제2장 교량편

2.1 오송1교(T2)
2.2 오송1교(T1)
2.3 오송역라멘(T2)
2.4 오송역라멘(T1)
2.5 오송2교(T2)
2.6 오송2교(T1)
2.7 오송고가(T2,BRT구간)
2.8 오송고가(T1,BRT구간)
2.9 오송고가(T2,미호천구간)
2.10 오송고가(T1,미호천구간)
2.11 태성고가(T2)
2.12 태성고가(T1)

제 2 장 교량편

2.1 오송1교(T2)

2.1.1 개요

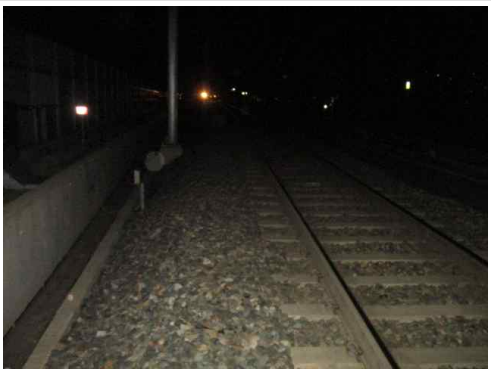
2013년 12월 21일에 준공된 오송1교(T2)는 상부구조는 PSC Box Girder이며, 하부구조는 T형 교각 5기, π형 교각 2기로 구성되어 있고, 총연장 200m의 철도교량으로 행정구역상 충북 청원군 오송읍 봉산리(KPR -0K468 ~ -0K268)에 위치하고 있다.

가.시설물 현황

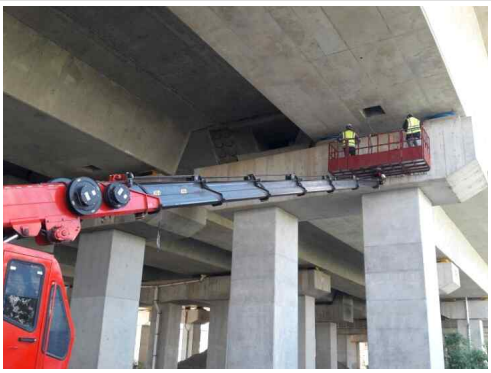
<표 2.1.1> 오송1교(T2) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송1교(T2)	시설물번호		BR2014-0000299
준공년월		2013. 12. 21.	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 오송읍 봉산리 일원 (KPR -0K468 ~ -0K268)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 200.0m (3@25+3@25+2@25)	곡선반경		직선
	폭	B = 13.0m~15.4m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder	기초형식	교대	-
	하부	T형(P4, P5, P7, P8, P10), π형(P6, P9)		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침(P4~P10) 면진받침(P3,C1)	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이 종 Joint : 탄성봉함재
교차시설물		도로횡단(연제길)	통과높이		4.5m

나. 전경



상부 전경



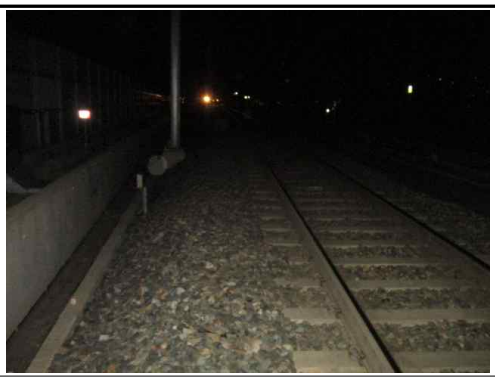
점검 현황

<그림 2.1.1> 전경

2.1.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2017. 01」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교량상부 난간·연석부

	
궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.1.2> 전경

교량상부 난간, 연석부 등에 대한 외관조사결과, 전반적인 상태는 양호한 상태이나, 공동구의 덮개 파손, 덮개 설치불량, 방호벽 균열, 백태 등의 손상이 조사되었고, 일부 구간 시트방수층 들뜸이 조사되었다.

방호벽(S3-1) 균열, 백태(0.2 / 0.6)	슬래브 상면(S3-3) 방수층 들뜸(4.2 × 1.0)

<그림 2.1.3> 손상현황

덮개파손 및 방호벽 균열은 열차 통행으로 인한 진동 및 외부충격에 따른 손상으로 재설치가 필요할 것으로 판단되며 시트방수층 들뜸의 경우 내구성 증진을 위한 방수층 재시공이 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.1.2> 교량상부 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
교면포장 및 난간, 연석부	박리, 박락, 파손	㎡	0.43 / 4	단면보수
	덮개파손 및 설치불량	EA	32 / 32	재설치
	균열부백태	m	0.60 / 1	표면보수
	신축이음 이물질퇴적	m	1.50 / 1	청소
	방수층 들뜸	㎡	4.20 / 1	방수층 재시공

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 상면 보도부 내측의 배수파이프를 따라 교량 중앙부로 유입된 우수가 박스내부의 종배수관을 통해 교량 하부로 배출하는 형식으로 설치되어 있다.

배수관 전경

배수관 전경

<그림 2.1.4> 배수시설 전경

배수시설에 대한 점검 결과 배수관 접합불량, 탈락, 미설치 등이 국부적으로 조사되었고 이로 인한 거더 내부 체수 및 누수오염이 조사되었으며 전차 점검 시 조사되었던 내용과 변동이 없는 것으로 조사되었다.

배수시설 (S2) 배수관 접합불량	배수시설 (S4) 배수관 미설치

<그림 2.1.5> 손상현황

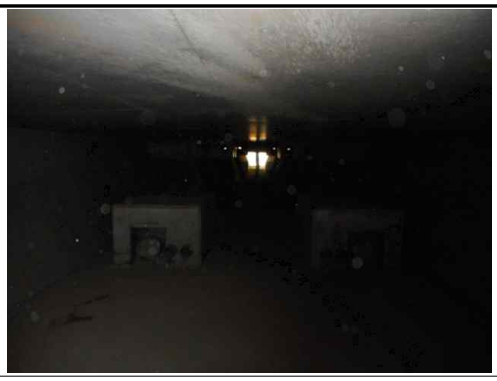
장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 구조물 내구성 유지를 위하여 우기 도래 이전 해당 손상들에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.1.3> 배수시설 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
배수시설	배수관 탈락	EA	1 / 1	재설치
	배수관 미설치	m	2.5 / 1	재설치(신설)
	배수관 접합불량	EA	2 / 2	재설치

다. 바닥판하면 및 PSC Box 거더

본 교량의 상부구조는 PSC Box로 시공되어 있으며, 상부의 열차하중을 직접 지지하는 상,하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 거동한다.

	
바닥판 하면, 거더외부 전경	거더내부 전경

<그림 2.1.6> 전경

외관조사 결과, 바닥판하면 및 거더 외부의 경우 대체로 양호한 상태로 기 점검 결과와 유사하게 조사되었다. 거더 내부 및 격벽은 다수의 균열(0.3㎜미만 및 0.3㎜이상), 망상균열, 체수 등이 조사되었고, 손상 물량이 일부 증가한 것으로 조사되었다.

거더외부 하면 (S3-3) 균열 (0.2 / 2.0)	거더내부 상면 (S2) 균열 (0.2 / 4.0, 3ea)
거더내부 상면 (S4) 망상균열 (4.0 × 23.0)	격벽 (S2-P6) 균열 (0.3 / 1.0)

<그림 2.1.7> 손상현황

거더 및 바닥판의 균열부는 건조수축과 온도변화 등 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 일부 추가 조사된 균열의 경우 기 점검시 조사가 누락된 사항 및 열차 통행에 따른 진동으로 인한 신규 발생된 사항이 혼재되어 있는 것으로 판단된다. 특별히 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 발견되지 않았으며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.1.4> 바닥판하면 거더 내,외부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면, PSC BOX 거더	균열	폭 0.3㎜미만	m	451.10 / 157	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	29.60 / 36	주입보수
	망상균열		㎡	221.54 / 12	표면보수
	누수오염		㎡	1.60 / 1	표면보수
	이물질퇴적		㎡	1.50 / 1	청소
	체수		㎡	18.50 / 4	배수관 정비

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 배수형으로 총 3개소(P3, P6, P9)가 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)

신축이음 전경 (하부)

<그림 2.1.8> 현황

외관조사결과, 신축이음 상부 일부 구간에서 이물질 퇴적이 조사되었으며, 그 외 특별히 주목할 만한 손상은 발견되지 조사되지 않았다. 이물질퇴적 부위 청소 및 지속적

인 점검이 필요할 것으로 판단된다.

상부 신축이음 (S2-1)
이물질퇴적 (L=1.5)

<그림 2.1.9> 손상현황

<표 2.1.5> 신축이음 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
신축이음	이물질퇴적	m	1.5 / 1	청소

■신축이음 유간거리 측정

신축이음 유간거리 측정 전경

<그림 2.1.10> 유간거리 측정

■ 계산 신축량 산정

<표 2.1.6> 신축이음 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t = \Delta T \times \alpha \times L$

여기서, △T = 온도변화(콘크리트교:-5.0℃~+35.0℃)

: 당해 지역의 과거 30년간 평균기온의 ±15.0°C를 적용함.

(콘크리트교) : 당해지역 최고온도 : 12.8°C+15.0°C = 27.8°C(청주기상청)⇒적용:35°C

(콘크리트교) : 당해지역 최저온도 : 12.8°C-15.0°C = -2.2°C(청주기상청)⇒적용:-5°C

◉ 현장조사(유간 측정) 당시 기온 : 19.2℃(2017년 05월 25일 일평균 기온)

◉ 계산 신축량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.9℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	75.0, 75.0, 50.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t = \Delta T \times \alpha \times L$

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

◉ 신장 유간거리 산정

위치	측정시 온도 (℃)	온도변화(ΔT) 하절기 (℃)	선팽창 계수 (α)	신축 길이 (m)	계산 신장량(㎜) 하절기 (최대신장시)
P3~P6	19.9℃	15.1℃	1.0×10-5	75	11.33
P9	19.9℃	15.1℃	1.0×10-5	50	7.55

■ 신축 유간거리 측정결과

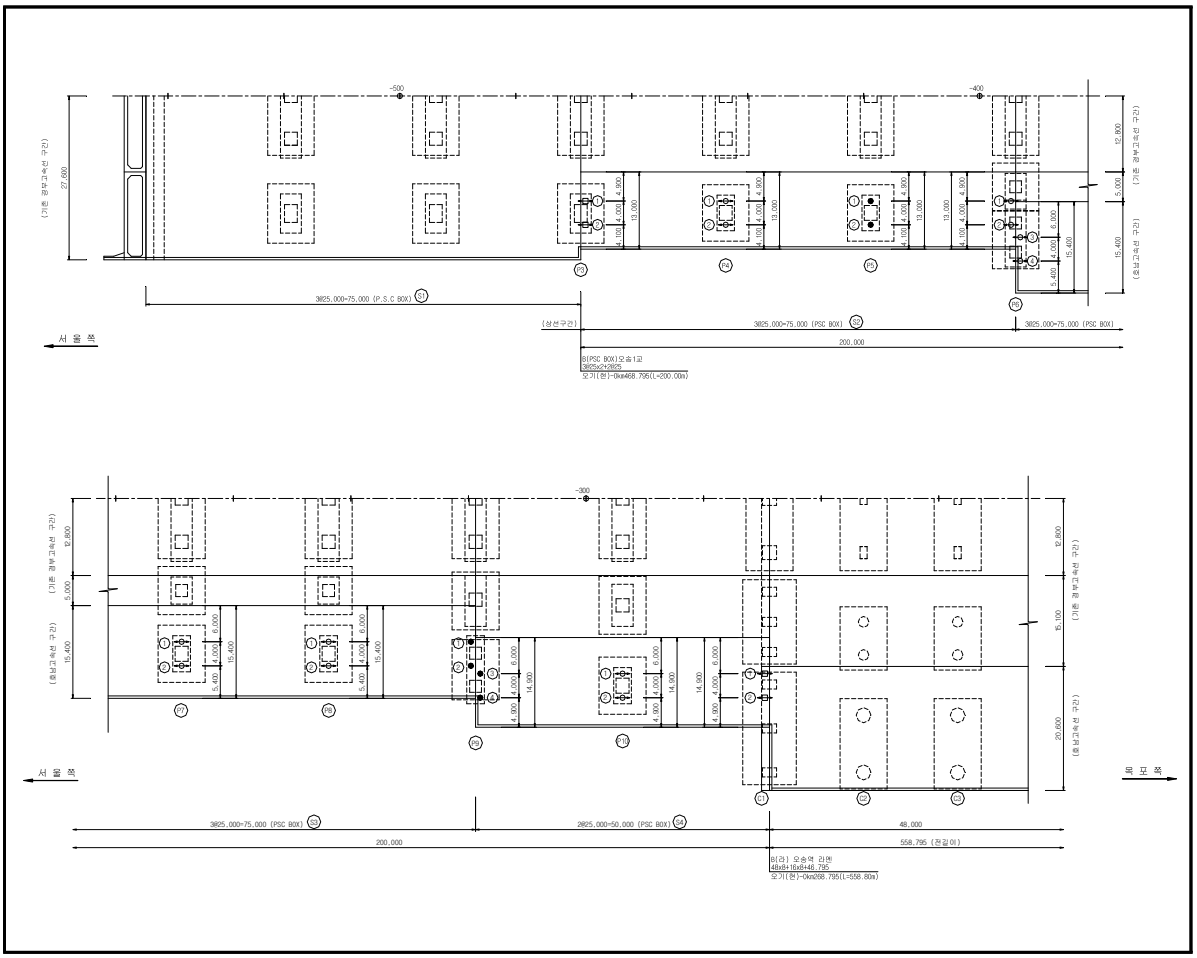
신축 유간거리는 하절기 신장에 따른 유간 여유량에 대한 검토를 실시하였으며, 유간은 바닥판 하부와 거더측면에서 측정을 실시하였고, 여유량은 양호한 상태로 확인되었다.

<표 2.1.7> 신축 유간거리 측정결과

위 치	측정시 온도(℃)	온도변화(⊿T) 하절기	선팽창계수 (α)	지간장 (m)	계산 신장량 (㎜)	측정유간 (㎜)	비 고
P3	19.9	15.1	1.0×10-5	75	11.33	195	O.K
P6	19.9	15.1	1.0×10-5	75	11.33	210	O.K
P9	19.9	15.1	1.0×10-5	50	7.55	180	O.K

마. 받침장치

교량받침 구성은 포트받침이 18개소, 면진받침 4개소가 설치되어 있으며, 교량받침 배치 현황은 다음과 같다.



받침장치 전경

받침장치 전경

<그림 2.1.11> 교량받침 전경

교량받침에 대한 외관조사결과 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 받침콘크리트 및 무수축몰탈에서 국부적인 균열 등이 조사되었다.

교각 받침장치 (P4)
받침콘크리트 균열 (0.2 / 0.1, 3ea)

교각 받침장치 (P9)
무수축몰탈 균열 (0.3 / 0.1, 2ea)

<그림 2.1.12> 손상현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 받침콘크리트 균열은 건조수축에 의해 발생된 균열로 경미한 상태로 판단되고, 무수축몰탈 균열의 경우 균열폭 0.3mm로 측정되어 빠른 시일 내에 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.1.8> 받침장치 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
받침장치	받침 Con'c 균열(0.3mm미만)	m	0.70 / 6	표면보수

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.1.13> 교량받침 연단거리 측정

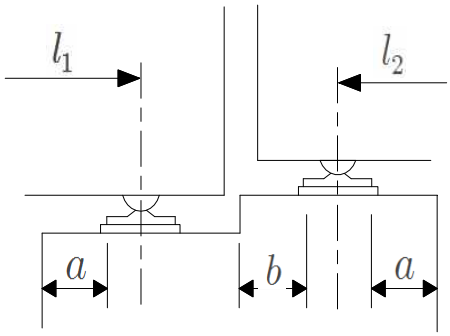
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.1.9> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	오송1교(T2)(P4~P10)
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 25㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.1.10> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P4	A1측	25.0	25.0	108	양호	107	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	115	양호	110	양호	-	-	-	-
P5	A1측	25.0	25.0	108	양호	108	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	110	양호	109	양호	-	-	-	-
P6	A1측	25.0	25.0	65	양호	65	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	-	-	-		65	양호	65	양호
P7	A1측	25.0	25.0	112	양호	111	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	110	양호	110	양호	-	-	-	-
P8	A1측	25.0	25.0	110	양호	112	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	105	양호	107	양호	-	-	-	-
P9	A1측	25.0	25.0	36	양호	39	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	-	-	-	양호	38	양호	38	양호
P10	A1측	25.0	25.0	106	양호	105	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	103	양호	103	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.1.14> 교량받침 가동량 측정

<표 2.1.11> 교좌장치 계산 신축량 산정

<table>
<tr><td>평 가
기 준</td><td>

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이)

△T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃)

α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용)

◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.9℃(2017년 05월 25일 일평균 기온)

◉ 계산 가동량 산정

<table>
<tr><td>온도변화 범위</td><td>콘크리트교</td><td>-5.0℃~+35.0℃</td></tr>
<tr><td colspan="2">점검시 기온(℃)</td><td>19.95℃</td></tr>
<tr><td>신축거더 길이(L)</td><td>콘크리트교</td><td>25.0, 50.0m</td></tr>
<tr><td>선팽창 계수(α)</td><td>콘크리트교</td><td>1.0×10-5</td></tr>
<tr><td colspan="2">온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)</td><td>$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L</td></tr>
</table>

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

</td></tr>
</table>

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 25일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.9℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.1.12> 교량받침 가동량 측정결과

구 분		측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
			동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P4	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-20	80	120	100	O.K
	Sh2								-26	74	126		
P5	Sh1	고 정 단											
	Sh2												
P6	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-45	55	145	100	O.K
	Sh2								-45	55	145		
	Sh3								-25	75	125		
	Sh4								-25	75	125		
P7	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-35	65	135	100	O.K
	Sh2								-35	65	135		
P8	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-15	85	115	100	O.K
	Sh2								-15	85	115		
P9	Sh1	고 정 단											
	Sh2												
P10	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-22	78	122	100	O.K
	Sh2								-22	78	122		

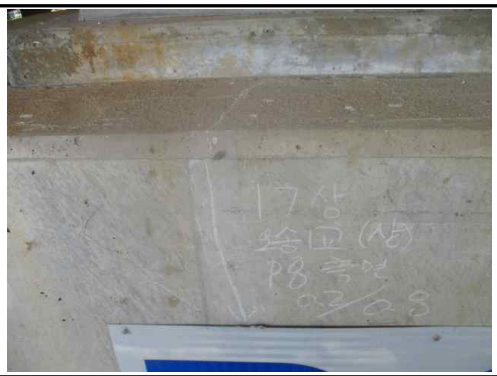
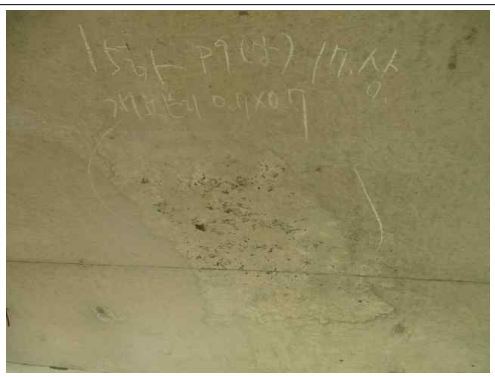
바. 하부구조(교각)

교각은 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량전체의 구조적 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서, 본 오송1교(T2)의 교각은 PHC 말뚝기초에 T형(5기)과 π형(2기)의 두가지 형식으로 구성되어 있다.

교각 전경(T형)	교각 전경(π형)

<그림 2.1.15> 전경

외관조사결과 본 교량의 교각은 0.3㎜미만 균열, 망상균열, 재료분리 등이 조사되었고, 기 점검과 비교하여 큰 변동은 없는 것으로 점검되었다.

	
교각(P5) 기둥부 측면 망상균열 (1.0 × 1.0)	교각(P8) 코핑부 측면 균열 (0.2 / 0.8)
	
교각(P9) 코핑부 하면 재료분리 (0.7 × 0.7)	교각(P9) 기둥부 배면 균열 (0.2 / 0.1, 3ea)

<그림 2.1.16> 손상현황

금회 일부구간 균열 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 기 발생된 손상들 중 균열은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단된다. 재료분리의 경우 시공시 다짐부족에 따른 손상으로 구조물에 영향을 미칠 만큼의 손상은 아니라고 판단되므로, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

<표 2.1.13> 교각 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교각	균열	폭 0.3㎜미만	m	11.90 / 16	표면보수
	망상균열		㎡	4.50 / 3	표면보수
	재료분리		㎡	0.58 / 2	단면보수

2.1.3 손상물량 집계

<표 2.1.14> 손상물량 집계표

구분	손상명	2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
		발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
교량 상부	박리, 박락, 파손	1	1.00	㎡	4	0.43	㎡	하자
	덮개파손 및 설치불량	8	8.00	EA	32	32.00	EA	하자
	균열부백태			m	1	0.60	m	하자
	신축이음 이물질퇴적			m	1	1.50	m	하자
	방수층 들뜸			㎡	1	4.20	㎡	하자
바닥판하면 및 거더외부	균열(폭0.3mm미만)	150	445.70	m	157	451.10	m	하자
	균열(폭0.3mm이상)	34	27.60	m	36	29.60	m	하자
	망상균열	12	221.54	㎡	12	221.54	㎡	하자
	누수오염	1	1.60	㎡	1	1.60	㎡	하자
	이물질퇴적	1	1.50	㎡	1	1.50	㎡	하자
	체수	5	24.75	㎡	4	18.50	㎡	하자
교각	균열(폭0.3mm미만)	13	7.40	m	16	11.90	m	하자
	망상균열	2	2.00	㎡	3	4.50	㎡	하자
	재료분리	2	0.58	㎡	2	0.58	㎡	하자
교량받침	받침Con'c 균열 (0.3mm미만)	4	0.50	m	6	0.70	m	하자
배수시설	배수관 탈락	1	1.00	EA	1	1.00	EA	하자
	배수관 접합불량	2	2.00	EA	1	1.00	EA	하자
	배수관 미설치	2.5	1.00	m	1	2.50	m	하자

2.1.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 교량상부 난간, 연석부 등에 대한 외관조사결과, 전반적인 상태는 양호한 상태이나, 공동구의 덮개 파손, 덮개 설치불량, 방호벽 균열, 백태 등의 손상이 조사되었고, 일부구간 시트방수층 들뜸이 조사되었다. • 덮개파손 및 방호벽 균열은 열차 통행으로 인한 진동 및 외부충격에 따른 손상으로 재설치가 필요할 것으로 판단되며 시트방수층 들뜸의 경우 내구성 증진을 위한 방수층 재시공이 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	• 배수시설에 대한 점검 결과 배수관 접합불량, 탈락, 미설치 등이 국부적으로 조사되었고 이로 인한 거더 내부 체수 및 누수오염이 조사되었으며 전차 점검 시 조사되었던 내용과 변동이 없는 것으로 조사되었다. • 장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 구조물 내구성 유지를 위하여 우기 도래 이전 해당 손상들에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
바닥판하면 및 PSC Box 거더	• 바닥판하면 및 거더 외부의 경우 대체로 양호한 상태로 기 점검 결과와 유사하게 조사되었다. 거더 내부 및 격벽은 다수의 균열(0.3㎜미만 및 0.3㎜이상), 망상균열, 체수 등이 조사되었고, 손상 물량이 일부 증가한 것으로 조사되었다. • 거더 및 바닥판의 균열부는 건조수축과 온도변화 등 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 일부 추가 조사된 균열의 경우 기 점검시 조사가 누락된 사항 및 열차 통행에 따른 진동으로 인한 신규 발생된 사항이 혼재되어 있는 것으로 판단된다. 특별히 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 발견되지 않았으며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음 상부 일부 구간에서 이물질 퇴적이 조사되었으며, 그 외 특별히 주목할 만한 손상은 발견되지 조사되지 않았다. • 이물질퇴적 부위 청소 및 지속적인 점검이 필요할 것으로 판단된다.

2.1.4 외관조사 결과(계속)

부 재 명	결과요약
받침장치	• 외관조사결과 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 받침콘크리트 및 무수축몰탈에서 국부적인 균열 등이 조사되었다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 받침콘크리트 균열은 건조수축에 의해 발생된 균열로 경미한 상태로 판단되고, 무수축몰탈 균열의 경우 균열폭 0.3mm로 측정되어 조속한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
하부구조	• 외관조사결과 본 교량의 교각은 0.3㎜미만 균열, 망상균열, 재료분리 등이 조사되었고, 기 점검과 비교하여 큰 변동은 없는 것으로 점검되었다. • 금회 일부구간 균열 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 기 발생된 손상들 중 균열은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단된다. 재료분리의 경우 시공시 다짐부족에 따른 손상으로 구조물에 영향을 미칠 만큼의 손상은 아니라고 판단되므로, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2.1.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 오송1교(상)의 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.1.15> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 26	

반발경도 작업사진

<그림 2.1.17> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 하부구조의 경우, 일본재료학회와 일본건축학회의 강도계산식 중 최소값을 적용, 상부구조의 경우 과학기술부 강도계산식을 적용하여 추정압축강도를 계산하였다.

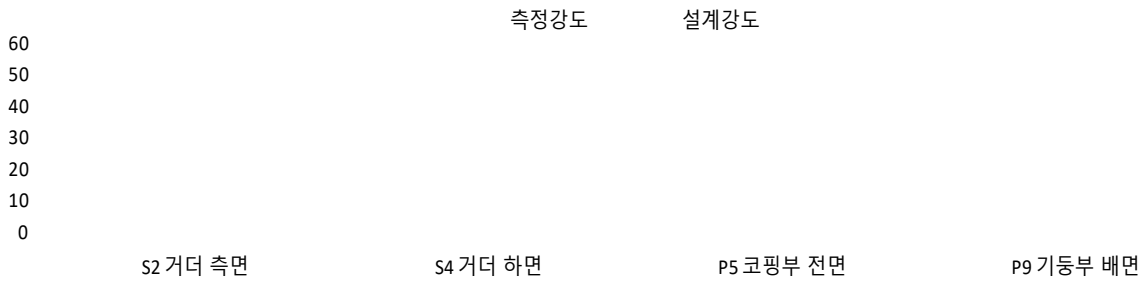
① 측정결과

<표 2.1.16> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분		설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
			재료학회식	건축학회식	과학기술부	추정 압축강도	
상부구조	S2 거더 측면	40.0	-	-	47.0	47.0	117.5
	S4 거더 하면	40.0	-	-	48.7	48.7	121.8
하부구조	P5 코핑부 전면	27.0	27.8	28.6	-	27.8	103.0
	P9 기둥부 배면	27.0	30.8	30.3	-	30.3	112.2

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(상부구조 : 40MPa, 하부구조 : 27.0MPa)의 103.0%~122.0%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.



<그림 2.1.18> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도 이상을 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.1.18>기 점검결과와의 비교・분석

구 분		2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
		최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	상부구조	44.6	50.9	47.1	4개소	47.0	48.7	47.9	2개소	양호
	하부구조	29.4	31.0	30.3	4개소	27.8	30.3	29.1	2개소	양호

2.1.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태를 기준으로 상태평가를 실시하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.1.19> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S4[P3]	PSC BOX	b	b	x	a	a	b	b	b	a	q	x	x
S5[P4]	PSC BOX	b	b	x	a	a	b	x	b	b	q	x	x
S6[P5]	PSC BOX	b	c	x	a	a	b	x	a	b	q	x	x
S7[P6]	PSC BOX	b	b	x	a	a	b	a	a	a	q	x	x
S8[P7]	PSC BOX	b	c	x	a	a	b	x	a	b	q	x	x
S9[P8]	PSC BOX	c	c	x	b	c	b	x	a	c	q	x	x
S10[P9]	PSC BOX	b	c	x	a	a	b	a	a	b	q	x	x
S11[P10]	PSC BOX	b	b	x	a	a	b	x	a	a	q	x	x
C1	PSC BOX	-	-	-	-	-	-	a	a	b	q	x	x
평균		0.225	0.3	-	0.113	0.138	0.2	0.125	0.122	0.189	-	0	0
가중치		27	23	-	3	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합		0.059	0.067	-	0.003	0.004	0.004	0.011	0.011	0.037	-	0	0
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.195 B

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
평균		0.225	0.300	-	0.113	0.138	0.200	0.125	0.122	0.189	-	0.000	0.000
가중치		27	23	-	3	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합		0.059	0.067	-	0.003	0.004	0.004	0.011	0.011	0.037	-	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.195 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.195로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.1.19>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.166 / B등급	0.195 / B등급	

• 거더 및 교각 일부구간 손상 물량 증가로 인하여 상태평가 점수는 하향되었고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태인 것으로 확인되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송1교 (T2)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.195	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.1.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.1.20>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구분		손상물량			보수공법	우선순위
		단위	물량	개소		
교량 상부	박리, 박락, 파손	㎡	0.43	4	단면보수	2
	덮개파손 및 설치불량	EA	32.00	32	재설치	3
	균열부백태	m	0.60	1	표면보수	2
	신축이음 이물질퇴적	m	1.50	1	청소	3
	방수층 들뜸	㎡	4.20	1	방수층 재시공	2
바닥판하면 및 거더외부	균열(폭0.3mm미만)	m	451.10	157	표면보수	3
	균열(폭0.3mm이상)	m	29.60	36	주입보수	2
	망상균열	㎡	221.54	12	표면보수	3
	누수오염	㎡	1.60	1	표면보수	3
	이물질퇴적	㎡	1.50	1	청소	3
	체수	㎡	18.50	4	배수관 정비	3
교각	균열(폭0.3mm미만)	m	11.90	16	표면보수	3
	망상균열	㎡	4.50	3	표면보수	3
	재료분리	㎡	0.58	2	단면보수	2
교량받침	받침Con'c 균열(0.3미만)	m	0.70	6	표면보수	3
배수시설	배수관 탈락	EA	1.00	1	재설치	3
	배수관 접합불량	EA	1.00	1	재설치	3
	배수관 미설치	m	2.50	1	재설치	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.1.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.1.21> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 교량 상부 시트방수 들뜸 • 방호벽 파손, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
배수시설	• 배수시설 배수관 탈락 구간 누수 여부 관찰 • 배수시설 배수관 미설치 구간 재설치	
바닥판하면 및 거더	• 바닥판하면 및 거더 내부 균열 진전 여부 관찰	
받침장치	• 받침 콘크리트 및 무수축몰탈 균열 진행 여부 관찰	
교각	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.1.9 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송1교(T2)는 충북 청원군 오송읍 봉산리(KPR 0K468 ~ 0K268)에 위치하며 지방도 연제길을 횡단하는 고속철도 교량으로서, 상부구조는 PSC Box Girder이며, 하부구조는 T형 교각 5기, π형 교각 2기로 구성되어 있으며, 총연장 200m, 폭13m~15.4m이며 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

오송1교(T2)에 대한 외관조사 결과, 교량 상부의 덮개파손, 덮개 설치불량, 방수층 들뜸 등이 조사되었고, 상부구조의 경우 바닥판 하면과 거더에서 균열, 망상균열, 체수 등이 조사되었으며, 신축이음 이물질퇴적, 받침 콘크리트 균열 등의 손상이 국부적으로 조사되었다. 하부구조에서는 건조수축 및 온도변화에 의한 균열과 망상균열, 재료분리 등의 비구조적 손상이 국부적으로 조사되었다. 기 조사된 손상들의 경우 일부 구간 보수가 완료된 것으로 확인되었으며, 기존 점검에서 조사・누락된 일부 손상들이 금회 조사에서 신규로 조사되어 전체적인 손상물량은 경미하게 증가된 것으로 분석되었다.

상・하부구조에 발생된 균열 손상들은 콘크리트 재료특성 등에 기인한 건조수축 균열로 비구조적인 손상들로 판단되며, 기타 구조적으로 안전성에 문제가 될 만한 손상과 열차 안전운행에 지장을 줄 수 있는 손상은 발생하지 않은 상태이다. 다만 거더 내부 배수관 탈락 및 미설치로 인한 체수로 콘크리트 열화 등 2차 손상이 발생할 가능성이 있으므로, 우기 도래 이전 배수관 재설치 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 전반적으로 조사된 손상들에 대해서는 제시된 보수방법에 따라 하자보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 열차의 안전운행과 교량의 내구성 및 사용성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.2 오송1교(T1)

2.2.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송1교(T1)은 상부구조는 PSC Box Girder이며, 하부구조는 중공 라멘식 교대 1기와 T형 교각 8기, π형 교각 2기로 구성되어 있고, 총연장 275m의 철도교량으로 행정구역상 충북 청원군 오송읍 봉산리(KPR -0K543 ~ -0K268)에 위치하고 있다.

가.시설물 현황

<표 2.2.1> 오송1교(T1) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송1교(T1)	시설물번호		BR2014-0000306
준공년월		2013. 12. 21.	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 오송읍 봉산리 일원 (KPR -0K543 ~ -0K268)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 275.0m (3@25+3@25+3@25+2@25)	곡선반경		직선
	폭	B = 4.2m~15.4m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder	기초형식	교대	강관말뚝
	하부	Box형(A1), T형(P1,P2,P3,P4,P5, P7, P8, P10), π형(P6,P9)		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침(P4~P10) 면진받침(A1,P1,P2,P3,C1)	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이 종 Joint : 탄성봉함재
교차시설물		도로횡단(연제길)	통과높이		4.5m

나. 전경

측면 전경

점검 현황

<그림 2.2.1> 전경

2.2.2 외관조사

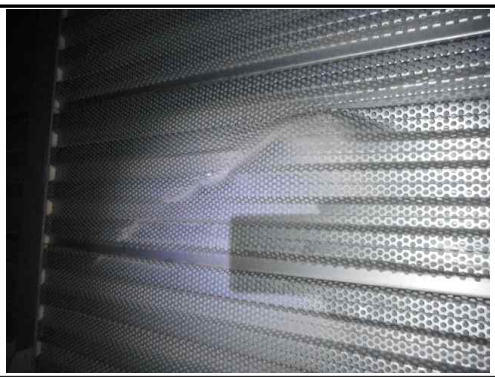
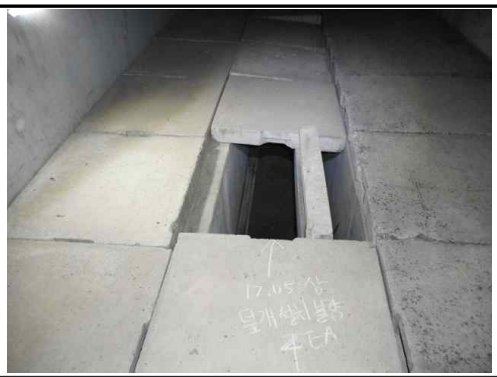
외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2017. 01」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교량상부 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.2.2> 전경

교량상부 난간, 연석부 등에 대한 외관조사결과, 전반적인 상태는 양호한 상태이며, 공동구의 덮개파손, 덮개 설치불량, 방음벽 변형 등의 손상이 조사되었다.

	
교량 상부(S3-1) 방음벽변형(0.2 / 0.6)	교량 상부(S3-2) 덮개 설치불량(4ea)

<그림 2.2.3> 손상현황

덮개파손 및 덮개 설치불량의 경우 전차 점검에 비하여 일부 증가되었으며, 주로 외부충격 및 시공미흡에 의한 것으로 점검자 안전 및 추가 손상 방지를 위하여 보수가 필요하다.

<표 2.2.2> 교량상부 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
교면포장 및 난간, 연석부	덮개파손 및 설치불량	EA	11.00 / 11	재설치
	방음벽 변형	㎡	0.53 / 2	주의관찰

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 상면 보도부 내측의 배수파이프를 따라 교량 중앙부로 유입된 우수가 박스내부의 종배수관을 통해 교량 하부로 배출하는 형식으로 설치되어 있다.

배수관 전경

배수관 전경

<그림 2.2.4> 배수시설 전경

배수시설에 대한 점검 결과 대체로 양호한 것으로 조사되었으며, 거더 내부 배수관에서 국부적으로 배수관 탈락 및 불량이 발생되었다.

배수시설 (S3)
배수관 탈락

배수시설 (S4)
배수관 불량

<그림 2.2.5> 손상현황

장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 구조물 내

구성 유지를 위하여 우기 도래 이전 해당 손상들에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.2.3> 배수시설 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
배수시설	배수관 탈락 및 불량	EA	2.00 / 2	재설치

다. 바닥판하면 및 PSC Box 거더

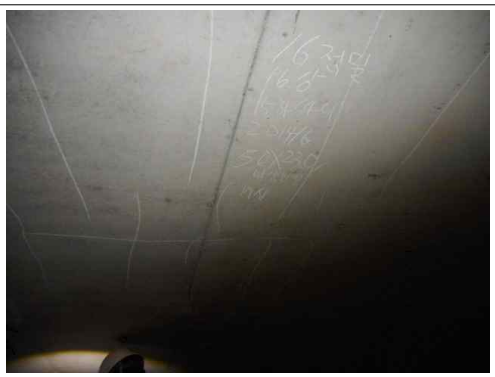
본 교량의 상부구조는 PSC Box로 시공되어 있으며, 상부의 열차하중을 직접 지지하는 상,하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 거동한다.

