

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

용두천교는 충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 장남리 363-23 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 도로교량으로, 2018년 1월 준공 이후 현재까지 약 3년간 공용중인 설계하중 DB-24의 1등교이다. 상부구조는 개량형 PSC빔 형식으로 총연장 135.0m(3@45.0m), 3경간 연속으로 구성되었으며, 교폭은 24.5m의 왕복 4차로(상행:2/하행:2)로 운용 중이다. 하부구조 형식은 복합말뚝 및 직접기초, PHC 말뚝기초 위에 시공된 역T형 교대 2기 및 T형 교각 2기로 구성되어 있으며, 교량 받침은 탄성받침, 신축이음장치는 팽거 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

- 용두천교는 충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 장남리 363-23 일원 고속국도 32호선 상에 위치한 폭 24.5m의 왕복 4차로(상행:2/하행:2)의 교량으로, 교면은 전체 콘크리트로 포장되어 있다.



교면포장

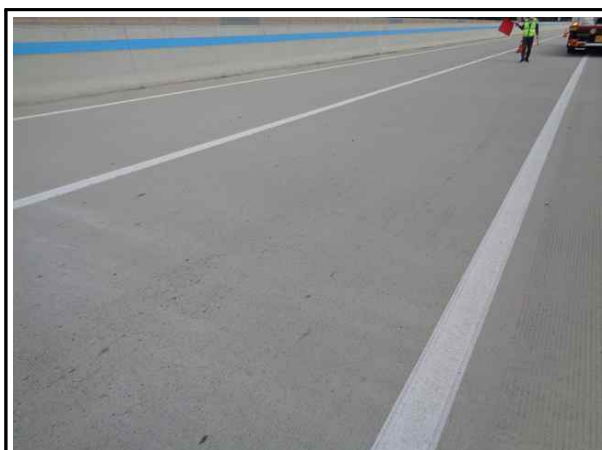
교면포장

[교면포장 전경]

- 금회 교면포장에서는 일부구간에 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	2	270.00	m ²	주의관찰	



현황	포장 망상균열 A=135m ²
위치	오창방향 S1
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	포장 망상균열 A=135m ²
위치	오창방향 S2
원인	건조수축, 차량하중, 중차량 반복통행



현황	상태양호
위치	옥산방향
원인	-



현황	상태양호
위치	옥산방향
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
배수관	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.



[방호벽 및 방음벽 전경]

- 콘크리트 방호벽에서 발생한 주요 손상으로는 방호벽 균열 및 백태 등이 일부 구간에 발생하였다.

			
현황	방호벽 균열 폭0.2mm	현황	방호벽 균열부 백태 L=0.5m
위치	오창방향 S1	위치	오창방향 S1
원인	건조수축	원인	균열부 우수유입
			
현황	방호벽 균열부 백태 L=0.5m	현황	방호벽 균열부 백태 L=1.5m
위치	오창방향 S1	위치	오창방향 S3
원인	균열부 우수유입	원인	균열부 우수유입

[표 3.2.3] 방호벽 및 방음벽 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	1	2.00	m	표면처리	
	백태	8	0.80	m ²	백태보수	

2) 점검의견

- 방호벽에 발생한 균열은 대부분 폭0.1~0.2mm의 균열로, 손상원인은 선시공된 바닥판에 방호벽 및 연석이 타설되면서 발생한 구속응력에 기인한 부등 건조수축균열로 판단된다. 발생균열은 난간의 기능적인 측면에 영향을 미치는 요인은 아니나, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 요구된다.
- 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, A2 총 2개소에 설치되어 있으며, 형식은 핑거 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, 후타재에서 일부 열화가 발생하였고, 우천시 신축이음 누수여부 확인 결과, 특이사항은 없는 것으로 확인되었다.

