

5. 원대교

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사

5.4 콘크리트 내구성조사

5.5 상태평가

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.7 보수·보강 및 유지관리 방안

5.8 종합결론

5. 원대교

5.1 시설물의 개요

본 시설물은 국도46호선상의 경기도 가평군 청평면 대성리에 위치한 3중 도로교량으로서, 총 연장 25.0m, 폭 18.5m로 시공되었으며, 1987년 12월에 준공되어 약 36년이 경과된 시설물이다.

5.1.1 일반사항

【표 5.1.1】 원대교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR1987-0000425	관리번호	-	
시설물위치		경기도 가평군 청평면 대성리	준공년월일	1987. 12. 31	
노 선 명		국도46호선	종별	3중 시설물	
제원	연장	L = 25.0m			
	폭	B=18.5m, 왕복4차선			
구조 형식	상부	PSC I	기초 형식	교 대	말뚝기초
	하부	교대: 역T형		교 각	-
교량받침		평면받침	신축이음	강평거 조인트	
교차시설물		철도 - 경춘선	통과높이	약 9.0m	
부착시설내용		낙하물방지펜스	설계하중	DB-24	
시 공 자		한일개발주식회사	관리주체	의정부국토관리사무소	

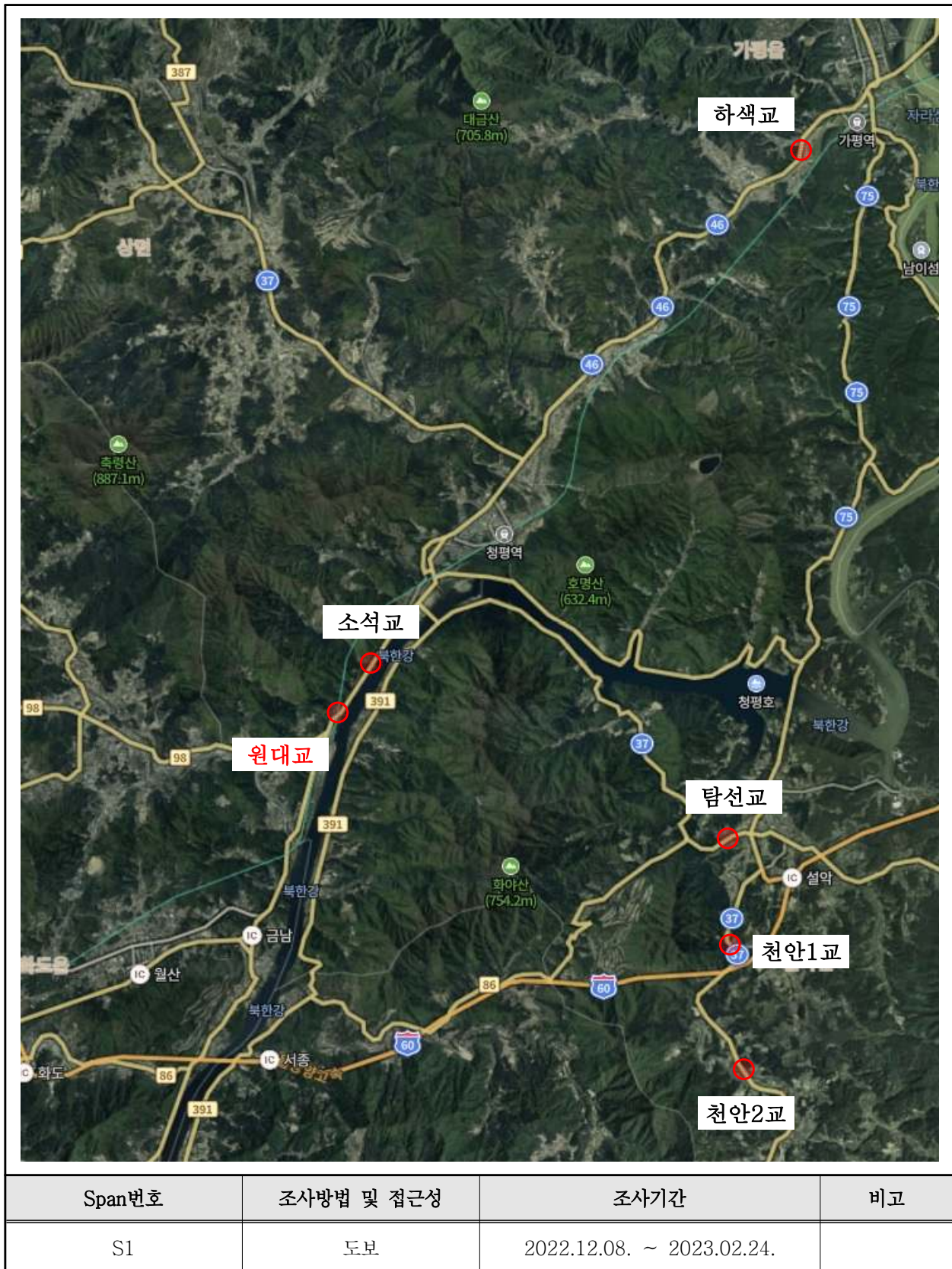


측면 전경



상부 전경

5.1.2 위치도 및 전경사진

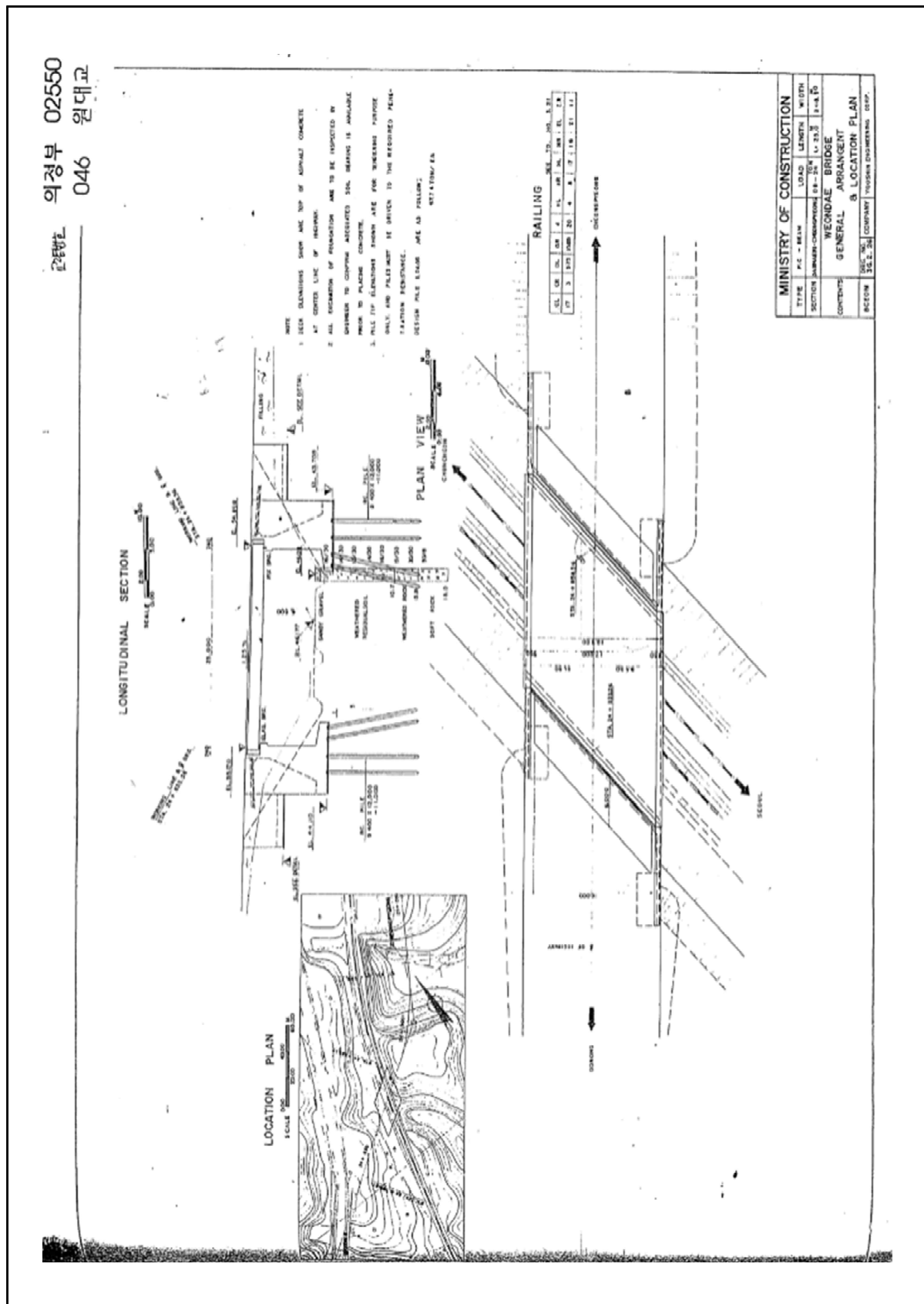


【그림 5.1.1】 위치도

	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 및 바닥판하면 전경	교대 전경
	
교명판 전경	교량 설명판 전경

【그림 5.1.2】 부재별 현황

5.1.3 시설물 일반도



【그림 5.1.3】 평면도 및 종단면도

5.2 자료수집 및 분석

본 과업에 대한 자료조사는 구조물에 대한 안전점검을 위함으로 관리주체에 보관된 건설관련 및 유지관련 자료, 기타자료, 시설물통합정보시스템(FMS) 등을 통해 자료를 수집하였으며 수집목록은 다음과 같다.

【표 5.2.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	○ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	○ 준공도면	○	일부 보유 (FMS)
시설물 관리대장	○ 기본현황 ○ 상제제원 ○ 유지관리 이력	○ ○ ○	일부 보유 (FMS)
시공 관련자료	○ 시공관련 자료 ○ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ○ 사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	일부 보유
보수·보강 자료		○	일부 보유