바닥판 하면, 거더외부 전경

거더내부 전경

<그림 2.2.6> 전경

외관조사 결과, 바닥판하면 및 거더 외부의 경우 대체로 기 점검 결과와 유사하거나 균열, 백태 등이 일부 증가한 상태로 조사되었다. 거더 내부 및 격벽은 다수의 균열(0.3㎜미만 및 0.3㎜이상), 망상균열, 균열부백태 등이 조사되었고, 손상 물량이 일부 증가한 것으로 조사되었다.

거더외부 측면 (S1-1) 망상균열 (1.5 × 1.5)	거더외부 측면 (S1-1) 백태 (0.2 × 15.0)
	
거더내부 상면 (S3) 균열 (0.2 / 7.0)	거더내부 상면 (S4) 균열부백태 (0.2 × 3.5)

<그림 2.2.7> 손상현황

거더 및 바닥판의 균열부는 건조수축과 온도변화 등 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 백태의 경우 콘크리트 중의 가용성분이 상부구조 및 외부로부터 유입된 우수로 인하여 용해되어 표면에 백색으로 석출된 것으로 전차 점검과 비교시 큰 변동은 없는 것으로 확인되었다. 일부 추가 조사된 균열의 경우 기 점검시 조사가 누락된 사항 및 열차 통행에 따른 진동으로 인한 신규 발생된 사항이 혼재되어 있는 것으로 판단된다. 금회 조사에서 특별히 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 발견되지 않았으며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.2.4> 바닥판하면 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면, PSC BOX 거더	균열	폭 0.3㎜미만	m	373.10 / 89	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	34.70 / 35	주입보수
	망상균열		㎡	21.85 / 8	표면보수
	백태		㎡	17.82 / 30	표면보수
	박락		㎡	0.18 / 2	단면보수
	파손		㎡	0.28 / 4	단면보수
	누수흔적		㎡	4.20 / 2	표면보수
	체수		㎡	14.00 / 1	배수관 정비

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 배수형으로 총 4개소(A1, P3, P6, P9)가 설치되어 있다.

신축이음 전경

<그림 2.2.8> 현황

외관조사결과, 신축이음 고무재 파손, 누수 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 2.2.5> 신축이음 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
신축이음	상태양호	-	-	-

■신축이음 유간거리 측정

신축이음 유간거리 측정 전경

<그림 2.2.10> 유간거리 측정

■ 계산 신축량 산정

<표 2.2.6> 신축이음 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서, △T = 온도변화(콘크리트교:-5.0℃~+35.0℃)

: 당해 지역의 과거 30년간 평균기온의 ±15.0°C를 적용함.

(콘크리트교) : 당해지역 최고온도 : 12.8°C+15.0°C = 27.8°C(청주기상청)⇒적용:35°C

(콘크리트교) : 당해지역 최저온도 : 12.8°C-15.0°C = -2.2°C(청주기상청)⇒적용:-5°C

◉ 현장조사(유간 측정) 당시 기온 : 19.2℃(2017년 05월 25일 일평균 기온)

◉ 계산 신축량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.9℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	75.0, 75.0, 75.0, 50.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

◉ 신장 유간거리 산정

위치	측정시 온도 (℃)	온도변화(ΔT) 하절기 (℃)	선팽창 계수 (α)	신축 길이 (m)	계산 신장량(㎜) 하절기 (최대신장시)
A1, P3~P6	19.9℃	15.1℃	1.0×10-5	75	11.33
P9	19.9℃	15.1℃	1.0×10-5	50	7.55

■ 신축 유간거리 측정결과

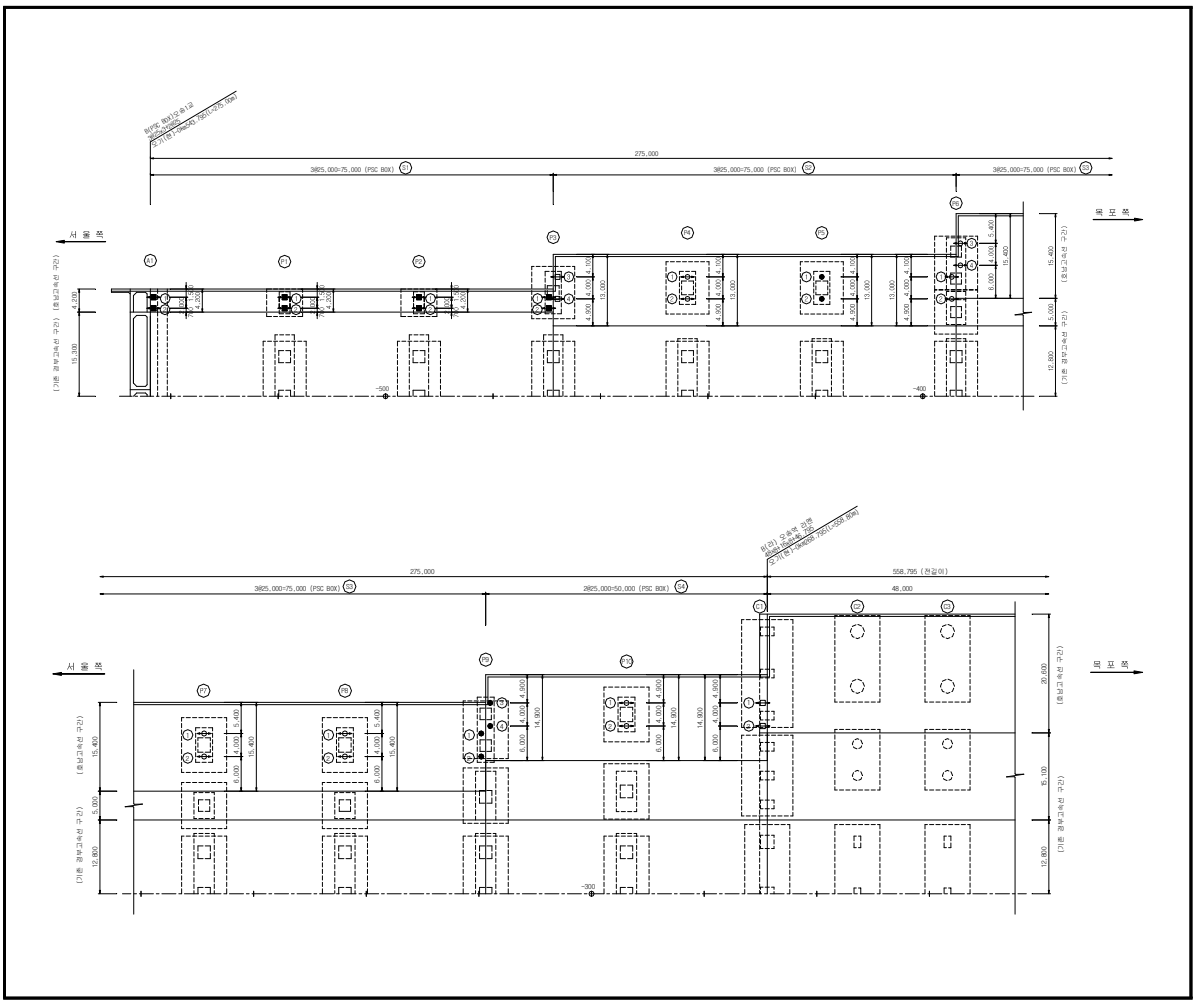
신축 유간거리는 하절기 신장에 따른 유간 여유량에 대한 검토를 실시하였으며, 유간은 바닥판 하부와 거더측면에서 측정을 실시하였고, 여유량은 양호한 상태로 확인되었다.

<표 2.2.7> 신축 유간거리 측정결과

위 치	측정시 온도(℃)	온도변화(⊿T) 하절기	선팽창계수 (α)	지간장 (m)	계산 신장량 (㎜)	측정유간 (㎜)	비 고
A1	19.9	15.1	1.0×10-5	75	11.33	75	O.K
P3	19.9	15.1	1.0×10-5	75	11.33	125	O.K
P6	19.9	15.1	1.0×10-5	75	11.33	130	O.K
P9	19.9	15.1	1.0×10-5	50	7.55	15	O.K

마. 받침장치

교량받침 구성은 포트받침이 18개소, 면진받침 12개소가 설치되어 있으며, 교량받침 배치 현황은 다음과 같다.



받침장치 전경(면진받침)

받침장치 전경(포트받침)

<그림 2.2.11> 교량받침 전경

교량받침에 대한 외관조사결과 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, P9에서 무수축몰탈에서 무수축몰탈 파손이 신규 조사되었다.

교각 받침장치 (P9)
무수축몰탈 파손 (0.3 × 0.4)

<그림 2.2.12> 손상현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 금회 신규로 조사된 무수축몰탈 균열의 경우 기 점검시 누락된 것으로 사료되며, 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.2.8> 받침장치 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
받침장치	무수축몰탈 파손	㎡	0.12 / 1	단면보수

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.2.13> 교량받침 연단거리 측정

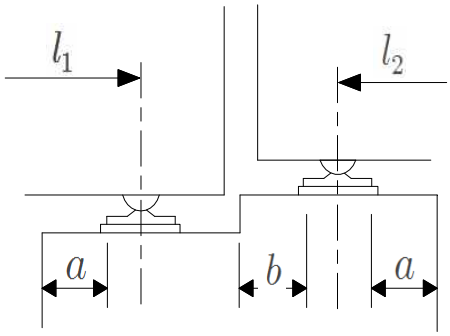
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.2.9> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	오송1교(T1)(A1~P10)
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 25㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.2.10> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
A1	A1측	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	51	양호	64	양호	-	-	-	-
P1	A1측	25.0	25.0	70	양호	68	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	68	양호	68	양호	-	-	-	-
P2	A1측	25.0	25.0	71	양호	72	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	72	양호	69	양호	-	-	-	-
P3	A1측	25.0	25.0	65	양호	67	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	-	-	-	-	37	양호	37	양호
P4	A1측	25.0	25.0	107	양호	106	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	107	양호	105	양호	-	-	-	-
P5	A1측	25.0	25.0	109	양호	108	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	107	양호	106	양호	-	-	-	-
P6	A1측	25.0	25.0	67	양호	66	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	-	-	-	-	68	양호	67	양호
P7	A1측	25.0	25.0	109	양호	109	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	110	양호	109	양호	-	-	-	-
P8	A1측	25.0	25.0	108	양호	110	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	109	양호	110	양호	-	-	-	-
P9	A1측	25.0	25.0	35	양호	36	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	-	-	-	-	35	양호	37	양호
P10	A1측	25.0	25.0	107	양호	106	양호	-	-	-	-
	A2측	25.0	25.0	108	양호	107	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.2.14> 교량받침 가동량 측정

<표 2.2.11> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = $\triangle T \times \alpha \times \ell$(신축거더 길이) $\triangle T$ = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.9℃(2017년 05월 25일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.95℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 50.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = $\triangle T \times \alpha \times L$

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 25일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.9℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.2.12> 교량받침 가동량 측정결과

구 분		측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
			동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
A1	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-22	68	112	90	O.K
	Sh2								-22	68	112		
P1	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-2	88	92	90	O.K
	Sh2								-3	87	93		
P2	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-5	85	95	90	O.K
	Sh2								-5	85	95		
P3	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-32	58	122	90	O.K
	Sh2								-32	58	122		
	Sh3								-50	40	140		
	Sh4								-50	40	140		
P4	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-16	84	116	100	O.K
	Sh2								-16	84	116		
P5	Sh1	고 정 단											
	Sh2												
P6	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-41	59	141	100	O.K
	Sh2								-45	55	145		
	Sh3								-50	50	150		
	Sh4								-50	50	150		
P7	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-36	64	136	100	O.K
	Sh2								-37	63	137		
P8	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-12	88	112	100	O.K
	Sh2								-12	88	112		
P9	Sh1	고 정 단											
	Sh2												
P10	Sh1	19.9	24.9	15.1	1.0×10-5	25.0	6.22	3.78	-35	65	136	100	O.K
	Sh2								-32	68	132		

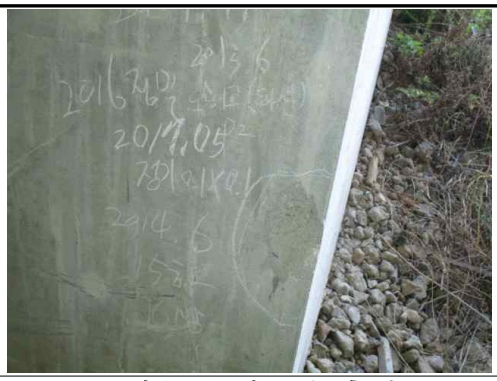
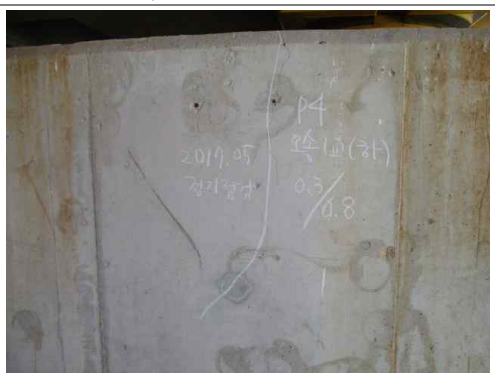
바. 하부구조(교대 및 교각)

교대 및 교각은 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량전체의 구조적 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서, 본 오송1교(T1)의 교대는 강관말뚝 기초에 중공형으로 시공되었으며, 교각은 PHC 말뚝기초에 T형(8기)과 π형(2기)의 두가지 형식으로 구성되어 있다.

교각 전경(T형)	교각 전경(π형)

<그림 2.2.15> 전경

외관조사결과 교대는 전회 점검 결과와 동일한 상태로 조사되었으며, 교각의 경우 일부 균열 및 망상균열, 누수흔적이 추가로 조사되었다.

	
교대(A1) 파손 (1.0 × 1.0)	교각(P2) 기둥부 측면 파손 (0.1 × 0.1)
	
교각(P9) 코핑부 배면 균열 (0.3 / 0.8)	교각(P3) 코핑부 측면 누수흔적 (1.5 × 2.0)

<그림 2.2.16> 손상현황

균열 및 망상균열은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단되며, 금회 추가 조사된 손상의 경우 신규 발생이 아닌 기 점검시 누락된 것으로 판단된다. 파손의 경우 외부충격으로 인하여 발생된 것으로, 금회 점검시에도 하부에서 공사가 진행중으로 하부구조의 추가적인 파손이 발생할 우려가 있어 지속적인 점검이 필요할 것으로 보인다. 전반적으로 구조물적인 영향을 미칠 손상은 조사되지 아니하였으며, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

<표 2.2.13> 교각 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교각	균열	폭 0.3㎜미만	m	13.80 / 15	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	2.50 / 3	주입보수
	망상균열		㎡	4.00 / 2	표면보수
	파손		㎡	0.92 / 6	단면보수
	균열부백태		m	0.80 / 1	표면보수
	누수오염, 누수흔적		㎡	3.45 / 2	표면보수

2.2.3 손상물량 집계

<표 2.2.14> 손상물량 집계표

구분	손상명	2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
		발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
교량 상부	덮개파손 및 설치불량	5	5.00	EA	11	11.00	EA	하자
	방음벽 변형	2	0.53	㎡	2	0.53	㎡	하자
바닥판하면 및 거더 내,외부	균열(폭0.3mm미만)	65	331.10	m	89	373.10	m	하자
	균열(폭0.3mm이상)	33	37.00	m	35	34.70	m	하자
	망상균열	7	18.85	㎡	8	21.85	㎡	하자
	백태	24	11.52	㎡	30	17.82	㎡	하자
	박락	1	0.04	㎡	2	0.18	㎡	하자
	파손	3	0.20	㎡	4	0.28	㎡	하자
	누수흔적			㎡	2	4.20	㎡	하자
	체수			㎡	1	14.00	㎡	하자
교각	균열(폭0.3mm미만)	2	4.80	m	15	13.80	m	하자
	균열(폭0.3mm이상)	1	0.60	m	3	2.50	m	하자
	망상균열	1	2.00	㎡	2	4.00	㎡	하자
	파손	6	0.92	㎡	6	0.92	㎡	하자
	균열부백태	1	0.80	m	1	0.80	m	하자
	누수오염, 누수흔적	1	0.45	㎡	2	3.45	㎡	하자
받침장치	무수축몰탈 파손				1	0.12	㎡	하자
배수시설	배수관 탈락 및 불량	2	2.00	EA	2	2.00	EA	하자

2.2.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 교량상부 난간, 연석부 등에 대한 외관조사결과, 전반적인 상태는 양호한 상태이며, 공동구의 덮개파손, 덮개 설치불량, 방음벽 변형 등의 손상이 조사되었다. • 덮개파손 및 덮개 설치불량의 경우 전차 점검에 비하여 일부 증가되었으며, 주로 외부충격 및 시공미흡에 의한 것으로 점검자 안전 및 추가 손상 방지를 위하여 보수가 필요하다.
배수시설	• 배수시설에 대한 점검 결과 대체로 양호한 것으로 조사되었으며, 거더 내부 배수관에서 국부적으로 배수관 탈락 및 불량이 발생되었다. • 장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 구조물 내구성 유지를 위하여 우기 도래 이전 해당 손상들에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
바닥판하면 및 PSC Box 거더	• 외관조사 결과, 바닥판하면 및 거더 외부의 경우 대체로 기 점검 결과와 유사하거나 균열, 백태 등이 일부 증가한 상태로 조사되었다. 거더 내부 및 격벽은 다수의 균열(0.3㎜미만 및 0.3㎜이상), 망상균열, 균열부백태 등이 조사되었고, 손상 물량이 일부 증가한 것으로 조사되었다. • 거더 및 바닥판의 균열부는 건조수축과 온도변화 등 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 백태의 경우 콘크리트 중의 가용성분이 상부구조 및 외부로부터 유입된 우수로 인하여 용해되어 표면에 백색으로 석출된 것으로 전차 점검과 비교시 큰 변동은 없는 것으로 확인되었다. 일부 추가 조사된 균열의 경우 기 점검시 조사가 누락된 사항 및 열차 통행에 따른 진동으로 인한 신규 발생된 사항이 혼재되어 있는 것으로 판단된다. 금회 조사에서 특별히 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 발견되지 않았으며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 외관조사결과, 신축이음 고무재 파손, 누수 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. • 현 상태 유지를 위한 지속적인 점검이 필요할 것으로 판단된다.

2.2.4 외관조사 결과(계속)

부 재 명	결과요약
받침장치	• 교량받침에 대한 외관조사결과 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, P9 Sh1에서 무수축몰탈에서 무수축몰탈 파손이 신규 조사되었다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 금회 신규로 조사된 무수축몰탈 균열의 경우 기 점검시 누락된 것으로 사료되며, 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
하부구조	• 외관조사결과 교대는 전회 점검 결과와 동일한 상태로 조사되었으며, 교각의 경우 일부 균열 및 망상균열, 누수흔적이 추가로 조사되었다. • 균열 및 망상균열은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단되며, 금회 추가 조사된 손상의 경우 신규 발생이 아닌 기 점검시 누락된 것으로 판단된다. 파손의 경우 외부충격으로 인하여 발생된 것으로, 금회 점검시에도 하부에서 공사가 진행중으로 하부구조의 추가적인 파손이 발생할 우려가 있어 지속적인 점검이 필요할 것으로 보인다. 전반적으로 구조물적인 영향을 미칠 손상은 조사되지 아니하였으며, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2.2.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 오송1교(하)의 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.2.15> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 26	

반발경도 작업사진

<그림 2.2.17> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 하부구조의 경우, 일본재료학회와 일본건축학회의 강도계산식 중 최소값을 적용, 상부구조의 경우 과학기술부 강도계산식을 적용하여 추정압축강도를 계산하였다.

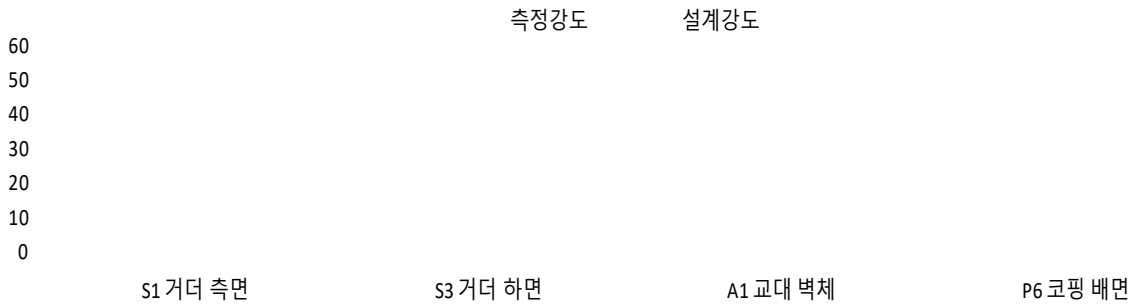
① 측정결과

<표 2.2.16> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분		설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
			재료학회식	건축학회식	과학기술부	추정 압축강도	
상부구조	S1 거더 측면	40.0	-	-	46.6	46.6	116.5
	S3 거더 하면	40.0	-	-	49.2	49.2	123.0
하부구조	A1 교대 벽체	27.0	27.5	28.5	-	27.5	101.9
	P6 코핑배면	27.0	27.4	28.4	-	27.4	101.5

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(상부구조 : 40MPa, 하부구조 : 27.0MPa)의 101.5%~123.0%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.



<그림 2.2.18> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도 이상을 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.2.18>기 점검결과와의 비교・분석

구 분		2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
		최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	상부구조	43.6	48.2	46.2	6개소	47.0	48.8	47.9	2개소	양호
	하부구조	28.3	31.6	29.5	6개소	27.8	30.3	29.1	2개소	양호

2.2.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태를 기준으로 상태평가를 실시하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.2.19> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	기로보	궤도부	배수	난간연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1[A1]	PSC BOX	b	c	x	a	a	a	a	a	b	q	x	x
S2[P1]	PSC BOX	b	c	x	a	a	b	x	a	a	q	x	x
S3[P2]	PSC BOX	a	c	x	a	a	b	x	a	b	q	x	x
S4[P3]	PSC BOX	a	b	x	a	a	b	a	a	c	q	x	x
S5[P4]	PSC BOX	a	b	x	a	a	b	x	a	c	q	x	x
S6[P5]	PSC BOX	a	b	x	a	a	b	x	a	b	q	x	x
S7[P6]	PSC BOX	a	b	x	a	c	b	a	a	b	q	x	x
S8[P7]	PSC BOX	a	b	x	a	a	b	x	a	b	q	x	x
S9[P8]	PSC BOX	a	c	x	a	a	a	x	a	b	q	x	x
S10[P9]	PSC BOX	a	b	x	a	a	b	a	a	a	q	x	x
S11[P10]	PSC BOX	a	b	x	a	c	b	x	a	b	q	x	x
C1	PSC BOX	-	-	-	-	-	-	a	a	a	q		x
평균		0.118	0.273	-	0.1	0.155	0.182	0.1	0.1	0.208	-	0	0
가중치		27	23	-	3	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합		0.031	0.061	-	0.003	0.005	0.004	0.009	0.009	0.04	-	0	0
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.161 B

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
평균		0.118	0.273	-	0.100	0.155	0.182	0.100	0.100	0.208	-	0.000	0.000
가중치		27	23	-	3	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합		0.031	0.061	-	0.003	0.005	0.004	0.009	0.009	0.040	-	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과		0.161 B											

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.161로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.2.19>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.147 / B등급	0.161 / B등급	

• 거더 및 교각 일부구간 보수로 인해 상태평가 지수는 하향되었고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태인 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송1교 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.147	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.2.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.2.20>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구분		손상물량			보수공법	우선순위
		단위	물량	개소		
교량 상부	덮개파손 및 설치불량	11	11.00	EA	재설치	3
바닥판하면 및 거더 내,외부	균열(폭0.3mm미만)	89	373.10	m	표면보수	3
	균열(폭0.3mm이상)	35	34.70	m	주입보수	2
	망상균열	8	21.85	㎡	표면보수	3
	백태	30	17.82	㎡	표면보수	3
	박락	2	0.18	㎡	단면보수	2
	파손	4	0.28	㎡	단면보수	2
	누수흔적	2	4.20	㎡	표면보수	3
	체수	1	14.00	㎡	배수관 정비	3
교각	균열(폭0.3mm미만)	15	13.80	m	표면보수	3
	균열(폭0.3mm이상)	3	2.50	m	주입보수	2
	망상균열	2	4.00	㎡	표면보수	3
	파손	6	0.92	㎡	단면보수	2
	균열부백태	1	0.80	m	표면보수	3
	누수오염, 누수흔적	2	3.45	㎡	표면보수	3
받침장치	무수축몰탈 파손	1	0.12	㎡	단면보수	2
배수시설	배수관 탈락 및 불량	2	2.00	EA	재설치	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.2.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.2.21> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 덮개 설치불량 및 파손 재설치 필요 • 덮개 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰, 방음벽 변형의 경우 주의관찰	
배수시설	• 배수관 탈락부위 배수관 재설치	
바닥판하면 및 거더	• 거더외부 측면 백태 손상 진전 확인 및 보수 • 거더내부 균열 및 균열부백태 표면보수 및 주입보수	
받침장치	• 받침 무수축몰탈 파손에 대한 단면보수 • 받침 콘크리트 및 무수축몰탈 신규손상 발생여부 확인	
교대 및 교각	• 교각 균열, 망상균열 표면, 주입보수 및 진전 여부 관찰 • 교각 누수흔적 손상 추가 발생 주의관찰	

2.2.9 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송1교(T1)은 충북 청원군 오송읍 봉산리(KPR -0K543 ~ -0K268)에 위치하며 지방도 연제길을 횡단하는 고속철도 교량으로서, 상부구조는 PSC Box Girder이며, 하부구조는 T형 교각 8기, π형 교각 2기로 구성되어 있으며, 총연장 275.0m, 폭4.2m~15.4m이며 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

오송1교(T1)에 대한 외관조사 결과, 교량 상부의 덮개파손, 덮개 설치불량, 방음벽 변형 등이 조사되었고, 상부구조의 경우 바닥판 하면과 거더에서 균열, 망상균열, 균열부백태 등이 조사되었으며, 받침 무수축몰탈 파손 등의 손상이 국부적으로 조사되었다. 하부구조에서는 건조수축 및 온도변화에 의한 균열과 망상균열, 파손 등의 비구조적 손상이 국부적으로 조사되었다. 대부분 기 점검에서 조사된 손상들이 큰 변동없이 조사된 것으로 확인되었으며, 기존 점검에서 일부 누락된 손상들이 금회 조사에서 신규로 조사되어 전체적인 손상물량은 경미하게 증가된 것으로 분석되었다.

상·하부구조에 발생된 균열 손상들은 콘크리트 재료특성 등에 기인한 건조수축 균열로 비구조적인 손상들로 판단되며, 기타 구조적으로 안전성에 문제가 될 만한 손상과 열차 안전운행에 지장을 줄 수 있는 손상은 발생하지 않은 상태이다. 다만 거더 내외부의 백태의 경우 상부구조에서 유입된 우수로 인하여 발생된 것으로, 손상부 표면처리 및 우수 유입 차단을 위한 유도배수관 설치 등의 적절한 보수조치가 필요할 것으로 판단된다. 전반적으로 조사된 손상들에 대해서는 제시된 보수방법에 따라 하자보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 열차의 안전운행과 교량의 내구성 및 사용성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.3 오송역(T2)

2.3.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송역(T2)의 상부는 RC-Rahmen 구조이며 하부는 다주식 라멘으로 원형 및 사각형 기둥으로 구성되어 있고, 총 연장 558.0m의 철도교량으로서 행정구역상 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송리 일원(KPR -0K268 ~ 0K290)에 위치하고 있다.

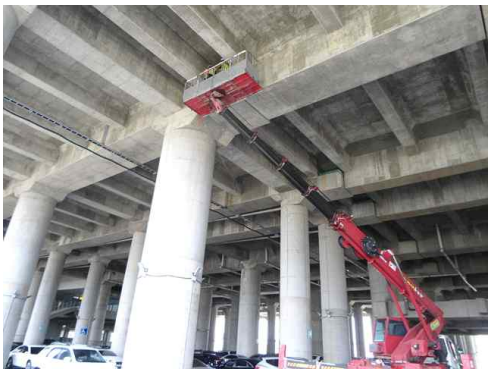
가.시설물 현황

<표 2.3.1> 오송역(T2) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송역(T2)	시설물번호		BR2014-0000307
준공년월		2013. 12. 21.	관리번호		-
위 치		충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송리 일원(KPR -0K268 ~ 0K290)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 558.0m (3@16×9+16×8)	곡선반경		직선
	폭	B = 20.6m	종단선형		-
구조형식	상부	RC-Rahmen	기초형식	교대	PHC 말뚝
	하부	다주식 라멘		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		충북선, 지방도 508호선	통과높이		4.5~10.0m이상

나. 전경

상부 전경



점검 현황

<그림 2.3.1> 전경

2.3.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

교량상면은 단선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 유지관리보도부, 연석부로 구성되어 있다.

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.3.2> 전경

궤도부와 방호벽, 연석에 대한 외관조사 결과, 외측 방호벽 및 보도부에 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 경미한 파손, 체수 등이 발생되어 있는 것으로 조사되었고, 구조물의 안전성과 열차의 안전운행에 영향을 미칠만한 구조적인 결함은 없는 것으로 확인되었다. 전차 점검과 비교 결과 손상의 일부 구간에 파손, 균열이 보수 되었으며, 보수상태는 양호한 것으로 확인되었다.

슬래브 상면(S7) 방호벽 파손 (0.3x0.3)	슬래브 상면(S31) 방호벽 균열 (0.1 / 1.5)

<그림 2.3.3> 손상현황

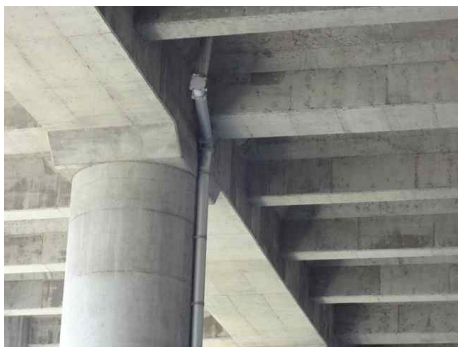
확인된 방호벽 파손, 균열 및 망상균열 등에 대하여는 지속적인 관찰 후 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 등의 적절한 조치가 요구된다.

<표 2.3.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교량상면	균열	폭 0.3㎜미만	m	20.0 / 15	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	2.2 / 2	주입보수
	망상균열		㎡	45.8 / 3	표면보수
	파손		㎡	0.49 / 3	단면보수
	체수		㎡	8.0 / 2	주의관찰

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 상면 도상부 우수를 집수관을 통해 집수한 후 기둥부 배수관으로 유도 배수시키는 형식으로 설치되어 있다.



배수관 전경

집수정 전경

<그림 2.3.4> 배수시설 전경

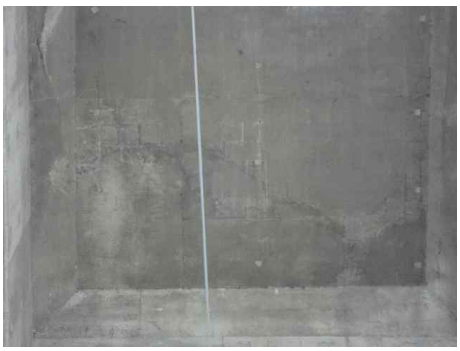
배수시설 상태 양호

<그림 2.3.5> 손상현황

배수관에 대한 외관조사결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

다. 바닥판하면

상부의 열차하중을 직접 지지하며 상부하중을 거더로 전달해 주는 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어 있으며, 고소점검차를 이용하여 근접한 후 1, 2방향 균열 및 백태, 누수 등의 손상을 중점적으로 조사하였다. 3@16.0m의 라멘상부 사이에는 16.0m의 게르버보를 두어 활하중에 의한 라멘의 거동을 원활하게 수용하고 상부하중을 지지하도록 구성되어 있으며, 라멘구조와 게르버보를 구분하여 조사하였다.

	
바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

<그림 2.3.6> 전경

바닥판 하면에 대한 외관조사결과, 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 균열부 백태, 백태, 표면오염 등의 손상이 조사되었다.

바닥판하면 (S26) 백태 (0.2x7.0)	바닥판하면 (S23) 균열부백태 (0.1x1.0)

<그림 2.3.7> 손상현황

기 점검과 비교시 손상 물량의 증가 및 진전은 없는 것으로 확인되었고, 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 필요하다.

<표 2.3.3> 바닥판하면 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	m	6.0 / 2	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	7.5 / 3	주입보수
	균열부 백태		m	23.0 / 6	표면보수
	백태		㎡	20.1 / 27	표면보수
	표면오염		㎡	0.09 / 1	표면보수

라. 거더 및 가로보

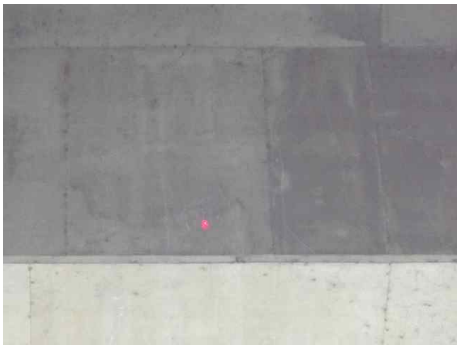
바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 분산시켜 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 3@16.0m의 Rahmen 구조로 시공되어 있다.

거더 전경

가로보 전경

<그림 2.3.8> 전경

외관조사결과 거더 및 가로보에서 발생된 손상들은 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열과 망상균열, 국부적인 백태 등이 조사되었다.

	
거더 (S4) 균열 (0.2 / 2.0)	거더 (S7) 망상균열 (2.0x2.5)

<그림 2.3.9> 손상현황

금회 일부 구간 균열이 보수 되었고, 보수 상태는 양호하다, 기 조사된 손상들의 발생규모는 경미하며, 기존 조사된 물량은 대부분이 동일한 상태로서 확인되었고, 손상부는 진전시 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요구된다.

<표 2.3.4> 거더 및 가로보 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
거더 및 가로보	균열	폭 0.3㎜미만	m	112.9 / 107	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	34.7 / 30	주입보수
	망상균열		㎡	62.6 / 14	표면보수
	백태		㎡	0.5 / 4	표면보수

마. 신축이음

본 교량의 신축이음은 「교체형 물받이 신축이음」이 설치되어 있으며, 교량 상부에는 강판덮개가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

신축이음 전경 (하부)	신축이음 전경 (하부)

<그림 2.3.10> 현황

외관조사결과, 물받이 구배불량에 의한 체수 및 하부 누수 등의 손상이 발생하지 않은 상태이며, 부재의 원활한 기능을 수행하고 있는 것으로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.3.11> 손상현황

점검 결과, 체수 및 물받이의 누수 발생은 없는 것으로 확인되었으며, 주기적인 유지관리를 실시한다면 부재의 원활한 기능발휘에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

■신축이음 유간거리 측정

신축이음 유간거리 측정 전경

<그림 2.3.12> 유간거리 측정

■ 계산 신축량 산정

<표 2.3.5> 신축이음 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서, $\triangle T$ = 온도변화(콘크리트교:-5.0℃~+35.0℃)

: 당해 지역의 과거 30년간 평균기온의 ±15.0°C를 적용함.

(콘크리트교) : 당해지역 최고온도 : 12.8°C+15.0°C = 27.8°C(청주기상청)⇒적용:35°C

(콘크리트교) : 당해지역 최저온도 : 12.8°C-15.0°C = -2.2°C(청주기상청)⇒적용:-5°C

◉ 현장조사(유간 측정) 당시 기온 : 19.2℃(2017년 05월 07일 일평균 기온)

◉ 계산 신축량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.2℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	16.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

◉ 신장 유간거리 산정

위치	측정시 온도 (℃)	온도변화(ΔT) 하절기 (℃)	선팽창 계수 (α)	신축 길이 (m)	계산 신장량(㎜) 하절기 (최대신장시)
C4	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C8	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C12	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C16	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C20	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53

■ 신축 유간거리 측정결과

신축 유간거리는 하절기 신장에 따른 유간 여유량에 대한 검토를 실시하였으며, 유간은 바닥판 하부와 거더측면에서 측정을 실시하였고, 여유량은 양호한 상태로 확인되었다.

<표 2.3.6> 신축 유간거리 측정결과

위 치	측정시 온도(℃)	온도변화(⊿T) 하절기	선팽창계수 (α)	지간장 (m)	계산 신장량 (㎜)	측정유간 (㎜)	비 고
C4	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	70	O.K
C8	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	65	O.K
C12	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	65	O.K
C16	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	65	O.K
C20	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	70	O.K

바. 받침장치

교량받침은 모두 게르버보 구간에 설치되어 있으며, 포트받침으로 21개소가 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

받침장치 전경

받침장치 전경

<그림 2.3.13> 교량받침 전경

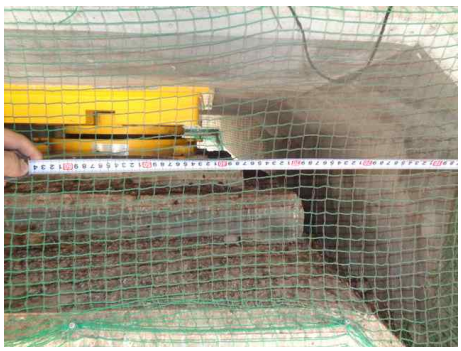
교량받침에 대한 외관조사결과, 도장손상에 의한 받침부식 및 받침콘크리트 손상 등이 없이 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

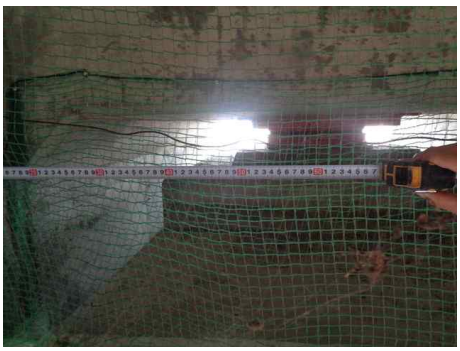
받침장치 상태 양호

<그림 2.3.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.

