

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

오창JCT R-D교는 충청북도 청주시 청원구 오창읍 학소리 산17-6도 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 도로교량으로, 2018년 1월 준공 이후 현재까지 약 3년간 공용중인 설계하중 DB-24의 1등교이다. 상부구조는 강박스 형식으로 총연장 415.0m (35.0m+5@40.0m+40.0m+40.0m+60.0m+40.0m), 10경간으로 구성되었으며, 교폭은 9.2m의 1차로(상행:1)로 운용 중이다. 하부구조 형식은 말뚝기초 및 직접기초 위에 시공된 역T형 교대 2기 및 T형 교각 9기로 구성되어 있으며, 교량 받침은 면진받침, 신축이음장치는 팽거 JOINT(A1,P6,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 및 굴절차 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 제2020-485호, 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

		
▲ 굴절점검차	▲ 고소작업차	▲ 교량받침 점검로 근접조사
◦ 교량하부 작업차량 진입이 가능한 구간(도로, 공터 등) → 고소작업차 ◦ 교량하부 작업차량 진입이 불가능한 구간(하천횡단구간 및 작업차 공간 부족 등) → 굴절점검차 ◦ 형하고가 높은 구간의 상부구조, 교각 상단부 등 → 고소작업차+굴절차 병행 ◦ 교각 코핑부, 교좌면, 받침장치 등 → 교량 점검통로, 도보 ◦ 형하고가 낮은 구간, 도보 접근이 가능한 구간 → 점검사다리, 도보 ◦ 도보 진입이 가능한 강박스 내부 → 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 바닥판	▶ 콘크리트 균열, 박리, 누수/백태 및 재료분리 ▶ 상면 체수와 하면 누수/백태 연관성	
	강거더	▶ 도장손상 및 부식, 현장이음부 볼트손상 및 누수, 이상음 발생 ▶ 플랜지 변형 및 처짐, 맞대기 용접부, 박스 내부 물고임 및 부식	
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

- 오창JCT R-D교는 충청북도 청주시 청원구 오창읍 학소리 산17-6도 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 폭 9.2m의 1차로(상행:1)의 교량으로, 교면은 전체 콘크리트로 포장되어 있다.



[교면포장 전경]

- 금회 교면포장에서는 대부분 구간에 포장 망상균열이 조사되었다.
- 이외 통행 차량의 안전을 저해하는 손상은 없다.

[표 3.2.1] 교면포장 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교면포장	포장 망상균열	2	425.00	m²	주의관찰	

			
현황	포장 망상균열 A=225.00m²	현황	포장 망상균열 A=200.00m²
위치	S9	위치	S10
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행	원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 망상균열 A=225.00m ²
위치	S9
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 망상균열 A=200.00m ²
위치	S10
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행

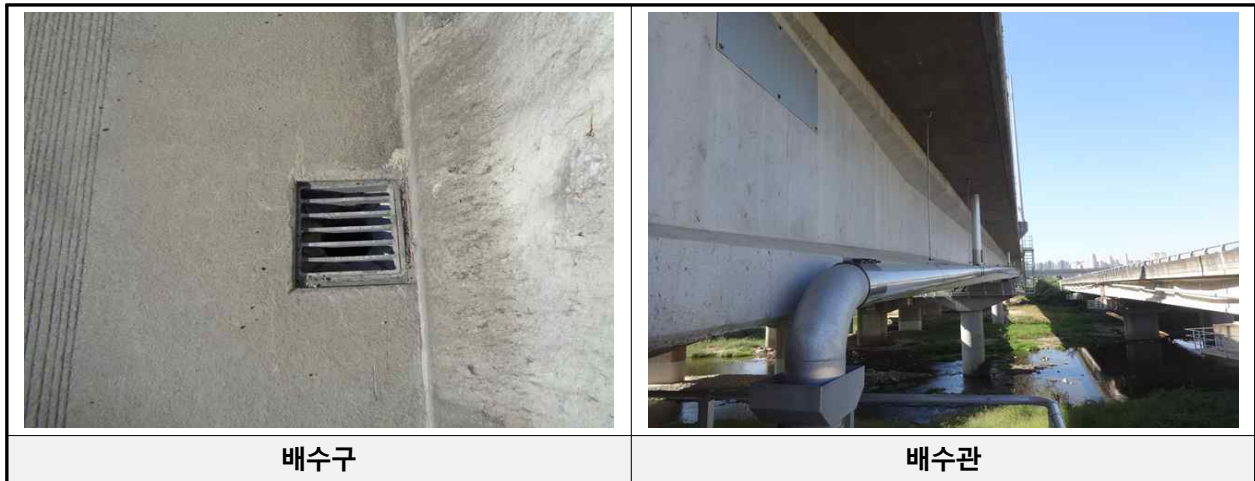
2) 점검의견

- 금회 점검시 조사된 교면포장 망상균열 손상은 망상균열 자체의 면적은 넓게 분포 되어있으나 균열 폭이 경미하고 차량의 주행에 영향을 끼치는 정도는 아닌 것으로 조사되었다.

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, 상부 집수구에 그레이팅 파손이 조사되었다.

