

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

산수교(오창방향)는 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양지리 155-2 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 도로교량으로, 2018년 1월 준공 이후 현재까지 약 3년간 공용중인 설계하중 DB-24의 1등교이다.

상부구조는 PSC빔 형식으로 총연장 140.0m(4@35.0m), 4경간 연속으로 구성되었으며, 교폭은 12.6m의 편도 2차로로 운용 중이다. 하부구조 형식은 복합말뚝 및 직접기초 위에 시공된 역T형 교대 2기 및 T형 교각 3기로 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 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

※ 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

- 산수교(오창방향)는 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양지리 155-2 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 폭 12.6m의 편도 2차로의 교량으로, 교면은 전체 콘크리트로 포장되어 있다.



[교면포장 전경]

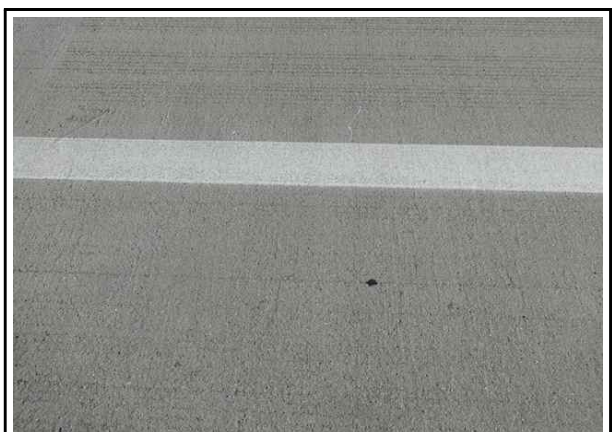
- 금회 교면포장에서는 일부구간 포장 망상균열이 조사되었다.
- 이외 통행 차량의 안전 저해 및 방수층, 바닥판 손상이 우려되는 곳은 없는 것으로 조사되었다.

[표 3.2.1] 교면포장 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교면포장	포장 망상균열	1	72.00	m ²	주의관찰	



현황	포장 망상균열 A=72m ²
위치	오창방향 S1
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 망상균열 A=72m ²
위치	오창방향 S1
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	상태양호
위치	오창방향 S2
원인	-



현황	상태양호
위치	오창방향 S3
원인	-

2) 점검의견

- 교면포장에서는 경년에 따른 표면 마모와 차량 윤하중 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.

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 집수구 그레이팅 설치상태는 양호하며, 배수구 막힘 등의 손상이 없는 상태로 확인 되었다.

			
현황	상태양호	현황	상태양호
위치	배수구	위치	배수관
원인	-	원인	-

[표 3.2.2] 배수시설 손상현황

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

2) 점검의견

- 배수시설은 기 점검과 비교하여 배수기능 및 통수성능에 문제가 없는 상태로 관리되고 있다.

3.2.3 방호벽

1) 현황

- 방호벽은 철근콘크리트 방호벽 형식이며, 방호벽은 차량 사고시 피해를 차량이탈 및 차량 파손을 최소화하기 위한 목적으로 시공되었다. 또한, 갓길측 방호벽 상단에는 방음벽이 시공되어있다.



[방호벽 및 방음벽 전경]

- 콘크리트 방호벽에 대한 외관조사 결과, 일부구간 균열(폭0.3mm미만)이 발생한 것으로 조사되었다.
- 콘크리트 방호벽 상단에 시공된 방음벽의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.





현황	방호벽 균열 폭0.2mm
위치	오창방향 S3
원인	건조수축



현황	방호벽 균열 폭0.2mm
위치	오창방향 S4
원인	건조수축

[표 3.2.3] 방호벽 및 방음벽 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
방호벽	균열(폭0.3mm 미만)	3	105.00	m	표면처리	

2) 점검의견

- 방호벽에 발생한 균열은 폭0.2mm의 수평균열로, 포장부에서 일정한 높이(0.5m~0.8m)에서 발생되었으며, 균열의 규모, 방향성 등을 종합적으로 고려할 때 건조수축에 의한 균열인 것으로 판단된다. 기 발생한 손상부의 경우 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3.2.4 신축이음 장치

1) 현황

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



[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 상태인 것으로 조사되었다.

