

국도21호선 목주교 등 20개소 정밀점검 종 합 보 고 서

2012. 06

점검기관/  (주)장맥엔지니어링



예 산 국 토 관 리 사 무 소

제 II 편

시설물 정밀점검

- | | |
|--------------|--------------|
| 제1장 목주교 | 제11장 맹사성교[상] |
| 제2장 신계1교 | 제12장 맹사성교[하] |
| 제3장 교천교[상] | 제13장 인주육교 |
| 제4장 교천교[하] | 제14장 탑동고가교 |
| 제5장 원남교[상] | 제15장 시곡교 |
| 제6장 원남교[하] | 제16장 운산리 보강토 |
| 제7장 남동과선교[상] | 제17장 야현교 |
| 제8장 남동과선교[하] | 제18장 정전교 |
| 제9장 남리육교 | 제19장 성북교 |
| 제10장 장존교 | 제20장 금천교 |

제1장

목주교

- 1.1 정밀점검의 개요
- 1.2 자료수집 및 분석
- 1.3 상태평가
- 1.4 보수·보강 방안
- 1.5 종합결론 및 제언

제 1 장 목주교

1.1 정밀점검의 개요

1.1.1 개 요

목주교는 충남 천안시 목천읍 신계리에 위치하며, 연장 390.0m, 폭 20.5m, 왕복 4차로의 STEEL BOX GIRDER 교량으로 2004년에 준공되어 약 8년이 경과된 2종 시설물이다.

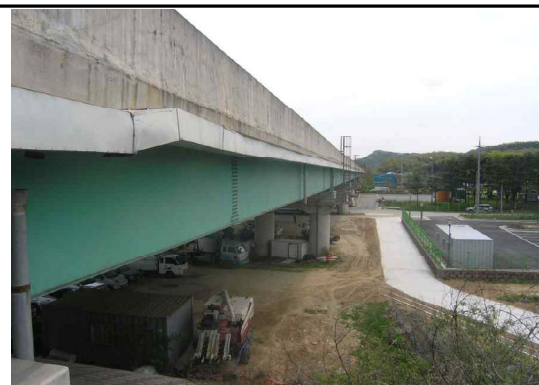
1.1.2 현 황

본 점검 시설물에 대한 현황은 다음과 같다.

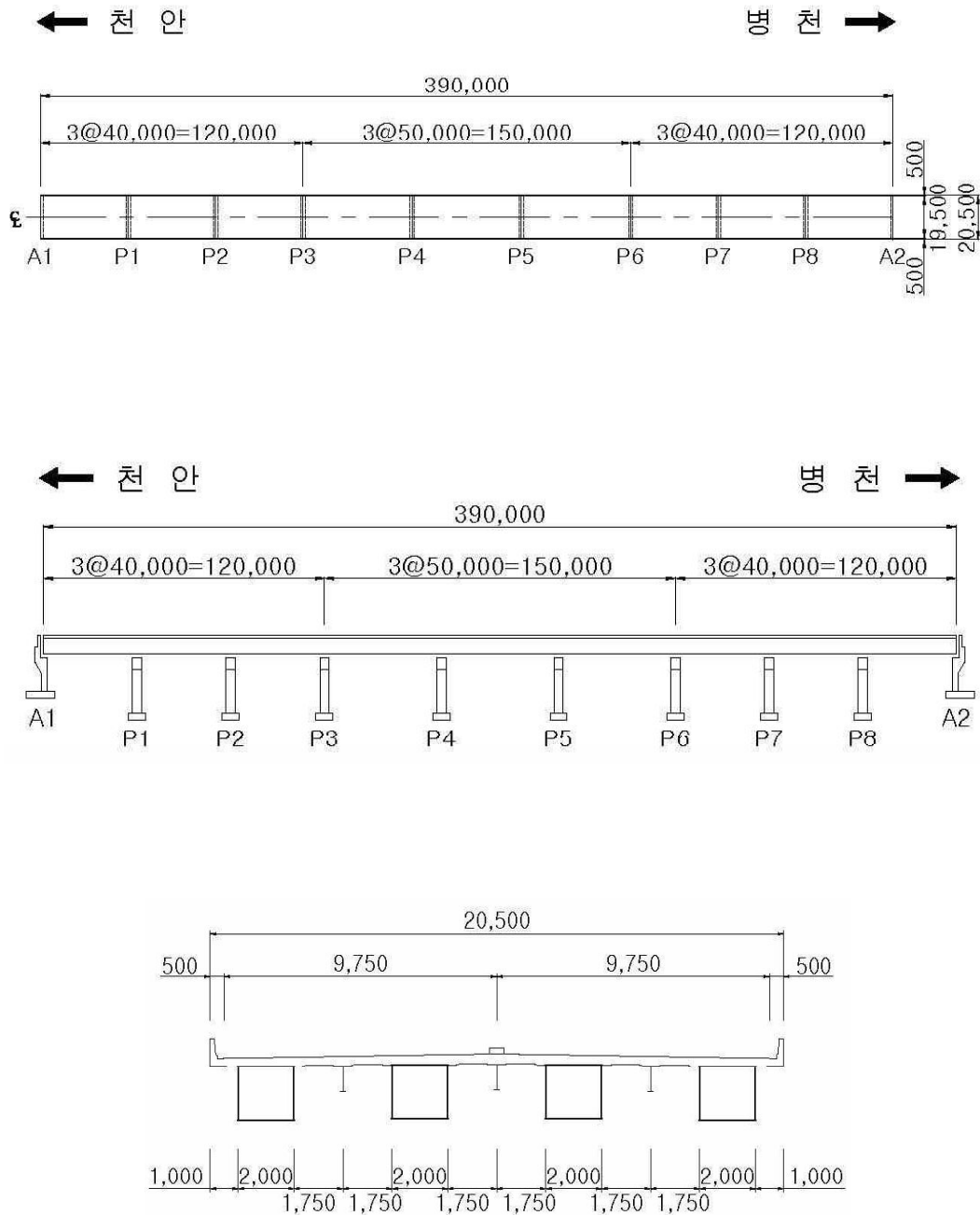
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		목주교		시 행 청		대전지방국토관리청	
공사기간		착공	1997.12.10	설 계 사		(주)경일기술공사, (주)진로엔지니어링	
		준공	2004.08.13	시 공 사		두산중공업(주), 삼부토건(주), 우정건설(주)	
위 치		충남 천안 목천 신계					
노 선		국도21호선		설계활하중		DB-24	
제 원	연 장	L = 3 @ 40.0 + 3 @ 50.0 + 3 @ 40.0 = 390.0m					
	폭	B = 20.5m, 4차로					
구 조 형 식	상 부	Steel Box Girder		기 초 형 식	교 대	말뚝기초	
	하 부	교대 : 역T형, 교각 : 라멘식			교 각	말뚝기초	
받침장치		포트받침		신축이음장치		Rail Joint	
교차시설물		톨게이트 진입로		통과높이		5.5m	



상부전경



측면전경



【그림 Ⅱ.1.1】 목주교 일반도

1.2 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여, 각각의 특성을 파악하고 점검 등의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였다. 또한, 본 과업 대상구조물의 점검 시 관련 자료를 수집하여 정밀점검 및 유지관리 시 필요한 자료를 정리 및 분석하였고, 적절한 보수·보강공법의 제시 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

1.2.1 전차 정밀 점검 실시결과 요약

【표 II.1.1】 기존 정밀점검 요약(2010년 정밀점검 - (주)한길종합엔지니어링)

