

국도21호선 목주교 등 20개소 정밀점검

종 합 보 고 서

2012. 06

점검기관/  (주)장맥엔지니어링



예 산 국 토 관 리 사 무 소

제5장

원남교(상)

- 5.1 정밀점검의 개요
- 5.2 자료수집 및 분석
- 5.3 상태평가
- 5.4 보수·보강 방안
- 5.5 종합결론 및 제언

제 5 장 원남교(상)

5.1 정밀점검의 개요

5.1.1 개 요

원남교(상)는 충남 아산시 음봉면 원남리에 위치하며, 연장 330.0m, 폭 10.5m, 2차로의 Steel Box Girder 교량으로 2004년에 준공되어 약 8년이 경과된 2종 시설물이다.

5.1.2 현 황

본 점검 시설물에 대한 현황은 다음과 같다.

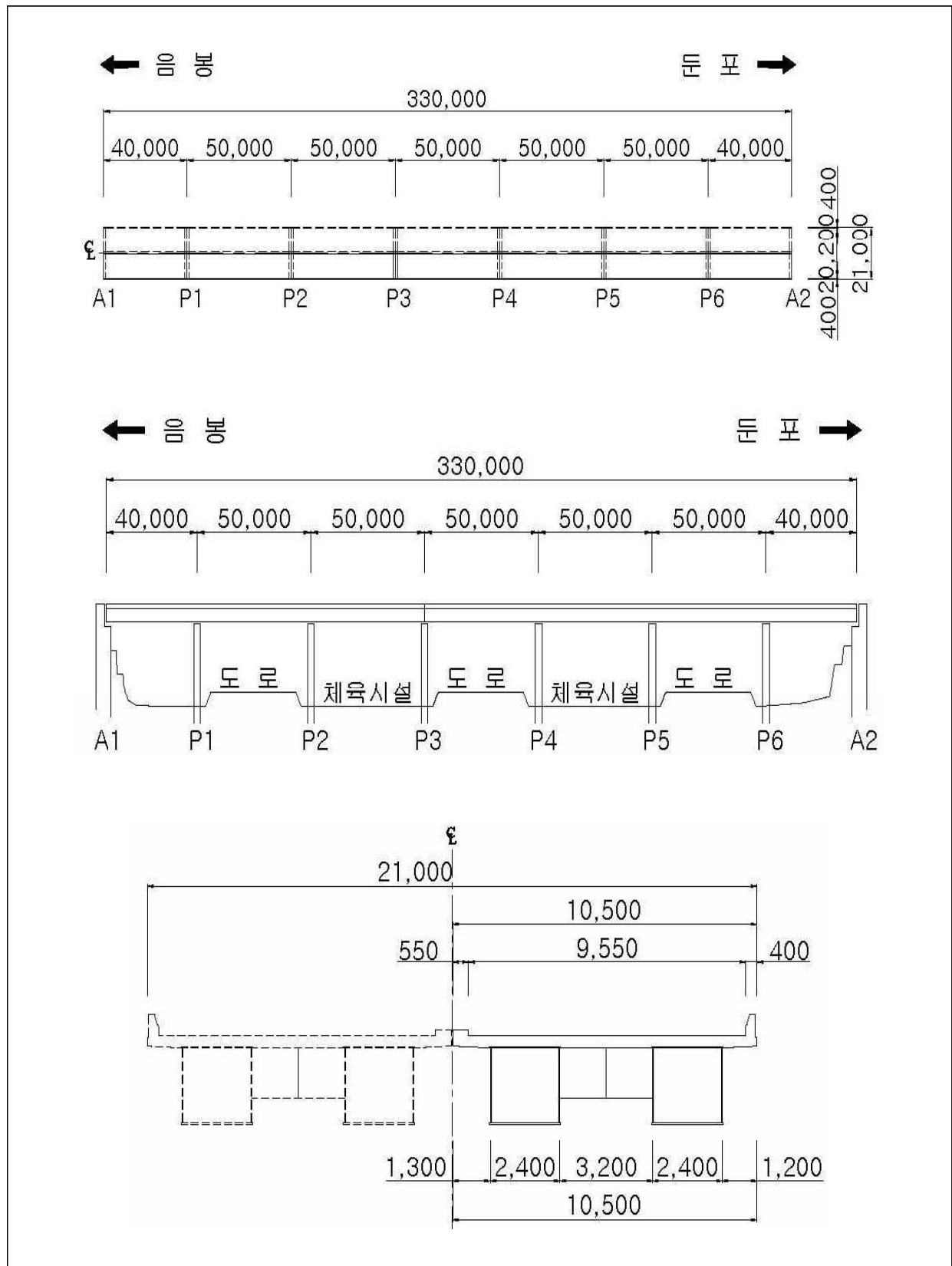
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		원남교(상)		시 행 청		대전지방국토관리청	
공사기간		착공		설 계 사			
		준공	2004.12	시 공 사		계룡건설산업(주)	
위 치		충남 아산 음봉 원남					
노 선		국도45호선		설계활하중		DB-24	
제 원	연 장	L = 40.0 + 5 @ 50.0 + 40.0 = 330.0m					
	폭	B = 10.5m, 2차로					
구 조 형 식	상 부	Steel Box Girder		기 초 형 식	교 대		
	하 부	교대 : 역T형, 교각 : T형			교 각		
받침장치		포트받침		신축이음장치		Rail Joint	
교차시설물				통과높이			



상부전경



측면전경



【그림 Ⅱ.5.1】 원남교(상) 일반도

5.2 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.