			
현황	그레이팅 파손	현황	상태양호
위치	배수구 S1	위치	배수관
원인	외부충격	원인	-

[표 3.2.2] 배수시설 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
배수시설	그레이팅 파손	1	1.00	EA	배수구덮개교체	

2) 점검의견

- 금회 점검시 배수구 그레이팅 파손이 조사되었으나 배수시설은 기 점검과 비교하여 배수기능 및 통수성능에 문제가 없는 상태로 확인되었다.

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 방호벽에서 발생한 주요 손상으로는 방호벽 균열(폭0.3mm미만), 균열(폭0.3mm이상) 및 균열부백태 등이 일부 구간에 발생하였다.

[표 3.2.3] 방호벽 및 방음벽 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	1	1.00	m	표면처리	
	균열(폭0.3mm이상)	1	1.00	m	주입보수	
	균열부백태	15	1.15	m ²	백태보수	
	망상균열	6	235.00	m ²	표면처리	



현황	방호벽 망상균열 A=35.00m ²
위치	S1
원인	건조수축



현황	방호벽 망상균열 A=40.00m ²
위치	S2
원인	건조수축



현황	방호벽 망상균열 A=40.00m ²
위치	S5
원인	건조수축



현황	방호벽 균열(폭0.2mm)
위치	S7
원인	건조수축



현황	방호벽 균열부백태 A=0.20m ²
위치	S9
원인	균열부 우수유입



현황	방호벽 균열(폭1.0mm)
위치	S10
원인	건조수축

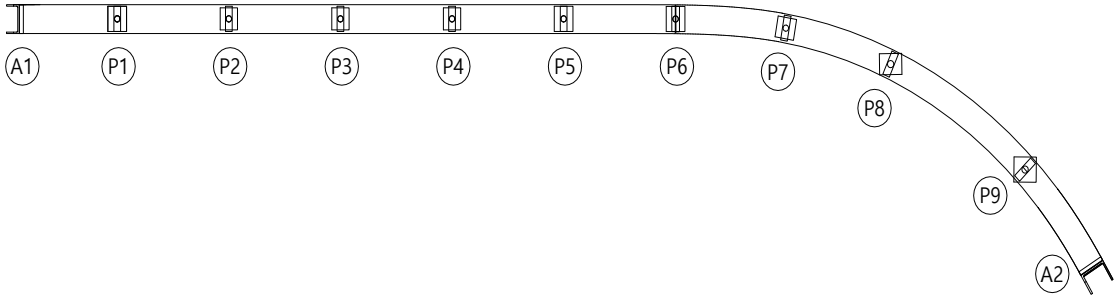
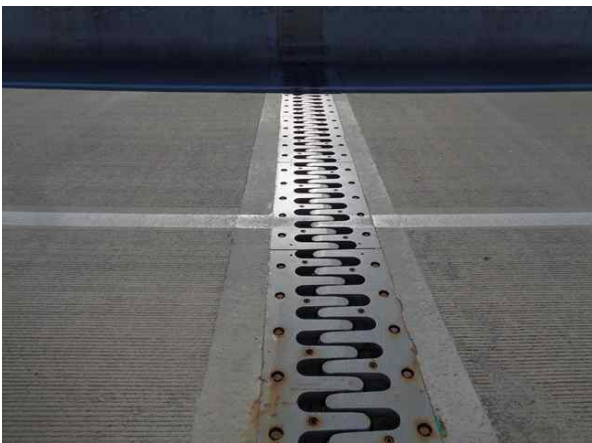
2) 점검의견

- 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만), 균열(폭0.3mm이상), 망상균열은 건조수축 및 구속응력에 의한 손상이며, 해당 부재에 대한 내구성 확보 및 손상진전 방지를 위하여 균열(폭0.3mm미만), 망상균열에는 표면처리, 균열(폭0.3mm이상)에는 주입보수 등의 보수간 필요하다.
- 균열부 백태 구간은 균열부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 백태 보수가 필요할 것으로 판단된다.

3.2.4 신축이음 장치

1) 현황

- 신축이음장치는 A1, P6, A2 총 3개소에 설치되어 있으며, 형식은 핑거 JOINT로 구성되어 있다.

	
신축이음부 설치 현황	
	
A1	A2
	
P6	P6 하부

[신축이음장치 배치도 및 전경]

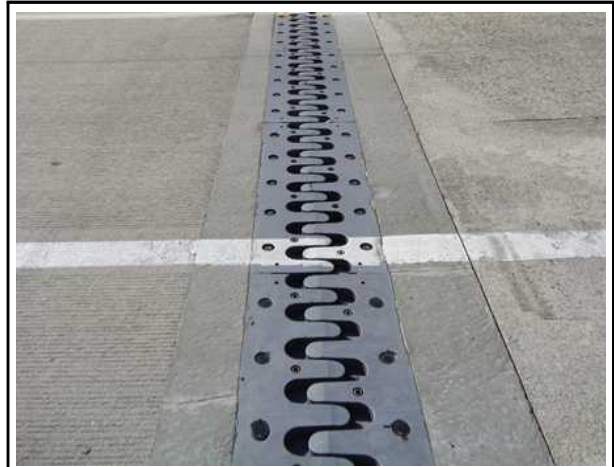
- 금회 점검에서는 신축이음장치의 본체와 후타재, 물받이 등 주요부재에 대한 외관 및 기능 상태를 조사하고, 연간 온도변화에 의한 신축거동량, 유간확보여부 등을 평가하기 위하여 신축이음장치 유간측정을 수행하였다. 계절별 신축량 조사 결과는 '3) 신축량 검토' 절에 상세히 서술하였다.
- 신축이음장치 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

[표 3.2.4] 신축이음장치 손상현황

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



현황	상태양호
위치	A1
원인	-



현황	상태양호
위치	A2
원인	-

2) 점검의견

- 금회 정밀안전점검 결과 신축이음부에 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 적절하다고 판단된다.