5.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

본 과업대상 구조물의 지형 및 지질 자료가 미보유중인 것으로 확인되었다.

나. 지반 및 지질 조사보고서

본 과업대상 구조물의 지반 및 지질 조사보고서가 미보유중인 것으로 확인되었다.

다. 구조계산서 및 내진설계

본 과업대상 구조물의 구조계산서 및 내진설계 자료가 미보유중인 것으로 확인되었다.

5.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 3종 시설물로서 금회 점검은 준공이후 실시하는 최초 정밀안전점검이다. 시설물의 지정이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 8회를 실시한 것으로 확인되었다. 점검이력사항은 다음과 같다.

【표 5.2.2】 원대교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2019. 05. 01 ~ 2019. 06. 26	정기안전점검	- 받침거동 불량 등	C
2	2019. 09. 02 ~ 2019. 12. 13	정기안전점검	- 바닥판 철근노출 및 박락, 교량 받침 거동불량	C
3	2020. 02. 01 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	- 바닥판 철근노출 및 박락, 교량 받침 거동 불량, 프리스트레스트 철근노출, 교대 흥벽 파손	C
4	2020. 11. 10 ~ 2020. 12. 23	정기안전점검	- 교면포장 : LMC 마모 - 배수시설 : 배수구 막힘 - 난간 및 연석 : 균열(0.3mm미만), 박리 - 신축이음 : 신축이음장치 누수, 후타재 균열(0.3mm미만), 박리 - 바닥판 하면 및 거더 : 박락 및 철근노출 - 교대 : 박락 - 구조적 손상이 확인되지 않았으며, 지속적인 주의관찰을 통해 문제점 발생 시에는 즉각적인 대책을 수립·강구하는 것이 적절할 것으로 판단된다.	B
5	2021. 03. 19 ~ 2021. 06. 23	정기안전점검	- 교면포장 : LMC포장 마모, 균열(cw=0.3mm) - 난간 및 연석 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열/백태, 박락/철근노출, 박리 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수 - 신축이음장치 : 신축이음장치 누수, 후타재 균열, 박리, 마모/골재노출 - 바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수/백태/열화, 박락/철근노출, 재료분리/철근노출 - 거더 : 박락/철근노출 - 가로보 : 백태 - 받침장치 : 플레이트 부식 - 교대/교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수흔적/백태, 박락, 박락/철근노출	C

