

제 3 장 외 관 조 사

3.1 개 요

3.2 외관조사 결과

3.3 결과요약

제 3 장 외 관 조 사

3.1 개 요

3.1.1 외관조사 개요

복현1교는 충청북도 청주시 청원구 오창읍 복현리 65-4 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 도로교량으로, 2018년 1월 준공 이후 현재까지 약 3년간 공용중인 설계하중 DB-24의 1등교이다.

상부구조는 개량형 PSC빔 형식으로 총연장 105.0m(30.0m+45.0m+30.0m), 3경간 연속으로 구성되었으며, 교폭은 24.6m의 왕복 4차로(상행:2/하행:2)로 운용 중이다. 하부구조 형식은 말뚝기초 위에 시공된 역T형 교대 2기 및 T형 교각 2기로 구성되어 있으며, 교량 받침은 탄성받침, 신축이음장치는 뉴모노셀 JOINT(A1,A2)로 시공되어 있다.

금회 외관조사는 손상현황 및 결함의 상태를 파악하여 시설물의 건전성을 저해시키는 위험요인을 사전에 발견하고, 적절한 보수대책과 유지관리방안 수립을 위한 기본자료를 얻기 위해 실시하였으며, 현장조사는 점검로를 이용한 도보조사, 고소작업차 등 접근장비를 이용하여 대상 부위에 최대한 근접하여 조사를 실시하였다.

현장조사는 기존 보고서에서 언급된 손상내용 확인 및 보수부 확인, 신규 결함 발생 여부에 중점을 두고 조사하였으며, 조사된 내용은 결함의 규모와 원인분석, 교량의 상태평가 및 보수·보강방안을 제시하는 기초자료로 사용하였고, 공용기간동안 시설물의 유지관리를 위한 근거자료로서 활용할 수 있도록 작성하였다.

대상 시설물에 대한 외관조사는 국토교통부 고시 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(국토교통부 고시 제2020-45호, 2020.06)』과 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)(국토교통부, 한국시설안전공단, 2019.09)』 교량편의 평가기준에 근거해 구조물에 발생한 손상 정도에 따라 a~d 4단계, a~e 5단계로 분류하여 적용하였고, 점검항목의 체계화를 위하여 구조물을 항목별로 구분하여 평가를 실시하였다.

[표 3.1.1] 부재별 상태평가 적용 범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더	a, b, c, d, e
	2차부재 (가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초	a, b, c, d, e
받침장치	교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화	a, b, c, d

	
▲ 고소작업차	▲ 교량받침 점검로 근접조사

- 교량하부 작업차량 진입이 가능한 구간(도로, 공터 등) → 고소작업차
- 형하고가 높은 구간의 상부구조, 교각 상단부 등 → 고소작업차
- 교각 코핑부, 교좌면, 받침장치 등 → 교량 점검통로, 도보
- 형하고가 낮은 구간, 도보 접근이 가능한 구간 → 점검사다리, 도보

※ 교량 하부 접근성, 현장 작업성, 효율성 등을 고려하여 각 구간별 접근 장비 투입

3.1.2 외관조사 주요 점검항목

[표 3.1.2] 주요 점검항목

구 분		조 사 항 목	비 고
상부구조	콘크리트	▶ 콘크리트 균열, 박리, 누수/백태 및 재료분리 ▶ 상면 체수와 하면 누수/백태 연관성	
하부구조	교 대	▶ 콘크리트 균열, 박리, 백태, 철근노출 및 재료분리 ▶ 거더와 흥벽 사이 유간	
	교 각	▶ 콘크리트 균열, 박리, 백태, 철근노출 및 재료분리	
	기 초	▶ 세굴, 침하, 파손, 침식	
연석 및 난간		▶ 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 백태	
받 침		▶ 받침 설치(위치, 방향) 상태, 가동받침의 작동 상태 ▶ 받침, 소울판의 도장 및 부식 상태 ▶ 고정볼트의 고정, 변형 및 손상 상태 ▶ 받침 콘크리트의 균열, 박락 및 충전 상태	
기타 부재	방호벽	▶ 균열, 철근부식, 철근노출, 박락, 파손, 백태	
	교면포장	▶ 균열, 요철, 단차, 함몰, 물고임(체수) 상태	
	배수시설	▶ 파손, 배수관 길이부족, 누수, 막힘 발생 여부	
	신축이음장치	▶ 신축이음장치 설치 상태, 누수, 파손, 유간, 이상진동 발생 여부 ▶ 후타재의 균열, 파손, 단차 ▶ 후타재와 포장면 사이 벌어짐	

3.1.3 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석

가. 중대한 결함의 분류

시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 제22조에 의한 "대통령령으로 정하는 중대한 결함"은 구조물의 안전에 직접 영향을 미치는 중대한 사항들에 대한 것으로, 이러한 중대 결함들은 시행령 제18조와 시행규칙 제19조에 명시되어 있으며 금회 진단과 관련된 내용은 다음과 같다.

- ① 시설물기초의 세굴
- ② 교량 교각의 부등침하
- ③ 교량 받침의 파손
- ④ 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력 손실
- ⑤ 그 밖에 시설물의 구조안전에 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함은 다음과 같다.

