

33. 대원2교

- 33.1 시설물 개요
- 33.2 자료수집 및 분석
- 33.3 현장조사
- 33.4 콘크리트 내구성조사
- 33.5 상태평가
- 33.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 33.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 33.8 종합결론

33. 대원2교

33.1 시설물의 개요

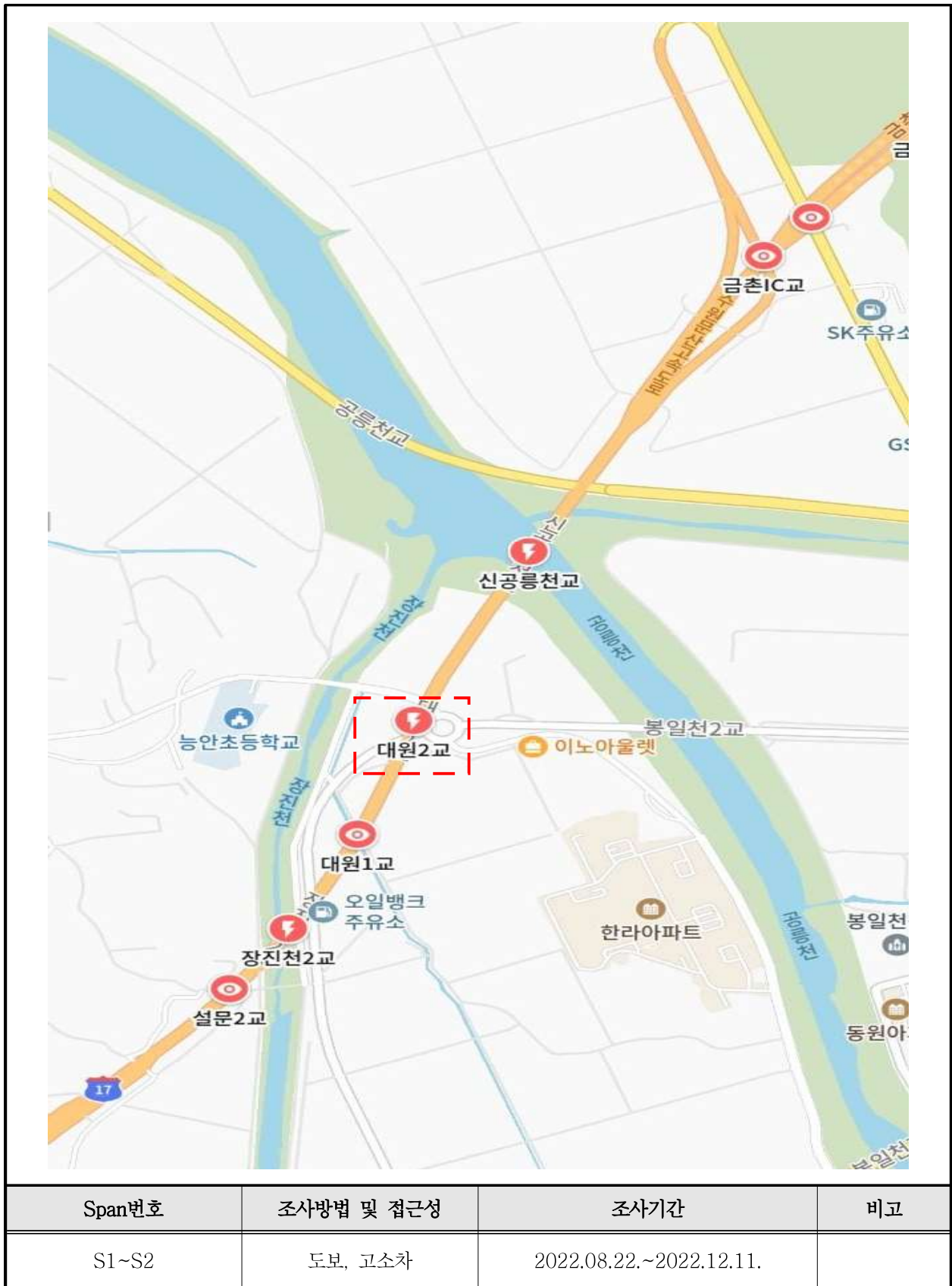
본 시설물은 경기도 파주시 조리읍 대원리 1333-3에 위치한 교량으로 총 연장 115.0m, 폭 24.6m로 시공되어 있다.

33.1.1 일반사항

【표 33.1.1】 대원2교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000122		관리번호		-	
시설물위치		경기도 파주시 조리읍 대원리 1333-3		준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		본선구간 17.710km		노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=115.0m(60+55=115.0m)					
	폭	B=24.6m					
구조 형식	상부	BH거더		기초 형식	교 대	강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형 교각: π 형			교 각	직접기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		뉴모노셀	
교차시설물		대원로, 능안로		통과높이		5.0m	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)		관리주체		(주)신성엔지니어링	
감 리 자		동남이엔씨(주)		관리주체		서울문산고속도로주식회사	
							