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2021. 06. 24 ~ 2021. 12. 13	정기안전점검	- 교면포장 : LMC포장 마모, 균열(cw=0.3mm) - 난간 및 연석 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열/백태, 박락/철근노출, 박리 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수 - 신축이음장치 : 상태양호 - 바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수/백태/열화, 박락/철근노출, 재료분리/철근노출 - 거더 : 박락/철근노출 - 가로보 : 백태, 공동/철근노출, 철근노출 - 받침장치 : 받침 Plate 부식 - 교대/교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수혼적/백태, 박락, 박락/철근노출	C
7	2022. 03. 28 ~ 2022. 06. 30	정기안전점검	- 교면포장 : LMC포장 마모, 균열(cw=0.3mm) - 난간 및 연석 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열/백태, 박락/철근노출, 박리 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수 - 신축이음장치 : 상태양호 - 바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수/백태/열화, 박락/철근노출, 재료분리/철근노출 - 거더 : 박락/철근노출 - 가로보 : 백태, 공동/철근노출, 철근노출 - 받침장치 : 받침 Plate 부식, 받침기능 상실 - 교대/교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수혼적/백태, 박락, 박락/철근노출, 재료분리	C
8	2022. 07. 01 ~ 2022. 12. 30	정기안전점검	- 교면포장 : LMC포장 마모, 균열(cw=0.3mm) - 난간 및 연석 : 균열(cw=0.3mm미만), 균열/백태, 박락/철근노출, 박리 - 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 누수 - 신축이음장치 : 상태양호 - 바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수/백태/열화, 박락/철근노출, 재료분리/철근노출 - 거더 : 박락/철근노출 - 가로보 : 백태, 공동/철근노출, 철근노출 - 받침장치 : 받침 Plate 부식, 받침기능 상실 - 교대/교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 누수혼적/백태, 박락, 박락/철근노출, 재료분리	C

5.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

5.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 시공관련자료 미보유로 현장조사를 통하여 구조물을 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 금회 점검에서는 시설물의 하중 변화 여부, 신규손상 발생 여부, 비파괴 시험 등에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 3종 시설물 등록이후 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 확인됨.	

5.2.5 시설물 보수 이력

【표 5.2.3】 원대교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	A1, A2	국도46호선 구운교(신) 등 시설물 보수공사 (단면보수)	18.07.25 ~ 18.12.23	—	—	
2	A1, A2	국도46호선 가평2교(신) 등 시설물 보수공사 (신축이음 교체)	21.03.24 ~ 21.07.21	—	(주)진명	

5.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 5.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	—	—
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

5.3 현장조사

5.3.1 개요

대상시설물은 교량하부로 경춘선이 횡단하는 철도과선교로서 한국철도공사와의 협의를 통해 작업을 승인후 현장조사를 수행하였다. 시설물에 대한 자료수집 및 현장조사 결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 최대한 근접조사를 원칙으로 현장조사를 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1	도보	2022.12.08. ~ 2023.02.24.	
			
도보작업 전경		과선교 통제작업 전경	
			
교량받침 제원 측정		비파괴시험	

【사진 5.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 및 작업 전경

5.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 원대교의 바닥판은 단경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=25.0m, 폭 18.5m로 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 점검로를 이용한 근접조사를 실시하였다.



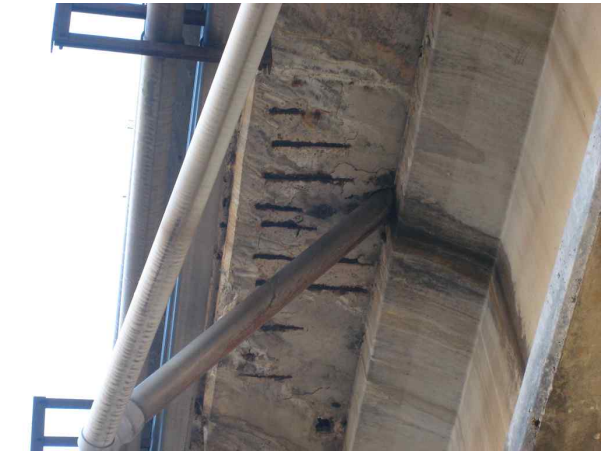
【사진 5.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 망상균열의 균열 손상과 파손 및 철근노출, 재료분리 및 백태, 거푸집미제거 등의 손상이 확인되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다.

【표 5.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		재료분리 및 백태 (㎡/개소)		거푸집 미제거 (개소)	
S1	2.5	2	1.0	1	2.4	1	3.85	11	18.7	10	—	12
합계	2.5	2	1.0	1	2.4	1	3.85	11	18.7	10	—	12

	
바닥판 하면 S1 균열(폭 0.3mm이상)	바닥판 하면 S1 망상균열(0.2×1.0)
	
바닥판 하면 S1 파손 및 철근노출	바닥판 하면 S1 파손 및 철근노출
	
바닥판 하면 S1 백태, 누수흔적	바닥판 하면 S1 거푸집 미제거

【사진 5.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 균열, 망상균열, 재료분리 및 거푸집 미제거 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 손상의 원인으로는 시공초기 건조수축, 온도변화에 따른 신축, 시공미흡 등에 의해 발생한 것으로 판단된다.
- 콘크리트 파손 및 철근노출, 재료분리, 백태 등의 손상은 거푸집 조기탈형, 시공미흡, 손상부 우수유입, 철근 부식에 따른 팽창압 등에 의한 손상으로 판단된다.
- 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 및 단면보수, 방청 후 단면보수, 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 PSC I형 거더로 시공되었으며, 도보 및 점검로를 이용한 외관조사를 실시하였다.



거더 전경

【사진 5.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 단부 파손, 하면 철근노출, 누수흔적 및 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다.

【표 5.3.2】 거더 현장조사 결과

구분	파손 및 철근노출 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
S1	0.46	3	0.45	1	1.85	4
합계	0.46	3	0.45	1	1.85	4



【사진 5.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거더에 발생한 누수흔적 및 백태는 배수관 이음부로의 누수 및 공용년수 증가 등에 의해 발생한 것으로 판단된다.
- 콘크리트 파손 및 철근노출 등의 손상은 거더 단부로의 응력집중, 철근 부식에 따른 팽창압 등에 의한 손상으로 판단된다.
- 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리, 방청 후 단면보수 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 거더와 동일한 방법으로 근접조사를 실시하였다.