[표 3.2.4] 신축이음장치 손상현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
신축이음	후타재 열화	1	0.50	m ²	주의관찰	
	하부 고무재 이탈	1	0.50	m	주의관찰	



현황	하부 고무재 이탈 L=0.5m
위치	A2
원인	시공미흡



현황	후타재 열화 A=0.5m ²
위치	오창방향 A2
원인	반복적인 차량통행, 시공미흡

2) 점검의견

- 후타재에서 발생한 열화는 차량의 반복하중 및 시공미흡에 의한 손상으로 현 상태에서 차량의 주행에 직접적인 영향을 주지는 않으므로 손상부의 주기적인 관찰을 통해 후타재의 파손, 단차 등으로 진전되지 않도록 유지관리 할 필요가 있다.

3) 신축량 검토

(1) 신축량 계산방법

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

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

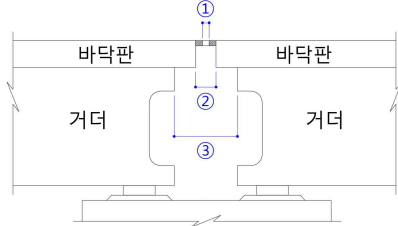
여기서, h_i : 거더의 중립축으로부터 받침의 회전중심까지의 거리(거더 높이의 2/3)

θ_i : 받침 상부의 거더 회전각(콘크리트교:1/300)

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

•조사일자 : 2020년 10월 7일

•조사시 온도 : 16.7° (조사일자별 일평균기온(기상청 자료) 적용), (청주(유))

			
	① 신축이음장치	② 바닥판유간	③ 거더유간
신축유간 측정 위치	유간 측정 예시		

[표 3.2.5] 소요신축량 산정

구분	계산방법	비고
용두천교 (PSCI Girder)	•신축장 45.0m : A1 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 18.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 \text{m} \times 1,000 = 8.2 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 21.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 \text{m} \times 1,000 = 9.7 \text{mm}$	
	•신축장 90.0m : A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 18.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 90.0 \text{m} \times 1,000 = 16.5 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 21.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 90.0 \text{m} \times 1,000 = 19.5 \text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^\circ\text{C} - 16.7^\circ\text{C} = 18.3^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $16.7^\circ\text{C} - (-5.0^\circ\text{C}) = 21.7^\circ\text{C}$	

(2) 신축량 평가

- 용두천교의 신축거동상태를 확인하기 위해 신축이음장치 유간(10월7일 평균기온: 16.7°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 ①	바닥판 ②	거더 ③	적용 ④	계산량 ⑤	여유량 ⑥ (a)-(b)+(c)	검토 결과	계산량 ⑦	여유량 ⑧ (b)-(d)	검토 결과
A1	45.0	핑거	80	40	85	245	40	32.6	7.4	O.K	27.5	12.5	O.K
A2	90.0	핑거	120	65	140	250	65	23.9	31.1	O.K	20.1	44.9	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, 용두천교의 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 폭0.1~0.2mm의 일방향 균열 및 배수관 주변 균열부백태 및 백태 등이 조사되었다.

[표 3.2.7] 바닥판 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
바닥판	균열부 백태	27	7.90	m ²	백태보수	
	보수부 백태	1	0.10	m ²	백태보수	
	백태	1	0.06	m ²	백태보수	
	균열(폭 0.3mm미만)	2	3.00	m	표면처리	
	재료분리	4	0.40	m ²	단면보수	