측면 전경				상부 전경			

33.1.2 위치도 및 전경사진

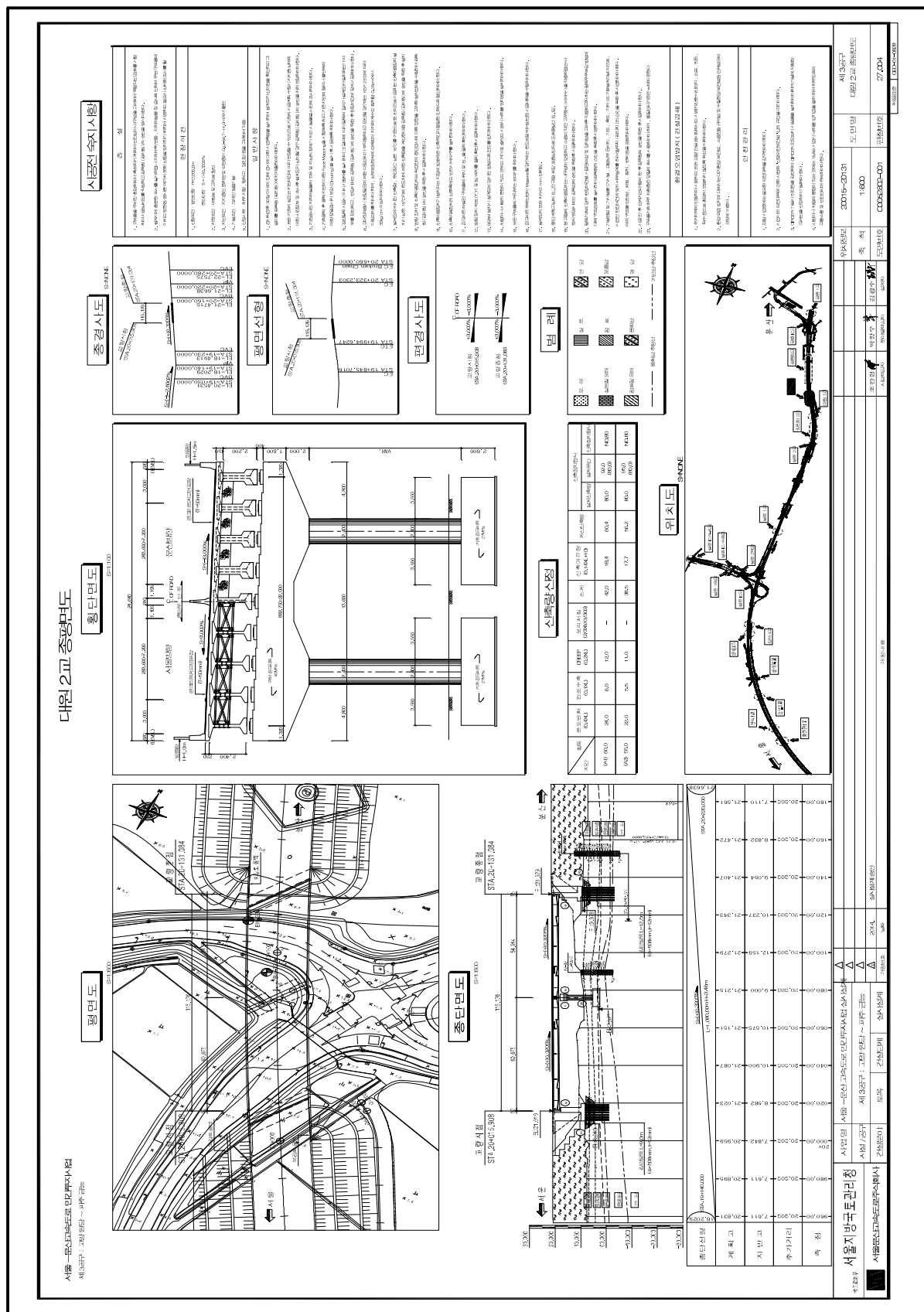


【그림 33.1.1】 위치도

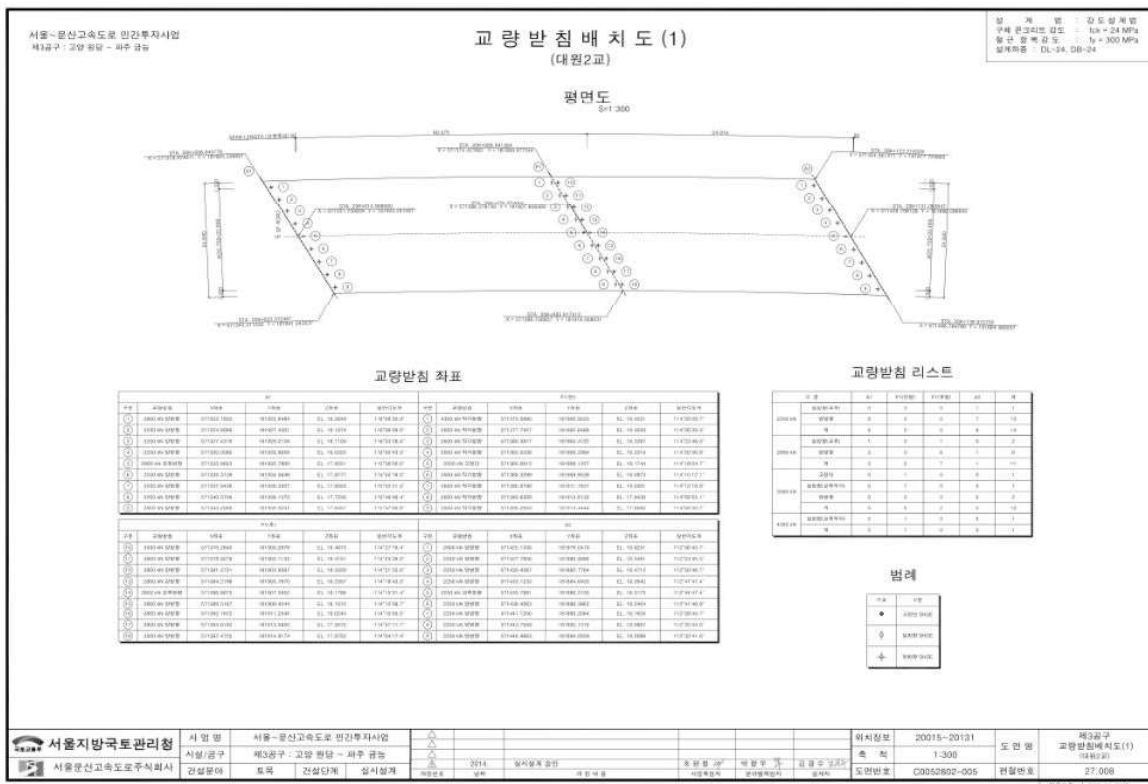
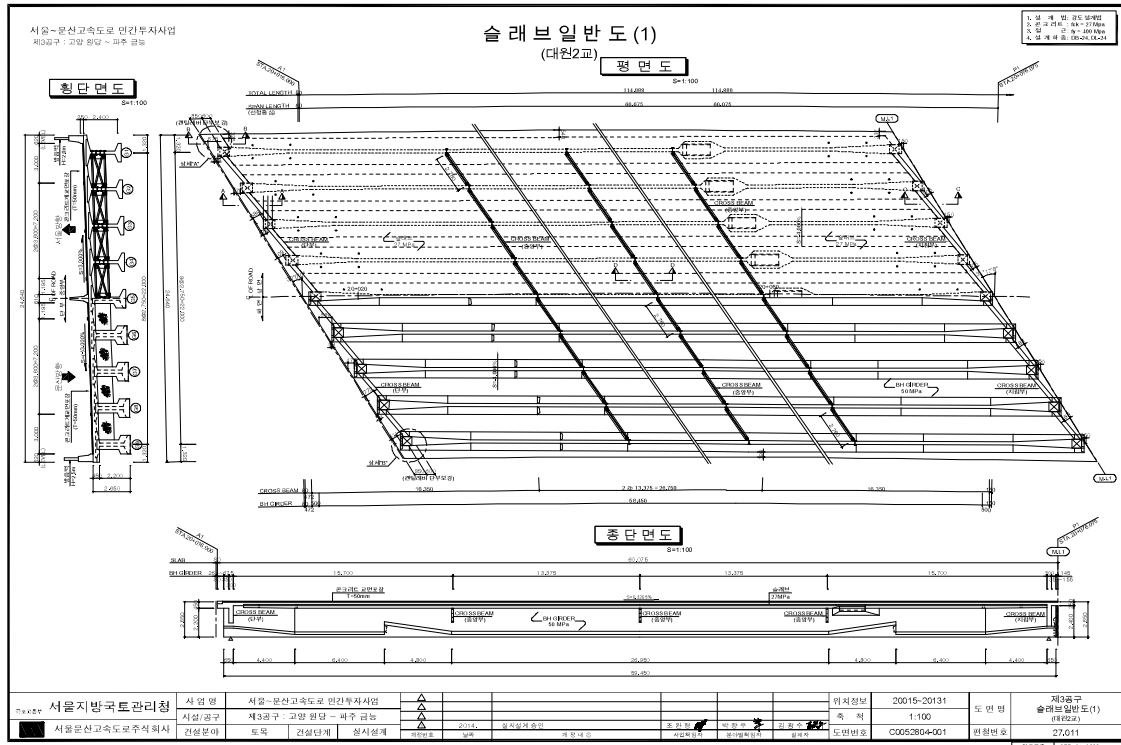
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
방호벽, 방음벽 전경	거더 전경
	