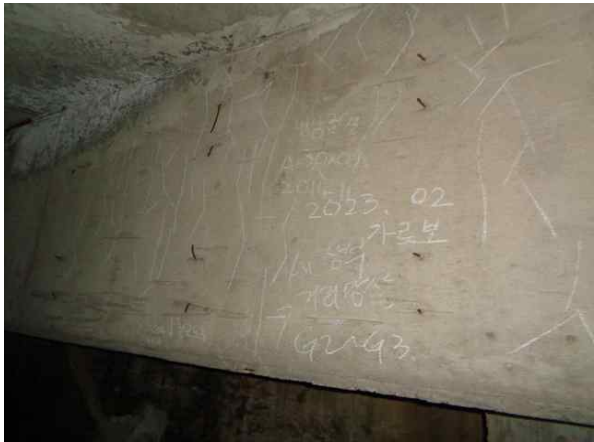
【사진 5.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 재료분리 및 철근노출, 공동, 거꾸집 미제거 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 5.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		공동 (㎡/개소)		거꾸집 미제거 (개소)	
S1	1.0	1	2.4	1	2.75	3	0.1	8	0.06	2	—	14
합계	1.0	1	2.4	1	2.75	3	0.1	8	0.06	2	—	14

	
가로보 S1 균열(폭 0.3mm미만)	가로보 S1 망상균열
	
가로보 S1 재료분리	가로보 S1 철근노출
	
가로보 S1 공동	가로보 S1 거푸집 미제거

【사진 5.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 기 손상은 대부분 시공미흡에 따른 손상으로 피복부족, 다짐부족 등에 따른 손상으로 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으나, 시설물의 내구성 저하방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 원대교 교대는 A1, A2 역T형으로 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보 및 점검로를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 5.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태, 파손 및 철근노출, 재료분리, 박리, 페콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다.

【표 5.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 및 백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출, 재료분리, 박리 등 (㎡/개소)		페콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
A1	7.0	6	11.0	3	61.1	17	4.50	15	25.0	5
A2	20.0	12	—	—	14.86	7	9.72	10	18.0	1
합계	27.0	18	11.0	3	75.96	24	14.22	25	43	6

	
교대 A1 구체 수직균열(Cw=0.3mm이상)	교대 A1 구체 수직균열(Cw=0.3mm미만)
	
교대 A2 홍벽 균열(Cw=0.3mm미만)	교대 A2 구체 수직균열(Cw=0.3mm미만)
	
교대 A1 홍벽 파손 및 철근노출	교대 A2 홍벽 파손 및 철근노출

【사진 5.3.9】 교대 손상현황

	
교대 A1 흉벽 파손, 백태	교대 A2 흉벽 파손
	
교대 A1 날개벽 파손	교대 A2 구체 재료분리
	
교대 A1 폐콘크리트 퇴적	교대 A2 폐콘크리트 퇴적

【사진 5.3.9】 교대 손상현황 - 계속

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

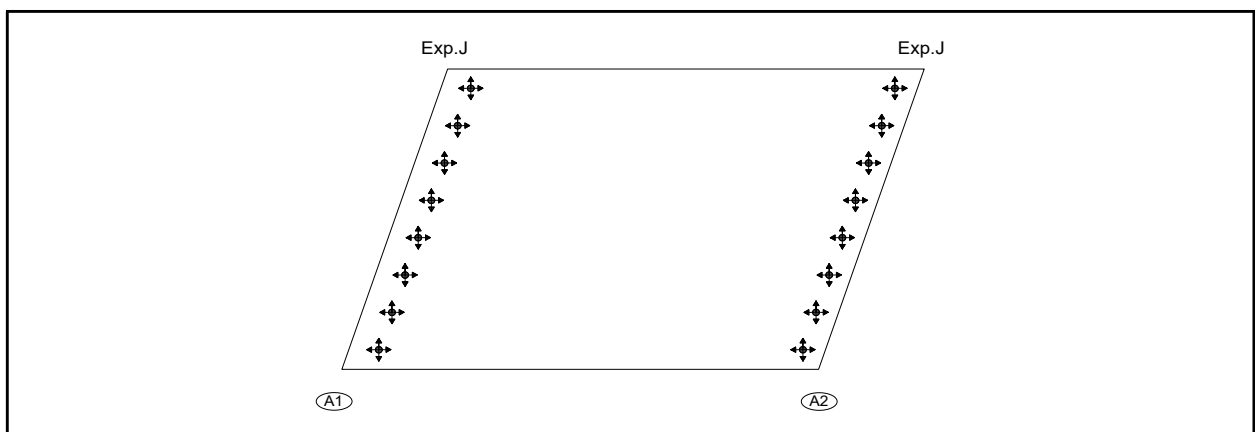
4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(폭 0.3mm미만, 이상)은 초기 건조수축 및 온도변화로 인해 발생되어 일부 폭이 진전된 것으로 확인되었으며, 구조적인 안전성에 문제가 없는 손상으로 판단되나, 내구성 저하방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 콘크리트 파손 및 철근노출, 재료분리, 백태 등의 손상은 거푸집 조기탈형, 시공미흡, 우수유입, 철근 부식에 따른 팽창압 등에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 및 2차 손상 방지를 위해 표면처리, 단면보수 등의 보수가 필요하다.
- 폐콘크리트 퇴적은 신축이음 교체 공사후 후처리 미흡에 따른 손상으로 교량받침의 거동에 영향을 미치고 있어, 정비를 통한 청소가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 원대교의 받침은 평면받침으로 A1에 8기, A2에 8기씩 총 16기의 양방향 가동단이 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 점검 세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 5.3.1】 교량받침 배치도



【사진 5.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침부식 및 기능상실, 하부 고무재 들뜸 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 5.3.5】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침 부식 (-/개소)		받침기능 상실 (-/개소)		하부 고무재 들뜸 (m/개소)	
A1	-	8	-	8	-	-
A2	-	-	-	8	0.3	1
합계	-	8	-	16	0.3	1



【사진 5.3.11】 교량받침 손상현황



【사진 5.3.11】 교량받침 손상현황 - 계속

3) 기 점검 결과 비교

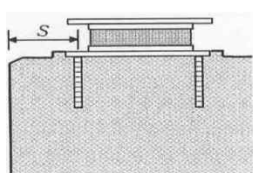
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