3) 신축량 검토

(1) 신축량 계산방법

- 상부구조 형식 : 개량형 PSCI Girder교(PSC)+Steel Box교
- 온도변화 범위 : 동절기 -5.0℃ ~ 하절기 +35℃ (보통지방, PSC교),
동절기 -10.0℃ ~ 하절기 +40℃ (보통지방, Steel Box교)

교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)
강교	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} , 강박스교 : 1.2×10^{-5}),

ΔT : 온도변화, l : 신축들보의 길이

나) 활하중에 의한 거더 처짐에 의한 이동량

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

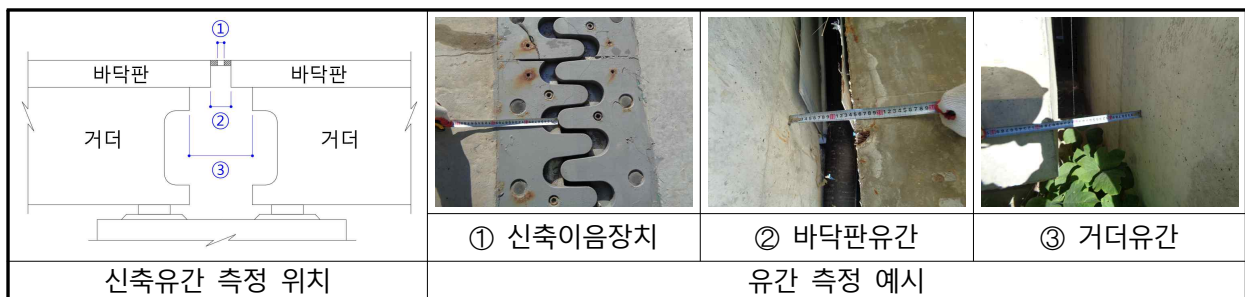
여기서, h_i : 거더의 중립축으로부터 받침의 회전중심까지의 거리(거더 높이의 2/3)

θ_i : 받침 상부의 거더 회전각(콘크리트교:1/300, 강교:1/150)

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

•조사일자 : 2020년 10월 08일

•조사시 온도 : 17.3° (조사일자별 일평균기온(기상청 자료) 적용), (청주(유))



[표 3.2.5] 소요신축량 산정

구분	계산방법	비고
오창JCT R-D교 (PSCI Girder)	•신축장 115.0m : A1 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 115.0 \times 1,000 = 20.4\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 115.0 \times 1,000 = 25.6\text{mm}$	
	•신축장 120.0m : P6 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 120.0 \times 1,000 = 21.2\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 120.0 \times 1,000 = 26.8\text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^\circ\text{C} - 17.3^\circ\text{C} = 17.7^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $17.3^\circ\text{C} - (-5.0^\circ\text{C}) = 22.3^\circ\text{C}$	
오창JCT R-D교 (STB Girder)	•신축장 80.0m : P6 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.7 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 80.0 \times 1,000 = 21.8\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 27.3 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 80.0 \times 1,000 = 26.2\text{mm}$	
	•신축장 100.0m : A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.7 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 100.0 \times 1,000 = 27.2\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 27.3 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 100.0 \times 1,000 = 32.8\text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $40.0^\circ\text{C} - 17.3^\circ\text{C} = 22.7^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $17.3^\circ\text{C} - (-10.0^\circ\text{C}) = 27.3^\circ\text{C}$	

(2) 신축량 평가

- 오창JCT R-D교의 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 PSCI구간의 경우 최고온도 상승시(35°C)와 최저온도 하강시(-5°C), STB구간의 경우 최고온도 상승시(40°C)와 최저온도 하강시(-10°C)에 대한 여유유간 확보여부를 검토한 결과 A1, P6, 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) ㉑	실측 유간(mm)				동절기 수축량(mm)			하절기 신장량(mm)		
					신축 ㉒	바닥판 ㉓	거더 ㉔	적용 ㉕	계산량 ㉖	여유량 ㉗(㉘+㉙)	검토 결과	계산량 ㉚	여유량 ㉛(㉚-㉜)	검토 결과
PSCI	A1	115.0	핑거	120	53	150	265	53	25.6	41.4	O.K	20.4	32.6	O.K
PSCI S.T.B	P6	200.0	핑거	240	105	140	360	105	53.0	82.0	O.K	43.0	62.0	O.K
S.T.B	A2	100.0	핑거	120	65	50	71	50	32.8	37.2	O.K	27.2	22.8	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, 오창JCT R-D교의 바닥판은 모두 철근콘크리트로 시공되어 있다.
- 전구간 점검로가 설치되어 있고, 고소작업차, 굴절점검차를 이용해 근접조사를 실시하였다.



