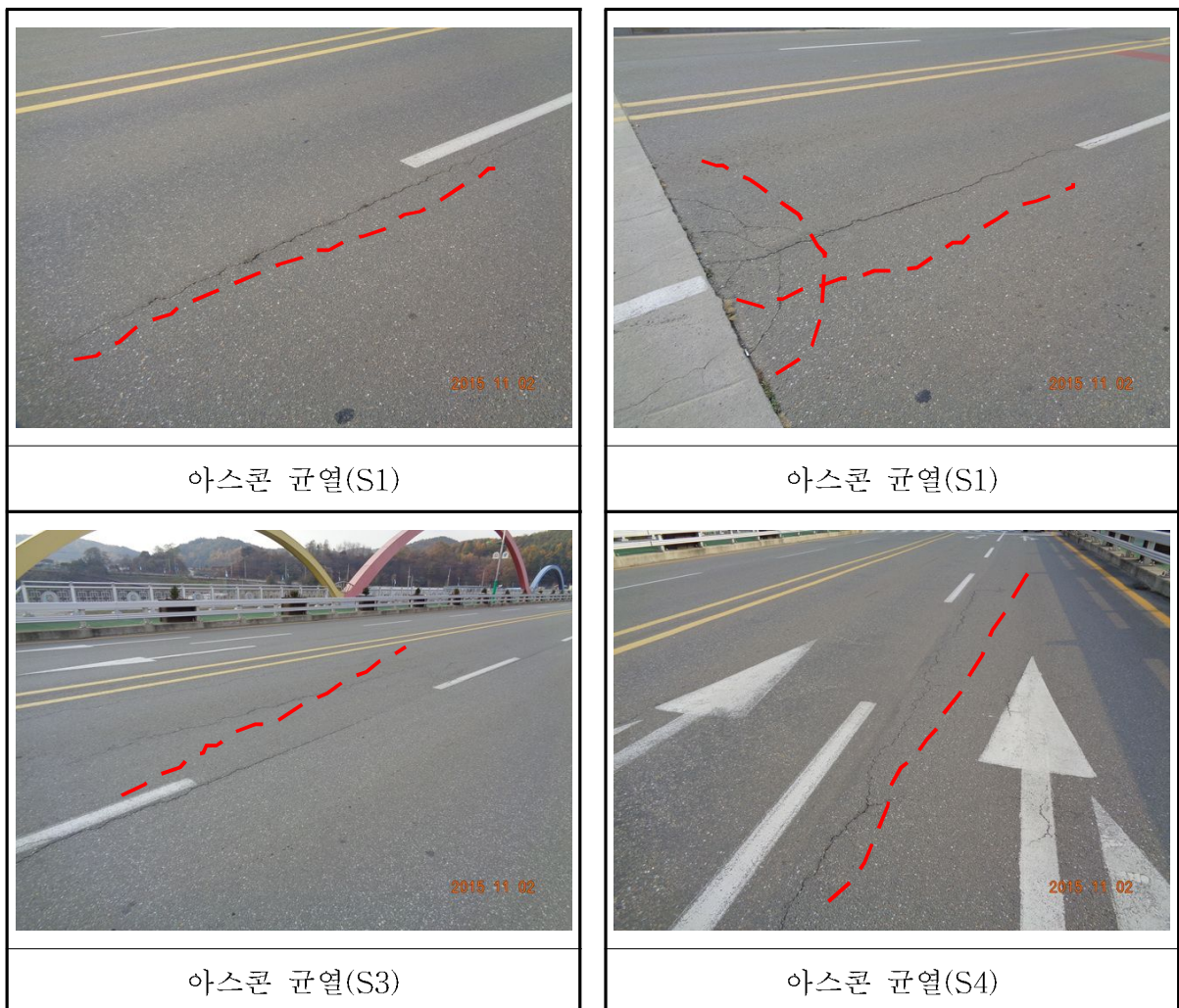
(3) 외관조사 내용

교면포장의 주요 손상은 장기공용 및 중차량 운행에 의한 아스콘 균열이 발생하였다.

현재 교면포장 상태에 대한 외관조사 결과, 아스콘 균열(95.0m)이 발생되었다. 포장부의 손상은 반복적인 차량 하중, 중차량의 지속적인 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 기 손상부는 지속적인 관찰 후 손상의 진전시 아스콘 패칭 등의 조치가 필요하다.



【그림 3.4】 교면포장 손상 추이분석



【그림 3.5】 교면포장 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.5】 교면포장 결함 및 손상내용

구 분	손상불량
	아스콘 균열(m/개소)
S1	12/3
S2	-
S3	47/13
S4	36/5
소 계	95.0/21

【표 3.6】 교면포장 손상집계

구 분	단위	'11 점검	'15 점검	증감	비고
		수량	수량		
아스콘 균열	m	-	95.0	▲ 95.0	추가손상

3.3.2 연석/난간

(1) 현황

연석/난간에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다.



【그림 3.6】 방호벽 현황

(2) 조사항목

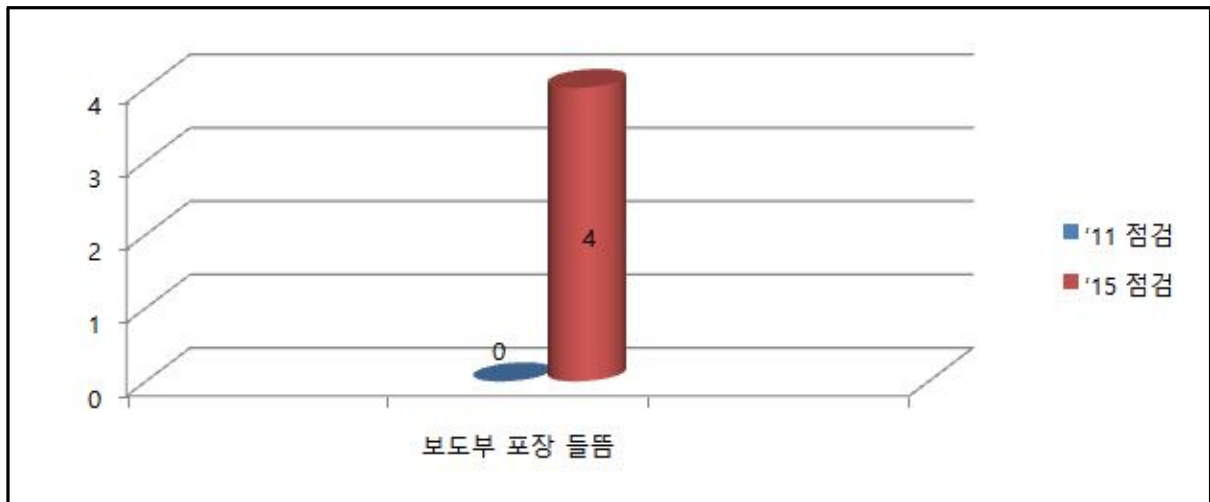
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.7】 방호벽 외관조사 시 주요 점검항목

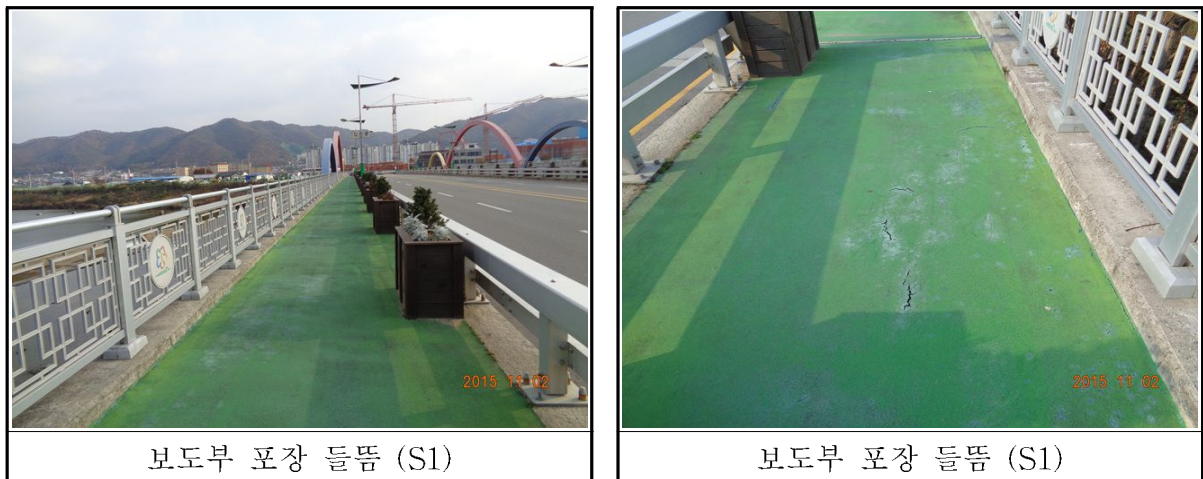
점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
철근콘크리트 방호벽	• 균열(부모멘트부 균열, 침하균열) • 박리, 박락, 철근노출, 파손(충돌)	
기 타	• 신축이음부 주변 교대측 방호벽과 간섭영향 발생여부	