현황	균열부 백태 0.2m×0.5m
위치	바닥판 S1
원인	균열부 우수유입



현황	균열부 백태 0.2m×0.5m
위치	바닥판 S1
원인	균열부 우수유입



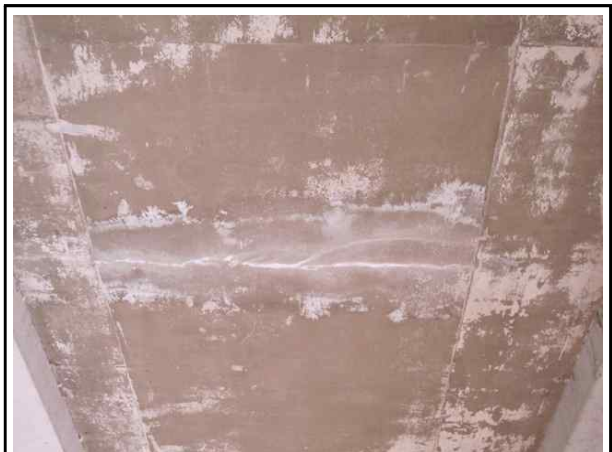
현황	균열 폭0.1mm
위치	바닥판 S2
원인	건조수축, 구속응력



현황	균열 폭0.1mm
위치	바닥판 S2
원인	건조수축, 구속응력



현황	균열부 백태 0.2m×1.5m
위치	바닥판 S2
원인	균열부 우수유입



현황	균열부 백태 0.2m×1.5m
위치	바닥판 S2
원인	균열부 우수유입



현황	백태 0.2m×1.5m
위치	바닥판 S3
원인	외부 우수유입



현황	재료분리 0.5m×0.5m
위치	바닥판 S3
원인	거푸집 조기탈형, 공용 중 진동 등

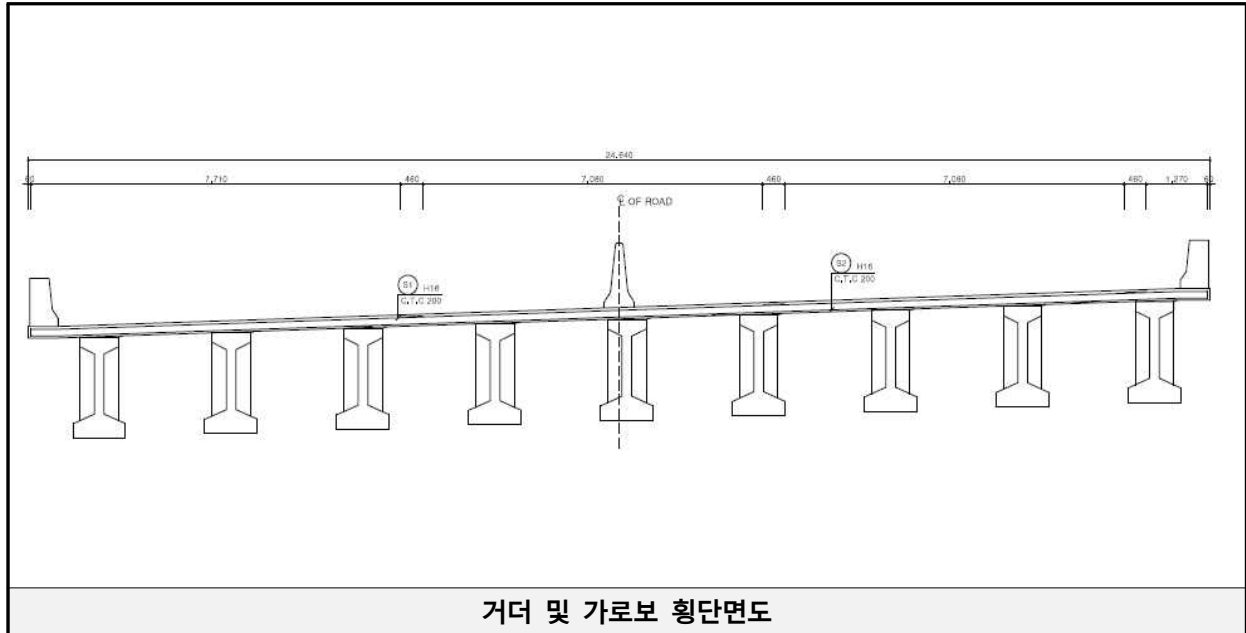
2) 점검의견

- 바닥판에서 발생한 균열은 대부분 횡방향으로, 최대폭은 일방향 균열 폭0.2mm 수준이다. 일방향 균열은 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 것으로 금회 소폭 증가한 것으로 조사되었으나 구조적인 균열이 아니므로 지속적인 관찰 후 균열 진전시 보수하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
- 금회 정밀안전점검에서 조사된 균열부백태는 주로 배수구 접합부 주변 및 신축이음 주변에서 발생한 것으로 확인되었으며, 공용기간 중 배수구 및 신축이음부 누수로 인해 발생한 것으로 내구성 저하방지를 위한 백태(균열부백태) 발생부의 표면보수가 필요하다.