[표 3.1.3] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함(국토교통부령)

시 설 물 명	주요부위의 중대한 결함
교 량	• 주요 구조부위 철근량 부족 • 주형의 균열 심화 • 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리 • 부재 연결판의 균열 및 심한 변형 • 철강재 용접부의 용접불량 • 케이블 부재 또는 긴장재의 손상 • 교대 · 교각의 균열 발생

나. 중대한 결함의 정도

시설물에서 대통령령이 정하는 중대한 결함의 적용 범위는 다음과 같다. 다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

(1) 시설물의 기초세굴

- 기초세굴에 대한 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(2) 교량 교각의 부등침하

- 교각 변위의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(3) 교량 받침의 파손

- 교량받침의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(4) 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실

- 탄산화 잔여 깊이 또는 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가 기준이 "d" 판정으로 철근콘크리트 바닥판, 철근콘크리트 거더, 프리스트레스 콘크리트 거더, 교대 및 교각 등에서 철근(강선)부식과 관련하여 상태평가 기준이 "e"를 포함하는 경우

(5) 주요 구조부위의 철근량 부족

- 구조 안전성 검토 결과 철근량 부족으로 내력 보강이 필요한 경우로 철근콘크리트 바닥판, 거더 및 교각 코핑부 등이 해당

(6) 콘크리트 부재의 균열 심화

- 부재의 균열 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(7) 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리

- 열화 및 손상의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(8) 철강재 용접부의 불량 용접

- 강재 용접연결부 결함의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(9) 교대·교각의 균열 발생

- 균열의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(10) 강재 거더 및 연결판의 균열 및 심한 변형

- 모재 및 연결부 손상의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(11) 케이블 부재의 손상

- 케이블 부재의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(12) 프리스트레스 콘크리트 부재의 손상

- 긴장재의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

3.2 외관조사 결과

3.2.1 교면포장

1) 현황

- 복현1교는 충청북도 청주시 청원구 오창읍 복현리 65-4 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 폭 24.6m의 왕복 4차로(상행:2/하행:2)의 교량으로, 교면은 전체 콘크리트로 포장되어 있다.

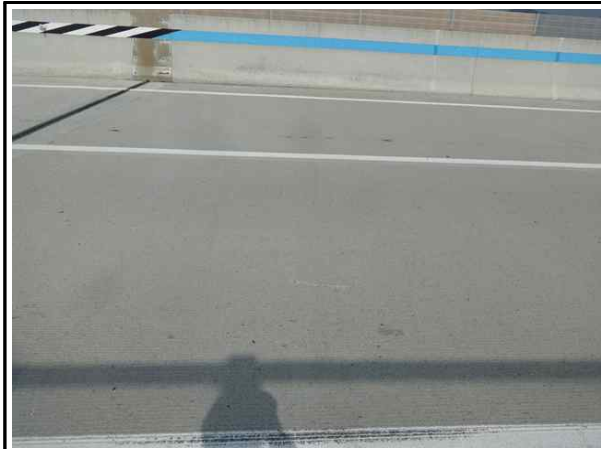


[교면포장 전경]

- 금회 교면포장에서는 일부구간에 포장 패임 및 망상균열이 조사되었다.
- 이외 포장파손으로 인한 통행 차량의 안전 저해 및 방수층, 바닥판 손상이 우려되는 곳은 없는 것으로 조사되었다.

[표 3.2.1] 교면포장 손상현황

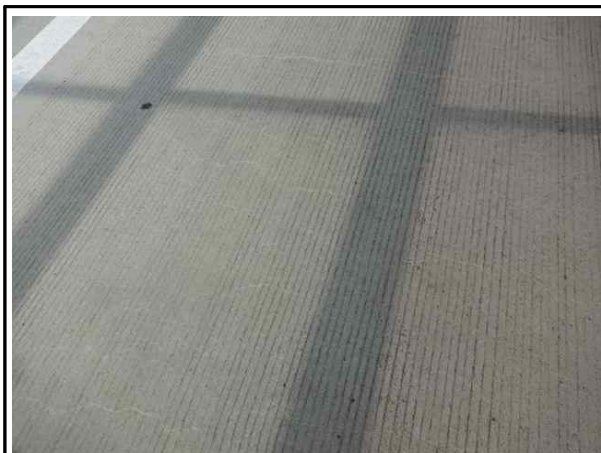
구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교면포장	포장 패임	1	0.03	m ²	주의관찰	
	포장 망상균열	2	150.00	m ²	주의관찰	



현황	포장 패임 A=0.03m²
위치	오창방향 S1
원인	차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 패임 A=0.03m²
위치	오창방향 S1
원인	차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 망상균열 A=90m²
위치	오창방향 S2
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 망상균열 A=60m²
위치	오창방향 S3
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행

2) 점검의견

- 교면포장에서는 경년에 따른 표면 마모와 차량 윤택하중 및 건조수축으로 인한 포장 망상균열이 발생되어 있는 상태이다. 현재 손상의 발생 범위와 규모는 일부 구간에 국한된 수준으로 통행 차량의 안전 및 구조물의 사용성에 지장을 주고 있지는 않으나, 사용성 확보를 위한 적절한 보수를 시행하되, 향후 방수층 및 바닥판에 영향을 주는 수준까지 진행될 경우 전면 재포장을 고려하여야 한다.
- 교면포장 일부구간 발생된 포장 패임의 경우 차량하중, 중차량 반복통행 등에 의한 손상으로 판단된다. 다만, 현재 손상정도가 경미하며 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 수준은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.2.2 배수시설

1) 현황

- 배수시설은 집수구를 통해 교면상부의 우수를 집수한 후 바닥판을 관통하여 설치된 $\Phi 150\text{mm}$ 배수관(스테인레스 강관)을 통해 하부로 배수되도록 시공되어 있다.



[배수시설 전경]

- 배수시설 외관조사 결과, 배수구의 경우 전반적으로 양호하나 일부구간 그레이팅 변형이 발생되었으며, 배수관의 경우 막힘이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

[표 3.2.2] 배수시설 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
배수시설	배수구 그레이팅 변형	1	1.00	EA	배수구 덮개 교체	



현황	배수구 그레이팅 변형 1EA
위치	오창방향 S3
원인	시공미흡



현황	상태양호
위치	배수구
원인	-

2) 점검의견

- 배수시설은 기 점검과 비교하여 배수기능 및 통수성능에 문제가 없는 상태로 관리되고 있다. 다만, 배수구 일부구간 시공미흡에 의한 그레이팅 변형이 발생한 것으로 확인되었으며, 발생한 손상부의 경우 시설물의 원활한 배수기능 확보를 위한 덮개 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

3.2.3 방호벽

1) 현황

- 방호벽은 철근콘크리트 방호벽 형식이며, 방호벽은 차량 사고시 피해를 차량이탈 및 차량 파손을 최소화하기 위한 목적으로 시공되었다.