[표 3.2.4] 신축이음장치 손상현황

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



현황	상태양호
위치	오창방향 A1 차수판
원인	-



현황	상태양호
위치	오창방향 A2
원인	-

2) 점검의견

- 금회 점검 결과, 신축이음장치의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 신축량 검토

(1) 신축량 계산방법

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

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

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

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

나) 활하중에 의한 거더 처짐에 의한 이동량

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

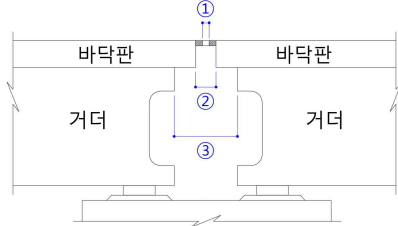
여기서, h_i : 거더의 중립축으로부터 받침의 회전중심까지의 거리(거더 높이의 2/3)

θ_i : 받침 상부의 거더 회전각(콘크리트교:1/300)

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

•조사일자 : 2020년 10월 6일

•조사시 온도 : 14.6° (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
산수교(오창방향) (PSCI Girder)	•신축장 70.0m : A1, A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 20.4 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70.0 \text{m} \times 1,000 = 14.3 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 19.6 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70.0 \text{m} \times 1,000 = 13.7 \text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^\circ\text{C} - 14.6^\circ\text{C} = 20.4^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $14.6^\circ\text{C} - (-5.0^\circ\text{C}) = 19.6^\circ\text{C}$	

(2) 신축량 평가

- 산수교(오창방향)의 신축거동상태를 확인하기 위해 신축이음장치 유간(10월6일 평균기온: 14.6°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) ㉑	실측 유간(mm)				동절기 수축량(mm)			하절기 신장량(mm)		
				신축 ㉒	바닥판 ㉓	거더 ㉔	적용 ㉕	계산량 ㉖	여유량 ㉗(㉒+㉖)	검토 결과	계산량 ㉘	여유량 ㉙(㉒-㉘)	검토 결과
A1	70.0	뉴모노셀	100	50	70	230	50	13.7	36.3	O.K	14.3	35.7	O.K
A2	70.0	뉴모노셀	100	60	115	240	60	13.7	26.3	O.K	14.3	45.7	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, 산수교(오창방향)의 바닥판은 모두 철근콘크리트로 시공되어 있다.
- 전구간 점검로가 설치되어 있고, 고소작업차, 굴절점검차를 이용해 근접조사를 실시하였다.



[바닥판하면 전경]



[고소작업차, 굴절점검차를 이용한 근접조사 실시]