5.2.1 전차 정밀 점검 실시결과 요약

【표 II.5.1】 기존 정밀점검 요약(2010년 정밀점검 - (주)한길종합엔지니어링)

외관조사 결과				
구 분	주요결함 및 손상내용		점검 의견	
교면포장	• 포장 + 신축이음부 접합부 파손		• 소파보수	
배수시설	• 배수구 막힘 및 식생, 집수구 연결부재 탈락		• 청소 및 정비	
난간연석	• 가드레일 변형, 델리네이터 탈락		• 교체, 재설치	
신축이음	• 유간 토사퇴적, 후타재 균열		• 주의관찰	
바 닥 판	• 상태양호			
S/T BOX	• 내부 우수유입, 표면오염, 환기구 볼트 체결불량		• 연결부 코킹보수, 재체결	
받침장치	• 볼트풀림 및 부식, 받침몰탈 균열, 눈금자 탈락		• 재체결, 표면처리, 재설치	
교 대	• 우수받이 탈락, 표면변색, 균열		• 재설치, 표면처리	
교 각	• 코핑부 균열		• 표면처리	
내구성 조사 결과				
구 분		설계기준	조사결과	평가결과
콘크리트 강 도	상부	27.0 MPa	28.3 MPa	설계기준 105%
	하부	24.0 MPa	25.6 MPa	설계기준 107%
탄 산 화 시 험	상부	-	6.8mm	탄산화 잔여깊이 30mm 이상
	하부	-	3.6mm	
상태평가 결과				
상태평가 점수			상태평가 등급	
0.134			B	

종합 결론	
• 원남교(상)에 대한 정밀점검 결과 본 구조물은 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 하부구조 균열(폭 0.2mm 미만), 주형내부 SPLICE 연결부를 통한 우수 유입, 배수시설 막힘 및 연결부 탈락, 가드레일 변형, 교량받침 볼트 풀림, 신축이음 후타설재 균열(폭0.2mm 미만), 교면포장 접속부 패임 및 단차 등으로, 상기 손상들은 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.	

5.2.2 기존 점검·진단, 보수·보강 이력

【표 Ⅱ.5.2】 기존 점검·진단 이력사항

연번	기간 구분	점검·진단 기관명	상태 등급	주요 점검·진단 결과	비고
1	2004.08 초기점검	(주)윤성이엔지	A	• 전주부재인 강제주형 및 바닥판 슬래브, 교대, 교각의 상태는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 보조부재인 신축이음, 연석, 난간 등도 전반적으로 양호한 상태로 평가되었다. 교량의 최종등급은 상태평가 A, 안전성평가 A로 종합평가 결과 A등급으로 평가되었다.	
2	2006.05 정밀점검	비엔티엔지니어링(주)	A	• 시설물은 대체로 양호한 상태로 국부적인 손상에 대한 보수가 필요함	
3	2008.08 정밀점검	(주)양지엔지니어링	A	• 구조적인 손상(균열 등)의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으며 교면포장의 소성변형과 아스콘 밀림은 보수가 필요하며, 교대와 교각의 건조수축 균열에 대한 보수가 필요하다.	
4	2010.05 정밀점검	(주)한길종합엔지니어링	B	• 포장 + 신축이음부 접합부 파손 • 배수구 막힘 및 식생, 집수구 연결부재 탈락 • 가드레일 변형, 델리네이터 탈락 • 유간 토사퇴적, 후타재 균열 • 내부 우수유입, 표면오염, 환기구 볼트 체결불량 • 볼트풀림 및 부식, 받침물탈 균열, 눈금자 탈락 • 우수받이 탈락, 표면변색, 균열 • 코핑부 균열	

【표 Ⅱ.5.3】 기존 보수·보강 이력사항

연번	기 간	설계사	시행사	공사금액 (천원)	보수·보강내용
1					• 교면포장 전면 교체 완료

5.2.3 자료분석 결과

가. 점검 이력사항에 대한 검토결과 주요 손상은 교면포장 신축이음 접합부 파손, 배수구 막힘 및 식생, 가드레일 변형, 델리네이터 탈락, 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열, S/T BOX SPLICE 연결부 우수유입으로 인한 내부 표면오염 및 환기구 볼트체결 불량, 받침장치 볼트풀림, 받침몰탈 균열, 눈금자 탈락, 받침볼트 부식, 교대 우수침투로 인한 표면변색 및 균열, 교각 코핑부 균열 등이 조사되었으며, 구조물의 안전성에 영향을 미치는 구조적 손상징후는 없는 상태이다.

나. 보수·보강 이력은 없는 것으로 조사되었다.