외관조사 결과				
구 분		주요결함 및 손상내용		점검 의견
교면포장		• 국부적인 패임 및 함몰(병천방향)		• 소파보수
배수시설		• 배수구 막힘 및 덮개 탈락, 배수관 탈락		• 정비 및 재설치
난간연석		• 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열		• 주의관찰
신축이음		• 유간 토사퇴적, 후타재 미세균열		• 주의관찰
바 닥 판		• 기 균열 보수, 일부 균열 및 공동부 철근노출		• 표면처리, 단면보수
S/T BOX		• 국부적인 도장박리 및 도장불량, 환기구망 불량		• 주의관찰, 재설치
받침장치		• 전단키 설치불량 및 고정 볼트 부식		• 볼트절단, 주의관찰
교 대		• 균열 및 백태		• 균열보수, 단면보수
교 각		• 기 균열 보수, 보수부 재균열		• 균열보수
내구성 조사 결과				
구 분		설계기준	조사결과	평가결과
콘크리트 강 도	상부	27.0 MPa	31.63 MPa	설계기준 117%
	하부	24.0 MPa	29.66 MPa	설계기준 124%
탄 산 화 시 험	상부	-	2.5mm	탄산화 잔여깊이 30mm 이상
	하부	-	3.0mm	
상태평가 결과				
상태평가 점수			상태평가 등급	
0.149			B	

종합 결론
• 목주교에 대한 정밀점검 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B” 등급으로 전반적으로 양호한 것으로 평가되었다. 이전 점검이후 주부재 및 보조부재에서 일부 손상의 진전이 조사되었으며, 진전된 주요 손상은 포장 패임, 배수관 탈락, 방호벽 균열, 바닥판 하면 균열 등이며, 특히 전단기 설치불량으로 인해 교량의 신축거동에 영향을 미칠 것으로 판단되므로 볼트절단에 의한 보수가 필요하고, 그 외 발생한 결함에 의한 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

1.2.2 기존 점검·진단, 보수·보강 이력

【표 II.1.2】 기존 점검·진단 이력사항

연번	기 간 구 분	점검·진단 기관명	상태 등급	주요 점검·진단 결과	비고
1	2004.08 초기점검	(주)윤성이엔지	A	• 전체적으로 외관적인 특별한 손상이 발견되지 않는 등 대체적으로 교량 상태는 매우 양호	
2	2006.05 정밀점검	비엔티엔지니어링(주)	B	• 시설물은 대체로 양호한 상태로 국부적인 손상에 대한 보수가 필요함	
3	2008.08 정밀점검	(주)양지엔지니어링	B	• 구조적인 손상(균열 등)의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으며, 교면포장의 국부적인 포트 홀, 체수 등의 공용중 경미한 손상과 시공초기 비구조적인 결함인 콘크리트 방호벽의 건조수축균열과 콘크리트 박리, 바닥판 슬래브의 건조수축 횡균열과 재료분리, 교각 및 교대에 건조수축 균열과 콘크리트 박리와 박락이 조사되었다.	

연번	기 간 구 분	점검·진단 기관명	상태 등급	주요 점검·진단 결과	비고
4	2010.05 정밀점검	(주)한길종합엔지니어링	B	· 포장 국부적인 패임 및 함몰(병천방향) · 배수구 막힘 및 덮개 탈락, 배수관 탈락 · 방호벽 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열 · 유간 토사퇴적, 후타재 미세균열 · 바닥판 기 균열 보수, 일부 균열 및 공동부 철근노출 · 주형 국부적인 도장박리 및 도장불량, 환기구망 불량 · 받침장치 전단키 설치불량 및 고정 볼트 부식 · 교대 균열 및 백태 · 기 균열 보수, 보수부 재균열	

【표 II.1.3】 기존 보수·보강 이력사항

연번	기 간	설계사	시행사	공사금액 (천원)	보수·보강내용
1	2008.09		(주)경상	205,494	· 천안방향 교면포장 전체 보수공사

1.2.3 자료분석 결과

가. 점검 이력사항에 대한 검토결과 주요 손상은 교면포장 국부적인 패임 및 함몰(병천방향), 배수구 막힘 및 덮개탈락, 배수관 탈락, 방호벽 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열, 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 미세균열, 바닥판 일부 균열 및 공동부 철근노출, 주형 국부적인 도장박리 및 도장불량, 환기구망 불량, 받침장치 전단키 설치불량 및 고정 볼트 부식, 교대 균열 및 백태, 교각 보수부 재균열 등이 조사되었으며, 구조물의 안전성에 영향을 미치는 구조적 손상징후는 없는 상태이다.

나. 보수·보강은 2008년 천안방향 포장 전체 보수공사가 시행된 상태이다.

1.3 상태평가

1.3.1 외관조사 결과

가. 상부구조

1) 교면포장

- ㉠ 교면포장은 아스콘 포장으로 난간부 토사퇴적, 보수부 패임 및 파손(S4, S9, 천안방향), 포장균열(S5, 병천방향) 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 발생한 손상은 공용기간 경과 및 차륜하중에 의한 영향이 지배적인 원인으로 판단되며, 바닥판의 열화방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

	
포장 현황(천안)	포장 현황(병천)
	
포장 토사퇴적(S8-천안)	포장 균열(S5-병천)
	
보수부 포장 파손(S9-천안)	포장 토사퇴적(S8-병천)

2) 배수시설

- ㉠ 배수구는 천안방향 21개소, 병천방향 19개소로 총 40개소 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 전반적인 배수구 막힘, 배수관 파손 1개소가 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 막힌 배수구는 교면의 원활한 배수가 곤란하므로 정기적인 청소가 필요한 상태이며, 파손된 배수관의 보수를 통한 낙수로 인한 구체의 손상을 방지하여야 할 것으로 판단된다.



배수구 막힘(S3-천안)



배수관 파손(S1-병천)

3) 방호벽 · 중앙분리대

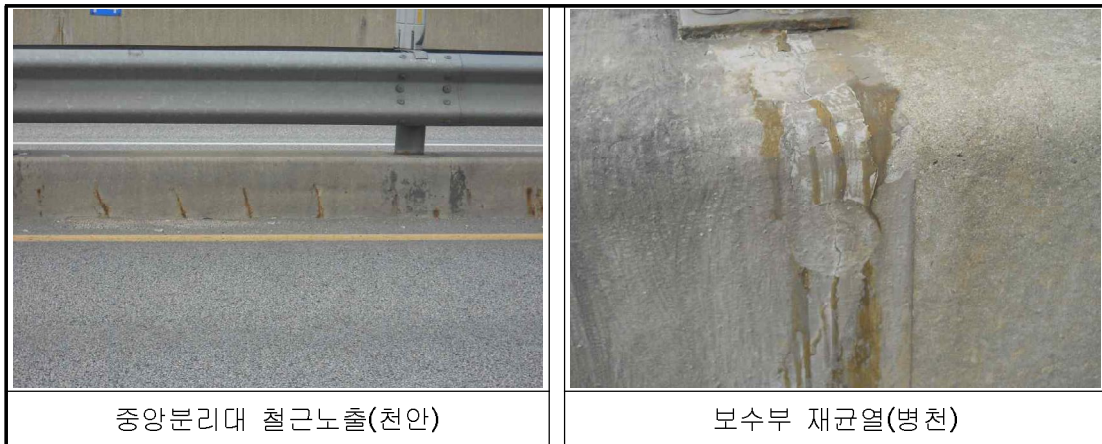
- ㉠ 방호벽은 콘크리트로서 다수의 보수부 재균열, 단면 보수부 망상균열 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태이나, 천안방향 중앙분리대에 피복부족에 의한 철근노출이 일부 발생한 것으로 조사되었다.