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

[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 S2
원인	-



현황	상태양호
위치	바닥판 S2 캔틸레버
원인	-



현황	상태양호
위치	바닥판 S4 캔틸레버
원인	-

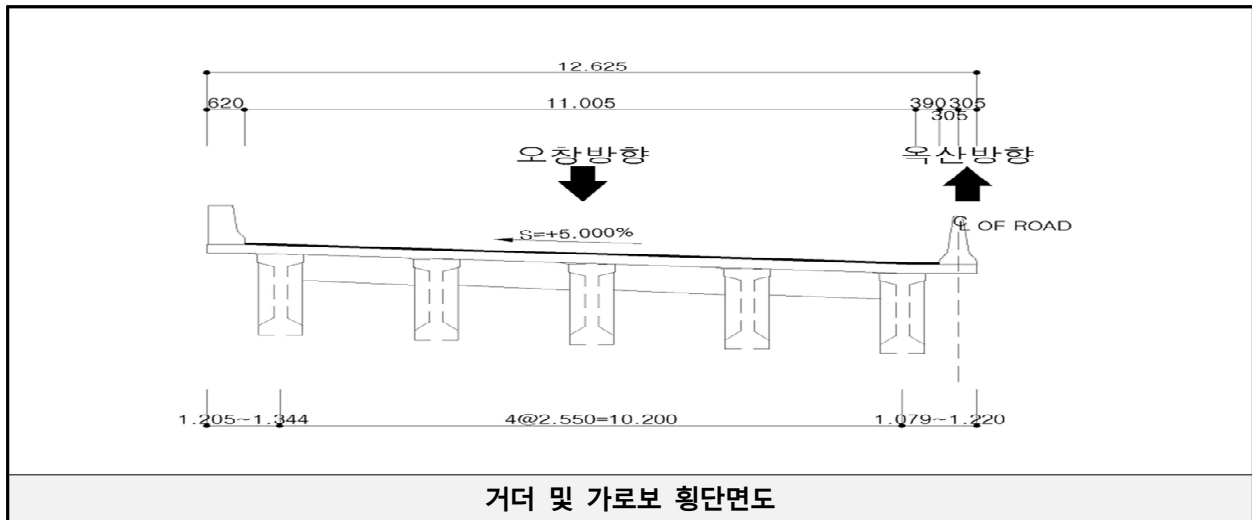
2) 점검의견

- 금회 점검 결과, 바닥판 하면의 경우 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

- 산수교(오창방향)의 거더는 PSCI Girder로 경간당 5기가 설치되어 있으며, 거더간 보조부재인 가로보로 연결되어 있다.



- 외관조사 결과, 거더의 경우 일부구간 파손이 발생한 것으로 조사되었다.
- 또한 가로보에 대한 외관조사결과, 일부구간 들뜸이 발생한 것으로 조사되었다.

[표 3.2.8] 거더 및 가로보 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
거더	파손	7	0.27	m ²	단면보수	
가로보	들뜸	1	0.03	m ²	단면보수	



현황	파손 0.2m×0.1m
위치	거더 S1-G4
원인	시공중 외부충격



현황	파손 0.3m×0.2m
위치	거더 S1-G5
원인	시공중 외부충격



현황	인양홀 주위 파손 0.2m×0.2m
위치	거더 S3-G5
원인	거더 거치시 충격



현황	들뜸 0.1m×0.3m
위치	가로보 S4
원인	시공미흡

2) 점검의견

가) 콘크리트 거더

- 금회 점검시 조사된 거더의 파손은 인양홀 주위 및 거더 하면에서 발생한 손상으로 거더 거치시 및 시공시 외부충격에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

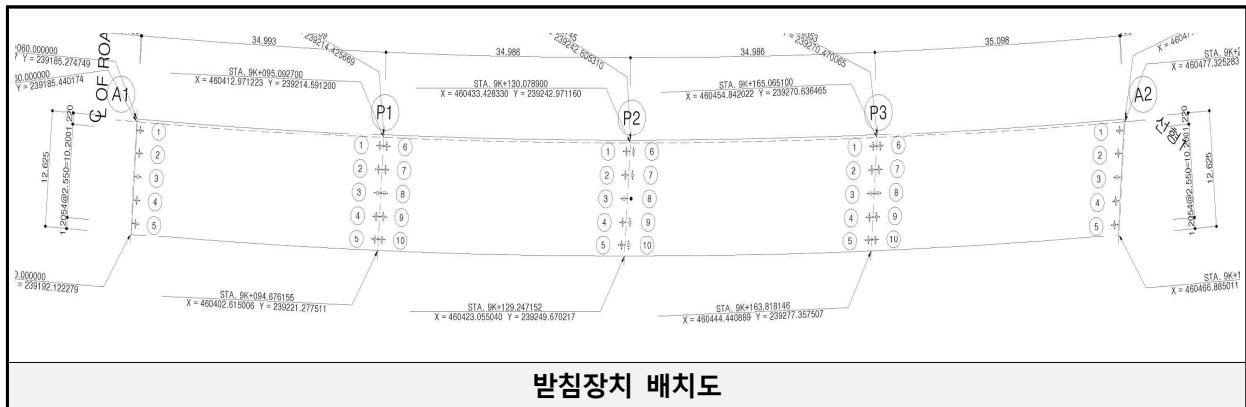
나) 가로보

- 가로보의 경우 일부구간 시공미흡에 의한 국부적인 들뜸이 조사되었으며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

3.2.7 교량받침

1) 현황

- 본 교량의 받침은 모두 탄성받침으로 총 40개소가 설치되어 있으며, 지점별로 P2는 고정단, 나머지 A1, P1, P3, 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 재료분리, 스토퍼 간섭이 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	1	0.02	m ²	단면보수	
	스토퍼 간섭	1	1.00	EA	주의관찰	
	거푸집 미제거	1	0.40	m	주의관찰	