3.2.6 거더 및 가로보

1) 현황

- 용두천교의 거더는 PSCI Girder로 경간당 9기가 설치되어 있으며, 거더간 보조부재인 가로보로 연결되어 있다.



- 외관조사 결과, 거더의 경우 기 점검시 조사된 백태가 확인되었으며, 기 점검 이후 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다.
- 또한 가로보의 외관조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

[표 3.2.8] 거더 및 가로보 손상 현황

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
거더	백태	1	0.45	m ²	백태보수	
가로보	상태양호	-	-	-	-	



현황	백태 0.3m×1.5m
위치	거더 S3-G1
원인	외부 우수유입



현황	상태양호
위치	가로보
원인	-

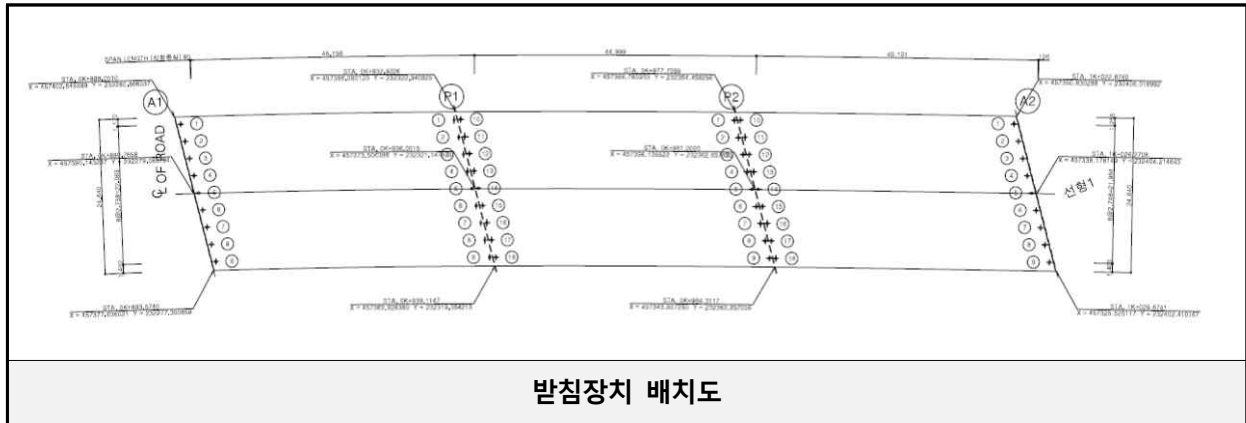
2) 점검의견

- 금회 점검시 조사된 거더의 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 백태보수 등의 조치가 필요하며, 거더의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 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 포트받침으로 총 54개소가 설치되어 있으며, 지점별로 P1는 고정단, 나머지 A1, P2, 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 받침장치 가동량 측정을 실시하였다. 신축량 조사 결과는 '4) 받침이동량 검토'절에 상세히 서술하였다
- 교량받침에 대한 외관조사 결과 주요 손상으로는 받침물탈 균열(폭0.3mm미만), 받침물탈 들뜸, 파손이 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	0.10	m	표면처리	
	받침물탈 들뜸, 파손	10	0.24	m ²	표면처리	
	스토퍼 간섭	8	8.00	EA	주의관찰	