[방호벽 및 방음벽 전경]

- 콘크리트 방호벽에 대한 외관조사 결과, 일부구간 폭0.3mm내·외 균열 및 균열부 백태가 발생된 것으로 확인되었다.





현황	방호벽 균열부 백태 L=1.0m
위치	오창방향 S2
원인	균열부 우수유입



현황	중앙분리대 균열부 백태 L=1.0m
위치	오창방향 S2
원인	균열부 우수유입

[표 3.2.3] 방호벽 및 방음벽 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	9	9.00	m	표면처리	
	균열(폭0.3mm이상)	2	4.00	m	주입보수	
	균열부 백태	13	1.30	m ²	백태보수	

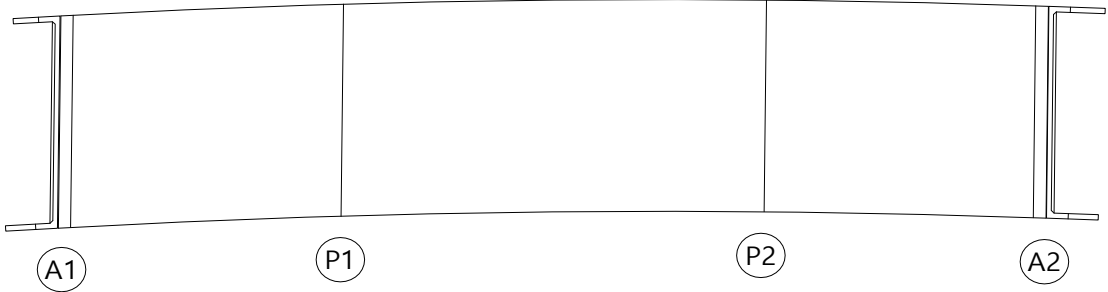
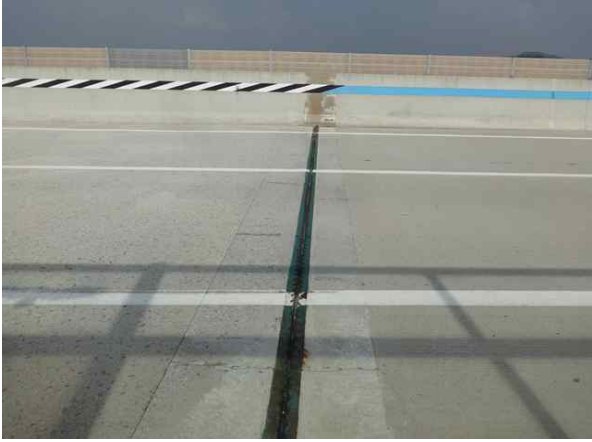
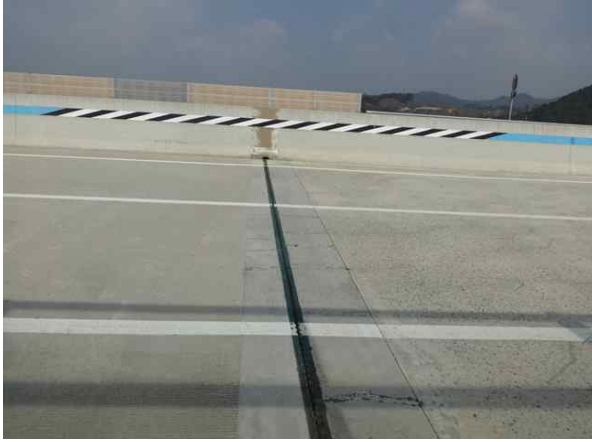
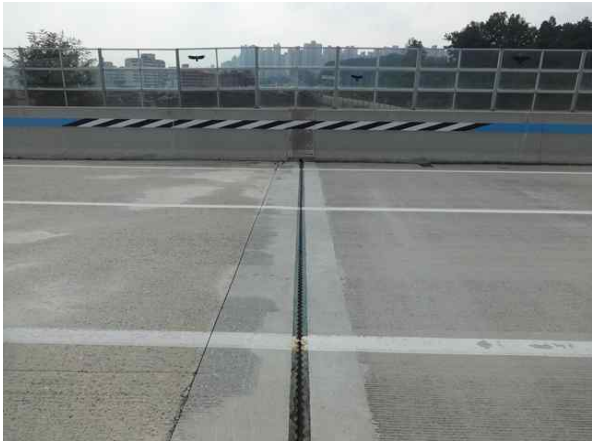
2) 점검의견

- 방호벽에 발생한 균열은 폭0.2mm의 수평균열로, 포장부에서 일정한 높이(0.5m~0.8m)에서 발생되었으며, 균열의 방향성 등을 종합적으로 고려할 때 소성침하에 의한 균열인 것으로 판단된다. 또한, 중앙분리대에 발생한 균열은 폭0.2~0.3mm의 수직균열로, 건조수축 및 온도변화, 콘크리트의 재료적 특성에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생한 손상부의 경우 비구조적 손상으로 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 손상의 진전 방지를 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다.
- 방호벽 및 중앙분리대에 발생한 균열부 백태의 경우 균열부 우수유입에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 백태보수 등의 조치가 필요하다.

3.2.4 신축이음 장치

1) 현황

•신축이음장치는 A1, A2 총 2개소에 설치되어 있으며, 형식은 뉴모노셀 JOINT로 구성되어 있다.