교대(A1) 전경	교대(A2) 전경
	
교각 전경	교량받침 전경

【그림 33.1.2】 부재별 전경 및 작업사진

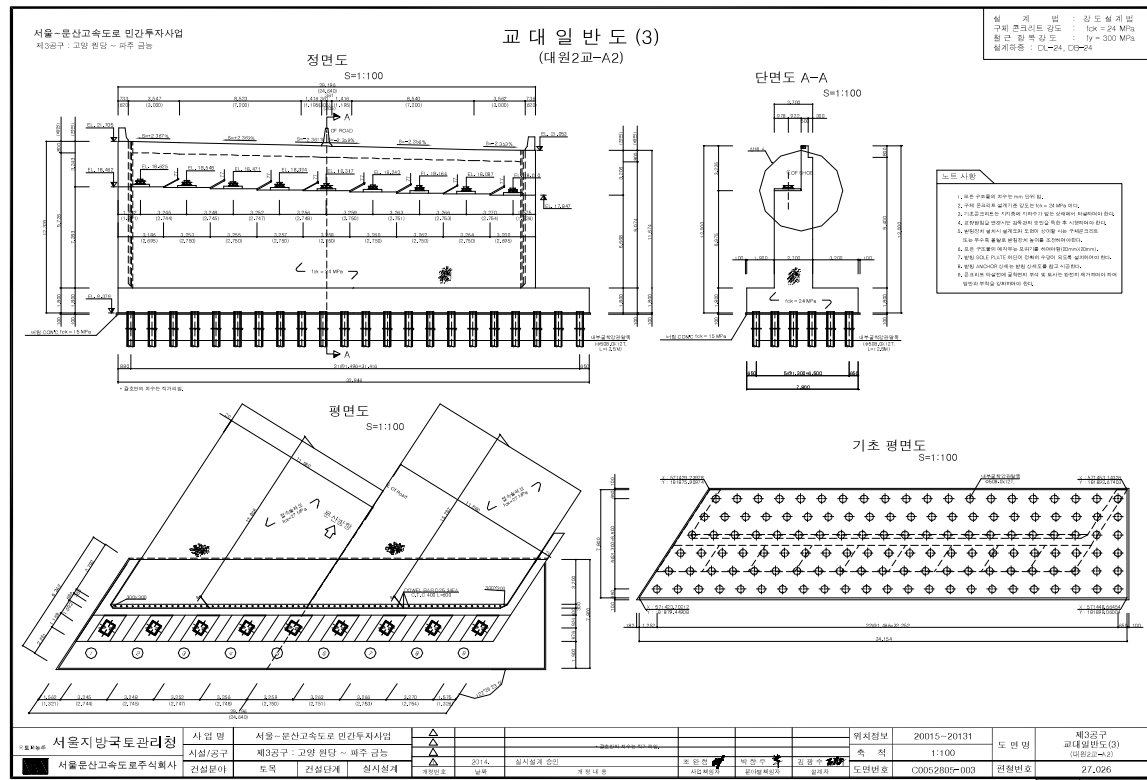
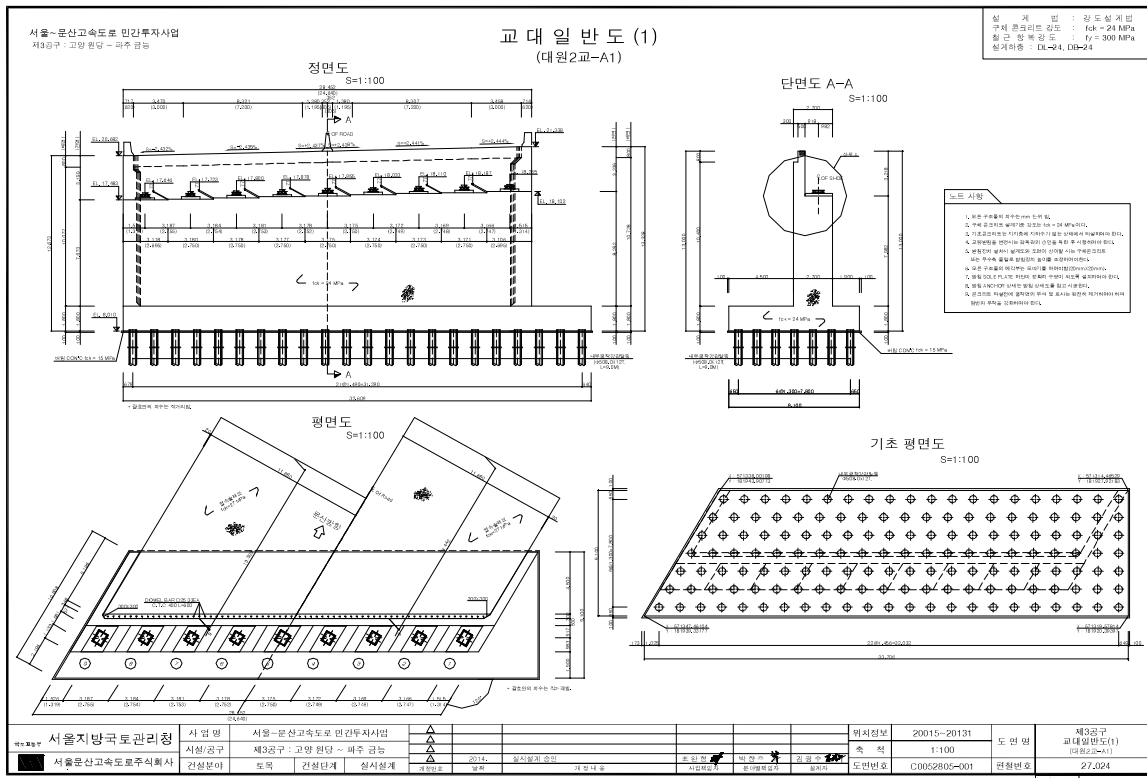
33.1.3 시설물 일반도