■교좌장치 연단거리 측정





연단거리 측정 전경

<그림 2.3.15> 교량받침 연단거리 측정

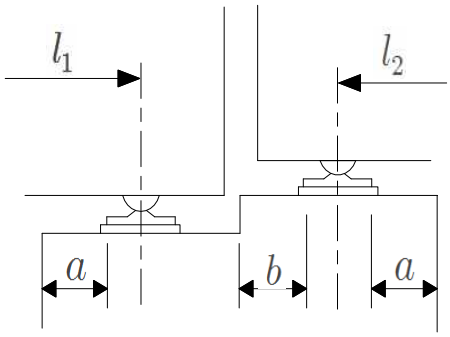
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.3.7> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.3.8> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (㎝)	Sh1		Sh2	
				측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가
C4	A2측	16.0	20.0	42.0	양호	45.0	양호
C5	A1측	16.0	20.0	45.0	양호	45.0	양호
C8	A2측	16.0	20.0	50.0	양호	48.0	양호
C9	A1측	16.0	20.0	50.0	양호	50.0	양호
C12	A2측	16.0	20.0	45.0	양호	50.0	양호
C13	A1측	16.0	20.0	50.0	양호	50.0	양호
C16	A2측	16.0	20.0	55.0	양호	50.0	양호
C17	A1측	16.0	20.0	50.0	양호	55.0	양호
C20	A2측	16.0	20.0	50.0	양호	50.0	양호
C21	A1측	16.0	20.0	55.0	양호	55.0	양호

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.3.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.3.9> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이) △T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.2℃(2017년 05월 07일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.2℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	16.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 7일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.2℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.3.10> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
C4	A1측	Sh1	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	10	60	40	50	O.K
		Sh2								14	36	64		
	A2측	Sh3, Sh4(고정단)												-
C8	A1측	Sh1, Sh2(고정단)												-
	A2측	Sh3	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	8	58	48	50	O.K
		Sh4								12	62	38		
C12	A1측	Sh1	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	12	62	38	50	O.K
		Sh2								14	36	64		
	A2측	Sh3, Sh4(고정단)												-
C16	A1측	Sh1, Sh2(고정단)												-
	A2측	Sh3	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	14	36	64	50	O.K
		Sh4								17	33	67		
C20	A1측	Sh1	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	12	62	38	50	O.K
		Sh2								12	62	38		
	A2측	Sh3, Sh4(고정단)												-

사. 하부구조

1) 라멘 기둥

상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량전체의 구조적 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서, 본 오송역(T2)의 라멘기둥은 원형(C2~C8, C21~C35) 및 사각형(C9~C20)으로 시공되어 있다.

교각 전경(C9)

교각 전경(C25)

<그림 2.3.17> 전경

기둥부에 대한 외관조사결과 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 경미한 파손 및 재료분리 등이 조사되었고, 전차 점검에 비해 손상의 증가는 미미한 것으로 조사되었다. 기초부는 모두 지중에 매설되어 있는 상태로서 부등침하에 의한 구체의 변위나 기타 구조적인 결함 등은 없는 것으로 확인되었다.

교각(C4) 전면 파손(0.1 x 0.1)	교각(C30) 배면 망상균열(1.5 x 2.0)

<그림 2.3.18> 손상현황

기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

<표 2.3.11> 라멘 기둥부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
라멘 기둥부	균열	폭 0.3㎜미만	m	166.1 / 97	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	31.8 / 11	주입보수
	망상균열		㎡	191.3 / 46	표면보수
	파손		㎡	0.14 / 4	단면보수
	재료분리		㎡	0.48 / 1	단면보수

2.3.3 손상물량 집계

<표 2.3.12> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
교면포장 및 난간, 연석부	균열	폭 0.3㎜미만	17	23.1	m	15	20.0	m	하자
		폭 0.3㎜이상	12	10.5	m	2	2.2	m	하자
	망상균열		3	45.8	㎡	3	45.8	㎡	하자
	파손		5	0.54	㎡	3	0.49	㎡	하자
	체수		2	8.0	㎡	2	8.0	㎡	하자
바닥판	균열	폭 0.3㎜미만	5	15.0	m	2	6.0	m	하자
		폭 0.3㎜이상	3	7.5	m	3	7.5	m	하자
	균열부 백태		6	23.0	m	6	23.0	m	하자
	백태		27	20.1	㎡	27	20.1	㎡	하자
	표면오염		1	0.09	㎡	1	0.09	㎡	하자
거더 및 가로보	균열	폭 0.3㎜미만	107	112.9	m	107	112.9	m	하자
		폭 0.3㎜이상	30	34.7	m	30	34.7	m	하자
	망상균열		14	62.6	㎡	14	62.6	㎡	하자
	백태		4	0.5	㎡	4	0.5	㎡	하자
라멘 기둥부	균열	폭 0.3㎜미만	97	166.1	m	97	166.1	m	하자
		폭 0.3㎜이상	11	31.8	m	11	31.8	m	하자
	망상균열		46	191.3	㎡	46	191.3	㎡	하자
	파손		4	0.14	㎡	4	0.14	㎡	하자
	재료분리		1	0.48	㎡	1	0.48	㎡	하자

2.3.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 궤도부와 방호벽, 연석에 대한 외관조사 결과, 외측 방호벽 및 보도부에 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 경미한 파손, 체수 등이 발생되어 있는 것으로 조사되었고, 구조물의 안전성과 열차의 안전운행에 영향을 미칠만한 구조적인 결함은 없는 것으로 확인되었다. 전차 점검과 비교 결과 손상의 일부 구간에 파손, 균열이 보수 되었으며, 보수상태는 양호한 것으로 확인되었다. • 확인된 방호벽 파손, 균열 및 망상균열 등에 대하여는 지속적인 관찰 후 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 등의 적절한 조치가 요구된다.
배수시설	• 배수관에 대한 외관조사결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.
바닥판하면	• 바닥판 하면에 대한 외관조사결과, 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 균열부 백태, 백태, 표면오염 등의 손상이 조사되었다. • 기 점검과 비교시 손상 물량의 증가 및 진전은 없는 것으로 확인되었고, 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 필요하다.
거더 및 가로보	• 외관조사결과 거더 및 가로보에서 발생된 손상들은 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열과 망상균열, 국부적인 백태 등이 조사되었다. • 금회 일부 구간 균열이 보수 되었고, 보수 상태는 양호하다, 기 조사된 손상들의 발생규모는 경미하며, 기존 조사된 물량은 대부분이 동일한 상태로서 확인되었고, 손상부는 진전시 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요구된다.
신축이음	• 외관조사결과, 물받이 구배불량에 의한 체수 및 하부 누수 등의 손상이 발생하지 않은 상태이며, 부재의 원활한 기능을 수행하고 있는 것으로 조사되었다. • 점검 결과, 체수 및 물받이의 누수 발생은 없는 것으로 확인되었으며, 주기적인 유지관리를 실시한다면 부재의 원활한 기능발휘에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
받침장치	• 교량받침에 대한 외관조사결과, 도장손상에 의한 받침부식 및 받침콘크리트 손상 등이 없이 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.
하부구조	• 기둥부에 대한 외관조사결과 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 경미한 파손 및 재료분리 등이 조사되었고, 전차 점검에 비해 손상의 증가는 미미한 것으로 조사되었다. 기초부는 모두 지중에 매설되어 있는 상태로서 부등침하에 의한 구체의 변위나 기타 구조적인 결함 등은 없는 것으로 확인되었다. • 기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2.3.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.3.13> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 17	

반발경도 작업사진

<그림 2.3.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

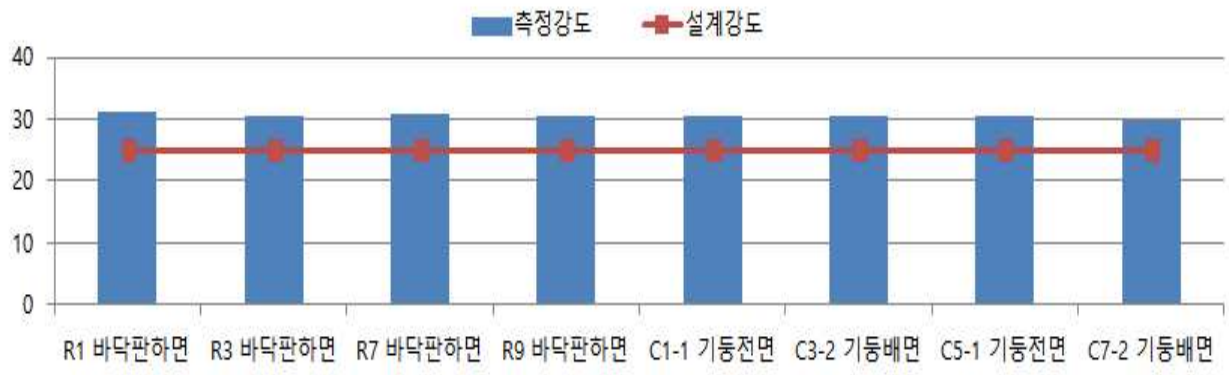
① 측정결과

<표 2.3.14> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
R1 바닥판하면	27.0	32.4	31.2	-	31.2	115.6
R3 바닥판하면	27.0	31.4	30.6	-	30.6	113.3
R7 바닥판하면	27.0	31.5	30.7	-	30.7	113.7
R9 바닥판하면	27.0	31.1	30.5	-	30.5	113.0
C1-1기둥전면	27.0	31.3	30.6	-	30.6	113.3
C3-2 기둥배면	27.0	31.1	30.5	-	30.5	113.0
C5-1 기둥전면	27.0	30.9	30.4	-	30.4	112.6
C7-2 기둥배면	27.0	29.8	29.8	-	29.8	110.4

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa)의 110.4%~115.6%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.



<그림 2.3.20> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.3.15>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	42.6	52.6	48.1	20개소	29.8	31.2	30.5	8개소	양호

2.3.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.3.16> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S1-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S2	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S2-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S3	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S3-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S4	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S4-1	Rahmen	b	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S5	Rahmen	b	b	b	N/A	a	c	a	a	a	Q	N/A	N/A
S5-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S6	Rahmen	c	b	c	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S6-1	Rahmen	a	b	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S7	Rahmen	b	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S7-1	Rahmen	a	a	b	N/A	a	b	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S8	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S8-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S9	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S9-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S10	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S10-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S11	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S11-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S12	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S12-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S13	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S13-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S25	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S25-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S26	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S26-1	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S27	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S27-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S28	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S28-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S29	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S29-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S30	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S30-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S31	Rahmen	b	c	c	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S31-1	Rahmen	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S32	Rahmen	a	c	b	N/A	a	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S32-1	Rahmen	a	c	a	N/A	c	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S33	Rahmen	a	c	c	N/A	a	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S33-1	Rahmen	a	c	a	N/A	a	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S34	Rahmen	a	c	c	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S34-1	Rahmen	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S35	Rahmen	a	c	c	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S35-1	Rahmen	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
C36	Rahmen	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	c	Q	N/A	N/A
C36-1	Rahmen	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	c	Q	N/A	N/A
평균		0.129	0.185	0.140	N/A	0.106	0.108	0.100	0.100	0.210	N/A	N/A	N/A
가중치		27	21	5	N/A	3	2	3	3	29	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/ 가중치합		0.035	0.039	0.007	N/A	0.003	0.002	0.003	0.003	0.061	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.153 B

“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.165로 산정되어 상태평가 결과는 “B”로 판정하였다.

<표 2.3.17>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.165 / B등급	0.153 / B등급	

• 방호벽 및 바닥판하면 일부구간 보수로 인해 상태평가 지수는 일부 하향되었고, 상태평가 등급은 동일 한 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T2)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.165	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 “B”로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.3.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.3.18>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
교면포장 및 난간, 연석부	균열	폭 0.3㎜미만	m	20.0	15	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	2.2	2	주입보수	2
	망상균열		㎡	45.8	3	표면보수	3
	파손		㎡	0.49	3	단면보수	3
바닥판	균열	폭 0.3㎜미만	m	6.0	2	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	7.5	3	주입보수	2
	균열부 백태		m	23.0	6	표면보수	2
	백태		㎡	20.1	27	표면보수	3
	표면오염		㎡	0.09	1	표면보수	3
거더 및 가로보	균열	폭 0.3㎜미만	m	112.9	107	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	34.7	30	주입보수	2
	망상균열		㎡	62.6	14	표면보수	3
	백태		㎡	0.5	4	표면보수	3
라멘 기둥부	균열	폭 0.3㎜미만	m	166.1	97	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	31.8	11	주입보수	2
	망상균열		㎡	191.3	46	표면보수	3
	파손		㎡	0.14	4	단면보수	3
	재료분리		㎡	0.48	1	단면보수	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.3.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.3.19> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽, 연석 균열 부위 진전 여부 관찰 • 방호벽, 연석 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면	• 바닥판하면 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 바닥판하면 백태 및 균열부백태 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 백태 부위 손상진전 및 추가손상 발생여부 관찰	
라멘 기둥부	• 기둥부 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 기둥부 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 기둥부 재료분리 진전 여부 관찰	

2.3.8 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송역(T2)는 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송리 일원(KPR - 0K268~0K290)에 위치하며 충북선(일반철도) 및 지방도 508호선을 횡단하는 고속철도 교량으로서, 상부는 RC-Rahmen 구조이며 하부는 다주식 라멘으로 원형 및 사각형 기둥으로 구성되어 있으며, 총 연장 558.0m, 폭 20.6m이며 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

1-1공구 오송역(T2)에 대한 외관조사 결과, 바닥판 하면과 거더 및 가로보, 하부구조에 건조수축 및 온도변화에 의한 국부적인 균열 및 망상균열, 백태, 균열부 백태, 방호벽 및 보도부 균열 등의 비구조적인 손상들이 발생되어 있는 것으로 조사되었다. 금회 조사시 일부 구간 표면처리, 단면보수 등의 보수가 시행되었으며, 보수 상태는 양호한 것으로 판단된다.

상·하부구조에 발생된 균열 손상들은 콘크리트 재료특성 등에 기인한 건조수축 균열로서 비구조적인 손상들로 판단되며, 기타 구조적으로 안전성에 문제가 될 만한 손상과 열차 안전운행에 지장을 줄 수 있는 손상은 발생하지 않은 상태로서, 일부 조사된 손상들에 대해서는 제시된 보수방법에 따라 하자담보기간 내 하자보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 열차의 안전운행과 교량의 내구성 및 사용성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.4 오송역(T1)

2.4.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송역(T1)의 상부는 RC-Rahmen 구조이며 하부는 다주식 라멘으로 원형 및 사각형 기둥으로 구성되어 있고, 총 연장 558.0m의 철도교량으로서 행정구역상 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송리 일원(KPR -0K268 ~ 0K290)에 위치하고 있다.

가.시설물 현황

<표 2.4.1> 오송역(T1) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송역(T1)	시설물번호		BR2014-0000307
준공년월		2013. 12. 21.	관리번호		-
위 치		충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송리 일원(KPR -0K268 ~ 0K290)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 558.0m (3@16×9+16×8)	곡선반경		직선
	폭	B = 20.6m	종단선형		-
구조형식	상부	RC-Rahmen	기초형식	교대	PHC 말뚝
	하부	다주식 라멘		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		충북선, 지방도 508호선	통과높이		4.5~10.0m이상

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.4.1> 전경

2.4.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

교량상면은 단선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 유지관리보도부, 연석부로 구성되어 있다.

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.4.2> 전경

궤도부와 외측 방호벽 및 보도부에 국부적인 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 체수 등이 발생되어 있는 것으로 조사되었고, 구조물의 안전성과 열차의 안전운행에 영향을 미칠 만한 구조적인 결함은 없는 것으로 조사되었다.

슬래브 상면(S3) 체수 (2.0x3.0)	슬래브 상면(S10) 방호벽 균열 (0.2 / 2.0)

<그림 2.4.3> 손상현황

금회 일부구간 균열 및 백태 보수가 실시 되었으며, 보수상태는 양호하다. 확인된 방호벽 균열에 대하여는 지속적인 관찰 후 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보를 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 조치가 요구된다.

<표 2.4.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교면포장 및 난간, 연석부	균열	폭 0.3㎜미만	m	20.5 / 11	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	12.7 / 7	주입보수
	체수		㎡	279.0 / 12	주의관찰

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 상면 도상부 우수를 집수관을 통해 집수한 후 기둥부 배수관으로 유도 배수시키는 형식으로 설치되어 있다.

배수관 전경

집수정 전경

<그림 2.4.4> 배수시설 전경

배수시설 상태 양호

<그림 2.4.5> 손상현황

배수관에 대한 외관조사결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

다. 바닥판하면

상부의 열차하중을 직접 지지하며 상부하중을 거더로 전달해 주는 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어 있으며, 고소점검차를 이용하여 근접한 후 1, 2방향 균열 및 백태, 누수 등의 손상을 중점적으로 조사하였다. 3@16.0m의 라멘상부 사이에는 16.0m의 게르버보를 두어 활하중에 의한 라멘의 거동을 원활하게 수용하고 상부하중을 지지하도록 구성되어 있으며, 라멘구조와 게르버보를 구분하여 조사하였다.

바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

<그림 2.4.6> 전경

바닥판 하면의 외관조사결과, 0.3㎜미만 균열 및 균열부 백태 및 백태, 누수·백태 등의 손상이 조사되었다.

바닥판하면 (S10) 백태 (0.3x10.0)	바닥판하면 (S11) 균열부백태 (0.1x1.0)

<그림 2.4.7> 손상현황

기 점검과 비교시 손상 물량의 증가 및 진전은 없는 것으로 확인되었고, 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 필요하다.

<표 2.4.3> 바닥판하면 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면	균열부 백태	m	13.7 / 7	표면보수
	백태	㎡	11.59 / 11	표면보수
	누수・백태	㎡	6.0 / 3	표면보수

라. 거더 및 가로보

바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 분산시켜 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 3@16.0m의 Rahmen 구조로 시공되어 있다.

거더 전경

가로보 전경

<그림 2.4.8> 전경

외관조사결과 거더 및 가로보의 손상은 0.3㎜미만의 국부적인 균열이 조사되었고, 기 손상들의 발생규모는 경미하며 진전 및 확대 없이 유지되고 있는 것으로 확인되었다.

거더 (S7) 균열 (0.2 / 2.0)

가로보 (CB9) 균열 (0.2 / 1.5)

<그림 2.4.9> 손상현황

기 조사된 손상들의 발생규모는 경미하며, 기존 조사된 물량은 대부분이 동일한 상태로서 확인되었고, 손상부는 진전시 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요구된다.

<표 2.4.4> 거더 및 가로보 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
거더 및 가로보	균열	폭 0.3㎜미만	m	25.5 / 20	표면보수

마. 신축이음

본 교량의 신축이음은 「교체형 물받이 신축이음」이 설치되어 있으며, 교량 상부에는 강판덮개가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

신축이음 전경 (상부)

신축이음 전경 (상부)

<그림 2.4.10> 현황

외관조사결과, 물받이 구배불량에 의한 체수 및 하부 누수 등의 손상이 발생하지 않은 상태이며, 부재의 원활한 기능을 수행하고 있는 것으로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.4.11> 손상현황

점검 결과, 체수 및 물받이의 누수 발생은 없는 것으로 확인되었으며, 주기적인 유지관리를 실시한다면 부재의 원활한 기능발휘에는 문제가 없을 것으로 판단된다

■신축이음 유간거리 측정

신축이음 유간거리 측정 전경

<그림 2.4.12> 유간거리 측정

■ 계산 신축량 산정

<표 2.4.5> 신축이음 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서, △T = 온도변화(콘크리트교:-5.0℃~+35.0℃)

: 당해 지역의 과거 30년간 평균기온의 ±15.0°C를 적용함.

(콘크리트교) : 당해지역 최고온도 : 12.8°C+15.0°C = 27.8°C(청주기상청)⇒적용:35°C

(콘크리트교) : 당해지역 최저온도 : 12.8°C-15.0°C = -2.2°C(청주기상청)⇒적용:-5°C

◉ 현장조사(유간 측정) 당시 기온 : 19.2℃(2017년 05월 07일 일평균 기온)

◉ 계산 신축량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.2℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	16.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

◉ 신장 유간거리 산정

위치	측정시 온도 (℃)	온도변화(ΔT) 하절기 (℃)	선팽창 계수 (α)	신축 길이 (m)	계산 신장량(㎜) 하절기 (최대신장시)
C4	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C8	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C12	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C16	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53
C20	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53

■ 신축 유간거리 측정결과

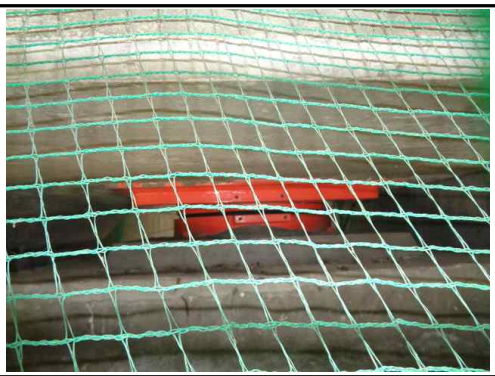
신축 유간거리는 하절기 신장에 따른 유간 여유량에 대한 검토를 실시하였으며, 유간은 바닥판 하부와 거더측면에서 측정을 실시하였고, 여유량은 양호한 상태로 확인되었다.

<표 2.4.6> 신축 유간거리 측정결과

위 치	측정시 온도(℃)	온도변화(⊿T) 하절기	선팽창계수 (α)	지간장 (m)	계산 신장량 (㎜)	측정유간 (㎜)	비 고
C4	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	65	O.K
C8	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	70	O.K
C12	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	70	O.K
C16	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	70	O.K
C20	19.2℃	15.8	1.0×10-5	16	2.53	65	O.K

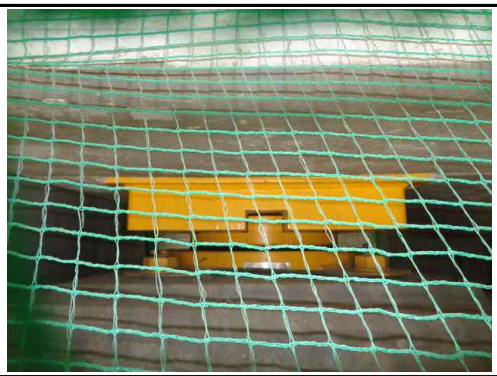
바. 받침장치

교량받침은 모두 게르버보 구간에 설치되어 있으며, 포트받침으로 21개소가 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

	
받침장치 전경	받침장치 전경

<그림 2.4.13> 교량받침 전경

교량받침에 대한 외관조사결과, 도장손상에 의한 받침부식 및 받침콘크리트 손상 등이 없이 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

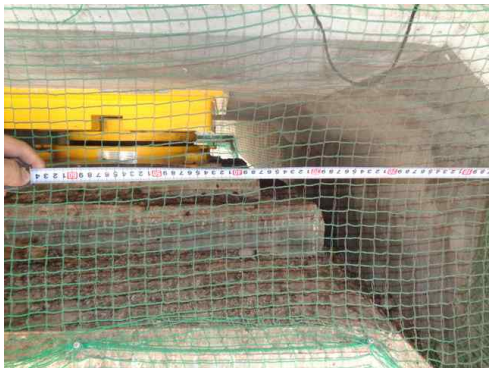


받침장치 상태 양호

<그림 2.4.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.

■교좌장치 연단거리 측정



연단거리 측정 전경

<그림 2.4.15> 교량받침 연단거리 측정

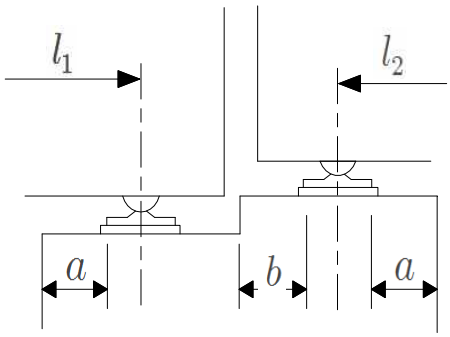
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.4.7> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



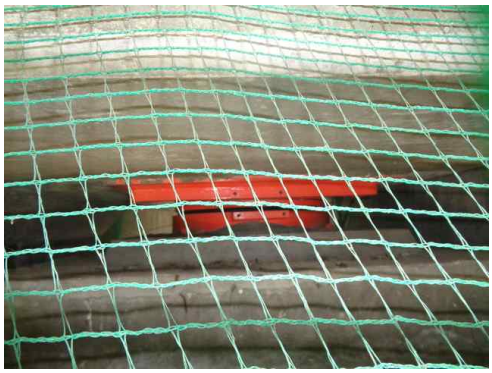
교량받침 연단거리 측정

<표 2.4.8> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (㎝)	Sh1		Sh2	
				측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가
C4	A2측	16.0	20.0	45.0	양호	48.0	양호
C5	A1측	16.0	20.0	45.0	양호	48.0	양호
C8	A2측	16.0	20.0	55.0	양호	48.0	양호
C9	A1측	16.0	20.0	52.0	양호	55.0	양호
C12	A2측	16.0	20.0	50.0	양호	55.0	양호
C13	A1측	16.0	20.0	50.0	양호	58.0	양호
C16	A2측	16.0	20.0	55.0	양호	60.0	양호
C17	A1측	16.0	20.0	55.0	양호	58.0	양호
C20	A2측	16.0	20.0	55.0	양호	58.0	양호
C21	A1측	16.0	20.0	55.0	양호	60.0	양호

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정



가동량 측정 전경

<그림 2.4.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.4.9> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이)

△T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃)

α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용)

◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.2℃(2017년 05월 07일 일평균 기온)

◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.2℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	16.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 7일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.2℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.4.10> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
C4	A1측	Sh1	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	10	60	40	50	O.K
		Sh2								13	37	63		
	A2측	Sh3, Sh4(고정단)												-
C8	A1측	Sh1, Sh2(고정단)												-
	A2측	Sh3	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	10	60	50	50	O.K
		Sh4								14	36	64		
C12	A1측	Sh1	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	20	70	30	50	O.K
		Sh2								24	74	26		
	A2측	Sh3, Sh4(고정단)												-
C16	A1측	Sh1, Sh2(고정단)												-
	A2측	Sh3	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	17	33	67	50	O.K
		Sh4								17	33	67		
C20	A1측	Sh1	19.2	24.2	15.8	1.0×10-5	16.0	3.87	2.53	14	36	64	50	O.K
		Sh2								17	33	67		
	A2측	Sh3, Sh4(고정단)												-

사. 하부구조

1) 라멘 기둥

상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량전체의 구조적 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서, 본 오송역(T1)의 라멘기둥은 원형(C2~C8, C21~C35) 및 사각형(C9~C20)으로 시공되어 있다.

교각 전경	교각 전경(P12)

<그림 2.4.17> 전경

기둥부에 대한 외관조사결과 0.3㎜미만, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 국부적인 파손 및 재료분리, 백태, 누수·오염 등이 조사되었고, 기초부는 모두 지중에 매설되어 있는 상태로서 부등침하에 의한 구체의 변위나 기타 구조적인 결함 등은 없는 것으로 확인되었다.

교각(P1) 전면 누수흔적 및 오염 (0.4 x 2.0)	교각(P8) 배면 균열 (0.1 / 2.0)

<그림 2.4.18> 손상현황

기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

<표 2.4.11> 라멘 기둥부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
라멘 기둥부	균열	폭 0.3㎜미만	m	115.0 / 76	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	4.0 / 2	주입보수
	망상균열		㎡	35.99 / 11	표면보수
	파손		㎡	0.16 / 3	단면보수
	재료분리		㎡	0.24 / 1	단면보수
	백태		㎡	8.5 / 3	표면보수
	누수・오염		㎡	11.9 / 4	표면보수

2.4.3 손상물량 집계

<표 2.4.12> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생 개소	손상물량	단위	발생 개소	손상물량	단위	
교면포장 및 난간, 연석부	균열	폭 0.3㎜미만	11	20.5	m	11	20.5	m	하자
		폭 0.3㎜이상	12	23.7	m	7	12.7	m	하자
	체수		12	279.0	㎡	12	279.0	㎡	하자
바닥판	균열부 백태		7	13.7	m	7	13.7	m	하자
	백태		11	11.59	㎡	11	11.59	㎡	하자
	누수・백태		3	6.0	㎡	3	6.0	㎡	하자
거더 및 가로보	균열	폭 0.3㎜미만	20	25.5	m	20	25.5	m	하자
라멘 기둥부	균열	폭 0.3㎜미만	76	115.0	m	76	115.0	m	하자
		폭 0.3㎜이상	2	4.0	m	2	4.0	m	하자
	망상균열		11	35.99	㎡	11	35.99	㎡	하자
	파손		3	0.16	㎡	3	0.16	㎡	하자
	재료분리		1	0.24	㎡	1	0.24	㎡	하자
	백태		3	8.5	㎡	3	8.5	㎡	하자
	누수・오염		4	11.9	㎡	4	11.9	㎡	하자

2.4.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 궤도부와 외측 방호벽 및 보도부에 국부적인 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열과 균열부 백태, 체수 등이 발생되어 있는 것으로 조사되었고, 구조물의 안전성과 열차의 안전운행에 영향을 미칠만한 구조적인 결함은 없는 것으로 조사되었다. • 금회 일부구간 균열 및 백태 보수가 실시 되었으며, 보수상태는 양호하다. 확인된 방호벽 균열에 대하여는 지속적인 관찰 후 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보를 위한 표면처리, 주입보수 등의 적절한 조치가 요구된다.
배수시설	• 배수관에 대한 외관조사결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.
바닥판하면	• 바닥판 하면의 외관조사결과, 0.3㎜미만 균열 및 균열부 백태 및 백태, 누수・백태 등의 손상이 조사되었다. • 기 점검과 비교시 손상 물량의 증가 및 진전은 없는 것으로 확인되었고, 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 필요하다.
거더 및 가로보	• 외관조사결과 거더 및 가로보의 손상은 0.3㎜미만의 국부적인 균열이 조사되었고, 기 손상들의 발생규모는 경미하며 진전 및 확대 없이 유지되고 있는 것으로 확인되었다. • 기 조사된 손상들의 발생규모는 경미하며, 기존 조사된 물량은 대부분이 동일한 상태로서 확인되었고, 손상부는 진전시 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요구된다.
신축이음	• 외관조사결과, 물받이 구배불량에 의한 체수 및 하부 누수 등의 손상이 발생하지 않은 상태이며, 부재의 원활한 기능을 수행하고 있는 것으로 조사되었다. • 점검 결과, 체수 및 물받이의 누수 발생은 없는 것으로 확인되었으며, 주기적인 유지관리를 실시한다면 부재의 원활한 기능발휘에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
받침장치	• 교량받침에 대한 외관조사결과, 도장손상에 의한 받침부식 및 받침콘크리트 손상 등이 없이 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.
하부구조	• 기둥부에 대한 외관조사결과 0.3㎜미만, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 국부적인 파손 및 재료분리, 백태, 누수・오염 등이 조사되었고, 기초부는 모두 지중에 매설되어 있는 상태로서 부등침하에 의한 구체의 변위나 기타 구조적인 결함 등은 없는 것으로 확인되었다. • 기 손상부는 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2.4.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.4.13> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 17	

반발경도 작업사진

<그림 2.4.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

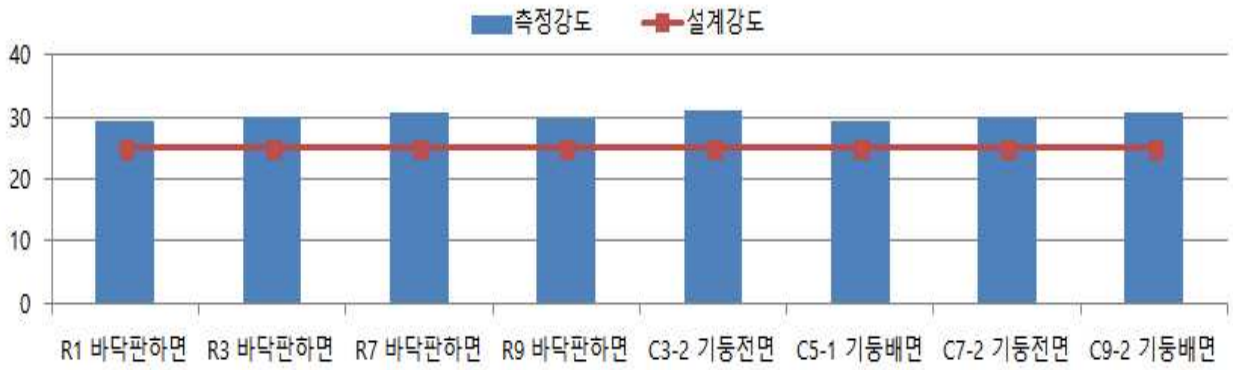
<표 2.4.14> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
R1 바닥판하면	27.0	29.4	29.5	-	29.4	108.9
R3 바닥판하면	27.0	30.4	30.1	-	30.1	111.5
R7 바닥판하면	27.0	31.8	30.9	-	30.9	114.4
R9 바닥판하면	27.0	29.9	29.8	-	29.8	110.4
C3-2 기둥배면	27.0	32.1	31.0	-	31.0	114.8
C5-1 기둥전면	27.0	29.2	29.4	-	29.2	108.1
C7-2 기둥배면	27.0	30.0	29.9	-	29.9	110.7
C9-2 기둥전면	27.0	31.5	30.7	-	30.7	113.7

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa)의 108.1%~114.8%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.4.20> 비파괴 강도시험 결과분석도



③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.4.15>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	27.4	31.4	29.4	20개소	29.4	30.9	30.1	8개소	양호

2.4.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.4.16> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	b	a	a	a	Q	N/A	N/A
S1-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S2	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S2-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S3	Rahmen	a	a	a	N/A	a	b	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S3-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S4	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S4-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S5	Rahmen	a	a	a	N/A	a	b	a	a	b	Q	N/A	N/A
S5-1	Rahmen	c	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S6	Rahmen	a	b	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S6-1	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S7	Rahmen	a	a	a	N/A	a	b	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S7-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S8	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S8-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S9	Rahmen	a	a	a	N/A	a	b	a	a	a	Q	N/A	N/A
S9-1	Rahmen	c	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S10	Rahmen	b	b	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S10-1	Rahmen	b	b	b	N/A	a	c	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S11	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S11-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S12	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S12-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S13	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S13-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S25	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S25-1	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S26	Rahmen	b	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S26-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S27	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S27-1	Rahmen	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S28	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S28-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S29	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S29-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S30	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S30-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S31	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S31-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S32	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S32-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S33	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S33-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S34	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S34-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S35	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S35-1	Rahmen	a	b	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
C36	Rahmen	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	b	Q	N/A	N/A
C36-1	Rahmen	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	a	a	b	Q	N/A	N/A
평균		0.125	0.146	0.106	N/A	0.100	0.117	0.100	0.100	0.158	N/A	N/A	N/A
가중치		27	21	5	N/A	3	2	3	3	29	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/ 가중치합		0.036	0.034	0.005	N/A	0.003	0.002	0.003	0.003	0.051	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.127 A

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.127로 산정되어 상태평가 결과는 "A"로 판정하였다.

<표 2.4.17>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.134 / B등급	0.127 / A등급	

• 방호벽 및 바닥판하면 일부구간 보수로 인해 상태평가 지수는 하향되었고, 상태평가 등급은 A등급으로 상향된 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	A
	0.127	A	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 “A”로, 안전등급은「문제점이 없는 최상의 상태」인 A등급으로 평가되었다.				

2.4.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.4.18>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
교면포장 및 난간, 연석부	균열	폭 0.3㎜미만	m	20.5	11	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	12.7	7	주입보수	2
	체수		㎡	279.0	12	주의관찰	3
바닥판	균열부 백태		m	13.7	7	표면보수	2
	백태		㎡	11.59	11	표면보수	3
	누수·백태		㎡	6.0	3	표면보수	3
거더 및 가로보	균열	폭 0.3㎜미만	m	25.5	20	표면보수	3
라멘 기둥부	균열	폭 0.3㎜미만	m	115.0	76	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	4.0	2	주입보수	2
	망상균열		㎡	35.99	11	표면보수	3
	파손		㎡	0.16	3	단면보수	2
	재료분리		㎡	0.24	1	단면보수	2
	백태		㎡	8.5	3	표면보수	3
	누수·오염		㎡	11.9	4	표면보수	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.4.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.4.19> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽, 연석 균열 부위 진전 여부 관찰	
바닥판하면	• 바닥판하면 균열부 백태 및 백태, 누수·백태 구간 손상 진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 균열, 망상균열 진전 여부 관찰	
라멘 기둥부	• 기둥부 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 기둥부 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 기둥부 재료분리 진전 여부 관찰	

2.4.9 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송역(T1)은 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송리 일원(KPR - 0K268~0K290)에 위치하며 충북선(일반철도) 및 지방도 508호선을 횡단하는 고속철도 교량으로서, 상부는 RC-Rahmen 구조이며 하부는 다주식 라멘으로 원형 및 사각형 기둥으로 구성되어 있으며, 총 연장 558.0m, 폭 20.6m이며 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

1-1공구 오송역(T1)에 대한 외관조사 결과, 바닥판 하면과 거더 및 가로보, 하부구조에 국부적인 건조수축 및 온도변화에 의한 균열과 망상균열, 균열부 백태, 백태, 방호벽 균열 등의 비구조적인 손상들이 발생되어 있는 것으로 조사되었고, 기 조사된 손상들의 손상규모 확대나 진전은 없는 것으로 확인되었다.