(3) 외관조사 내용

연석/난간의 주요 손상은 보도부 포장 들뜸이 조사되었다. 포장부 들뜸(4㎡)은 장기간 공용으로 인한 손상으로 손상부는 국부적으로 발생한 손상으로 기 손상에 대한 지속적인 관찰이 필요하다.



【그림 3.7】 연석/난간 손상 추이분석



【그림 3.8】 방호벽 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.8】 연석/난간 결함 및 손상내용

구 분	손상물량
	보도부 포장 들뜸(㎡/개소)
S1	4.0/1
S2	-
S3	-
S4	-
소계	4.0/1

【표 3.9】연석/난간 손상집계

구 분	단위	‘11 점검	‘15 점검	증감	비고
		수량	수량		
보도부 포장 들뜸	m ²	-	4.0	▲ 4.0	추가손상

3.3.3 바닥판 하면

(1) 현황

바닥판하면에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다.



【그림 3.9】바닥판 하면 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

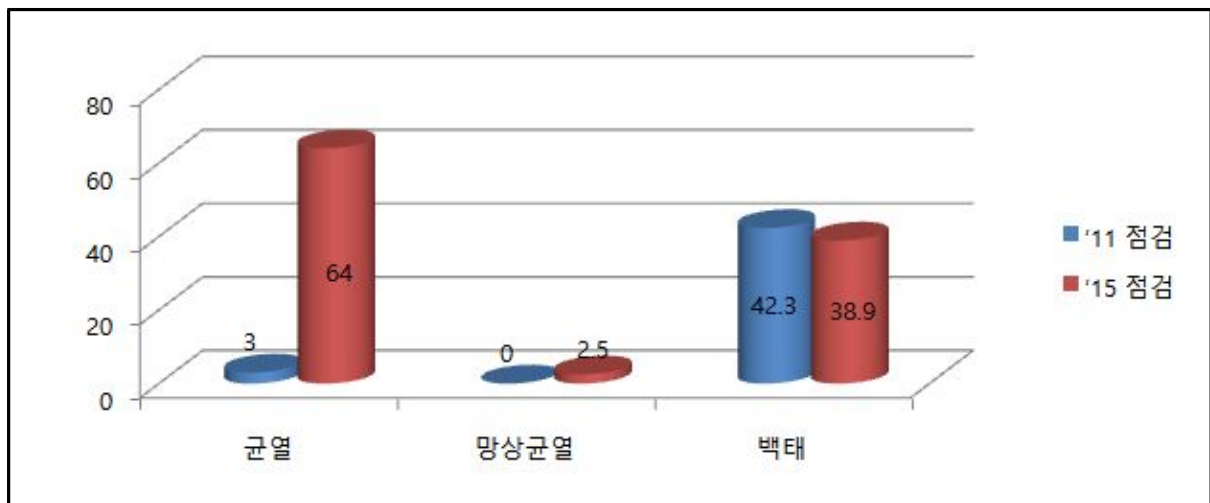
【표 3.10】바닥판 하면 외관조사시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
콘크리트 바닥판 (캔틸레버)	· 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 파손, 누수, 백태, 재료분리, 오염	
기타	· 횡방향 균열 진행여부 조사	

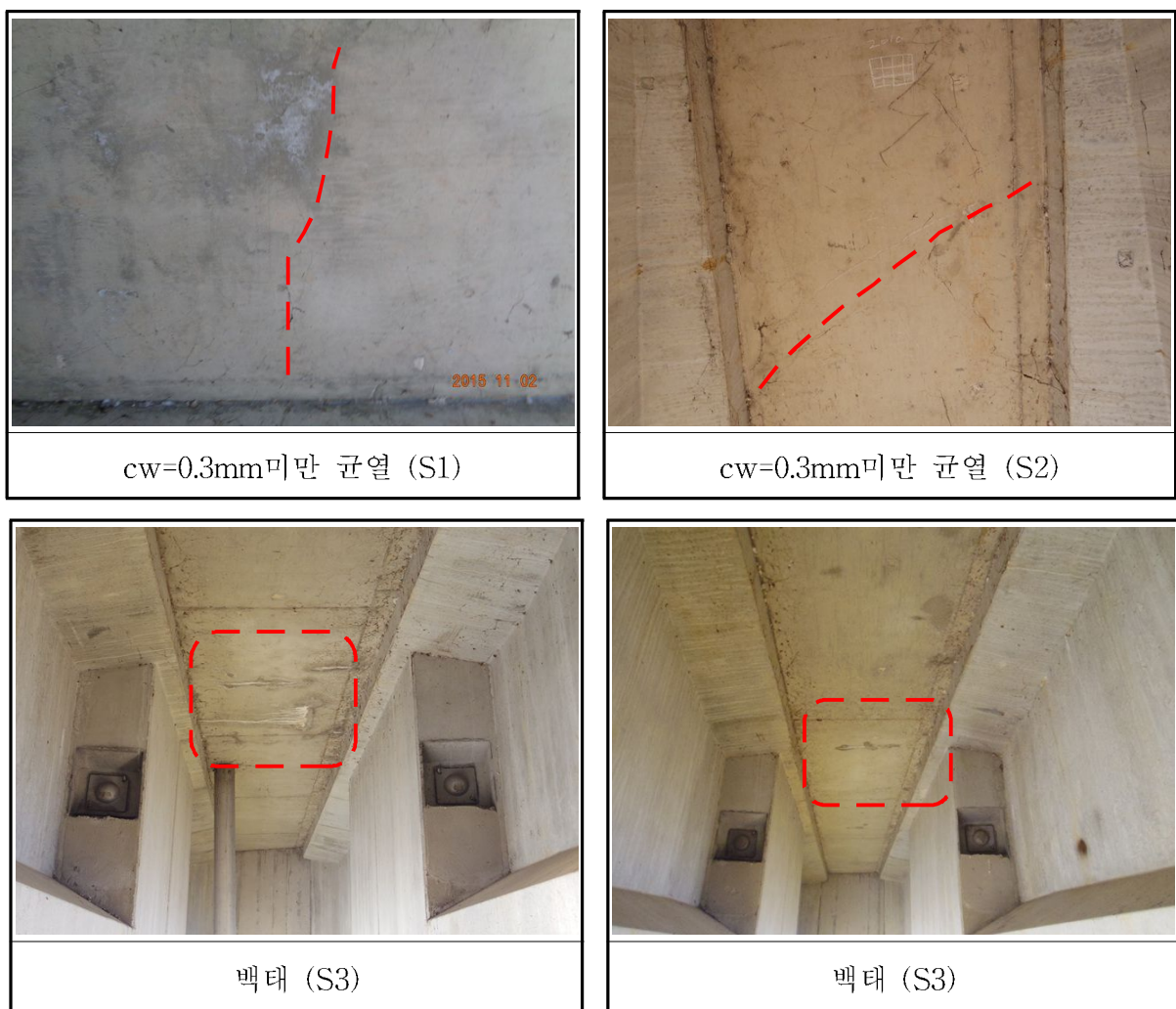
(3) 외관조사 내용

바닥판 하면의 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열(73.0m), 망상균열(2.5m²), 백태 (38.9m²)이 조사되었다. 기 손상부는 초기 건조수축 및 공용중 열화로 인한 손상으로 현재 손상부가 미미하므로, 지속적인 관찰 후 진전지 표면처리 등의 조치가 필요하며, 바닥판하면 백태 구간은 현재 손상이 미미하나, 진전될 우려가 존재하므로

상부 재포장시 방수층의 정밀 시공이 필요할 것으로 사료된다.