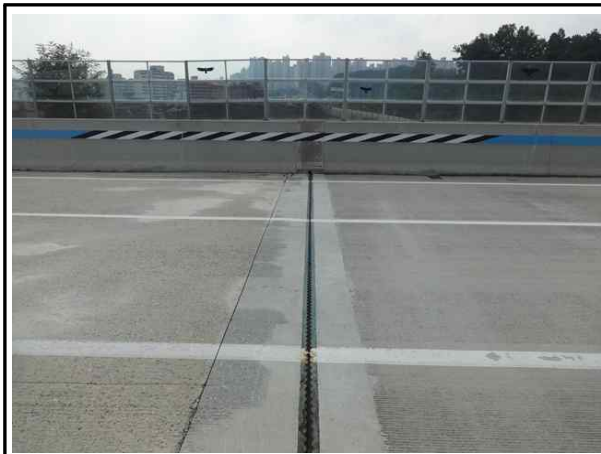
	
신축이음부 설치 현황	
	
A1 오창방향	A2 오창방향
	
A1 옥산방향	A2 옥산방향

[신축이음장치 배치도 및 전경]

- 금회 점검에서는 신축이음장치의 본체와 후타재, 물받이 등 주요부재에 대한 외관 및 기능 상태를 조사하고, 연간 온도변화에 의한 신축거동량, 유간확보여부 등을 평가하기 위하여 신축이음장치 유간측정을 수행하였다. 계절별 신축량 조사 결과는 '3) 신축량 검토' 절에 상세히 서술하였다.
- 신축이음장치 외관조사 결과, 전반적으로 양호하나, 일부구간 경미한 본체 부식이 발생된 것으로 확인되었다.

[표 3.2.4] 신축이음장치 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
신축이음	본체 부식	3	9.00	m	주의관찰	



현황	본체 부식 L=3.0m
위치	옥산방향 A2
원인	경년열화



현황	본체 부식 L=3.0m
위치	옥산방향 A2
원인	경년열화

2) 점검의견

- 신축이음장치의 본체에 발생한 부식의 경우 경년열화에 의한 손상으로 현재 손상정도가 경미하며 신축이음의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 신축량 검토

(1) 신축량 계산방법

- 상부구조 형식 : 개량형 PSCI Girder교(PSC)
- 온도변화 범위 : 동절기 -5°C ~ 하절기 +35°C (보통지방, PSC교)

교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 $\alpha(1/^{\circ}\text{C})$
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10-5
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10-5
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10-5

•이동량 산정식 :

가) 온도변화에 의한 거더의 이동량

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$$

여기서, α : 선팅창계수 (콘크리트교 : 1.0×10^{-5}), ΔT : 온도변화, l : 신축들보의 길이

나) 활하중에 의한 거더 처짐에 의한 이동량

$$\Delta l_r = \sum (h_i \cdot \theta_i)$$

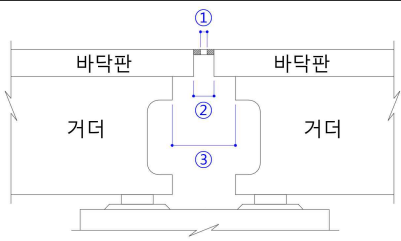
여기서, h_i : 거더의 중립축으로부터 받침의 회전중심까지의 거리(거더 높이의 2/3)

θ_i : 받침 상부의 거더 회전각(콘크리트교:1/300)

다) 금회 신축량 평가에서는 온도변화에 의한 거더의 이동량 만으로 평가함.

•조사일자 : 2020년 10월 12일

•조사시 온도 : 17.2° (조사일자별 일평균기온(기상청 자료) 적용), (청주(유))

			
	① 신축이음장치	② 바닥판간	③ 거더간
신축유간 측정 위치	유간 측정 예시		

[표 3.2.5] 소요신축량 산정

구분	계산방법	비고
복현1교 (PSCI Girder)	•신축장 75.0m : A1 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.8 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 75.0 \text{m} \times 1,000 = 13.4 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.2 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 75.0 \text{m} \times 1,000 = 16.7 \text{mm}$	
	•신축장 30.0m : A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.8 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 30.0 \text{m} \times 1,000 = 5.3 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.2 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 30.0 \text{m} \times 1,000 = 6.7 \text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^\circ\text{C} - 17.2^\circ\text{C} = 17.8^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $17.2^\circ\text{C} - (-5.0^\circ\text{C}) = 22.2^\circ\text{C}$	

(2) 신축량 평가

- 복현1교의 신축거동상태를 확인하기 위해 신축이음장치 유간(10월12일 평균기온: 17.2°C)을 측정하였으며, 측정된 유간으로부터 최대온도 상승시 신장량 및 최저온도 하강시 수축량을 검토하여 유간확보여부를 검토하였다.
- 실측 유간을 기초로 최고온도 상승시(35°C)와 최저온도 하강시(-5°C)에 대한 여유유간 확보여부를 검토한 결과 A1, A2 모두 양호한 것으로 평가되었으며, 신축이음장치의 외관 및 가동 상태조사에서도 신축기능에 지장을 줄만한 문제점은 없는 것으로 확인되었다.

[표 3.2.6] 신축이음장치 신축량 평가

위치	신축장(m)	형식	용량(mm) ①	실측 유간(mm)				동절기 수축량(mm)			하절기 신장량(mm)		
				신축 ②	바닥판 ③	거더 ④	적용 ⑤	계산량 ⑥	여유량 ⑦(②-⑥)	검토 결과	계산량 ⑧	여유량 ⑨(②-⑧)	검토 결과
A1	75.0	뉴모노셀	100	45	100	200	45	16.7	38.3	O.K	13.4	31.6	O.K
A2	30.0	뉴모노셀	50	25	60	130	25	6.7	18.3	O.K	5.3	19.7	O.K

※ 하절기 신장량 평가 : 실측 유간 - 계산 신장량 = 신장여유량 > 0 ... (O.K)

※ 동절기 수축량 평가 : 용량 - (실측 유간 + 계산 수축량) = 수축여유량 > 0 ... (O.K)

3.2.5 바닥판

1) 현황

- 바닥판은 상부의 교통하중을 직접 지지하며, 상부하중을 거더로 전달해주는 철근콘크리트 부재로서, 복현1교의 바닥판은 중앙부의 경우 콘크리트 데크, 캔틸레버부의 경우 철근 콘크리트로 시공되어 있다.
- 전구간 점검로가 설치되어 있고, 고소작업차를 이용해 근접조사를 실시하였다.