현황	무수축물탈 들뜸 0.2m×0.3m
위치	P1-SH1
원인	거푸집 조기탈형, 다짐불량



현황	스토퍼 간섭
위치	P1-SH1
원인	시공미흡



현황	무수축물탈 파손 0.1m×0.2m
위치	P2-SH16
원인	거푸집 조기탈형, 다짐불량, 외부충격



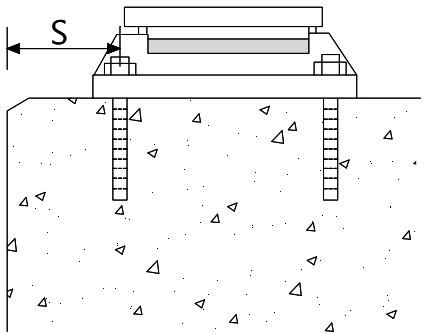
현황	받침물탈 균열 폭0.1mm
위치	A2-SH2
원인	건조수축, 온도변화

2) 점검의견

- 받침물탈 균열은 모두 폭 0.3mm미만으로 발생하였으며, 건조수축 및 온도변화에 의한 미세균열이 원인으로 기점검과 비교시 진전이 없는 상태로 확인되었다. 따라서 보수의 시급성을 요하는 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상진전시 보수하는 방안이 적절할 것이다.
- 받침물탈 들뜸, 파손은 시공시 거푸집 조기탈형, 교량의 진동 및 충격 등의 영향으로 발생한 것으로 손상의 확대 우려가 있으므로 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 받침물탈 손상부의 단면복구시 받침 하부 철판의 측면이 물탈에 완전히 노출되도록 보수하여 받침물탈(접합부)의 재손상을 억제하도록 하여야 한다.

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

[표 3.2.10] 받침장치 연단거리 측정결과 (단위:mm)

구 분		최소 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					
			위치	연단거리	평가	위치	연단거리	평가
A1		425	Sh1	500	O.K	Sh6	500	O.K
			Sh2	500	O.K	Sh7	500	O.K
			Sh3	500	O.K	Sh8	500	O.K
			Sh4	500	O.K	Sh9	500	O.K
			Sh5	500	O.K	-	-	-
P1	A1측	425	Sh1	520	O.K	Sh6	520	O.K
			Sh2	520	O.K	Sh7	520	O.K
			Sh3	520	O.K	Sh8	520	O.K
			Sh4	520	O.K	Sh9	520	O.K
			Sh5	520	O.K	-	-	-
	A2측	425	Sh10	550	O.K	Sh15	550	O.K
			Sh11	550	O.K	Sh16	550	O.K
			Sh12	550	O.K	Sh17	550	O.K
			Sh13	550	O.K	Sh18	550	O.K
			Sh14	550	O.K	-	-	-
P2	A1측	425	Sh1	470	O.K	Sh6	470	O.K
			Sh2	470	O.K	Sh7	470	O.K
			Sh3	470	O.K	Sh8	470	O.K
			Sh4	470	O.K	Sh9	470	O.K
			Sh5	470	O.K	-	-	-
	A2측	425	Sh10	470	O.K	Sh15	470	O.K
			Sh11	470	O.K	Sh16	470	O.K
			Sh12	470	O.K	Sh17	470	O.K
			Sh13	470	O.K	Sh18	470	O.K
			Sh14	470	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
A2	425	Sh1	500	O.K	Sh6	500	O.K
		Sh2	500	O.K	Sh7	500	O.K
		Sh3	500	O.K	Sh8	500	O.K
		Sh4	500	O.K	Sh9	500	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

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

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 7일
- 조사시 온도 : 16.7° (조사일자별 일평균기온(기상청 자료) 적용), (청주(유))
- 받침장치의 허용 변위량은 순고무량의 70% 적용함.(한국도로공사 받침설계 지침)

[표 3.2.11] 소요신축량 산정

구분	계산방법	비고
용두천교 (PSCI Girder)	•신축장 45.0m : A1, P2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 18.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 \text{m} \times 1,000 = 8.2 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 21.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 \text{m} \times 1,000 = 9.7 \text{mm}$	
	•신축장 90.0m : A2 -최대신장시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 18.3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 90.0 \text{m} \times 1,000 = 16.5 \text{mm}$ -최대수축시 $\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L = 21.7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 90.0 \text{m} \times 1,000 = 19.5 \text{mm}$	
	※ 여기서, ΔT (최대 신장시) : $35.0^\circ\text{C} - 16.7^\circ\text{C} = 18.3^\circ\text{C}$ ΔT (최대 수축시) : $16.7^\circ\text{C} - (-5.0^\circ\text{C}) = 21.7^\circ\text{C}$	