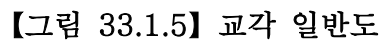
【그림 33.1.3】 평면 및 종단면도

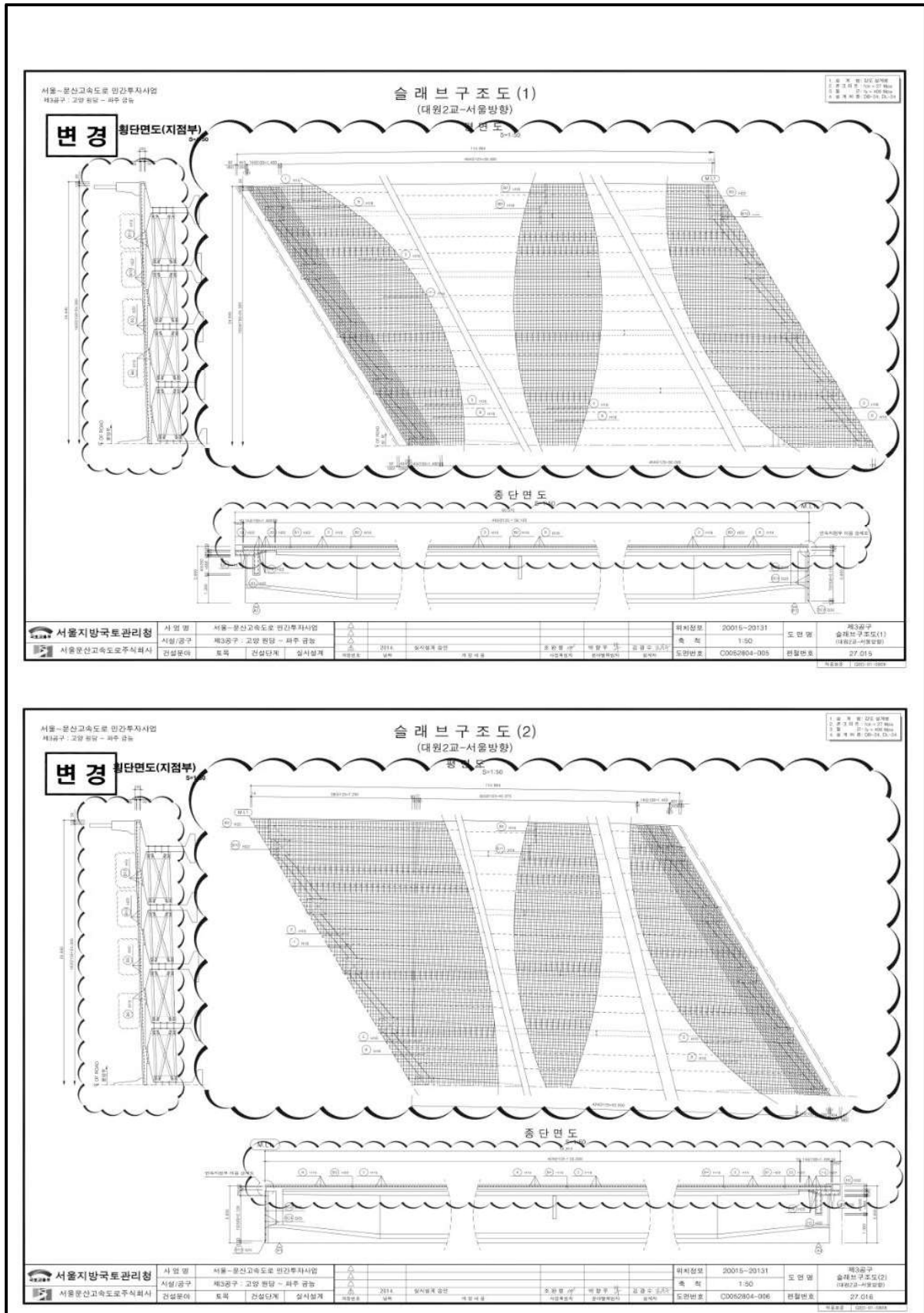


【그림 33.1.4】 바닥판하면 일반도, 교량받침 배치도

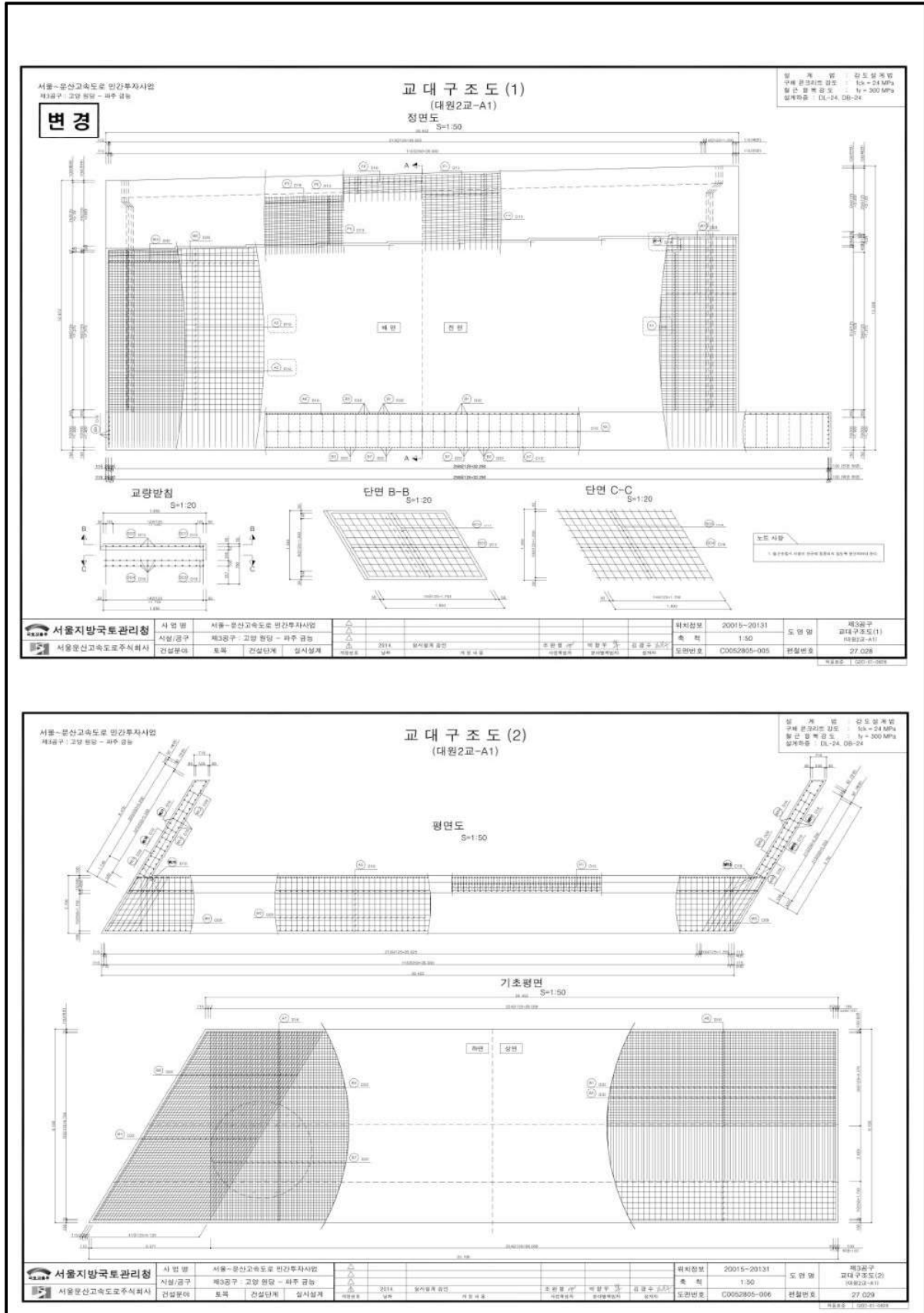


[그림 33.1.5] 교대 일반도

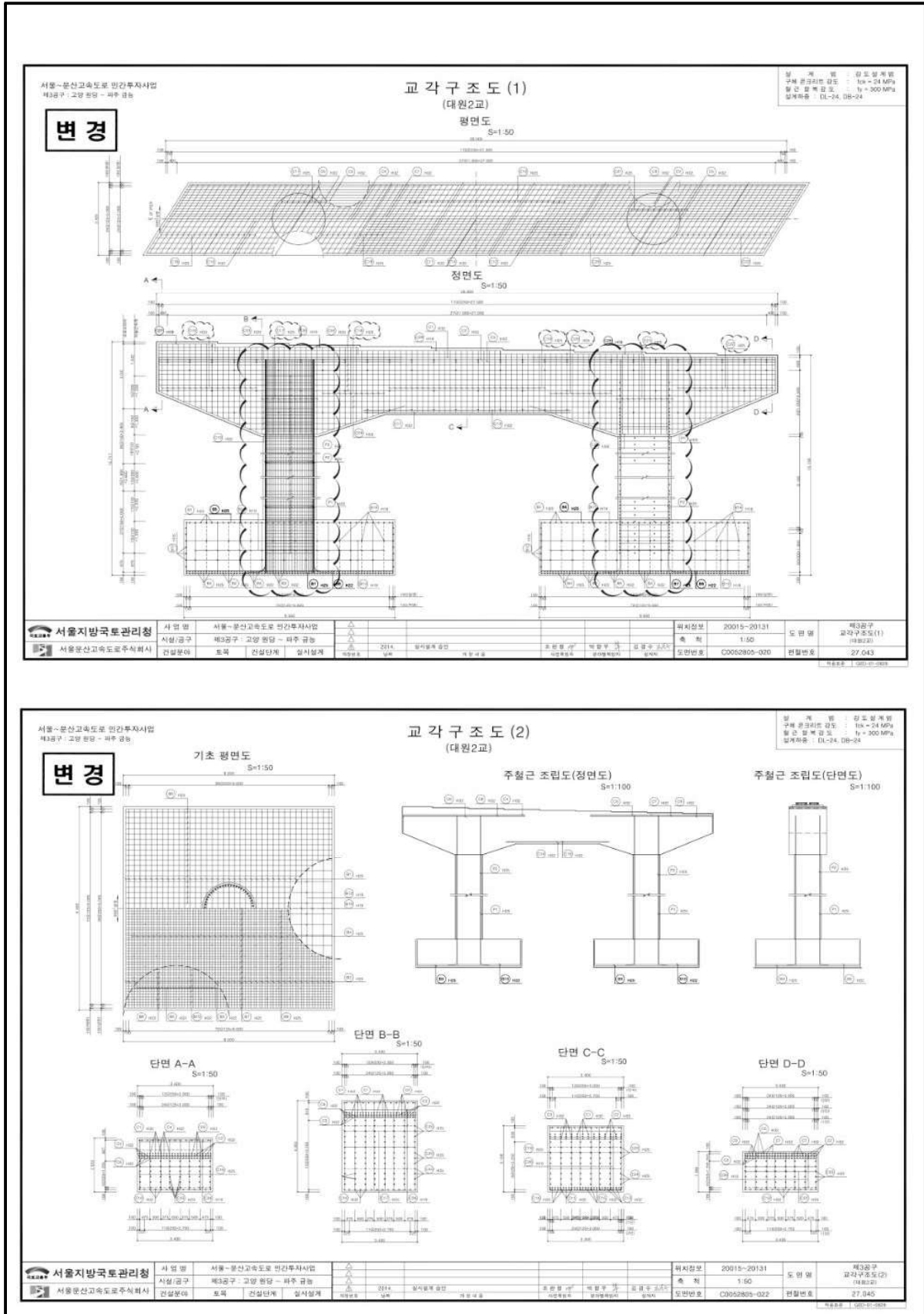




【그림 33.1.6】 바닥판하면 배근도



【그림 33.1.7】 교대 배근도



【그림 33.1.8】 교각 배근도

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설 계 조 건

- | | | | |
|-----|-------|---------------------------|----------|
| 1.1 | 교량 형식 | S.H.C 교량교대교 (50m + 55m) | |
| 1.2 | 경 간 | 120.000 m | |
| 1.3 | 복 원 | 24,940 m | |
| 1.4 | 교량 종류 | 08 - 24, 01 - 24 (1층교) | |
| 1.5 | 거대 길이 | 59,450 m | 54,270 m |
| 1.6 | 시간 길이 | 58,430 m | 53,270 m |
| 1.7 | 단위 중량 | 콘크리트(철근) ... 25.0 | kN/m³ |
| | | 콘크리트(무근) ... 23.5 | kN/m³ |
| | | 콘크리트보면 포장 ... 23.0 | kN/m³ |