방호벽 현황(천안)

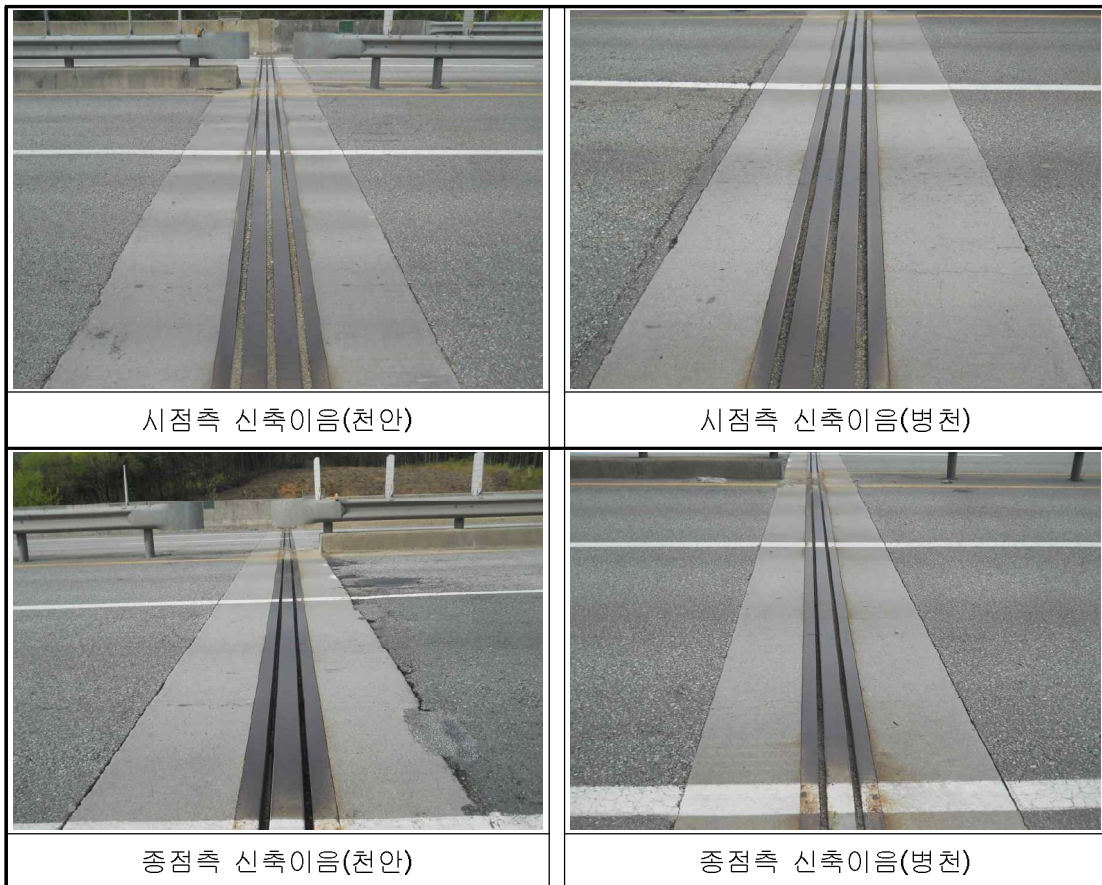


중앙분리대 현황(병천)



4) 신축이음

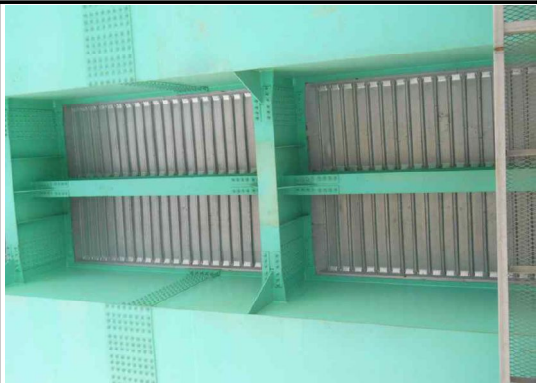
- ㉠ 신축이음은 Rail Joint 형식으로 2개소(A1, A2)가 설치되어 있으며, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생한 상태이나 기능상의 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- ㉡ 후타재는 시·종점부 모두 0.2mm의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열 및 망상균열이 발생한 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

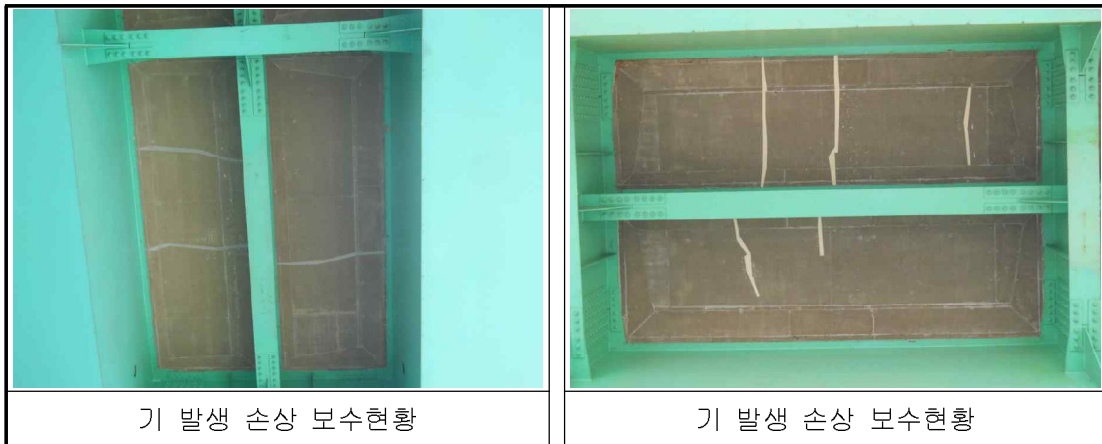


	
시점측 신축이음 유간 토사퇴적(천안)	시점측 신축이음 후타재 망상균열(병천)
	
중점측 신축이음 후타재 망상균열(천안)	중점측 신축이음 후타재 망상균열(병천)