[바닥판하면 전경]



[고소작업차, 굴절점검차를 이용한 근접조사 실시]

- 바닥판 하부에 대한 외관조사 결과, 주요 손상으로는 폭0.3mm미만의 일방향 균열, 망상균열, 균열부백태 등이 조사되었다.
- 거더내부 바닥판 하면에 발생한 균열부백태 의 경우 교면포장과 손상 대조 결과 포장 망상균열부와 손상위치가 일치하는 것으로 확인되어 주의관찰이 요망된다.

[표 3.2.7] 바닥판 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
바닥판	균열(폭 0.3mm미만)	4	5.50	m	표면처리	
	망상균열	2	4.00	m ²	표면처리	
	백태	1	0.02	m ²	백태보수	
	균열부백태	11	1.75	m ²	백태보수	
	거푸집미제거	1	1.00	EA	주의관찰	



현황	균열(폭0.3mm미만)
위치	바닥판 S2
원인	건조수축



현황	망상균열 A=2.00m ²
위치	바닥판 S7(거더내부)
원인	건수추축



현황	백태 A=0.05m ²
위치	바닥판 S7
원인	균열부 우수유입



현황	균열부백태 A=0.15m ²
위치	바닥판 S9(거더내부)
원인	균열부 우수유입

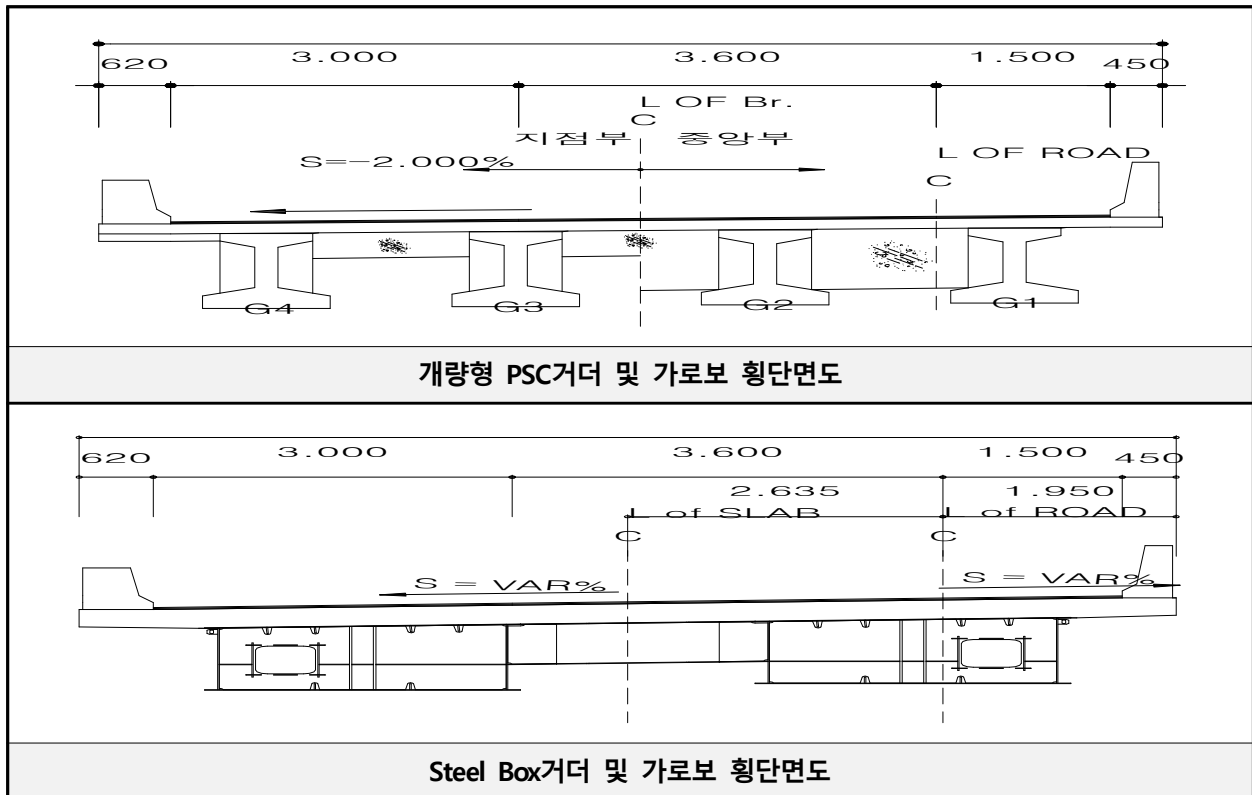
2) 점검의견

- 바닥판에서 발생한 균열, 망상균열은 대부분 횡방향으로, 최대폭은 일방향 균열 폭0.2mm 수준이다. 일방향 균열은 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 것으로 구조적인 균열이 아니므로 지속적인 관찰 후 균열 진전시 보수하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
- 금회 정밀안전점검에서 조사된 거더내부의 바닥판하면 균열부백태는 교각 지점부 기준으로 주로 분포되어있으며, 균열부백태의 손상진전으로 인한 들뜸 등의 2차적인 손상을 방지하기 위하여 백태보수 등의 보수조치를 실시하고 지속적인 점검을 통한 주의 깊은 유지관리가 요구된다.

