

3.1 개요

3.2 외관조사

3.3 외관조사 결과

제 3장 현장조사

3.1 현장조사 개요

대상 교량의 현장조사는 공용 중 조사 당시의 외관 상태를 기록하고 구조물 상태 평가를 위한 기초자료로 사용함은 물론 건전성 확보를 위한 보수 대상 선정 및 향후 교량의 유지관리를 위한 중요한 근거자료로 사용할 수 있도록 하는데 그 의미를 찾을 수 있다.

3.1.1 외관조사 내용

교량의 안전성 및 사용성을 체계적이고 합리적으로 평가하기 위하여 콘크리트 구조물에 발생된 전반적인 균열 상태와 열화현상에 대하여 부재별로 외관조사를 실시하였고, 바닥판, 교대, 신축이음, 교면포장 등의 기능상 문제점과 열화 및 손상의 정도를 파악하기 위하여 세밀한 육안조사를 실시하였다.

외관조사에 의해 발견한 결함이나 손상 등을 상세히 나타낸 외관조사망도는 시설물의 유지관리에 효율적으로 이용할 수 있도록 작성하여 수록하였으며 콘크리트 균열 및 기타 외관상태 등 각 부위별 손상 및 기능저하 정도 등을 판단함에 있어 국토해양부 한국시설안전기술공단에서 발행된 『안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침』에 따라 실시하였으며, 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시하였다.

<표 3.1.1> 교량시설물의 부재별 조사항목

점검부위		조사 항목	조사 여부
상부 구조	바닥판	- 수평 및 수직균열, 망상균열 - 열화, 재료분리(공동·공극), 철근노출 - 누수, 백태(유리석회)	○
	거더 가로보	- 강재부식, 도장박락 - SPLICE부 결함 - 고정볼트 체결불량, 미체결, 볼트 부식 - 주부재 및 보조부재의 변형, 파손	○
하부 구조	교대	- 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리 - 교대두부 균열, 이동 또는 기울음 - 두부물고임, 받침부 하부 균열 및 파손 - 거더와 홍벽 신축유간 부족	○
받침	교량 받침	- 가동받침의 이동여유량 조사 - 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 - 받침과 거더의 밀착상태, 가동면 부식 - 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치) - 앵커볼트 파손, 절단	○
기타 부재	신축 이음	- 신축이음부 누수, 신축이음 유간 여유량 - 지수관 설치 상태, 장치 기능 및 작동상태 - 신축이음부 콘크리트 파손 및 철근노출	○
	배수 시설	- 관의 연결부 어긋남, 파손 - 이물질에 의한 막힘, 배수관 길이부족(짧음) - 유출구 위치 부적절	○
	방호벽 난간	- 방호벽 파손 및 이음상태, 파손 및 균열 - 난간 균열, 파손, 변형	○
	교면포장	- 포장불량 (포트홀, 소성변형, 균열 등), 포장배수	○

3.1.2 현장조사의 실시

구조물 육안조사 및 도면 표시는 시점에서 종점 방향으로 실시하였다. 바닥판 하면 및 거더 외부는 교량점검 차량을 사용하여 근접 조사를 실시하였으며, 거더 내부, 교대, 교량받침, 배수관, 교면포장, 난간, 신축이음장치는 도보를 통한 육안조사를 면밀하게 실시하였다.

	
고소차를 이용한 조사	균열폭 측정 조사
	
철근 피복 두께 확인	기울기 측정

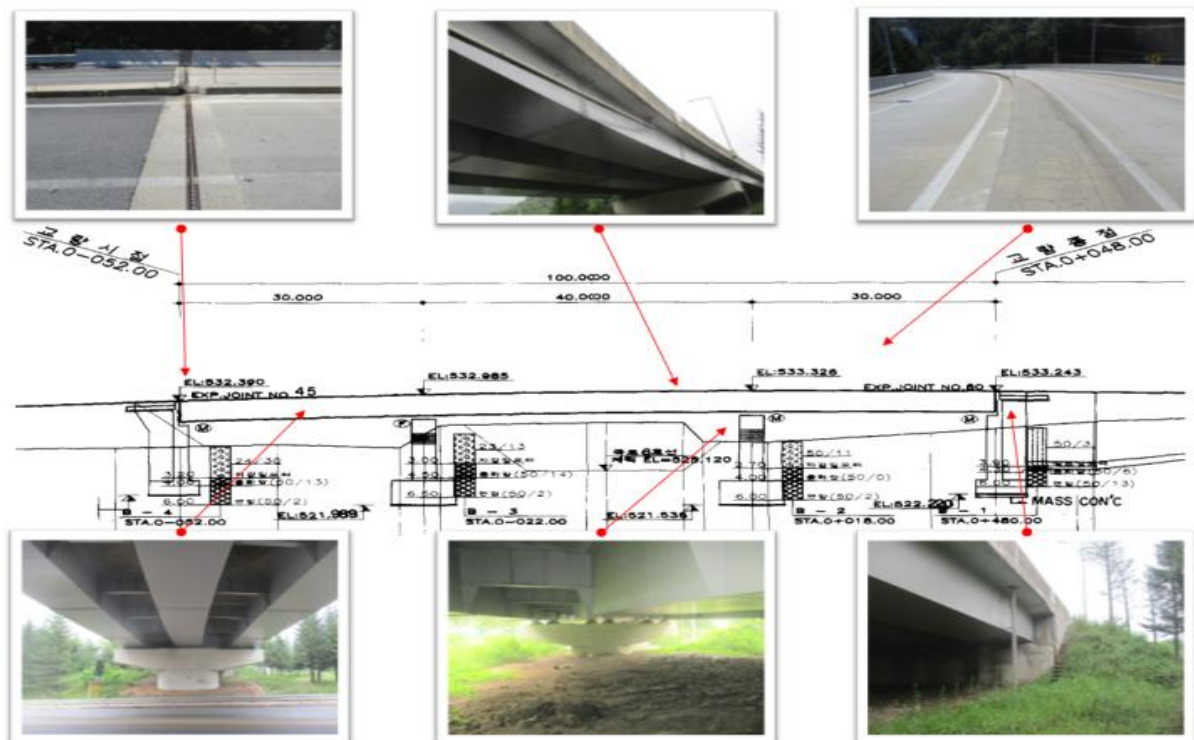
3.1.3 교량의 일반사항

- ▷ 고속도로(영동선, 이정181.82km)
- ▷ 강원도 평창군 용평면 장평리
- ▷ 국도6호선 횡단
- ▷ 2종시설물
- ▷ 관리등급 : B등급
- ▷ 설계하중 : DB-24
- ▷ 1999년에 준공되어 약 19년간 공용중
- ▷ 연장 L=100.0m (1@30.0m+1@40.0m+1@30.0)
- ▷ 교폭 B=15.6m 양방향 2차로



- ▷ 상부구조 : 강박스거더교(Steel Box Girder), 3경간 연속교량
- ▷ 하부구조 : 교대 - 역T형(전면기초), 교각 - T형(전면기초)
- ▷ 받침 : 포트받침(교대 1300kN, 교각P1 3500kN, 교각P2 2500kN)
- ▷ 신축이음 : 모노셀 Joint

<교량의 위치별 대표 전경>



3.2 외관조사

3.2.1 상부 구조물

가. 바닥판하면

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

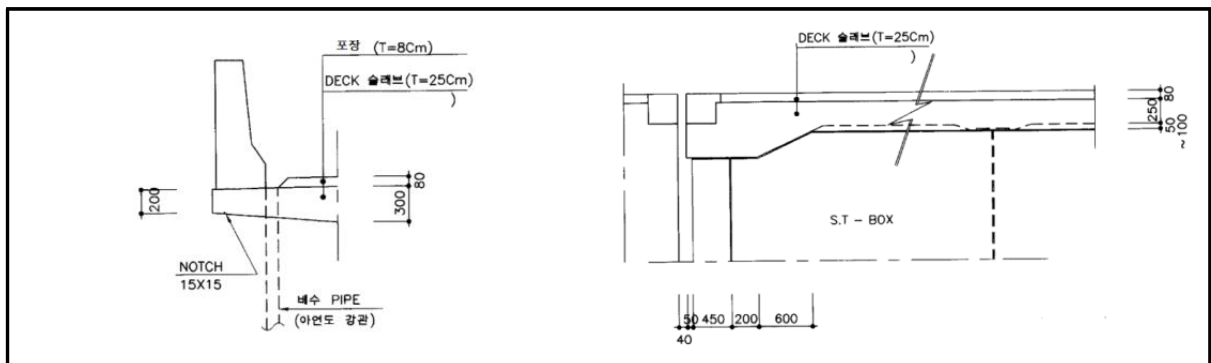
<바닥판 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
콘크리트 바닥판	• 균열, 박리, 박락, 층분리 • 철근노출, 재료분리(공동, 공극) • 누수 및 백태(유리석회)

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 콘크리트 바닥판 노출 (t= 200~500mm)
- 설계기준강도 27 MPa
- 고소차 및 사다리를 이용한 근접 조사 실시



	
거더 간 콘크리트 바닥판	캔틸레버부 콘크리트 바닥판

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 바닥판 백태
- 바닥판 단부 파손

(2) 외관조사

a. 손상 내용

- 교대 홍벽 접합부에 위치한 바닥판 및 캔틸레버부 단부에서 철근노출, 콘크리트 박리 및 박락, 백태 등이 조사되며, 유지관리를 위한 보수 공간의 협소와 상부 빗물(용해된 용빙제 포함)의 유입에 따른 재료의 열화, 동결융해의 반복, 철근의 부식 진행 등의 복합적 환경 및 2차적인 열화 요소로 인해 부재의 손상이 나타남.
- 바닥판 조사결과, S1~S3 교량 전체 구간에서 망상균열을 동반한 백태 현상이 넓은 범위로 확인됨.
- S3 캔틸레버부 바닥판에서 0.3mm미만 균열이 일부 조사됨.

b. 손상 사진

	· 외관조사 내용
	① 현황: 철근노출, 박락
	② 위치: 바닥판 S2
	③ 원인: 타설불량, 피복부족, 재료열화
	④ 대책: 단면복구(방청)

	· 외관조사 내용
	① 현황: 바닥판 박리
	② 위치: 바닥판 S2
	③ 원인: 단부 열화 진행, 차량진동, 타설불량 손상부 용빙제 침투, 동결융해 반복
	④ 대책: 단면복구

	· 외관조사 내용
	① 현황: 바닥판 망상균열, 백태
	② 위치: 바닥판 S2
	③ 원인: 차량 반복하중, 바닥판열화 교면포장의 균열
	④ 대책: 표면처리, 포장 균열 보수

		
S1	S2	S3

	· 외관조사 내용
	① 현황: 캔틸레버부 균열cw=0.2mm
	② 위치: 바닥판 S3
	③ 원인: 건조수축 균열, 차량반복하중
	④ 대책: 표면처리

	• 외관조사 내용
	① 현황: 철근노출, 박리
	② 위치: 바닥판 S3 (A2측 바닥판)
	③ 원인: 단부 열화, 빗물유입 열화진행 동결융해 반복 작용
	④ 대책: 단면복구
	
바닥판 단부 철근노출(교대 측), S3	바닥판 단부(교대 측) 콘크리트 박리, S3

(3) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

신축이음장치가 위치한 바닥판 하면 단부에서 열화가 진행된 철근노출 및 콘크리트 박락현상이 다수 확인되고 캔틸레버부 단부에서 철근노출, 박락, 균열이 일부 조사되었다. 이는 교량 신설 초기 바닥판 시공 위커빌리티 효율성 감소, 관리 미흡에 따른 타설 불량, 피복부족 등과 공용 중 교면포장으로부터 유입되는 빗물(응빙제, 염화칼슘 포함)이 바닥판 하부 콘크리트 표면에 침투되어 철근 흡착 부식 작용, 동결융해 반복 작용, 신축이음장치 보수 공사시 상부의 공사 진행과 차량의 반복 통행에 따른 진동 및 충격 등의 다양한 복합적 요인에 의한 현상으로 판단됨.