5.3 상태평가

5.3.1 외관조사 결과

가. 상부구조

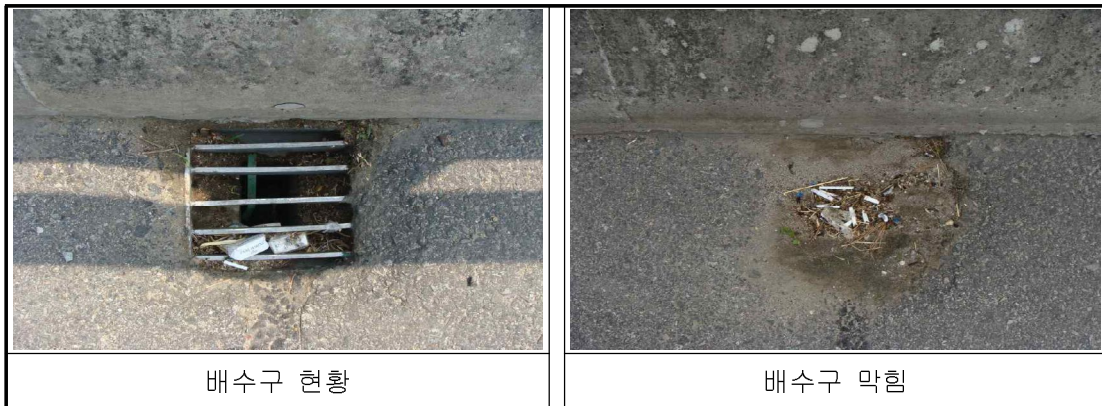
1) 교면포장

- ㉠ 교면포장은 아스콘 포장으로 국부적인 토사퇴적을 제외하고는 대체로 양호한 상태이며, 신축이음 접합부 파손에 대한 보수조치가 이루어진 것으로 조사되었다.



2) 배수시설

- ㉠ 배수구는 총 15개소가 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 배수구 막힘 14개소가 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉡ 배수구 막힘으로 교면 체수가 발생하고 포장하면으로 우수 유입 시 바닥판의 급속한 열화가 발생할 우려가 있으므로 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다.



3) 난간 · 방호벽 · 중앙분리대

- ㉠ 난간은 강재 2단으로 방호벽 상단에 설치된 상태로 외부충격에 의한 국부적인 변형, 난간에 설치된 델리네이터 탈락이 일부 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉡ 방호벽은 콘크리트로서 하단부에 공용기간 경과 및 철근부식에 의한 박락 및 철근노출, 시·종점부의 교명판 및 교량 설명판 탈락이 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉢ 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 외부충격에 의한 가드레일 변형이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

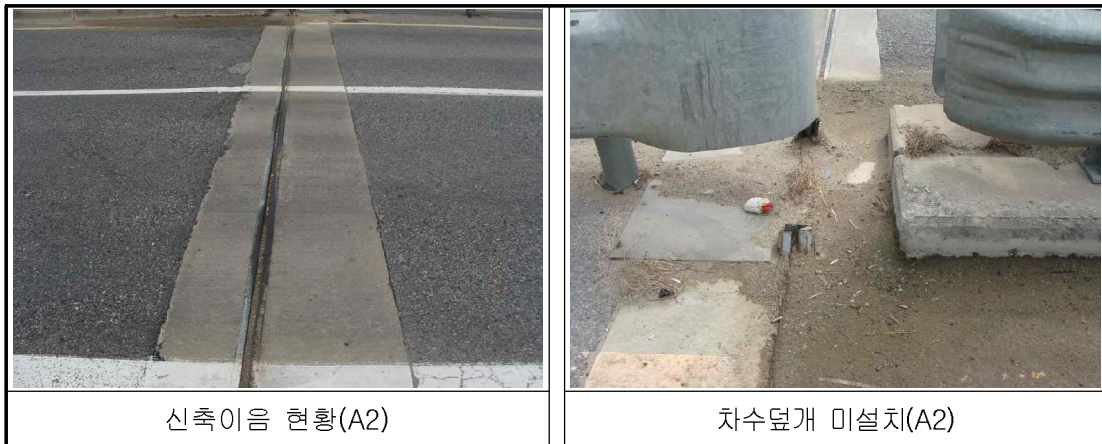




4) 신축이음

- ㉠ 신축이음은 Rail Joint 형식으로 3개소(A1, P3, A2)가 설치되어 있으며, 부분적인 본체 부식, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉡ 신축이음부에 설치된 차수덮개는 양호한 상태이나, 중점부(A2) 중앙분리대 위치의 차수덮개 미설치가 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉢ 후타재는 폭 0.2mm 이상의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열이 일부 발생된 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.





5) 바닥판

- ㉠ 바닥판은 DECK PLATE로 시공된 상태로 균열, 파손, 백태, 철근노출 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.



6) S/T BOX 및 가로보

- ㉠ S/T BOX는 총 2련이 설치된 상태로 외관조사 결과 외부에는 도장 긁힘 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- ㉡ S/T BOX 내부에 대한 외관조사 결과 SPLICE PLATE 연결부를 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 일부 조사되었으며, 환기구 볼트체결 불량 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

	
S/T BOX 설치현황	가로보 설치현황
	
환기구 볼트체결 불량(S6-G3)	S/T BOX 내부 누수흔적(S2-G4)

나. 하부구조

1) 받침장치

- ㉠ 본 교량은 36개의 포트받침이 설치된 상태로 종·횡방향의 과도한 이동 및 기울음, 부식 등은 발생되지 않은 대체로 양호한 상태이나, 받침콘크리트 및 무수축 몰탈 균열이 일부 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉡ 발생한 손상에 대하여 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