3.2.6 거더 및 가로보

1) 현황

- 오창JCT R-D교의 거더는 개량형 PSC Beam Girder, Steel Box Girder로 설치되어 있으며, 각각 경간당 4기, 2기가 설치되어 있으며, 거더간 보조부재인 가로보로 연결되어 있다.



- 외관조사 결과, PSC Beam구간은 거더에 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, Steel Box구간은 거더외부의 경우 도장박리, 거더내부는 도장박리 및 부식 등이 조사되었다.
- 또한 가로보의 외관조사결과, 두 구간 모두 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

[표 3.2.8] 개량형 PSC Beam 거더 및 가로보 손상 현황

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

[표 3.2.9] Steel Box 거더 및 가로보 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
거더외부	도장박리	4	0.04	m ²	도장보수	
거더내부	도장박락 및 부식	1	0.01	m ²	도장보수	
가로보	상태양호	-	-	-	-	



현황	도장박리 A=0.04m ²
위치	거더외부 S10-G2
원인	도장열화



현황	도장박리 및 부식 A=0.01m ²
위치	거더내부 S8-G2
원인	시공시 굽힘 및 습기흡착

2) 점검의견

가) 개량형 PSC Beam 거더 및 가로보

- 금회 점검시 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 유지관리가 요망된다.
- 개량형 PSC Beam구간 가로보의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

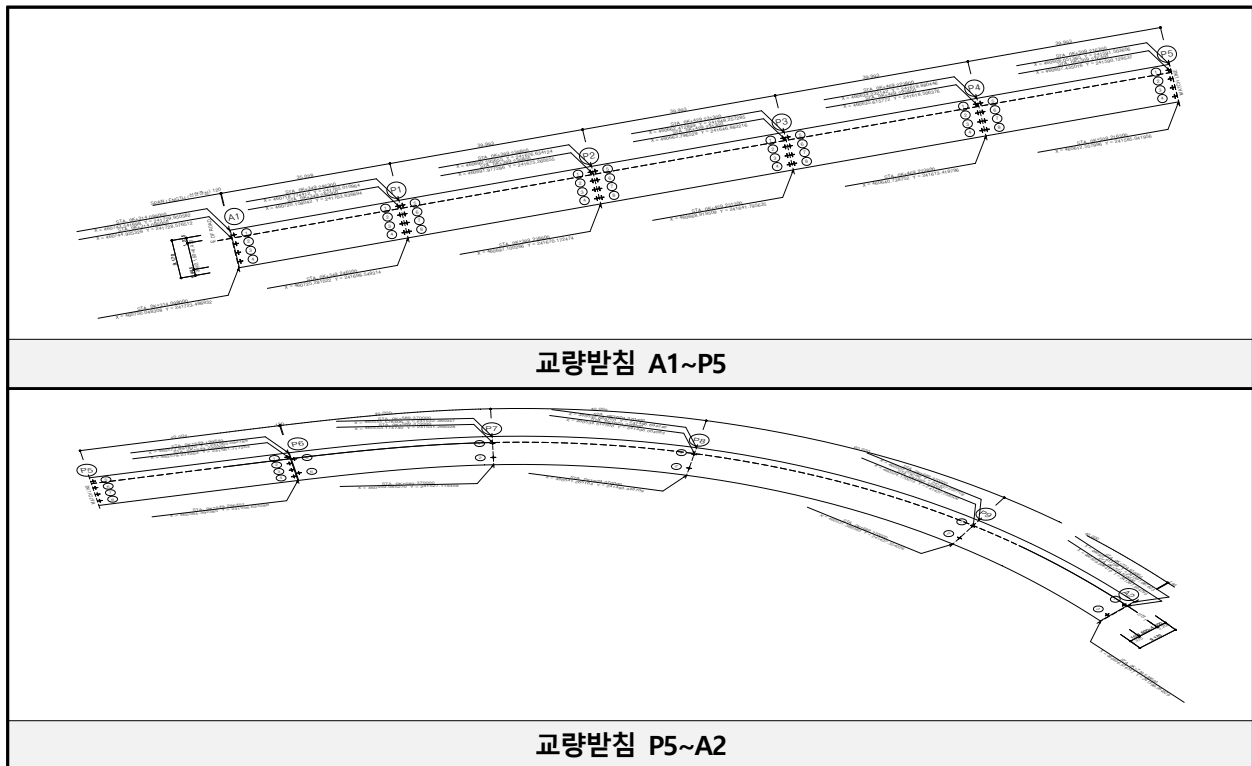
나) Steel Box 거더 및 가로보

- 금회 점검시 조사된 거더외부 도장박리의 경우 도장열화에 의한 손상이며, 거더내부의 도장박리 및 부식은 시공시 도장굵힘부에 습기흡작이 병행하여 발생한 손상이다. 두 손상 모두 구조적인 손상은 아니나 손상의 확장방지, 내구성증진을 위한 도장보수 등의 보수가 필요하다고 판단된다.
- Steel Box 구간 가로보의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3.2.7 교량받침

1) 현황

- 본 교량의 받침은 모두 면진받침으로 58개소가 설치되어 있으며, 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 받침장치 가동량 측정을 실시하였다. 신축량 조사 결과는 '4) 받침이동량 검토'절에 상세히 서술하였다
- 교량받침에 대한 외관조사 결과 주요 손상으로는 받침콘크리트 재료분리, 고정핀 미제거 등이 조사되었으나, 전반적으로 손상정도가 경미하며 받침장치 기능상 문제점은 없는 것으로 확인되었다.