5) 바닥판

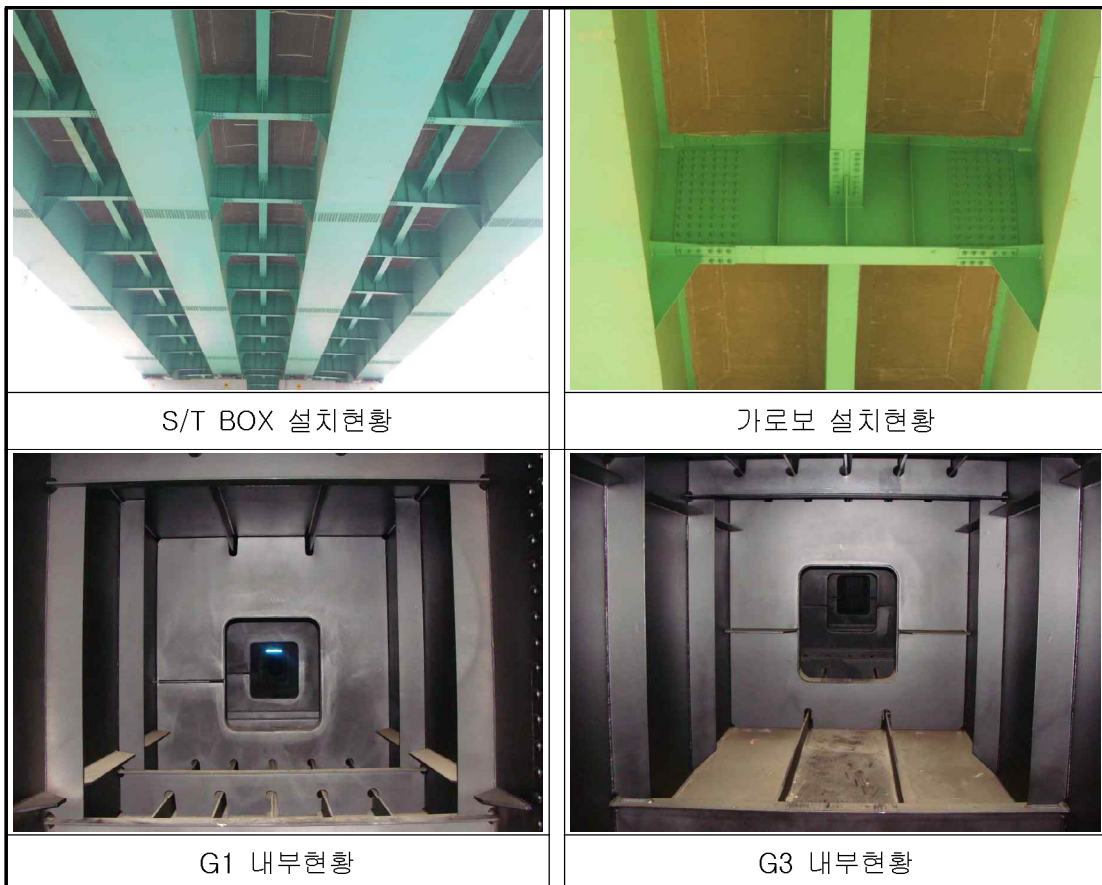
- ㉠ 바닥판은 일부 DECK PLATE(S3, S4, S9)로 시공된 상태이며, 나머지는 콘크리트로
서 기 발생 손상에 대한 보수조치가 이루어진 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상
태인 것으로 조사되었다.

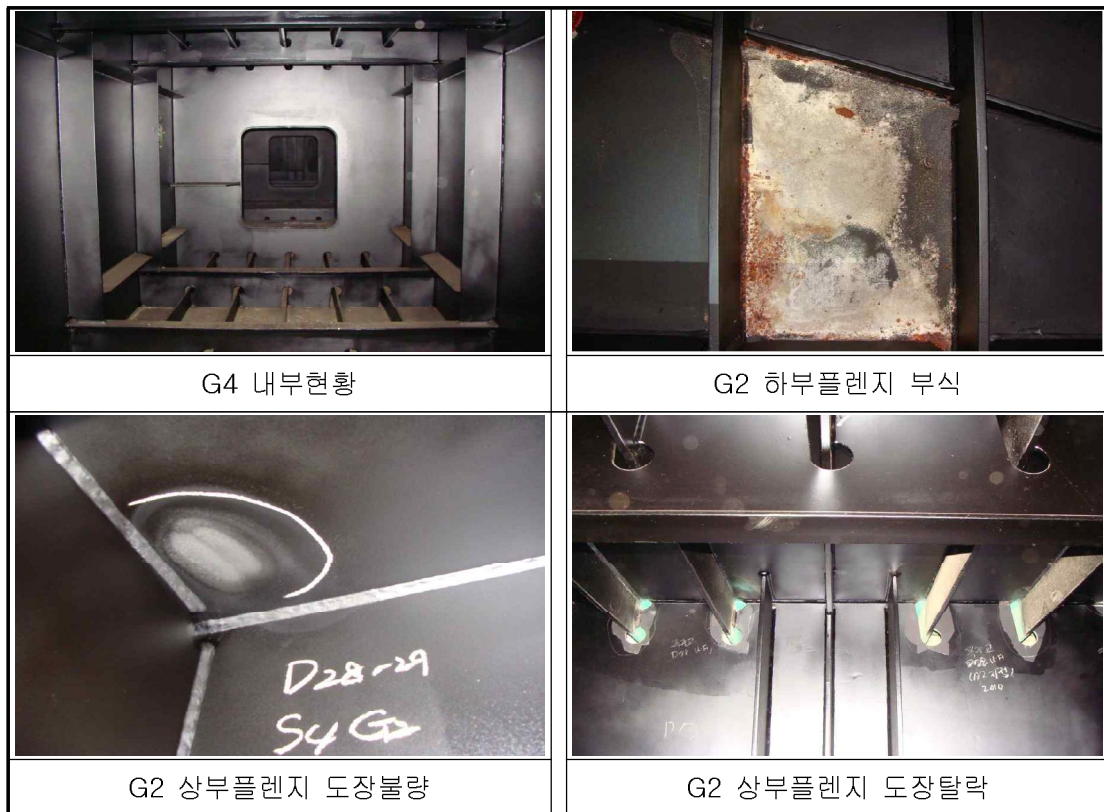
	
바닥판 현황	바닥판 DECK PLATE



6) S/T BOX 및 가로보

- ㉠ S/T BOX는 총 4련이 설치된 상태로 외관조사 결과 외부에는 도장 긁힘 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- ㉡ S/T BOX 내부에 대한 외관조사 결과 대체로 양호한 상태이나 G2 내부에는 국부적인 부식, 도장불량 및 도장탈락이 일부 발생된 것으로 조사되었다.





나. 하부구조

1) 받침장치

- ㉠ 본 교량은 40개의 포트받침이 설치된 상태로 종·횡방향의 과도한 이동 및 기울음 등은 발생되지 않은 대체로 양호한 상태이나, 받침콘크리트 파손, 재료분리 및 균열, 용접부 부식이 일부 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉡ 또한 교량의 낙교방지를 위한 전단키의 시공불량으로 인한 주형과 고정 볼트의 접촉 및 고정 볼트 부식이 일부 발생되어 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.



	
P1-SH4 받침콘크리트 재료분리	P3-SH1 전단키 시공불량
	
P6-SH1 전단키 시공불량	A2-SH2 용접부 부식

2) 교 대

- ㉠ 교대의 형식은 역T형이며, 기초형식은 말뚝기초로 시공된 상태로 외관조사 결과 시
- 종점 교대 흙벽의 기 발생 손상에 대한 보수조치가 이루어진 것으로 조사되었다.

	
시점교대 전경	종점교대 전경



시점교대 흥벽 보수현황



중점교대 흥벽 보수현황

3) 교 각

- ㉠ 교각의 형식은 라멘식이며 기초형식은 말뚝기초로 시공된 상태로 교각의 외관조사 결과 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 침하, 파손 등의 특별한 손상은 조사되지 않았다.
- ㉡ 기둥 및 코핑 및 기둥에는 폭 0.1~0.3mm 의 건조수축 및 온도변화에 의한 수직균열이 일부 발생된 상태이며, P4 코핑부에는 국부적인 백태가 발생된 것으로 조사되었다.