	
A1-SH3 현황	P1-SH3 받침콘크리트 균열

P2-SH2 현황	P3-SH2(종점) 무수축 몰탈 균열
P4-SH1 현황	P5-SH6 현황
P6-SH4 현황	A2-SH3 현황

2) 교 대

- ㉠ 교대의 형식은 역T형으로 외관조사 결과 균열, 파손, 철근노출 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

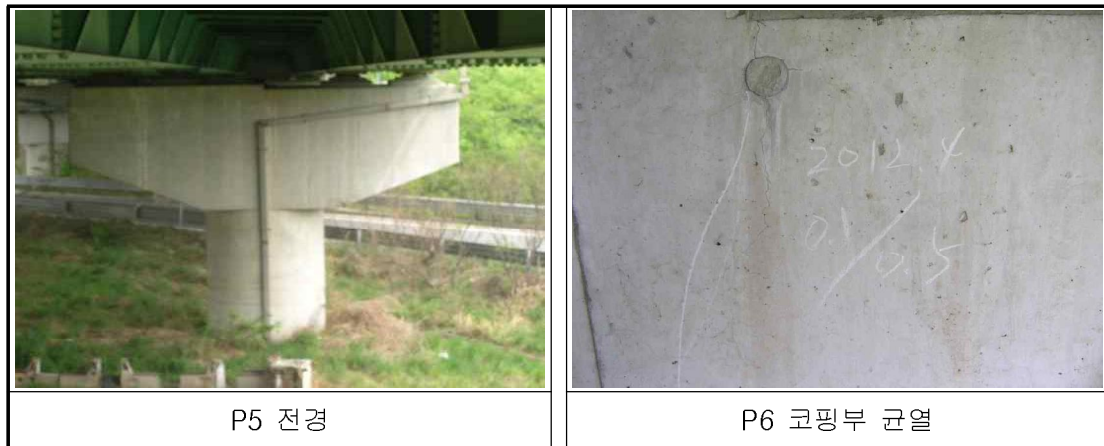


3) 교 각

㉠ 교각의 형식은 T형으로 외관조사 결과 코핑부에 폭 0.1mm ~ 0.2mm의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열 일부 발생된 상태이며, P3 코핑부에는 면보수가 이루어진 것으로 조사되었다.

㉡ 발생한 손상은 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.





다. 외관조사 손상물량 집계표

구 분	손상 내용	손상 발생 원인	손상 수량	비고
교면포장	토사퇴적	공용기간 증가	3.00 m ²	
배수시설	막힘	공용기간 증가	14 개소	
난 간	변형	외부충격	2.00 m	
	델리네이터 탈락	공용기간 증가	9 개소	
방 호 벽	박락 및 철근노출	피복부족, 철근부식	3.10 m ²	
	교명판 탈락	공용기간 증가	2 개소	
중앙분리대	가드레일 변형	외부충격	16.00 m	
신축이음	유간토사	공용기간 증가	28.65 m	
	차수덮개 미설치	시공불량	1 개소	
	본체 부식	우수유입	9.00 m	
	후타재 균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	8.80 m	
S/T BOX	누수흔적	우수유입	17.03 m ²	
	환기구 볼트풀림	시공불량	9 개소	
받침장치	무수축 몰탈 균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	0.10 m	
	받침콘크리트 균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	0.60 m	
교 각	균열(C.W≤0.2)	건조수축 및 온도변화	11.00 m	

5.3.2 유간 거리 및 연단거리 검토

가. 유간거리 검토

1) 소요 유간거리 측정(조사일 : 2012.05.03. 기온: 26.0℃)

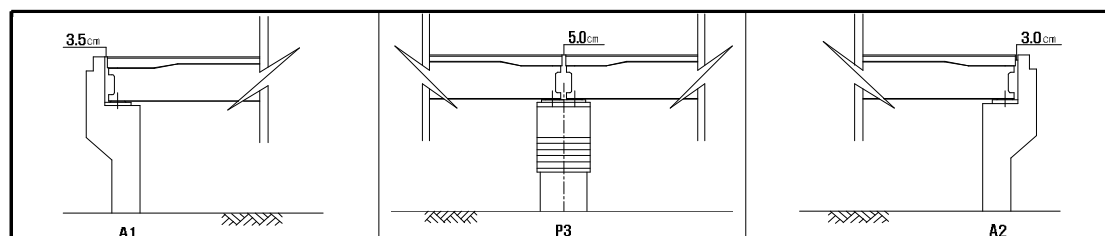
유간 측정은 신축이음의 간격을 측정하여 유간을 산정하였다.

	
신축이음 유간 측정(A1)	신축이음 유간 측정(P3)
	
신축이음 유간 측정(A2)	

측 정 일	2012년 5월 3일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팅창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	26.0℃	주형높이(h)	2.5m
온도에 의한 신장량(ΔL_T)	$\Delta L_T = \Delta T \times \alpha \times L$		
신축길이(L)	50.0 m		
ΔL_T (신장량)	$\Delta L_T = 14.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 50,000 = 8.4\text{mm}$		
ΔL_r	$\Delta L_r = \frac{2}{3} \times 2,500 \times \frac{1}{150} = 11.1\text{mm}$		
가동 여유량(신장량)	19.5mm		