현황	받침콘크리트 재료분리 0.1m×0.2m
위치	P1-SH7
원인	시공초기 다짐부족



현황	무수축물탈 균열, 폭0.2mm
위치	P3-SH4
원인	건조수축, 온도변화



현황	스토퍼 간섭 1EA
위치	A2-SH3
원인	초기 셋팅미흡



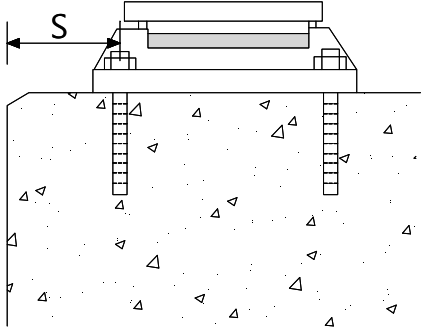
현황	받침콘크리트 재료분리 보수완료
위치	P1-SH7
원인	-

2) 점검의견

- 받침물탈에 발생된 균열은 폭0.3mm미만으로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 기점검과 비교시 진전이 없는 상태로 확인되었다. 해당 손상의 경우 하자기간 내 발생한 손상으로 하자보수후 손상의 재발생 파악 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 일부구간에 발생된 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 판단되며, 기 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 현재 보수부의 상태는 양호하며, 미보수된 손상부의 경우 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 금회 조사된 A2-SH3 받침스토퍼 간섭의 경우 당초 스토퍼 가설시 탄성받침의 특성상 고정단일지라도 소폭의 신축여유량을 감안하여 스토퍼를 설치해야 하나, 교축방향 스토퍼 설치시 타이트하게 변위를 억제하도록 설치함으로 인해 발생한 것으로 판단된다. 다만, 현재 주변부재의 손상이 발생하지 않은바, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 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))
- $S=200+5 \times 35.0 = 375\text{mm}$

[표 3.2.10] 받침장치 연단거리 측정결과 (단위:mm)

구 분	최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		
		위치	연단거리	평가
A1	375	Sh1	550	O.K
		Sh2	540	O.K
		Sh3	550	O.K
		Sh4	560	O.K
		Sh5	540	O.K
P1	A1측	Sh1	700	O.K
		Sh2	690	O.K
		Sh3	680	O.K
		Sh4	710	O.K
		Sh5	700	O.K
	A2측	Sh6	680	O.K
		Sh7	670	O.K
		Sh8	680	O.K
		Sh9	690	O.K
		Sh10	680	O.K
P2	A1측	Sh1	670	O.K
		Sh2	680	O.K
		Sh3	690	O.K
		Sh4	680	O.K
		Sh5	680	O.K

구 분		최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		
			위치	연단거리	평가
P2	A2측	375	Sh6	700	O.K
			Sh7	710	O.K
			Sh8	700	O.K
			Sh9	700	O.K
			Sh10	720	O.K
P3	A1측	375	Sh1	720	O.K
			Sh2	700	O.K
			Sh3	700	O.K
			Sh4	700	O.K
			Sh5	710	O.K
	A2측	375	Sh6	720	O.K
			Sh7	710	O.K
			Sh8	700	O.K
			Sh9	700	O.K
			Sh10	720	O.K
A2		375	Sh1	500	O.K
			Sh2	510	O.K
			Sh3	520	O.K
			Sh4	510	O.K
			Sh5	500	O.K

4) 받침 이동량 검토

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

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

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 6일
- 조사시 온도 : 14.6° (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
산수교(오창방향) (PSCI Girder)	•신축장 70.0m : A1, A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 20.4 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70.0 \text{m} \times 1,000 = 14.3 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 19.6 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70.0 \text{m} \times 1,000 = 13.7 \text{mm}$	
	•신축장 35.0m : P1, P3 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 20.4 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 35.0 \text{m} \times 1,000 = 7.1 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 19.6 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 35.0 \text{m} \times 1,000 = 6.9 \text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 14.6^{\circ}\text{C} = 20.4^{\circ}\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $14.6^{\circ}\text{C} - (-5.0^{\circ}\text{C}) = 19.6^{\circ}\text{C}$	