【그림 3.10】 바닥판 하면 손상 추이분석



【그림 3.11】 바닥판 하면 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.11】 바닥판 하면 결함 및 손상내용

구 분	손상물량		
	균열(m/개소)	망상균열(m ² /개소)	백태(m ² /개소)
S1	64.0/26	2.5/1	-
S2	9.0/9	-	-
S3	-	-	38.9/28
S4	-	-	-
합계	73.0/35	2.5/1	38.9/28

【표 3.12】 바닥판 하면 손상집계

구 분	단위	‘11 점검	‘15 점검	증감	비고
		수량	수량		
균열	m	3.0	64.0	▲ 61.0	추가손상
망상균열	m ²	-	2.5	▲ 2.5	추가손상
백태	m ²	42.3	38.9	▼ -3.4	물량수정

3.3.4 거더

(1) 현황

거더에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다.



【그림 3.12】 거더 현황

(2) 조사항목

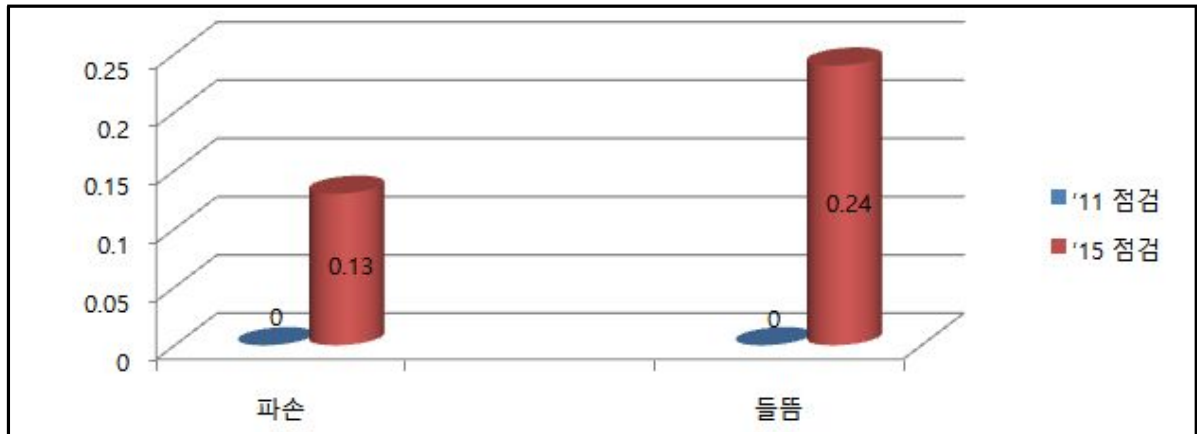
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.13】 거더 외관조사시 주요 점검항목

점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
공 통	• 변형, 균열, 파손 • 표면(도장)상태 오염, 부식 • 이상처짐 • 연결부 볼트이완, 파손, 이상음	
받침부	• 북부판 부식 및 국부좌굴 • 박스내부 출입구 개폐 • 거더와 받침연결부 부식 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식	
중앙부	• 맞대기 용접부 균열 • 플랜지 변형 및 처짐 • 다이어프램 연결부 처짐	
2차부재	• 거더와의 연결부 균열	
보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열	
기타	• 외부도장 보수부 재 손상여부 조사 • 배수구 주위 우수유입여부(배수구 길이부족) • 내부출입구 확대방안	

(3) 외관조사 내용

거더에 대한 외관조사 결과, 파손(0.13㎡), 들뜸(0.24㎡)이 조사되었다. 기 손상부는 외부충격 및 시공불량에 의한 손상으로 현재 손상의 정도는 미미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 단면보수 등의 조치가 필요하다.



【그림 3.13】 거더외부 손상 추이분석



【그림 3.14】 거더외부 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.14】 거더 결함 및 손상내용

구 분	손상물량	
	파손 (㎡/개소)	들뜸 (㎡/개소)
S1	0.03/2	0.05/2
S2	-	0.03/1
S3	0.04/4	0.10/6
S4	0.06/2	0.06/3
합계	0.13/8	0.24/12

【표 3.15】 거더 내부 손상집계

구 분	단위	‘11 점검	‘15 점검	증감	비고
		수량	수량		
파손	㎡	-	0.13	▲ 0.13	손상증가
들뜸	㎡	-	0.24	▲ 0.24	손상증가

3.3.5 교대 및 교각

(1) 현황

교대 및 교각에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다.



【그림 3.15】 하부구조 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

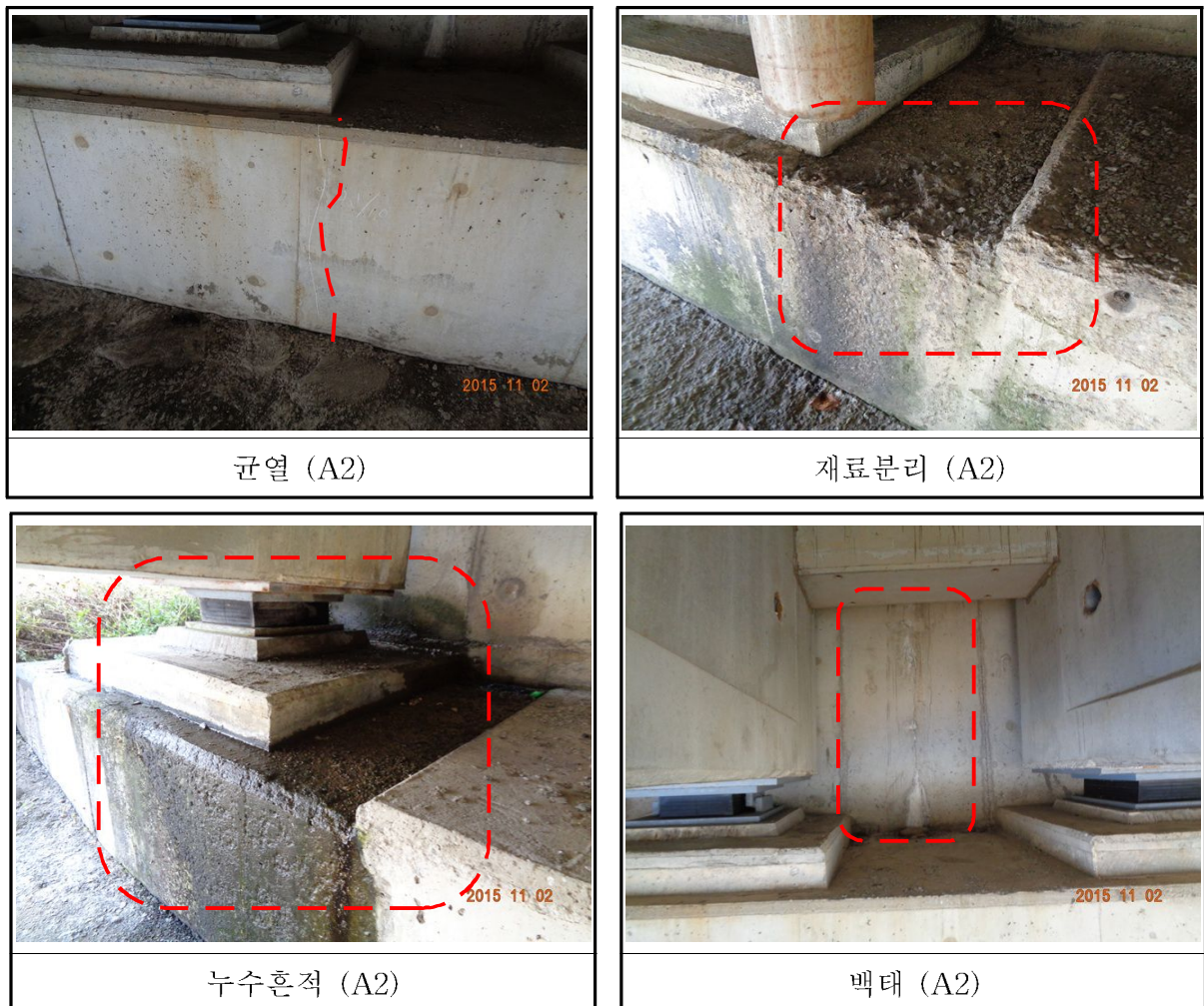
【표 3.16】 교대 및 교각 외관조사시 주요 점검항목

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	• 하상구간 세굴여부 조사	

(3) 외관조사 내용

① 교대

교대 외관조사 결과, 백태(3.2㎡), 재료분리(0.25㎡), 누수흔적(3.5㎡), cw=0.3mm 미만 균열(2.0m) 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기 건조수축 및 장기 공용으로 인한 손상으로 현재 손상의 정도는 미미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 표면처리, 단면보수 등의 조치가 요구된다. 누수흔적, 백태 구간은 하부 신축이음에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인이 되는 우수유입의 차단이 필요 할 것으로 판단된다.