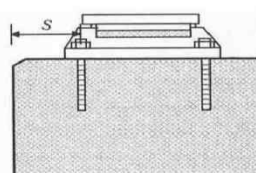
- 교량받침에 발생한 받침의 기능상실은 받침의 기능인 상부구조의 신축거동을 할수 없는 상태를 말하며, 손상의 원인은 공용년수 증가로 인한 본체의 부식 및 노후화로 판단된다. 따라서 교량받침의 기능성 및 사용성 향상을 위한 교량받침의 교체가 필요한 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있으므로, 소요의 연단거리가 확보되어야 한다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

- 거더의 경간길이 100m 이하
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
 - 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
- 여기서, L은 경간길이(m)

【그림 5.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 5.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

－ 거더 경간길이(L=25.0m) : $200 + 5 \times 25.0 = 325(\text{mm})$

【표 5.3.6】 연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
		Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	
A1	325	550	600	530	560	O.K
		600	560	600	560	
A2	325	510	500	500	520	O.K
		500	530	460	460	

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화에 의해 생기는 이동량에 대해서 충분한 여유량을 가져야 한다.



【사진 5.3.13】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

【표 5.3.7】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	17.7	32.3	0.00001	12.5	2.2	4.0	
A2	17.7	32.3	0.00001	12.5	2.2	4.0	

1) 조사당시 온도 : 2.7℃(조사일 : 2023년 02월 09일, 평균온도, 양평)
2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 5.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1~8	기능상실	—	—	—	—	—	—
A2	SH1~8	기능상실	—	—	—	—	—	—

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량
허용변위 = 받침높이 × 0.3

② 교량받침 이동량 검토의견

- 교량받침은 현재 본체 부식 및 노후화로 인해 가동이 불능상태로 확인되었으며, 받침의 기능성 및 사용성 향상을 위해 교량받침의 교체가 필요한 상태이다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 강평거 조인트로 시공된 상태이다.



【사진 5.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 본체는 양호이며, 후타재 균열이 일부 구간에서 확인되었다.

【표 5.3.9】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	1.1	3
A2 (EXP J2)	—	—
합계	1.1	3



【사진 5.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음은 대체로 손상이 없는 양호한 상태이나, 일부 구간에서 경미한 후타재 균열 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 손상부에 대해서는 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																							
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 02. 09. 기온 적용: 2.7℃(일평균) - RC교 ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 2.7^{\circ}\text{C} = 32.3^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-15.0^{\circ}\text{C} - (2.7^{\circ}\text{C}) = 17.7^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">교량형식</th> <th>보통지방</th> <th>한랭지방</th> <th>선팽창계수 α (/℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">강교</td> <td>상로교</td> <td>-10~+40</td> <td>-20~+40</td> <td>1.2×10^{-5}</td> </tr> <tr> <td>하로교, 강바닥판교</td> <td>-10~+50</td> <td>-20~+40</td> <td>1.2×10^{-5}</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RC, PSC교</td> <td>-5~+35</td> <td>-15~+35</td> <td>1.0×10^{-5}</td> </tr> </tbody> </table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																				
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																				

【사진 5.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 5.3.10】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	17.7	32.3	0.00001	12.5	2.2	4.0	55	15	70	
A2	17.7	32.3	0.00001	12.5	2.2	4.0	50	10	50	

1) 조사당시 온도 : 2.7°C (조사일 : 2023년 02월 09일, 평균온도, 양평)
2) 검토온도 : -15°C ~ 35°C (한랭지방, 콘크리트교)

【표 5.3.11】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	2.2	4.0	55	80	57.2	52.8	O.K
	바닥판			15	-	-	12.8	O.K
	거더			70	-	-	67.8	O.K
A2	신축이음	2.2	4.0	50	80	52.2	47.8	O.K
	바닥판			10	-	-	7.8	O.K
	거더			50	-	-	47.8	O.K

주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 원대교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 LMC 포장으로 되어있다.



교면포장 전경

【사진 5.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 전체적인 상태는 양호한 상태이나, 국부적으로 포장부 균열이 조사되었다.

【표 5.3.12】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장부 균열 (m/개소)	
S1	89.0	26
합계	89.0	26

	
교면포장 S1 포장부 균열	교면포장 S1 포장부 균열
	
교면포장 S1 포장부 균열	교면포장 S1 포장부 균열

【사진 5.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과, 국부적으로 포장부 균열이 발생하였으며, 기 발생한 손상은 초기 건조수축, 온도변화, 차량의 운하중 등에 의한 손상으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보 및 2차 손상 발생 방지를 위해 부분보수 및 지속적인 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 원대교의 상부는 그레이팅 덮개로 마감된 배수구, 하부는 산악형(3EA) 및 육교형(1EA) 배수관이 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 갓길측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 5.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘이 조사되었다.

【표 5.3.11】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)	
S1	4	—
합계	4	—



【사진 5.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수시설의 현장조사 결과, 공용 중 갓길 측에 퇴적되는 토사 및 이물질로 인해 배수구 막힘이 발생한 것으로 조사되었으며, 바닥판 상면으로 유입되는 우수의 원활한 배수를 위하여 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다.



【사진 5.3.21】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 콘크리트 박리 및 철근노출, 철재난간 변형 등이 조사되었다.

【표 5.3.12】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		콘크리트 박리 및 철근노출 (㎡/개소)		철재난간 변형 (m/개소)	
S1	3.5	7	30.01	4	2.0	2
합계	3.5	7	30.01	4	2.0	2

	
방호벽 S1 균열(Cw=0.3mm미만)	방호벽 S1 콘크리트 박리
	
방호벽 S1 박리 및 철근노출	중앙분리대 S1 철재난간 변형(L=1.0m)

【사진 5.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만), 시공불량(철근노출), 콘크리트 박리, 철재난간 변형은 초기 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 및 정비 등을 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 원대교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.