상・하부구조에 발생된 균열 손상들은 콘크리트 재료특성 등에 기인한 건조수축 균열로서 비구조적인 손상들로 판단되며, 기타 구조적으로 안전성에 문제가 될 만한 손상과 열차 안전운행에 지장을 줄 수 있는 손상은 발생하지 않은 상태로서, 일부 조사된 손상들에 대해서는 제시된 보수방법에 따라 하자담보기간 내 하자보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 열차의 안전운행과 교량의 내구성 및 사용성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.5 오송2교(T2)

2.5.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송2교(T2)의 상부구조는 PSC Box Girder+RC라멘 구조이며 하부구조 π형 교각 4기, 다주식 라멘교각 32개, 사각중공 교각 6기로 구성되어 있고, 총 연장 904.0m의 철도교량으로서 행정구역상 충청북도 청원군 오송읍 오송리 일원(KPR 0K290 ~ 1K194)에 위치하고 있다.

가.시설물 현황

<표 2.5.1> 오송2교(T2) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송2교(T2)	시설물번호		BR2014-0000309
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 오송읍 오송리 일원(KPR 0K290 ~ 1K194)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 904.0m (2@25×2+3@25×2+3@16×8+46+4@16+40×4)	곡선반경		직선
	폭	B = 9.0m~25.4m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder + RC-Rahmen	기초형식	교대	-
	하부	π형, 다주식 라멘, 사각중공		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침, 면진받침	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		도로횡단(국도 36호선)	통과높이		10m이상

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.5.1> 전경

2.5.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.5.2> 전경

노출된 도상콘크리트층(TCL)과 보호콘크리트층(PCL)에 대한 외관조사결과, 전반적인 상태는 양호한 상태이나, 일부구간 공동구의 덮개 파손, 보도부 망상균열, 방호벽 파손, 재료분리, 방수재 파손 및 방음벽 파손 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 방호벽 파손 및 재료분리는 외부 충격과 다짐부족에 따른 손상으로 판단되며 망상균열은 초기 건조수축 및 양생과정에 따른 손상으로 판단된다.

슬래브 상면(S6-1) 균열 (0.3 / 1.0)	슬래브 상면(S29) 덮개 파손

<그림 2.5.3> 손상현황

기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전유무 확인 및 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보차원의 표면보수, 단면보수 등의 적절한 조치가 요구된다.

<표 2.5.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교면포장 및 난간, 연석부	공동구	덮개파손	EA	13 / 13	덮개교체
		망상균열	㎡	120.0 / 6	표면보수
		파손, 재료분리	㎡	4.94 / 4	단면보수
		방수재 파손	㎡	0.04 / 1	재정비
	방호망 및 방음벽	방음벽 파손	㎡	0.07 / 3	재정비

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 상면 도상부 우수를 집수관을 통해 집수한 후 기둥부 배수관으로 유도 배수시키는 형식으로 설치되어 있다.

배수관 전경

집수정 전경

<그림 2.5.4> 배수시설 전경

하부 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나, 전반적으로 상·하부 고정철물(Hanger, 연결부 Band 등)의 누락 및 변형에 의한 흔들림, 볼트 누락 및 풀림 등의 기타손상은 확인되지 않았으며, 시공오류로 인한 배수관 탈락과 배수관 미설치가 조사되었다.

배수시설 (S6-1)
배수관 탈락

배수시설 (S6-1)
배수관 미설치

<그림 2.5.5> 손상현황

장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 배수관 및 거더 하부슬래브 배수공 막힘, 누수 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 필요할 것으로 판단되며, 기 손상부는 체수를 유발하고 있는 상태이므로 접합부에 대한 재설치 및 배수관 신설이 필요한 것으로 확인되었다.

<표 2.5.3> 배수시설 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
배수시설	배수관 탈락	EA	5 / 5	배수관 재설치 (접합부)
	배수관 미설치	EA	2 / 2	배수관 신설

다. 바닥판하면

상부의 열차하중을 직접 지지하며 상부하중을 거더로 전달해 주는 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어 있으며, 캔틸레버의 경우 고소점검차를 이용하여 근접한 후 1, 2방향 균열 및 백태, 누수 등의 손상을 중점적으로 조사하였다. PSCB 거더교는 상·하부슬래브와 복부가 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부슬래브는 콘크리트 바닥판으로, 복부와 하부슬래브는 PSC 거더로 구분하여 손상물량 및 상태평가를 수행하였다.

바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

<그림 2.5.6> 전경

바닥판하면의 외관조사결과 0.3㎜미만 균열 및 0.3㎜이상 균열, 균열부 백태, 마감불량, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다.

바닥판하면 (S5-1) 균열 (0.2 / 0.5)	바닥판하면 (S7-2) 균열 (0.1 / 5.0)

<그림 2.5.7> 손상현황

균열부는 건조수축과 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주기적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

<표 2.5.4> 바닥판하면 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	m	397.1 / 71	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	0.8 / 1	주입보수
	균열부 백태		m	6.3 / 9	표면보수
	마감불량		㎡	0.08 / 2	단면보수
	거푸집 미제거		EA	1 / 1	제거

라. 거더

바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 분산시켜 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 PSCB 거더와 RC거더로 시공되어 있다.

거더 전경

거더 전경

<그림 2.5.8> 전경

거더 내부에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 시공불량, 공동, 그레이팅 미설치, 백태, 이물질 퇴적, 재료분리, 체수 등의 손상이 조사되었고, 거더 외부는 0.3㎜미만 균열, 재료분리, 파손 등이 조사되었다. RC 거더에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 백태 등이 조사되었다.

거더외부 (S7-1)
재료분리 (1.0x2.0)

거더내부 (s7-2)
균열 (0.2 / 0.6)

<그림 2.5.9> 손상현황

금회 일부구간 보수가 되었고, 보수 상태는 양호한 상태이다. 기 손상부는 비구조적 균열로 판단되고 내부 체수는 배수관 탈락 및 미설치에 따라 발생된 상태이다. 기타 이물질 퇴적, 거푸집 미제거, 그레이팅 미설치 등은 시설물의 안전성과 내구성에 직접적인 영향을 미치지 않으나 균열들에 대한 보수와 더불어 구조물의 사용성 확보와 효율적인 유지관리를 위해 보수가 필요할 것으로 판단된다. RC 거더에 발생된 기 손상부는 상부 열차하중과 자중 등에 따른 구조적 균열이 아닌 건조수축 및 수화열에 따른 비구조적 균열로 판단되므로 적절한 보수를 실시하고 향후, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 확대를 관찰이 필요하다.

<표 2.5.5> 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	61.7 / 72	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	3.9 / 5	주입보수
	망상균열		㎡	1.5 / 1	표면보수
	시공불량		㎡	0.08 / 1	단면보수
	공동		㎡	0.01 / 1	단면보수
	그레이팅 미설치		EA	2 / 2	재설치
	백태		㎡	0.05 / 1	표면보수
	이물질 퇴적		㎡	3.5 / 2	청소
	재료분리		㎡	1.25 / 2	단면보수
	체수		㎡	100.0 / 2	주의관찰
거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	37.7 / 39	표면보수
	재료분리		㎡	11.77 / 11	단면보수
	파손		㎡	0.14 / 3	단면보수
RC 거더	균열	폭 0.3㎜미만	m	50.1 / 36	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	112.8 / 73	주입보수
	망상균열		㎡	3.8 / 1	표면보수

마. 신축이음

상부형식은 PSC BOX 거더와 RC 라멘 형식으로, 온도변화 및 건조수축 등으로 인한 상부구조의 신축에 효과적으로 대응하고 철도의 하중과 충격에 저항하여 교량의 기능을 유지시키기 위해 교량 Joint부에 「배수고무판 물받이 신축이음」이 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)

신축이음 전경 (하부)

<그림 2.5.10> 현황

외관조사결과, 신축이음부에 설치된 배수고무판 물받이의 이음부를 통한 누수가 발생된 것으로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.5.11> 손상현황

신축이음부는 누수 발생여부에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 필요할 것으로 판단되며, 교체 등의 조치가 요구된다.

<표 2.5.6> 신축이음 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
신축이음	신축이음 누수	m	3.0 / 1	교체

■신축이음 유간거리 측정

신축이음 유간거리 측정 전경

<그림 2.5.12> 유간거리 측정

■ 계산 신축량 산정

<표 2.5.7> 신축이음 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

여기서, △T = 온도변화(콘크리트교:-5.0℃~+35.0℃)

: 당해 지역의 과거 30년간 평균기온의 ±15.0°C를 적용함.

(콘크리트교) : 당해지역 최고온도 : 12.8°C+15.0°C = 27.8°C(청주기상청)⇒적용:35°C

(콘크리트교) : 당해지역 최저온도 : 12.8°C-15.0°C = -2.2°C(청주기상청)⇒적용:-5°C

◉ 현장조사(유간 측정) 당시 기온 : 21.5℃(2017년 05월 23일 일평균 기온)

◉ 계산 신축량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		21.5℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 40.0, 46.0. 48.0. 50.0. 64.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t = \triangle T \times \alpha \times L$

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

◉ 신장 유간거리 산정

위치	측정시 온도 (℃)	온도변화(ΔT) 하절기 (℃)	선팽창 계수 (α)	신축 길이 (m)	계산 신장량(㎜) 하절기 (최대신장시)
P12~P17	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	25	3.38
P20	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	50	6.75
P23~P45	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	48	6.48
P38	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	46	6.21
P49	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	64	8.64
P50~P52	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	40	5.40

■ 신축 유간거리 측정결과

신축 유간거리는 하절기 신장에 따른 유간 여유량에 대한 검토를 실시하였으며, 유간은 바닥판 하부와 거더측면에서 측정을 실시하였고, 여유량은 양호한 상태로 확인되었다.

<표 2.5.8> 신축 유간거리 측정결과

위 치	측정시 온도(℃)	온도변화(⊿T) 하절기	선팽창계수 (α)	지간장 (m)	계산 신장량 (㎜)	측정유간 (㎜)	비 고
P12	21.5	13.5	1.0×10-5	25	3.38	125	O.K
P14	21.5	13.5	1.0×10-5	25	3.38	104	O.K
P17	21.5	13.5	1.0×10-5	25	3.38	103	O.K
P20	21.5	13.5	1.0×10-5	50	6.75	115	O.K
P23	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	119	O.K
P26	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	115	O.K
P29	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	115	O.K
P32	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	115	O.K
P35	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	114	O.K
P38	21.5	13.5	1.0×10-5	46	6.21	114	O.K
P39	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	104	O.K
P42	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	114	O.K
P45	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	113	O.K
P49	21.5	13.5	1.0×10-5	64	8.64	128	O.K
P50	21.5	13.5	1.0×10-5	40	5.40	124	O.K
P51	21.5	13.5	1.0×10-5	40	5.40	129	O.K
P52	21.5	13.5	1.0×10-5	40	5.40	130	O.K

바. 받침장치

교량받침 구성은 포트받침이 106개소, 면진받침 16개소(P14~P17)가 설치되어 있으며, 교량받침 배치 현황은 다음과 같다.

받침장치 전경

받침장치 전경

<그림 2.5.13> 교량받침 전경

교량받침에 대한 외관조사결과 국부적인 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.5.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이며, 받침콘크리트 균열은 건조수축에 의해 발생된 균열로 판단되며 경미한 상태이고, 받침콘크리트 파손은 초기 시공불량에 따른 손상으로 판단되는 바, 표면처리, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 향후, 점검을 통해 손상의 진전 및 확대여부 관찰이 요구된다.

<표 2.5.9> 받침장치 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
받침장치	균열	폭 0.3㎜이하	m	0.5 / 2	표면보수
	받침콘크리트 파손		㎡	0.05 / 1	단면보수
	이물질 퇴적		㎡	4.0 / 1	청소

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.5.15> 교량받침 연단거리 측정

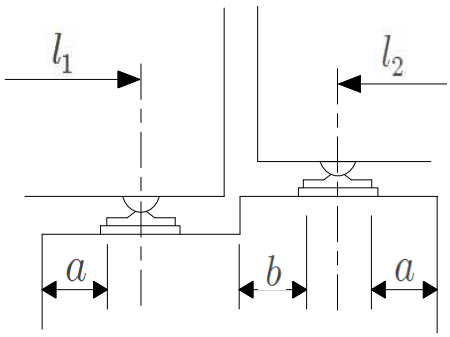
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.5.10> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.5.11> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (㎝)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가
P36(오송역)		25.0	25.0	45.0	양호	45.0	양호	48.0	양호	45.0	양호
P12	A1측	25.0	25.0	40.0	양호	46.0	양호	45.0	양호	45.0	양호
	A2측	25.0	25.0	50.0	양호	50.0	양호	48.0	양호	51.0	양호
P14	A1측	25.0	25.0	50.0	양호	50.0	양호	50.0	양호	50.0	양호
	A2측	25.0	25.0	50.0	양호	52.0	양호	50.0	양호	50.0	양호
P17	A1측	25.0	25.0	52.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	56.0	양호
	A2측	25.0	25.0	55.0	양호	56.0	양호	56.0	양호	55.0	양호
P20	A1측	25.0	25.0	55.0	양호	60.0	양호	60.0	양호	65.0	양호
	A2측	48.0	40.0	50.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P23	A1측	48.0	40.0	50.0	양호	52.0	양호	50.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	50.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P26	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P29	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-

<표 2.5.11> 연단거리 검토 결과 - 계속

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P32	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P35	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P38	A1측	48.0	40.0	55.	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	70.0	양호	72.0	양호	-	-	-	-
P39	A1측	48.0	40.0	75.0	양호	78.0	양호	-	-	-	-
	A2측	48.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P42	A1측	48.0	40.0	58.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
	A2측	48.0	40.0	60.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
P45	A1측	48.0	40.0	58.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
	A2측	64.0	40.0	70.0	양호	70.0	양호	-	-	-	-
P49	A1측	64.0	40.0	75.0	양호	70.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	60.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
P50	A1측	40.0	40.0	65.0	양호	68.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P51	A1측	40.0	40.0	65.0	양호	68.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P52	A1측	40.0	40.0	65.0	양호	68.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P1(오송고가)		40.0	40.0	65.0	양호	68.0	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.5.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.5.12> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이) △T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 21.5℃(2017년 05월 23일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		21.5℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 40.0, 46.0. 48.0. 50.0. 64.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 23일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 21.5℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.5.13> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
C36 (오송역)		Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-7	93	107	100	O.K
		Sh2								-7	93	107		
		Sh3								-5	95	105		
		Sh4								-8	92	108		
P12	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-37	63	137	100	O.K
		Sh2								-38	62	138		
		Sh3								-37	63	137		
		Sh4								-35	65	135		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-10	90	110	100	O.K
		Sh2								-10	90	110		
		Sh3								-12	88	112		
		Sh4								-10	90	110		
P14	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-14	86	114	100	O.K
		Sh2								-13	87	113		
		Sh3								-6	94	106		
		Sh4								-5	95	105		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	12.5	3.31	1.69	-15	85	115	100	O.K
		Sh2								-17	83	117		
		Sh3								-17	83	117		
		Sh4								-19	81	119		
P17	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	12.5	3.31	1.69	-19	81	119	100	O.K
		Sh2								-20	80	120		
		Sh3								-20	80	120		
		Sh4								-18	82	118		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-13	87	113	100	O.K
		Sh2								-13	87	113		
		Sh3								-9	91	109		
		Sh4								-7	93	107		
P20	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	50.0	13.25	6.75	-11	89	111	100	O.K
		Sh2								-10	90	110		
		Sh3								-11	89	111		
		Sh4								-10	90	110		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	9	109	91	100	O.K
		Sh2								17	117	83		
		Sh3								17	117	83		
P23	A1측	고 정 단												
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-7	93	107	100	O.K
		Sh2								-5	95	105		
		Sh3								-8	92	108		

<표 2.5.13> 교량받침 가동량 측정결과 - 계속

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P26	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	1	101	99	100	O.K
		Sh2								0	100	100		
		Sh3								0	100	100		
	A2측	고 정 단												
P29	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	-8	92	108	100	O.K
		Sh2								-9	91	109		
		Sh3								-10	90	110		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	13	113	87	100	O.K
		Sh2								15	115	85		
		Sh3								14	114	86		
P32	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-3	97	103	100	O.K
		Sh2								-4	96	104		
		Sh3								-3	97	103		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	10	110	90	100	O.K
		Sh2								8	108	92		
		Sh3								10	110	90		
P35	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-13	87	113	100	O.K
		Sh2								-9	91	109		
		Sh3								-10	90	110		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	17	117	83	100	O.K
		Sh2								17	117	83		
		Sh3								17	117	83		
P38	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-13	87	113	100	O.K
		Sh2								-12	88	112		
		Sh3								-13	87	113		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	46.0	9.89	6.21	19	119	81	100	O.K
		Sh2								20	120	80		
P39	A1측	Sh1	고 정 단											
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-11	89	111	100	O.K
		Sh2								-10	90	110		
P42	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	0	100	100	100	O.K
		Sh2								-2	98	102		
	A2측	고 정 단												
P45	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48				100	O.K
		Sh2												
	A2측	고 정 단												

<표 2.5.13> 교량받침 가동량 측정결과 - 계속

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P49	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	64.0	16.96	8.64	-10	90	110	100	O.K
		Sh2								-13	87	113		
	A2측	고 정 단												
P50	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-16	84	116	100	O.K
		Sh2								-20	80	120		
	A2측	고 정 단												
P51	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-18	82	118	100	O.K
		Sh2								-16	84	116		
	A2측	고 정 단												
P52	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-20	80	120	100	O.K
		Sh2								-20	80	120		
	A2측	고 정 단												
P1 (오송 고가)	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-17	83	117	100	O.K
		Sh2								-15	85	115		
	A2측	고 정 단												

사. 하부구조

1) 라멘 기둥

교각은 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량전체의 구조적 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서, 본 오송2교(T2)의 교각은 π형 교각 4기, 다주식 라멘교각 32기, 사각중공 교각 6기가 시공되어 있다.

교각 전경

교각 전경

<그림 2.5.17> 전경

외관조사결과 교각은 0.3㎜미만 균열 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 누수 및 오염, 백태, 재료분리, 파손, 마감불량, 기초 이격, 이물질 매입, 배수관 물받이 미시공 등이 조사되었다.

교각(P20) 전면
균열 (0.2 / 1.8)

교각(P8) 배면
망상균열 (0.8 x 1.2)

<그림 2.5.18> 손상현황

금회 일부구간 균열 보수가 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하다. 기 손상부는 균열손상은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단되며, 파손과 재료분리 등의 손상은 외부 충격과 다짐부족에 따른 손상으로 구조물에 영향을 미칠 만큼의 손상은 아니라고 판단되므로, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

<표 2.5.14> 교각 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교각	균열	폭 0.3㎜미만	m	248.7 / 141	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	121.0 / 43	주입보수
	망상균열		㎡	270.66 / 38	표면보수
	누수,오염		㎡	11.7 / 3	표면보수
	백태		㎡	2.04 / 2	표면보수
	재료분리		㎡	20.75 / 33	단면보수
	파손		㎡	8.38 / 13	단면보수
	마감불량		㎡	4.75 / 7	단면보수
	기초 이격		m	19.2 / 1	충전보수
	이물질 매입		㎡	0.01 / 1	제거

2.5.3 손상물량 집계

<표 2.5.15> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생개소	손상물량	단위	발생개소	손상물량	단위	
교면포장 및 난간, 연석부	공동구	덮개파손	13	13	EA	13	13	EA	하자
		망상균열	6	120.0	㎡	6	120.0	㎡	하자
		파손, 재료분리	4	4.94	㎡	4	4.94	㎡	하자
		방수재 파손	1	0.04	㎡	1	0.04	㎡	하자
	방호망 및 방음벽	방음벽 파손	2	0.06	㎡	2	0.06	㎡	하자
배수시설	배수관 탈락		5	5	EA	5	5	EA	하자
	배수관 미설치		2	2	EA	2	2	EA	하자
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	71	397.1	m	71	397.1	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	0.8	m	1	0.8	m	하자
	균열부 백태		9	6.3	m	9	6.3	m	하자
	마감불량		2	0.08	㎡	2	0.08	㎡	하자
	거푸집 미제거		1	1	EA	1	1	EA	하자
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	72	61.7	m	72	61.7	m	하자
		폭 0.3㎜이상	5	3.9	m	5	3.9	m	하자
	망상균열		1	1.5	㎡	1	1.5	㎡	하자
	시공불량		1	0.08	㎡	1	0.08	㎡	하자
	공동		1	0.01	㎡	1	0.01	㎡	하자
	그레이팅 미설치		2	2	EA	2	2	EA	하자
	백태		1	0.05	㎡	1	0.05	㎡	하자
	이물질 퇴적		2	3.5	㎡	2	3.5	㎡	하자
	재료분리		2	1.25	㎡	2	1.25	㎡	하자
	체수		2	100.0	㎡	2	100.0	㎡	하자

<표 2.5.15> 손상물량 집계표 - 계속

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	39	37.7	m	39	37.7	m	하자
	재료분리		11	11.77	㎡	11	11.77	㎡	하자
	파손		3	0.14	㎡	3	0.14	㎡	하자
RC거더	균열	폭 0.3㎜미만	43	59.0	m	36	50.1	m	하자
		폭 0.3㎜이상	90	133.7	m	73	112.8	m	하자
	망상균열		17	79.7	㎡	1	3.8	㎡	하자
	백태		4	0.54	-	-	-	-	-
신축이음	누수		1	3.0	m	1	3.0	m	하자
받침장치	균열	폭 0.3㎜이하	2	0.5	m	2	0.5	m	하자
	받침콘크리트 파손		1	0.05	㎡	1	0.05	㎡	하자
	이물질 퇴적		1	4.0	㎡	1	4.0	㎡	하자
교각	균열	폭 0.3㎜미만	164	294.0	m	141	248.7	m	하자
		폭 0.3㎜이상	43	121.0	m	43	121.0	m	하자
	망상균열		59	323.36	㎡	38	270.66	㎡	하자
	누수,오염		3	11.7	㎡	3	11.7	㎡	하자
	백태		2	2.04	㎡	2	2.04	㎡	하자
	배수관 물받이 미시공		5	5	-	-	-	-	-
	재료분리		34	21.75	㎡	33	20.75	㎡	하자
	파손		36	68.6	㎡	13	8.38	㎡	하자
	마감불량		7	4.75	㎡	7	4.75	㎡	하자
	기초 이격		1	19.2	m	1	19.2	m	하자
	이물질 매입		2	0.02	㎡	1	0.01	㎡	하자

2.5.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 일부구간 공동구의 덮개 파손, 보도부 망상균열, 방호벽 파손, 재료분리, 방수재 파손 및 방음벽 파손 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 방호벽 파손 및 재료분리는 외부 충격과 다짐부족에 따른 손상으로 판단되며 망상균열은 초기 건조수축 및 양생과정에 따른 손상으로 판단된다. • 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전유무 확인 및 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보차원의 표면보수, 단면보수 등의 적절한 조치가 요구된다.
배수시설	• 하부 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나, 전반적으로 상·하부 고정철물(Hanger, 연결부 Band 등)의 누락 및 변형에 의한 흔들림, 볼트 누락 및 풀림 등의 기타손상은 확인되지 않았으며, 시공오류로 인한 배수관 탈락과 배수관 미설치가 조사되었다. • 장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 배수관 및 거더 하부슬래브 배수공 막힘, 누수 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 필요할 것으로 판단되며, 기 손상부는 체수를 유발하고 있는 상태이므로 접합부에 대한 재설치 및 배수관 신설이 필요한 것으로 확인되었다.
바닥판하면	• 바닥판하면의 외관조사결과 0.3㎜미만 균열 및 0.3㎜이상 균열, 균열부 백태, 마감불량, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다. • 균열부는 건조수축과 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주기적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
거더	• 거더 내부에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 시공불량, 공동, 그레이팅 미설치, 백태, 이물질 퇴적, 재료분리, 체수 등의 손상이 조사되었고, 거더 외부는 0.3㎜미만 균열, 재료분리, 파손 등이 조사되었다. RC 거더에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 백태 등이 조사되었다. • 금회 일부구간 보수가 되었고, 보수 상태는 양호한 상태이다. 기 손상부는 비구조적 균열로 판단되고 내부 체수는 배수관 탈락 및 미설치에 따라 발생된 상태이다. 기타 이물질 퇴적, 거푸집 미제거, 그레이팅 미설치 등은 시설물의 안전성과 내구성에 직접적인 영향을 미치지 않으나 균열들에 대한 보수와 더불어 구조물의 사용성 확보와 효율적인 유지관리를 위해 보수가 필요할 것으로 판단된다. RC 거더에 발생된 기 손상부는 상부 열차하중과 자중 등에 따른 구조적 균열이 아닌 건조수축 및 수화열에 따른 비구조적 균열로 판단되므로 적절한 보수를 실시하고 향후, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 확대를 관찰이 필요하다.

2.5.4 외관조사 결과(계속)

부 재 명	결과요약
신축이음	• 외관조사결과, 신축이음부에 설치된 배수고무판 물받이의 이음부를 통한 누수가 발생된 것으로 조사되었다. • 신축이음부는 누수 발생여부에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 필요할 것으로 판단되며, 교체 등의 조치가 요구된다.
받침장치	• 교량받침에 대한 외관조사결과 국부적인 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이며, 받침콘크리트 균열은 건조수축에 의해 발생된 균열로 판단되며 경미한 상태이고, 받침콘크리트 파손은 초기 시공불량에 따른 손상으로 판단되는 바, 표면처리, 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하고 향후, 점검을 통해 손상의 진전 및 확대여부 관찰이 요구된다.
하부구조	• 외관조사결과 교각은 0.3㎜미만 균열 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 누수 및 오염, 백태, 재료분리, 파손, 마감불량, 기초 이격, 이물질 매입, 배수관 물받이 미시공 등이 조사되었다. • 금회 일부구간 균열 보수가 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하다. 기 손상부는 균열손상은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단되며, 파손과 재료분리 등의 손상은 외부 충격과 다짐부족에 따른 손상으로 구조물에 영향을 미칠 만큼의 손상은 아니라고 판단되므로, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2.5.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.5.16> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 23	

반발경도 작업사진

<그림 2.5.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

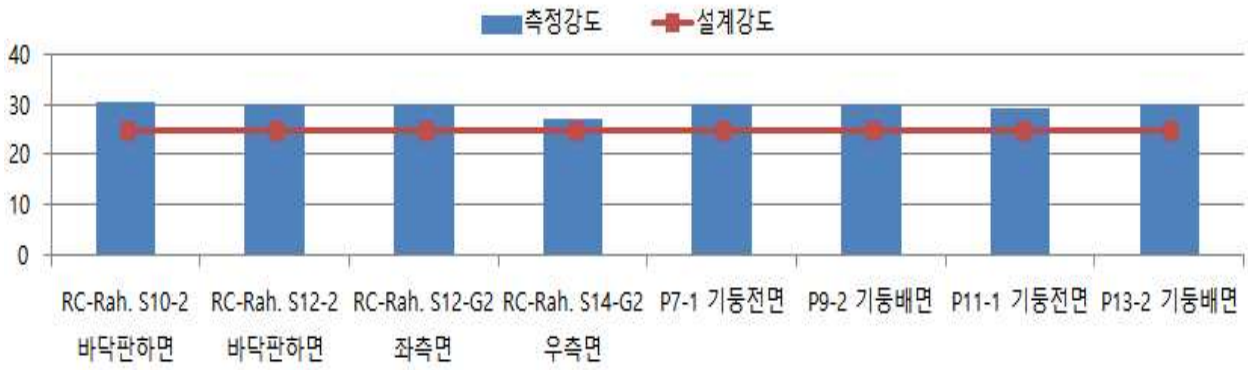
<표 2.5.17> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
RC-Rah. S10-2 바닥판하면	27.0	31.2	30.5	-	30.5	113.0
RC-Rah. S12-2 바닥판하면	27.0	30.8	30.3	-	30.3	112.2
RC-Rah. S12-G2 좌측면	27.0	30.5	30.1	-	30.1	111.5
RC-Rah. S14-G2 우측면	27.0	27.3	28.3	-	27.3	101.1
P7-1 기둥전면	27.0	30.4	30.1	-	30.1	111.5
P9-2 기둥배면	27.0	30.7	30.3	-	30.3	112.2
P11-1 기둥전면	27.0	29.5	29.6	-	29.5	109.3
P13-2 기둥배면	27.0	30.4	30.1	-	30.1	111.5

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa)의 101.1%~113.0%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.5.20> 비파괴 강도시험 결과분석도



③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.5.18>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	27.7	32.8	30.5	19개소	27.3	30.5	29.8	8개소	양호

2.5.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.5.19> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S5-1	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S5-2	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S6-1	PSC Box	b	b	N/A	N/A	c	a	N/A	a	c	Q	N/A	N/A
S6-2	PSC Box	c	b	N/A	N/A	c	a	c	c	c	Q	N/A	N/A
S7-1	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	a	N/A	a	c	Q	N/A	N/A
S7-2	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	a	N/A	a	b	Q	N/A	N/A
S7-3	PSC Box	b	b	N/A	N/A	c	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S8-1	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	a	N/A	a	b	Q	N/A	N/A
S8-2	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	a	N/A	a	c	Q	N/A	N/A
S8-3	PSC Box	a	b	N/A	N/A	a	c	a	a	b	Q	N/A	N/A
S15	PSC Box	b	b	N/A	N/A	c	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S19	PSC Box	b	b	N/A	N/A	c	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S20	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	c	a	a	a	Q	N/A	N/A
S21	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S22	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	b	N/A	N/A	N/A	Q	N/A	N/A
평균		0.167	0.200	N/A	N/A	0.200	0.147	0.133	0.121	0.271	N/A	N/A	N/A
가중치		27	23	N/A	N/A	3	2	9	9	20	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/ 가중치합		0.045	0.046	N/A	N/A	0.006	0.003	0.012	0.011	0.054	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.177 B

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S9-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S9-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S9-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S10-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S10-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S10-3	PSC Box	a	c	b	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S11-1	PSC Box	a	c	b	N/A	a	b	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S11-2	PSC Box	a	b	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S11-3	PSC Box	a	c	b	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S12-1	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S12-2	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S12-3	PSC Box	b	a	b	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S13-1	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S13-2	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S13-3	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S14-1	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S14-2	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S14-3	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S16-1	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S16-2	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S16-3	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S17-1	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S17-2	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S17-3	PSC Box	b	a	b	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S18-1	PSC Box	a	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S18-2	PSC Box	a	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S18-3	PSC Box	b	c	b	N/A	a	a	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S18-4	PSC Box	a	c	b	N/A	a	c	a	a	c	Q	N/A	N/A
평균		0.157	0.371	0.182	N/A	0.100	0.118	0.100	0.100	0.164	N/A	N/A	N/A
가중치		27	21	5	N/A	3	2	3	3	29	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/ 가중치합		0.042	0.078	0.009	N/A	0.003	0.002	0.003	0.003	0.048	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과		0.189 B											

구조형식	환산 결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
PSC BOX	0.177	B	456	0.504	0.095
라멘	0.189	B	448	0.496	0.097
합계(Σ)			904	1.000	0.192
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과					0.183 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.127로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.5.20>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.192 / B등급	0.183 / B등급	

• 거더 및 교각 일부구간 보수로 인해 상태평가 지수는 하향되었고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태인 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.183	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.5.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.5.21>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
교면포장 및 난간, 연석부	공동구	덮개파손	EA	13	13	덮개교체	3
		망상균열	㎡	120.0	6	표면보수	3
		파손, 재료분리	㎡	4.94	4	단면보수	2
		방수재 파손	㎡	0.04	1	재정비	3
	방호망 및 방음벽	방음벽 파손	㎡	0.06	2	재정비	3
배수시설	배수관 탈락		EA	5	5	배수관 재설치 (접합부)	2
	배수관 미설치		EA	2	2	배수관 신설	2
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	m	397.1	71	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	0.8	1	주입보수	2
	균열부 백태		m	6.3	9	표면보수	3
	마감불량		㎡	0.08	2	단면보수	2
	거푸집 미제거		EA	1	1	제거	3
거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	61.7	72	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	3.9	5	주입보수	2
	망상균열		㎡	1.5	1	표면보수	3
	시공불량		㎡	0.08	1	단면보수	2
	공동		㎡	0.01	1	단면보수	2
	그레이팅 미설치		EA	2	2	재설치	3
	백태		㎡	0.05	1	표면보수	3
	이물질 퇴적		㎡	3.5	2	청소	3
	재료분리		㎡	1.25	2	단면보수	2
	체수		㎡	100.0	2	주의관찰	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

<표 2.5.21>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위 - 계속

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
거더 외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	37.7	39	표면보수	3
	재료분리		㎡	11.77	11	단면보수	2
	파손		㎡	0.14	3	단면보수	2
RC 거더	균열	폭 0.3㎜미만	m	50.1	36	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	112.8	73	주입보수	2
	망상균열		㎡	3.8	1	표면보수	3
신축이음	누수		m	3.0	1	교체	3
받침장치	균열	폭 0.3㎜이하	m	0.5	2	표면보수	3
	받침콘크리트 파손		㎡	0.05	1	단면보수	2
	이물질 퇴적		㎡	4.0	1	청소	3
교각	균열	폭 0.3㎜미만	m	248.7	141	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	121.0	43	주입보수	2
	망상균열		㎡	270.66	38	표면보수	3
	누수,오염		㎡	11.7	3	표면보수	3
	백태		㎡	2.04	2	표면보수	3
	재료분리		㎡	20.75	33	단면보수	2
	파손		㎡	8.38	13	단면보수	2
	마감불량		㎡	4.75	7	단면보수	2
	기초 이격		m	19.2	1	충전보수	3
	이물질 매입		㎡	0.01	1	제거	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.5.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.5.22> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열 부위 진전 여부 관찰 • 방호벽 파손, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
배수시설	• 배수시설 배수관 탈락 구간 누수 여부 관찰 • 배수시설 배수관 미설치 구간 누수 여부 관찰	
바닥판하면	• 바닥판하면 균열 진전 여부 관찰	
거더	• 거더 균열 및 망상균열 진전 여부 관찰 • 거더 재료분리, 파손 백태 구간 손상진전 및 추가손상 발생여부 관찰	
교각	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.5.9 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송2교(T2)는 충청북도 청원군 오송읍 오송리에 위치하며 국도 36호선을 횡단하는 고속철도 교량으로서, 상부 PSC Box Girder+RC 라멘, π형 교각 4기, 다주식 라멘교각 32기, 사각중공 교각 6기로 구성된 연장 904.0m, 폭 9.0~25.4m, 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

1-1공구 오송2교(T2)에 대한 외관조사 결과, 바닥판 하면과 PSCB 거더 내·외부 및 격벽에 건조수축 및 온도변화에 의한 균열, 망상균열, 균열부 백태, 이물질 퇴적, 파손, 재료분리, RC 거더 균열, 망상균열, 백태, 교각 균열, 망상균열, 재료분리, 파손, 기초 이격, 배수관 탈락, 배수관 미설치, 공동구 덮개 파손, 방음벽 파손 등의 비구조적인 손상들이 발생되어 있는 것으로 조사되었다. 기 손상부는 진전이나 규모가 확대된 손상은 없으며, 금회 하부구조 및 거더 일부 균열 및 파손 보수가 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하다.

상·하부구조에 발생된 균열 손상들은 콘크리트 재료특성 등에 기인한 건조수축 균열로 비구조적인 손상들로 판단되며, 기타 구조적으로 안전성에 문제가 될 만한 손상과 열차 안전운행에 지장을 줄 수 있는 손상은 발생하지 않은 상태로서, 일부 조사된 손상들에 대해서는 제시된 보수방법에 따라 하자보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 열차의 안전운행과 교량의 내구성 및 사용성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.6 오송2교(T1)

2.6.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송2교(T1)의 상부구조는 PSC Box Girder+RC라멘 구조이며 하부구조 π형 교각 4기, 다주식 라멘교각 32개, 사각중공 교각 6기로 구성되어 있고, 총 연장 904.0m의 철도교량으로서 행정구역상 충청북도 청원군 오송읍 오송리 일원(KPR 0K290 ~ 1K194)에 위치하고 있다.

가.시설물 현황

<표 2.6.1> 오송2교(T1) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송2교(T1)	시설물번호		BR2014-0000309
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 오송읍 오송리 일원(KPR 0K290 ~ 1K194)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 904.0m (2@25×2+3@25×2+3@16×8+46+4@16+40×4)	곡선반경		직선
	폭	B = 9.0m~25.4m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder + RC-Rahmen	기초형식	교대	-
	하부	π형, 다주식 라멘, 사각중공		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침, 면진받침	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		도로횡단(국도 36호선)	통과높이		10m이상

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.6.1> 전경

2.6.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.6.2> 전경

노출된 도상콘크리트층(TCL)과 보호콘크리트층(PCL)에 대한 외관조사결과, 보도부 0.3㎜미만 균열, 공동구의 덮개 파손, 보도부 망상균열, 파손, 재료분리, 긁힘, 지주 파손, 방호망 체결불량 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다.