바닥판에 발생한 일방향 균열, 백태를 동반한 망상균열 현상은 발생 부위에서 넓게 분포하는 형태를 띠며 교량 바닥판 하면에서 다수 확인할 수 있음. 이는 LMC 포장 균열부를 통해 유입된 침투수(빗물)에 의한 부재가 열화, 동결융해의 반복과 초기 건조수축 균열의 변상, 차량 진동 및 반복에 따른 피로하중 등에 의해 나타나

고 있는 부재의 열화 연상으로 부재의 내구성을 유지할 수 있도록 표면처리 보수를 실시하고 정기적으로 그 상태를 관찰하여 중점관리토록 해야 함. 이와 더불어 해당 부재는 상부 교면포장의 미세한 균열 발생시 교면수의 유입이 용이하고 그에 따른 2차 손상과정에서 균열 변상(손상의 진행) 및 재료열화의 주요한 원인이 될 수 있어 상부 교면포장의 관리도 지속적으로 함께 이루어져야 할 것으로 판단됨.

(4) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
백태	m ²	3.00	38.98	▲ 35.98	습기흡착, 열화
콘크리트 박락	m ²	0.30	0.30	-	재료열화
녹오염	m ²	-	0.81	▲ 0.81	습기흡착, 열화
균열(cw=0.2mm)	m	-	21.20	▲ 21.20	차량 반복하중, 건조수축
균열(cw=0.3mm)	m	-	1.50	▲ 1.50	차량 반복하중, 열화, 손상의 진행
철근노출	m ²	-	4.71	▲ 4.71	피복부족, 열화
콘크리트 박리	m ²	-	9.74	▲ 9.74	재료열화
재료분리	m ²	-	8.00	▲ 8.00	다짐불량, 시공불량
망상균열(cw=0.2mm)	m ²	-	171.03	▲ 171.03	건조수축, 온도균열

나. 거더(Steel Box Girder)

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

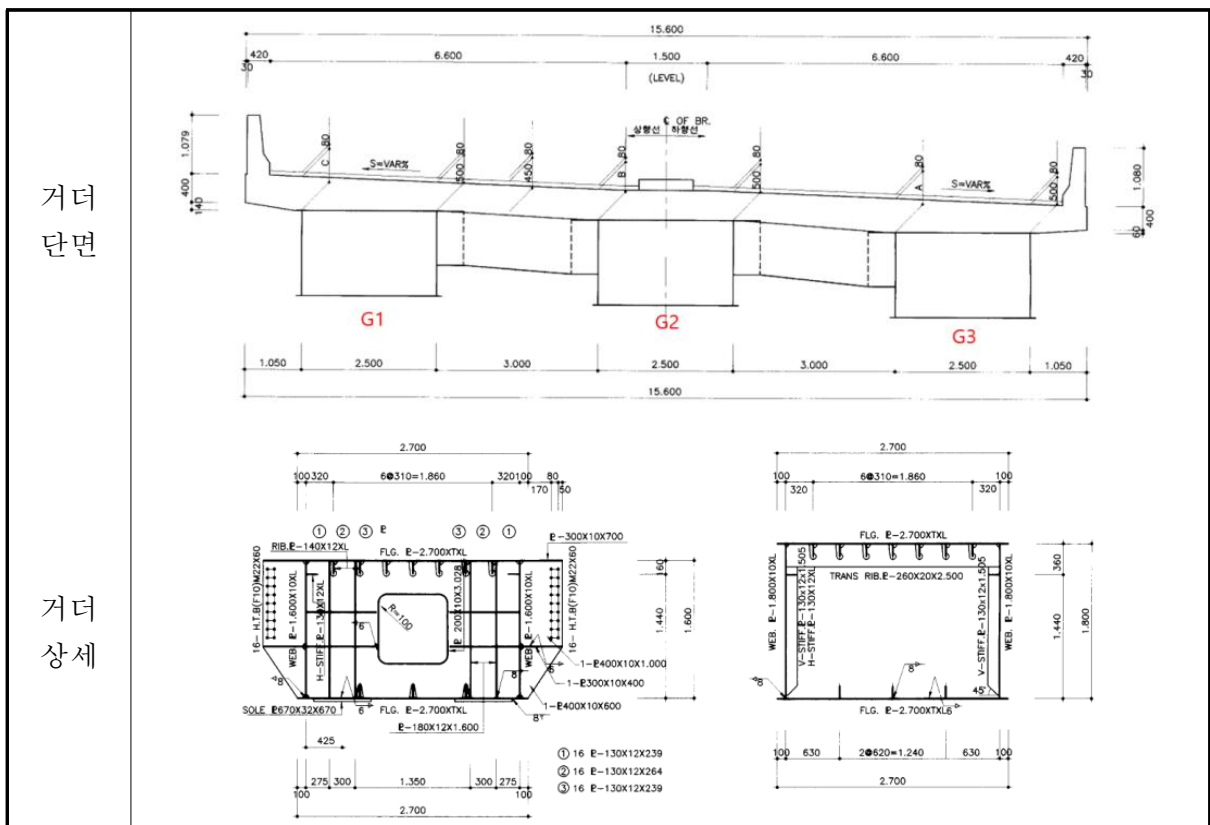
<강거더 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식
피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	• 피로균열
반 침 부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 반침연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
중 양 부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 1경간 Steel Box Girder 3기(G1, G2, G3)
- SPLICE 24개소



	
거더 전경	거더 내부

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 거더하부 일부 점녹발생(0.1㎡, 1개소), S1-G3
- 거더하부 일부 점녹발생(0.2㎡, 1개소), S2-G3

(2) 외관조사

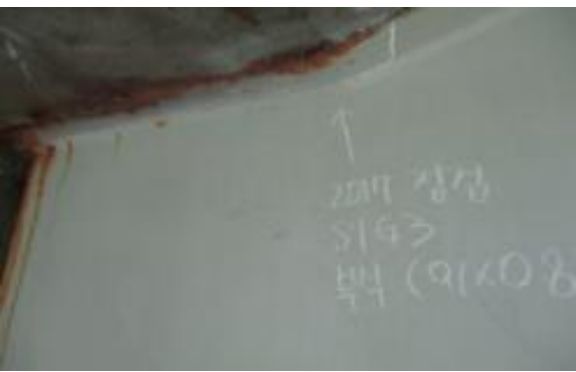
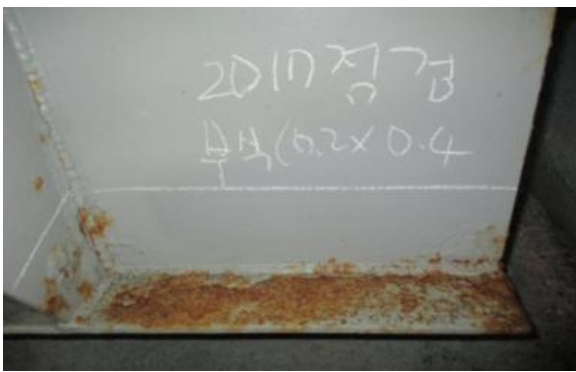
a. 손상 내용

- 3개 거더 단부(신축이음장치 하부)의 외부 및 내부에서 플랜지, 웨브 표면의 강재 부식이 넓게 조사됨.
- 거더 내부의 상부 플랜지 SPLICE이음부에서 백태오염현상이 부분적으로 확인됨.
- 거더 내부 웨브의 SPLICE 이음부에 실런트 충진 마감이 이루어지지 않아 빗물이 유입되며 그에 따라 미미하게 강재 부식현상이 확인됨.

b. 손상 사진

	· 외관조사 내용
	① 현황: SPLICE 이음부 마감 미실시 (빗물유입, 부식)
	② 위치: S1 G1
	③ 원인: 시공초기 결함(이음부 마감 미실시)
	④ 대책: 이음부 실리콘 마감처리

	• 외관조사 내용
	① 현황: 플랜지 부식
	② 위치: S1 G1
	③ 원인: 도장열화, 전처리미흡, 수분흡착
	④ 대책: 재도장

	
거더 외부 부식 S1 G3	거더 외부 부식 S3 G2
	
하부플랜지 하면 부식 S3 G1	하부플랜지 하면 부식 S1 G2
	
상부플랜지, 종방향리브 부식 S1 G1	하부플랜지 하면 부식 S3 G3

	• 외관조사 내용
	① 현황: SPLICE 백태오염
	② 위치: S1 G1
	③ 원인: 교면포장 균열, 바닥판 빗물 유입
④ 대책: 재도장 (포장 균열보수)	

		
거더 부식, S1 G3 (2015년)	→ 유지관리 →	거더 부식, S1 G3 (2017년)

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
점부식	m²	0.30	11.82	▲ 11.52	습기흡착, 열화
강재부식	m²	-	48.67	▲ 48.67	습기흡착, 열화
백태	m²	-	0.14	▲ 0.14	습기흡착, 열화
용접불량	EA	-	3.00	▲ 3.00	시공불량
강재표면 백태오염/누수	m²	-	0.06	▲ 0.06	실링재 미처리, 시공불량
환기구 부식	m²	-	0.27	▲ 0.27	습기흡착, 열화
환기구 볼트체결 불량	EA	-	1.00	▲ 1.00	시공불량, 공용기간 경과
SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	28.00	▲ 28.00	시공불량
우수유입	EA	-	1.00	▲ 1.00	실링재 미처리

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교량은 1999년 준공이후 18여 년 간 공용중에 있고 거더 부재의 강재 부분 재도장을 통한 유지관리 이력은 확인되지 않음. 조사결과 거더 단부(신축이음장치 하부)의 외부 및 내부에서 플랜지, 웹 표면의 강재부식이 넓게 조사되고 내부의 상부 플랜지 SPLICE이음부에서 백태오염 현상이 일부분 확인됨.