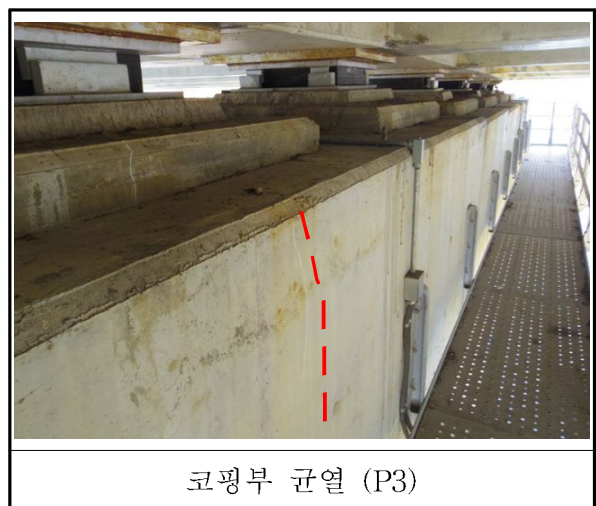
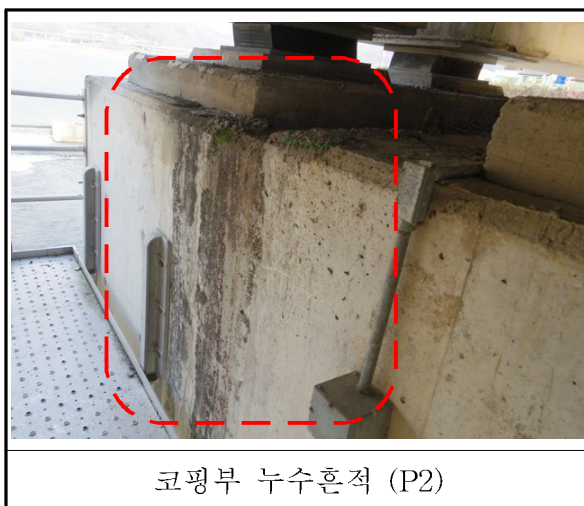
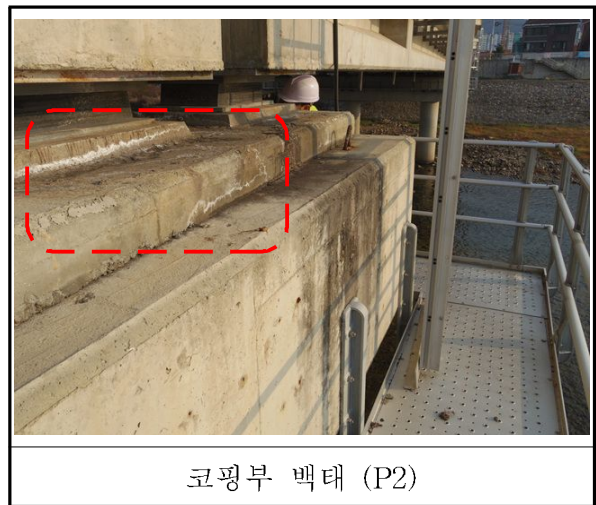
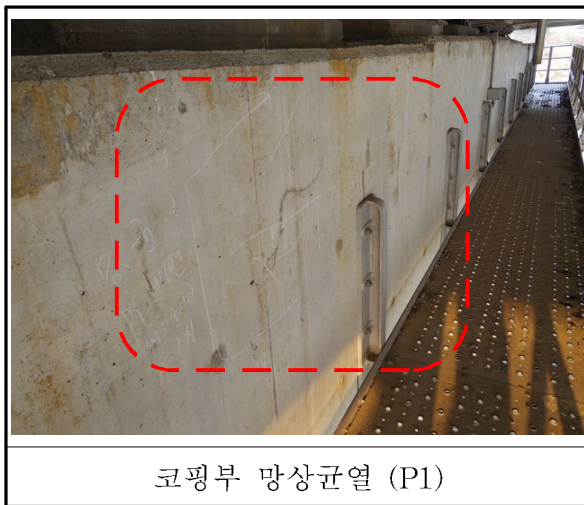


【그림 3.16】 교대 손상 현황

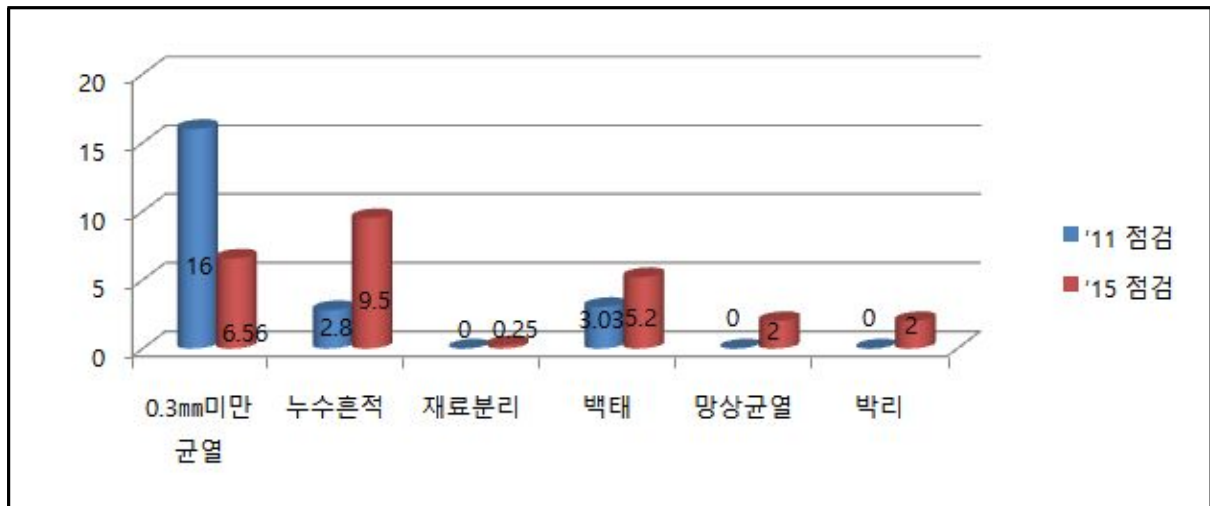
② 교각

교각은 망상균열(2.0m^2), 누수흔적(6.0m^2), 박리(2.06m), 0.3mm 이상 균열(4.36m), 백태(2.0m^2)이 조사되었다.

0.3mm 미만 균열 및 망상균열은 길이가 1.0m 미만의 소규모로 표면 건조수축균열로 판단되며, 손상정도가 경미하여 유지관찰 후 손상 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, P2에 발생한 누수흔적 및 박리, 백태 구간은 하부 신축이음에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인이 되는 우수유입의 차단 후 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요 할 것으로 판단된다.