P1 전경



P2 전경



P3 전경



P4 코핑 백태



P5 기둥부 균열



P6 전경



P7 기둥부 균열



P8 코핑 균열

다. 외관조사 손상물량 집계표

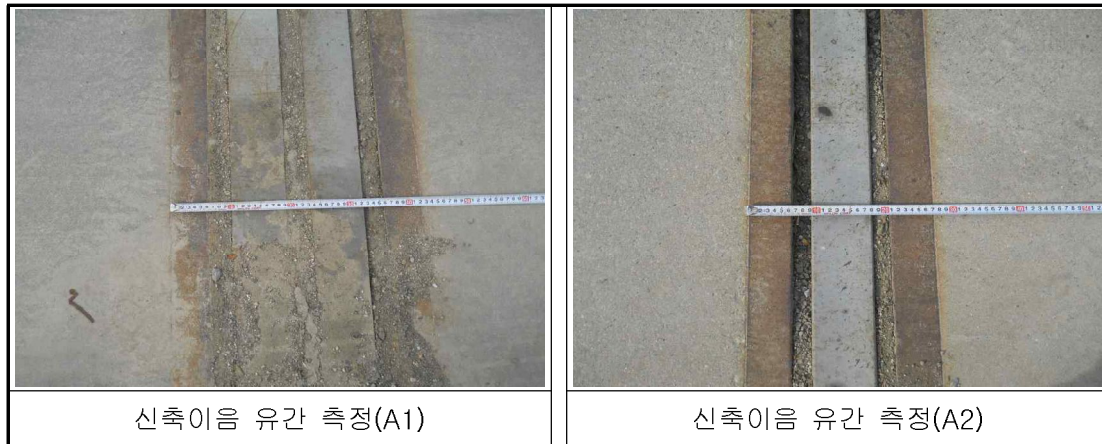
구 분	손상 내용	손상 발생 원인	손상 수량		비고
교면포장	포장파손	공용기간 경과, 차륜하중	2.70	m²	
	포장균열	공용기간 경과, 차륜하중	40.00	m	
	토사퇴적	공용기간 증가	364.00	m²	
난간·연석 방호벽	보수부 재균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	99.40	m	
	보수부 재균열(C.W>0.2)	건조수축 및 온도변화	23.00	m	
	망상균열	건조수축 및 온도변화	2.50	m²	
	철근노출	피복부족	3.66	m²	
배수시설	막힘	공용기간 증가	40	개소	
	배수관 파손	공용기간 증가, 외부충격	1.00	m	
신축이음	유간 토사퇴적	공용기간 증가	39.00	m	
	후타재 망상균열	건조수축 및 온도변화	38.03	m²	
S/T BOX	부식	공용기간 증가	0.12	m²	
	도장불량	도장불량, 공용기간 증가	0.38	m²	
받침장치	받침콘크리트 균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	0.60	m	
	받침콘크리트 파손	외부충격	0.03	m²	
	부식	공용기간 증가	1	개소	
	전단기 접촉	시공불량	15	개소	
	전단기 볼트 부식	공용기간 증가	28	개소	
	전단기 볼트 파손	시공불량	6	개소	
교 각	균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	14.50	m	
	균열(C.W>0.2)	건조수축 및 온도변화	2.50	m	
	망상균열	건조수축 및 온도변화	0.28	m²	
	백태	우수유입	0.20	m²	

1.3.2 유간 거리 및 연단거리 검토

가. 유간거리 검토

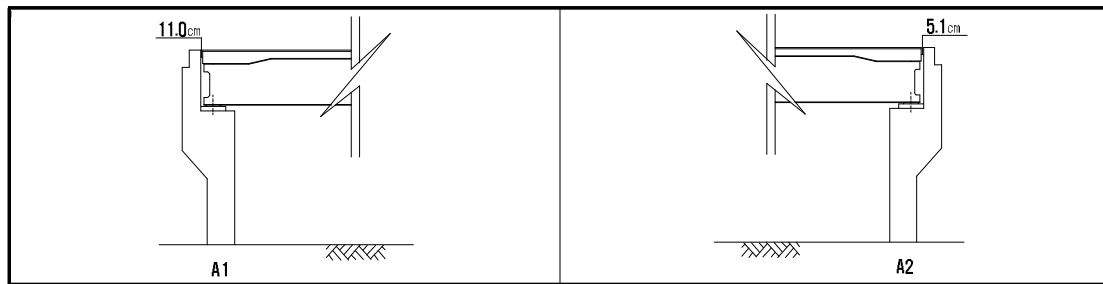
1) 소요 유간거리 측정(조사일 : 2012.05.01. 기온: 27.0℃)

유간 측정은 신축이음의 간격을 측정하여 유간을 산정하였다.



측 정 일	2012년 5월 1일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팽창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	27.0℃	주형높이(h)	2.5m
온도에 의한 신장량(ΔL_T)	$\Delta L_T = \Delta T \times \alpha \times L$		
신축길이(L)	220.0 m		
ΔL_T (신장량)	$\Delta L_T = 13.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 220,000 = 34.3\text{mm}$		
ΔL_r	$\Delta L_r = \frac{2}{3} \times 2,500 \times \frac{1}{150} = 11.1\text{mm}$		
가동 여유량(신장량)	45.4mm		

측 정 일	2012년 5월 1일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팽창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	27.0℃	주형높이(h)	2.5m
온도에 의한 신장량(ΔL_T)	$\Delta L_T = \Delta T \times \alpha \times L$		
신축길이(L)	170.0 m		
ΔL_T (신장량)	$\Delta L_T = 13.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 170,000 = 26.5\text{mm}$		
ΔL_r	$\Delta L_r = \frac{2}{3} \times 2,500 \times \frac{1}{150} = 11.1\text{mm}$		
가동 여유량(신장량)	37.6mm		



2) 검토 결과

구 분	측정유간(mm)	최소필요 여유량(mm)	판정	비 고
A1	110	45.4	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량
A2	51	37.6	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량

검토 결과 각 지점의 유간거리는 최소필요 여유량을 확보하고 있어 신축이음의 기능상 문제는 없는 것으로 검토되었다.

나. 연단거리 검토

1) 연단거리 조사 결과



<SH1>										
<SH2>										
<SH3>										
<SH4>										
	(A1)	(P1)	(P2)	(P3)	(P4)	(P5)	(P6)	(P7)	(P8)	(A2)

구 분		교좌 형식				실측 연단거리(cm)				최 소 연단거리 (cm)	비 고
		①	②	③	④	①	②	③	④		
A1		↕	↕	↑	↕	59	58	59	59	40	양호
P1	시점	↕	↕	↑	↕	69	68	69	68	40	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	71	72	71	72	40	
P2	시점	↕	↕	↑	↕	68	70	67	67	40	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	72	70	73	73	40	
P3	시점	↕	↕	↑	↕	70	72	71	68	40	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	70	68	69	72	45	
P4	시점	↕	↕	↑	↕	71	69	70	69	45	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	69	71	70	71	45	
P5	시점	↔	↔	●	↔	72	70	71	72	45	양호
	종점	↔	↔	●	↔	68	70	69	68	45	
P6	시점	↕	↕	↑	↕	69	68	69	71	45	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	71	72	71	69	40	
P7	시점	↕	↕	↑	↕	68	69	68	68	40	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	72	71	72	72	40	
P8	시점	↕	↕	↑	↕	69	70	69	71	40	양호
	종점	↕	↕	↑	↕	71	70	71	69	40	
A2		↕	↕	↑	↕	57	56	57	57	40	양호

※ 경간 길이 : 40.0m, 50.0m

연단거리(S) = 20 + 0.5 × L (경간길이 100m 이하, L = 지간길이(m))

∴ S = 20 + 0.5 × 40.0 = 40.0cm(S)

∴ S = 20 + 0.5 × 50.0 = 45.0cm(S)

2) 검토 결과

연단거리 검토결과 전체적으로 시방기준을 만족하는 것으로 평가되었으며, 코핑 연단 부 파손 등의 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.