거더에서 확인된 부식 및 오염 현상의 1차적 요인은 상부 교면수(빗물)의 유입에 따른 열화 현상으로 판단되며 포장의 열화에 따라 그 범위가 확대될 수 있으므로 구조물의 효율적인 유지관리를 위해서는 거더 재도장과 더불어 포장 및 신축이음 공사도 순차적으로 함께 진행되어야 할 것으로 사료됨.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

다. 2차부재(가로보)

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

< 2차부재 외관조사시 주요 점검항목 >

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 이상음 발생
피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	• 피로균열
2 차 부 재	• 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 • 하중집중점, 가로보와 세로보 교차부 균열 • 거세트판 용접부 끝부분 균열
보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 총42개소

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 전반적 상태양호



(2) 외관조사

a. 손상 내용

- 가로보 부식

b. 손상 사진

	• 외관조사 내용
	① 현황: 가로보 부식
	② 위치: S1 (A1 신축이음 하부 가로보)
	③ 원인: 빗물 유입, 도장열화
	④ 대책: 재도장

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
강재부식	m ²	-	0.44	▲ 0.44	습기흡착, 열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

신축이음 하부에 위치하는 가로보의 부식이 부분적으로 나타나고 있으며 이는 상부 교면수의 유입에 따른 강재 도장 손상부의 표면열화 현상으로 모재의 바탕처리 후 재도장 실시하여 유지관리토록 하고 근본적인 원인을 제거하기 위해 상부 신축이음의 누수 차단을 위한 배수로 설치(공간이 협소하고 설치하더라도 관리가 어려우며 효율성이 떨어짐) 또는 신축이음을 교체가 필요 할 것으로 판단됨.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

3.2.2 하부 구조물

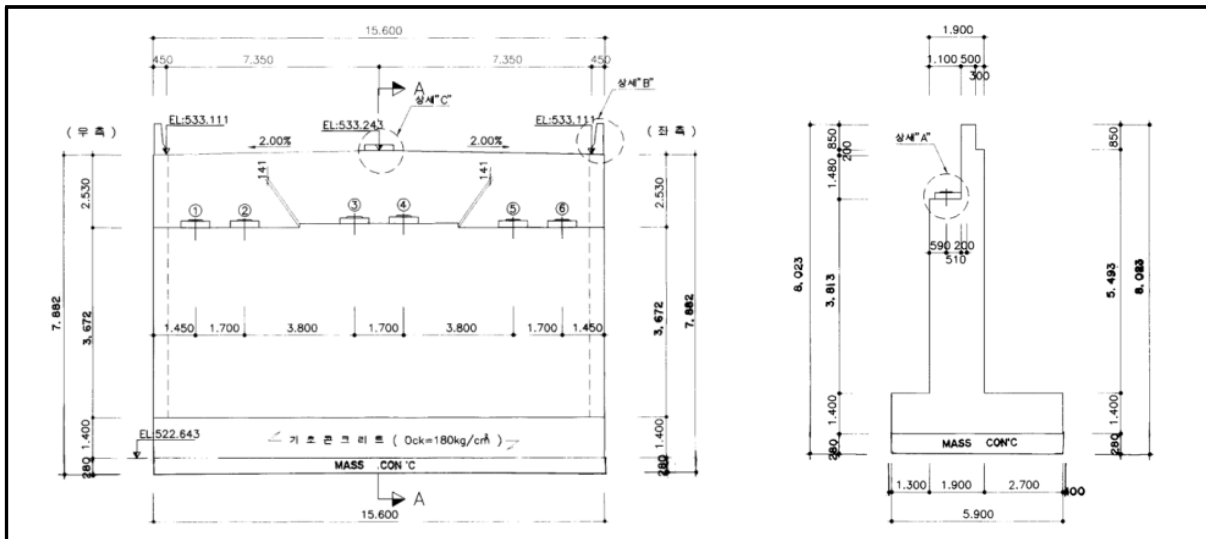
외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

점검부위	교대 외관조사시 주요 점검항목
공 통	- 교대 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
두 부(Coping)	- 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손 - 두부와 홍벽 경계부 균열, 거더와 홍벽 신축유간 부족
벽 체	- 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리 - 구체부 배수구 막힘
날개벽(옹벽 포함)	날개벽 이동, 전도

가. 교대

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

역T형식 교대(RTA), 확대전면기초(A1, A2)



b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 교대홍벽 벽체 파손 (2m², 1개소), A1(진출방향)
- 교대상단 보수부 들뜸 (1m², 1개소), A1(진출방향)
- 교대 상단 균열 (0.2mm/1m, 5개소), A2(진출방향)
- 교대 홍벽 백태 (1.0m², 1개소), A2(G1-G2)
- 교대 상단부 균열 (0.2mm/1m, 1개소), A1(G2-G3)

(2) 외관조사

a. 손상 내용

교대에 발생한 손상에 대해 2015년 단면복구 보수를 적용하였으며, 금회 조사결과 구체 및 홍벽부 백태, 국부적인 박리 및 박락과 교대 구체에 균열 0.2~0.3mm, 백태오염, 재료분리, 박리(망치 타격조사) 등이 나타남.

b. 손상 사진

	· 외관조사 내용
	① 현황: 교대 홍벽 박락
	② 위치: 교대 A1
	③ 원인: 구체의 열화 진행, 동결융해의 반복
	④ 대책: 단면복구

	
홍벽 박리, 백태 A2	홍벽 박리 A2

	· 외관조사 내용
	① 현황: 백태
	② 위치: 교대 A1
	③ 원인: 재료 및 수분흡착 열화
	④ 대책: 표면처리

	· 외관조사 내용
	① 현황: 재료분리
	② 위치: 교대 A1
	③ 원인: 타설불량, 다짐불량, 재료열화
	④ 대책: 단면복구

	· 외관조사 내용
	① 현황: 균열 $cw=0.2\sim0.3mm$
	② 위치: 교대 A2
	③ 원인: 균열 열화 진행, 상부 부재 하중
	④ 대책: 주입보수, 표면처리

	
흙벽 파손 A2 (2015년)	→ 보수 → 흙벽부 보수 적용 전경 (2017년)



(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교		분석
		전차('15)	금차('17)	(증:▲, 감:▼)		
콘크리트 파손	m ²	2.00	-	▼	2.00	외부충격, 열화
보수부 층분리	m ²	1.00	-	▼	1.00	열화, 시공관리미흡
균열(cw=0.2mm)	m	2.00	8.70	▲	6.70	건조수축, 온도균열
백태	m ²	1.00	5.66	▲	4.66	습기흡착, 열화
균열(cw=0.1mm)	m	-	1.40	▲	1.40	건조수축, 온도균열
균열(cw=0.3mm)	m	-	11.80	▲	11.80	상부하중, 열화, 손상의 진행
콘크리트 박락	m ²	-	4.30	▲	4.30	재료열화
콘크리트 박리	m ²	-	5.75	▲	5.75	재료열화
재료분리	m ²	-	1.09	▲	1.09	다짐불량, 시공불량
콘크리트 표면열화 (표층박리)	m ²	-	0.85	▲	0.85	탄산화, 재료열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

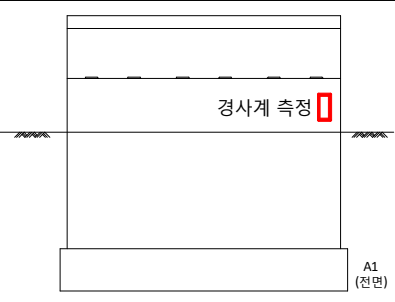
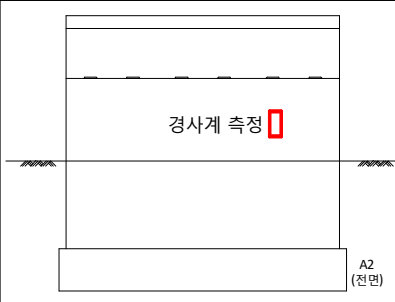
상부 신축이음을 통한 빗물 유입 흔적이 확인되며, 이로 인해 교대 표면에 백태

및 누수 오염 흔적이 조사되었고, 교대 흙벽 및 구체에서 균열 0.2~0.3mm, 박락, 박리 현상이 다수 나타남. 부재에 나타나는 손상은 그 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요하며 중점관리 대상에 포함시켜 유지 관리해야 할 것으로 판단됨. 최근 교대 단면손상에 대한 보수가 2015년 한차례 이루어져 전차 손상의 보수흔적을 확인 할 수 있었고 그 상태는 전반적으로 양호한 것으로 확인되나, 조사시점 현재 상부수(신축이음을 통한 빗물 유입, 용빙제 포함)의 유입이 지속적으로 나타나며 해당 부재는 표면열화 유발 요소에 지속적으로 노출되고 있음. 이에 해당 부재에 대해 정기적으로 관찰하고 문제점 확인시마다 보수하여 관리해야 함.

(5) 경사계를 이용한 교대 변위 측정

교대의 현재 기울기 상태를 확인하고 향후 유지관리하기 위해 측정위치 및 초기 측정값을 기록하였다.

a. 측정사진 및 위치

측정사진	측정위치	
		
경사계 측정	A1	A2

b. 교대 전면 기울기 측정결과 및 분석

위치	측정값	기울음 방향	결과 분석
교대 (A1)	89.5°	+	교대의 기울기 초기측정값은 수직에 가까워 교대의 기울음 현상은 확인되지 않았으며, 향후 점검 및 진단 시 초기치 대비 비교하여 유지관리에 활용. ※ 경사는 시공초기 거푸집의 수직도 및 변형에 기인한 것으로 판단됨.
교대 (A2)	89.9°	-	

※ 교대 전면 기울음 방향 (+ : 배면측으로 기울어짐, - : 전면측으로 기울어짐)

나. 교각

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

점 검 부 위	손 상 종 류
공 통	- 교각 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
두 부(Coping)	- 두부 물고임 - 받침부 하부 균열 및 파손
벽 체	- 시공이음부 균열 - 이동 또는 기울음 - 수면접촉부 침식

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 조사현황

T형 교각(TP), 확대기초(P1,2)

	
P1	P2

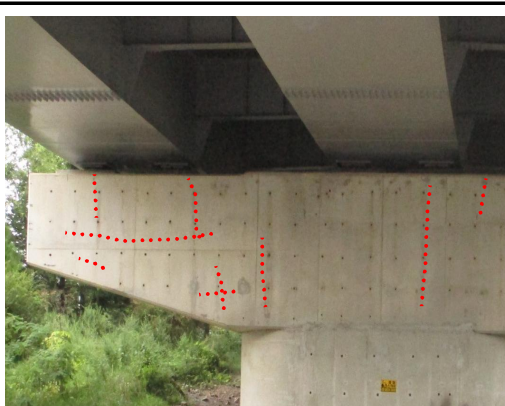
b. 기 정밀안전진단(2015년) 조사 결과

전반적 상태양호

(2) 외관조사

a. 0.3mm 미만의 균열이 다수 확인되며, 0.3mm 균열도 코핑부 상단부에서 조사됨.

b. 콘크리트 박리가 부분적으로 나타남.

	• 외관조사 내용 ① 현황: 코핑부 균열 $cw=0.2\sim0.3mm$ ② 위치: P1 ③ 원인: 동결융해반복, 재료열화, 균열진행 ④ 대책: 표면처리, 주입보수
	• 외관조사 내용 ① 현황: 균열 $cw=0.3\sim0.5mm$미만 ② 위치: P2 ③ 원인: 균열의 진행, 동결융해 반복 ④ 대책: 주입보수
	• 외관조사 내용 ① 현황: 코핑부 균열 $cw=0.2mm$ ② 위치: P2 ③ 원인: 초기 건조수축 및 온도 균열 유지 관찰, 하중의 반복, 재료의 열화 ④ 대책: 표면처리
	• 외관조사 내용 ① 현황: 코핑부 균열 $cw=0.2\sim0.3mm$ ② 위치: P2 ③ 원인: 동결융해반복, 재료열화, 균열진행 ④ 대책: 표면처리, 주입보수

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
균열(cw=0.2mm이하)	m	-	26.50	▲ 26.50	건조수축, 온도균열
균열(cw=0.3mm)	m	-	4.40	▲ 4.40	상부하중, 열화, 손상의 진행
콘크리트 박리	m ²	-	0.32	▲ 0.32	재료열화
균열(cw=0.4mm)	m	-	2.00	▲ 2.00	상부하중, 열화, 손상의 진행

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교각의 코핑부 조사결과 건조수축, 상부하중의 지속 작용, 진동 등으로 인한 0.3mm미만 균열이 다수 나타나고 있어 지속적인 관찰이 필요함. 부분적으로 0.3mm이상의 균열이 확인되나 철근까지 관통된 균열로 보기 힘들고 부재에 나타나는 전반적인 현상은 아니므로 내구성 유지 및 효율적인 유지관리를 위해 주입보수 후 관리해야함.