【그림 3.17】 교각 손상 현황



【그림 3.18】 하부구조 손상 추이분석

(4) 손상규모

【표 3.17】 교대 및 교각 결함 및 손상내용

구 분	손상물량					
	0.3mm미만 균열 (m/개소)	누수흔적 (㎡/개소)	재료분리 (㎡/개소)	백태 (㎡/개소)	망상균열 (㎡/개소)	박리 (㎡/개소)
A1	-	-	-	-	-	-
A2	2.2/2	3.5/2	0.25/1	3.2/5	-	-
P1	-	-	-	-	2.0/1	-
P2	-	6.0/3	-	2.0/1	-	2.0/1
P3	4.36/12	-	-	-	-	-
합계	6.56/14	9.5/5	0.25/1	5.2/5	2.0/1	2.0/1

【표 3.18】 교대 및 교각 손상집계

구 분	단위	'11 점검	'15 점검	증감	비고
		수량	수량		
0.3mm미만 균열	m	16.0	6.56	▼ 9.44	손상변경
누수흔적	㎡	2.8	9.5	▲ 6.7	추가손상
재료분리	㎡	-	0.25	▲ 0.25	추가손상
백태	㎡	3.03	5.2	▲ 2.17	추가손상
망상균열	㎡	-	2.0	▲ 2.0	손상변경
박리	㎡	-	2.0	▲ 2.0	추가손상

3.3.6 받침장치

(1) 현황

갈마곡교의 받침장치 형식은 탄성고무받침 형식으로 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다.

(2) 조사항목

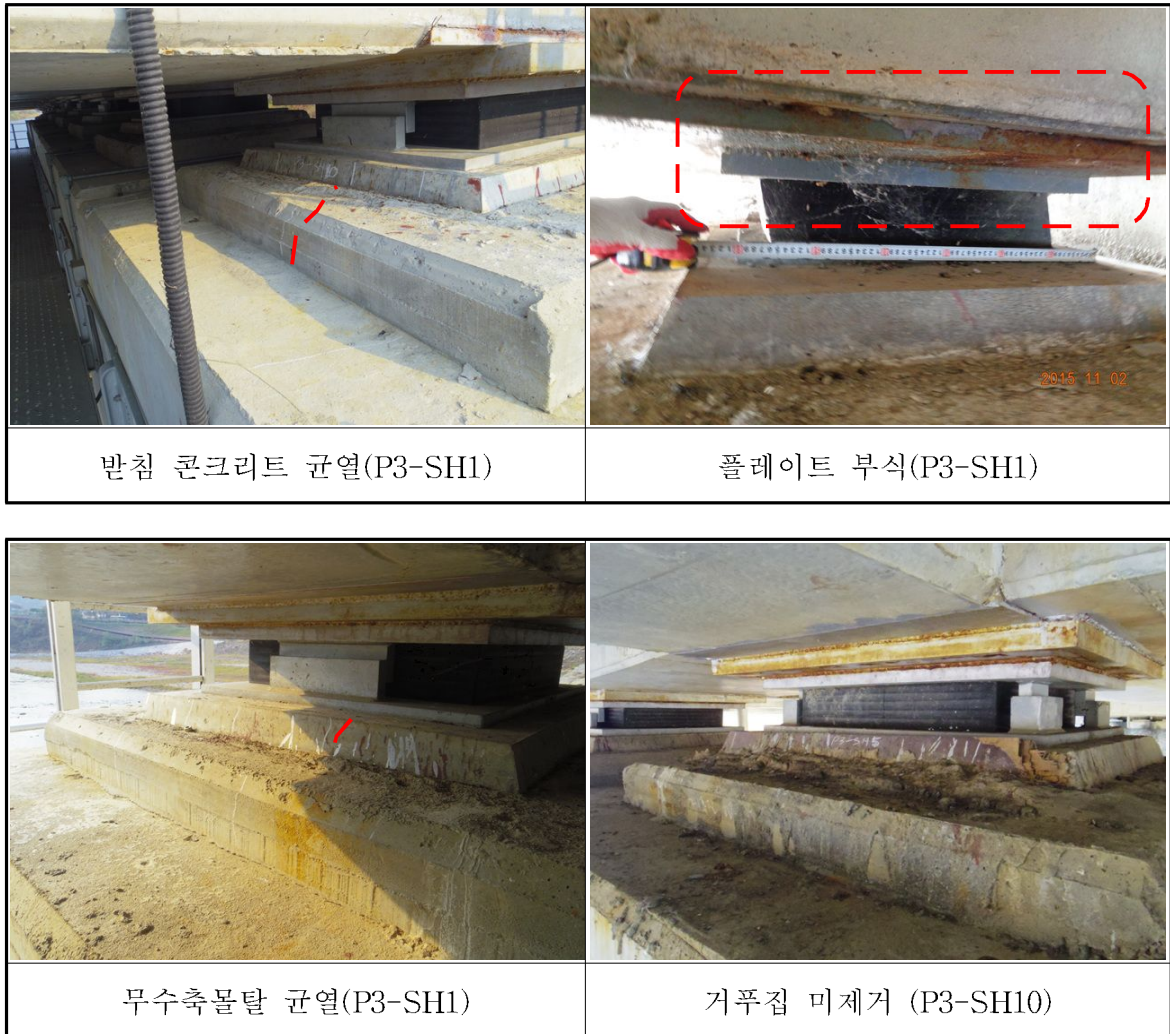
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.19】 교량받침 외관조사시 주요 점검항목

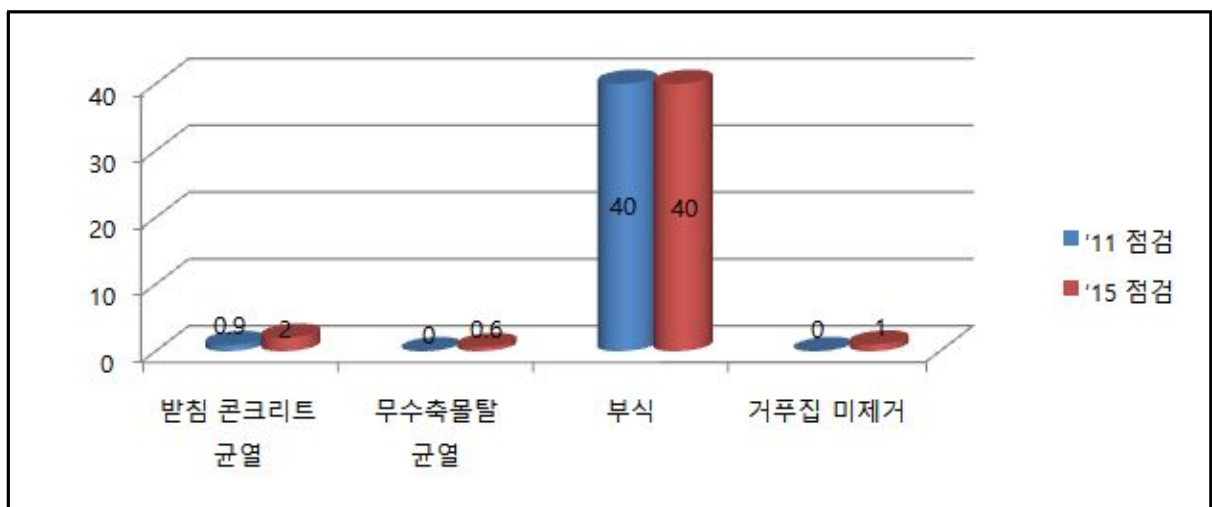
점 검 부 위	손 상 종 류	비 고
본체	- 부식(오물퇴적), 변형 - 균열, 파손 - 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 - 받침과 거더의 밀착상태(분리) - 앵커볼트 파손(절단) - 가동방향오류, 편기설치 - 부속물 파손	
받침콘크리트	- 균열, 파손 - 부분침하	

(3) 외관조사 내용

교량받침은 부식(40ea), 받침콘크리트 균열(2.0m), 무수축물탈 균열(16.6m), 거푸집 미제거 등이 조사되었다. 받침 균열부는 초기 건조수축에 의한 폭 0.3mm미만의 균열로 현재 손상이 미미한 상태이므로 지속적 관찰 후 표면처리 등의 조치가 필요하다. 받침 부식은 신축이음 하부 우수유입으로 인한 손상으로 하부에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인을 제거함과 동시에 재도장 등의 조치가 요구된다.