1.3.3 내구성 평가 결과

가. 반발경도법

1) 시험 결과

구 분	부재명	측정압축강도 (MPa)	평균압축강도 (MPa)	설계기준강도 (MPa)	판 정 (비파괴/설계기준)
바닥판	S1	27.1 ~ 28.7	27.7	27.0	1.03 ≥ 0.9 O.K
	S2	28.8 ~ 29.2	29.0	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
	S3	29.5 ~ 29.9	29.6	27.0	1.10 ≥ 0.9 O.K
	S4	29.2 ~ 29.7	29.4	27.0	1.09 ≥ 0.9 O.K
	S6	29.1 ~ 29.9	29.5	27.0	1.09 ≥ 0.9 O.K
	S7	28.5 ~ 30.3	29.6	27.0	1.10 ≥ 0.9 O.K
	S8	26.7 ~ 29.3	28.4	27.0	1.05 ≥ 0.9 O.K
	S9	27.1 ~ 28.9	27.7	27.0	1.03 ≥ 0.9 O.K
	평 균	28.5 ~ 30.3	28.9	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
교 대	A1	24.1 ~ 27.9	26.6	24.0	1.11 ≥ 0.9 O.K
	A2	24.7 ~ 25.1	25.4	24.0	1.06 ≥ 0.9 O.K
	평 균	24.1 ~ 25.9	26.0	24.0	1.08 ≥ 0.9 O.K
교 각	P1	24.1 ~ 24.7	24.4	24.0	1.02 ≥ 0.9 O.K
	P2	24.4 ~ 24.9	24.6	24.0	1.03 ≥ 0.9 O.K
	P3	24.9 ~ 25.6	25.4	24.0	1.06 ≥ 0.9 O.K
	P4	25.7 ~ 26.3	26.1	24.0	1.09 ≥ 0.9 O.K
	P5	24.7 ~ 25.3	24.9	24.0	1.04 ≥ 0.9 O.K
	P6	24.0 ~ 25.2	24.7	24.0	1.03 ≥ 0.9 O.K
	P7	26.3 ~ 27.2	26.7	24.0	1.11 ≥ 0.9 O.K
	P8	26.7 ~ 27.6	27.0	24.0	1.13 ≥ 0.9 O.K
	평 균	24.7 ~ 26.1	25.5	24.0	1.06 ≥ 0.9 O.K

※ $\frac{\text{보정강도}}{\text{설계기준강도}} \geq 0.90$: 건전 $\Rightarrow$ 일본 국토개발기술연구센터 비파괴 추정강도 판정식

2) 결과 분석

구 분	측정압축강도 (MPa)	평균압축강도 (MPa)	설계기준강도 (MPa)	판 정 (비파괴/설계기준)
바닥판	26.7 ~ 30.3	28.9	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
교 대	24.1 ~ 27.9	25.6	24.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
교 각	24.0 ~ 27.6	25.5	24.0	1.06 ≥ 0.9 O.K

⇒ 콘크리트의 압축강도를 추정하기 위해 각 부재에 대한 반발경도법에 의한 시험을 실시한 결과 각 부재 모두 부재별 기준강도를 만족하는 양호한 상태로 평가된다.

나. 철근배근 조사

(단위 : mm)

구 분	부재명	주철근		배력철근		비 고
		평균간격	평균순피복	평균간격	평균순피복	
바닥판	S1	130	39	130	61	
	S2	122	31	206	45	
	S3	142	35	220	47	
	S4	124	31	206	42	
	S6	118	32	195	38	
	S7	120	38	147	58	
	S8	120	39	142	59	
	S9	116	37	118	57	
교 대	A1	240	93	146	122	
	A2	246	102	155	132	
교 각	P1	144	98	230	126	
	P2	170	93	285	109	
	P3	186	101	300	114	
	P4	168	107	260	127	
	P5	194	101	265	121	
	P6	192	106	280	118	
	P7	168	103	216	125	

다. 탄산화 시험

1) 탄산화 및 철근 순피복 측정 결과

(단위 : mm)

구 분	부재명	탄 산 화 깊 이	탄 산 화 평균깊이	철근최소 피복범위	철 근 평균피복	철 근 평균피복	비 고
바닥판	S1	4.5	3.7	33 ~ 44	39.0	35.3	
	S2	2.5		30 ~ 33	39.0		
	S3	4.5		33 ~ 39	35.0		
	S4	2.0		30 ~ 33	31.0		
	S6	2.5		27 ~ 39	32.0		
	S7	4.5		36 ~ 39	38.0		
	S8	4.5		36 ~ 41	39.0		
	S9	4.5		36 ~ 39	37.0		
교 대	A1	5.0	5.5	91 ~ 96	93.0	97.5	
	A2	6.0		100 ~ 105	102.0		
교 각	P1	5.0	5.3	96 ~ 100	98.0	101.3	
	P2	4.5		91 ~ 98	93.0		
	P3	5.5		98 ~ 105	101.0		
	P4	6.0		105 ~ 110	107.0		
	P5	5.0		98 ~ 107	101.0		
	P6	5.5		100 ~ 117	106.0		
	P7	5.5		100 ~ 105	103.0		

2) 탄산화에 의한 잔존수명

(단위 : mm, year)

구 분	부재명	철근피복	탄산화 깊이	잔여피복	탄 산 화 속도계수 (A)	전 수명	잔존수명	상태등급
바닥판	S1	39.0	4.5	34.5	1.59	601	593	a
	S2	31.0	2.5	28.5	0.88	∞	∞	b
	S3	35.0	4.5	30.5	1.59	484	476	a
	S4	31.0	2.0	29.0	0.71	∞	∞	b
	S6	32.0	2.5	29.5	0.88	∞	∞	b
	S7	38.0	4.5	33.5	1.59	570	562	a
	S8	39.0	4.5	34.5	1.59	601	593	a
	S9	37.0	4.5	32.5	1.59	541	533	a
교 대	A1	93.0	5.0	88.0	1.77	∞	∞	a
	A2	102.0	6.0	96.0	2.12	∞	∞	a
교 각	P1	98.0	5.0	93.0	1.77	∞	∞	a
	P2	93.0	4.5	88.5	1.59	∞	∞	a
	P3	101.0	5.5	95.5	1.94	∞	∞	a
	P4	107.0	6.0	101.0	2.12	∞	∞	a
	P5	101.0	5.0	96.0	1.77	∞	∞	a
	P6	106.0	5.5	100.5	1.94	∞	∞	a
	P7	103.0	5.5	97.5	1.94	∞	∞	a

※ 측정된 예상수명과 잔존수명이 1000년 이상일 경우 “∞” 로 표기

※ 잔존수명(년) = 전체수명년 - 경과년수(8년)

※ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 (한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 교량편 (한국시설안전공단, 2009.03) 참조

※ 철근피복 - 부록. 참조

3) 결과분석

(단위 : mm, year)

구 분	철근 평균피복	탄산화 평균깊이	잔여 평균피복	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명	상태등급
바닥판	35.3	3.7	31.6	1.31	731	723
교대	97.5	5.5	92.0	1.94	∞	∞
교각	101.3	5.3	96.0	1.87	∞	∞

⇒ 바닥판, 교대 및 교각에서 실측된 탄산화깊이는 3.7 ~ 5.5mm로서 전 부재 모두 30mm 이상의 잔여피복을 유지하고 있어 상태등급은 a로 판정되며, 잔여 피복에 대한 잔존수명 검토결과 문제가 없는 것으로 평가된다. 또한 이전 점검결과와 비교 검토 시 탄산화 진행속도 또한 양호한 것으로 판단된다.