슬래브 상면(S5-2) 덮개파손	슬래브 상면(S7-2) 균열 (0.2 / 1.0)

<그림 2.6.3> 손상현황

금회 일부구간 망상균열 및 균열 보수가 실시 되었고, 보수 상태는 양호하다. 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전유무 확인 및 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보차원의 표면보수, 단면보수 등의 적절한 조치가 요구된다.

<표 2.6.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용			단위	수량 / 개소	조치방안
교면포장 및 난간, 연석부	공동구	균열	폭 0.3㎜ 미만	m	11.8 / 14	표면보수
		덮개손상		EA	22 / 22	덮개교체
		재료분리		㎡	0.2 / 1	단면보수
		망상균열		㎡	288.0 / 12	표면보수
		파손		㎡	0.06 / 1	단면보수
		지주 파손		㎡	0.16 / 1	재정비
	방호망 및 방음벽	방음벽 파손		EA	8 / 8	재정비

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 상면 도상부 우수를 집수관을 통해 집수한 후 기둥부 배수관으로 유도 배수시키는 형식으로 설치되어 있다.

배수관 전경

배수구 전경

<그림 2.6.4> 배수시설 전경

하부 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나, 거더 내부의 배수관 탈락 및 이격, 교각 배수관 누수 등이 조사되었고 체수를 유발하고 있는 상태이므로 접합부에 대한 재설치가 필요한 것으로 확인되었다.

배수시설 (S6)
배수관 이격

배수시설 (S7)
배수관 이격

<그림 2.6.5> 손상현황

장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 배수관 및 거더 하부슬래브 배수공 막힘, 누수 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.6.3> 배수시설 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
배수시설	배수관 탈락, 이격	EA	4 / 4	배수관 재설치 (접합부)
	배수관 누수	EA	1 / 1	배수관 재설치 (접합부)

다. 바닥판하면

상부의 열차하중을 직접 지지하며 상부하중을 거더로 전달해 주는 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어 있으며, 캔틸레버의 경우 고소점검차를 이용하여 근접한 후 1, 2방향 균열 및 백태, 누수 등의 손상을 중점적으로 조사하였다. PSCB 거더교는 상·하부슬래브와 복부가 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부슬래브는 콘크리트 바닥판으로, 복부와 하부슬래브는 PSC 거더로 구분하여 손상물량 및 상태평가를 수행하였다.

바닥판하면 전경	바닥판하면 전경

<그림 2.6.6> 전경

바닥판하면의 외관조사결과 외관조사결과 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 균열부 백태, 마감불량, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다.

바닥판하면 (S5-1) 균열 (0.2 / 15.0)	바닥판하면 (S7-2) 재료분리 (1.0 x 1.0)

<그림 2.6.7> 손상현황

균열부는 건조수축과 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주기적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

<표 2.6.4> 바닥판하면 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	m	752.3 / 69	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	4.0 / 3	주입보수
	균열부 백태		m	2.0 / 1	표면보수
	망상균열		㎡	360.0 / 3	표면보수
	재료분리		㎡	1.0 / 1	단면보수
	거푸집 미제거		EA	1 / 1	제거

라. 거더

바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 분산시켜 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 PSCB 거더와 RC거더로 시공되어 있다.

거더 전경

거더 전경

<그림 2.6.8> 전경

거더 내부에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 시공불량, 그레이팅 미설치, 등의 손상이 조사되었고, 거더 외부는 0.3㎜미만 및 0.3mm이상 균열, 재료분리, 거푸집 미제거 등이 조사되었다. RC 거더에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 재료분리, 파손 등이 조사되었다.

거더외부 (S6-1)
재료분리 (0.3 x 0.3)

거더내부 격벽 (S6, CB2)
균열 (0.2 / 0.5)

<그림 2.6.9> 손상현황

금회 일부구간 균열 및 파손 보수가 되었고, 보수 상태는 양호한 상태이다. 기 손상부는 비구조적 균열로 판단되고, 기타 이물질 퇴적, 거푸집 미제거, 그레이팅 미설치 등은 시설물의 안전성과 내구성에 직접적인 영향을 미치지 않으나 균열들에 대한 보수와 더불어 구조물의 사용성 확보와 효율적인 유지관리를 위해 보수가 필요할 것으로 판단된다. RC 거더에 발생된 기 손상부는 상부 열차하중과 자중 등에 따른 구조적 균열이 아닌 건조수축 및 수화열에 따른 비구조적 균열로 판단되므로 적절한 보수를 실시하고 향후, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 확대를 관찰이 필요하다.

<표 2.6.5> 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	83.7 / 76	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	7.4 / 9	주입보수
	시공불량		㎡	0.18 / 1	단면보수
	그레이팅 미설치		EA	2 / 2	재설치
거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	41.3 / 34	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	0.8 / 1	주입보수
	재료분리		㎡	19.94 / 10	단면보수
	이물질 퇴적		㎡	0.25 / 1	청소
	거푸집 미제거		EA	1 / 1	제거
	물끊기홈 미설치		m	2.0 / 1	재설치
RC 거더	균열	폭 0.3㎜이상	m	7.7 / 5	주입보수
	망상균열		㎡	15.15 / 1	표면보수

마. 신축이음

상부형식은 PSC BOX 거더와 RC 라멘 형식으로, 온도변화 및 건조수축 등으로 인한 상부구조의 신축에 효과적으로 대응하고 철도의 하중과 충격에 저항하여 교량의 기능을 유지시키기 위해 교량 Joint부에 「배수고무판 물받이 신축이음」이 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)

신축이음 전경 (하부)

<그림 2.6.10> 현황

외관조사결과, 신축이음부는 누수, 이물질 퇴적 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.6.11> 손상현황

■신축이음 유간거리 측정

신축이음 유간거리 측정 전경

<그림 2.6.12> 유간거리 측정

■ 계산 신축량 산정

<표 2.6.6> 신축이음 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

여기서, △T = 온도변화(콘크리트교:-5.0℃~+35.0℃)

: 당해 지역의 과거 30년간 평균기온의 ±15.0°C를 적용함.

(콘크리트교) : 당해지역 최고온도 : 12.8°C+15.0°C = 27.8°C(청주기상청)⇒적용:35°C

(콘크리트교) : 당해지역 최저온도 : 12.8°C-15.0°C = -2.2°C(청주기상청)⇒적용:-5°C

◉ 현장조사(유간 측정) 당시 기온 : 21.5℃(2017년 05월 23일 일평균 기온)

◉ 계산 신축량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		21.5℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 40.0, 46.0. 48.0. 50.0. 64.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

◉ 신장 유간거리 산정

위치	측정시 온도 (℃)	온도변화(ΔT) 하절기 (℃)	선팽창 계수 (α)	신축 길이 (m)	계산 신장량(㎜) 하절기 (최대신장시)
P12~P17	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	25	3.38
P20	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	50	6.75
P23~P45	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	48	6.48
P38	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	46	6.21
P49	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	64	8.64
P50~P52	21.5℃	13.5℃	1.0×10-5	40	5.40

■ 신축 유간거리 측정결과

신축 유간거리는 하절기 신장에 따른 유간 여유량에 대한 검토를 실시하였으며, 유간은 바닥판 하부와 거더측면에서 측정을 실시하였고, 여유량은 양호한 상태로 확인되었다.

<표 2.6.7> 신축 유간거리 측정결과

위 치	측정시 온도(℃)	온도변화(⊿T) 하절기	선팽창계수 (α)	지간장 (m)	계산 신장량 (㎜)	측정유간 (㎜)	비 고
P12	21.5	13.5	1.0×10-5	25	3.38	125	O.K
P14	21.5	13.5	1.0×10-5	25	3.38	109	O.K
P17	21.5	13.5	1.0×10-5	25	3.38	108	O.K
P20	21.5	13.5	1.0×10-5	50	6.75	115	O.K
P23	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	114	O.K
P26	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	115	O.K
P29	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	115	O.K
P32	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	115	O.K
P35	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	114	O.K
P38	21.5	13.5	1.0×10-5	46	6.21	114	O.K
P39	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	114	O.K
P42	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	114	O.K
P45	21.5	13.5	1.0×10-5	48	6.48	113	O.K
P49	21.5	13.5	1.0×10-5	64	8.64	133	O.K
P50	21.5	13.5	1.0×10-5	40	5.40	129	O.K
P51	21.5	13.5	1.0×10-5	40	5.40	129	O.K
P52	21.5	13.5	1.0×10-5	40	5.40	130	O.K

바. 받침장치

교량받침 구성은 포트받침이 106개소, 면진받침 16개소(P14~P17)가 설치되어 있으며, 교량받침 배치 현황은 다음과 같다.

받침장치 전경

받침장치 전경

<그림 2.6.13> 교량받침 전경

교량받침에 대한 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이고 받침콘크리트에 백태가 조사되었다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.6.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.

<표 2.6.8> 받침장치 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
받침장치	백태	㎡	0.06 / 1	표면보수

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.6.15> 교량받침 연단거리 측정

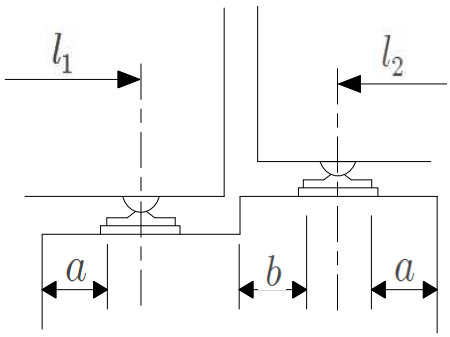
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.6.9> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.6.10> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (㎝)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가
P36(오송역)		25.0	25.0	48.0	양호	45.0	양호	45.0	양호	45.0	양호
P12	A1측	25.0	25.0	45.0	양호	46.0	양호	45.0	양호	45.0	양호
	A2측	25.0	25.0	50.0	양호	50.0	양호	50.0	양호	50.0	양호
P14	A1측	25.0	25.0	52.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호
	A2측	25.0	25.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	53.0	양호
P17	A1측	25.0	25.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호
	A2측	25.0	25.0	58.0	양호	60.0	양호	58.0	양호	58.0	양호
P20	A1측	25.0	25.0	58.0	양호	58.0	양호	60.0	양호	58.0	양호
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P23	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
P26	A1측	48.0	40.0	58.0	양호	58.0	양호	60.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	60.0	양호	60.0	양호	60.0	양호	-	-
P29	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-

<표 2.6.11> 연단거리 검토 결과 - 계속

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P32	A1측	48.0	40.0	55.0	양호	55.0	양호	55.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	56.0	양호	58.0	양호	58.0	양호	-	-
P35	A1측	48.0	40.0	58.0	양호	60.0	양호	60.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	55.0	양호	58.0	양호	58.0	양호	-	-
P38	A1측	48.0	40.0	58.0	양호	56.0	양호	56.0	양호	-	-
	A2측	48.0	40.0	75.0	양호	72.0	양호	-	-	-	-
P39	A1측	48.0	40.0	75.0	양호	75.0	양호	-	-	-	-
	A2측	48.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P42	A1측	48.0	40.0	60.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
	A2측	48.0	40.0	60.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
P45	A1측	48.0	40.0	60.0	양호	60.0	양호	-	-	-	-
	A2측	64.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P49	A1측	64.0	40.0	70.0	양호	70.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P50	A1측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P51	A1측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P52	A1측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	65.0	양호	65.0	양호	-	-	-	-
P1(오송고가)		40.0	40.0	75.0	양호	70.0	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.6.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.6.12> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이) △T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 21.5℃(2017년 05월 23일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		21.5℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 40.0, 46.0. 48.0. 50.0. 64.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 23일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 21.5℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.6.13> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
C36 (오송역)		Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-5	95	105	100	O.K
		Sh2								-1	99	101		
		Sh3								-2	98	102		
		Sh4								0	100	100		
P12	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-4	96	104	100	O.K
		Sh2								-3	97	103		
		Sh3								-4	96	104		
		Sh4								-5	95	105		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-6	94	106	100	O.K
		Sh2								-6	94	106		
		Sh3								-6	94	106		
		Sh4								-6	94	106		
P14	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-35	65	135	100	O.K
		Sh2								-32	68	132		
		Sh3								-31	69	131		
		Sh4								-31	69	131		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	12.6	3.31	1.69	11	111	89	100	O.K
		Sh2								10	110	90		
		Sh3								13	113	87		
		Sh4								15	115	85		
P17	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	12.6	3.31	1.69	-14	86	114	100	O.K
		Sh2								-13	87	113		
		Sh3								-10	90	110		
		Sh4								-13	87	113		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	25.0	6.63	3.38	-16	84	116	100	O.K
		Sh2								-16	84	116		
		Sh3								-16	84	116		
		Sh4								-16	84	116		
P20	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	50.0	13.25	6.75	-19	81	119	100	O.K
		Sh2								-22	78	122		
		Sh3								-18	82	118		
		Sh4								-16	84	116		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	7	107	93	100	O.K
		Sh2								11	111	89		
		Sh3								10	110	90		
P23	A1측	고 정 단												
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-7	93	107	100	O.K
		Sh2								-11	89	111		
		Sh3								-10	90	110		

<표 2.6.13> 교량받침 가동량 측정결과 - 계속

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P26	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-3	97	103	100	O.K
		Sh2								0	100	100		
		Sh3								-1	99	101		
	A2측	고 정 단												
P29	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	-6	94	106	100	O.K
		Sh2								-11	89	111		
		Sh3								-14	86	114		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	18	118	82	100	O.K
		Sh2								18	118	82		
		Sh3								22	122	78		
P32	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-8	92	108	100	O.K
		Sh2								-10	90	110		
		Sh3								-11	89	111		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	11	111	89	100	O.K
		Sh2								15	115	85		
		Sh3								14	114	86		
P35	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-15	85	115	100	O.K
		Sh2								-15	85	115		
		Sh3								-15	85	115		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	19	119	81	100	O.K
		Sh2								19	119	81		
		Sh3								16	116	84		
P38	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-16	84	116	100	O.K
		Sh2								-12	88	112		
		Sh3								-17	83	117		
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	46.0	9.89	6.21	14	114	86	100	O.K
		Sh2								12	112	88		
P39	A1측	Sh1	고 정 단											
	A2측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	24.0	6.36	3.96	-13	87	113	100	O.K
		Sh2								-14	86	114		
P42	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	1	101	99	100	O.K
		Sh2								6	106	94		
	A2측	고 정 단												
P45	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	48.0	12.72	6.48	-14	86	114	100	O.K
		Sh2								-15	85	115		
	A2측	고 정 단												

<표 2.6.13> 교량받침 가동량 측정결과 - 계속

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P49	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	64.0	16.96	8.64	-20	80	120	100	O.K
		Sh2								-21	79	121		
	A2측	고 정 단												
P50	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-21	79	121	100	O.K
		Sh2								-21	79	121		
	A2측	고 정 단												
P51	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-24	76	124	100	O.K
		Sh2								-26	74	126		
	A2측	고 정 단												
P52	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-22	78	122	100	O.K
		Sh2								-22	78	122		
	A2측	고 정 단												
P1 (오송 고가)	A1측	Sh1	21.5	26.5	13.5	1.0×10-5	40.0	10.60	5.40	-16	84	116	100	O.K
		Sh2								-16	84	116		
	A2측	고 정 단												

사. 하부구조

1) 라멘 기둥

교각은 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량전체의 구조적 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재로서, 본 오송2교(T1)의 교각은 π형 교각 4기, 다주식 라멘교각 32기, 사각중공 교각 6기가 시공되어 있다.

교각 전경

교각 전경

<그림 2.6.17> 전경

외관조사결과 교각은 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 이물질 퇴적, 재료분리 및 파손, 기초 이격, 배수관 물받이 미시공 등이 조사되었다.

교각(P11-2) 전면
균열 (0.3 / 3.0)

교각(P18-3) 배면
균열 (0.2 / 2.0)

<그림 2.6.18> 손상현황

금회 일부구간 균열 보수가 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하다. 기 손상부 균열 손상은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단되며, 파손과 재료분리 등의 손상은 외부 충격과 다짐부족에 따른 손상으로 구조물에 영향을 미칠 만큼의 손상은 아니라고 판단되므로, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

<표 2.6.14> 교각 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
교각	균열	폭 0.3㎜미만	m	109.44 / 72	표면보수
		폭 0.3㎜이상	m	52.1 / 25	주입보수
	망상균열		㎡	86.75 / 27	표면보수
	이물질 퇴적		㎡	4.0 / 1	청소
	재료분리		㎡	2.87 / 5	단면보수
	파손		㎡	35.74 / 9	단면보수
	기초 이격		m	40.1 / 2	충전보수
	배수관 물받이 미시공		EA	5 / 5	재설치

2.6.3 손상물량 집계

<표 2.6.15> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생개소	손상물량	단위	발생개소	손상물량	단위	
교면포장 및 난간, 연석부	공동구	균열폭 0.3㎜ 미만	35	30.9	m	14	11.8	m	하자
		덮개손상	22	22	EA	22	22	EA	하자
		재료분리	1	0.2	㎡	1	0.2	㎡	하자
		망상균열	16	384.0	㎡	12	288.0	㎡	하자
		파손	2	0.21	㎡	1	0.06	㎡	하자
		재료분리	0.2	1	㎡	-	-	-	-
		지주 파손	1	0.16	㎡	1	0.16	㎡	하자
	방호망 및 방음벽	방음벽 파손	8	8	EA	8	8	EA	하자
배수시설	배수관 탈락, 이격		4	4	EA	4	4	EA	하자
	배수관 누수		1	1	EA	1	1	EA	하자
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	69	752.3	m	69	752.3	m	하자
		폭 0.3㎜이상	3	4.0	m	3	4.0	m	하자
	균열부 백태		1	2.0	m	1	2.0	m	하자
	망상균열		3	360.0	㎡	3	360.0	㎡	하자
	재료분리		1	1.0	㎡	1	1.0	㎡	하자
	거푸집 미제거		1	1	EA	1	1	EA	하자
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	76	83.7	m	76	83.7	m	하자
		폭 0.3㎜이상	9	7.4	m	9	7.4	m	하자
	시공불량		1	0.18	㎡	1	0.18	㎡	하자
	그레이팅 미설치		2	2	EA	2	2	EA	하자

<표 2.6.15> 손상물량 집계표 - 계속

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	34	41.3	m	34	41.3	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	0.8	m	1	0.8	m	하자
	재료분리		10	19.94	㎡	10	19.94	㎡	하자
	이물질 퇴적		1	0.25	㎡	1	0.25	㎡	하자
	거푸집 미제거		1	1	EA	1	1	EA	하자
	물끊기홈 미설치		1	2.0	m	1	2.0	m	하자
RC거더	균열	폭 0.3㎜이상	5	7.7	m	5	7.7	m	하자
		폭 0.3㎜미만	5	2.7	m	-	-	-	-
	망상균열		14	70.5	㎡	1	15.15	㎡	하자
	재료분리		1	0.6	㎡	-	-	-	-
	파손		1	0.02	㎡	-	-	-	-
받침장치	백태		1	0.06	㎡	1	0.06	㎡	하자
교각	균열	폭 0.3㎜미만	112	180.44	m	72	109.44	m	하자
		폭 0.3㎜이상	27	54.4	m	25	52.1	m	하자
	망상균열		56	169.48	㎡	27	86.75	㎡	하자
	이물질 퇴적		1	4.0	㎡	1	4.0	㎡	하자
	재료분리		8	3.32	㎡	5	2.87	㎡	하자
	파손		21	35.91	㎡	9	35.74	㎡	하자
	기초 이격		2	40.1	m	2	40.1	m	하자
	배수관 물받이 미시공		5	5	EA	5	5	EA	하자

2.6.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 외관조사결과, 보도부 0.3㎜미만 균열, 공동구의 덮개 파손, 보도부 망상균열, 파손, 재료분리, 긁힘, 지주 파손, 방호망 체결불량 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. • 금회 일부구간 망상균열 및 균열 보수가 실시 되었고, 보수 상태는 양호하다. 기 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전유무 확인 및 진전시 시설물의 내구성 및 사용성 확보차원의 표면보수, 단면보수 등의 적절한 조치가 요구된다.
배수시설	• 하부 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나, 거더 내부의 배수관 탈락 및 이격, 교각 배수관 누수 등이 조사되었고 체수를 유발하고 있는 상태이므로 접합부에 대한 재설치가 필요한 것으로 확인되었다. • 장마철 등 우기 시 지속되는 유입수의 체수는 콘크리트 표면열화를 촉진시키고, 콘크리트 내부로의 수분침투 및 침착으로 인하여 철근을 부식시킬 수 있으므로 배수관 및 거더 하부슬래브 배수공 막힘, 누수 등에 대한 지속적인 점검과 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
바닥판하면	• 바닥판하면의 외관조사결과 외관조사결과 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 균열부 백태, 마감불량, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다. • 균열부는 건조수축과 재료적 특성에 기인한 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 것으로 판단되며, 장기적인 내구성확보 차원에서 표면보수 및 주기적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
거더	• 거더 내부에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 및 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 시공불량, 그레이팅 미설치, 등의 손상이 조사되었고, 거더 외부는 0.3㎜미만 및 0.3mm이상 균열, 재료분리, 거푸집 미제거 등이 조사되었다. RC 거더에서 발생된 손상은 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 재료분리, 파손 등이 조사되었다. • 금회 일부구간 균열 및 파손 보수가 되었고, 보수 상태는 양호한 상태이다. 기 손상부는 비구조적 균열로 판단되고, 기타 이물질 퇴적, 거푸집 미제거, 그레이팅 미설치 등은 시설물의 안전성과 내구성에 직접적인 영향을 미치지 않으나 균열들에 대한 보수와 더불어 구조물의 사용성 확보와 효율적인 유지관리를 위해 보수가 필요할 것으로 판단된다. RC 거더에 발생된 기 손상부는 상부 열차하중과 자중 등에 따른 구조적 균열이 아닌 건조수축 및 수화열에 따른 비구조적 균열로 판단되므로 적절한 보수를 실시하고 향후, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 확대를 관찰이 필요하다.

2.6.4 외관조사 결과(계속)

부 재 명	결과요약
신축이음	• 외관조사결과, 신축이음부는 누수, 이물질 퇴적 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
받침장치	• 교량받침에 대한 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이고 받침콘크리트에 백태가 조사되었다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.
하부구조	• 외관조사결과 교각은 0.3㎜미만 균열, 0.3㎜이상 균열, 망상균열, 이물질 퇴적, 재료분리 및 파손, 기초 이격, 배수관 물받이 미시공 등이 조사되었다. • 금회 일부구간 균열 보수가 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하다. 기 손상부 균열손상은 건조수축 및 양생 시 온도차에 의한 온도균열 형태로서 판단되며, 파손과 재료분리 등의 손상은 외부 충격과 다짐부족에 따른 손상으로 구조물에 영향을 미칠 만큼의 손상은 아니라고 판단되므로, 지속적인 관찰 후 진전시 구조물의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2.6.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.6.16> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 23	

반발경도 작업사진

<그림 2.6.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

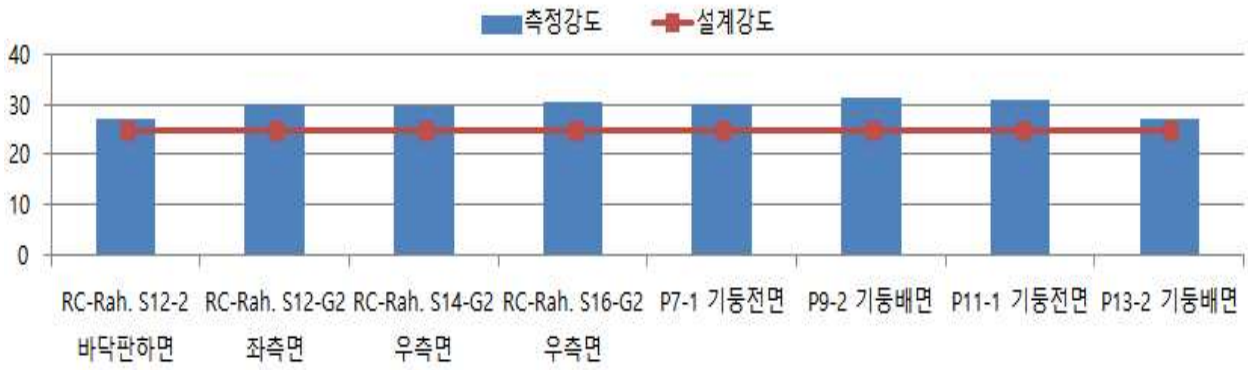
<표 2.6.17> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
RC-Rah. S12-2 바닥판하면	27.0	27.2	28.3	-	27.2	100.7
RC-Rah. S12-G2 좌측면	27.0	30.3	30.0	-	30.0	111.1
RC-Rah. S14-G2 우측면	27.0	29.6	29.7	-	29.6	109.6
RC-Rah. S16-G2 우측면	27.0	30.9	30.4	-	30.4	112.6
P7-1 기둥전면	27.0	30.7	30.2	-	30.2	111.9
P9-2 기둥배면	27.0	32.9	31.5	-	31.5	116.7
P11-1 기둥전면	27.0	32.1	31.1	-	31.1	115.2
P13-2 기둥배면	27.0	27.2	28.3	-	27.2	100.7

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa)의 100.7%~116.7%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.6.20> 비파괴 강도시험 결과분석도



③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.6.18>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	27.4	33.2	30.5	19개소	27.2	31.5	29.6	8개소	양호

2.6.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.6.19> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S5-1	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S5-2	PSC Box	a	b	N/A	N/A	c	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S6-1	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	N/A	a	c	Q	N/A	N/A
S6-2	PSC Box	a	b	N/A	N/A	c	a	a	a	c	Q	N/A	N/A
S7-1	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	N/A	a	b	Q	N/A	N/A
S7-2	PSC Box	a	b	N/A	N/A	c	a	N/A	a	a	Q	N/A	N/A
S7-3	PSC Box	a	a	N/A	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S8-1	PSC Box	a	a	N/A	N/A	a	b	N/A	a	b	Q	N/A	N/A
S8-2	PSC Box	b	a	N/A	N/A	a	a	N/A	a	b	Q	N/A	N/A
S8-3	PSC Box	a	a	N/A	N/A	c	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S15	PSC Box	b	a	N/A	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S19	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S20	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S21	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	b	a	a	a	Q	N/A	N/A
S22	PSC Box	b	b	N/A	N/A	a	a	N/A	N/A	N/A	Q	N/A	N/A
평균		0.160	0.167	N/A	N/A	0.180	0.113	0.100	0.100	0.221	N/A	N/A	N/A
가중치		27	23	N/A	N/A	3	2	9	9	20	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/ 가중치합		0.043	0.038	N/A	N/A	0.005	0.002	0.009	0.009	0.044	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.151 B

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S9-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S9-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S9-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S10-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S10-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S10-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	a	a	a	Q	N/A	N/A
S11-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S11-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S11-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S12-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S12-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S12-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	a	a	a	Q	N/A	N/A
S13-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S13-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S13-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S14-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S14-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S14-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	a	a	a	Q	N/A	N/A
S16-1	PSC Box	a	a	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S16-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S16-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	c	a	a	a	Q	N/A	N/A
S17-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	c	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S17-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	c	Q	N/A	N/A
S17-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
S18-1	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	a	Q	N/A	N/A
S18-2	PSC Box	a	c	a	N/A	a	b	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S18-3	PSC Box	a	c	a	N/A	a	a	N/A	N/A	b	Q	N/A	N/A
S18-4	PSC Box	a	a	a	N/A	a	a	a	a	b	Q	N/A	N/A
평균		0.100	0.379	0.100	N/A	0.100	0.150	0.100	0.100	0.132	N/A	N/A	N/A
가중치		27	21	5	N/A	3	2	3	3	29	N/A	N/A	N/A
(평균X가중치)/ 가중치합		0.027	0.080	0.005	N/A	0.003	0.003	0.003	0.003	0.038	N/A	N/A	N/A
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과		0.162 B											

구조형식	환산 결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
PSC BOX	0.151	B	456	0.504	0.076
라멘	0.162	B	448	0.496	0.080
합계(Σ)			904	1.000	0.156
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과					0.156 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.156로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.6.20>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.173 / B등급	0.156 / B등급	

• 방호벽, 거더 및 교각 일부구간 보수로 인해 상태평가 지수는 하향되었고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태인 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.156	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.6.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.6.21>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
교면포장 및 난간, 연석부	공동구	균열 폭 0.3㎜ 미만	m	11.8	14	표면보수	3
		덮개손상	EA	22	22	덮개교체	3
		재료분리	㎡	0.2	1	단면보수	2
		망상균열	㎡	288.0	12	표면보수	3
		파손	㎡	0.06	1	단면보수	2
		지주 파손	㎡	0.16	1	재정비	3
	방호망 및 방음벽	방음벽 파손	EA	8	8	재정비	3
배수시설	배수관 탈락, 이격		EA	4	4	배수관 재설치 (접합부)	3
	배수관 누수		EA	1	1	배수관 재설치 (접합부)	3
바닥판하면	균열	폭 0.3㎜미만	m	752.3	69	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	4.0	3	주입보수	2
	균열부 백태		m	2.0	1	표면보수	3
	망상균열		㎡	360.0	3	표면보수	3
	재료분리		㎡	1.0	1	단면보수	2
	거푸집 미제거		EA	1	1	제거	3
거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	83.7	76	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	7.4	9	주입보수	2
	시공불량		㎡	0.18	1	단면보수	2
	그레이팅 미설치		EA	2	2	재설치	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

<표 2.6.21>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위 - 계속

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
거더 외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	41.3	34	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	0.8	1	주입보수	2
	재료분리		㎡	19.94	10	단면보수	2
	이물질 퇴적		㎡	0.25	1	청소	3
	거푸집 미제거		EA	1	1	제거	3
	물끊기홈 미설치		m	2.0	1	재설치	3
RC 거더	균열	폭 0.3㎜이상	m	7.7	5	주입보수	2
	망상균열		㎡	15.15	1	표면보수	3
받침장치	백태		㎡	0.06	1	표면보수	3
교각	균열	폭 0.3㎜미만	m	109.44	72	표면보수	3
		폭 0.3㎜이상	m	52.1	25	주입보수	2
	망상균열		㎡	86.75	27	표면보수	3
	이물질 퇴적		㎡	4.0	1	청소	3
	재료분리		㎡	2.87	5	단면보수	2
	파손		㎡	35.74	9	단면보수	2
	기초 이격		m	40.1	2	충전보수	3
	배수관 물받이 미시공		EA	5	5	재설치	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.6.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.6.22> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열 부위 진전 여부 관찰 • 방호벽 파손, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
배수시설	• 배수시설 배수관 탈락 구간 누수 여부 관찰 • 배수시설 배수관 누수 구간 진전 여부 관찰	
바닥판하면	• 바닥판하면 균열 부위 진전 여부 관찰 • 방호벽 균열부 백태, 망상균열, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
거더	• 거더 균열 진전 여부 관찰 • 거더 재료분리 및 망상균열 구간 손상진전 및 추가손상 발생여부 관찰	
받침장치	• 받침장치 백태 부위 진전 여부 관찰	
교각	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.6.9 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송2교(T1)는 충청북도 청원군 오송읍 오송리에 위치하며 국도 36호선을 횡단하는 고속철도 교량으로서, 상부 PSC Box Girder+RC 라멘, π형 교각 4기, 다주식 라멘교각 32기, 사각중공 교각 6기로 구성된 연장 904.0m, 폭 9.0~25.4m, 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

1-1공구 오송2교(T1)에 대한 외관조사 결과, 바닥판 하면과 PSCB 거더 내·외부 및 격벽에 건조수축 및 온도변화에 의한 균열, 망상균열, 균열부 백태, 이물질 퇴적, 거푸집 미제거 RC 거더 균열, 망상균열, 교각 균열, 망상균열, 재료분리, 파손, 기초 이격, 이물질 퇴적, 배수관 탈락 및 이격, 배수관 누수, 공동구 덮개 파손, 망상균열, 파손, 긁힘 등의 비구조적인 손상들이 발생되어 있는 것으로 조사되었고, 기 손상부는 진전이나 규모가 확대된 손상은 없는 것으로 조사되었다.

상·하부구조에 발생된 균열 손상들은 콘크리트 재료특성 등에 기인한 건조수축 균열로 비구조적인 손상들로 판단되며, 기타 구조적으로 안전성에 문제가 될 만한 손상과 열차 안전운행에 지장을 줄 수 있는 손상은 발생하지 않은 상태로서, 일부 조사된 손상들에 대해서는 제시된 보수방법에 따라 하자보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 열차의 안전운행과 교량의 내구성 및 사용성 확보에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.7 오송고가(T2,BRT구간)

2.7.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송고가(T2)은 상부구조는 PSC Box Girder 형식이며, 하부구조는 사각중공 교각으로 구성되어 있다. 연장은 614m의 교량이며, 위치는 충북 청원군 오송읍 봉산리 일원(KPR 1K194 ~ 1K808)으로 시설물의 상세현황은 다음과 같다.

가.시설물 현황

<표 2.7.1> 오송고가(T2,BRT구간) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송고가(T2, BRT구간)	시설물번호		BR2014-0000311
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 오송읍 봉산리 일원 (KPR 1K194 ~ 1K808)			
설계하중		HL-25	노선명		호남고속철도
제원	연장	L = 614.0m	곡선반경		직선
	폭	B = 7.0m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder	기초형식	교대	-
	하부	사각중공		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침	신축이음장치		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		BRT노선, 제방도로	통과높이		-

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.7.1> 전경

2.7.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.7.2> 전경

교량상면은 단선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 보도부, 연석부로 구성되어 있으며, 교면상부에 대한 점검결과 대체로 양호한 상태이나 국부적으로 보도부의 공동구 덮개 파손이 조사되었다.

슬래브 상면(S3) 덮개파손	슬래브 상면(S5) 덮개파손

<그림 2.7.3> 손상현황

보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 공용중 발생하는 일반적인 손상으로 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상이며, 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.7.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
방호벽 보도부 연석부	공동구 덮개 파손	EA	8 / 8	단면보수
	덮개볼트누락	EA	1 / 1	주의관찰

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 도상의 우수를 집수하여 기둥부로 유도되는 형식으로 설치되어 있다.

배수시설 전경

배수시설 전경

<그림 2.7.4> 배수시설 전경

배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

배수시설 전경

<그림 2.7.5> 손상현황

다. 바닥판하면, PSC Box 거더

바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 분산시켜 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 PSCB 거더와 RC거더로 시공되어 있다.

거더 전경	거더 전경

<그림 2.7.8> 전경

거더외부에 대한 점검결과 균열, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등의 손상이 간헐적으로 조사되었다. 거더내부에서 조사된 주요 손상으로는 균열, 망상균열이 다수 발생된 상태이며, 하부플랜지 및 복부에 국부적으로 파손, 철근노출 등이 조사되었고, 철근노출 1개소가 추가 조사되었고, 누락으로 판단된다.

거더외부 (S19) 철근노출 (0.1 x 0.5)	거더내부 (S38) 균열 (0.2 / 40.0)

<그림 2.7.9> 손상현황

국부적으로 조사된 균열, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 초기 손상들로, 발생된 손상은 대부분 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 사료된다. 복부 및 하부플랜지에 철근노출, 파손은 시공관리 미흡에 의해 발생한 경미한 결함으로서 선별적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.7.3> 바닥판하면 및 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	827.9 / 55	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	0.4 / 1	주입보수
	망상균열		㎡	804.0 / 8	표면처리
	철근노출		㎡	0.06 / 1	단면보수+방청
	파손		㎡	0.04 / 1	단면보수
바닥판하면 거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	25.4 / 18	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	0.8 / 1	주입보수
	망상균열		㎡	1.0 / 1	표면처리
	이물질매립		㎡	0.93 / 5	주의관찰
	재료분리		㎡	33.11 / 31	단면보수
	재료분리 및 철근노출		㎡	0.025 / 1	단면보수+방청
	파손		㎡	0.86 / 16	단면보수

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 교체형 물받이 신축이음이 설치되어 있으며, 보도부 및 방호벽에는 차수판이 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)

신축이음 전경 (하부)

<그림 2.7.10> 현황

신축이음 장치의 점검결과, 상부 차수덮개의 볼트유실이 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.7.11> 손상현황

보도부에 발생된 차수덮개의 볼트유실은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 현재 신축이음의 기능발휘에는 지장이 없는 상태이나 보행자 안전 및 사용성 확보를 위해 보수가 요구된다.