【그림 3.19】 교량받침 손상현황



【그림 3.20】 교량받침 손상 추이분석

(4) 손상규모

【표 3.20】 받침장치 결함 및 손상내용

구 분	손상물량			
	받침 콘크리트 균열 0.3mm미만 (m/개소)	무수축물탈 균열 0.3mm미만 (m/개소)	부식 (개소)	거푸집 미제거 (개소)
A1	-	-	10	-
A2	-	-	10	-
P1	-	-	-	-
P2	-	-	20	-
P3	2/10	0.6/6	-	1
합계	2/10	0.6/6	40	1

【표 3.21】 받침장치 손상집계

구 분	단위	‘11 점검	‘15 점검	증감	비고
		수량	수량		
받침 콘크리트 균열	m	0.9	2.0	▲ 1.1	추가손상
무수축물탈 균열	m	-	0.6	▲ 0.6	추가손상
부식	개소	40	40	- -	변동없음
거푸집 미제거	개소	-	1	▲ 1	추가손상

(5) 받침장치 연단거리 측정

교량 받침면은 받침장치를 통해서 상부구조로부터 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 또한 지진시에는 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)

- 최소연단거리 = 200 + 5 × 44.25 = 423mm

각 지점별 받침에 대한 연단거리를 측정한 결과, 【표 3.22】 과 같이 450~550mm로 측정되었으며, 도로교 설계기준의 최소연단거리(423mm)에 만족하는 것으로 조사되었다.

【표 3.22】 받침장치 연단거리 측정결과

위치		연단 기준	측정결과				평가
			SH1	SH2	SH3	SH4	
A1		423	480	480	480	480	O.K
P1	A1		550	550	550	550	O.K
	A2		450	450	450	450	O.K
P2	A1		500	500	500	500	O.K
	A2		500	500	500	500	O.K
P3	A1		550	550	550	550	O.K
	A2		450	450	450	450	O.K
P4	A1		500	500	500	500	O.K

(6) 받침장치 가동 여유량 검토

설계시 받침의 이동량은 온도변화, 활하중, 크리프, 건조수축, 부가여유량 및 설치 여유량 등을 고려하여 산정하나, 금회 조사에서는 교량의 공용년수가 6년 경과되었으므로 크리프 및 건조수축 의한 변화는 거의 종결된 것으로 간주하여 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다.

받침장치 가동여유량에 대한 검토는 『도로교설계기준, 2010』에 따라 측정일 온도에서 설계검토 최저, 최고온도까지 수축 및 신장거동에 대한 받침장치의 부가여유량을 검토하였다.

- 조사시 온도 : 2015년 10월 1일 가동량 측정시 외기온도 $\Rightarrow 10.0^{\circ}\text{C}$
- 검토 온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ (강교일 경우)

◎ 받침장치 여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell t = \alpha \times \Delta T \times \ell$
- 선팽창계수(콘크리트교) : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$
- 온도범위 : $\Delta T = 10.0^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 15.0^{\circ}\text{C}$ (최대 수축시, 동절기)
- $35^{\circ}\text{C} - 10.0^{\circ}\text{C} = 25.0^{\circ}\text{C}$ (최대 신장시, 하절기)
- 적용 경간 길이 (ℓ) = 44.25m

【표 3.23】 교량받침 여유량 조사 결과

위 치	구 분	설계이동량 (mm)	실측이동량 (mm)	여유량(mm)		온도변화에 의한 이동량		판 정
				신장	수축	신장	수축	
A1	SH1	± 25	-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH2		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH3		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH4		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH5		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH6		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH7		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH8		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH9		-10	35	15	11.0	6.7	O.K
	SH10		-10	35	15	11.0	6.7	O.K

※ 실측 이동량은 고정단(P5)을 기준으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

【표 3.23】 교량받침 여유량 조사 결과(계속)

위 치	구 분	설계이동량 (mm)	실측이동량 (mm)	여유량(mm)		온도변화에 의한 이동량		판 정
				신장	수축	신장	수축	
P1	SH1	고정단	-	-	-	-	-	-
	SH2		-	-	-	-	-	-
	SH3		-	-	-	-	-	-
	SH4		-	-	-	-	-	-
	SH5		-	-	-	-	-	-
	SH6		-	-	-	-	-	-
	SH7		-	-	-	-	-	-
	SH8		-	-	-	-	-	-
	SH9		-	-	-	-	-	-
	SH10		-	-	-	-	-	-
P2 (A1측)	SH1	±25	-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH2		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH3		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH4		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH5		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH6		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH7		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH8		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH9		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH10		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
P2 (A2측)	SH1	±25	-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH2		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH3		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH4		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH5		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH6		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH7		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH8		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH9		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH10		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
P3	SH1	고정단	-	-	-	-	-	-
	SH2		-	-	-	-	-	-
	SH3		-	-	-	-	-	-
	SH4		-	-	-	-	-	-
	SH5		-	-	-	-	-	-
	SH6		-	-	-	-	-	-
	SH7		-	-	-	-	-	-
	SH8		-	-	-	-	-	-
	SH9		-	-	-	-	-	-
	SH10		-	-	-	-	-	-
A2	SH1	±25	-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH2		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH3		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH4		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH5		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH6		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH7		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH8		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH9		-15	40	10	11.0	6.7	O.K
	SH10		-15	40	10	11.0	6.7	O.K

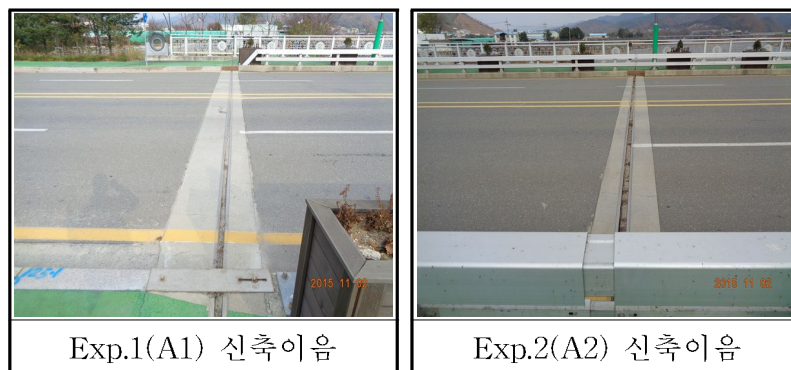
※ 실측 이동량은 고정단(P5)을 기준으로 신장시(+), 수축시(-)로 명기.

받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3.3.7 신축이음장치

(1) 현황

갈마곡교의 신축이음장치는 Rail Joint 형식으로 총3기(A1, P2, A2)가 설치되어 있다.



【그림 3.21】 신축이음 현황

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 하여 조사를 실시하였다.

【표 3.24】 신축이음장치 외관조사시 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)	

(3) 외관조사 내용

신축이음의 전반적으로 양호한 상태이나, 건조수축에 의한 후타재 균열(38.4m), 국부적인 후타재 파손(0.09m²), 이물질퇴적(54.0m²), 하부 누수(3개소) 등이 발생한 상태이며, 신축이음 하부 누수는 교량받침 및 교대/교각에 손상을 가할 우려가 있으므로 신축이음 하부 유도배수관 설치 등의 조치가 필요하며, 기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 보수가 필요하다.