측 정 일	2012년 5월 3일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팅창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	26.0℃	주형높이(h)	2.5m
온도에 의한 신장량(ΔL_T)	$\Delta L_T = \Delta T \times \alpha \times L$		
신축길이(L)	90.0 m		
ΔL_T (신장량)	$\Delta L_t = 14.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 90,000 = 15.1\text{mm}$		
ΔL_r	$\Delta L_r = \frac{2}{3} \times 2,500 \times \frac{1}{150} = 11.1\text{mm}$		
가동 여유량(신장량)	26.2mm		

측 정 일	2012년 5월 3일		
온도변화 범위	-10℃ ~ +40℃	선팅창 계수(α)	1.2×10^{-5}
점검 시 평균기온	26.0℃	주형높이(h)	2.5m
온도에 의한 신장량(ΔL_T)	$\Delta L_T = \Delta T \times \alpha \times L$		
신축길이(L)	100.0 m		
ΔL_T (신장량)	$\Delta L_t = 14.0 \times (1.2 \times 10^{-5}) \times 100,000 = 16.8\text{mm}$		
ΔL_r	$\Delta L_r = \frac{2}{3} \times 2,500 \times \frac{1}{150} = 11.1\text{mm}$		
가동 여유량(신장량)	27.9mm		



2) 검토 결과

구 분	측정유간(mm)	최소필요 여유량(mm)	판정	비 고
A1	35	26.2	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량
P3	50	47.4	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량
A2	30	26.2	O.K	측정유간 > 최소필요 여유량

검토 결과 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)

구 분		교좌 형식				실측 연단거리(cm)				최 소 연단거리 (cm)	비고
		①	②	③	④	①	②	③	④		
A1		↔	↑	↔	↔	64	65	65	64	40	양호
P1	시점	↔	↑	↔	↔	114	117	117	116	40	양호
	종점	↔	↑	↔	↔	116	113	113	114	45	양호
P2	시점	↔	●	↔	↔	115	116	115	115	45	양호
	종점	↔	●	↔	↔	110	109	110	110	45	양호
P3	시점	↔	↑	↔	↔	62	62	63	63	45	양호
	종점	↔	↑	↔	↔	63	63	62	62	45	양호
P4	시점	↔	↑	↔	↔	114	115	115	116	45	양호
	종점	↔	↑	↔	↔	106	105	105	104	45	양호
P5	시점	↔	●	↔	↔	116	115	116	115	45	양호
	종점	↔	●	↔	↔	109	110	109	110	45	양호
P6	시점	↔	↑	↔	↔	110	110	111	112	45	양호
	종점	↔	↑	↔	↔	115	115	114	113	40	양호
A2		↔	↑	↔	↔	70	70	71	70	40	양호

※ 경간 길이 : 40.0m, 50.0m

연단거리(S) = $20 + 0.5 \times L$ (경간길이 100m 이하, L = 지간길이(m))

$$\therefore S = 20 + 0.5 \times 40.0 = 40.0\text{cm(S)}$$

$$\therefore S = 20 + 0.5 \times 50.0 = 45.0\text{cm(S)}$$

2) 검토 결과

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

5.3.3 내구성 평가 결과

가. 반발경도법

1) 시험 결과

구 분	부재명	측정압축강도 (MPa)	평균압축강도 (MPa)	설계기준강도 (MPa)	판 정 (비파괴/설계기준)
바닥판	S1	29.4 ~ 31.1	30.2	27.0	1.12 ≥ 0.9 O.K
	S2	28.3 ~ 29.5	28.9	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
	S3	27.0 ~ 32.9	29.1	27.0	1.08 ≥ 0.9 O.K
	S4	27.1 ~ 29.7	28.8	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
	S5	27.2 ~ 29.2	27.9	27.0	1.03 ≥ 0.9 O.K
	S6	27.7 ~ 29.1	28.2	27.0	1.04 ≥ 0.9 O.K
	S7	27.7 ~ 30.1	28.6	27.0	1.06 ≥ 0.9 O.K
	평 균	27.0 ~ 32.9	28.8	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
교 대	A1	25.1 ~ 27.1	25.9	24.0	1.08 ≥ 0.9 O.K
	A2	26.4 ~ 28.1	27.1	24.0	1.13 ≥ 0.9 O.K
	평 균	25.1 ~ 28.1	26.5	24.0	1.10 ≥ 0.9 O.K
교 각	P1	26.3 ~ 26.6	26.5	24.0	1.10 ≥ 0.9 O.K
	P2	26.7 ~ 27.0	26.9	24.0	1.12 ≥ 0.9 O.K
	P3	26.0 ~ 27.5	26.6	24.0	1.11 ≥ 0.9 O.K
	P4	26.4 ~ 28.1	27.1	24.0	1.13 ≥ 0.9 O.K
	P5	26.5 ~ 28.3	27.3	24.0	1.14 ≥ 0.9 O.K
	P6	27.2 ~ 28.9	28.1	24.0	1.17 ≥ 0.9 O.K
	평 균	26.0 ~ 28.9	27.1	24.0	1.13 ≥ 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	27.0 ~ 32.9	28.8	27.0	1.07 ≥ 0.9 O.K
교 대	25.1 ~ 28.1	26.5	24.0	1.10 ≥ 0.9 O.K
교 각	26.0 ~ 28.9	27.1	24.0	1.13 ≥ 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	120.0	81.0	120.0	55.0	
	S2	116.0	70.0	111.0	54.0	
	S3	111.0	56.0	115.0	56.0	
	S4	123.0	65.0	116.0	56.0	
	S5	121.0	78.0	115.0	62.0	
	S6	111.0	70.0	111.0	51.0	
교 대	A1	253.0	75.0	163.0	98.0	
	A2	253.0	66.0	162.0	91.0	
교 각	P1	134.0	150.0	134.0	110.0	
	P2	143.0	156.0	130.0	105.0	
	P3	140.0	134.0	145.0	110.0	
	P4	150.0	151.0	160.0	115.0	
	P5	152.0	131.0	136.0	106.0	