마. 받침장치

본 교량의 받침장치는 포트받침 64개소가 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

받침장치 전경

받침장치 전경

<그림 2.7.13> 교량받침 전경

받침장치의 점검결과 문제점이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 현 상태에서 특별한 조치가 필요하지 않은 상태로 주기적인 점검을 통해 손상발생 여부를 확인하고 원활한 거동상의 문제가 없는지 점검이 필요할 것으로 판단된다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.7.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.7.15> 교량받침 연단거리 측정

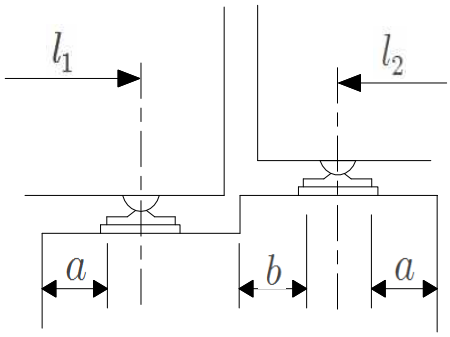
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.7.4> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.7.5> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (㎝)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가
P1	A1측	40.0	40.0	-	-	-	-	62	양호	62	양호
P2	A1측	40.0	40.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P3	A1측	40.0	40.0	64	양호	64	-	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	58	양호	58	양호
P4	A1측	40.0	40.0	63	양호	63	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	59	양호	59	양호
P5	A1측	40.0	40.0	62	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P6	A1측	40.0	40.0	62	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호

<표 2.7.5> 연단거리 검토 결과 - 계속

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P7	A1측	40.0	40.0	63	양호	63	양호	-	-	-	-
	A2측	30.0	35.0	-	-	-	-	63	양호	63	양호
P8	A1측	30.0	35.0	63	양호	63	양호	-	-	-	-
	A2측	30.0	35.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P9	A1측	30.0	35.0	63	양호	63	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	63	양호	63	양호
P10	A1측	40.0	40.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	63	양호	63	양호
P11	A1측	35.0	35.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P12	A1측	45.0	40.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	66	양호	66	양호
P13	A1측	35.0	35.0	64	양호	64	양호	-	-	-	-
	A2측	29.0	25.0	-	-	-	-	62	양호	62	양호
P14	A1측	29.0	25.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P15	A1측	45.0	40.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	56	양호	61	양호
P16	A1측	40.0	40.0	53	양호	58	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	53	양호	53	양호

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.7.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.7.6> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이)

△T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃)

α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용)

◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.0℃(2017년 05월 19일 일평균 기온)

◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.0℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 40.0, 46.0. 48.0. 50.0. 64.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 19일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.0℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.7.7> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P1	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-45.0	55	135	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-40.0	60	140	100	
P2	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-35.0	65	135	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-35.0	65	135	100	
P3	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-35.0	65	135	100	
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-35.0	65	135	100	
P4	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-40.0	60	140	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-40.0	60	140	100	
P5	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-40.0	60	140	100	
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-40.0	60	140	100	
P6	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-36.0	64	136	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-36.0	64	136	100	
P7	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	30.0	7.20	4.80	-22.0	78	122	100	
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	30.0	7.20	4.80	-22.0	78	122	100	
P8	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	30.0	7.20	4.80	-30.0	70	130	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	30.0	7.20	4.80	-30.0	70	130	100	
P9	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-46.0	54	146	100	
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-46.0	54	146	100	
P10	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	35.0	8.40	5.60	-35.0	65	135	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	35.0	8.40	5.60	-35.0	65	135	100	
P12	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	35.0	8.40	5.60	-38.0	62	138	100	
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	35.0	8.40	5.60	-38.0	62	138	100	
P14	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-45.0	55	145	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-45.0	55	145	100	
P15	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-42.0	58	142	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-42.0	58	142	100	

바. 하부구조

1) 교각

본 교량의 하부구조는 기존 경부고속철도와 병행을 고려한 중공교각으로 시공되어졌으며, 총 16기의 교각으로 구성되어 있다.

교각 전경	교각 전경

<그림 2.7.17> 전경

하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 표면불량, 들뜸 및 파손, 재료분리, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

교각(P7) 전면 균열 (0.2 / 1.8)	교각(P9) 우측 망상균열 (0.4 x 0.4)

<그림 2.7.18> 손상현황

조사된 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되고, 국부적으로 발생된 재료분리, 파손, 이물질퇴적은 시공시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 비교적 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 사료된다.

<표 2.7.8> 하부구조 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	57.9 / 58	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	0.6 / 1	주입보수
	망상균열		㎡	60.6 / 42	표면처리
	백태		㎡	0.03 / 1	표면처리
	이물질퇴적		㎡	2.0 / 1	청소
	재료분리		㎡	1.62 / 5	단면보수
	파손		㎡	17.64 / 22	단면보수

2.7.3 손상물량 집계

<표 2.7.9> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생개소	손상물량	단위	발생개소	손상물량	단위	
방호벽 보도부 연석부	공동구 덮개 파손		8	8	mEA	8	8	EA	하자
	덮개볼트누락		1	1	EA	1	1	EA	하자
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	55	827.9	m	55	827.9	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	0.4	m	1	0.4	m	하자
	망상균열		8	804.0	㎡	8	804.0	㎡	하자
	철근노출		1	0.06	㎡	1	0.06	㎡	하자
	파손		1	0.04	㎡	1	0.04	㎡	하자
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	18	25.4	m	18	25.4	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	0.8	m	1	0.8	m	하자
	망상균열		1	1.0	㎡	1	1.0	㎡	하자
	이물질매립		5	0.93	㎡	5	0.93	㎡	하자
	재료분리		31	33.11	㎡	31	33.11	㎡	하자
	재료분리 및 철근노출		-	-	-	1	0.025	㎡	하자
	파손		16	0.86	㎡	16	0.86	㎡	하자
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	58	57.9	m	58	57.9	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	0.6	m	1	0.6	m	하자
	망상균열		42	60.6	㎡	42	60.6	㎡	하자
	백태		1	0.03	㎡	1	0.03	㎡	하자
	이물질퇴적		1	2.0	㎡	1	2.0	㎡	하자
	재료분리		5	1.62	㎡	5	1.62	㎡	하자
	파손		22	17.64	㎡	22	17.64	㎡	하자

2.7.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 점검결과 대체로 양호한 상태이나 국부적으로 보도부의 공동구 덮개 파손이 조사되었다. • 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 공용중 발생하는 일반적인 손상으로 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상이며, 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	• 배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판하면 PSC Box 거더	• 거더외부에 대한 점검결과 균열, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등의 손상이 간헐적으로 조사되었다. 거더내부에서 조사된 주요 손상으로는 균열, 망상균열이 다수 발생된 상태이며, 하부플랜지 및 복부에 국부적으로 파손, 철근노출 등이 조사되었고, 철근노출 1개소가 추가 조사되었고, 누락으로 판단된다. • 국부적으로 조사된 균열, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 초기 손상들로, 발생된 손상은 대부분 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 사료된다. 복부 및 하부플랜지에 철근노출, 파손은 시공관리 미흡에 의해 발생한 경미한 결함으로서 선별적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음 장치의 점검결과, 상부 차수덮개의 볼트유실이 조사되었다. • 보도부에 발생된 차수덮개의 볼트유실은 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 현재 신축이음의 기능발휘에는 지장이 없는 상태이나 보행자 안전 및 사용성 확보를 위해 보수가 요구된다.
받침장치	• 받침장치의 점검결과 문제점이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 현 상태에서 특별한 조치가 필요하지 않은 상태로 주기적인 점검을 통해 손상발생 여부를 확인하고 원활한 거동상의 문제가 없는지 점검이 필요할 것으로 판단된다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.
하부구조	• 하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 표면불량, 들뜸 및 파손, 재료분리, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다. • 조사된 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되고, 국부적으로 발생된 재료분리, 파손, 이물질퇴적은 시공시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 비교적 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 사료된다.

2.7.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.7.10> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 19	

반발경도 작업사진

<그림 2.7.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

<표 2.7.11> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
S1 슬래브	40.0	-	-	47.0	47.0	117.5
S2 좌벽	40.0	-	-	45.6	45.6	114.0
S4 우벽	40.0	-	-	46.8	46.8	117.0
S5 슬래브	40.0	-	-	47.7	47.7	119.3
P1 전면	27.0	31.7	30.8	-	30.8	114.1
P2 전면	27.0	32.5	31.3	-	31.3	115.9
P4 전면	27.0	32.4	31.2	-	31.2	115.6
P5 전면	27.0	33.1	31.6	-	31.6	117.0

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)의 114.1%~119.3%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.7.20> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.7.12>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	28.3	51.4	39.3	19개소	30.8	47.7	39.0	8개소	양호

2.7.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.7.13> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1[P1]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S2[P2]	PSC Box	b	a	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S3[P3]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S4[P4]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S5[P5]	PSC Box	b	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S6[P6]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S7[P7]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S8[P8]	PSC Box	a	a	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S9[P9]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S10[P10]	PSC Box	b	a	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S11[P11]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S12[P12]	PSC Box	b	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S13[P13]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	b	b	q	x	x
S14[P14]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S15[P15]	PSC Box	a	a	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S16[P16]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	-	x
평균		0.188	0.175	-	-	0.100	0.113	0.100	0.106	0.200	-	-	-
가중치		27	23	-	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.054	0.043	-	-	0.003	0.002	0.010	0.010	0.043	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.166 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.166로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.7.14>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.159 / B등급	0.166 / B등급	

• 거더외부 철근노출 신규 손상으로 인해 상태평가 지수는 상향되었고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태인 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.166	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.7.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.7.15>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
방호벽 보도부 연석부	공동구 덮개 파손		EA	8	8	단면보수	2
	덮개볼트누락		EA	1	1	주의관찰	3
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	827.9	55	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	0.4	1	주입보수	2
	망상균열		㎡	804.0	8	표면처리	3
	철근노출		㎡	0.06	1	단면보수+방청	2
	파손		㎡	0.04	1	단면보수	2
바닥판하면 거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	25.4	18	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	0.8	1	주입보수	2
	망상균열		㎡	1.0	1	표면처리	3
	이물질매립		㎡	0.93	5	주의관찰	3
	재료분리		㎡	33.11	31	단면보수	2
	재료분리 및 철근노출		㎡	0.025	1	단면보수+방청	2
	파손		㎡	0.86	16	단면보수	2
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	57.9	58	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	0.6	1	주입보수	2
	망상균열		㎡	60.6	42	표면처리	3
	백태		㎡	0.03	1	표면처리	3
	이물질퇴적		㎡	2.0	1	청소	3
	재료분리		㎡	1.62	5	단면보수	2
	파손		㎡	17.64	22	단면보수	2

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.7.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.7.16> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 보도부 공동구 덮개 파손 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면 PSC Box 거더	• 바닥판하면 및 거더 균열 및 망상균열 부위 진전 여부 관찰 • 바닥판하면 및 거더 균열부 파손, 재료분리, 철근노출 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
하부구조	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.7.9 종합결론

본 과업대상 시설물인 오송고가(T2, BRT구간)는 호남고속철도 1-1공구에 시공된 고속철도교량으로서 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

점검결과 부재별로 균열, 망상균열, 백태, 층분리, 파손, 재료분리, 이물질 매립, 차수덮개 볼트유실, 철근노출 등의 손상이 조사되었고, 기 손상으로 확인되었다. 기 손상부는 규모나 형태, 위치 등으로 판단할 때 시공초기 및 공용과정에 의한 것으로 판단된다.

금회차 점검 및 기 점검결과를 비교 검토한 결과 해당구조물은 구조적으로 문제가 될 만한 손상 또는 시급한 보수 및 보강이 요구되는 사항은 조사되지 않았으며, 적출된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수를 실시하고 중점유지관리 방안에 제시한 중점점검 항목에 대해서 세심한 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 장기적 사용성 및 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.8 오송고가(T1,BRT구간)

2.8.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송고가(T1)은 상부구조는 PSC Box Girder 형식이며, 하부구조는 사각중공 교각으로 구성되어 있다. 연장은 614m의 교량이며, 위치는 충북 청원군 오송읍 봉산리 일원(KPR 1K194 ~ 1K808)으로 시설물의 상세현황은 다음과 같다.

가.시설물 현황

<표 2.8.1> 오송고가(T1,BRT구간) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송고가(T1, BRT구간)	시설물번호		BR2014-0000311
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 오송읍 봉산리 일원 (KPR 1K194 ~ 1K808)			
설계하중		HL-25	노선명		호남고속철도
제원	연장	L = 614.0m	곡선반경		직선
	폭	B = 7.0m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder	기초형식	교대	-
	하부	사각중공		교각	PHC 말뚝
교량받침		포트받침	신축이음장치		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		BRT노선, 제방도로	통과높이		-

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.8.1> 전경

2.8.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.8.2> 전경

교량상면은 단선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 보도부, 연석부로 구성되어 있으며, 교면상부에 대한 점검결과 대체로 양호한 상태이나 국부적으로 보도부의 공동구 덮개 파손 및 0.3mm이상 균열이 조사되었다.

슬래브 상면(S3) 덮개파손	슬래브 상면(S4) 균열 (0.3 / 1.5)

<그림 2.8.3> 손상현황

보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 공용중 발생하는 일반적인 손상으로 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상이며, 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단되며, 방호벽 균열은 건조수축 또는 온도변화로 인하여 발생된 것으로 판단되고 들뜸 및 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로서 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여건조수축 또는 온도변화로 인하여 발생된 것으로 판단되고 들뜸 및 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로서 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 주입보수 등의 조치가 요구된다.

<표 2.8.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm이상	EA	1.5 / 3	주입보수
	공동구 덮개파손		EA	3 / 3	단면보수

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 도상의 우수를 집수하여 기둥부로 유도되는 형식으로 설치되어 있다.

배수시설 전경

배수시설 전경

<그림 2.8.4> 배수시설 전경

배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

배수시설 전경

<그림 2.8.5> 손상현황

다. 바닥판하면, PSC Box 거더

바닥판으로부터 전달되는 하중을 지지하고 분산시켜 하부구조로 하중을 전달해 주는 역할을 하는 거더는 PSCB 거더와 RC거더로 시공되어 있다.

거더 전경	거더 전경

<그림 2.8.8> 전경

거더외부에 대한 점검결과 균열, 망상균열, 재료분리, 백태, 이물질 매립 등의 손상이 간헐적으로 조사되었다. 거더내부에서 조사된 주요 손상으로는 균열 및 망상균열, 백태가 조사되었다.

거더외부 (S3)
백태 (0.1 x 0.5)

거더내부 (S9 G1)
균열 (0.2 / 5.0)

<그림 2.8.9> 손상현황

국부적으로 조사된 균열, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 초기 손상들로, 발생된 손상은 대부분 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 사료된다. 복부 및 하부플랜지에 철근노출, 파손은 시공관리 미흡에 의해 발생한 경미한 결함으로서 선별적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.8.3> 바닥판하면 및 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	97.8 / 26	표면처리
	망상균열		㎡	7.4 / 7	표면처리
	백태		㎡	1.03 / 13	표면처리
바닥판하면 거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	180.8 / 15	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	3.2 / 2	주입보수
	망상균열		㎡	1.85 / 2	표면처리
	백태		㎡	0.06 / 1	표면보수
	이물질매립		㎡	9.43 / 24	주의관찰
	재료분리		㎡	43.66 / 29	단면보수
	철근노출		㎡	3.0 / 2	단면보수+방청
	파손		㎡	0.08 / 5	단면보수
	거푸집미제거		EA	1 / 1	주의관찰

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 교체형 물받이 신축이음이 설치되어 있으며, 보도부 및 방호벽에는 차수판이 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)	신축이음 전경 (상부)

<그림 2.8.10> 현황

신축이음 장치의 점검결과 구배불량에 의한 체수, 하부 누수 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.8.11> 손상현황

마. 받침장치

본 교량의 받침장치는 포트받침 44개소가 설치되어 있고, 받침장치 배치현황은 다음과 같다.

받침장치 전경	받침장치 전경

<그림 2.8.13> 교량받침 전경

받침장치의 점검결과 받침콘크리트에서 발생된 재료분리는 시공당시 품질관리 미흡에 의한 경미한 손상으로 판단되며, 내구성 확보차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

받침장치 (P4-sh3)
받침콘크리트 재료분리 (0.2 x 0.2)

<그림 2.8.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.

<표 2.8.4> 받침장치 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용	단위	수량 / 개소	조치방안
받침장치	받침콘크리트 재료분리	m^2	0.04 / 1	단면보수

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.8.15> 교량받침 연단거리 측정

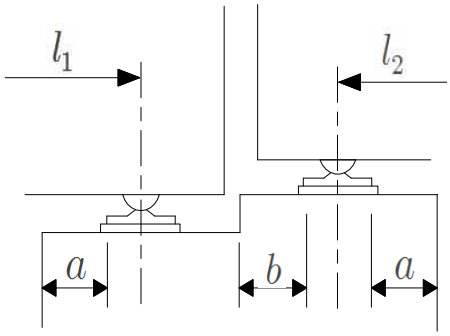
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.8.5> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.8.6> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P1	A1측	40.0	40.0	-	-	-	-	62	양호	63	양호
P2	A1측	40.0	40.0	62	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P3	A1측	40.0	40.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	58	양호	58	양호
P4	A1측	40.0	40.0	63	양호	63	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	59	양호	59	양호
P5	A1측	40.0	40.0	62	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	63	양호	64	양호
P6	A1측	40.0	40.0	60	양호	60	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P7	A1측	40.0	40.0	61	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	63	양호	63	양호
P8	A1측	40.0	40.0	68	양호	69	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	61	양호	62	양호
P9	A1측	45.0	40.0	62	양호	61	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	63	양호	63	양호
P10	A1측	45.0	40.0	63	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	28.0	25.0	-	-	-	-	63	양호	63	양호
P11	A1측	28.0	25.0	60	양호	61	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	60	양호	60	양호
P12	A1측	45.0	40.0	67	양호	65	양호	-	-	-	양호
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	66	양호	66	양호

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.8.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.8.7> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이) △T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.0℃(2017년 05월 19일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.0℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	25.0, 40.0, 46.0. 48.0. 50.0. 64.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 19일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.0℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.8.8> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P1	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-58	42	158	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-57	43	157	100	O.K
P2	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-47	53	147	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-47	53	147	100	O.K
P3	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-48	52	148	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-48	52	148	100	O.K
P4	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-22	78	122	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-22	78	122	100	O.K
P5	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-43	57	143	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-42	58	142	100	O.K
P6	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-38	62	138	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	6.40	-37	63	137	100	O.K
P7	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	4.80	-43	57	143	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.60	4.80	-43	57	143	100	O.K
P8	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-62	38	162	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-63	37	163	100	O.K
P9	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-67	33	167	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-67	33	167	100	O.K
P10	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-55	45	155	100	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	45.0	10.80	7.20	-55	45	155	100	O.K

바. 하부구조

1) 교각

본 교량의 하부구조는 기존 경부고속철도와 병행을 고려한 중공교각으로 시공되어졌으며, 총 11기의 교각으로 구성되어 있다.

교각 전경	교각 전경

<그림 2.8.17> 전경

하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 긁힘 및 파손, 재료분리, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

교각(P2) 전면 재료분리 (0.2 x 0.2)	교각(P6) 배면 균열 (0.2 / 1.2)

<그림 2.8.18> 손상현황

조사된 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되고, 국부적으로 발생된 재료분리, 파손, 이물질퇴적은 시공시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 비교적 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.8.9> 하부구조 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	19.2 / 19	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	2.0 / 1	주입보수
	망상균열		㎡	27.45 / 13	표면처리
	이물질퇴적		㎡	8.4 / 5	청소
	재료분리		㎡	18.85 / 21	단면보수
	파손		㎡	4.65 / 5	단면보수

2.8.3 손상물량 집계

<표 2.8.10> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생개소	손상물량	단위	발생개소	손상물량	단위	
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm이상	38	1.5	EA	38	1.5	EA	하자
	공동구 덮개파손		3	3	EA	3	3	EA	하자
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	26	97.8	m	26	97.8	m	하자
	망상균열		7	7.4	㎡	7	7.4	㎡	하자
	백태		13	1.03	㎡	13	1.03	㎡	하자
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	15	180.8	m	15	180.8	m	하자
		폭 0.3㎜이상	2	3.2	m	2	3.2	m	하자
	망상균열		2	1.85	㎡	2	1.85	㎡	하자
	백태		1	0.06	㎡	1	0.06	㎡	하자
	이물질매립		24	9.43	㎡	24	9.43	㎡	하자
	재료분리		29	43.66	㎡	29	43.66	㎡	하자
	철근노출		2	3.0	㎡	2	3.0	㎡	하자
	파손		5	0.08	㎡	5	0.08	㎡	하자
	거푸집미제거		1	1	EA	1	1	EA	하자
받침장치	받침콘크리트 재료분리		1	0.04	㎡	1	0.04	㎡	하자
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	19	19.2	m	19	19.2	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	2.0	m	1	2.0	m	하자
	망상균열		13	27.45	㎡	13	27.45	㎡	하자
	이물질퇴적		5	8.4	㎡	5	8.4	㎡	하자
	재료분리		21	18.85	㎡	21	18.85	㎡	하자
	파손		5	4.65	㎡	5	4.65	㎡	하자

2.8.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 점검결과 대체로 양호한 상태이나 국부적으로 보도부의 공동구 덮개 파손 및 0.3mm이상 균열이 조사되었다. • 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 공용중 발생하는 일반적인 손상으로 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상이며, 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단되며, 방호벽 균열은 건조수축 또는 온도변화로 인하여 발생된 것으로 판단되고 들뜸 및 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로서 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여건조수축 또는 온도변화로 인하여 발생된 것으로 판단되고 들뜸 및 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로서 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 주입보수 등의 조치가 요구된다.
배수시설	• 배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판하면 PSC Box 거더	• 거더외부에 대한 점검결과 균열, 망상균열, 재료분리, 백태, 이물질 매립 등의 손상이 간헐적으로 조사되었다. 거더내부에서 조사된 주요 손상으로는 균열 및 망상균열, 백태가 조사되었다. • 국부적으로 조사된 균열, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 초기 손상들로, 발생된 손상은 대부분 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 사료된다. 복부 및 하부플랜지에 철근노출, 파손은 시공관리 미흡에 의해 발생한 경미한 결함으로서 선별적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음 장치의 점검결과 구배불량에 의한 체수, 하부 누수 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.
받침장치	• 받침장치의 점검결과 받침콘크리트에서 발생된 재료분리는 시공당시 품질관리 미흡에 의한 경미한 손상으로 판단되며, 내구성 확보차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. • 점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.
하부구조	• 하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 긁힘 및 파손, 재료분리, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다. • 조사된 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되고, 국부적으로 발생된 재료분리, 파손, 이물질퇴적은 시공시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 비교적 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2.8.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.8.11> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 19	

반발경도 작업사진

<그림 2.8.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

<표 2.8.12> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
S1 슬래브	40.0	-	-	45.0	45.0	112.5
S2 좌벽	40.0	-	-	46.3	46.3	115.8
S4 우벽	40.0	-	-	47.7	47.7	119.3
S5 슬래브	40.0	-	-	44.8	44.8	112.0
P1 전면	27.0	29.7	29.7	-	29.7	110.0
P2 전면	27.0	27.4	27.4	-	27.4	101.5
P4 전면	27.0	30.6	30.2	-	30.2	111.9
P5 전면	27.0	30.2	29.9	-	29.9	110.7

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)의 101.5%~119.3%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.8.20> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.8.13>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	28.5	50.8	39.4	16개소	27.4	47.7	37.7	8개소	양호

2.8.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.8.14> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1[P1]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S2[P2]	PSC Box	a	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S3[P3]	PSC Box	a	c	x	q	a	a	a	b	a	q	x	x
S4[P4]	PSC Box	a	b	x	q	a	b	a	b	b	q	x	x
S5[P5]	PSC Box	a	c	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S6[P6]	PSC Box	b	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S7[P7]	PSC Box	a	b	x	q	a	a	a	a	b	q	a	x
S8[P8]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S9[P9]	PSC Box	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S10[P10]	PSC Box	b	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S11[P11]	PSC Box	b	c	x	q	a	a	a	a	b	q	-	x
평균		0.155	0.255	-	-	0.100	0.127	0.100	0.118	0.191	-	-	-
가중치		27	23	-	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.042	0.059	-	-	0.003	0.003	0.009	0.011	0.038	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.171 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.171로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.8.15>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.171 / B등급	0.171 / B등급	

• 상태평가는 전차 비교시 물량의 변동이 없으므로, 상태평가 지수 및 등급은 동일한 상태로 유지되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.171	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.8.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.8.16>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm이상	EA	1.5	3	주입보수	2
	공동구 덮개파손		EA	3	3	단면보수	2
거더내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	97.8	26	표면처리	3
	망상균열		㎡	7.4	7	표면처리	3
	백태		㎡	1.03	13	표면처리	3
바닥판하면 거더외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	180.8	15	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	3.2	2	주입보수	2
	망상균열		㎡	1.85	2	표면처리	3
	백태		㎡	0.06	1	표면보수	3
	이물질매립		㎡	9.43	24	주의관찰	3
	재료분리		㎡	43.66	29	단면보수	2
	철근노출		㎡	3.0	2	단면보수+방청	2
	파손		㎡	0.08	5	단면보수	2
	거푸집미제거		EA	1	1	주의관찰	3
받침장치	받침콘크리트 재료분리		㎡	0.04	1	단면보수	2
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	19.2	19	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	2.0	1	주입보수	2
	망상균열		㎡	27.4	13	표면처리	3
	이물질퇴적		㎡	8.4	5	청소	3
	재료분리		㎡	18.85	21	단면보수	2
	파손		㎡	4.65	5	단면보수	2

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.8.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.8.17> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열 부위 진전 여부 관찰 • 보도부 공동구 덮개 파손 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면 PSC Box 거더	• 바닥판하면 및 거더 균열 및 망상균열 부위 진전 여부 관찰 • 바닥판하면 및 거더 파손, 재료분리, 철근노출 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
받침장치	• 받침장치 재료분리 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
하부구조	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.8.9 종합결론

오송고가(T1, BRT구간)는 호남고속철도 1-1공구에 시공된 고속철도교량으로서 2013년 12월 21일에 준공된 교량이다.

점검결과 부재별로 균열, 망상균열, 누수, 백태, 파손, 재료분리, 이물질 매립 등의 손상이 조사되었고, 기 손상부는 경미한 수준이며 규모나 형태, 위치 등으로 판단할 때 시공초기 및 공용과정에 의한 것으로 판단된다.

금회차 점검 및 기 점검결과를 비교 검토한 결과 해당구조물은 구조적으로 문제가 될 만한 손상 또는 시급한 보수 및 보강이 요구되는 사항은 조사되지 않았으며, 조사된 손상에 대해서는 내구성 확보를 차원의 적절한 보수를 실시하고 중점유지관리 방안에 제시한 중점점검 항목에 대해서 세심한 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 장기적 사용성 및 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.9 오송고가(T2,미호천구간)

2.9.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 오송고가(T2, 미호천구간)은 상부구조는 PSC Box Girder(FSM구간 + FCM구간)와 RC라멘 형식이며, 하부구조는 원형중공 및 사각중공 교각과 중공식 라멘 교대로 구성되어 있다. 연장은 1,225m의 교량이며, 위치는 충북 청원군 오송읍 봉산리 일원(KPT 1K808 ~ 3K033)으로 시설물의 상세현황은 다음과 같다.

가.시설물 현황

<표 2.9.1> 오송고가(T2,미호천구간) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송고가(T2, 미호천구간)	시설물번호		BR2014-0000313
준공년월		2013. 12. 21.	관리번호		
위 치		충청북도 청원군 오송읍 봉산리 일원 (KPR 1K808 ~ 3K033)			
설계하중		HL-25	노선명		호남고속철도
제원	연장	L = 1,225.0m	곡선반경		직선
	폭	B = 7.0m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder RC 라멘	기초형식	교대	강관말뚝
	하부	교각 : 원형중공, 사각중공 교대 : 중공식 라멘		교각	현장타설말뚝
교량받침		포트받침, 지진격리	신축이음장치		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		미호천 횡단	통과높이		-

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.9.1> 전경

2.9.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.9.2> 전경

교량상면은 단선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 보도부, 연석부로 구성되어 있으며, 교면상부에 대한 점검결과 방호벽 균열, 파손, 공동구 덮개 파손, 난간 시공불량 등이 국부적으로 조사되었다.

슬래브 상면(S3) 파손 (0.2 x 0.1)	슬래브 상면(S17) 덮개파손

<그림 2.9.3> 손상현황

방호벽에 발생된 균열은 건조수축 및 온도변화로 인하여 발생된 손상으로 판단되고, 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로 판단된다. 기 손상부는 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손, 난간 시공불량은 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.9.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	1.0 / 1	표면처리
	공동구 덮개손상		EA	39 / 39	단면보수
	망상균열		㎡	2.25 / 1	표면처리
	파손		㎡	0.06 / 1	단면보수
	난간 체결불량		m	4.0 / 2	주의관찰

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 도상의 우수를 집수하여 기둥부로 유도되는 형식으로 설치되어 있다.

배수시설 전경

배수시설 전경

<그림 2.9.4> 배수시설 전경

배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

배수시설 전경

<그림 2.9.5> 손상현황

다. 바닥판하면, PSC Box 거더

오송고가(T2, 미호천구간)의 상부구조는 F.S.M + F.C.M공법이 적용된 PSC BOX Girder로 시공되어 있으며, 종점부 S20~S23(A2) 구간은 라멘형식으로 시공되어 있다.

거더 전경

거더 전경

<그림 2.9.8> 전경

거더외부의 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 이물질매립, 재료분리, 파손 등이 국부적으로 조사되었으며, 금회 일부구간 균열 및 재료분리가 보수 되었으며, 보수상태는 양호하다. 거더내부의 점검결과 균열, 균열부백태, 누수, 백태 등이 조사되었다.

거더외부 (S18-1)
균열 (0.2 / 2.0)

거더내부 상면 (S17-3)
균열 (0.2 / 2.0)

<그림 2.9.9> 손상현황

발생된 손상 중 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화, 재료적 특성에 기인한 것으로 판단되고, 백태, 재료분리, 파손, 누수 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 사료된다. 따라서, 내구성 저하 방지를 위해 선별적인 보수조치가 요구되며 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.9.3> 바닥판하면 및 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
PSC BOX 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	705.6 / 279	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	395.0 / 151	주입보수
	균열부백태		m	2.0 / 1	표면처리
	누수		㎡	0.09 / 1	주의관찰
	백태		㎡	1.64 / 39	표면처리
바닥판하면, PSC BOX 거더 외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	57.6 / 45	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	14.8 / 11	주입보수
	망상균열		㎡	92.36 / 20	표면처리
	백태		㎡	0.24 / 2	표면처리
	이물질매립		EA	1 / 1	주의관찰
	재료분리		㎡	0.76 / 3	단면보수
	파손		㎡	0.31 / 4	단면보수
	거푸집미제거		EA	17 / 17	주의관찰

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 교체형 물받이 신축이음이 설치되어 있으며, 보도부 및 방호벽에는 차수판이 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)	신축이음 전경 (상부)

<그림 2.9.10> 현황

신축이음 장치의 점검결과 구배불량에 의한 체수, 하부 누수 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.9.11> 손상현황

마. 받침장치

본 교량의 받침장치는 포트받침 과 면진받침(지진격리)으로 시공되어 있으며, 총 50개소가 설치되어 있고, 배치현황은 다음과 같다.

받침장치 전경	받침장치 전경

<그림 2.9.13> 교량받침 전경

받침장치의 점검결과 문제점이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 현 상태에서 특별한 조치가 필요하지 않은 상태로 주기적인 점검을 통해 손상발생 여부를 확인하고 원활한 거동상의 문제가 없는지 점검이 필요할 것으로 판단된다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.9.14> 현황

점검일 현재 과도한 이동량에 따른 교량받침 본체의 이상변위는 없는 상태이며, 받침과 거더의 밀착상태는 플레이트 들뜸 없이 전반적으로 양호한 상태이다. 주기적인 점검 등을 통해 신규손상 발생여부 관찰이 요구된다.

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.9.15> 교량받침 연단거리 측정

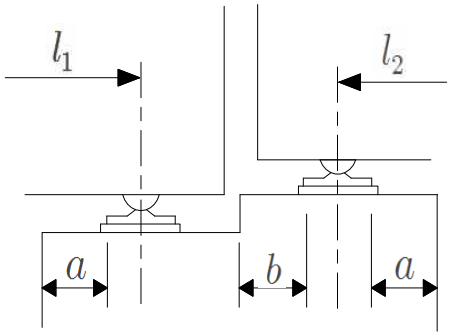
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.9.4> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.9.5> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P17	A1측	45.0	40.0	100	양호	100	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	-	-	-	-	100	양호	100	양호
P18	A1측	70.0	40.0	130	양호	103	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
P19	A1측	85.0	40.0	111	양호	111	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	114	양호	114	양호	-	-	-	-
P20	A1측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
P21	A1측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
P22	A1측	85.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
P23	A1측	70.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	-	-	-	-	130	양호	130	양호
P24	A1측	70.0	40.0	100	양호	100	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	100	양호	100	양호	-	-	-	-
P25	A1측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
P26	A1측	85.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	130	양호	140	양호	-	-	-	-
P27	A1측	85.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	130	양호	140	양호	-	-	-	-
P28	A1측	85.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	140	양호	140	양호	-	-	-	-
P29	A1측	70.0	40.0	130	양호	130	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	130	양호	130	양호
P30	A1측	40.0	40.0	62	양호	62	양호	-	-	-	-
	A2측	60.0	40.0	-	-	-	-	78	양호	81	양호
P34	A1측	60.0	40.0	54	양호	54	양호	-	-	-	-
	A2측	60.0	40.0	-	-	-	-	55	양호	55	양호
P38	A1측	60.0	40.0	55	양호	54	양호	-	-	-	-
	A2측	60.0	40.0	-	-	-	-	55	양호	55	양호
P42	A1측	60.0	40.0	47	양호	53	양호	-	-	-	-
	A2측	45.0	40.0	-	-	-	-	53	양호	50	양호

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.9.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.9.6> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이)

△T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃)

α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용)

◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.0℃(2017년 05월 19일 일평균 기온)

◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.0℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	70.0, 85.0, 170.0, 225.0, 340.0, 410.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 19일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.0℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.9.7> 교량받침 가동량 측정결과

구 분			측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
				동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P19		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	-20	130	170	150	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	-20	130	170	150	O.K
P20		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	170.0	40.8	27.2	-10	140	160	150	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	170.0	40.8	27.2	-10	140	160	150	O.K
P21		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	255.0	61.2	40.8	-10	140	160	150	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	255.0	61.2	40.8	-10	140	160	150	O.K
P22		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	340.0	81.6	54.4	-6	244	256	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	340.0	81.6	54.4	-6	244	256	250	O.K
P23	시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	410.0	98.4	65.6	-72	178	322	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	410.0	98.4	65.6	-72	178	322	250	O.K
	종점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	70.0	16.8	11.2	-45	205	295	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	70.0	16.8	11.2	-45	205	295	250	O.K
P25		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	60	310	190	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	60	310	190	250	O.K
P26		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	170.0	40.8	27.2	52	302	198	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	170.0	40.8	27.2	52	302	198	250	O.K
P27		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	255.0	61.2	40.8	55	305	195	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	255.0	61.2	40.8	55	305	195	250	O.K
P28		SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	340.0	81.6	54.4	24	274	226	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	340.0	81.6	54.4	24	274	226	250	O.K
P29	시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	410.0	98.4	65.6	-5	245	255	250	O.K
		SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	410.0	98.4	65.6	-5	245	255	250	O.K

바. 하부구조

1) 교대 및 교각

본 교량의 하부구조는 PSC Box Girder구간은 원형 중공식 교각으로 라멘구간은 사각 중공식 교각이 시공되어 있으며, 종점부(A2)의 교대는 중공식 라멘형으로 되어있다.

교각 전경	교각 전경

<그림 2.9.17> 전경

하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 파손, 재료분리, 이물질매립 등의 손상이 조사되었고, 전차 점검과 비교 시 손상의 확대 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

교각(P38) 배면 망상균열 (1.0 x 3.0)	교대(A2) 망상균열 (1.0 x 4.0)

<그림 2.9.18> 손상현황

발생된 손상 중 백태, 철근노출, 파손, 재료분리, 이물질매립 등의 손상은 시공시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 비교적 경미한 상태이며, 기 손상부는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수가 요구된다. 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 저하를 위해 균열폭에 따른 보수조치가 필요하다.