2015년 점검 후 실시된 금회 조사에서는 신규 균열이 다수 확인되나 이는 기존 미세한 손상의 진전 및 열화의 진행, 조사자의 개인 판단에 따른 이견 등의 복합적인 요소에 따른 현상으로서 부재의 급격한 열화 진행이나 외부충격에 따른 손상의 발생으로 보기 어렵고 중대한 결함 사항도 확인되지 않으므로 현재 나타난 손상에 대해 보수를 실시하고 주기적으로 관찰하여 관리한다면 안전성 및 사용성에 문제가 없을 것으로 판단됨.

3.2.3 받침

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

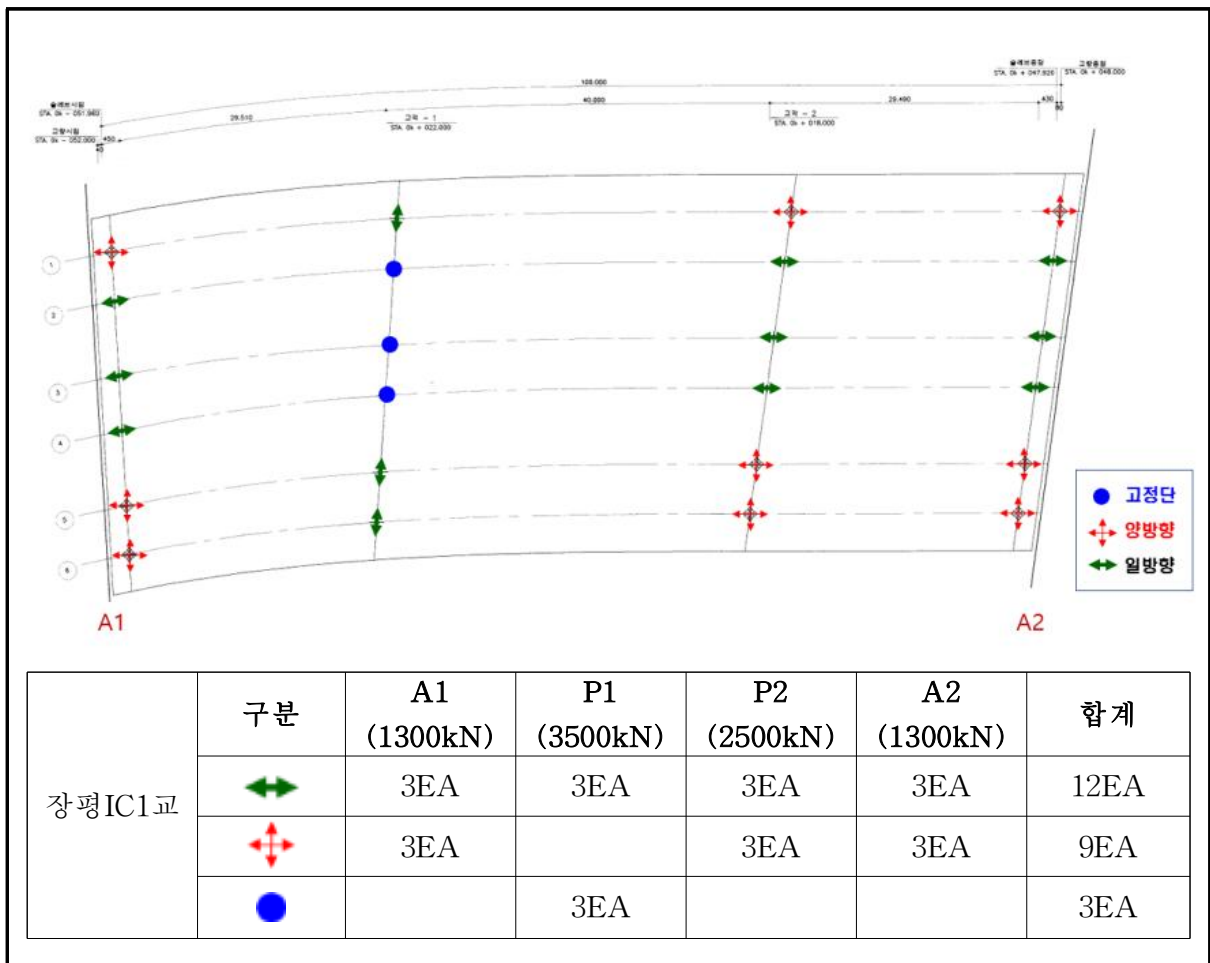
<교량받침 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
본 체 (강재받침)	- 가동받침의 신축유간 부족 - 가동받침 전·후의 가동장애 요소 - 받침과 거더의 밀착상태 - 수직보강재와 받침의 편기상태 - 받침 물고임 및 부식, 가동면 부식
받침콘크리트	- 앵커볼트 파손, 절단 - 교대 두부 균열 - 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 포트 받침 (교대 1300kN, 교각P1 3500kN, 교각P2 2500kN)





b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 받침부식 → 장기간 사용에 따른 부식발생

(2) 외관조사

- 받침 본체 부식이 다수 확인되며 교면수(빗물) 유입이 용이한 교대 받침에서 부식의 열화 진행 면적 및 정도가 심하게 나타남.
- 받침 모르타르 균열이 확인되며, A2 Sh6에서 부분 박리가 조사됨.

	· 외관조사 내용
	① 현황: 받침 부식
	② 위치: A2 Sh1
	③ 원인: 습기 흡착, 도장 열화
	④ 대책: 재도장



	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침콘크리트 균열 $cw=0.3mm$ ② 위치: 교대 A2 Sh6 ③ 원인: 건조수축 균열 열화, 상부 부재 하중 ④ 대책: 주입보수
	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침 모르타르 박리 ② 위치: P1 SH4 ③ 원인: 고정단 집중하중, 재료의 열화, 충격 ④ 대책: 단면복구
	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침 콘크리트 균열 $cw=0.3mm$ ② 위치: 교대 A1 SH6 ③ 원인: 하중의 반복작용, 재료열화 ④ 대책: 주입보수
	• 외관조사 내용 ① 현황: 받침 콘크리트 박락 ② 위치: 교각 P2 SH5 ③ 원인: 단부 부재열화 ④ 대책: 단면복구

		
받침 부식, A1 SH3 (2015년)	→ 보수 →	받침 부식, A1 SH3 (2017년)

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
받침장치 부식	m ²	3.00	14.64	▲ 11.64	습기흡착, 열화
받침모르타르 박리	m ²	-	1.92	▲ 1.92	상부하중, 열화
받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	-	1.40	▲ 1.40	상부하중, 열화, 손상의 진행
솔플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	-	0.04	▲ 0.04	열화, 시공불량
받침콘크리트 박락	m ²	-	0.16	▲ 0.16	상부하중, 열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

받침 본체 도장의 열화로 인한 부식현상이 다수 확인되며, 이는 빗물 유입이 용이한 신축이음 하부에 위치한 받침의 도장열화부에서 주로 나타나는 현상으로 철과 물, 산소의 이온반응으로 인해 발생 및 촉진되고 도장 전처리 미흡 및 도장 시공 미흡(온도, 습도, 도장 공법 등), 외부 충격에 따른 도장탈락, 태양열, 염해, 수분 흡착 등이 열화의 주요한 요인으로 작용함. 이에 유지관리를 위해 재도장 보수가 필요함.

공용기간 경과, 부재의 열화, 지속적인 상부하중의 및 충격 등으로 인해 발생한 받침 모르타르 및 콘크리트에 나타난 균열, 박리에 대해 보수를 실시하고 내구성을 유지할 수 있도록 조치하여 유지관리 해야 할 것으로 판단됨.

(5) 연단거리 검토

수평력에 의한 교량받침 하부의 파손예방, 거더의 낙하예방을 위하여 설계기준에서 규정하고 있는 연단거리를 측정하고 검토하였다.

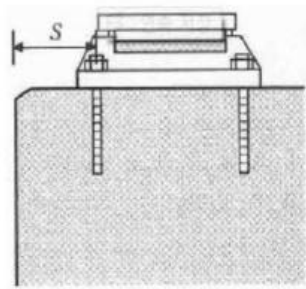
<최소연단거리>

* 도로교 설계기준(국토해양부, 2010)

- 경간거리 100m이하 : $S=200+5L$

- 경간거리 100m이상 : $S=300+4L$

여기서 S : 받침연단거리(mm), L : 거더의 경간거리(m)



<강제받침>



<표 3.2.1> 연단거리 측정결과

구분	경간장 (m)	설계기준 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)						검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1	30	350	490	480	470	470	510	510	O.K
P1	A1	40	1290	1280	1260	1260	1260	1270	O.K
	A2	40	1310	1310	1330	1330	1330	1320	O.K
P2	A1	40	1380	1380	1350	1300	1290	1290	O.K
	A2	40	1260	1260	1330	1330	1430	1430	O.K
A2	30	350	410	410	400	410	390	390	O.K

평가	- 전구간 받침 연단거리를 확보함.								
	경간장 30.0M, 연단거리 $S = 200 + 5 L = 200 + 5 \times 30.0 = 350\text{mm}$								
	경간장 40.0M, 연단거리 $S = 200 + 5 L = 200 + 5 \times 40.0 = 400\text{mm}$								

(6) 받침이동량 측정

받침장치에 대한 온도변화에 의한 거동상태 확인을 위해 측정된 가동량과 온도변화에 의한 이동량을 검토한다.

① 측정 개요

a. 측정 일자 및 기온

· 1차 측정 : 2017년 7월 29일(20.1℃), 2차 : 2017년 9월 15일(14.2℃)

b. 온도에 의한 가동량

· 온도변화 : -20℃ ~ +40℃(강교-상로교, 한랭지방)

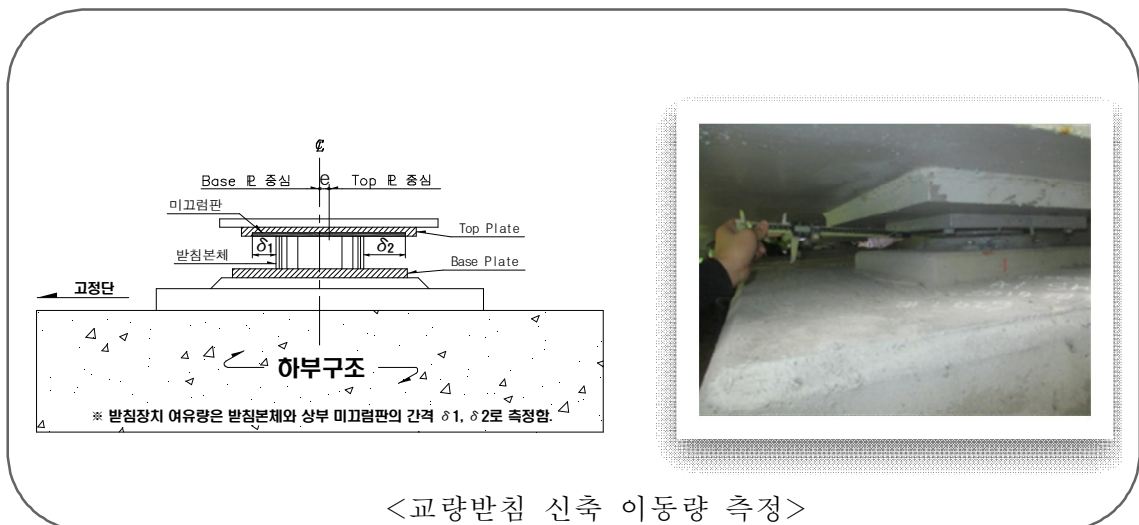
· 이동량 산정 : $\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_r + \Delta l_s + \Delta l_c$

· Δl_t : 온도변화에 의한 이동량($\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot l$)

-. 늘음 방향(신장량) : 여름 40℃ → $\Delta l_t = (40 - \text{기온}) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$

-. 줄음 방향(수축량) : 겨울 -20℃ → $\Delta l_t = (\text{기온} - (-20)) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$

c. 받침 이동량 측정



② 받침(포트 받침) 거동 평가

받침의 거동 상태를 평가하기 위해 2차에 걸쳐 받침의 이동량을 실측하고 검토하였으며, 그 결과 실측 변동량은 이론치와 미세한 차이를 보이나 온도에 따른 교량의 신축 거동은 양호한 것으로 판단됨.