A1 후타재 균열



A1 후타재 파손



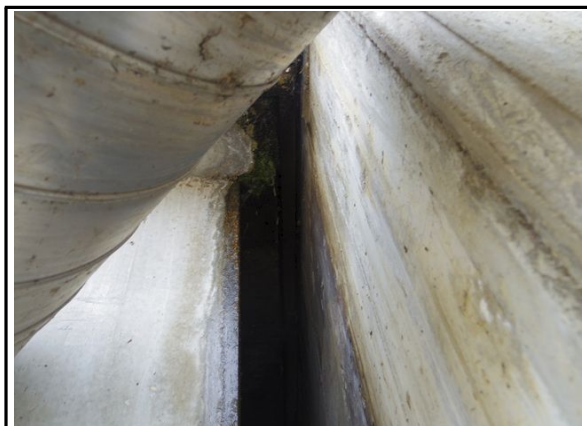
A2 후타재 균열



P1 후타재 이격

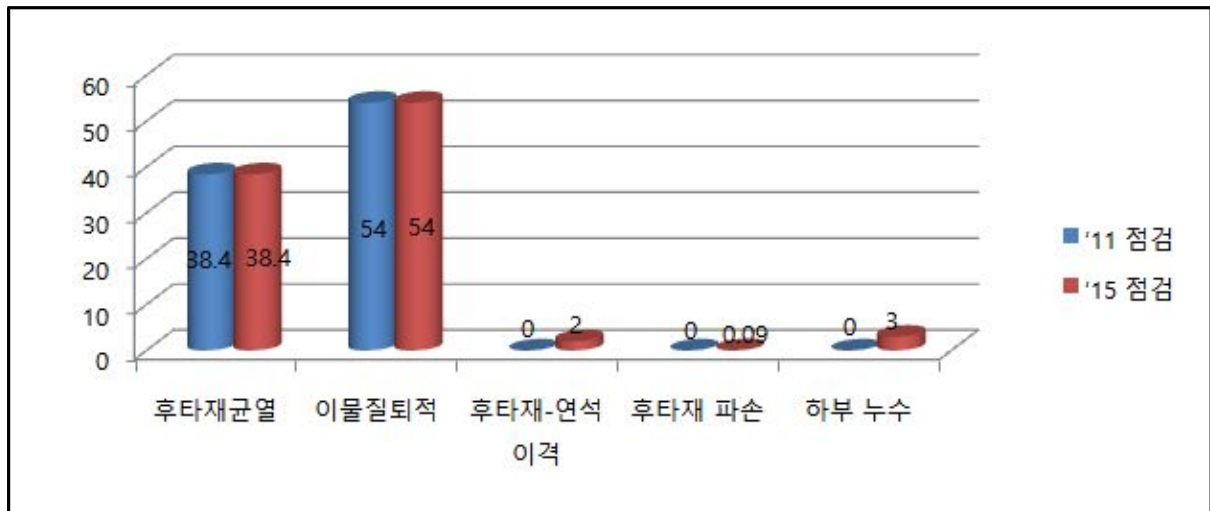


A2 하부 누수



A2 하부 누수

【그림 3.22】 신축이음장치 손상 현황



【그림 3.23】 신축이음 손상 추이분석

(4) 손상규모

【표 3.25】 신축이음장치 결함 및 손상내용

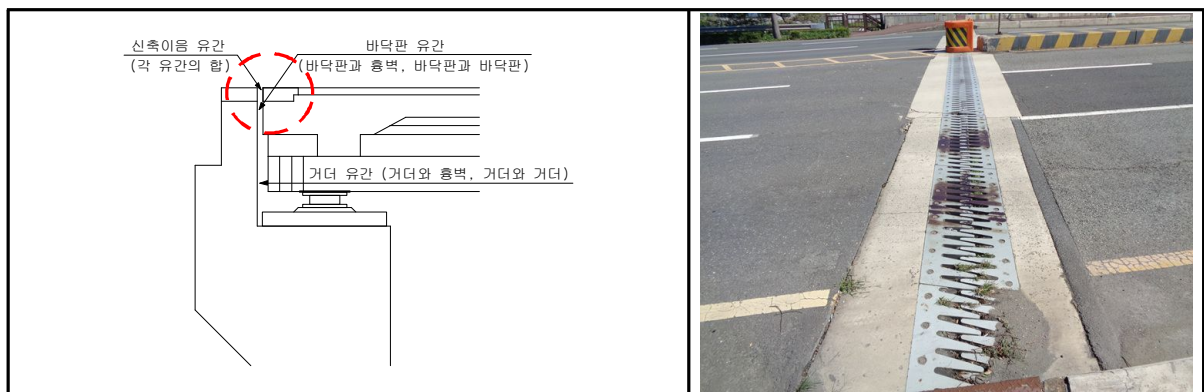
구 분	손상물량				
	후타재 균열 (m/개소)	이물질퇴적 (m/개소)	후타재 연석 이격 (개소)	후타재 파손 (㎡/개소)	하부 누수 (개소)
A1	11.2/28	18.0/1	-	-	1
P2	11.2/28	18.0/1	2	-	1
A2	16.0/40	18.0/1	-	0.09/1	1
합계	38.4/96	54.0/3	2	0.09/1	3

【표 3.26】 신축이음 손상집계

구 분	단위	‘11 점검	‘15 점검	증감		비고
		수량/개소	수량/개소			
후타재균열	m	38.4	38.4	-	-	변동없음
이물질퇴적	m	54.0	54.0			변동없음
후타재-연석 이격	개소	-	2	▲	2	손상증가
후타재 파손	m ²	-	0.09	▲	0.09	손상증가
하부 누수	개소	-	3	▲	3	손상증가

(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.



【그림 3.24】 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 11월 2일 외기온도 ⇒ 10℃
- 검토 온도 : +35℃ ~ -5℃ (콘크리트교일 경우)

◎ 신축이음장치 이동여유량 산정

- 온도에 의한 이동량 : $\Delta \ell t = \alpha \times \Delta T \times \ell$
- 선팽창계수 : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$ (강교)
- 온도범위 : $\Delta T = 10.0^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) = 15.0^{\circ}\text{C}$ (최대 수축시, 동절기)
 $35^{\circ}\text{C} - 10.0^{\circ}\text{C} = 25.0^{\circ}\text{C}$ (최대 신장시, 하절기)
- 적용 경간 길이 (ℓ) : 44.25m(A1, A2), 88.5m(P2)
- 온도에 의한 신축량(A1, A2) : 11.1mm(신장시), 6.7mm(수축시)
- 온도에 의한 신축량(P2) : 22.1mm(신장시), 13.3mm(수축시)

【표 3.27】 신축이음부 유간 조사결과

위 치	형 식	지간 (m)	유간측정량(mm)			계산신장량 (mm)	검토
			상부	슬래브	거더		
A1	레일조인트	44.25	50.0	80.0	120.0	11.1	O.K
P2	레일조인트	88.5	75.0	130.0	250.0	22.1	O.K
A2	레일조인트	44.25	45.0	110.0	220.0	11.1	O.K

온도변화에 의한 신축이음부 여유량은 측정 조사일(2015년 11월 2일) 외기온도를 기준으로 하절기 최고온도(콘크리트교 : 35℃)를 적용하였다. 신축이음의 계산신축량과 실측유간을 검토한 결과, 여유량에 이상이 없는 양호한 상태로 측정되었다.

3.3.8 배수시설

(1) 현황

배수구는 38개소가 설치되어 있으며, 각 배수구는 스틸그레이팅 뚜껑으로 덮혀 있는 상태이다.

(2) 조사항목

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 점검항목으로 조사를 실시하였다.

【표 3.28】 배수구 외관조사시 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	• 배수구 길이가 짧은 구간 거더 외관상태	

(3) 외관조사 내용

배수구 외관조사 결과, 38개소 중 16개소가 배수구 막힘이 조사되었고, 청소 등의 정비가 요망된다.



【그림 3.25】 배수시설 손상 현황

(4) 손상규모

【표 3.29】 배수구 손상집계

구 분	단 위	‘11 정밀	‘15 정밀	증감	비고
		수량/개소	수량/개소		
배수구 막힘	EA	2	16	▲ 14	손상증가

3.3.9 부대시설

갈마곡교의 부대시설로는 점검통로와 가로등, 조형시설물이 설치되어 있으며, 점검통로 설치목적은 교량이 설치되어 있는 주변의 지형 또는 공간적 여건 등으로 인하여 별도의 장비 없이 접근이 어려운 주요 교량부재에 접근시설을 설치하여 근접점검과 유지관리를 용이하게 하기 위함이다. 따라서 작업자 및 점검자의 안전을 위하여 점검통로 설치상태와 고정 상태를 중점 조사하였으며, 앵카볼트 고정상태, 볼트 연결상태, 용접상태 등을 확인결과 탈락이나 파단이 없는 양호한 상태이며, 가로등 및 조형시설물도 양호한 상태이다.