[바닥판하면 전경]



[고소작업차를 이용한 근접조사 실시]

- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

[표 3.2.7] 바닥판 손상 현황

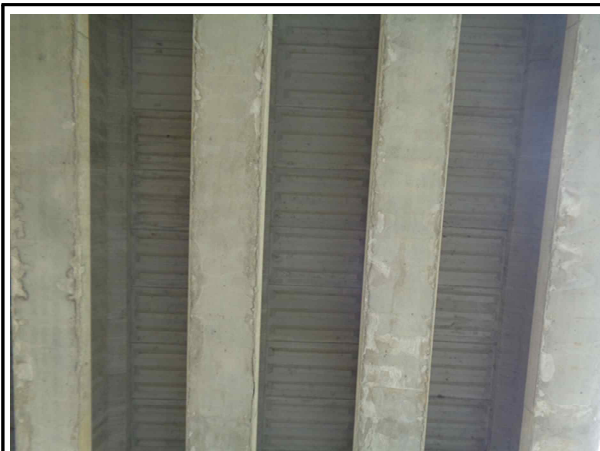
구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
바닥판	상태양호	-	-	-	-	



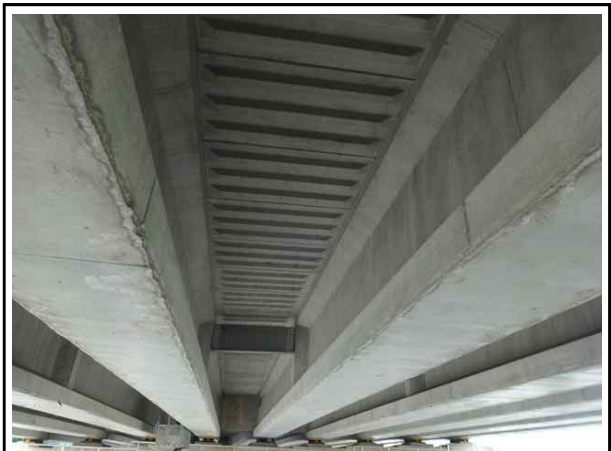
현황	상태양호
위치	바닥판 S1
원인	-



현황	상태양호
위치	바닥판 S1
원인	-



현황	상태양호
위치	바닥판 S2
원인	-



현황	상태양호
위치	바닥판 S2
원인	-

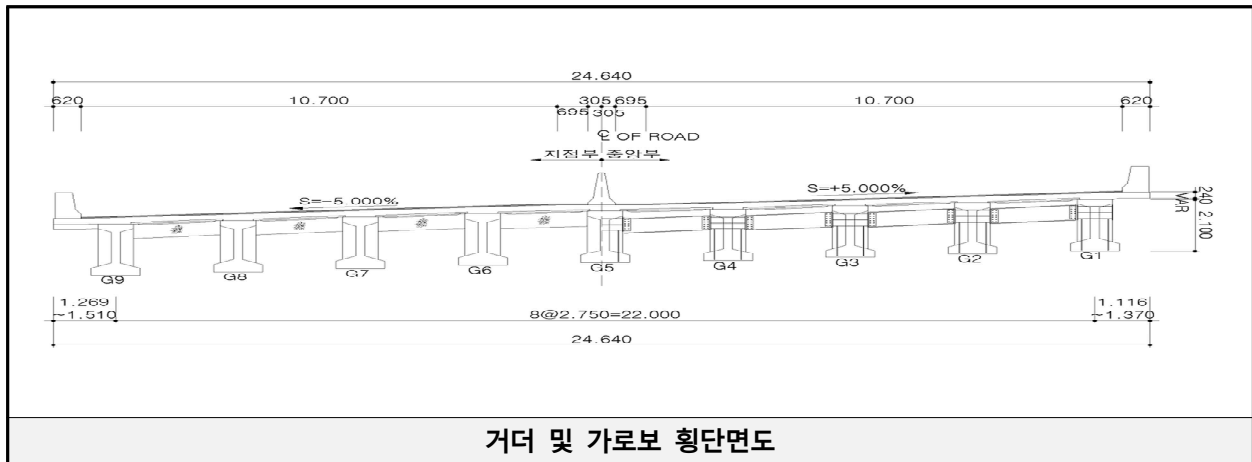
2) 점검의견

- 바닥판 하면에 대한 금회 점검결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.2.6 거더 및 가로보

1) 현황

- 복현1교의 거더는 PSC Girder로 경간당 9기가 설치되어 있으며, 거더간 보조부재인 가로보로 연결되어 있다.