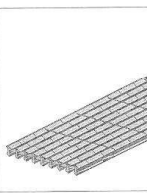
1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

- [illegible]

2.2.2 2차원 평면 (2D Plane)

- [illegible]

4. 結果と考察

- #### 4.2 板状部材
- 1) 2次元要素 (板壳)
- 
- 
- Figure 4.2.1 illustrates the 2D plate element (plate shell) in a 3D perspective view. The top image shows a flat rectangular plate element with a grid of nodes and lines, representing the mesh structure. The bottom image shows the same plate element deformed into a curved shape, demonstrating its flexibility and the resulting mesh deformation.

3) P.S STRAND (SEPC 7B @15.2mm) (도.설 - 4.6.3.3 비공용제)

- $-E_p = 200,000 \text{ MPa}$
 (1) 인장 강도 : $f_{pu} = 1,000 \text{ MPa}$
 (2) 극한 강도 : $f_{pu} = 1,000 \text{ MPa}$
 (3) JAKC에 의해 최대 인장 응력 :
 $0.84 \times f_{pu} = 1,500 \text{ MPa}$, $0.80 \times f_{pu} = 1,520 \text{ MPa}$ 중 작은값
 $-f_{ps} = 1,500 \text{ MPa}$
 (4) 허용 인장 응력
 (a) 정착부와 더불어 위치에 프리스트레스 도입역후 포스트텐션 인장력의 응력
 $f_{ps} = 5.7 \times f_{pu} = 1,350 \text{ MPa}$
 (b) 프리스트레스 도입역후 프리스트레스 인장력의 응력
 $0.82 \times f_{pu} = 1,312 \text{ MPa}$, $0.74 \times f_{pu} = 1,406 \text{ MPa}$ 중 작은값
 $-f_{ps} = 1,312 \text{ MPa}$

구분	단위	2011
4) 포스트텐션 경찰제 배치를 위한 위스 규제		

구분	단위	1997	1998	1999	2000
여성경제 비중	mm	114	104	89	79
여성경제 비중	mm	4	4	4	4
수출가능 경쟁력	mm ²	3,051	2,636	1,942	1,664
수출 마찰 계수 κ	k/n	0.005	0.005	0.005	0.005
국물 마찰 계수 μ	n/rad	0.25	0.25	0.25	0.25

1.9 실험 방법 (강도 실험법:도.실 2.2.3.2 실험하중)

$U = 1.30 + 2.15(L+1) + 1.3CF$
 $U = 1.30 + 1.3M$
 $U = 1.30 + 1.3(L+1) + 0.65W + 1.3CF$
 $U = 1.250 + 1.25(L+1) + 0.625W + 1.25CF$
 $U = 1.30 + 1.3(L+1) + 1.3CF + 1.3CO$

D : 고정비용
 L : 팔하율
 F : 순격하율
 CF : 할인하율
 W : 생하율
 CO : 총몰하율

3.10 참고 문헌

- 도로교통법 제10조(도로교통법 제10조 제1항 제1호)
- 도로교통법 제10조(도로교통법 제10조 제1항 제2호)
- 도로교통법 제10조(도로교통법 제10조 제1항 제3호)
- 도로교통법 제10조(도로교통법 제10조 제1항 제4호)

3.3 합성후 고형화율

- | 종류 | 종위 | 종위각 | 종위각 | 종위 | 종위각 | 종위각 | 종위각 | 종위각 | 종위각 |
|---------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|-----|-------|-----|
| W1(전방) | 0.230 | 0 | -15.920 | 0 | 0 | 0 | 1 | 전방 좌측 | |
| W1(후방) | 0.050 | -0.050 | -11.75 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 0 | 전방 우측 | |
| W2(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 3 | 전방 좌측 | |
| W2(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 3 | 전방 우측 | |
| W3(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 3 | 전방 좌측 | |
| W3(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 3 | 전방 우측 | |
| W4(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 6 | 전방 좌측 | |
| W4(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 6 | 전방 우측 | |
| W5(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 6 | 전방 좌측 | |
| W5(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 6 | 전방 우측 | |
| W6(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 9 | 전방 좌측 | |
| W6(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 9 | 전방 우측 | |
| W7(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 11 | 전방 좌측 | |
| W7(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 11 | 전방 우측 | |
| W8(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 12 | 전방 좌측 | |
| W8(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 12 | 전방 우측 | |
| W9(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 14 | 전방 좌측 | |
| W9(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 14 | 전방 우측 | |
| W10(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 14 | 전방 좌측 | |
| W10(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 14 | 전방 우측 | |
| W11(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 15 | 전방 좌측 | |
| W11(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 15 | 전방 우측 | |
| W12(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 16 | 전방 좌측 | |
| W12(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 16 | 전방 우측 | |
| W13(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 17 | 전방 좌측 | |
| W13(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 17 | 전방 우측 | |
| W14(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 19 | 전방 좌측 | |
| W14(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 19 | 전방 우측 | |
| W15(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 20 | 전방 좌측 | |
| W15(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 20 | 전방 우측 | |
| W16(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 23 | 전방 좌측 | |
| W16(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 23 | 전방 우측 | |
| W17(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 25 | 전방 좌측 | |
| W17(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 25 | 전방 우측 | |
| W18(전방) | 0.050 | 0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 27 | 전방 좌측 | |
| W18(후방) | 0.050 | -0.050 | -1.175 | 1.600 | 0.050 | -1.175 | 27 | 전방 우측 | |