라. 내구성 시험 종합평가

구 분			조 사 결 과			평 가
			측정위치	측정 평균치	평가기준	
내구성 시험 항목	콘크리트	비파괴 압축강도	바닥판	28.9MPa	27.0MPa	양호
			교대	26.0MPa	24.0MPa	양호
			교각	25.5MPa	24.0MPa	양호
	탄산화		바닥판	3.7mm ⇒ 잔여피복 : 31.6mm	30.0mm	a등급
			교대	5.5mm ⇒ 잔여피복 : 92.0mm	30.0mm	a등급
			교각	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 96.0mm	30.0mm	a등급

⇒ 목주교에 대한 내구성 평가 결과 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

1.3.4 상태평가 결과

가. 구조별 결과

부재의 분 류	상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)
STB[0]	a	b	a	b	c	c	c	b	a	Q	a	a
STB[1]	a	a	a	b	c	c	N/A	b	b	Q	b	a
STB[2]	a	a	a	b	c	b	N/A	a	b	Q	a	a
STB[3]	a	b	a	b	c	c	N/A	a	a	Q	b	a
STB[4]	a	a	a	b	c	c	N/A	a	b	Q	N/A	a
STB[5]	a	a	a	b	c	c	N/A	a	c	Q	b	a
STB[6]	a	a	a	b	c	b	N/A	a	b	Q	a	a
STB[7]	a	a	a	b	c	c	N/A	a	b	Q	a	a
STB[8]	a	b	a	b	c	c	N/A	a	b	Q	a	a
STB[9]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	b	a	Q	N/A	a
평균	0.100	0.133	0.100	0.200	0.400	0.356	0.400	0.130	0.190	N/A	0.138	0.100
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3
(평균X가중치) /가중치합	0.018	0.027	0.005	0.014	0.012	0.007	0.036	0.012	0.038	N/A	0.006	0.003
1. 환산결함도 점수 =											0.178	
2. 상태평가 결과 =											B	

나. 전체교량 결과

구 교 량 명	환 산 결 함 도 점 수	상 태 평 가 등 급	연 장 (M)	차 선	길이 X 차 선	연 장 비	환산결함도점수 X 연장비
목주교	0.178	B	390	4	1,560	1.000	0.178
합계(Σ)			300		1,200	1	0.178
평가의견							
1. 평가지수 =							0.178
2. 상태평가 결과 =							B 등급

1.3.5 종합평가 및 안전등급 지정

목주교의 종합평가에 의한 안전등급은 **B등급(양호)**으로 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태이다.

시설물명	목주교		
평가구분	상태평가	안전성 평가	종합평가
평가등급	B	-	B
평가결과	• 외관조사에 따른 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가 등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정 • 종합평가 등급 : B등급(양호)		

1.3.6 기 점검 자료 비교·검토

가. 외관조사 및 상태평가

구분	정밀점검(2010. 08 시행)	금차
손상 내용	• 교면포장 국부적인 패임 및 함몰(병천) • 배수구 막힘 및 덮개 탈락, 배수관 탈락 • 난간연석 보수부 재균열 및 단면보수재 망상균열 • 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 미세균열 • 기 균열 보수, 일부 균열 및 공동부 철근노출 • S/T BOX 국부적인 도장박리 및 도장불량, 환기구망 불량 • 받침장치 전단기 설치불량 및 고정 볼트 부식 • 교대 균열 및 백태 • 교각 기 균열 보수, 보수부 재균열	• 교면포장 토사퇴적, 보수부 패임 및 파손, 포장 균열 • 배수구 막힘, 배수관 파손 • 방호벽 보수부 재균열 및 망상균열, 중앙분리대 철근노출 • 유간 토사퇴적, 후타재 균열 및 망상균열 • S/T BOX 국부적인 부식, 도장불량 및 도장탈락 • 받침장치 받침콘크리트 파손 및 재료분리, 균열, 부식 • 전단기 시공불량 및 고정볼트 부식 • 교각 균열 및 백태
상태 평가	B(0.149)	B(0.178)

나. 내구성 평가

구 분			조 사 결 과				평 가
			측정위치	2010. 08 시행	금차	평가기준	
				측정 평균치	측정 평균치		
내구성 시험항목	콘크리트	비파괴 압축강도	바닥판	31.6MPa	28.9MPa	27.0MPa	양호
			교대	30.7MPa	26.0MPa	24.0MPa	양호
			교각	29.4MPa	25.5MPa	24.0MPa	양호
		탄산화	바닥판	2.5mm ⇒ 잔여피복 : 57.5mm	3.7mm ⇒ 잔여피복 : 31.6mm	30.0mm	a등급
			교대	3.0mm ⇒ 잔여피복 : 54.0mm	5.5mm ⇒ 잔여피복 : 92.0mm	30.0mm	a등급
			교각	3.0mm ⇒ 잔여피복 : 105.3mm	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 96.0mm	30.0mm	a등급

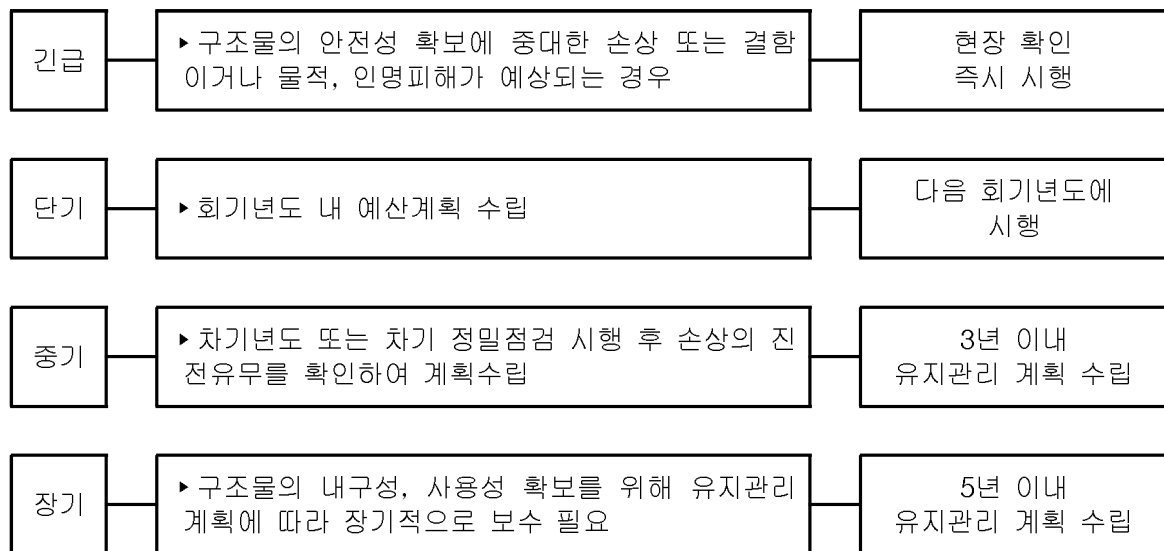
⇒ 콘크리트 비파괴 반발강도는 기 점검 시의 측정치와 유사한 것으로 나타나며, 설계기준강도를 만족하는 양호한 상태로 평가된다.

⇒ 시설물별 실측된 탄산화 깊이는 기 시행된 점검(2010년) 시의 측정치와 비교·검토 결과 금번 조사 시 진행 깊이가 다소 차이가 있는 것은 부재 및 위치가 상이한 것에 기인된 것으로 판단되며, 잔여깊이가 30mm 이상으로 급격한 내구성 저하 없을 것으로 판단됨.

1.4 보수·보강 방안

1.4.1 보수·보강 우선순위

보수가 필요하다고 판단되는 주요부재별 손상에 대해 보수시기의 결정은 각부재의 중요도, 추가손상 유발 가능성, 급격한 내구성 저하가 예상되는 손상개소를 우선적으로 시행하여야 하며, 관리주체의 예산확보 또는 편성문제의 상호 연관성을 감안하여 아래와 같은 기준(안)을 다음과 같이 제안한다.



【그림 Ⅱ.1.2】 보수·보강 시기 기준

1.4.2 보수·보강 공법 제시

본 정밀점검 용역을 위해 실시한 외관조사에서 발견된 손상에 대하여 보수·보강 공법을 다음과 같이 제시하였다. 공법의 제시는 보수공사의 효율성 및 긴급성 등을 감안하여 제시하였다.