- 외관조사 결과, 거더의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 콘크리트 및 강재로 시공된 가로보 또한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

[표 3.2.8] 거더 및 가로보 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
거더	상태양호	-	-	-	-	
가로보 및 세로보	상태양호	-	-	-	-	



현황	상태양호
위치	거더
원인	-



현황	상태양호
위치	가로보
원인	-

2) 점검의견

가) 콘크리트 거더

- 금회 거더에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 콘크리트 거더의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

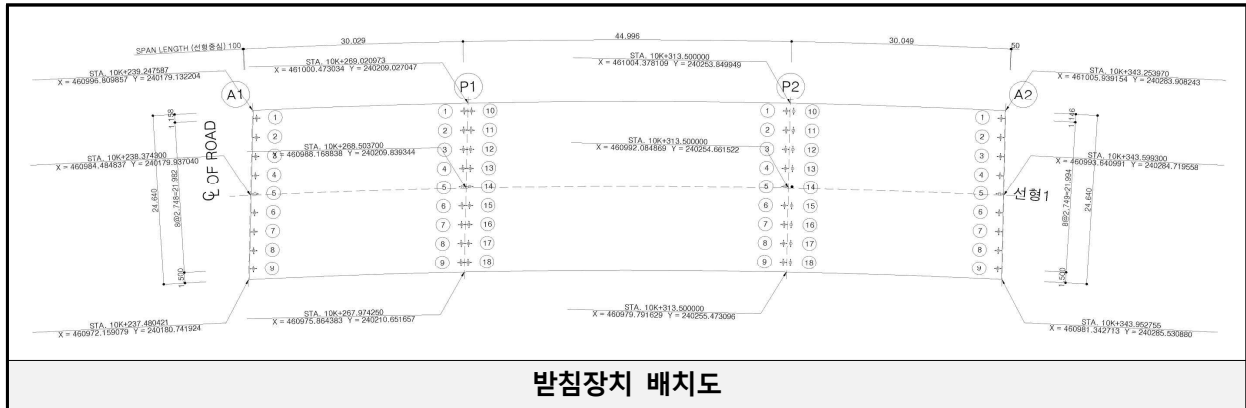
나) 가로보

- 콘크리트 및 강재로 시공된 가로보의 경우 금회 점검 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었으며, 가로보의 경우 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.2.7 교량받침

1) 현황

- 본 교량의 받침은 모두 탄성받침으로 총 54개소가 설치되어 있으며, 지점별로 P2는 고정단, 나머지 A1, P1, A2는 가동단으로 구성되어 있다.



[받침장치 배치도 및 전경]

- 금회 점검에서는 교량받침의 본체와 받침콘크리트 등 주요 부재에 대한 외관 및 기능 상태를 조사하고, 연간 온도변화에 의한 신축거동량, 유간확보여부 등을 평가하기 위하여 받침장치가동량 측정을 실시하였다. 신축량 조사 결과는 '4) 받침이동량 검토'절에 상세히 서술하였다
- 교량받침에 대한 외관조사 결과 주요 손상으로는 받침물탈 균열(폭0.3mm미만), 받침콘크리트 재료분리가 조사되었으나, 전반적으로 손상정도가 경미하며 받침장치 기능상 문제점은 없는 것으로 확인되었다.

[표 3.2.9] 받침장치 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
받침장치	받침물탈 균열(폭0.3mm미만)	1	0.20	m	표면처리	
	받침콘크리트 재료분리	6	0.38	m ²	단면보수	



현황	받침콘트리트 재료분리 0.5m×0.1m
위치	P1-SH1
원인	시공초기 다짐부족



현황	받침물탈 균열 폭0.1mm
위치	P1-SH8
원인	건조수축, 온도변화



현황	받침콘트리트 재료분리 0.5m×0.1m
위치	P1-SH11
원인	시공초기 다짐부족



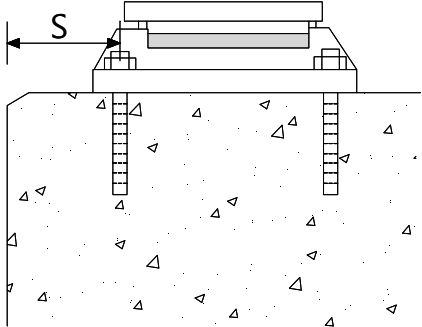
현황	받침콘트리트 재료분리 0.5m×0.1m
위치	P1-SH13
원인	시공초기 다짐부족

2) 점검의견

- 받침물탈 균열은 폭 0.3mm미만으로 발생하였으며, 건조수축 및 온도변화에 의한 미세균열이 원인으로 기점검과 비교시 진전이 없는 상태로 확인되었다. 따라서 보수의 시급성을 요하는 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 받침장치의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 연단거리 검토

- 금회 실측 연단거리를 도로교 표준시방서의 기준치를 비교하여 검토하였다.
- 연단거리 검토 결과, 받침의 전 개소에서 설계기준 이상의 연단거리를 만족하는 것으로 분석되어 연단거리 부족으로 인한 낙교의 위험성은 없는 것으로 판단된다.



- S의 최소치는 다음과 같다.
(도로교표준시방서 하부구조편 5.4.2참조)

- 거더의 경간길이 100m이하 : $S=200+5L$ (적용)
- 거더의 경간길이 100m이상 : $S=300+4L$
(여기서, L=지간길이(m))

- $S=200+5 \times 30.0 = 350\text{mm}$

- $S=200+5 \times 45.0 = 425\text{mm}$

[표 3.2.10] 받침장치 연단거리 측정결과 (단위:mm)

구 분		최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					
			위치	연단거리	평가	위치	연단거리	평가
A1		350	Sh1	510	O.K	Sh6	500	O.K
			Sh2	500	O.K	Sh7	500	O.K
			Sh3	520	O.K	Sh8	510	O.K
			Sh4	510	O.K	Sh9	500	O.K
			Sh5	510	O.K	-	-	-
P1	A1측	350	Sh1	640	O.K	Sh6	640	O.K
			Sh2	630	O.K	Sh7	640	O.K
			Sh3	640	O.K	Sh8	630	O.K
			Sh4	650	O.K	Sh9	640	O.K
			Sh5	640	O.K	-	-	-
	A2측	425	Sh10	630	O.K	Sh15	630	O.K
			Sh11	620	O.K	Sh16	610	O.K
			Sh12	630	O.K	Sh17	620	O.K
			Sh13	610	O.K	Sh18	630	O.K
			Sh14	620	O.K	-	-	-
P2	A1측	425	Sh1	640	O.K	Sh6	630	O.K
			Sh2	650	O.K	Sh7	650	O.K
			Sh3	650	O.K	Sh8	650	O.K
			Sh4	640	O.K	Sh9	660	O.K
			Sh5	650	O.K	-	-	-