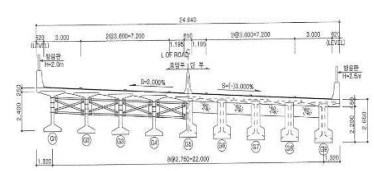
4.3 부채의 집계

- | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
|-----|----|----|----|----|
| 구분 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 구분 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 501 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 502 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 503 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 504 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 505 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 506 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 507 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 508 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 509 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 510 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 511 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 512 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 513 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 514 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 515 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 516 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 517 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 518 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 519 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 520 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 521 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 522 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 523 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 524 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 525 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 526 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 527 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 528 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 529 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |
| 530 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |

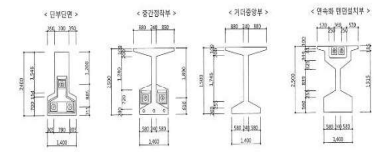
2. 바닥판 슬래브의 설계

2.1 설계 개념단

2.1.1 상투술래



2.1.2 B.H.P.C. GINGER



- 모델링 및 검증문제

- 【巻留率】
-
- 【可越率】
-
- 傾斜距離
- | 【巻留率】 | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 |
|-------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-----|
| 傾斜距離 | -0.300 | 0.730 | -0.300 | -2.360 | -13.414 | -2.540 | -3.393 | 6.439 | -0.137 | LN |
- 【可越率】

6. 주 거대 설계(정보원도 최대부)

6.1 단편제원

- Figure 1 shows a cross-section of a reinforced concrete T-beam. The top flange has a width of 2,000 mm and a thickness of 100 mm. The web has a width of 300 mm and a height of 500 mm. The total height of the beam is 700 mm. The effective depth is 650 mm. The bottom reinforcement is located 50 mm from the bottom. The top reinforcement is located 100 mm from the top. The beam is subjected to a vertical load $P = 2,000$ N. The dimensions are given in mm. The diagram also shows the location of the reinforcement bars (top and bottom) and the effective depth (d).

33.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 금회 점검은 최초의 정밀안전점검 이다. 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 33.2.1】 대원2교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	대원2교는 주요 손상현황으로는 교대 균열부백태 및 백태, 체수 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축, 시공미흡에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	대원2교는 주요 손상현황으로는 바닥판하면 파손, 배수시설 배수관 누수, 교대 신축이음 하부 누수, 균열부백태 및 백태, 체수 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축, 시공미흡에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	바닥판하면 파손, 배수시설 배수관 누수, 교대 균열부백태 및 백태, 체수 신축이음 하부 누수	양호

33.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

33.2.4 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 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 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 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 외관조사결과 기 손상인 바닥판하면 파손, 배수관 누수, 교대 백태, 신축이음 하부 누수 등의 손상이 확인되었고 급회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

33.2.5 시설물 보수 이력

【표 33.2.2】 대원2교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	—

33.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 33.2.3】 내진설계 여부 확인

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

33.3 현장조사

33.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 이용한 근접조사를 원칙으로 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~S2	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

【사진 33.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

33.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 대원2교의 바닥판하면은 차량하중을 직접적으로 지지하는 동시에 거더에 하중을 분산시키는 역할을 하는 주요 부재로 총 2경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=115.0m 폭 24.6m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 바닥판 측면에 국부적인 파손이 조사되었다.

【표 33.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	0.15	1
S2	—	—
합계	0.15	1

	
S1 측면 파손(0.3×0.5)	바닥판 하면 상태양호

【사진 33.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대(A1측)에 접하는 바닥판하면에 발생한 파손은 다짐불량, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 교량의 내구성 확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. BH Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 BH거더는 2경간 9열로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 33.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		상태양호	
거더	S1	—	—
	S2	—	—
합계		—	—

	
거더 상태양호	거더 상태양호

【사진 33.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

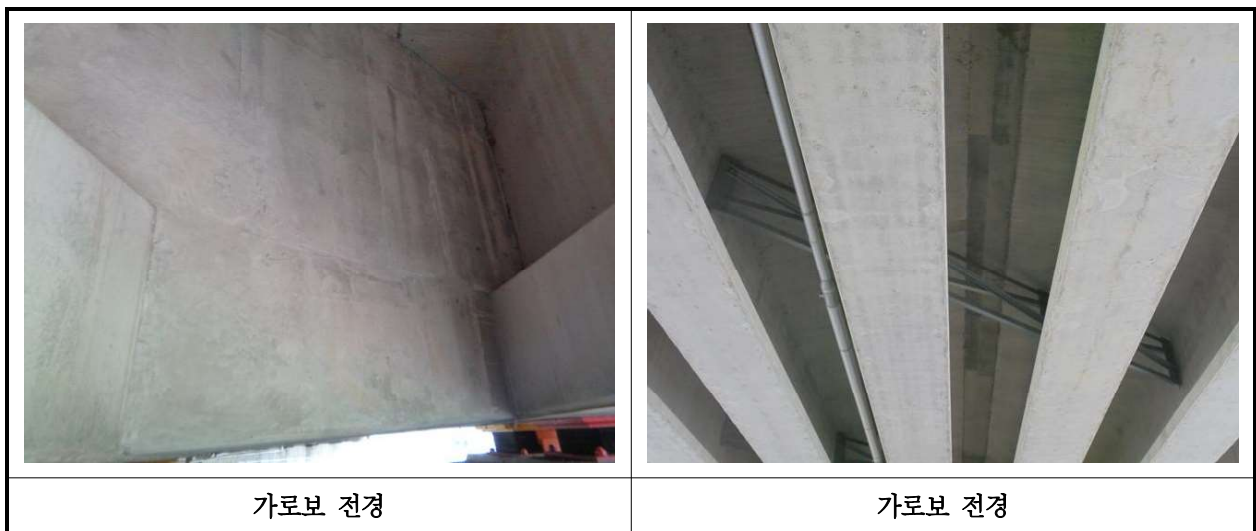
4) 검토의견

- 거더는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 STEEL과 콘크리트로 시공되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 상세한 조사를 위해 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 33.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분		상태양호	
가로보	S1	—	—
	S2	—	—
합계		—	—



【사진 33.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 대원2교 교대는 상부 구조물로부터의 하중을 기초로 전달하는 부재로써, 역T형으로 A1, A2 강관말뚝기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 폭 0.3mm 미만 균열 및 망상균열, 균열부 백태, 체수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 33.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)	
A1	15.00	5	—	—	0.15	3	—	—
A2	—	—	34.80	1	—	—	9.00	3
합계	15.00	5	34.80	1	0.15	3	9.00	3