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 평균피복	철 평균피복	비 고
바닥판	S1	8.0	8.3	44 ~ 62	55.0	55.7	
	S2	8.5		39 ~ 67	54.0		
	S3	7.5		39 ~ 67	56.0		
	S4	8.0		39 ~ 69	56.0		
	S5	8.5		49 ~ 72	62.0		
	S6	9.0		39 ~ 65	51.0		
교 대	A1	5.0	5.3	72 ~ 79	75.0	70.5	
	A2	5.5		65 ~ 69	66.0		
교 각	P1	6.0	5.8	107 ~ 117	110.0	109.2	
	P2	5.5		96 ~ 114	105.0		
	P3	6.0		107 ~ 114	110.0		
	P4	7.0		107 ~ 124	115.0		
	P5	4.5		105 ~ 110	106.0		

2) 탄산화에 의한 잔존수명

(단위 : mm, year)

구 분	부재명	철근피복	탄산화 깊 이	잔여피복	탄 산 화 속도계수 (A)	전 수명	잔존수명	상태등급
바닥판	S1	55.0	8.0	47.0	2.83	378	370	a
	S2	54.0	8.5	45.5	3.01	323	315	a
	S3	56.0	7.5	48.5	2.65	446	438	a
	S4	56.0	8.0	48.0	2.83	392	384	a
	S5	62.0	8.5	53.5	3.01	426	418	a
	S6	51.0	9.0	42.0	3.18	257	249	a

(단위 : mm, year)

구 분	부재명	철근피복	탄산화 깊이	잔여피복	탄 산 화 속도계수 (A)	전 수명	잔존수명	상태등급
교 대	A1	75.0	5.0	70.0	1.77	∞	∞	a
	A2	66.0	5.5	60.5	1.94	∞	∞	a
교 각	P1	110.0	6.0	104.0	2.12	∞	∞	a
	P2	105.0	5.5	99.5	1.94	∞	∞	a
	P3	110.0	6.0	104.0	2.12	∞	∞	a
	P4	115.0	7.0	108.0	2.47	∞	∞	a
	P5	106.0	4.5	101.5	1.59	∞	∞	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, 2010.12) 참조

※ 철근피복 - 부록, 참조

3) 결과분석

(단위 : mm, year)

구 분	철 평균피복	탄 산 화 평균깊이	잔 평균피복	탄 산 화 속도계수 (A)	잔존수명	상태등급
바닥판	55.7	8.3	47.4	2.92	356	a
교 대	70.5	5.3	65.2	1.86	∞	a
교 각	109.2	5.8	103.4	2.05	∞	a

⇒ 바닥판, 교대 및 교각에서 실측된 탄산화깊이는 5.3 ~ 8.3mm로서 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	
내 구 성 시 험 항 목	콘크리트	비파괴 압축강도	바닥판	28.8MPa	27.0MPa	양호
			교대	26.5MPa	24.0MPa	양호
			교각	27.1MPa	24.0MPa	양호
		탄산화	바닥판	8.3mm ⇒ 잔여피복 : 47.4mm	30.0mm	a등급
			교대	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 65.3mm	30.0mm	a등급
			교각	5.8mm ⇒ 잔여피복 : 103.4mm	30.0mm	a등급

⇒ 원남교(상)에 대한 내구성 평가 결과 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

5.3.4 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	a	c	a	c	a	a	Q	a	a
STB[1]	a	b	a	a	c	a	N/A	b	b	Q	a	a
STB[2]	a	b	a	b	c	a	N/A	a	a	Q	a	a
STB[3]	a	b	a	a	c	c	c	b	a	Q	a	a
STB[4]	a	b	a	a	c	c	N/A	a	b	Q	a	a
STB[5]	a	b	a	a	c	c	N/A	a	a	Q	a	a
STB[6]	a	b	a	b	c	a	N/A	a	b	Q	a	a
STB[7]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	a	a	Q	N/A	a
평균	0.100	0.200	0.100	0.129	0.357	0.229	0.400	0.125	0.138	N/A	0.100	0.100
가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3
(평균X가중치) /가중치합	0.018	0.040	0.005	0.009	0.011	0.005	0.036	0.011	0.028	N/A	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =											0.170	
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	길 이 X 차 선	연 장 비	환 산 결 함 도 점 수 X 연 장 비
원남교(상)	0.170	B	330	2	660	1.000	0.170
합계(Σ)			330		660	1	0.170
평가의견							
1. 평가지수 =							0.170
2. 상태평가 결과 =							B 등급

5.3.5 종합평가 및 안전등급 지정

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

시설물명	원남교(상)		
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)		