따라서 ·균열 ⇒ 0.3mm 이상 - 주입보수(단기)

0.3mm 미만 - 표면처리(중기)

·파손, 박락, 철근노출, 누수 등 ⇒ 내구성 확보 차원에서 단기 보수

가. 부재별 보수물량 및 공법

구 분	손상 내용	손상 수량		보수방안	비고
교면포장	포장파손	2.70	m ²	팻칭공법	단기
	포장균열	40.00	m	균열보수	단기
난간연석	철근노출	3.66	m ²	방청 + 단면복구	단기
배수시설	배수관 파손	1.00	m	재설치	단기
받침장치	전단키 접촉	15	개소	절단	단기
교 각	균열(C.W>0.2)	2.50	m	주입공법	단기

1.4.3 보수·보강 개략공사비

가. 단 기

구 분	손상내용	보수물량 (할증30%)	단위	보수·보강안	공급단가 (원)	개략공사비 (원)
교면포장	포장파손	3.5	m ²	팻칭공법	48,000	168,000
	포장균열	52.0	m	균열보수	15,000	780,000
난간연석	철근노출	4.8	m ²	방청 + 단면복구	97,000	465,600
배수시설	배수관 탈락	1	개소	재설치	160,000	160,000
받침장치	전단키 접촉	15	개소	볼트 부분 절단	80,000	1,200,000
교 각	균열(C.W>0.2)	2.5	m	주입공법	156,000	390,000
순공사비						3,163,600
간접비(50%)						1,581,800
개략 총공사비						4,745,400

1.5 종합결론 및 제언

본 과업 대상구조물인 목주교는 국도21호선 충남 천안시 목천읍 신계리에 위치한 총연장 390.0m, 폭 20.5m, STB(강상자형) 구조의 교량으로서 2004년 준공되었다. 목주교에 대한 외관조사, 내구성 조사를 통한 상태평가를 시행한 종합결론은 다음과 같다.

1.5.1 외관조사 결과

가. 상부구조

1) 교면포장

- ㉠ 교면포장은 아스콘 포장으로 난간부 토사퇴적, 보수부 패임 및 파손(S4, S9, 천안방향), 포장균열(S5, 병천방향) 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 발생한 손상은 공용기간 경과 및 차륜하중에 의한 영향이 지배적인 원인으로 판단되며, 바닥판의 열화방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) 배수시설

- ㉠ 배수구는 천안방향 21개소, 병천방향 19개소로 총 40개소 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 전반적인 배수구 막힘, 배수관 파손 1개소가 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 막힌 배수구는 교면의 원활한 배수가 곤란하므로 정기적인 청소가 필요한 상태이며, 파손된 배수관의 보수를 통한 낙수로 인한 구체의 손상을 방지하여야 할 것으로 판단된다.

3) 방호벽·중앙분리대

- ㉠ 방호벽은 콘크리트로서 다수의 보수부 재균열, 단면 보수부 망상균열 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태이나, 천안방향 중앙분리대에 피복부족에 의한 철근노출이 일부 발생한 것으로 조사되었다.

4) 신축이음

- ㉠ 신축이음은 Rail Joint 형식으로 2개소(A1, A2)가 설치되어 있으며, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생한 상태이나 기능상의 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- ㉡ 후타재는 시·종점부 모두 0.2mm의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열 및 망상균열이 발생한 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

5) 바닥판

- ㉠ 바닥판은 일부 DECK PLATE(S3, S4, S9)로 시공된 상태이며, 나머지는 콘크리트로서 기 발생 손상에 대한 보수조치가 이루어진 상태로 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

6) S/T BOX 및 가로보

- ㉠ S/T BOX는 총 4련이 설치된 상태로 외관조사 결과 외부에는 도장 긁힘 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- ㉡ S/T BOX 내부에 대한 외관조사 결과 대체로 양호한 상태이나 G2 내부에는 국부적인 부식, 도장불량 및 도장탈락이 일부 발생한 것으로 조사되었다.

나. 하부구조

1) 받침장치

- ㉠ 교량은 40개의 포트받침이 설치된 상태로 종·횡방향의 과도한 이동 및 기울음 등은 발생되지 않은 대체로 양호한 상태이나, 받침콘크리트 파손, 재료분리 및 균열, 용접부 부식이 일부 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 또한 교량의 낙교방지를 위한 전단키의 시공불량으로 인한 주형과 고정 볼트의 접촉 및 고정볼트 부식이 일부 발생되어 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

2) 교 대

- ㉠ 교대의 형식은 역T형이며, 기초형식은 말뚝기초로 시공된 상태로 외관조사 결과 시
 • 종점 교대 흙벽의 기 발생 손상에 대한 보수조치가 이루어진 것으로 조사되었다.

3) 교 각

- ㉠ 교각의 형식은 라멘식이며 기초형식은 말뚝기초로 시공된 상태로 교각의 외관조사
 결과 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 침하, 파손 등의 특별한 손상은 조사되지
 않았다.
- ㉡ 기둥 및 코핑에는 폭 0.1~0.2mm 의 건조수축 및 온도변화에 의한 수직균열이 일부
 발생된 상태이며, P4 코핑부에는 국부적인 백태가 발생된 것으로 조사되었다.

4) 신축유간 및 연단거리 검토

- ㉠ 신축유간에 대한 검토 결과 각 지점의 유간거리는 최소필요 여유량을 확보하고 있어
 신축이음의 기능상 문제는 없는 것으로 검토되었다.
- ㉡ 연단거리 검토결과 전체적으로 시방기준을 만족하는 것으로 평가되었으며, 코핑 연
 단부 파손 등의 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.

1.5.2 내구성 조사 결과

구 분			조 사 결 과			평 가
			측정위치	측정 평균치	평가기준	
내 구 성 시 험 항 목	콘 크 리 트	비 파 괴 압축강도	바 닥 판	28.9MPa	27.0MPa	양 호
			교 대	26.0MPa	24.0MPa	양 호
			교 각	25.5MPa	24.0MPa	양 호
	탄 산 화		바 닥 판	3.7mm ⇒ 잔여피복 : 31.6mm	30.0mm	a등급
			교 대	5.5mm ⇒ 잔여피복 : 92.0mm	30.0mm	a등급
			교 각	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 96.0mm	30.0mm	a등급

⇒ 목주교에 대한 내구성 평가 결과 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

1.5.3 종합평가 및 안전등급 지정

시설물명	목주교		
	상태평가	안전성 평가	종합평가
평가등급	B	-	B
평가결과	• 외관조사에 따른 상태평가 등급과 안전성 검토에 근거한 안전성 평가 등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가 등급으로 결정 • 종합평가 등급 : B등급(양호)		

1.5.4 종합결론 및 제언

☒ 목주교의 종합평가에 의한 안전등급은 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 **B등급(양호)**으로 지정되었다.

☒ 발생한 결함에 대한 긴급 보수 사항은 없으나, 교면포장 포장파손 및 포장균열, 토사 퇴적, 방호벽 보수부 재균열 및 망상균열, 중앙분리대 철근노출, 배수시설 막힘 및 파손, 신축이음 유간 토사퇴적 및 후타재 망상균열, S/T BOX 내부 부식 및 도장불량, 받침장치 받침콘크리트 균열 및 파손, 용접부 부식, 전단키 시공불량, 교각 균열 및 백태 등의 손상은 교량의 내구성 저하를 방지하기 위한 중·단기적 조치가 요망된다.

☒ 전반적인 교량의 상태는 양호하나 향후 중장기적인 관점에서 지속적인 점검 등을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.