<표 2.9.8> 하부구조 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	88.6 / 68	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	69.2 / 27	주입보수
	균열부백태		m	1.2 / 1	표면처리
	망상균열		㎡	141.24 / 48	표면처리
	백태		㎡	0.08 / 1	표면처리
	이물질매립		㎡	0.02 / 2	주의관찰
	재료분리		㎡	0.3 / 1	단면보수
	철근노출		㎡	0.04 / 1	단면보수+방청

2.9.3 손상물량 집계

<표 2.9.9> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	1	1.0	m	1	1.0	m	하자
	공동구 덮개손상		39	39	EA	39	39	EA	하자
	망상균열		1	2.25	㎡	1	2.25	㎡	하자
	파손		1	0.06	㎡	1	0.06	㎡	하자
	난간 체결불량		2	4.0	m	2	4.0	m	하자
PSC BOX 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	279	705.6	m	279	705.6	m	하자
		폭 0.3㎜이상	151	395.0	m	151	395.0	m	하자
	균열부백태		1	2.0	m	1	2.0	m	하자
	누수		1	0.09	㎡	1	0.09	㎡	하자
	백태		39	1.64	㎡	39	1.64	㎡	하자
바닥판하면, PSC BOX 거더 외부	균열	폭 0.3㎜미만	48	64.1	.m	45	57.6	m	하자
		폭 0.3㎜이상	14	19.	m	11	14.8	m	하자
	망상균열		21	95.36	㎡	20	92.36	㎡	하자
	백태		2	0.24	㎡	2	0.24	㎡	하자
	이물질매립		1	1	EA	1	1	EA	하자
	재료분리		6	1.88	㎡	3	0.76	㎡	하자
	파손		4	0.31	㎡	4	0.31	㎡	하자
	거푸집미제거		17	17	EA	17	17	EA	하자
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	68	88.6	m	68	88.6	m	하자
		폭 0.3㎜이상	27	69.2	m	27	69.2	m	하자
	균열부백태		1	1.2	m	1	1.2	m	하자
	망상균열		48	141.24	㎡	48	141.24	㎡	하자
	백태		1	0.08	㎡	1	0.08	㎡	하자
	이물질매립		2	0.02	㎡	2	0.02	㎡	하자
	재료분리		1	0.3	㎡	1	0.3	㎡	하자
	철근노출		1	0.04	㎡	1	0.04	㎡	하자

2.9.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 점검결과 방호벽 균열, 파손, 공동구 덮개 파손, 난간 시공불량 등이 국부적으로 조사되었다. • 방호벽에 발생된 균열은 건조수축 및 온도변화로 인하여 발생된 손상으로 판단되고, 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로 판단된다. 기 손상부는 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손, 난간 시공불량은 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	• 배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판하면 PSC Box 거더	• 거더외부의 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 이물질매립, 재료분리, 파손 등이 국부적으로 조사되었으며, 금회 일부구간 균열 및 재료분리가 보수 되었으며, 보수상태는 양호하다. 거더내부의 점검결과 균열, 균열부백태, 누수, 백태 등이 조사되었다. • 발생된 손상 중 균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화, 재료적 특성에 기인한 것으로 판단되고, 백태, 재료분리, 파손, 누수 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 사료된다. 따라서, 내구성 저하 방지를 위해 선별적인 보수조치가 요구되며 향후 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음 장치의 점검결과 구배불량에 의한 체수, 하부 누수 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.
받침장치	• 받침장치의 점검결과 문제점이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 현 상태에서 특별한 조치가 필요하지 않은 상태로 주기적인 점검을 통해 손상발생 여부를 확인하고 원활한 거동상의 문제가 없는지 점검이 필요할 것으로 판단된다.
하부구조	• 하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 파손, 재료분리, 이물질매립 등의 손상이 조사되었고, 전차 점검과 비교 시 손상의 확대 및 진전은 없는 것으로 조사되었다. • 발생된 손상 중 백태, 철근노출, 파손, 재료분리, 이물질매립 등의 손상은 시공시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로 비교적 경미한 상태이며, 기 손상부는 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수가 요구된다. 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 저하를 위해 균열폭에 따른 보수조치가 필요하다.

2.9.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.9.10> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 19	

반발경도 작업사진

<그림 2.9.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

<표 2.9.11> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
S17-1 좌벽	40.0	-	-	46.0	46.0	115.0
S17-2 우벽	40.0	-	-	45.7	45.7	114.3
S17-3 좌벽	40.0	-	-	46.6	46.6	116.5
S17-5 우벽	40.0	-	-	46.0	46.0	115.0
P17 전면	27.0	31.9	30.9	-	30.9	114.4
P18 전면	27.0	32.4	31.2	-	31.2	115.6
P20 전면	27.0	27.3	28.4	-	27.3	101.1
P21 전면	27.0	31.1	30.5	-	30.5	113.0

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)의 101.1%~116.5%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.9.20> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.9.12>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	29.7	54.7	36.4	28개소	27.3	46.6	38.0	8개소	양호

2.9.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.9.13> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S17-1[P17]	PSCB	c	a	x	q	a	b	a	a	c	q	x	x
S17-2[P18]	PSCB	c	a	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S17-3[P19]	PSCB	c	b	x	q	a	b	a	a	a	q	x	x
S17-4[P20]	PSCB	c	c	x	q	a	a	a	a	c	q	x	x
S17-5[P21]	PSCB	a	c	x	q	a	a	a	a	c	q	x	x
S17-6[P22]	PSCB	c	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S18-1[P23]	PSCB	c	c	x	q	a	b	a	a	c	q	x	x
S18-2[P24]	PSCB	c	c	x	q	a	b	a	a	c	q	x	x
S18-3[P25]	PSCB	c	c	x	q	a	b	a	a	c	q	a	x
S18-4[P26]	PSCB	c	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S18-5[P27]	PSCB	b	b	x	q	a	b	a	a	c	q	x	x
S18-6[P28]	PSCB	b	b	x	q	a	a	a	a	c	q	x	x
S19[P29]	PSCB	b	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
평균		0.354	0.262	-	-	0.100	0.154	0.100	0.100	0.315	-	-	-
가중치		27	23	-	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.096	0.060	-	-	0.003	0.003	0.009	0.009	0.063	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.249 B

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S20-1 [P30]	라멘	a	a	a	q	a	a	a	a	a	q	x	a
S20-2 [P31]	라멘	a	b	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
S20-3 [P32]	라멘	a	b	a	q	a	a	x	x	a	q	x	x
S20-4 [P33]	라멘	a	a	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
S21-1 [P34]	라멘	a	b	a	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S21-2 [P35]	라멘	a	b	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
S21-3 [P36]	라멘	a	a	a	q	a	a	x	x	a	q	x	x
S21-4 [P37]	라멘	a	b	a	q	a	a	x	x	a	q	x	x
S22-1 [P38]	라멘	a	b	a	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S22-2 [P39]	라멘	a	b	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
S22-3 [P40]	라멘	a	b	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
S22-4 [P41]	라멘	b	b	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
S23-1 [P42]	라멘	a	a	a	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S23-2 [P43]	라멘	a	a	a	q	a	a	x	x	a	q	x	x
S23-3 [P44]	라멘	a	a	a	q	a	a	x	x	b	q	x	x
A2	라멘	-	-	-	-	-	-	a	a	b	q	x	a
평균		0.107	0.160	0.100	-	0.100	0.100	0.100	0.100	0.169	-	0.000	0.100
가중치		27	21	5	-	3	2	3	3	29	-	4	3
(평균X가중치)/ 가중치합		0.029	0.034	0.005	-	0.003	0.002	0.003	0.003	0.049	-	0.000	0.003
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.134 B

구조형식	환산 결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
PSC BOX	0.244	B	1,000	0.816	0.199
라멘	0.134	B	225	0.184	0.025
합계(∑)			1,225	1.000	0.224
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과					0.224

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.171로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.9.14>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.228 / B등급	0.224 / B등급	

• 바닥판하면 및 PSC BOX 거더 외부 일부 보수로 인해 상태평가 지수는 하향되었고, 상태평가 등급은 B등급으로 동일한 상태인 것으로 확인 되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.224	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 “b”로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.9.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.9.15>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	1.0	1	표면처리	3
	공동구 덮개손상		EA	39	39	단면보수	2
	망상균열		㎡	2.25	1	표면처리	3
	파손		㎡	0.06	1	단면보수	2
	난간 체결불량		m	4.0	2	주의관찰	3
PSC BOX 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	705.6	279	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	395.0	151	주입보수	2
	균열부백태		m	2.0	1	표면처리	3
	누수		㎡	0.09	1	주의관찰	3
	백태		㎡	1.64	39	표면처리	3
바닥판하면, PSC BOX 거더 외부	균열	폭 0.3㎜미만	m	57.6	45	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	14.8	11	주입보수	2
	망상균열		㎡	92.36	20	표면처리	3
	백태		㎡	0.24	2	표면처리	3
	이물질매립		EA	1	1	주의관찰	3
	재료분리		㎡	0.76	3	단면보수	2
	파손		㎡	0.31	4	단면보수	2
	거푸집미제거		EA	17	17	주의관찰	3
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	88.6	68	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	69.2	27	주입보수	2
	균열부백태		m	1.2	1	표면처리	3
	망상균열		㎡	141.24	48	표면처리	3
	백태		㎡	0.08	1	표면처리	3
	이물질매립		㎡	0.02	2	주의관찰	3
	재료분리		㎡	0.3	1	단면보수	2
	철근노출		㎡	0.04	1	단면보수+방청	2

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.9.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.9.16> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열, 파손 부위 진전 여부 관찰 • 보도부 공동구 덮개 파손 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면 PSC Box 거더	• 바닥판하면 및 거더 균열 및 망상균열 부위 진전 여부 관찰 • 바닥판하면 및 거더 파손, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
하부구조	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 철근노출, 백태 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.9.9 종합결론

오송고가(T2, 미호천구간)는 호남고속철도 1-1공구에 시공된 고속철도교량으로서 2013년 12월 21일에 준공된 교량으로 점검결과 부재별로 균열, 망상균열, 누수, 백태, 철근노출, 파손, 재료분리, 이물질매립 등의 손상이 조사되었다.

점검결과 바닥판하면, 거더외부 일부 구간에 보수가 실시 되었으며, 보수 상태는 양호하다. 기 손상은 경미한 수준이며 규모나 형태, 위치 등으로 판단할 때 시공초기 및 공용과정에 의한 것으로 판단된다.

해당구조물은 구조적으로 문제가 될 만한 손상 또는 시급한 보수 및 보강이 요구되는 사항은 조사되지 않았으며, 적출된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수를 실시하고 중점유지관리 방안에 제시한 중점점검 항목에 대해서 주기적인 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 사용성 및 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.10 오송고가(T1,미호천구간)

2.10.1 개요

오송고가(T1, 미호천구간)은 2013년 12월 21일에 준공된 교량으로 상부구조는 PSC Box Girder(FSM구간 + FCM구간)와 격자 강합성거더 형식이며, 하부구조는 원형중공 교각과 중공식 라멘 교대로 구성되어 있다. 연장은 1,440m의 교량이며, 위치는 충북 청원군 오송읍 봉산리 일원(KPR 1K637 ~ 3K077)으로 시설물의 상세현황은 다음과 같다.

가.시설물 현황

<표 2.10.1> 오송고가(T1,미호천구간) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		오송고가(T1, 미호천구간)	시설물번호		BR2014-0000314
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		
위 치		충청북도 청원군 오송읍 봉산리 일원 (KPR 1K637 ~ 3K077)			
설계하중		HL-25	노선명		호남고속철도
제원	연장	L = 1,440.0m	곡선반경		직선
	폭	B = 7.0m	종단선형		-
구조형식	상부	PSC Box Girder 격자 강합성거더(S13)	기초형식	교대	강관말뚝
	하부	교각 : 원형중공 교대 : 중공식 라멘		교각	현장타설말뚝, 직접기초
교량받침		포트받침, 지진격리	신축이음장치		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		미호천 횡단	통과높이		-

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.10.1> 전경

2.10.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.10.2> 전경

교량상면은 단선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 보도부, 연석부로 구성되어 있으며, 교면상부에 대한 점검결과 방호벽 균열, 파손, 공동구 덮개 파손, 난간지주 볼트 풀림 등이 국부적으로 조사되었다.

슬래브 상면(S1) 덮개파손	슬래브 상면(S7) 균열 (0.2 / 0.25)

<그림 2.10.3> 손상현황

방호벽에 발생된 균열은 건조수축 및 온도변화로 인하여 발생된 손상으로 판단되고, 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로 판단된다. 기 손상부는 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손, 난간 지주 볼트 풀림은 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.10.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	16.15 / 38	표면처리
		폭0.3mm이상	m	3.25 / 8	주입보수
	공동구 덮개손상		EA	26 / 26	단면보수
	난간지주 볼트풀림		EA	35 / 35	재설치
	파손		㎡	0.21 / 2	단면보수

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 도상의 우수를 집수하여 기둥부로 유도되는 형식이며, 일부는 직접 상부에서 하천으로 떨어지도록 설치되어 있다.

배수시설 전경

배수시설 전경

<그림 2.10.4> 배수시설 전경

배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

배수시설 전경

<그림 2.10.5> 손상현황

다. 바닥판하면, PSC Box 거더, 강합성 거더

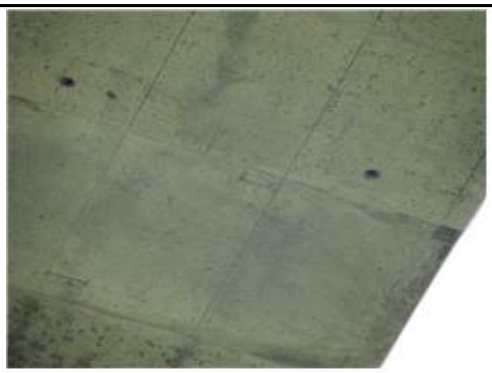
오송고가(T1, 미호천구간)의 상부구조는 F.S.M + F.C.M공법이 적용된 PSC BOX Girder로 시공되어 있으며, 경부고속철도 교차구간은 격자 강합성거더로 시공되어 있다.

거더 전경

거더 전경

<그림 2.10.8> 전경

거더외부에 대한 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 파손, 이물질매립 등이 조사되었으며, 강합성거더 구간에서는 도장박락이 일부 조사되었다. 거더내부의 점검결과 균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 파손 등이 조사되었으며, 강합성거더에서는 도장박락이 조사되었다.



거더외부 (S12-7)
파손 (0.1 x 0.1)

거더내부 상면 (S12-8)
재료분리 (0.5 x 1.0)

<그림 2.10.9> 손상현황

PSC Box Girder 및 강합성거더에서 발생된 균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 파손, 도장박락 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 손상들로 지속적인 열차통행으로 인해 손상의 진전이 우려되므로 표면처리, 단면보수 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.10.3> 바닥판하면 및 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
PSC BOX 거더 내부 및 강합성 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	92.9 / 25	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	331.30 / 79	주입보수
	도장박락		㎡	0.10 / 1	재도장
	백태		㎡	0.94 / 35	표면처리
	재료분리		㎡	0.2 / 1	단면보수
	조류배설물		㎡	24.0 / 2	청소
	철근노출		㎡	0.3 / 11	단면보수+방청
	파손		㎡	0.12 / 2	단면보수
바닥판하면, PSC BOX 거더외부	철근노출		㎡	0.10 / 2	단면보수+방청
	파손		㎡	1.45 / 36	단면보수
	거푸집미제거		EA	6 / 6	주의관찰
	단차		EA	1 / 1	주의관찰
강합성거더 외부	도장박락		㎡	0.4 / 4	재도장

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 교체형 물받이 신축이음이 설치되어 있으며, 보도부 및 방호벽에는 차수판이 설치되어 있다.

신축이음 전경 (상부)	신축이음 전경 (상부)

<그림 2.10.10> 현황

신축이음 장치의 점검결과 구배불량에 의한 체수, 하부 누수 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.10.11> 손상현황

마. 받침장치

본 교량의 받침장치는 포트받침 과 면진받침(지진격리)으로 시공되어 있으며, 총 68개소가 설치되어 있고, 배치현황은 다음과 같다.

받침장치 전경	받침장치 전경

<그림 2.10.13> 교량받침 전경

받침장치의 외관조사는 본체와 받침콘크리트를 구분하여 조사를 실시하였고, 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었으나 P29, P30에서 편심이 조사되었다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.10.14> 현황

받침장치의 점검결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었으나, 면진받침이 설치된 P29, P30에서 초기 세팅(Pre Setting) 미흡으로 인해 STU의 여유간격이 축소되어 있으나 잔여 유간(11~15mm)이 있어 최저온도에서의 신축이동량계산에서는 여유량이 확보된 것으로 확인되었다. 향후 가동상태를 주기적으로 점검하여 받침콘크리트 및 거더의 파손 발생 등의 여부를 확인하여야 할 것으로 판단된다.

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.10.15> 교량받침 연단거리 측정

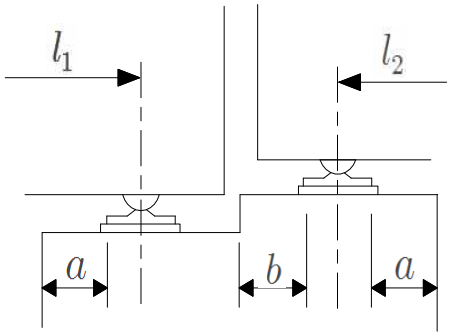
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.10.4> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.10.5> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P12	A1측	45.0	40.0	112	양호	114	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	-	-	-	-	86	양호	89	양호
P13	A1측	70.0	40.0	130	양호	131	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	133	양호	132	양호	-	-	-	-
P14	A1측	85.0	40.0	170	양호	165	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	171	양호	170	양호	-	-	-	-
P15	A1측	85.0	40.0	173	양호	175	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	184	양호	185	양호	-	-	-	-
P16	A1측	85.0	40.0	166	양호	170	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	173	양호	167	양호	-	-	-	-
P17	A1측	85.0	40.0	180	양호	180	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	179	양호	179	양호	-	-	-	-
P18	A1측	85.0	40.0	175	양호	175	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	180	양호	181	양호	-	-	-	-
P19	A1측	85.0	40.0	105	양호	105	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	110	양호	110	양호	-	-	-	-
P20	A1측	85.0	40.0	110	양호	111	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	110	양호	114	양호	-	-	-	-
P21	A1측	70.0	40.0	113	양호	111	양호	-	-	-	-
	A2측	80.0	40.0	-	-	-	-	110	양호	110	양호
P22	A1측	80.0	40.0	108	양호	108	양호	-	-	-	-
	A2측	80.0	40.0	106	양호	106	양호	-	-	-	-
P23	A1측	80.0	40.0	105	양호	104	양호	-	-	-	-
	A2측	80.0	40.0	110	양호	110	양호	-	-	-	-
P24	A1측	80.0	40.0	90	양호	95	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	-	-	-	-	95	양호	95	양호

<표 2.10.5> 연단거리 검토 결과 - 계속

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
P25	A1측	70.0	40.0	102	양호	112	양호	-	-	-	-
	A2측	85.0	40.0	107	양호	115	양호	-	-	-	-
P26	A1측	85.0	40.0	100	양호	97	양호	-	-	-	-
	A2측	70.0	40.0	100	양호	97	양호	-	-	-	-
P27	A1측	70.0	40.0	85	양호	85	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	113	양호	111	양호
P28	A1측	40.0	40.0	110	양호	110	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	109	양호	110	양호
P29	A1측	40.0	40.0	111	양호	110	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	114	양호	114	양호
P30	A1측	40.0	40.0	110	양호	110	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	112	양호	113	양호
P31	A1측	40.0	40.0	113	양호	110	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	115	양호	113	양호
P32	A1측	40.0	40.0	116	양호	117	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	115	양호	116	양호
P33	A1측	40.0	40.0	114	양호	114	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	109	양호	110	양호
P34	A1측	40.0	40.0	118	양호	118	양호	-	-	-	-
	A2측	40.0	40.0	-	-	-	-	118	양호	118	양호
A2	A1측	40.0	40.0	110	양호	110	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.10.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.10.6> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준

◉ 온도에 의한 가동량

$\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이)

△T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃)

α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용)

◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 19.0℃(2017년 05월 19일 일평균 기온)

◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		19.0℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	40.0, 70.0, 80.0, 85.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 5월 19일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 19.0℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.10.7> 교량받침 가동량 측정결과

구 분		측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
			동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
P12	SH3	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	70.0	16.8	11.2	54	204	96	150	O.K
	SH4	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	70.0	16.8	11.2	54	204	96	150	O.K
P15	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	14	164	136	150	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	14	164	136	150	O.K
P16	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	170.0	40.8	27.2	46	196	104	150	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	170.0	40.8	27.2	46	196	104	150	O.K
P17	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	255.0	61.2	40.8	-16	234	266	250	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	255.0	61.2	40.8	-16	234	266	250	O.K
P18	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	340.0	81.6	54.4	-26	224	276	250	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	340.0	81.6	54.4	-26	224	276	250	O.K
P19	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	425.0	102	68	-26	224	276	250	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	425.0	102	68	-26	224	276	250	O.K
P20	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	510.0	122.4	81.6	-1	249	251	250	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	510.0	122.4	81.6	-1	249	251	250	O.K
P21	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	580	139.2	92.8	-6	344	356	350	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	580	139.2	92.8	-6	344	356	350	O.K
P24	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	155	37.2	24.8	5	155	145	150	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	155	37.2	24.8	5	155	145	150	O.K
P25	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	-41	109	191	150	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	85.0	20.4	13.6	-41	109	191	150	O.K
P27 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	70.0	16.8	11.2	5	155	145	150	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	70.0	16.8	11.2	5	155	145	150	O.K
P28 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	14	89	61	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	14	89	61	75	O.K
P29 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-60	15	135	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-60	15	135	75	O.K
P30 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-55	20	130	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-56	19	131	75	O.K
P31 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-21	54	96	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-21	54	96	75	O.K
P32 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-46	29	121	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-56	19	131	75	O.K
P33 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-18	57	93	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-18	57	93	75	O.K
P34 시점측	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-18	57	93	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-18	57	93	75	O.K
A2	SH1	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-44	31	119	75	O.K
	SH2	19.0	24.0	16.0	1.0×10-5	40.0	9.6	6.4	-40	35	115	75	O.K

바. 하부구조

1) 교대 및 교각

본 교량의 하부구조는 중공식 교각으로 총 23기의 교각이 시공되어 있으며, 종점부(A2)의 교대는 중공식 라멘형으로 되어있다.

교대 전경	교각 전경

<그림 2.10.17> 전경

하부구조의 점검결과 균하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 누수흔적 및 백태, 파손, 재료분리, 보호블럭 침하 등의 손상이 조사되었고, 전차 점검과 비교 시 손상의 확대 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

교각(P16) 배면 망상균열 (1.5 x 1.5)	교대(P22) 균열 (0.2 / 1.2)

<그림 2.10.18> 손상현황

발생된 손상 중 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 확보를 위하여 균열폭에 따른 보수조치가 요구된다. 또한, 국부적으로 발생된 누수흔적 및 백태, 파손, 재료분리, 보호블럭 침하 등의 손상은 시공 시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로서 비교적 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위한 표면처리, 단면보수 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.10.8> 하부구조 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	134.6 / 106	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	115.8 / 42	주입보수
	누수흔적		㎡	0.25 / 1	주의관찰
	망상균열		㎡	929.14 / 97	표면처리
	백태		㎡	0.9 / 14	표면처리
	이격		m	10.0 / 1	몰탈채움
	블록 침하		㎡	2.25 / 1	몰탈채움
	이물질퇴적		㎡	3.6 / 2	청소
	재료분리		㎡	25.11 / 16	단면보수
	파손		㎡	1.65 / 26	단면보수

2.10.3 손상물량 집계

<표 2.10.9> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생개소	손상물량	단위	발생개소	손상물량	단위	
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	38	16.15	m	38	16.15	m	하자
		폭0.3mm이상	8	3.25	m	8	3.25	m	하자
	공동구 덮개손상		26	26	EA	26	26	EA	하자
	난간지주 볼트풀림		35	35	EA	35	35	EA	하자
	파손		2	0.21	㎡	2	0.21	㎡	하자
PSC BOX 거더 내부 및 강합성 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	25	92.9	㎡	25	92.9	㎡	하자
		폭 0.3㎜이상	79	331.30	㎡	79	331.30	㎡	하자
	도장박락		1	0.10	㎡	1	0.10	㎡	하자
	백태		35	0.94	㎡	35	0.94	㎡	하자
	재료분리		1	0.2	㎡	1	0.2	㎡	하자
	조류배설물		2	24.0	㎡	2	24.0	㎡	하자
	철근노출		11	0.3	㎡	11	0.3	㎡	하자
	파손		2	0.12	㎡	2	0.12	㎡	하자
바닥판하면, PSC BOX 거더외부	철근노출		2	0.10	㎡	2	0.10	㎡	하자
	파손		36	1.45	㎡	36	1.45	㎡	하자
	거푸집미제거		6	6	EA	6	6	EA	하자
	단차		1	1	EA	1	1	EA	하자
강합성거더 외부	도장박락		4	0.4	㎡	4	0.4	㎡	하자
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	106	134.6	m	106	134.6	m	하자
		폭 0.3㎜이상	42	115.8	m	42	115.8	m	하자
	누수흔적		1	0.25	㎡	1	0.25	㎡	하자
	망상균열		97	929.14	㎡	97	929.14	㎡	하자
	백태		14	0.9	㎡	14	0.9	㎡	하자
	이격		1	10.0	m	1	10.0	m	하자
	블록 침하		1	2.25	㎡	1	2.25	㎡	하자
	이물질퇴적		2	3.6	㎡	2	3.6	㎡	하자
	재료분리		16	25.11	㎡	16	25.11	㎡	하자
	파손		26	1.65	㎡	26	1.65	㎡	하자

2.10.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 점검결과 방호벽 균열, 파손, 공동구 덮개 파손, 난간지주 볼트 풀림 등이 국부적으로 조사되었다. • 방호벽에 발생된 균열은 건조수축 및 온도변화로 인하여 발생된 손상으로 판단되고, 파손은 품질관리 미흡 및 외부충격으로 발생된 손상으로 판단된다. 기 손상부는 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 선별적인 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손, 난간 지주 볼트 풀림은 외부 충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고 예방차원에서 보수가 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	• 배수시설의 점검결과 배수구의 막힘 및 이물질 퇴적 등은 없는 양호한 상태이며, 배수관의 상태도 파손, 연결부 누수발생 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판하면 PSC Box 거더	• 거더외부에 대한 점검결과 균열, 망상균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 파손, 이물질매립 등이 조사되었으며, 강합성거더 구간에서는 도장박락이 일부 조사되었다. 거더내부의 점검결과 균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 파손 등이 조사되었으며, 강합성거더에서는 도장박락이 조사되었다. • PSC Box Girder 및 강합성거더에서 발생된 균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 파손, 도장박락 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 손상들로 지속적인 열차통행으로 인해 손상의 진전이 우려되므로 표면처리, 단면보수 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음 장치의 점검결과 구배불량에 의한 체수, 하부 누수 등의 손상이 발생되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.
받침장치	• 받침장치의 외관조사는 본체와 받침콘크리트를 구분하여 조사를 실시하였고, 외관조사 결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었으나 P29, P30에서 편심이 조사되었다. • 받침장치의 점검결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었으나, 면진받침이 설치된 P29, P30에서 초기 세팅(Pre Setting) 미흡으로 인해 STU의 여유간격이 축소되어 있으나 잔여 유간(11~15mm)이 있어 최저온도에서의 신축이동량계산에서는 여유량이 확보된 것으로 확인되었다. 향후 가동상태를 주기적으로 점검하여 받침콘크리트 및 거더의 파손 발생 등의 여부를 확인하여야 할 것으로 판단된다.
하부구조	• 하부구조의 점검결과 균하부구조의 점검결과 균열, 망상균열, 누수흔적 및 백태, 파손, 재료분리, 보호블럭 침하 등의 손상이 조사되었고, 전차 점검과 비교 시 손상의 확대 및 진전은 없는 것으로 조사되었다. • 발생된 손상 중 균열은 건조수축 및 수화열 등에 의해 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 확보를 위하여 균열폭에 따른 보수조치가 요구된다. 또한, 국부적으로 발생된 누수흔적 및 백태, 파손, 재료분리, 보호블럭 침하 등의 손상은 시공 시 품질관리 미흡, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로서 비교적 경미한 상태이나 내구성 저하 방지를 위한 표면처리, 단면보수 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2.10.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.10.10> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 05. 19	

반발경도 작업사진

<그림 2.10.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

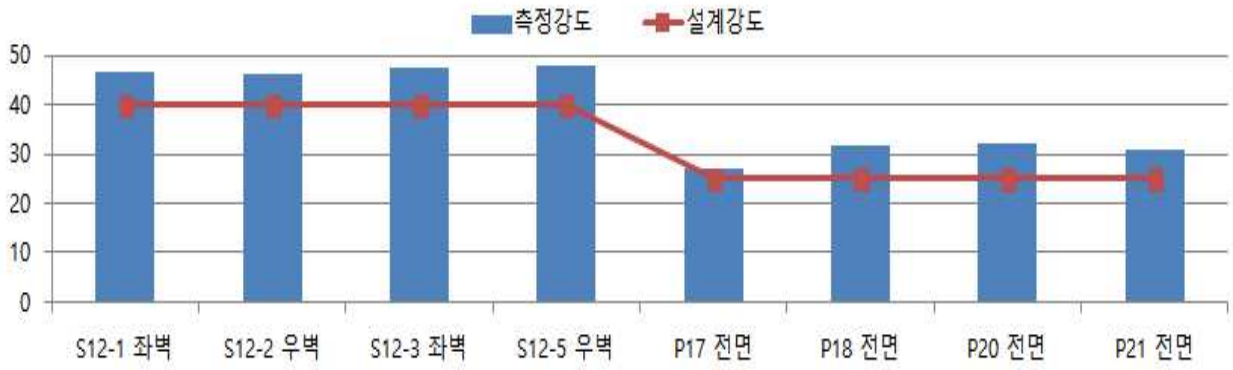
<표 2.10.11> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
S12-1 좌벽	40.0	-	-	46.5	46.5	116.3
S12-2 우벽	40.0	-	-	46.3	46.3	115.8
S12-3 좌벽	40.0	-	-	47.4	47.4	118.5
S12-5 우벽	40.0	-	-	47.7	47.7	119.3
P17 전면	27.0	27.2	28.3	-	27.2	100.7
P18 전면	27.0	33.2	31.7	-	31.7	117.4
P20 전면	27.0	34.4	32.3	-	32.3	119.6
P21 전면	27.0	32.0	31.0	-	31.0	114.8

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)의 100.7%~119.3%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.10.20> 비파괴 강도시험 결과분석도



③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.10.12>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	28.3	52.8	39.9	30개소	27.2	47.7	38.8	8개소	양호

2.10.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.10.13> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S12-1[P12]	PSCB	b	a	x	q	a	b	a	a	c	q	x	x
S12-2[P13]	PSCB	c	a	x	q	a	a	x	a	b	q	x	x
S12-3[P14]	PSCB	c	a	x	q	a	b	x	a	b	q	a	x
S12-4[P15]	PSCB	c	c	x	q	a	b	x	a	c	q	x	x
S12-5[P16]	PSCB	c	a	x	q	a	b	x	a	c	q	x	x
S12-6[P17]	PSCB	c	c	x	q	a	b	x	a	b	q	x	x
S12-7[P18]	PSCB	c	c	x	q	a	b	x	a	b	q	x	x
S12-8[P19]	PSCB	c	c	x	q	a	c	x	a	c	q	x	x
S12-9[P20]	PSCB	c	a	x	q	a	b	x	a	c	q	x	x
S14-1[P24]	PSCB	b	c	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S14-2[P25]	PSCB	b	b	x	q	a	a	x	a	c	q	x	x
S14-3[P26]	PSCB	b	b	x	q	a	b	x	a	c	q	a	x
S15[P27]	PSCB	a	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S16[P28]	PSCB	a	c	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S17[P29]	PSCB	a	c	x	q	a	a	a	a	a	q	x	x
S18[P30]	PSCB	b	b	x	q	a	a	a	a	c	q	x	x
S19[P31]	PSCB	a	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	a
S20[P32]	PSCB	a	c	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S21[P33]	PSCB	a	b	x	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S22[P34]	PSCB	a	b	x	q	a	a	a	a	c	q	x	x
A2	PSCB	-	-	-	-	-	-	a	a	b	q	-	x
평균		0.245	0.255	-	-	0.100	0.160	0.100	0.100	0.281	-	-	-
가중치		27	23	-	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.066	0.059	-	-	0.003	0.003	0.009	0.009	0.056	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.209 B

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
P21	STB	a	b	a	q	a	a	a	a	b	q	x	x
S13-1[P22]	STB	a	b	a	q	a	a	x	a	c	q	x	x
S13-1[P23]	STB	a	b	a	q	a	a	x	a	b	q	x	x
평균		0.100	0.200	0.100	q	0.100	0.100	0.100	0.100	0.267	-	-	-
가중치		27	18	5	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.027	0.036	0.005	-	0.003	0.002	0.009	0.009	0.053	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.144 B

구조형식	환산 결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
PSC BOX	0.209	B	1,280	0.889	0.186
STB	0.144	B	160	0.111	0.016
합계(∑)			1,440	1.00	0.202
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과					0.202 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.202로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.10.14>기 점검결과와의 비교·분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.202 / B등급	0.202 / B등급	

• 상태평가는 전차 비교시 물량의 변동이 없으므로, 상태평가 지수 및 등급은 동일한 상태로 유지되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.202	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 "b"로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.10.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.10.15>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	16.15	38	표면처리	3
		폭0.3mm이상	m	3.25	8	주입보수	2
	공동구 덮개손상		EA	26	26	단면보수	2
	난간지주 볼트풀림		EA	35	35	재설치	3
	파손		㎡	0.21	2	단면보수	2
PSC BOX 거더 내부 및 강합성 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	92.9	25	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	331.30	79	주입보수	2
	도장박락		㎡	0.10	1	재도장	3
	백태		㎡	0.94	35	표면처리	3
	재료분리		㎡	0.2	1	단면보수	2
	조류배설물		㎡	24.0	2	청소	3
	철근노출		㎡	0.3	11	단면보수+방청	2
	파손		㎡	0.12	2	단면보수	2
바닥판하면, PSC BOX 거더외부	철근노출		㎡	0.10	2	단면보수+방청	2
	파손		㎡	1.45	36	단면보수	2
	거푸집미제거		EA	6	6	주의관찰	3
	단차		EA	1	1	주의관찰	3
강합성거더 외부	도장박락		㎡	0.4	4	재도장	3
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	134.6	106	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	115.8	42	주입보수	2
	누수흔적		㎡	0.25	1	주의관찰	3
	망상균열		㎡	929.14	97	표면처리	3
	백태		㎡	0.9	14	표면처리	3
	이격		m	10.0	1	몰탈채움	3
	블록 침하		㎡	2.2	1	몰탈채움	3
	이물질퇴적		㎡	3.6	2	청소	3
	재료분리		㎡	25.11	16	단면보수	2
	파손		㎡	1.65	26	단면보수	2

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.10.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.10.16> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열, 파손 부위 진전 여부 관찰 • 보도부 공동구 덮개 파손 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면 PSC Box 거더 강합성 거더	• 콘크리트 거더 및 바닥판하면 균열 및 망상균열, 파손 부위 진전 여부 관찰 • 강합성거더 도장박락 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
하부구조	• 교각 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 교각 백태 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 교각 재료분리 진전 여부 관찰	

2.10.9 종합결론

오송고가(T1, 미호천구간)는 호남고속철도 1-1공구에 시공된 고속철도교량으로서 2013년 12월 21일에 준공된 교량으로 점검결과 부재별로 균열, 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 이물질 매립, 도장박락 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 규모나 형태, 위치 등으로 판단할 때 시공초기 및 공용과정에 의한 것으로 판단된다.

받침장치는 P29, P30에서 편심이 조사되었으나, 초기 세팅(Pre Setting) 미흡으로 인해 STU의 여유간격이 축소되어 있으나 잔여 유간이 있어 최저온도에서의 신축이동량계산에서는 여유량이 확보된 것으로 확인되었다. 향후 가동상태를 주기적으로 점검하여 받침 콘크리트 및 거더의 파손 발생 등의 여부를 확인하여야 할 것으로 판단된다.

해당구조물은 구조적으로 문제가 될 만한 손상 또는 시급한 보수 및 보강이 요구되는 사항은 조사되지 않았으며, 적출된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수를 실시하고 중점유지관리 방안에 제시한 중점점검 항목에 대해서 세심한 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 장기적 사용성 및 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.11 태성고가(T2)

2.11.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 태성고가(T2)는 상부구조는 PSC Box Girder이며, 하부구조는 중공 라멘식 교대 2기와 사각중공 교각 3기로 구성되어 있으며, 연장 130m의 교량으로 위치는 충북 청원군 강내면 태성리 176-31 (KPR 4K600 ~ 4K730)이다. 하천은 태성천(지방하천)을 횡단하며, 도로는 지방도 594호선을 횡단한다. 시설물의 상세현황은 다음과 같다.

가.시설물 현황

<표 2.11.1> 오송고가(T1,미호천횡단) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		태성고가(T2)	시설물번호		BR2014-0000315
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 강내면 태성리 176-31 일원 (KPR 4K600 ~ 4K730)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 130.0m (30+2@35+30)	곡선반경		원곡선(R=5,000)
	폭	B = 7.160m	종단선형		-8‰
구조형식	상부	PSC Box Girder	기초형식	교대	강관말뚝
	하부	Box형, 사각중공		교각	직접기초
교량받침		포트받침	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		태성천(지방하천), 지방도594호선	통과높이		-

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.11.1> 전경

2.11.2 외관조사

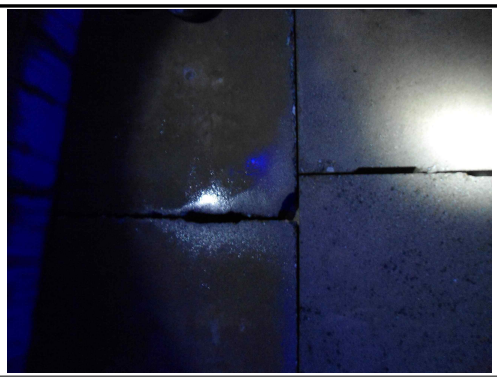
외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.11.2> 전경

교량상면은 복선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 보도부, 연석부로 구성되어 있으며, 점검 결과 방호벽, 보도부(공동구 블럭), 연석부에서 덮개파손, 파손 및 들뜸 등이 조사되었다.

	
슬래브 상면(S1) 균열 (0.2 / 2.0)	슬래브 상면(S3) 덮개파손

<그림 2.11.3> 손상현황

방호벽에 발생된 파손 및 보수부 들뜸은 외부충격 및 공용열화에 의한 손상으로 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 적절한 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고를 유발할 수 있으므로 블록 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.11.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	58.0 / 29	표면처리
	공동구 덮개손상		EA	7 / 7	단면보수
	들뜸, 파손		㎡	0.30 / 3	단면보수
	난간 변형		m	1.0 / 1	주의관찰

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 교량상부의 교면수를 보도부 좌•우측에서 배수구를 통하여 각 경간별 배수관을 통해 하부로 유출시키는 형식으로 전 경간에 설치되어 있다.