5.3.6 기 점검 자료 비교·검토

가. 외관조사 및 상태평가

구분	정밀점검(2010. 08 시행)	금차
손상 내용	• 포장 + 신축이음부 접합부 파손 • 배수구 막힘 및 식생, 집수구 연결부재 탈락 • 가드레일 변형, 델리네이터 탈락 • 유간 토사퇴적, 후타재 균열 • 내부 우수유입, 표면오염, 환기구 볼트 체결불량 • 볼트풀림 및 부식, 받침물탈 균열, 눈금자 탈락 • 우수받이 탈락, 표면변색, 균열 • 코핑부 균열	• 포장 국부적인 토사퇴적 • 배수구 막힘 • 난간 일부 변형, 델리네이터 탈락 • 방호벽 박락 및 철근노출, 교명판 탈락 • 가드레일 변형 • 신축이음 유간토사, 후타재 균열, 차수덮개 미설치 • S/T BOX 누수흔적, 환기구 볼트풀림 • 받침장치 받침콘크리트 및 무수축 몰탈 균열 • 교각 코핑 균열
상태 평가	B(0.134)	B(0.170)

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	28.3MPa	28.8MPa	27.0MPa	양호
			교대	25.1MPa	26.5MPa	24.0MPa	양호
			교각	25.8MPa	27.1MPa	24.0MPa	양호
	탄산화	바닥판	6.8mm	8.3mm ⇒ 잔여피복 : 47.4mm	30.0mm	a등급	
		교대	4.0mm	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 65.3mm	30.0mm	a등급	
		교각	3.2mm	5.8mm ⇒ 잔여피복 : 103.4mm	30.0mm	a등급	

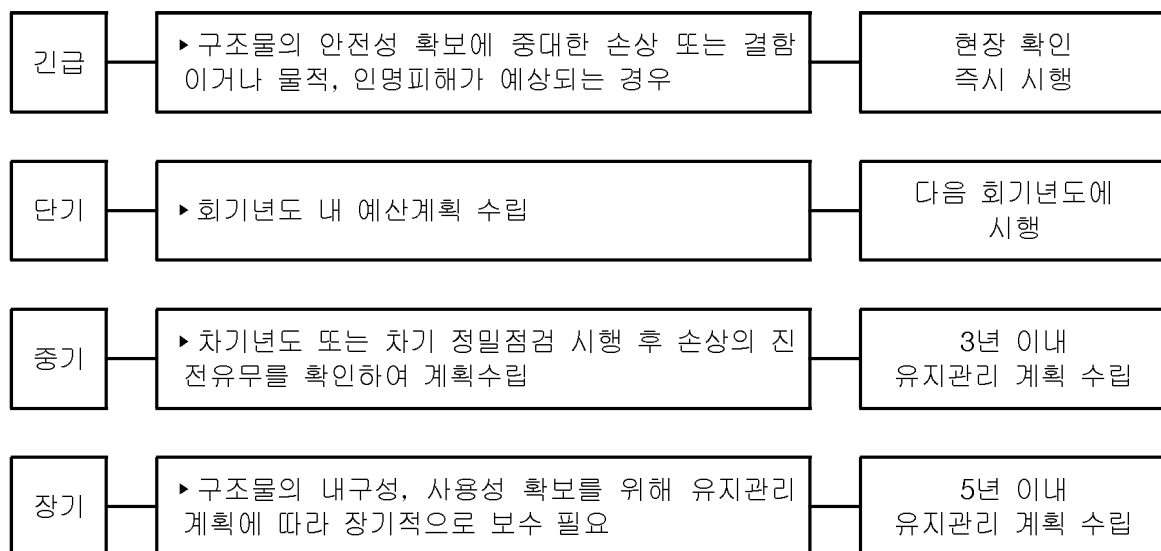
⇒ 콘크리트 비파괴 반발강도는 기 점검 시의 측정치와 유사한 것으로 나타나며, 설계기준강도를 만족하는 양호한 상태로 평가된다.

⇒ 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.

5.4 보수·보강 방안

5.4.1 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.5.2】 보수·보강 시기 기준

5.4.2 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(중·단기)

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

가. 부재별 보수물량 및 공법

구 분	손상 내용	손상 수량	단위	보수방안	비고
난 간	변형	2.00	m	교체	단기
방 호 벽	박락 및 철근노출	3.10	m ²	방청 + 단면복구	단기
	교명판 탈락	2	개소	재설치	중기
중 분 대	가드레일 변형	16.00	m	재설치	단기
신축이음	차수덮개 미설치	1	개소	재설치	단기
	후타재 균열(C.W≤0.2)	8.80	m	표면처리	단기
S/T BOX	누수흔적	26	개소	실링주입	중기
교 각	균열(C.W≤0.2)	11.00	m	표면처리	중기

5.4.3 보수·보강 개략공사비

가. 단 기

구 분	손상내용	보수물량 (할증30%)	단위	보수·보강안	공급단가 (원)	개략공사비 (원)
난 간	변형	4.0	m	교체	230,000	920,000
방 호 벽	박락 및 철근노출	4.0	m ²	방청 + 단면복구	97,000	388,000
중 분 대	가드레일 변형	20.0	m	재설치	177,000	3,540,000
신축이음	차수덮개 미설치	1	개소	재설치	230,000	230,000
	후타재 균열(C.W≤0.2)	11.4	m	표면처리	72,000	820,800
순공사비						5,898,800
간접비(50%)						2,949,400
개략 총공사비						8,848,200