<표 3.2.2> 받침 이동여유량 측정 결과

구분		현장 실측 이동량(mm)		변동량(mm)	
		1차	2차	현장 측정치 (1차 - 2차)	이론치
A1	Sh1	+5	+3	2	2.1
	Sh2	-8	-10	2	
	Sh3	0	-2	2	
	Sh4	+1	-1	2	
	Sh5	+3	+1	2	
	Sh6	+8	+6	2	
P1	고정단				
P2	Sh1	+15	+13	2	2.8
	Sh2	+10	+8	2	
	Sh3	+5	+3	2	
	Sh4	+5	+3	2	
	Sh5	+15	+13	2	
	Sh6	+15	+13	2	
A2	Sh1	+10	+7	3	4.9
	Sh2	+15	+11	4	
	Sh3	+15	+12	3	
	Sh4	+15	+12	3	
	Sh5	+12	+8	4	
	Sh6	+20	+16	4	

1) 실측 이동량은 미끄럼판 중심에서 신축 또는 수축 방향으로 이동한 거리를 나타냄.

2) 조사시 온도 : 1차(7월29일, 20.1℃), 2차(9월 15일, 14.2℃), 1,2차 조사시 온도차 5.9℃

3) 이론 변동량 = ΔT × α × L(신축 거더 길이)

* 고정단 기준 신장(+), 수축(-), P1 고정단의 중심점을 기준으로 신축거동 검토

④ 받침(포트 받침) 이동여유량 평가

금회 검토에서는 온도변화에 의한 처짐만을 고려하여 평가하였다.

a. 계산 가동량 산정

<표 3.2.3> 받침 계산 가동량 산정

구분	온도변화량 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축 거더 길이 (L, m)	온도변화에 따른 이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기 ①	하절기 ②
A1	40.1	19.9	0.000012	29.5	14.2	7.0
P1	고정단					
P2	40.1	19.9	0.000012	40.0	19.2	9.6
A2	40.1	19.9	0.000012	69.5	33.4	16.6
1) 조사당시 온도 : 1차(20.1 $^{\circ}\text{C}$, 7월29일), 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)						
2) 이론 변동량 = $\Delta T \times \alpha \times L$ (신축 거더 길이)						

b. 받침 이동여유량 검토 결과

검토 결과, 전개소에서 충분한 여유량을 확보하고 있음.

<표 3.2.4> 받침 계산 가동량 산정

구분		미끄럼판 이동 가능 여유량 현장 측정치(mm) ①		받침 계산 최대 이동량(mm) ②		미끄럼판 최종 받침 여유량(mm) (① - ②)		검토 결과	[참고사항] 이동 허용량 (눈금자 기준) (mm)	
		동절기	하절기	동절기 (수축)	하절기 (신장)	동절기 (수축)	하절기 (신장)			
A1	Sh1	80.0	70.0	14.2	7.0	65.8	63.0	O.K	±	-
	Sh2	67.0	83.0			52.8	76.0	O.K	±	-
	Sh3	75.0	75.0			60.8	68.0	O.K	±	-
	Sh4	76.0	74.0			61.8	67.0	O.K	±	-
	Sh5	78.0	72.0			63.8	65.0	O.K	±	-
	Sh6	83.0	67.0			68.8	60.0	O.K	±	-
P1	고정단									

(계속)

<표 3.2.4> 받침 계산 가동량 산정(계속)

구분		미끄럼판 이동 가능 여유량 현장 측정치(㎜) ①		받침 계산 최대 이동량(㎜) ②		미끄럼판 최종 받침 여유량(㎜) (① - ②)		검토 결과	[참고사항] 이동 허용량 (눈금자 기준) (㎜)	
		동절기	하절기	동절기 (수축)	하절기 (신장)	동절기 (수축)	하절기 (신장)			
P2	Sh1	90.0	60.0	19.2	9.6	70.8	50.4	O.K	±	50
	Sh2	85.0	65.0			65.8	55.4	O.K	±	50
	Sh3	80.0	70.0			60.8	60.4	O.K	±	50
	Sh4	80.0	70.0			60.8	60.4	O.K	±	50
	Sh5	90.0	60.0			70.8	50.4	O.K	±	50
	Sh6	90.0	60.0			70.8	50.4	O.K	±	50
A2	Sh1	110.0	90.0	33.4	16.6	76.6	73.7	O.K	±	-
	Sh2	115.0	85.0			81.6	68.4	O.K	±	-
	Sh3	120.0	90.0			86.6	73.4	O.K	±	-
	Sh4	115.0	85.0			81.6	68.4	O.K	±	-
	Sh5	112.0	88.0			78.6	71.4	O.K	±	-
	Sh6	120.0	80.0			86.6	63.4	O.K	±	-

3.2.4 기타부재

가. 교면포장

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

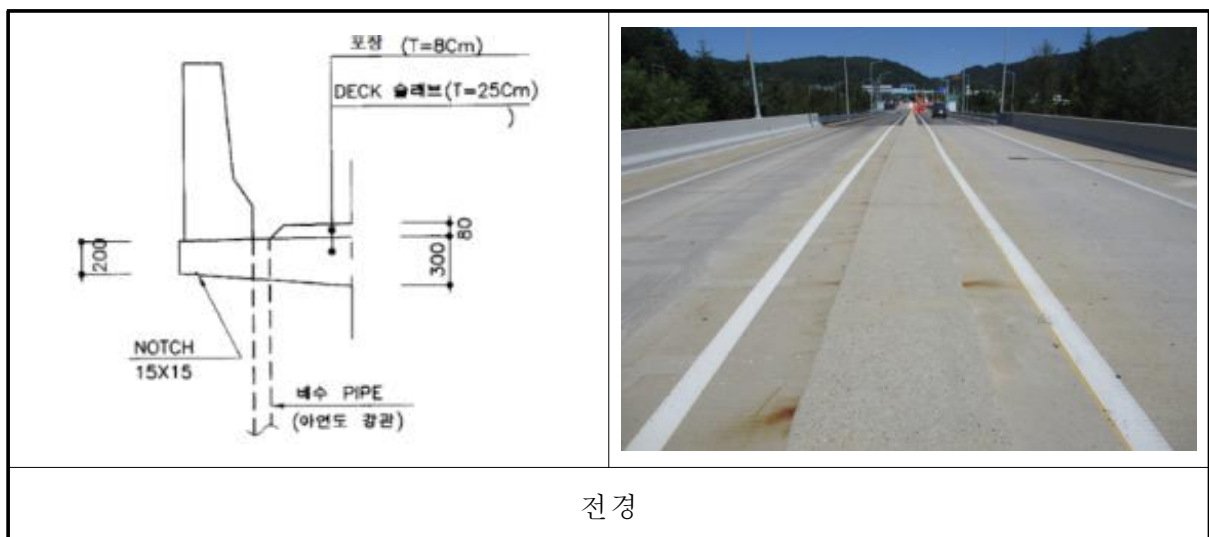
<교면포장 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
LMC 포장	• 균열 • 콘크리트 파손, 마모
신축이음 전후, 구조물 경계부	• 단차, 파손
곡선부, 중차량 통행차로	• 마모, 바퀴자국
배수구 주변	• 물고임

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- LMC 포장
- 2008년 교면개량 공사(초속경) 실시, 2016년 포장 콘크리트 균열 보수



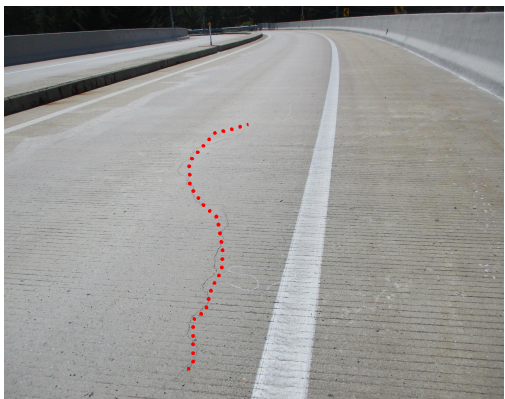
전경

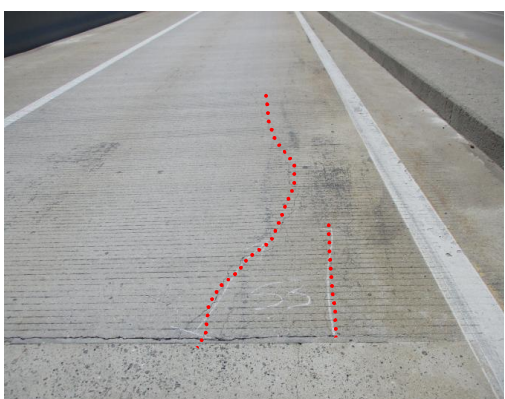
b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 포장 콘크리트 균열(S1, S2, S3) → 건조수축균열 추정

(2) 외관조사

LMC포장(S1, S2, S3)에서 균열이 다수 확인됨.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 교면포장 균열
	② 위치: S2
	③ 원인: 차량충격, 표면마모 및 열화
	④ 대책: 콘크리트 주입보수

	• 외관조사 내용
	① 현황: 교면포장 균열
	② 위치: S3
	③ 원인: 차량충격, 표면마모 및 열화
	④ 대책: 콘크리트 주입보수

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
LMC 포장균열	m	13.00	-	▼ 13.00	보수

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교면포장은 건조수축, 차량 반복 하중 및 충격, 공용기간 경과, 주변 기온 및 사용환경으로 인한 포장균열이 다수 확인되며, 이러한 균열부에 침투한 빗물로 인해 포장 균열의 확대와 더불어 바닥판의 백태 현상이 2차적인 원인을 제공하고 있으므로 보수를 실시하여 관리해야 함. 2008년 교면개량 공사(초속경) 실시 후 2016년 최근 포장 콘크리트 균열 보수를 적용하였음에도 불구하고 보수적용 부위를 비롯하여 신규로 손상이 확인되고 있음. 강우량이 많고 용빙제의 사용, 동결융해의 반복 작용이 극대화 될 수 있는 등의 취약한 지역적 요소와 중차량의 통행이 빈번한 고속도로 환경에 놓여진 포장면을 관리함에 있어 단순 균열 보수를 통해 내구성을 유지하기는 현실적으로 어려움이 있으나 균열부에 대한 보수를 한시적으로 적용하고 향후 문제점 확대나 예산 확보시 포장을 제시공하여 해당 부재를 유지관리 함이 타당할 것으로 사료됨.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