•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	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh2	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh3	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh4	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh5	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh6	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh7	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh8	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
	sh9	+ 0	- 10.0	- 144	O.K	+ 8.0	+ 144	O.K	±144
P1	고 정 단								

※ + : 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		
P2	sh1	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh2	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh3	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh4	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh5	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh6	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh7	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh8	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh9	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh10	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh11	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh12	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh13	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh14	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh15	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh16	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh17	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 8.0	+ 77	O.K	±72	
	sh18	- 5	- 10.0	- 67	O.K	+ 6.0	+ 77	O.K	±72	
A2	sh1	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh2	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh3	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh4	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh5	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh6	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh7	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh8	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	
	sh9	+ 0	- 20.0	- 144	O.K	+ 16.0	+ 144	O.K	±144	

※ + : 신장방향, - : 수축방향

3.2.8 하부구조

1) 현황

- 역T형 교대는 2개소(A1, A2)로 기초는 복합 말뚝기초, 직접기초로, T형의 교각은 2개소(P1,P2)로 기초는 PHC말뚝기초로 시공되었으며, 고소점검차를 이용하여 근접조사를 실시하였다.



[교대 및 교각 전경]

- 금회 하부구조에 대한 외관조사 결과, 교대 일부 구간에서 체수흔적이 조사되었고, 국부적인 백태가 3개소 조사되었다.
- 교각의 경우 손상이 없는 상태로 확인되었다.

[표 3.2.13] 하부구조 손상 현황(교대)

구분	손상내용	개소	손상물량	단위	조치방안	비고
교대	체수흔적	3	6.00	m²	주의관찰	
	백태	3	0.30	m	백태보수	

[표 3.2.14] 하부구조 손상 현황(교각)

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



현황	백태
위치	A1
원인	외부 우수유입



현황	백태
위치	A1
원인	외부 우수유입



현황	체수흔적 -현재 상태양호
위치	A1
원인	외부 우수유입



현황	체수흔적 -현재 상태양호
위치	A1
원인	외부 우수유입

2) 점검의견

- 조사된 백태의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태이나, 손상의 진전 방지를 위한 백태보수가 필요할 것으로 판단되며, 체수흔적의 경우 현재 양호한 상태로 확인되어 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 추가 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

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	-	-	270.0	m ²	▲	270.0	신규손상
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	-	-	2.00	m	▲	2.00	신규손상
	백태	-	-	0.80	m ²	▲	0.80	신규손상
신축이음 장치	후타재 열화	-	-	0.50	m ²	▲	0.50	신규손상
	하부 고무재 이탈	-	-	0.50	m	▲	0.50	신규손상
바닥판	균열부 백태	-	-	7.90	m ²	▲	7.90	신규손상
	보수부 백태	-	-	0.10	m ²	▲	0.10	신규손상
	백태	-	-	0.06	m ²	▲	0.06	신규손상
	균열(폭 0.3mm미만)	-	-	3.00	m	▲	3.00	신규손상
	재료분리	-	-	0.40	m ²	▲	0.40	신규손상
거더	백태	-	-	0.45	m ²	▲	0.45	신규손상
받침장치	받침몰탈 균열 (폭0.3mm미만)	-	-	0.10	m	▲	0.10	신규손상
	받침몰탈 들뜸, 파손	-	-	0.24	m ²	▲	0.24	신규손상
	스토퍼 간섭	-	-	8.00	EA	▲	8.00	신규손상
교대	체수흔적	-	-	6.00	m ²	▲	6.00	신규손상
	백태	-	-	0.30	m	▲	0.30	신규손상