나. 중 기

구 분	손상내용	보수물량 (할증30%)	단위	보수·보강안	공급단가 (원)	개략공사비 (원)
방 호 벽	교명판 탈락	2	개소	재설치	100,000	200,000
S/T BOX	누수흔적	26	개소	실링주입	800	20,800
교 각	균열(C.W≤0.2)	14.30	m	표면처리	72,000	1,029,600
순공사비						1,250,400
간접비(50%)						625,200
개략 총공사비						1,875,600

5.5 종합결론 및 제언

본 과업 대상구조물인 원남교(상)는 국도45호선 충남 아산시 음봉면 원남리에 위치하며, 연장 330.0m, 폭 10.5m, 2차로의 Steel Box Girder 교량으로 2004년 준공되었다. 원남교(상)에 대한 외관조사, 내구성 조사를 통한 상태평가를 시행한 종합결론은 다음과 같다.

5.5.1 외관조사 결과

가. 상부구조

1) 교면포장

- ㉠ 교면포장은 아스콘 포장으로 국부적인 토사퇴적을 제외하고는 대체로 양호한 상태이며, 신축이음 접합부 파손에 대한 보수조치가 이루어진 것으로 조사되었다.

2) 배수시설

- ㉠ 배수구는 총 15개소가 설치된 상태로 공용기간 증가로 인한 배수구 막힘 14개소가 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉡ 배수구 막힘으로 교면 체수가 발생하고 포장하면으로 우수 유입 시 바닥판의 급속한 열화가 발생할 우려가 있으므로 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다.

3) 난간·방호벽·중앙분리대

- ㉠ 난간은 강재 2단으로 방호벽 상단에 설치된 상태로 외부충격에 의한 국부적인 변형, 난간에 설치된 델리네이터 탈락이 일부 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉡ 방호벽은 콘크리트로서 하단부에 공용기간 경과 및 철근부식에 의한 박락 및 철근노출, 시·중점부의 교명판 및 교량 설명판 탈락이 발생된 것으로 조사되었다.
- ㉢ 중앙분리대에는 가드레일이 설치된 상태로 외부충격에 의한 가드레일 변형이 일부 발생된 것으로 조사되었다.

4) 신축이음

- ㉠ 신축이음은 Rail Joint 형식으로 3개소(A1, P3, A2)가 설치되어 있으며, 부분적인 본체 부식, 전반적인 유간 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다.

- ㉔ 신축이음부에 설치된 차수덮개는 양호한 상태이나, 종점부(A2) 중앙분리대 위치의 차수덮개 미설치가 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉕ 후타재는 폭 0.2mm 이상의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열이 일부 발생한 상태로 콘크리트의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

5) 바닥판

- ㉑ 바닥판은 DECK PLATE로 시공된 상태로 균열, 파손, 백태, 철근노출 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

6) S/T BOX 및 가로보

- ㉑ S/T BOX는 총 2련이 설치된 상태로 외관조사 결과 외부에는 도장 굵힘 등의 특별한 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- ㉒ S/T BOX 내부에 대한 외관조사 결과 SPLICE PLATE 연결부를 통한 우수유입으로 누수흔적이 일부 조사되었으며, 환기구 볼트체결 불량 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

나. 하부구조

1) 받침장치

- ㉑ 본 교량은 36개의 포트받침이 설치된 상태로 종·횡방향의 과도한 이동 및 기울음, 부식 등은 발생되지 않은 대체로 양호한 상태이나, 받침콘크리트 및 무수축 몰탈 균열이 일부 발생한 것으로 조사되었다.
- ㉒ 발생한 손상에 대하여 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) 교 대

- ㉑ 교대의 형식은 역T형으로 외관조사 결과 균열, 파손, 철근노출 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

3) 교 각

- ㉠ 교각의 형식은 T형으로 외관조사 결과 코핑부에 폭 0.1mm ~ 0.2mm의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열 일부 발생된 상태이며, P4 코핑부에는 면보수가 이루어진 것으로 조사되었다.
- ㉡ 발생된 손상은 구조물의 내구성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

4) 신축유간 및 연단거리 검토

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

5.5.2 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	28.8MPa	27.0MPa	양 호
			교 대	26.5MPa	24.0MPa	양 호
			교 각	27.1MPa	24.0MPa	양 호
	탄 산 화		바 닥 판	8.3mm ⇒ 잔여피복 : 47.4mm	30.0mm	a등급
			교 대	5.3mm ⇒ 잔여피복 : 65.3mm	30.0mm	a등급
			교 각	5.8mm ⇒ 잔여피복 : 103.4mm	30.0mm	a등급

⇒ 원남교(상)에 대한 내구성 평가 결과 콘크리트 구조물의 내구성은 양호한 것으로 평가되었다.

5.5.3 종합평가 및 안전등급 지정

시설물명	원남교(상)		
	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)		

5.5.4 종합결론 및 제언

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

☒ 발생한 결함에 대한 긴급 보수 사항은 없으나, 교면포장 국부적인 토사퇴적, 배수구 막힘, 난간 일부 변형 및 델리네이터 탈락, 방호벽 박락 및 철근노출, 교명판 탈락, 중앙분리대 가드레일 변형, 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 차수덮개 미설치, S/T BOX SPLICE PLATE 연결부를 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 받침장치 받침콘크리트 및 무수축 몰탈 균열, 교각 코핑 균열 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.