【사진 5.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.13】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 40.3.24】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

타. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

5.3.3 현장조사 총괄표

【표 5.3.14】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	2.5	2	
	균열(0.3mm이상)	m	1.0	1	
	망상균열	m ²	2.4	1	
	파손 및 철근노출	m ²	3.85	11	
	재료분리 및 백태	m ²	18.7	10	
	거푸집 미제거	EA	12	—	
거더	파손 및 철근노출	m ²	0.46	3	
	백태	m ²	0.45	1	
	누수흔적	m ²	1.85	4	
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	
	망상균열	m ²	2.4	1	
	재료분리	m ²	2.75	3	
	철근노출	m ²	0.1	8	
	공동	m ²	0.06	2	
	거푸집 미제거	EA	14	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	27.0	18	
	균열(0.3mm이상)	m	11.0	3	
	망상균열 및 백태	m ²	75.96	24	
	파손 및 철근노출, 박리 등	m ²	14.22	25	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	43.0	6	
교량받침	받침 부식	EA	8	—	
	받침기능 상실	EA	16	—	
	하부 고무재 들뜸	m	0.3	1	
신축이음	후타재 균열	m	1.1	3	
교면포장	포장 균열	m	89.0	26	
배수시설	배수구 막힘	EA	4	—	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	3.5	7	
	박리 및 철근노출	m ²	30.01	4	
	철재난간 변형	m	2.0	2	

5.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

5.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

5.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 5.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	50m 마다	연장 50m마다	1	1	2	2	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

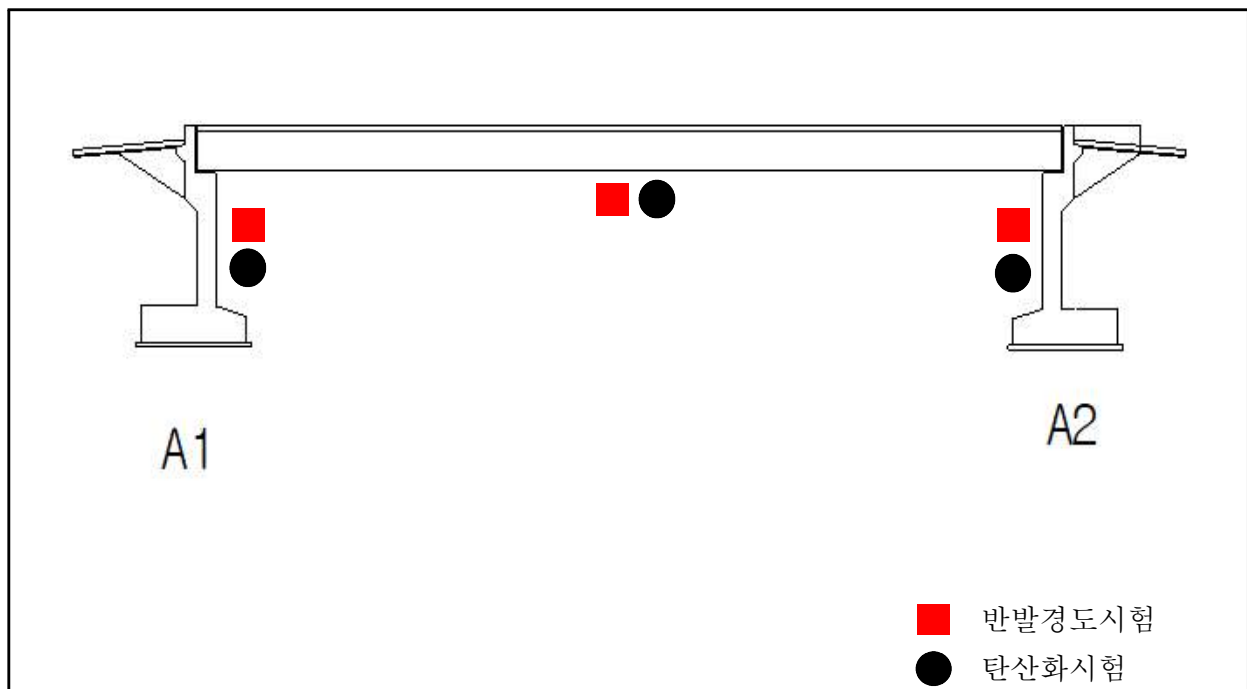
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 최초 정밀안전점검에 따른 초기값을 설정하고자 콘크리트 부재별로 1개소씩 실시하였다. 접근 가능한 부재에서 손상부를 제외한 건전부에서 실시하였으며, 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 5.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 5.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

5.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 5.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판	48.0	27.1	27.8	0.63	27.0	

【표 5.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
상부 구조	S1 거더	50.1	40.1	48.3	0.63	40.0	

【표 5.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.5	24.3	26.2	0.63	24.0	
	A2 교대	44.3	24.1	26.1			

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.1~27.8MPa, 거더 40.1~48.3 MPa, 하부구조 교대 24.1~26.2MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 5.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1~27.8	27.0	100.3~103.0
	거더	40.1~48.3	40.0	100.1~120.6
하부구조	교대	24.1~26.2	24.0	100.2~109.3

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 5.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.0	36.0	33.0	a	0.50	100년이상	
	S1 거더	7.0	44.0	37.0	a	1.17	100년이상	
하부구조	A1 교대	1.5	33.0	31.5	a	0.25	100년이상	
	A2 교대	7.0	44.0	37.0	a	1.17	100년이상	

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~7.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 5.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~7.0	33.0~37.0	
하부구조	1.5~7.0	31.5~37.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 5.4.8】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~27.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.1~48.3	40.0	
	하부구조	교대	24.1~26.2	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0~37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		31.5~37.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

5.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

5.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태인 ‘C등급’으로 산정되었다.