배수시설 전경

배수시설 전경

<그림 2.11.4> 배수시설 전경

배수시설에 대한 외관조사결과 탈락 및 변형, 파손, 배수관 이격 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

배수시설 전경

<그림 2.11.5> 손상현황

다. 바닥판하면, PSC Box 거더

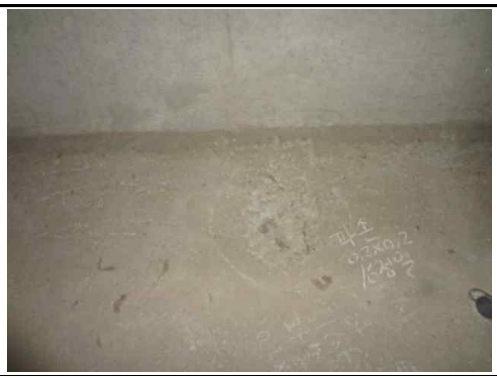
상부 열차하중을 직접 지지하는 PSC BOX Girder는 F.S.M (Full Staging Method)공법이 적용되었으며 상・하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 거더로 거동을 하게 된다.

거더 전경

거더 전경

<그림 2.11.8> 전경

거더외부에 대한 점검결과 균열, 망상균열, 재료분리, 파손, 백태 등이 국부적으로 조사되었고, 기 손상으로 확인되었다.

	
거더외부 (S1) 균열 (0.3 / 1.0)	거더외부 (S1) 파손 (0.1 x 0.5)

<그림 2.11.9> 손상현황

조사된 손상 중 균열은 건조수축 및 수화열에 따른 시공초기에 발생된 것으로 판단되고, 백태, 재료분리, 파손 등은 시공 시 품질관리 미흡 등의 요인에 의해 발생된 것으로 사료된다. 따라서, 발생된 손상들에 대해서는 내구성 확보를 위해 선별적인 보수조치가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.11.3> 바닥판하면 및 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면 PSC BOX 거더	균열	폭 0.3㎜미만	m	347.4 / 25	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	8.7 / 5	주입보수
	망상균열		㎡	0.6 / 1	표면처리
	백태		㎡	0.01 / 1	표면처리
	재료분리		㎡	0.1 / 1	단면보수
	파손		㎡	0.28 / 5	단면보수

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 배수형으로 총 5개소(A1,P1,P2,P3 A2)가 설치되어 있고, 설치 현황은 다음과 같다.

신축이음 전경 (상부)	신축이음 전경 (상부)

<그림 2.11.10> 현황

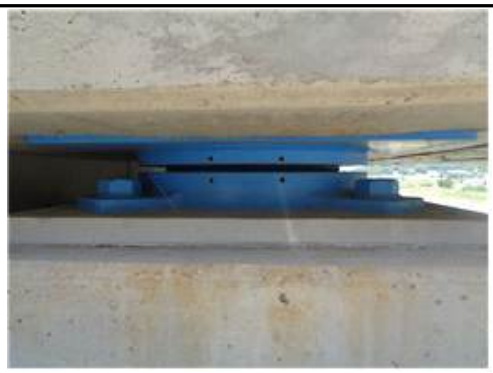
신축이음 장치의 대한 점검결과 누수 및 고무재 파손 등이 없는 건전한 상태로 조사되었다. 또한, 방호벽에 설치된 차수판도 변형 및 변위가 없는 양호한 상태로 조사되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.11.11> 손상현황

마. 받침장치

본 태성고가(T2)에는 포트받침 16개소가 설치되어 있으며, 배치현황 및 상세도는 다음과 같다.

	
받침장치 전경	받침장치 전경

<그림 2.11.13> 교량받침 전경

받침장치의 점검결과 본체에서는 받침Plate 부식 및 도장박리, 볼트 부식 등의 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.11.14> 현황

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.11.15> 교량받침 연단거리 측정

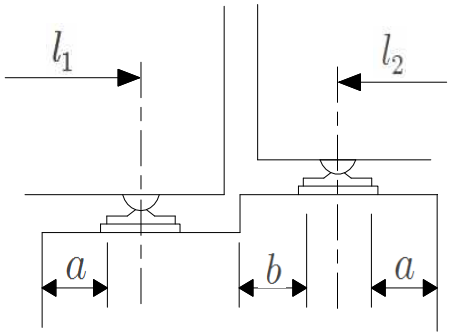
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.11.4> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.11.5> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (㎝)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가	측정 (㎝)	평가
A1	A1측	30.0	35.0	100	양호	100	양호	-	-	-	-
P1	A1측	30.0	35.0	51	양호	51	양호	-	-	-	-
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	55	양호	55	양호
P2	A1측	35.0	35.0	52	양호	52	양호	-	-	-	-
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	55	양호	56	양호
P3	A1측	35.0	35.0	54	양호	54	양호	-	-	-	-
	A2측	30.0	35.0	-	-	-	-	57	양호	58	양호
A2	A1측	30.0	35.0	98	양호	100	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.11.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.11.6> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이) △T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 18.3℃(2017년 06월 2일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		18.3℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	30.0, 35.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 6월 2일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 18.3℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.11.7> 교량받침 가동량 측정결과

구 분		측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
			동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
A1	SH3	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	6.99	5.01	-32	18	82	50	O.K
	SH4	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	6.99	5.01	-32	18	82	50	O.K
P1	SH1	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
	SH2	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
P2	SH1	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
	SH2	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
P3	SH1	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	3.03	1.05	-40	10	90	50	O.K
	SH2	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	3.03	1.05	-40	10	90	50	O.K

바. 하부구조

1) 교대 및 교각

하부구조인 교대 및 교각은 상부구조의 지지 및 상부로부터의 하중을 지반으로 전달하는 역할을 하는 부재로서, 시·종점부 교대(A1, A2)는 고강도강관말뚝에 중공형으로 시공되었으며 교각은 직접기초에 중공사각 기둥으로 시공되어 있다.

교대 전경	교각 전경

<그림 2.11.17> 전경

교대/교각에 대한 점검결과 일부구간에서 건조수축 및 수화열에 의한 균열과 망상균열, 교대 내부벽체의 폼타이부 백태 등이 조사되었다.

교대(A1) 백태 (0.5 x 1.2)	교각(P3) 균열 (0.2 / 2.5)

<그림 2.11.18> 손상현황

조사된 균열은 시공초기 에 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 확보를 위하여 균열폭에 따른 적절한 보수가 요구된다. 일부 단면손상들은 대부분 경미한 상태이며 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 내구성 저하 방지를 위하여 단면보수 등의 조치가 필요하다.

<표 2.11.8> 하부구조 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	21.3 / 21	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	1.0 / 1	주입보수
	망상균열		㎡	4.4 / 3	표면처리
	백태		㎡	0.6 / 1	표면처리
	재료분리		㎡	0.39 / 3	단면보수
	파손		㎡	0.01 / 1	단면보수

2.11.3 손상물량 집계

<표 2.11.9> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생개소	손상물량	단위	발생개소	손상물량	단위	
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	.29	58.0	m	.29	58.0	m	하자
	공동구 덮개손상		7	7	EA	7	7	EA	하자
	들뜸, 파손		3	0.30	㎡	3	0.30	㎡	하자
	난간 변형		1	1.0	m	1	1.0	m	하자
바닥판하면 PSC BOX 거더	균열	폭 0.3㎜미만	25	347.	m	25	347.	m	하자
		폭 0.3㎜이상	5	8.7	m	5	8.7	m	하자
	망상균열		1	0.6	㎡	1	0.6	㎡	하자
	백태		1	0.0	㎡	1	0.0	㎡	하자
	재료분리		1	0.1	㎡	1	0.1	㎡	하자
	파손		5	0.28	㎡	5	0.28	㎡	하자
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	21	21.3	m	21	21.3	m	하자
		폭 0.3㎜이상	1	1.0	m	1	1.0	m	하자
	망상균열		3	4.4	㎡	3	4.4	㎡	하자
	백태		1	0.6	㎡	1	0.6	㎡	하자
	재료분리		3	0.39	㎡	3	0.39	㎡	하자
	파손		1	0.0	㎡	1	0.0	㎡	하자

2.11.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 점검 결과 방호벽, 보도부(공동구 블럭), 연석부에서 덮개파손, 파손 및 들뜸 등이 조사되었다. • 방호벽에 발생된 파손 및 보수부 들뜸은 외부충격 및 공용열화에 의한 손상으로 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 적절한 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고를 유발할 수 있으므로 블록 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	• 배수시설에 대한 외관조사결과 탈락 및 변형, 파손, 배수관 이격 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
바닥판하면 PSC Box 거더	• 거더외부에 대한 점검결과 균열, 망상균열, 재료분리, 파손, 백태 등이 국부적으로 조사되었고, 기 손상으로 확인되었다. • 조사된 손상 중 균열은 건조수축 및 수화열에 따른 시공초기에 발생된 것으로 판단되고, 백태, 재료분리, 파손 등은 시공 시 품질관리 미흡 등의 요인에 의해 발생된 것으로 사료된다. 따라서, 발생된 손상들에 대해서는 내구성 확보를 위해 선별적인 보수조치가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음 장치의 대한 점검결과 누수 및 고무재 파손 등이 없는 건전한 상태로 조사되었다. 또한, 방호벽에 설치된 차수판도 변형 및 변위가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
받침장치	• 받침장치의 점검결과 본체에서는 받침Plate 부식 및 도장박리, 볼트 부식 등의 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
하부구조	• 교대/교각에 대한 점검결과 일부구간에서 건조수축 및 수화열에 의한 균열과 망상균열, 교대 내부벽체의 폼타이부 백태 등이 조사되었다. • 조사된 균열은 시공초기 에 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성 확보를 위하여 균열폭에 따른 적절한 보수가 요구된다. 일부 단면손상들은 대부분 경미한 상태이며 품질관리 미흡 및 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 내구성 저하 방지를 위하여 단면보수 등의 조치가 필요하다.

2.11.5 내구성 시험

가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.11.10> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 06. 02	

반발경도 작업사진

<그림 2.11.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

<표 2.11.11> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
바닥판하면 S1	40.0	-	-	46.3	46.3	115.8
거더내부 S2우벽	40.0	-	-	45.4	45.4	113.5
거더내부 S3좌벽	40.0	-	-	44.7	44.7	111.8
A2 전면벽체	27.0	27.9	28.7	-	27.9	103.3
P1 구체전면	27.0	27.5	28.4	-	27.5	101.9
P2 코핑전면	27.0	28.0	28.7	-	28.0	103.7

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)의 101.0%~111.5%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.11.20> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.11.12>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	30.4	49.5	40.1	6개소	29.2	45.5	36.6	6개소	양호

2.11.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.11.13> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S1[A1]	PSCB	b	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S2[P1]	PSCB	c	a	x	q	a	b	a	a	a	q	x	x
S3[P2]	PSCB	b	a	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S4[P3]	PSCB	b	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
A2	PSCB	-	-	-	-	-	-	a	a	b	q	-	x
평균		0.250	0.150	-	-	0.100	0.200	0.100	0.100	0.100	-	-	-
가중치		27	23	-	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.068	0.035	-	-	0.003	0.004	0.009	0.009	0.036	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.170 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.170으로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.11.14>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.170 / B등급	0.170 / B등급	

• 상태평가는 전차 비교시 물량의 변동이 없으므로, 상태평가 지수 및 등급은 동일한 상태로 유지되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.170	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 “b”로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.11.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.11.15>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	58.0	29	표면처리	3
	공동구 덮개손상		EA	7	7	단면보수	2
	들뜸, 파손		㎡	0.30	3	단면보수	2
	난간 변형		m	1.0	1	주의관찰	3
PSC BOX 거더 내부 및 강합성 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	347.4	25	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	8.7	5	주입보수	2
	망상균열		㎡	0.6	1	표면처리	3
	백태		㎡	0.01	1	표면처리	3
	재료분리		㎡	0.1	1	단면보수	2
	파손		㎡	0.28	5	단면보수	2
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	21.3	21	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	1.0	1	주입보수	2
	망상균열		㎡	4.4	3	표면처리	3
	백태		㎡	0.6	1	표면처리	3
	재료분리		㎡	0.39	3	단면보수	2
	파손		㎡	0.01	1	단면보수	2

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.11.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.11.16> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열, 파손 부위 진전 여부 관찰 • 보도부 공동구 덮개 파손 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면 PSC Box 거더	• 균열 및 망상균열 부위 진전 여부 관찰 • 백태, 파손, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
하부구조	• 균열, 망상균열 진전 여부 관찰 • 백태, 파손 부위 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰 • 재료분리 진전 여부 관찰	

2.11.9 종합결론

태성고가(T2)는 호남고속철도 1-1공구에 시공된 고속철도교량으로서 2013년 12월 21일에 준공된 교량으로 시공되었다.

점검결과 부재별로 균열, 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 받침콘크리트 균열 등의 손상이 조사되었고, 손상의 규모나 형태, 위치 등으로 판단할 때 시공초기 및 공용과정에 의한 것으로 판단된다.

점검결과를 비교 검토한 결과 해당구조물은 구조적으로 문제가 될 만한 손상 또는 시급한 보수 및 보강이 요구되는 사항은 조사되지 않았으며, 조사된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 사용성 및 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.12 태성고가(T1)

2.12.1 개요

2013년 12월 21일에 준공된 태성고가(T1)은 상부구조는 PSC Box Girder이며, 하부구조는 중공 라멘식 교대 2기와 사각중공 교각 3기로 구성되어 있으며, 연장 130m의 교량으로 위치는 충북 청원군 강내면 태성리 176-31 (KPR 4K600 ~ 4K730)이다. 하천은 태성천(지방하천)을 횡단하며, 도로는 지방도 594호선을 횡단한다. 시설물의 상세현황은 다음과 같다.

가.시설물 현황

<표 2.12.1> 오송고가(T1,미호천횡단) 제원

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물명		태성고가(T1)	시설물번호		BR2014-0000315
준공년월		2013. 12. 21	관리번호		-
위 치		충청북도 청원군 강내면 태성리 176-31 일원 (KPR 4K600 ~ 4K730)			
설계하중		HL-25 표준활하중	노선명(이정)		호남고속선
제원	연장	L = 130.0m (30+2@35+30)	곡선반경		원곡선(R=5,000)
	폭	B = 7.160m	종단선형		-8‰
구조형식	상부	PSC Box Girder	기초형식	교대	강관말뚝
	하부	Box형, 사각중공		교각	직접기초
교량받침		포트받침	신축이음		횡 Joint : 배수고무판 물받이
교차시설물		태성천(지방하천), 지방도594호선	통과높이		-

나. 전경

상부 전경

점검 현황

<그림 2.12.1> 전경

2.12.2 외관조사

외관조사는 대상 교량에 대해 상부구조와 하부구조로 구분하여 점검대상 부위에 대한 육안조사를 실시하였으며, 향후 유지관리 시 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위해 국토해양부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 한국시설안전공단, 2010. 12」에 근거하여 실시하였으며 조사결과는 다음과 같다.

가. 교면포장 및 난간·연석부

궤도부 전경	보도부 전경

<그림 2.12.2> 전경

교량상면은 복선 형식으로 궤도부(PC침목, 장대레일) 및 방호벽, 보도부, 연석부로 구성되어 있으며, 점검 결과 방호벽, 보도부, 연석부에서 덮개파손, 균열 및 파손 등이 조사되었다.

슬래브 상면(S1) 균열 (0.2 / 0.8)	슬래브 상면(S3) 파손 (0.1 x 0.3)

<그림 2.12.3> 손상현황

균열은 콘크리트의 재료적 특성 및 온도변화에 의한 비구조적 균열로서, 장기적인 측면에서 철근부식 등이 우려되므로 균열폭에 따라 적절한 보수가 필요하고, 파손은 외부 충격 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 단면복구를 통한 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고를 유발할 수 있으므로 블록 교체 등의 보수가 요구된다.

<표 2.12.2> 교면포장 및 난간·연석부 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	32.8 / 37	표면처리
		폭0.3mm이상	m	7.60 / 6	주입보수
	공동구 덮개손상		EA	15 / 15	단면보수
	마감불량		㎡	0.09 / 1	주의관찰
	파손		㎡	0.10 / 4	단면보수

나. 배수시설

본 교량의 배수시설은 교량상부의 교면수를 보도부 좌•우측에서 배수구를 통하여 각 경간별 배수관을 통해 하부로 유출시키는 형식으로 전 경간에 설치되어 있다.

배수시설 전경

배수시설 전경

<그림 2.12.4> 배수시설 전경

배수시설에 대한 외관조사결과 탈락 및 변형, 파손, 배수관 이격 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

배수시설 전경

<그림 2.12.5> 손상현황

다. 바닥판하면, PSC Box 거더

상부 열차하중을 직접 지지하는 PSC BOX Girder는 F.S.M (Full Staging Method)공법이 적용되었으며 상·하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 거더로 거동을 하게 된다.

거더 전경

거더 전경

<그림 2.12.8> 전경

거더외부의 하부플랜지 및 복부판의 국부적인 재료분리 및 파손, 백태, 균열, 거더 내부의 종방향 균열 및 격벽의 균열, 망상균열, 파손 등이 조사되었다.

거더외부 (S2) 균열 (0.2 / 0.7)	거더내부 (S4) 망상균열 (2.0 x 2.0)

<그림 2.12.9> 손상현황

거더에 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 수화열에 따른 온도균열로서 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되고 장기적인 내구성 확보를 위해 일부 손상들에 대해서는 균열폭에 따라 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 국부적으로 조사된 재료분리 및 파손, 들뜸 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 보수미흡에 의해 발생된 초기 손상들로, 조사된 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위하여 단면복구 등의 보수가 요구된다.

<표 2.12.3> 바닥판하면 및 거더 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
바닥판하면 PSC BOX 거더	균열	폭 0.3㎜미만	m	307.8 / 26	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	3.7 / 5	주입보수
	망상균열		㎡	9.2 / 4	표면처리
	백태		㎡	0.05 / 1	표면처리
	재료분리		㎡	0.06 / 1	단면보수
	들뜸, 파손		㎡	0.56 / 5	단면보수

라. 신축이음

본 교량의 신축이음은 배수형으로 총 5개소(A1,P1,P2,P3 A2)가 설치되어 있고, 설치 현황은 다음과 같다.

신축이음 전경 (상부)	신축이음 전경 (상부)

<그림 2.12.10> 현황

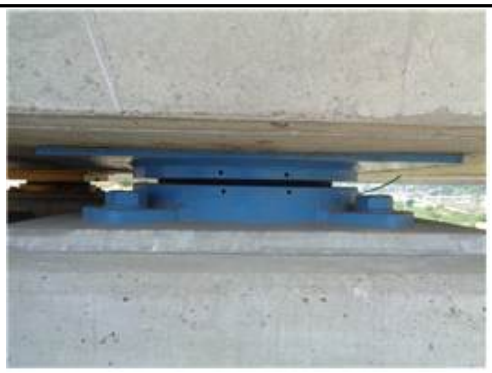
신축이음 장치의 점검결과 누수 및 고무재 파손 등이 없는 건전한 상태로 조사되었고, 차수판도 변형 및 변위가 없는 것으로 확인되었다.

신축이음 상태 양호

<그림 2.12.11> 손상현황

마. 받침장치

본 태성고가(T1)에는 포트받침 16개소가 설치되어 있으며, 배치현황 및 상세도는 다음과 같다.

	
받침장치 전경	받침장치 전경

<그림 2.12.13> 교량받침 전경

받침장치의 점검결과 본체에서는 받침Plate 부식 및 도장박리, 볼트 부식 등의 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

받침장치 상태 양호

<그림 2.12.14> 현황

■교좌장치 연단거리 측정

연단거리 측정 전경

<그림 2.12.15> 교량받침 연단거리 측정

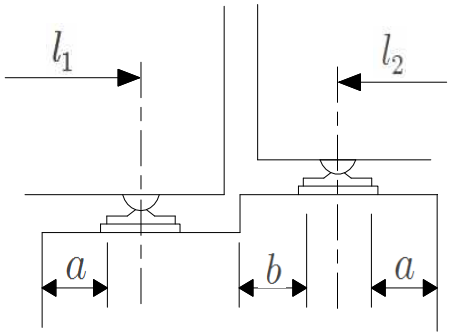
교량상부의 받침은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되는 경우가 발생한다. 따라서 교량받침 연단거리에 대한 검토를 실시하였으며, 철도교 설계기준에서 제시하는 연단거리 기준은 다음과 같다.

<표 2.12.4> 지간별 연단거리 최소값 설계기준 및 측정현황

지간길이	설계 최소 연단거리(cm)	비 고
l < 15m	15.0	
15m ≤ l < 20m	20.0	
20m ≤ l < 30m	25.0	
30m ≤ l < 40m	35.0	
40m ≤ l	40.0	

주) 1. 본 교량의 지간장은 30~35.0m로 확인되어, 연단거리 최소값은 35㎝를 적용하였다.
2. L : 지간길이(M), a : 받침의 끝에서 받침교좌 끝단까지의 거리(연단거리)

$$
\begin{aligned}
l &< 15m \quad a = 150mm, \quad b = 150mm \\
15m \le l &< 20m \quad a = 200mm, \quad b = 150mm \\
20m \le l &< 30m \quad a = 250mm, \quad b = 150mm \\
30m \le l &< 40m \quad a = 350mm, \quad b = 150mm \\
40m \le l & \quad a = 400mm, \quad b = 150mm
\end{aligned}
$$



교량받침 연단거리 측정

<표 2.12.5> 연단거리 검토 결과

위치		지간장 (m)	최소 연단거리 (cm)	Sh1		Sh2		Sh3		Sh4	
				측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가	측정 (cm)	평가
A1	A1측	30.0	35.0	103	양호	107	양호	-	-	-	-
P1	A1측	30.0	35.0	53	양호	54	양호	-	-	-	-
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	57	양호	57	양호
P2	A1측	35.0	35.0	52	양호	52	양호	-	-	-	-
	A2측	35.0	35.0	-	-	-	-	56	양호	57	양호
P3	A1측	35.0	35.0	54	양호	54	양호	-	-	-	-
	A2측	30.0	35.0	-	-	-	-	57	양호	58	양호
A2	A1측	30.0	35.0	100	양호	97	양호	-	-	-	-

교량받침에 대한 연단거리 측정결과 전 구간 설계기준을 상회하는 것으로 조사되었으며, 연단거리 부족으로 인한 문제는 없을 것으로 조사되었다.

■교좌장치 가동량 측정

가동량 측정 전경

<그림 2.12.16> 교량받침 가동량 측정

<표 2.12.6> 교좌장치 계산 신축량 산정

평 가 기 준	◉ 온도에 의한 가동량 $\triangle l_t$ = ⊿T×α×ℓ(신축거더 길이) △T = 온도변화(콘크리트교 : -5.0℃~+35.0℃) α = 선팽창계수 : 1.0×10-5 (콘크리트 적용) ◉ 현장조사(받침 가동량) 당시 기온 : 18.3℃(2017년 06월 2일 일평균 기온) ◉ 계산 가동량 산정

온도변화 범위	콘크리트교	-5.0℃~+35.0℃
점검시 기온(℃)		18.3℃
신축거더 길이(L)	콘크리트교	30.0, 35.0m
선팽창 계수(α)	콘크리트교	1.0×10-5
온도에 의한 가동량($\triangle l_t$)		$\triangle l_t$ = ⊿T×α×L

※ 건조수축 및 크리프는 미소하여 이동여유량 검토 시 고려하지 않음.

본 교량받침에 대한 가동상태는 2017년 6월 2일에 측정하였으며 측정일 일평균 기온은 18.3℃로 확인되어 일평균 기온을 적용해 온도에 대한 신축거동을 다음과 같이 분석하였고, 가동량 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.12.7> 교량받침 가동량 측정결과

구 분		측정시 온도(℃)	온도변화(ΔT)		선팽창계수 (α)	지간장 (L,m)	계산 가동량 (㎜)		측정 이동량 (㎜)	가동 범위 (㎜)		허용 이동량 (±,㎜)	비 고
			동절기	하절기			동절기	하절기		동절기	하절기		
A1	SH3	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	6.99	5.01	-30	20	80	50	O.K
	SH4	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	6.99	5.01	-30	20	80	50	O.K
P1	SH1	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
	SH2	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
P2	SH1	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
	SH2	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	35.0	8.16	5.85	-40	10	90	50	O.K
P3	SH1	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	3.03	1.05	-40	10	90	50	O.K
	SH2	18.3	23.3	16.7	1.0×10-5	30.0	3.03	1.05	-40	10	90	50	O.K

바. 하부구조

1) 교대 및 교각

하부구조인 교대 및 교각은 상부구조의 지지 및 상부로부터의 하중을 지반으로 전달하는 역할을 하는 부재로서, 시·종점부 교대(A1, A2)는 고강도강관말뚝에 중공형으로 시공되었으며 교각은 직접기초에 중공사각 기둥으로 시공되어 있다.

교대 전경	교각 전경

<그림 2.12.17> 전경

교대/교각에 대한 점검결과 일부구간에서 균열과 망상균열 등이 국부적으로 조사되었다. 이는 전회차 점검에서 확인된 손상이며 현재 미보수된 상태이다.

교대(A1) 균열 (0.2 / 0.5)	교각(P3) 균열 (0.2 / 0.8)

<그림 2.12.18> 손상현황

조사된 균열은 시공초기 에 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되며, 콘크리트 내구성 확보를 위하여 균열폭에 따른 적절한 보수가 요구된다.

<표 2.12.8> 하부구조 손상발생 현황

구 분	결함 및 손상, 열화내용		단위	수량 / 개소	조치방안
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	2.0 / 4	표면처리
		폭 0.3㎜이상	m	3.8 / 5	주입보수
	망상균열		㎡	4.4 / 2	표면처리

2.12.3 손상물량 집계

<표 2.12.9> 손상물량 집계표

구분	손상명		2016년 하반기			2017년 상반기			하자여부
			발생 개소	손상 물량	단위	발생 개소	손상 물량	단위	
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	37	32.8	m	37	32.8	m	하자
		폭0.3mm이상	6	7.60	m	6	7.60	m	하자
	공동구 덮개손상		15	15	EA	15	15	EA	하자
	마감불량		1	0.0	㎡	1	0.0	㎡	하자
	파손		4	0.10	㎡	4	0.10	㎡	하자
바닥판하면 PSC BOX 거더	균열	폭 0.3㎜미만	26	307.8	m	26	307.8	m	하자
		폭 0.3㎜이상	5	3.7	m	5	3.7	m	하자
	망상균열		4	9.2	㎡	4	9.2	㎡	하자
	백태		1	0.05	㎡	1	0.05	㎡	하자
	재료분리		1	0.06	㎡	1	0.06	㎡	하자
	들뜸, 파손		5	0.56	㎡	5	0.56	㎡	하자
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	4	2.0	m	4	2.0	m	하자
		폭 0.3㎜이상	5	3.8	m	5	3.8	m	하자
	망상균열		2	4.4	㎡	2	4.4	㎡	하자

2.12.4 외관조사 결과

부 재 명	결과요약
교면포장 및 난간·연석부	• 점검 결과 방호벽, 보도부, 연석부에서 덮개파손, 균열 및 파손 등이 조사되었다. • 균열은 콘크리트의 재료적 특성 및 온도변화에 의한 비구조적 균열로서, 장기적인 측면에서 철근부식 등이 우려되므로 균열폭에 따라 적절한 보수가 필요하고, 파손은 외부충격 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성 저하 방지를 위하여 단면복구를 통한 보수가 요구된다. 보도부에 발생된 공동구 덮개 파손은 구조물의 내구성에는 지장이 없으나 유지관리시 점검자 및 작업자의 안전사고를 유발할 수 있으므로 블록 교체 등의 보수가 요구된다.
배수시설	• 배수시설에 대한 외관조사결과 탈락 및 변형, 파손, 배수관 이격 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
바닥판하면 PSC Box 거더	• 거거더외부의 하부플랜지 및 복부판의 국부적인 재료분리 및 파손, 백태, 균열, 거더 내부의 종방향 균열 및 격벽의 균열, 망상균열, 파손 등이 조사되었다. • 거더에 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 수화열에 따른 온도균열로서 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되고 장기적인 내구성 확보를 위해 일부 손상들에 대해서는 균열폭에 따라 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 국부적으로 조사된 재료분리 및 파손, 들뜸 등은 시공 초기 품질관리 미흡 및 보수미흡에 의해 발생된 초기 손상들로, 조사된 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위하여 단면복구 등의 보수가 요구된다.
신축이음	• 신신축이음 장치의 점검결과 누수 및 고무재 파손 등이 없는 건전한 상태로 조사되었고, 차수판도 변형 및 변위가 없는 것으로 확인되었다.
받침장치	• 받침장치의 점검결과 본체에서는 받침Plate 부식 및 도장박리, 볼트 부식 등의 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
하부구조	• 교대/교각에 대한 점검결과 일부구간에서 균열과 망상균열 등이 국부적으로 조사되었다. 이는 전회차 점검에서 확인된 손상이며 현재 미보수된 상태이다. • 조사된 균열은 시공초기 에 발생한 비구조적 균열로서 구조물의 안전성을 저해하는 사항은 없는 것으로 판단되며, 콘크리트 내구성 확보를 위하여 균열폭에 따른 적절한 보수가 요구된다.

2.12.5 내구성 시험

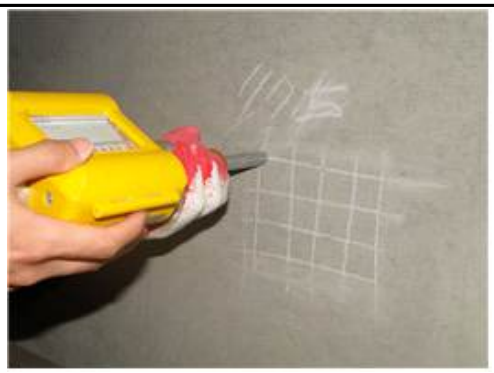
가. 개요

본 과업에서는 대상구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 재료시험을 수행하였다. 콘크리트의 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험을 실시하였으며, 콘크리트의 내구성을 평가하기 위하여 탄산화시험을 실시하였다.

나. 시험 측정일자 및 조사자

<표 2.12.10> 현장시험 측정일자

구 분	일 자	비 고
현장시험	2017. 06. 02	



반발경도 작업사진

<그림 2.12.19> 반발경도 작업사진

다. 콘크리트 강도조사

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다. 또한 반발경도에 의한 압축강도 추정은 일본재료학회와 일본건축학회, 과학기술부 강도계산식을 사용하여 3개의 수치로 나타내었다. 각 시험방법에 의한 비파괴강도를 나타내었다.

① 측정결과

<표 2.12.11> 콘크리트 비파괴 강도시험 결과

구 분	설계강도 (MPa)	반발경도법 측정강도(MPa)				강도비(%) (평균/설계강도)
		재료학회식	건축학회식	과학기술부	평균	
바닥판하면 S1	40.0	-	-	44.9	44.9	112.3
거더내부 S2우벽	40.0	-	-	44.9	44.9	112.3
거더내부 S3좌벽	40.0	-	-	44.8	44.8	112.0
A2 전면벽체	27.0	32.2	31.1	-	31.1	115.2
P1 구체전면	27.0	32.9	31.5	-	31.5	116.7
P2 코핑전면	27.0	31.5	30.7	-	30.7	113.7

② 측정결과 분석

반발경도법을 이용한 콘크리트 비파괴압축강도 측정결과는 전 측정개소에서 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)의 112.0%~116.7%로 나타나 모두 설계기준강도를 상회하고 있는 양호한 상태로 평가되었다.

<그림 2.12.20> 비파괴 강도시험 결과분석도

③ 기 점검결과와의 비교・분석

기존 점검 결과와 비교하여 분석한 결과 측정위치 및 환경의 상이에 따라 결과 값은 다소 차이를 나타내고 있으나 전 개소에서 모두 설계기준강도(27.0MPa / 40.0MPa)를 만족하고 있어 콘크리트의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

<표 2.12.12>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 측정강도(MPa)				2017년 상반기 측정강도(MPa)				평가
	최소값	최대값	평균값		최소값	최대값	평균값		
반발경도	30.3	50.8	40.6	6개소	30.7	44.9	38.0	6개소	양호

2.12.6 상태평가

가. 개요

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 항목도 상태평가 기준의 요소로 포함하였다.

나. 상태평가 기준

<표 2.12.13> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기준	A	B	C	D	E
결함도범위	0≤ x 〈0.13	0.13≤ x 〈0.26	0.26≤ x 〈0.49	0.49≤ x 〈0.79	0.79≤ x

다. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
구간	구조 형식	바닥판	거더	가로보	궤도부	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
												상부	하부
S1[A1]	PSCB	a	b	x	q	a	b	a	a	b	q	x	x
S2[P1]	PSCB	a	b	x	q	a	b	a	a	a	q	x	x
S3[P2]	PSCB	b	b	x	q	a	b	a	a	a	q	x	x
S4[P3]	PSCB	b	b	x	q	a	c	a	a	b	q	x	x
A2	PSCB	-	-	-	-	-	-	a	a	a	q	-	x
평균		0.100	0.200	-	-	0.100	0.250	0.100	0.100	0.100	-	-	-
가중치		27	23	-	-	3	2	9	9	20	-	-	-
(평균X가중치)/ 가중치합		0.041	0.046	-	-	0.003	0.005	0.009	0.009	0.028	-	-	-
1. 환산결함도 점수 2. 상태평가 결과													0.148 B

"안전점검 및 정밀안전진단 세부지침"에 의한 결함지수 산정결과 결함지수는 F=0.148으로 산정되어 상태평가 결과는 "B"로 판정하였다.

<표 2.12.14>기 점검결과와의 비교・분석

구 분	2016년 하반기 상태평가 결과	2017년 상반기 상태평가 결과	비고
상태평가 비교	0.148 / B등급	0.148 / B등급	

• 상태평가는 전차 비교시 물량의 변동이 없으므로, 상태평가 지수 및 등급은 동일한 상태로 유지되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

구 분	상태평가 결과		안전성 평가등급		안전등급
오송역라멘 (T1)	상태평가 지수	결과	안전성평가 지수	등급	B
	0.148	B	-	-	
종합평가	• 본 시설물에 대한 종합평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)」을 토대로 실시하였으며 상태평가 결과는 “b”로, 안전등급은「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태」인 B등급으로 평가되었다.				

2.12.7 손상별 보수·보강방안 및 보수 우선순위 선정

본 시설물의 보수·보강방법에 대한 공법 비교·검토 및 시공 시 유의사항 등은 공통편에 수록하였다.

<표 2.12.15>손상별 보수·보강 방안 및 보수 우선순위

구 분			손 상 물 량			보수공법	우선순위
			단위	물량	개소		
방호벽 보도부 연석부	균열	폭0.3mm미만	m	32.8	37	표면처리	3
		폭0.3mm이상	m	7.60	6	주입보수	2
	공동구 덮개손상		EA	15	15	단면보수	2
	마감불량		㎡	0.09	1	주의관찰	3
	파손		㎡	0.10	4	단면보수	2
PSC BOX 거더 내부 및 강합성 거더 내부	균열	폭 0.3㎜미만	m	307.8	26	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	3.7	5	주입보수	2
	망상균열		㎡	9.2	4	표면처리	3
	백태		㎡	0.05	1	표면처리	3
	재료분리		㎡	0.06	1	단면보수	2
	들뜸, 파손		㎡	0.56	5	단면보수	2
하부구조	균열	폭 0.3㎜미만	m	2.0	4	표면처리	3
		폭 0.3㎜이상	m	3.8	5	주입보수	2
	망상균열		㎡	4.4	2	표면처리	3

주) 1. 보수 · 보강 우선순위 기준
- 1순위 ① 주요 부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우
  ② 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우
- 2순위 ① 손상방치 시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우
  ② 내구성능 향상이 필요한 경우
- 3순위 ① 발생된 손상이 경미하여 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 손상의 진전 확인 후 보수결정

2. 보수공법별 세부내용은 「공통편, 1.6 보수·보강방안」참조

2.12.8 중점유지관리 사항

본 시설물에 대한 점검결과 구조적 안전성에 영향을 미치는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 변상에 대해서는 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단되므로, 향후 점검 시 중점적으로 확인하여야 할 사항에 대해서 다음과 같이 정리하였다.

<표 2.12.16> 중점유지관리 사항

부재명	유지관리 내용	비고
교량상부	• 방호벽 균열, 파손 부위 진전 여부 관찰 • 보도부 공동구 덮개 파손 추가손상 발생 여부 관찰	
바닥판하면 PSC Box 거더	• 균열 및 망상균열 부위 진전 여부 관찰 • 백태, 들뜸 및 파손, 재료분리 손상진전 및 추가손상 발생 여부 관찰	
하부구조	• 균열, 망상균열 진전 여부 관찰	

2.12.9 종합결론

태성고가(T1)는 호남고속철도 1-1공구에 시공된 고속철도교량으로서 2013년 12월 21일에 준공된 교량으로 시공되었다.

점검결과 부재별로 균열, 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 받침콘크리트 균열 등의 손상이 조사되었고, 손상의 규모나 형태, 위치 등으로 판단할 때 시공초기 및 공용과정에 의한 것으로 판단된다.

점검결과를 비교 검토한 결과 해당구조물은 구조적으로 문제가 될 만한 손상 또는 시급한 보수 및 보강이 요구되는 사항은 조사되지 않았으며, 조사된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 적절한 보수를 실시하고 주기적인 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 사용성 및 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.