나. 배수시설

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

<배수시설 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
배수구(유입구) 뚜껑(그레이팅)	• 뚜껑파손 및 주변파손, 누락, • 오물퇴적, 막힘 • 배수구의 설치높이가 높음 • 배수구 설치위치 불량 • 배수구 설치간격 넓음
배 수 관	• 관의 연결부 어긋남, 파손, 이물질에 의한 막힘 • 지지철물의 이완 및 파손, 배수관 길이 부족(짧음) • 유출구 위치 부적절(도로구간)

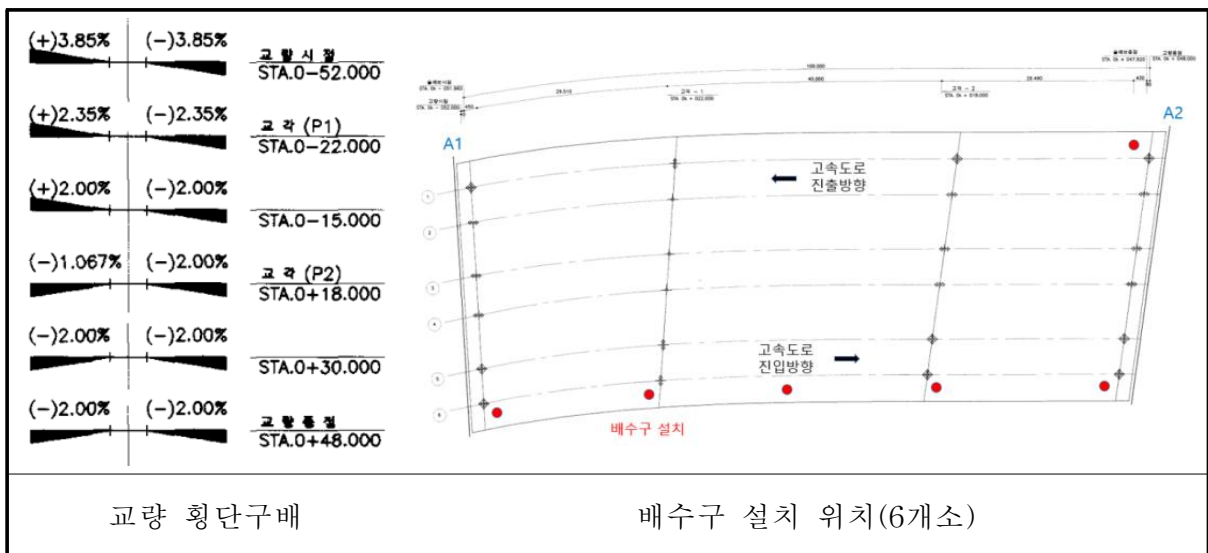
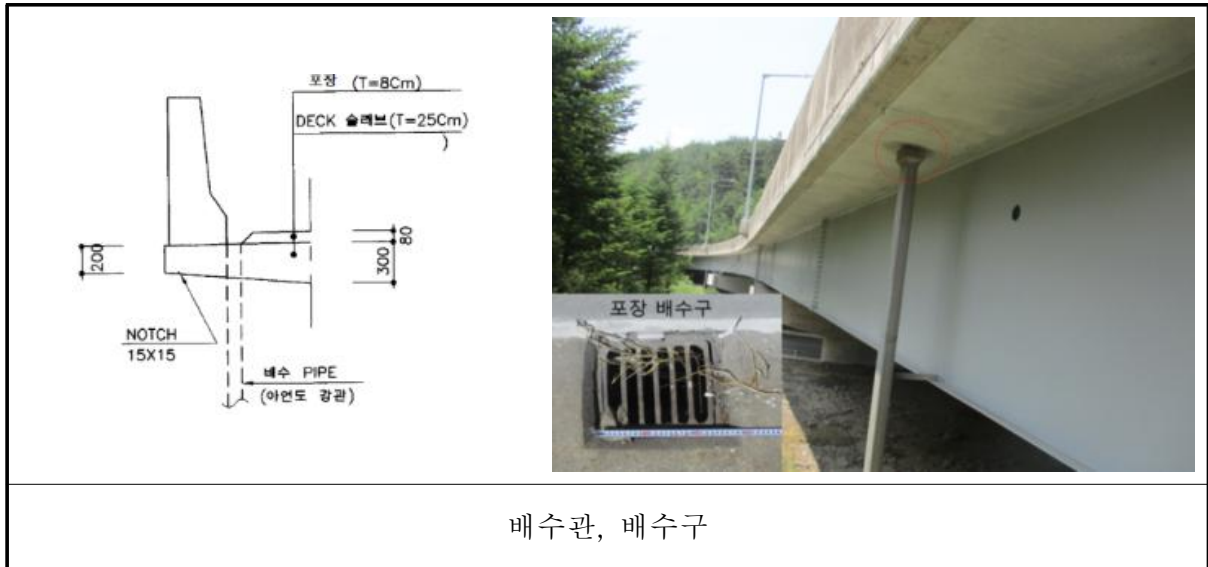
(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 교면 포장 경사면에 따른 횡단 구배는 1.067~3.85%
- 배수관의 재질은 아연도 강관으로 차량진행방향의 우측에 6개소 설치된 상태로 공용중임.

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 배수구 막힘 → 청소관리 미흡



(2) 외관조사

강우 시 교면배수에 문제점이 없고 대체로 배수기능은 원활함.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 배수구 상태양호
	② 위치: 교면포장
	③ 대책: 지속적 유지관리

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
배수구 막힘	EA	1	-	▼ 1	공용기간 경과, 이물질 유입
배수관 부식	m ²	-	0.27	▲ 0.27	습기흡착, 열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

교면포장에 위치한 배수구는 차량진행방향 우측에 설치되어 공용중에 있으며 우기 시 상부 교면수(빗물)가 배수관을 통해 하부로 유출되는 형태로 교면포장 체수 현상은 확인되지 않았고 기능상 문제점이 없는 양호한 상태를 유지하고 있음.

다. 난간, 연석, 중앙분리대

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

<외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
강재, 알루미늄	• 강재의 경우 도장 손상 및 부식 • 난간과 상판연결부의 결함, 파손 • 전체적인 처짐 및 선형불량 • 파손 및 변형(낙하방지판)
철근 콘크리트	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

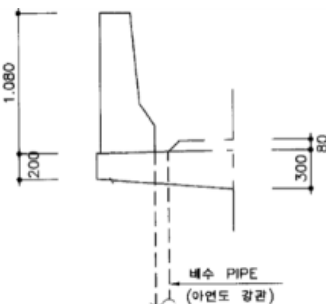
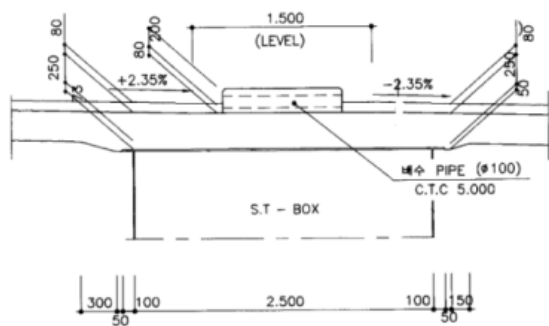
(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 최근 난간 표면처리 공사를 실시함.

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 갓길측 난간 종방향 균열, 백태 → 구조물 노후화, 건조수축 균열 및 외기 오염

	
	
난간 (교면포장 외측)	중앙분리대 (교면포장 중앙)

(2) 외관조사

- 도로안전시설 설치 및 관리 지침, 차량방호 안전시설편(2014. 02)에 따른 방호벽 1.0m 이상의 기준을 만족하는 것으로 확인됨.
- 외측 난간 표면처리 공사가 완료되어 양호한 상태를 유지하며, 고속도로 진출입 분리구간인 중앙 연석부에서 박리가 일부 확인됨.

	• 외관조사 내용
	① 현황: 중앙분리대 박리
	② 위치: S2
	③ 원인: 표면열화, 피복부족 철근 부식
④ 대책: 단면복구	

		
난간 균열 S2 (2015년)	→ 보수 →	외측난간 상태양호 (2017년)

(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교		분석
		전차('15)	금차('17)	(증:▲, 감:▼)		
난간 균열(cw=0.2mm)	m	2.00	-	▼	2.00	건조수축, 온도균열
난간 백태	m²	0.60	-	▼	0.60	습기흡착, 열화
콘크리트 박리	m²	-	4.20	▲	4.20	재료열화

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

외측 난간 표면처리 공사가 최근 완료된 상태로 외측난간은 양호하나 지속적으로 유지관리가 필요하고 중앙측 연석부에는 전반적인 표면 마모가 확인되고 부분박리 현상이 확인되므로 현재 확인된 박리부분에 대해 내구성 유지를 위한 보수를 적용하여 관리해야겠음.

라. 신축이음

외관조사는 아래와 같은 항목을 주요 대상으로 정하여 조사를 실시하였다.

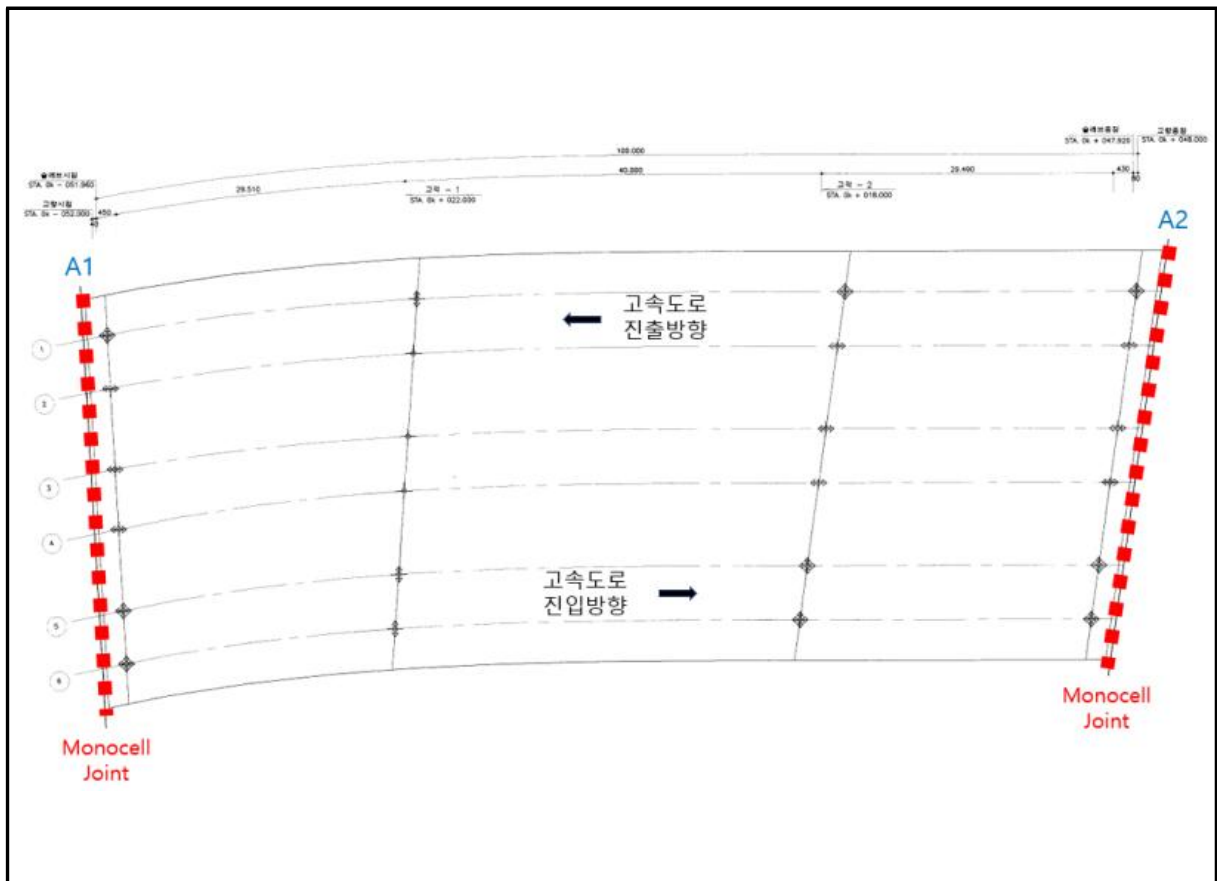
<신축이음 외관조사시 주요 점검항목>

점 검 부 위	손 상 종 류
본 체	• 충격음, 본체유동 및 파손 • 누수 • 유간부족 및 유간과다 • 유간 오물퇴적 • 강재 연결부 이완 및 파손
후타재	• 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) • 균열 및 파손