[표 3.2.10] 받침장치 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
받침장치	받침콘크리트 재료분리	3	0.10	m ²	단면보수	
	이동량눈금자 손상	2	2.00	EA	주의관찰	
	이동량눈금자 미설치	1	1.00	EA	주의관찰	
	고정핀 미제거	1	11.00	EA	주의관찰	
	미끄럼판 노출	1	1.00	EA	주의관찰	



현황	미끄럼방지판 노출
위치	A1-SH1
원인	시공불량



현황	이동량 눈금자 손상
위치	A1-SH4
원인	시공시 외부 충격



현황	받침콘크리트 재료분리 A=0.03m ²
위치	P1-SH4
원인	거푸집 조기탈형, 다짐불량



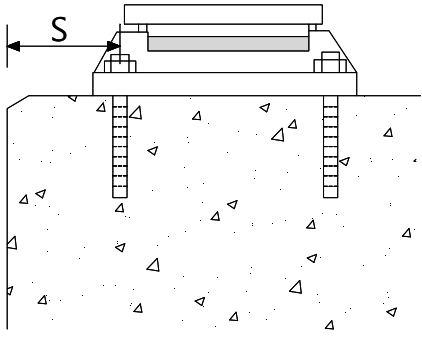
현황	고정핀 미제거
위치	P2-SH7
원인	시공미흡

2) 점검의견

- 금회 점검시 조사된 받침콘크리트 재료분리의 경우 거푸집 조기탈형, 다짐불량으로 인한 손상으로 받침의 기능성에는 영향을 주지 않으나 내구성 확보 등을 위한 단면보수 등의 보수가 필요하다.
- 이동량 눈금자 손상, 미설치, 고정핀 미제거 등의 경우 받침의 기능성에 영향을 주는 손상을 아니며, 보수의 우선적인 손상도 아닌 것으로 판단되므로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 요구된다.

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)) - $S=200+5 \times 35.0 = 375\text{mm}$ - $S=200+5 \times 40.0 = 400\text{mm}$ - $S=200+5 \times 60.0 = 500\text{mm}$
---	---

[표 3.2.11] 받침장치 연단거리 측정결과 (단위:mm)

구 분		최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					
			위치	연단거리	평가	위치	연단거리	평가
A1		375	Sh1	750	O.K	Sh3	730	O.K
			Sh2	730	O.K	Sh4	740	O.K
P1	A1측	375	Sh1	580	O.K	Sh3	580	O.K
			Sh2	570	O.K	Sh4	580	O.K
	A2측	400	Sh5	620	O.K	Sh7	620	O.K
			Sh6	600	O.K	Sh8	610	O.K
P2	A1측	400	Sh1	580	O.K	Sh3	570	O.K
			Sh2	570	O.K	Sh4	560	O.K
	A2측	400	Sh5	570	O.K	Sh7	580	O.K
			Sh6	580	O.K	Sh8	560	O.K
P3	A1측	400	Sh1	600	O.K	Sh3	590	O.K
			Sh2	590	O.K	Sh4	610	O.K
	A2측	400	Sh5	610	O.K	Sh7	600	O.K
			Sh6	620	O.K	Sh8	600	O.K
P4	A1측	375	Sh1	600	O.K	Sh3	600	O.K
			Sh2	600	O.K	Sh4	610	O.K
	A2측	400	Sh5	590	O.K	Sh7	600	O.K
			Sh6	590	O.K	Sh8	600	O.K

[표 3.2.11] 받침장치 연단거리 측정결과 (단위:mm)(계속)

구 분		최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					
			위치	연단거리	평가	위치	연단거리	평가
P5	A1측	400	Sh1	650	O.K	Sh3	640	O.K
			Sh2	630	O.K	Sh4	640	O.K
	A2측	400	Sh5	600	O.K	Sh7	600	O.K
			Sh6	600	O.K	Sh8	600	O.K
P6	A1측	400	Sh1	660	O.K	Sh3	640	O.K
			Sh2	650	O.K	Sh4	650	O.K
	A2측	400	Sh5	690	O.K	Sh6	690	O.K
P7	A1측	400	Sh1	1000	O.K	Sh2	1000	O.K
	A2측	400	Sh1	1000	O.K	Sh2	1000	O.K
P8	A1측	400	Sh1	1000	O.K	Sh2	1000	O.K
	A2측	500	Sh1	1000	O.K	Sh2	1000	O.K
P9	A1측	500	Sh1	990	O.K	Sh2	1000	O.K
	A2측	400	Sh1	990	O.K	Sh2	1000	O.K
A2		400	Sh1	670	O.K	Sh2	660	O.K

4) 받침 이동량 검토

- 상부구조 형식 : 개량형 PSCI Girder교(PSC)+Steel Box교
- 온도변화 범위 : 동절기 -5.0°C ~ 하절기 $+35^{\circ}\text{C}$ (보통지방, PSC교),
동절기 -10.0°C ~ 하절기 $+40^{\circ}\text{C}$ (보통지방, Steel Box교)