[표 3.2.10] 받침장치 연단거리 측정결과 (단위:mm)(계속)

구 분		최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					
			위치	연단거리	평가	위치	연단거리	평가
P2	A2측	350	Sh10	640	O.K	Sh15	650	O.K
			Sh11	650	O.K	Sh16	650	O.K
			Sh12	650	O.K	Sh17	650	O.K
			Sh13	640	O.K	Sh18	640	O.K
			Sh14	630	O.K	-	-	-
A2		350	Sh1	600	O.K	Sh6	610	O.K
			Sh2	590	O.K	Sh7	610	O.K
			Sh3	610	O.K	Sh8	600	O.K
			Sh4	600	O.K	Sh9	620	O.K
			Sh5	600	O.K	-	-	-

4) 받침 이동량 검토

- 상부구조 형식 : PSCI Girder교(PSC)
- 온도변화 범위 : 동절기 -5°C ~ 하절기 $+35^{\circ}\text{C}$ (보통지방, PSC교)

교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 $\alpha(^{\circ}\text{C})$
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}

- 이동량 산정식 :

가) 온도변화에 의한 거더의 이동량

$$\Delta I = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$$

여기서, α : 선팅창계수 (콘크리트교 : 1.0×10^{-5}), ΔT : 온도변화, l : 신축들보의 길이

나) 활하중에 의한 거더 처짐에 의한 이동량

$$\Delta l_r = \sum (h_i \cdot \theta_i)$$

여기서, h_i : 거더의 중립축으로부터 받침의 회전중심까지의 거리(거더 높이의 2/3)

θ_i : 받침 상부의 거더 회전각(콘크리트교:1/300)

다) 금회 신축량 평가에서는 온도변화에 의한 거더의 이동량 만으로 평가함.

- 조사일자 : 2020년 10월 12일
- 조사시 온도 : 17.2° (조사일자별 일평균기온(기상청 자료) 적용), (청주(유))
- 받침장치의 허용 변위량은 순고무량의 70%를 적용함 (한국도로공사 받침설계 지침)

[표 3.2.11] 소요신축량 산정

구분	계산방법	비고
복현1교 (PSCI Girder)	•신축장 75.0m : A1 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.8 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 75.0 \text{m} \times 1,000 = 13.4 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.2 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 75.0 \text{m} \times 1,000 = 16.7 \text{mm}$	
	•신축장 45.0m : P1 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.8 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 \text{m} \times 1,000 = 8.0 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.2 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 \text{m} \times 1,000 = 10.0 \text{mm}$	
	•신축장 30.0m : A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.8 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 30.0 \text{m} \times 1,000 = 5.3 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.2 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 30.0 \text{m} \times 1,000 = 6.7 \text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^\circ\text{C} - 17.2^\circ\text{C} = 17.8^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $17.2^\circ\text{C} - (-5.0^\circ\text{C}) = 22.2^\circ\text{C}$	

•받침장치의 가동여유량을 검토한 결과, 최고온도상승시(35℃)와 최저온도하강시(-5℃) 모두 여유유간을 확보하는 것으로 평가되었으며, 받침장치의 외관 및 가동 상태조사에서도 기능에 지장을 줄만한 문제점은 없는 것으로 확인되었다.

[표 3.2.12] 받침 이동량 검토결과

구분	실측 이동량 (mm)	동절기 수축량(mm)			하절기 신장량(mm)			허용 변위량 (mm)	비고
		계산량	실측여유량	검토결과	계산량	실측여유량	검토결과		
A1	sh1	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh2	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh3	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh4	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh5	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh6	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh7	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh8	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91
	sh9	+ 5	- 16.7	- 96	O.K	+ 13.4	+ 86	O.K	±91

※ + : 신장방향, - : 수축방향

[표 3.2.12] 받침 이동량 검토결과(계속)

구분		실측 이동량 (mm)	동절기 수축량(mm)			하절기 신장량(mm)			허용 변위량 (mm)	비고
			계산량	실측여유량	검토결과	계산량	실측여유량	검토결과		
P1	sh1	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh2	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh3	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh4	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh5	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh6	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh7	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh8	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh9	0	- 10.0	- 91	O.K	+ 8.0	+ 91	O.K	±91	
	sh10	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh11	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh12	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh13	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh14	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh15	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh16	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh17	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
	sh18	+ 3	- 10.0	- 86	O.K	+ 8.0	+ 80	O.K	±83	
P2	고 정 단									
A2	sh1	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh2	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh3	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh4	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh5	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh6	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh7	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh8	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	
	sh9	+ 5	- 6.7	- 96	O.K	+ 5.3	+ 86	O.K	±91	

※ + : 신장방향, - : 수축방향

3.2.8 하부구조

1) 현황

- 역T형 교대는 2개소(A1, A2)로 기초는 말뚝기초로, T형의 교각은 2개소(P1,P2)로 기초는 직접 기초로 시공되어 있다.
- 현장조사는 도보 및 고소점검차를 이용하여 근접조사를 실시하였다.



[교대 및 교각 전경]

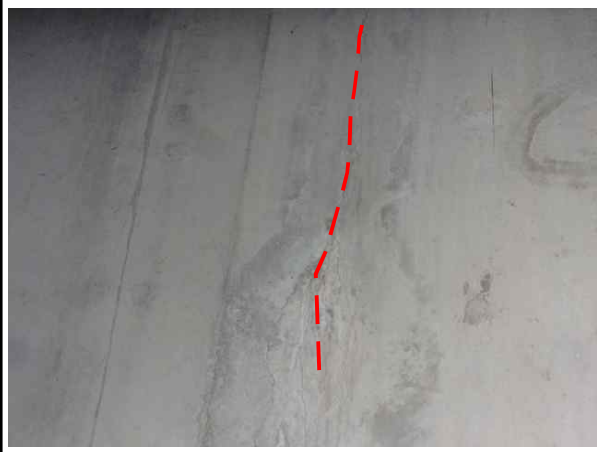
- 금회 하부구조에 대한 외관조사 결과, 교대 일부 구간에서 폭0.3mm이상 균열, 배수로 파손 및 법면 토사유실, 박리가 발생된 것으로 확인되었다.
- 교각의 경우 폭0.3mm내·외 균열 및 망상균열, 파손, 재료분리 등이 발생된 것으로 확인되었다.