【표 5.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSC I	c	b	c	b	c	d	b	d	c	q	a	a
	A2	PSC I	—	—	—	—	—	—	a	d	b	q	—	a
평균			0.400	0.200	0.400	0.200	0.400	0.700	0.150	0.700	0.300	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.072	0.040	0.020	0.014	0.012	0.014	0.014	0.063	0.060	—	0.004	0.003
													0.316	
													C	

■ 결함도 범위 : $0.260 \leq \text{결함도지수}(0.316) < 0.490$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 5.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
원대교	0.316	C	25.0	4	100	1.000	0.316
1. 평가지수							0.316
2. 상태평가결과 =							C

5.5.2 기 점검 결과와의 비교

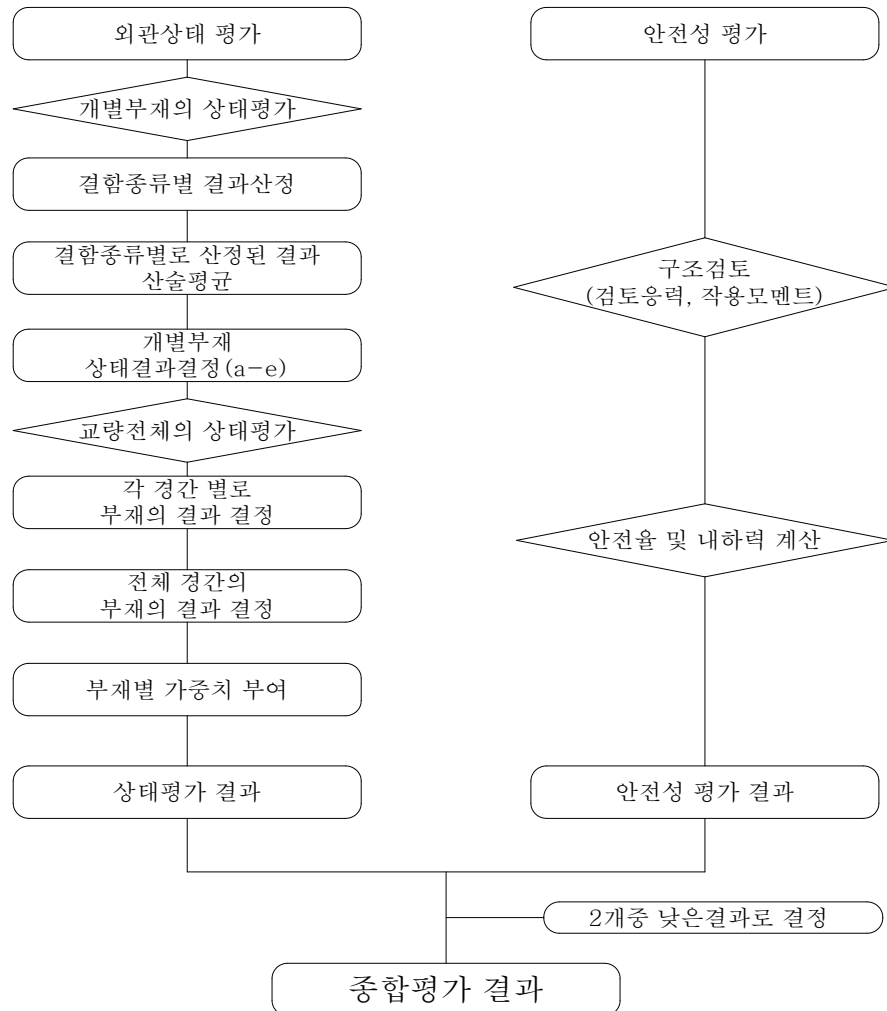
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 5.6.1】 종합평가 결과 산정절차

5.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “C” 로 평가되었다.

【표 5.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
원대교	0.316	C	—	—	C
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태인 “C” 로 평가됨 •종합평가 결과, “C” 로 평가됨				

5.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태』인 “C등급” 으로 지정하였다.

【표 5.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5.7 보수·보강 및 유지관리방안

5.7.1 보수·보강 방안

【표 5.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	2.5	2	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.0	1	주입보수	1순위
	망상균열	m ²	2.4	1	표면처리	2순위
	파손 및 철근노출	m ²	3.85	11	방청 후 단면보수	1순위
	재료분리 및 백태	m ²	18.7	10	단면보수	2순위
	거푸집 미제거	EA	12	—	정비	3순위
거더	파손 및 철근노출	m ²	0.46	3	방청 후 단면보수	1순위
	백태	m ²	0.45	1	표면처리	2순위
	누수흔적	m ²	1.85	4	표면처리	2순위
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	2.4	1	표면처리	2순위
	재료분리	m ²	2.75	3	단면보수	2순위
	철근노출	m ²	0.1	8	단면보수	1순위
	공동	m ²	0.06	2	단면보수	2순위
	거푸집 미제거	EA	14	—	정비	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	27.0	18	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	11.0	3	주입보수	1순위
	망상균열 및 백태	m ²	75.96	24	표면처리	2순위
	파손 및 철근노출, 박리 등	m ²	14.22	25	방청 후 단면보수	1순위
	폐콘크리트 퇴적	m ²	43.0	6	정비	3순위
교량받침	받침 부식	EA	8	—	받침교체	1순위
	받침기능 상실	EA	16	—	받침교체	1순위
	하부 고무재 들뜸	m	0.3	1	받침교체	1순위
신축이음	후타재 균열	m	1.1	3	표면처리	3순위
교면포장	포장 균열	m	89.0	26	표면처리	3순위
배수시설	배수구 막힘	EA	4	—	정비	2순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	3.5	7	표면처리	3순위
	박리 및 철근노출	m ²	30.01	4	단면보수	1순위
	철재난간 변형	m	2.0	2	교체	3순위

5.7.2 개략공사비

【표 5.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.5	0.94	㎡	85	80	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.0	1.50	m	65	98	1순위
	망상균열	표면처리	2.4	3.60	㎡	85	306	2순위
	파손 및 철근노출	방청 후 단면보수	3.85	5.78	㎡	320	1,850	1순위
	재료분리 및 백태	단면보수	18.7	28.05	㎡	260	7,293	2순위
거더	파손 및 철근노출	방청 후 단면보수	0.46	0.69	㎡	320	221	1순위
	백태 및 누수흔적	표면처리	0.45	0.68	㎡	85	58	2순위
	누수흔적	표면처리	1.85	2.78	㎡	85	236	2순위
가로보	균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.0	0.38	㎡	85	32	2순위
	망상균열	표면처리	2.4	3.60	㎡	85	306	2순위
	재료분리	단면보수	2.75	4.13	㎡	260	1,074	2순위
	철근노출	단면보수	0.1	0.15	㎡	260	39	1순위
	공동	단면보수	0.06	0.09	㎡	260	23	2순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	27.0	10.13	㎡	85	861	3순위
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	11.0	16.50	m	65	1,073	1순위
	망상균열 및 백태	표면처리	75.96	113.94	㎡	85	9,685	2순위
	파손 및 철근노출 박리 등	방청 후 단면보수	14.22	21.33	㎡	320	6,826	1순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	1.1	0.41	㎡	85	35	3순위
교면포장	포장 균열	표면처리	89.0	33.38	m	85	2,837	3순위
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.5	1.31	㎡	85	111	3순위
	박리 및 철근노출	단면보수	30.01	45.02	㎡	260	11,705	1순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	21,812		19,013		3,924		
	재경비 (순공사비의 50%)	10,906		9,506		1,962		
	합계	32,718		28,519		5,886		
개략공사비 총계(천원)		67,123						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