【그림 3.26】 부대시설 설치현황

3.3.10 손상수량 집계표

(1) 손상수량 집계표

【표 3.30】 손상수량 집계표

구 분		단위	'11 점검	'15 점검	증감	비고
			수량/개소	수량/개소		
교 면 포 장	아스콘 균열	m	-	95.0	▲ 95.0	추가손상
연석/ 난간	보도부 포장 들뜸	m²	-	4.0	▲ 4.0	물량수정
바닥판 하 면	균열	m	3.0	64.0	▲ 61.0	추가손상
	망상균열	m²	-	2.5	▲ 2.5	추가손상
	백태	m²	42.3	38.9	▼ -3.4	물량수정
거 더	파손	m²	-	0.13	▲ 0.13	손상증가
	들뜸	m²	-	0.24	▲ 0.24	손상증가
교 대 및 교 각	0.3mm미만 균열	m	16.0	6.56	▼ 9.44	손상변경
	누수흔적	m²	2.8	9.5	▲ 6.7	추가손상
	재료분리	m²	-	0.25	▲ 0.25	추가손상
	백태	m²	3.03	5.2	▲ 2.17	추가손상
	망상균열	m²	-	2.0	▲ 2.0	손상변경
	박리	m²	-	2.0	▲ 2.0	추가손상
받 침 장 치	받침 콘크리트 균열	m	0.9	2.0	▲ 1.1	추가손상
	무수축물탈 균열	m	-	0.6	▲ 0.6	추가손상
	부식	개소	40	40	- -	변동없음
	거푸집 미제거	개소	-	1	▲ 1	추가손상
신 축 이 음	후타재균열	m	38.4	38.4	- -	변동없음
	이물질퇴적	m	54.0	54.0		변동없음
	후타재-연석 이격	개소	-	2	▲ 2	손상증가
	후타재 파손	m²	-	0.09	▲ 0.09	손상증가
	하부 누수	개소	-	3	▲ 3	손상증가
배수시설	배수구 막힘	EA	2	14	▲ 12	손상증가

(2) 손상수량 집계결과 분석

손상집계 결과, 2013년 정밀점검 자료가 없어, 2011년 최초 정밀점검과 물량을 단순 비교 하였으며, 교면포장은 공용연수 증가에 따른 차량마찰, 외기환경 등에 의해 손상수량이 증가 하였고, 교대 및 교각, 거더, 바닥판하면은 누락된 손상수량이 증가하였다.

3.4 외관조사 결과분석

3.4.1 교면포장

교면포장은 아스팔트 포장으로 보수이력 확인결과, 보수이력은 없는 것으로 확인되었다. 교면포장의 주요 손상은 장기공용 및 중차량 운행에 의한 아스콘 균열이 발생하였다. 현재 교면포장 상태에 대한 외관조사 결과, 아스콘 균열(95.0m, 21개소)이 발생되었다. 포장부의 손상은 반복적인 차량 하중, 중차량의 지속적인 통행 및 아스콘의 노후화에 의한 손상으로 판단되며, 기 손상부는 지속적인 관찰 후 손상의 진전시 아스콘 패칭 등의 조치가 필요하다.

3.4.2 연석/난간

연석/난간에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 연석/난간의 주요 손상은 보도부 포장 들뜸이 조사되었다. 포장부 들뜸(4m²)은 장기간 공용으로 인한 손상으로 손상부는 국부적으로 발생한 손상으로 기 손상에 대한 지속적인 관찰이 필요하다.

3.4.3 바닥판하면

바닥판하면에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 바닥판하면의 외관조사 결과, 0.3mm미만 균열(73.0m), 망상균열(2.5m²), 백태(38.9m²)이 조사되었다. 기 손상부는 초기 건조수축 및 공용중 열화로 인한 손상으로 현재 손상부가 미미하므로, 지속적인 관찰 후 진전지 표면처리 등의 조치가 필요하며, 바닥판하면 백태 구간은 현재 손상이 미미하나, 진전될 우려가 존재하므로 상부 재포장시 방수층의 정밀 시공이 필요할 것으로 사료된다.

3.4.4 거터

거터에 대한 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 거터에 대한 외관조사 결과, 파손(0.13m²), 들뜸(0.24m²)이 조사되었다. 기 손상부는 외부충격 및 시공불량에 의한 손상으로 현재 손상의 정도는 미미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 단면보수 등의 조치가 필요하다.

3.4.5 교대 및 교각

(1) 교대

교대 외관조사 결과, 백태(3.2㎡), 재료분리(0.25㎡), 누수흔적(3.5㎡), cw=0.3mm 미만 균열(2.0m) 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기 건조수축 및 장기 공용으로 인한 손상으로 현재 손상의 정도는 미미하므로 지속적인 관찰 후 진전시 표면처리, 단면보수 등의 조치가 요구된다. 누수흔적, 백태 구간은 하부 신축이음에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인이 되는 우수유입의 차단이 필요 할 것으로 판단된다.

(2) 교각

교각은 망상균열(2.0㎡), 누수흔적(6.0㎡), 박리(2.06㎡), 0.3mm이상 균열(4.36㎡), 백태(2.0㎡)이 조사되었다. 0.3mm미만 균열 및 망상균열은 길이가 1.0m미만의 소규모로 표면 건조수축균열로 판단되며, 손상정도가 경미하여 유지관찰 후 손상 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, P2에 발생한 누수흔적 및 박리, 백태 구간은 하부 신축이음에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인이 되는 우수유입의 차단 후 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요 할 것으로 판단된다.

3.4.6 받침장치

갈마곡교의 받침장치 형식은 탄성고무받침 형식으로 보수이력 확인결과, 보수 이력은 확인되지 않은 상태이다. 교량받침은 부식(40ea), 받침콘크리트 균열(2.0m), 무수축물탈 균열(16.6m), 거푸집 미제거 등이 조사되었다. 받침 균열부는 초기 건조수축에 의한 폭 0.3mm미만의 균열로 현재 손상이 미미한 상태이므로 지속적 관찰 후 표면처리 등의 조치가 필요하다. 받침 부식은 신축이음 하부 우수유입으로 인한 손상으로 하부에 유도배수관을 설치하여 손상의 원인을 제거함과 동시에 재도장 등의 조치가 요구된다.

각 지점별 받침에 대한 연단거리를 측정한 결과, 450~550mm로 측정되었으며, 도로교 설계기준의 최소연단거리(423mm)에 만족하는 것으로 조사되었으며, 받침장치의 이동량 검토결과, 모든 받침에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

3.4.7 신축이음장치

갈마곡교의 신축이음장치는 Rail Joint 형식으로 총3기(A1, P2, A2)가 설치되어 있다. 신축이음의 전반적으로 양호한 상태이나, 건조수축에 의한 후타재 균열(38.4m), 국부적인 후타재 파손(0.09m²), 이물질퇴적(54.0m³), 하부 누수(3개소) 등이 발생한 상태이며, 신축이음 하부 누수는 교량받침 및 교대/교각에 손상을 가할 우려가 있으므로 신축이음 하부 유도배수관 설치 등의 조치가 필요하며, 기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 보수가 필요하다.

온도변화에 의한 신축이음부 여유량은 측정 조사일(2015년 11월 2일) 외기온도를 기준으로 하절기 최고온도(콘크리트교 : 35℃)를 적용하였다. 신축이음의 계산신축량과 실측유간을 검토한 결과, 여유량에 이상이 없는 양호한 상태로 측정되었다.

3.4.8 배수시설

배수구 외관조사 결과, 38개소 중 14개소가 배수구 막힘이 조사되었고, 청소 등의 정비요망된다.

3.4.9 부대시설

갈마곡교의 부대시설로는 점검통로와 가로등, 조형시서물이 설치되어 있으며, 점검통로 설치목적은 교량이 설치되어 있는 주변의 지형 또는 공간적 여건 등으로 인하여 별도의 장비 없이 접근이 어려운 주요 교량부재에 접근시설을 설치하여 근접점검과 유지관리를 용이하게 하기 위함이다. 따라서 작업자 및 점검자의 안전을 위하여 점검통로 설치상태와 고정 상태를 중점 조사하였으며, 앵카볼트 고정상태, 볼트 연결상태, 용접상태 등을 확인결과 탈락이나 파단이 없는 양호한 상태이며, 가로등 및 조형시설물도 양호한 상태이다.