[표 3.2.13] 하부구조 손상 현황(교대)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교대	균열(폭0.3mm이상)	1	2.50	m	주입보수	
	법면 토사유실	1	1.50	m ²	주의관찰	
	배수로 파손	1	1.50	m ²	단면보수	
	박리	1	2.00	m ²	단면보수	

[표 3.2.14] 하부구조 손상 현황(교각)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교각	균열(폭0.3mm미만)	50	73.90	m	표면처리	
	균열(폭0.3mm이상)	3	3.00	m	주입보수	
	망상균열	4	35.50	m ²	표면처리	
	파손	6	0.06	m ²	단면보수	
	재료분리	5	14.80	m ²	단면보수	
	열화	1	2.50	m ²	주의관찰	



현황	균열 폭0.3mm이상
위치	A1 흥벽
원인	건조수축, 온도변화



현황	박리 1.0m×2.0m
위치	A2 구체
원인	외부 우수유입



현황	법면 토사유실 및 배수로 파손 0.5m×3.0m
위치	A2 법면
원인	외부 우수유입



현황	법면 토사유실 및 배수로 파손 0.5m×3.0m
위치	A2 법면
원인	외부 우수유입



현황	균열 폭0.3mm미만
위치	P1 코핑부
원인	건조수축, 온도변화



현황	열화 2.5m×1.0m
위치	P1 코핑부
원인	외부 우수유입



현황	균열 폭0.3mm이상
위치	P2 코핑부
원인	건조수축, 온도변화



현황	망상균열 4.0m×1.0m
위치	P2 코핑부
원인	건조수축, 온도변화

2) 점검의견

- 금회 점검시 조사된 교대 및 교각의 균열 및 망상균열은 대부분 폭0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 비구조적 손상으로 판단된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다. 다만, 교대 및 교각 일부구간 발생된 폭0.3mm이상 균열의 경우 균열부 우수유입시 철근부식 등의 손상을 야기하므로 우선적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각 일부구간 발생된 재료분리, 파손 등의 단면손상의 경우 시공초기 다짐부족 및 시공중 외부충격 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 교대 구체 상면에 발생된 박리 및 교각 코핑부에 발생된 열화의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 판단된다. 열화의 경우 손상정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단되며, 박리의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요하다. 특히, 교대 구체에 발생된 박리의 경우 신축이음 단부측 누수 등에 의한 손상으로 판단되는바, 보수 후 손상의 재발생시 신축이음 하부와 연계한 보수가 필요하다.
- 교대 A2측 법면에 발생된 토사유실 및 배수로 파손의 경우 배수로 파손부를 통한 우수유입에 의해 법면 토사가 유실되어 발생한 것으로 판단된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 배수로 파손부 단면보수가 필요하며, 법면 토사유실의 경우 주의관찰 후 손상의 재발생시 되메우기 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.3 외관조사 결과요약

- 전회 안전점검에서 조사된 손상 물량과 비교하여 증가/감소 원인을 분석하고 교량에 안전성에 영향을 주는 구조적인 손상 원인, 진행성여부 등을 분석하였다.
- 확인된 손상/결함은 대체로 경년에 따라 다소 증가 추세를 보이고 있으나, 구조적인 원인이나 교량에 안전성을 저해할 만한 중대한 결함 발생은 없는 상태로 분석되었다. 또한 균열 등의 주요 손상은 현재 뚜렷한 진행성을 보이고 있지 않으므로 내구성 확보 차원의 적절한 보수를 시행하면 효율적인 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

[표 3.3.1] 외관조사 결과요약

부재	손상내용	물량집계				증감	분석	
		초기점검		2020년				
교면포장	포장 패임	-	-	0.03	m²	▲	0.03	신규손상
	포장 망상균열	-	-	150.00	m²	▲	150.00	신규손상
배수시설	배수구 그레이팅 변형	-	-	1.00	EA	▲	1.00	신규손상
방호벽	균열(폭 0.3mm미만)	-	-	9.00	m	▲	9.00	신규손상
	균열(폭 0.3mm이상)	-	-	4.00	m	▲	4.00	신규손상
	균열부 백태	-	-	1.30	m²	▲	1.30	신규손상
신축이음	본체 부식	-	-	9.00	m	▲	9.00	신규손상
교량받침	받침몰탈 균열(폭 0.3mm미만)	-	-	0.20	m	▲	0.20	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	-	-	0.38	m²	▲	0.38	신규손상
교대	균열(폭0.3mm이상)	-	-	2.50	m	▲	2.50	신규손상
	법면 토사유실	-	-	1.50	m²	▲	1.50	신규손상
	배수로 파손	-	-	1.50	m²	▲	1.50	신규손상
	박리	-	-	2.00	m²	▲	2.00	신규손상
교각	균열(폭0.3mm미만)	-	-	73.90	m	▲	73.90	신규손상
	균열(폭0.3mm이상)	-	-	3.00	m	▲	3.00	신규손상
	망상균열	-	-	35.50	m²	▲	35.50	신규손상
	파손	-	-	0.06	m²	▲	0.06	신규손상
	재료분리	-	-	14.80	m²	▲	14.80	신규손상
	열화	-	-	2.50	m²	▲	2.50	신규손상