1) 교량받침 교체 개요도



2) 교량받침 교체 개략공사비

공종		수량	단위	단가 (천 원)	금액 (천 원)	비고
교량인상	1,000kN	16	개소	1,500	24,000	받침당 1개소
인상장치 연단확대		1	식	35,000	35,000	
교량받침 해체 및 설치	1,000kN	16	개소	4,000	64,000	
부대공	비계 등	1	식	20,000	20,000	
직접공사비					143,000	
제경비 (50%)					71,500	
관급자재 (탄성받침)	1,000kN	16	개소	1,000	16,000	고무(5층)
관급자재 계					16,000	
총공사비					230,500	

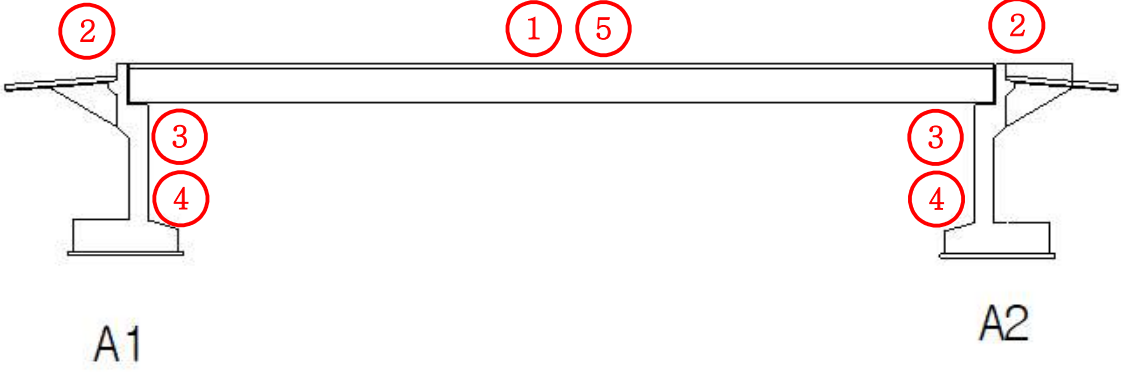
5.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 5.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	• 방호벽 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 배수관 연결상태 및 누수여부 점검
바닥판	• 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
신축이음장치	• 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 바닥판 하면 파손 및 철근노출, 백태 - 진전 여부확인		
		
② 거더 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인		③ 교량받침 받침기능 상실 - 진전 여부확인
		
④ 하부구조 균열, 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인		⑤ 방호벽 박리, 철근노출 등 - 진전 여부확인
		

5.8 종합결론

본 시설물은 국도46호선상의 경기도 가평군 청평면 대성리에 위치한 3중 도로교량으로서, 총 연장 25.0m, 폭 18.5m로 시공되었으며, 1987년 12월에 준공되어 약 36년이 경과된 시설물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

5.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 균열(폭 0.3mm미만, 이상), 망상균열의 균열 손상과 파손 및 철근노출, 재료분리 및 백태, 거푸집미제거 등의 손상이 확인되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리 및 단면보수, 방청 후 단면보수, 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

2) 거더

- 거더에 대한 현장조사 결과, 단부 파손, 하면 철근노출, 누수흔적 및 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리, 방청 후 단면보수 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 재료분리 및 철근노출, 공동, 거푸집 미제거 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 기 손상은 대부분 시공미흡에 따른 손상으로 피복부족, 다짐부족 등에 따른 손상으로 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으나, 시설물의 내구성 저하방지를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태, 파손 및 철근노출, 재료분리, 박리, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었으며, 기 점검이후 신규 손상 발생 및 일부 손상이 진전된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상에 대해서는 시설물의 안전성 및 내구성 확보 차원에서 표면처리, 방청 후 단면보수 등의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

5) 교량받침

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침부식 및 기능상실, 하부 고무재 들뜸 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 받침의 기능상실은 받침의 기능인 상부구조의 신축거동을 할수 없는 상태를 말하며, 손상의 원인은 공용년수 증가로 인한 본체의 부식 및 노후화로 판단된다. 따라서, 교량받침의 기능성 및 사용성 향상을 위하여 내진성능평가 실시후 적합한 교량받침으로의 교체가 필요한 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 교량받침은 현재 본체 부식 및 노후화로 인해 가동이 불능상태로 확인되었다.

6) 신축이음장치

- 신축이음은 대체로 손상이 없는 양호한 상태이나, 일부 구간에서 경미한 후타재 균열 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 손상부에 대해서는 시급한 보수보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과, 전체적인 상태는 양호한 상태이나, 국부적으로 포장부 균열이 조사되었다.

8) 배수시설

- 배수시설의 현장조사 결과, 공용 중 갓길 측에 퇴적되는 토사 및 이물질로 인해 배수구 막힘이 발생한 것으로 조사되었으며, 바닥판 상면으로 유입되는 우수의 원활한 배수를 위하여 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열(폭0.3mm미만), 시공불량(철근노출), 콘크리트 박리, 철재난간 변형은 초기 건조수축, 온도변화, 시공미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 및 정비 등을 실시하는 것이 바람직하다.

10) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

11) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부, 추락방지시설은 본문의 교면포장, 신축이음장치, 교량 점검시설에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.1~27.8MPa, 거더 40.1~48.3 MPa, 하부구조 교대 24.1~26.2MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~7.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 원대교의 상태평가 결과는 환산결합도 점수가 0.316 으로 검토되었으며, 상태등급은 “C등급” 으로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 원대교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태」인 「C」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성 및 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

5.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

5.8.3 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.