(1) 조사현황 및 기존자료 분석

a. 현황

- 신축이음장치는 Monocell Joint (A1, A2)



구분	A1 (Monocell Joint)	A2 (Monocell Joint)
상부		
하부		

b. 기 정밀점검(2015년) 조사 결과

- 후타콘크리트 균열 → 건조수축 및 후타재 노후로 발생 추정
- 갓길 신축이음부 토사퇴적 → 갓길부 청소 누락
- 신축이음장치 녹발생 → 외기노출에 의한 부식

(2) 외관조사

	· 외관조사 내용
	① 현황: 후타재 균열
	② 위치: A1
	③ 원인: 차량통행 충격, 후타재 열화
	④ 대책: 유지관찰, 장치 교체

	• 외관조사 내용 ① 현황: 본체 부식, 유간부 이물질 퇴적 ② 위치: A1 ③ 원인: 공용기간 경과, 토사 유입 ④ 대책: 청소, 장치 교체
	• 외관조사 내용 ① 현황: 후타재 마모, 본체부식 ② 위치: A1 ③ 원인: 표면열화, 차량 진동, 동결융해 반복 빗물유입, 제설제 흡착 ④ 대책: 유지관찰, 장치교체
	• 외관조사 내용 ① 현황: 후타재 마모, 후타재 균열 ② 위치: A2 ③ 원인: 표면열화, 차량 진동 ④ 대책: 지속관찰, 교체
	• 외관조사 내용 ① 현황: 차수판 고정볼트 탈락 ② 위치: A1 ③ 원인: 볼트 시공불량, 신축에 따른 충격 ④ 대책: 볼트 재설치



(3) 외관조사 결과

손상내용	단위	수량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	분석
		전차('15)	금차('17)		
후타재 균열(cw=0.2mm)	m	1.80	-	▼ 1.80	보수
신축이음장치 본체부식	m ²	0.60	-	▼ 0.60	보수
유간부 이물질퇴적	m ²	0.20	-	▼ 0.20	보수

(4) 검토의견 및 외관조사 비교·분석

후타재 균열, 후타재 마모 현상은 차량 통행하중 충격, 동결융해의 반복에 따른 열화, 장치 신설초기 건조수축, 공용기간 경과에 따른 재료열화, 강재 본체 금속면과 콘크리트 양면의 온도차로 인한 응력 등에 의해 발생한 손상으로 이에 대해 부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생시 긴급 보수 필요) 후 신축이음 교체를 통해 문제점을 해결함이 타당함.

신축이음 열화 및 유간부 손상(찢어짐) 부분을 통해 유입되는 교면수(빗물)로 인해 신축이음장치 하면 및 하부에 위치한 부재(거더, 강재받침)의 부식 및 교대의 열화가 진행됨에 따라 보수 또는 교체를 통한 유지관리가 필요함.

금회(2017년) 점검 기간 중 확인된 손상에 대해 보수 공사를 실시하고 완료하였으며, 현재 전반적인 상태가 양호하므로 지속적 점검 및 유지관리가 필요함.

(5) 신축이음장치 신축거동상태 측정 및 평가

신축이음장치에 대한 온도변화에 의한 신축거동상태를 평가하기 위하여 유간과 온도변화에 의한 이동량을 검토하였다.

① 측정 개요

a. 측정 일자 및 기온

· 1차 측정 : 2017년 7월 29일(20.1℃), 2차 : 2017년 8월 05일(23.1℃)

b. 온도에 의한 가동량

· 온도변화 : -20℃ ~ +40℃(강교-상로교, 한랭지방)

· 이동량 산정 : $\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_r + \Delta l_s + \Delta l_c$

· Δl_t : 온도변화에 의한 이동량($\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot l$)

- 늘음 방향(신장량) : 여름 40℃ → $\Delta l_t = (40 - \text{기온}) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$

- 줄음 방향(수축량) : 겨울 -20℃ → $\Delta l_t = (\text{기온} - (-20)) \cdot 1.2 \times 10^{-5} \cdot l$



② 위치별 유간 측정 결과

<표 3.2.5> 위치별 유간 측정 결과

구분	현장 유간 측정치(mm)						비고
	신축이음장치		바닥판		거더		
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
EXP.J1(A1)	25	27	70	72	163	165	모노 셀
EXP.J2(A2)	52	55	48	52	233	237	모노 셀
* 1차 측정 : '17년 7월 29일(20.1℃), 2차 : '17년 9월 15일(14.2℃)							

③ 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과

일정기간을 두고 2차례 측정 결과, 실제 가동 변동량은 이론치와 차이를 보여주고 있으나 교량의 거동에는 문제없는 양호한 상태를 유지하고 있음.

<표 3.2.6> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동상태 검토결과

구분		측정유간(mm)		변동량(mm)	
		1차	2차	현장 측정치 (1차 - 2차)	이론치
EXP.J1 (A1)	신축이음장치	25	27	2	2.12
	바닥판	70	72	2	
	거더	163	165	2	
EXP.J2 (A2)	신축이음장치	52	55	3	4.96
	바닥판	48	52	4	
	거더	233	237	4	
1) 1,2차 조사시 온도차 : 5.9 ℃, 선팽창 계수(α) = 0.000012					
- 신축 거더 길이(mm) : A1 = 30,000 A2 = 70,000					
2) 변동량(ΔT×α×L)					
A1 = 5.9 × 0.000012 30,000 = 2.12 mm (1, 2차 측정시)					
A2 = 5.9 × 0.000012 × 70,000 = 4.96 mm (1, 2차 측정시)					

④ 신축이음 이동량 산정

<표 3.2.7> 신축이음 이동량 산정

구분	온도변화량 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축 거더 길이 (L, m)	온도변화에 따른 이동량(mm)	
	동절기	하절기			동절기 ①	하절기 ②
A1	40.1	19.9	0.000012	30.0	14.4	7.2
A2	40.1	19.9	0.000012	70.0	33.7	16.2

1) 조사당시 온도 : 1차(20.1 $^{\circ}\text{C}$, 7월29일), 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)
 2) 이론 변동량 = $\Delta T \times \alpha \times L$ (신축 거더 길이)

⑤ 신축이음장치, 상부구조 단부 가동여유량 검토결과

검토결과, 이음부에 위치하는 구조물 각 부재는 신축에 따른 여유량을 충분히 확보하며, 향후 측정 및 검토를 통한 유지관리는 지속적으로 필요함.

<표 3.2.8> 신축이음장치, 상부구조 단부 가동여유량 검토결과

위치		실측 유간 ①	허용 신축량 ②	교량 수축시[동절기] (mm)			교량 신장시[하절기] (mm)		
				계산 이동량 ③	유간 여유량 ②-(①+③)	평가	계산 이동량 ④	유간 여유량 ②-(①-④)	평가
A1	신축이음 장치	20	45	14.4	10.6	양호	7.2	12.8	양호
	바닥판	70	-	-	-	-	7.2	62.8	양호
	거더	163	-	-	-	-	7.2	155.8	양호
A2	신축이음 장치	25	80	33.7	21.3	양호	16.7	8.3	양호
	바닥판	48	-	-	-	-	16.7	31.3	양호
	거더	233	-	-	-	-	16.7	216.3	양호

※ 교량 수축시(동절기) 유간 여유량(mm) = 허용 신축량 - (실측유간 + 수축시 계산이동량)

교량 신장시(하절기) 유간 여유량(mm) = 실측유간 - 신장시 계산이동량

3.3 외관조사 결과

가. 외관조사 요약 및 검토의견

<표 3.3.1> 외관조사 요약 및 검토

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
바닥판	· 바닥판 단부 철근노출 · 콘크리트 박리 · 균열, 백태 · 망상균열 다수 확인	재료의 열화, 동결융해 반복 작용, 교량의 신축, 진동 및 충격, 차량의 반복적 통행 등에 따른 현상으로 판단됨. 포장부 균열 손상부로 빗물 유입.
거더	· 강재부식 · SPLCIE 누수 및 백태오염 (바닥판, 포장 균열 누수) · SPLICE 실링재 미처리	거더 단부의 부식이 넓게 나타나고 있으며, 바닥판 및 포장 손상에 따른 빗물 유입현상이 나타남에 따라 거더 이음부(SPLICE)를 통해 누수 흔적 및 백태오염이 조사됨. 근본적으로는 신축이음을 통한 빗물 유입을 차단하고 관리해야할 것으로 사료됨.
가로보	· 강재부식	손상부분에 대한 재도장이 필요하고, 특히 신축이음장치 하부에 위치한 가로보는 빗물 유입 및 흡착에 따른 열화로 인해 부재의 부식이 나타남에 따라 도장보수 후 사용해야 함.
교대	· 균열, 재료분리 · 백태, 콘크리트 박리 및 박락	빗물 유입으로 인한 부재의 열화 진행이 용이하고 그로 인해 손상 범위가 넓고 수량이 많아 내구성 유지 및 안전성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단됨.
교각	· 균열 · 콘크리트 박리	교각에서 발생한 손상은 초기 건조수축 균열의 유지관리, 상부하중, 차량하중 및 충격의 반복작용, 공용기간 경과에 따른 균열이 대부분이며 일부 백태, 박리, 박락 등 손상이 확인됨에 따라 각 손상부에 보수가 요망됨.
받침	· 받침 콘크리트 균열 · 받침장치 부식	받침의 도장열화부에 철과 물, 산소의 이온 반응으로 인한 부식 발생이 촉진됨에 따라 재도장을 통한 보수가 필요하며, 내구성을 유지할 수 있도록 조치 필요함.
난간	· 중앙분리대 연식 박리	외측난간(표면처리 보수공사 적용)은 양호하나 중앙분리대 연식부에 나타난 박리에 대해 내구성 유지를 위한 보수 필요함.