교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 $\alpha(^{\circ}\text{C})$
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 : 선팡창계수 (콘크리트교 : 1.0×10^{-5} , 강박스교 : 1.2×10^{-5}),

ΔT : 온도변화, l : 신축들보의 길이

나) 활하중에 의한 거더 처짐에 의한 이동량

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

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 8일

- 조사시 온도 : 17.3° (조사일자별 일평균기온(기상청 자료) 적용), (청주(유))

[표 3.2.12] 소요신축량 산정

구분	계산방법	비고
오창JCT R-D교 (PSCI Girder)	•신축장 115.0m : A1 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 115.0 \times 1,000 = 20.4\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 115.0 \times 1,000 = 25.6\text{mm}$	
	•신축장 80.0m : P1, P5 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 80.0 \times 1,000 = 14.2\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 80.0 \times 1,000 = 17.8\text{mm}$	
	•신축장 40.0m : P2, P4 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 40.0 \times 1,000 = 7.1\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 40.0 \times 1,000 = 8.9\text{mm}$	
	•신축장 120.0m : P6 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 17.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 120.0 \times 1,000 = 21.2\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 120.0 \times 1,000 = 26.8\text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT(최대 신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 17.3^{\circ}\text{C} = 17.7^{\circ}\text{C}$ ΔT(최대 수축시) : $17.3^{\circ}\text{C} - (-5.0^{\circ}\text{C}) = 22.3^{\circ}\text{C}$	
오창JCT R-D교 (STB Girder)	•신축장 80.0m : P6 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.7 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 80.0 \times 1,000 = 21.8\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 27.3 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 80.0 \times 1,000 = 26.2\text{mm}$	
	•신축장 40.0m : P7 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.7 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 40.0 \times 1,000 = 10.9\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 27.3 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 40.0 \times 1,000 = 13.1\text{mm}$	
	•신축장 60.0m : P9 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.7 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 60.0 \times 1,000 = 16.3\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 27.3 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 60.0 \times 1,000 = 19.7\text{mm}$	
	•신축장 100.0m : A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 22.7 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 100.0 \times 1,000 = 27.2\text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 27.3 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 100.0 \times 1,000 = 32.8\text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT(최대 신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 17.3^{\circ}\text{C} = 22.7^{\circ}\text{C}$ ΔT(최대 수축시) : $17.3^{\circ}\text{C} - (-10.0^{\circ}\text{C}) = 27.3^{\circ}\text{C}$	

•받침장치의 가동여유량을 검토한 결과, PSCI구간의 경우 최고온도 상승시(35°C)와 최저온도 하강시(-5°C), STB구간의 경우 최고온도 상승시(40°C)와 최저온도 하강시(-10°C) 모두 여유유간을 확보하는 것으로 평가되었으며, 받침장치의 외관 및 가동 상태조사에서도 기능에 지장을 줄만한 문제점은 없는 것으로 확인되었다.

[표 3.2.13] 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	- 40	- 25.6	- 130.0	O.K	+ 20.4	+ 210.0	O.K	±170	
	sh2	- 40	- 25.6	- 130.0	O.K	+ 20.4	+ 210.0	O.K	±170	
	sh3	- 40	- 25.6	- 130.0	O.K	+ 20.4	+ 210.0	O.K	±170	
	sh4	- 40	- 25.6	- 130.0	O.K	+ 20.4	+ 210.0	O.K	±170	
P1	sh1	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh2	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh3	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh4	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh5	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh6	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh7	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
	sh8	- 10	- 17.8	- 75.0	O.K	+ 14.2	+ 95.0	O.K	±85	
P2	sh1	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh2	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh3	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh4	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh5	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh6	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh7	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	
	sh8	- 10	- 8.9	- 75.0	O.K	+ 7.1	+ 95.0	O.K	±85	

※ + : 신장방향, - : 수축방향

[표 3.2.13] 받침 이동량 검토결과(단위 mm)(계속)