- 받침장치의 가동여유량을 검토한 결과, 최고온도상승시(35°C)와 최저온도하강시(-5°C) 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	+ 10	- 13.7	- 117	O.K	+ 14.3	+ 97	O.K	±107	
	sh2	+ 20	- 13.7	- 127	O.K	+ 14.3	+ 87	O.K	±107	
	sh3	+ 20	- 13.7	- 127	O.K	+ 14.3	+ 87	O.K	±107	
	sh4	+ 20	- 13.7	- 127	O.K	+ 14.3	+ 87	O.K	±107	
	sh5	+ 20	- 13.7	- 127	O.K	+ 14.3	+ 87	O.K	±107	
P1	sh1	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh2	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh3	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh4	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh5	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh6	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh7	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh8	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh9	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh10	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
P2	고 정 단									
P3	sh1	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh2	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh3	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh4	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh5	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh6	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh7	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh8	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh9	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
	sh10	0	- 6.9	- 67	O.K	+ 7.1	+ 67	O.K	±67	
A2	sh1	- 10	- 13.7	- 97	O.K	+ 14.3	+ 117	O.K	±107	
	sh2	- 10	- 13.7	- 97	O.K	+ 14.3	+ 117	O.K	±107	
	sh3	- 10	- 13.7	- 97	O.K	+ 14.3	+ 117	O.K	±107	
	sh4	- 10	- 13.7	- 97	O.K	+ 14.3	+ 117	O.K	±107	
	sh5	- 10	- 13.7	- 97	O.K	+ 14.3	+ 117	O.K	±107	

※ + : 신장방향, - : 수축방향

3.2.8 하부구조

1) 현황

- 역T형 교대는 2개소(A1, A2)로 기초는 복합 말뚝기초, 직접기초로, T형의 교각은 3개소(P1, P2, P3)로 기초는 직접기초로 시공되어 있다.
- 현장조사는 도보 및 굴절점검차, 고소점검차를 이용하여 근접조사를 실시하였다.



[교대 및 교각 전경]

- 금회 하부구조에 대한 외관조사 결과, 교대 일부 구간에서 폭0.3mm미만 균열이 발생된 것으로 조사되었다.
- 교각의 경우 코핑부 및 기둥부에서 국부적인 폭0.3mm내·외 균열이 발생된 것으로 확인되었다.

[표 3.2.13] 하부구조 손상 현황(교대)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교대	균열(폭0.3mm 미만)	6	9.00	m	표면처리	

[표 3.2.14] 하부구조 손상 현황(교각)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교각	균열(폭0.3mm 미만)	57	39.60	m	표면처리	
	균열(폭0.3mm 이상)	1	2.00	m	주입보수	



현황	균열 폭0.2mm
위치	A1 구체
원인	건조수축, 온도변화



현황	균열 폭0.2mm
위치	A1 구체
원인	건조수축, 온도변화



현황	균열 폭0.2mm
위치	P1 코핑부
원인	건조수축, 온도변화



현황	균열 폭0.3mm
위치	P2 코핑부
원인	건조수축, 온도변화

2) 점검의견

- 금회 점검시 조사된 교대 및 교각의 균열은 대부분 폭0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 비구조적 손상으로 판단된다. 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다. 다만, 일부구간 발생한 폭0.3mm이상 균열의 경우 균열부 우수유입시 철근부식 등의 손상을 야기하므로 우선적인 보수가 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.
- 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 망상균열	- -	72.00 m ²	▲	72.00	신규발생
방호벽	균열(폭0.3mm 미만)	- -	105.00 m	▲	105.00	신규발생
거더	파손	- -	0.27 m ²	▲	0.27	신규발생
가로보	들뜸	- -	0.03 m ²	▲	0.03	신규발생
받침장치	받침물탈 균열 (폭0.3mm미만)	- -	0.20 m	▲	0.20	신규발생
	받침콘크리트 재료분리	- -	0.02 m ²	▲	0.02	신규발생
	스토퍼 간섭	- -	1.00 EA	▲	1.00	신규발생
	거푸집 미제거	- -	0.40 m	▲	0.40	신규발생
교대	균열(폭0.3mm 미만)	- -	9.00 m	▲	9.00	신규발생
교각	균열(폭0.3mm 미만)	- -	39.60 m	▲	39.60	신규발생
	균열(폭0.3mm 이상)	- -	2.00 m	▲	2.00	신규발생