(계속)

<표 3.3.1> 외관조사 요약 및 검토(계속)

부재	결함, 손상, 열화 내용	검토 결과
신축이음	· 장치 본체 부식 · 유간부 퇴적 · 신축이음 누수 · 후타재 마모, 균열	부분 보수(고속도로의 특성상 통행차량의 빈도수가 높고 보수부에 대한 품질 관리의 어려움이 존재) 또는 기존상태 유지관리(정기적 점검 필요, 후타재 파손 등의 문제점 발생 시 긴급 보수 필요) 후 중대한 문제점 발생 시 신축이음 교체를 통해 유지관리함이 타당함.
교면포장	· 포장균열	포장층의 열화, 중차량의 통행으로 인한 진동 및 충격, 침투수의 체류와 공용기간 중 피로거동, 동결융해의 반복, 제설제 사용에 따른 열화 등에 의해 손상이 진행된 것으로 판단됨. 현장여건 및 환경(고속도로, 한랭지역)상 부분적인 포장보수는 효율적이지 못하지만 단기적인 내구성유지를 위해 포장균열 및 포장 단면 박리 부분에 대해서는 보수를 적용 후 공용함이 타당하고 향후 유지관리시 문제점이 추가로 확인되거나, 예산 확보시 전반적인 재포장(교면방수 포함) 후 유지관리함이 바람직함.
배수시설	· 상태양호	양호한 상태로 지속 유지관찰 요함.
평가	■ 주요손상 ① 바닥판 균열(cw=0.2mm), 망상균열 및 백태 다수 발생 ② 교대에 백태 및 박리, 박락 넓게 확인되며, 교각 균열 다수 발생 ③ 빗물과 습기의 접촉이 용이한 거더 및 가로보에 부식 발생 ④ 교면포장 균열이 다수 확인됨. ■ 대부분의 부재에서 기존, 신규 손상확인.	

나. 외관조사 총괄 수량

(1) 바닥판

<표 3.3.2> 바닥판 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
균열(cw=0.2mm)	m	물량	8.00	13.20	-	21.20
	EA	개소	6.00	11.00	-	17.00
균열(cw=0.3mm)	m	물량	-	1.50	-	1.50
	EA	개소	-	1.00	-	1.00
녹오염	m	물량	-	-	0.81	0.81
	EA	개소	-	-	1.00	1.00
망상균열(cw=0.2mm)	m ²	물량	18.75	88.33	63.95	171.03
	EA	개소	2.00	8.00	9.00	19.00
백태	m ²	물량	23.50	15.48	-	38.98
	EA	개소	35.00	11.00	-	46.00
재료분리	m ²	물량	-	8.00	-	8.00
	EA	개소	-	1.00	-	1.00
철근노출	m ²	물량	4.25	0.22	0.24	4.71
	EA	개소	1.00	2.00	1.00	4.00
콘크리트 박락	m ²	물량	-	-	0.30	0.30
	EA	개소	-	-	1.00	1.00
콘크리트 박리	m ²	물량	0.28	1.56	7.90	9.74
	EA	개소	2.00	4.00	6.00	12.00

(2)거더

<표 3.3.3> 거더 외관조사 수량 집계

손상내용	위 치	단 위	구 분	S1	S2	S3	총 합 계
SPlice부 실링재 미처리	G1	EA	물 량	4.00	6.00	4.00	14.00
		EA	개 소	4.00	6.00	4.00	14.00
	G2	EA	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	EA	물 량	4.00	6.00	4.00	14.00
		EA	개 소	4.00	6.00	4.00	14.00
강재부식	G1	m ²	물 량	6.69	0.15	7.20	14.04
		EA	개 소	7.00	3.00	6.00	16.00
	G2	m ²	물 량	11.29	3.03	5.76	20.08
		EA	개 소	17.00	3.00	1.00	21.00
	G3	m ²	물 량	7.11	0.24	7.20	14.55
		EA	개 소	9.00	1.00	1.00	11.00
강재표면 오염	G1	m ²	물 량	0.02	-	0.18	0.20
		EA	개 소	1.00	-	2.00	3.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
용접불량	G1	m ²	물 량	3.00	-	-	3.00
		EA	개 소	3.00	-	-	3.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
우수유입	G1	m ²	물 량	1.00	-	-	1.00
		EA	개 소	1.00	-	-	1.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
점부식	G1	m ²	물 량	0.30	-	-	0.30
		EA	개 소	4.00	-	-	4.00
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	11.52	11.52
		EA	개 소	-	-	1.00	1.00
환기구 볼트 체결 불량	G1	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G2	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-
	G3	m ²	물 량	-	-	1.00	1.00
		EA	개 소	-	-	1.00	1.00
환기구 부식 잘못	G1	m ²	물 량	-	-	0.18	0.18
		EA	개 소	-	-	2.00	2.00
	G2	m ²	물 량	-	-	0.09	0.09
		EA	개 소	-	-	1.00	1.00
	G3	m ²	물 량	-	-	-	-
		EA	개 소	-	-	-	-

(3) 교대 및 교각

<표 3.3.4> 교대 및 교각 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
균열(cw=0.1mm)	m	물량	-	2.00	7.40	1.40	10.80
	EA	개소	-	5.00	8.00	2.00	15.00
균열(cw=0.2mm)	m	물량	0.50	3.70	13.40	8.20	25.80
	EA	개소	1.00	8.00	13.00	9.00	31.00
균열(cw=0.3mm)	m	물량	-	2.90	1.50	11.80	16.20
	EA	개소	-	2.00	1.00	9.00	12.00
균열(cw=0.4mm)	m	물량	-	-	2.00	-	2.00
	EA	개소	-	-	1.00	-	1.00
백태	m ²	물량	1.94	-	-	3.72	5.66
	EA	개소	7.00	-	-	8.00	15.00
재료분리	m ²	물량	0.64	-	-	0.45	1.09
	EA	개소	1.00	-	-	1.00	2.00
콘크리트 박락	m ²	물량	3.45	-	-	0.85	4.30
	EA	개소	5.00	-	-	4.00	9.00
콘크리트 박리	m ²	물량	0.48	0.12	0.20	5.27	6.07
	EA	개소	1.00	2.00	1.00	5.00	9.00
콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	물량	-	-	-	0.85	0.85
	EA	개소	-	-	-	2.00	2.00

(4) 교량받침

<표 3.3.5> 교량받침 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	A1	P1	P2	A2	총합계
받침모르타르 박리	m ²	물량	-	-	1.92	-	1.92
	EA	개소	-	-	3.00	-	3.00
받침장치 부식	m ²	물량	1.30	1.34	6.00	6.00	14.64
	EA	개소	6.00	3.00	6.00	6.00	21.00
받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	물량	1.00	0.40	-	-	1.40
	EA	개소	1.00	1.00	-	-	2.00
받침콘크리트 박락	m ²	물량	-	-	-	0.16	0.16
	EA	개소	-	-	-	2.00	2.00
슬플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	물량	-	0.04	-	-	0.04
	EA	개소	-	1.00	-	-	1.00

(5) 기타시설물

<표 3.3.6> 기타시설물 외관조사 수량 집계

손상내용	단위	구분	S1	S2	S3	총합계
배수관 부식	m ²	물량	-	0.27	-	0.27
	EA	개소	-	1.00	-	1.00
강재부식	m ²	물량	0.44	-	-	0.44
	EA	개소	3.00	-	-	3.00

다. 기 용역결과 비교

<표 3.3.7> 기 용역결과 비교

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)
			전차('15)	금차('17)	
바닥판	백태	m ²	3.00	38.98	▲ 35.98
	콘크리트 박락	m ²	0.30	0.30	-
	녹오염	m ²	-	0.81	▲ 0.81
	균열(cw=0.2mm)	m	-	21.20	▲ 21.20
	균열(cw=0.3mm)	m	-	1.50	▲ 1.50
	철근노출	m ²	-	4.71	▲ 4.71
	콘크리트 박리	m ²	-	9.74	▲ 9.74
	재료분리	m ²	-	8.00	▲ 8.00
	망상균열(cw=0.2mm)	m ²	-	171.03	▲ 171.03
거더	점부식	m ²	0.30	11.82	▲ 11.52
	강재부식	m ²	-	48.67	▲ 48.67
	백태	m ²	-	0.14	▲ 0.14
	용접불량	EA	-	3.00	▲ 3.00
	강재표면 백태오염/누수	m ²	-	0.06	▲ 0.06
	환기구 부식	m ²	-	0.27	▲ 0.27
	환기구 볼트체결 불량	EA	-	1.00	▲ 1.00
	SPLICE부 실링재 미처리	EA	-	28.00	▲ 28.00
가로보	강재부식	m ²	-	0.44	▲ 0.44
교대	콘크리트 파손	m ²	2.00	-	▼ 2.00
	보수부 층분리	m ²	1.00	-	▼ 1.00
	균열(cw=0.2mm이하)	m	2.00	10.10	▲ 8.10
	백태	m ²	1.00	5.66	▲ 4.66

(계속)

<표 3.3.7> 기 용역결과 비교(계속)

구분	손상내용	단위	물량		수량비교 (증:▲, 감:▼)	
			전차('15)	금차('17)		
교대	균열(cw=0.3mm)	m	-	11.80	▲	11.80
	콘크리트 박락	m ²	-	4.30	▲	4.30
	콘크리트 박리	m ²	-	5.75	▲	5.75
	재료분리	m ²	-	1.09	▲	1.09
	콘크리트 표면열화(표층박리)	m ²	-	0.85	▲	0.85
교각	균열(cw=0.2mm이하)	m	-	26.50	▲	26.50
	균열(cw=0.3mm이상)	m	-	6.40	▲	6.40
	콘크리트 박리	m ²	-	0.32	▲	0.32
교량 받침	받침장치 부식	m ²	3.00	14.64	▲	11.64
	받침모르타르 박리	m ²	-	1.92	▲	1.92
	받침콘크리트 균열(cw=0.3mm)	m	-	1.40	▲	1.40
	솔플레이트 접착강판부분 들뜸	m ²	-	0.04	▲	0.04
	받침콘크리트 박락	m ²	-	0.16	▲	0.16
포장	LMC 포장균열	m	13.00	-	▼	13.00
배수 시설	배수구 막힘	EA	1.00	-	▼	1.00
	배수관 부식	m ²	-	0.27	▲	0.27
난간/ 중분대	난간 균열(cw=0.2mm)	m	2.00	-	▼	2.00
	난간 백태	m ²	0.60	-	▼	0.60
	콘크리트 박리	m ²	-	4.20	▲	4.20
신축 이음	후타재균열(cw=0.2mm)	m	1.80	-	▼	1.80
	신축이음 부식	m ²	0.60	-	▼	0.60
	유간부 이물질퇴적	m ²	0.20	-	▼	0.20

(계속)

<표 3.3.7> 기 용역결과 비교(계속)

검토 의견	■ 본 교량은 1999년 준공 이후 18여 년 간 공용 중에 있고 2015년 정밀점검 이후 교대 단면복구, 포장균열보수, 바닥판 단면보수, 난간 균열보수를 시행하였음. 현장 확인 결과 부재별로 보수를 통한 유지관리 흔적을 확인할 수 있었으며, 금회 조사에 따른 주요한 손상으로는 바닥판 망상균열 및 백태 다수 발생, 교대의 열화에 따른 백태, 박리 등으로 전차 점검에 비해 수량이 증가하였으며 이는 공용 연수 경과에 따른 재료의 노후화, 조사 장비(점검 사다리, 고소차)를 운용한 면밀한 근접조사, 누락된 손상 추가조사 등에 따른 것으로 판단됨. 부재에 나타난 전반적인 손상에 대해 내구성 유지를 위한 보수 공사가 필요함. ■ 대부분의 부재에서 기존손상(일부 보수), 신규 손상확인 → 면밀한 근접 조사, 전반적인 부재의 열화로 인한 손상 수량 증가
----------	---