구분		실측 이동량 (mm)		동절기 수축량(mm)			하절기 신장량(mm)			허용 변위량 (mm)	비고				
				계산량	실측여유량	검토결과	계산량	실측여유량	검토결과						
P3	고정단														
P4	sh1	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh2	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh3	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh4	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh5	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh6	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh7	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
	sh8	+	0	-	8.9	-	85.0	O.K	+	7.1	+	85.0	O.K	±85	
P5	sh1	+	0	-	17.8	-	85.0	O.K	+	14.2	+	85.0	O.K	±85	
	sh2	+	0	-	17.8	-	85.0	O.K	+	14.2	+	85.0	O.K	±85	
	sh3	+	0	-	17.8	-	85.0	O.K	+	14.2	+	85.0	O.K	±85	
	sh4	+	0	-	17.8	-	80.0	O.K	+	14.2	+	85.0	O.K	±85	
	sh5	-	5	-	17.8	-	80.0	O.K	+	14.2	+	90.0	O.K	±85	
	sh6	-	5	-	17.8	-	85.0	O.K	+	14.2	+	90.0	O.K	±85	
	sh7	+	0	-	17.8	-	85.0	O.K	+	14.2	+	85.0	O.K	±85	
	sh8	+	0	-	17.8	-	85.0	O.K	+	14.2	+	85.0	O.K	±85	
P6	sh1	-	10	-	26.8	-	160.0	O.K	+	21.2	+	180.0	O.K	±170	
	sh2	-	10	-	26.8	-	160.0	O.K	+	21.2	+	180.0	O.K	±170	
	sh3	-	10	-	26.8	-	160.0	O.K	+	21.2	+	180.0	O.K	±170	
	sh4	-	10	-	26.8	-	160.0	O.K	+	21.2	+	180.0	O.K	±170	
	sh5	-	10	-	26.2	-	160.0	O.K	+	21.8	+	180.0	O.K	±170	
	sh6	-	10	-	26.2	-	160.0	O.K	+	21.8	+	180.0	O.K	±170	
P7	sh1	+	10	-	13.1	-	79.0	O.K	+	10.9	+	59.0	O.K	±69	
	sh2	+	10	-	13.1	-	79.0	O.K	+	10.9	+	59.0	O.K	±69	
P8	고정단														
P9	sh1	+	15	-	19.7	-	84.0	O.K	+	16.3	+	54.0	O.K	±69	
	sh2	+	15	-	19.7	-	84.0	O.K	+	16.3	+	54.0	O.K	±69	
A2	sh1	+	15	-	32.8	-	185.0	O.K	+	27.2	+	155.0	O.K	±170	
	sh2	+	15	-	32.8	-	185.0	O.K	+	27.2	+	155.0	O.K	±170	

※ + : 신장방향, - : 수축방향

3.2.8 하부구조

1) 현황

- 역T형 교대는 2개소(A1, A2)로 기초는 말뚝기초로, T형의 교각은 9개소(P1~P9)로 기초는 말뚝기초, 직접기초로 시공되었으며, 도보 및 굴절점검차, 고소점검차를 이용하여 근접조사를 실시하였다.



[교대 및 교각 전경]

- 금회 하부구조에 대한 외관조사 결과, 교대에서 균열(폭0.3mm미만)이 조사되었다.
- 교각의 경우 균열(폭0.3mm미만), 망상균열, 망상균열 및 재료분리가 조사되었다.

[표 3.2.14] 하부구조 손상 현황(교대)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교대	균열(폭0.3mm미만)	1	2.00	m	표면처리	

[표 3.2.15] 하부구조 손상 현황(교각)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교각	균열(폭0.3mm미만)	6	8.50	m	표면처리	
	망상균열	2	12.75	m ²	표면처리	
	망상균열 및 재료분리	1	3.00	m ²	단면보수	



현황	균열(폭0.3mm미만)
위치	A2
원인	건조수축, 온도변화



현황	망상균열 A=2.25m²
위치	P6 코핑부
원인	건조수축, 온도변화



현황	망상균열 및 재료분리 A=2.25m²
위치	P6 코핑부
원인	거푸집 조기탈형, 다짐불량, 외부우수유입



현황	균열(폭0.3mm미만)
위치	P8 코핑부
원인	건조수축, 온도변화

2) 점검의견

- 조사된 균열(폭0.3mm미만), 망상균열 의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 현재 경미한 상태이나, 손상의 진전 시 내구성 확보 등을 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다.
- 조사된 망상균열 및 백태의 경우 기 망상균열부에 외부 우수유입으로 인한 손상으로 현재 경미한 상태이나, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 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.
- 기존 점검에서 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, 부식, 단면손상 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 망상균열	-	-	425.00	m²	▲	425.00	신규손상
배수시설		그레이팅 파손	-	-	1.00	EA	▲	1.00	신규손상
방호벽		균열(폭0.3mm미만)	-	-	1.00	m	▲	1.00	신규손상
		균열(폭0.3mm이상)	-	-	1.00	m	▲	1.00	신규손상
		균열부백태	-	-	1.15	m²	▲	1.15	신규손상
		망상균열	-	-	235.00	m²	▲	235.00	신규손상
바닥판		균열(폭 0.3mm미만)	-	-	5.50	m	▲	5.50	신규손상
		망상균열	-	-	4.00	m²	▲	4.00	신규손상
		백태	-	-	0.02	m²	▲	0.02	신규손상
		균열부백태			1.75	m²	▲	1.75	신규손상
		거푸집미제거	-	-	1.00	EA	▲	1.00	신규손상
거더	외부	도장박리	-	-	0.04	m²	▲	0.04	신규손상
	내부	도장박락 및 부식			0.01	m²	▲	0.01	신규손상
교량받침		받침콘크리트 재료분리	-	-	0.10	m²	▲	0.10	신규손상
		이동량눈금자 손상	-	-	2.00	EA	▲	2.00	신규손상
		이동량눈금자 미설치	-	-	1.00	EA	▲	1.00	신규손상
		고정핀 미제거	-	-	11.00	EA	▲	11.00	신규손상
		미끄럼판 노출	-	-	1.00	EA	▲	1.00	신규손상
교대		균열(폭0.3mm미만)	-	-	2.00	m	▲	2.00	신규손상
교각		균열(폭0.3mm미만)	-	-	8.50	m	▲	8.50	신규손상
		망상균열	-	-	12.75	m²	▲	12.75	신규손상
		망상균열 및 재료분리	-	-	3.00	m²	▲	3.00	신규손상