	
A1 균열(Cw=0.3mm미만)	A1 흉벽 균열(Cw=0.3mm미만)
	
A1 균열부 백태(0.1×0.5)	A2 누수흔적-조사당시 양호
	
A2 망상균열(29.0×1.2)	A2 망상균열(29.0×1.2)

【사진 33.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

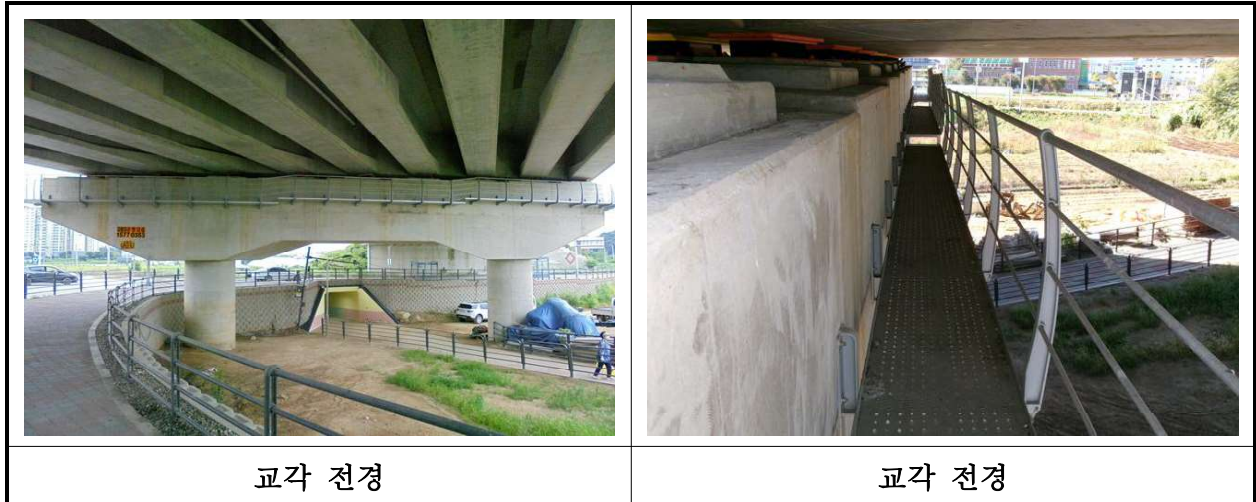
4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 그 외의 손상인 균열, 백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 신축이음 하부를 통한 누수에 대해 지속적인 주의관찰을 실시하는 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 대원2교의 교각은 π 형 1기로, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



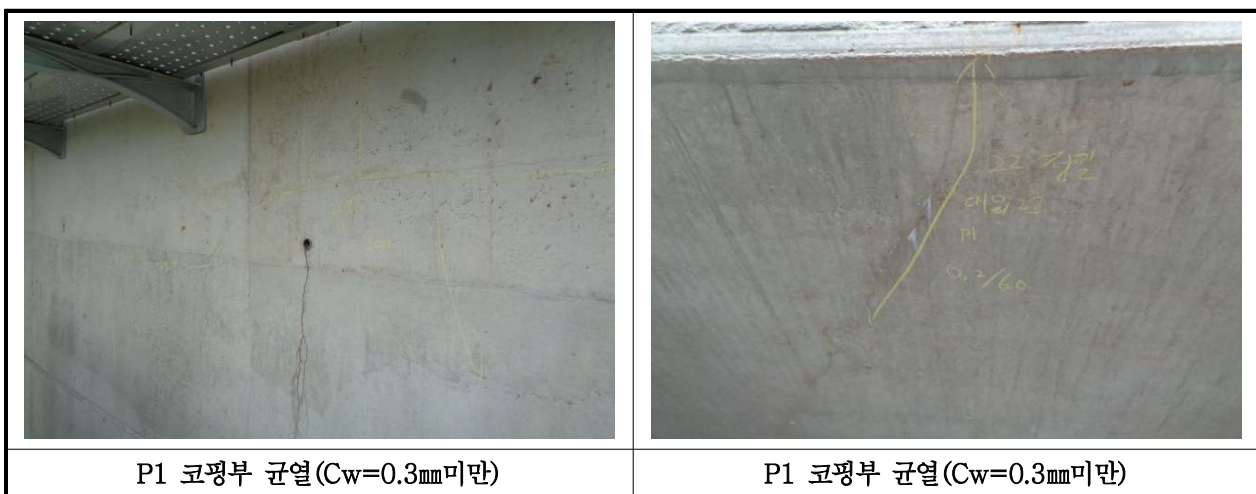
【사진 33.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열이 조사되었다.

【표 33.3.5】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
P1	26.00	2
합계	26.00	2



【사진 33.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

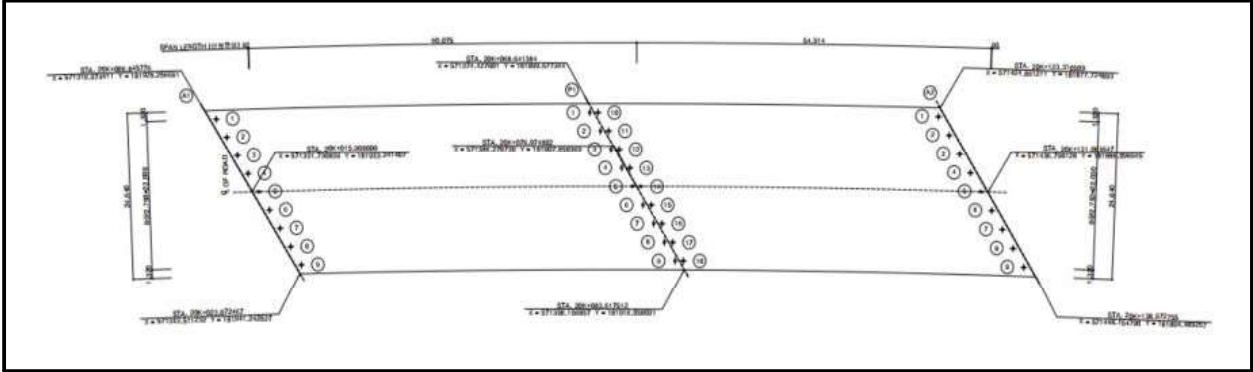
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 대원2교의 받침은 탄성받침으로 총 36기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 33.3.1】 교량받침 배치도



탄성받침(일방향) 전경

탄성받침(양방향) 전경

탄성받침(고정) 전경

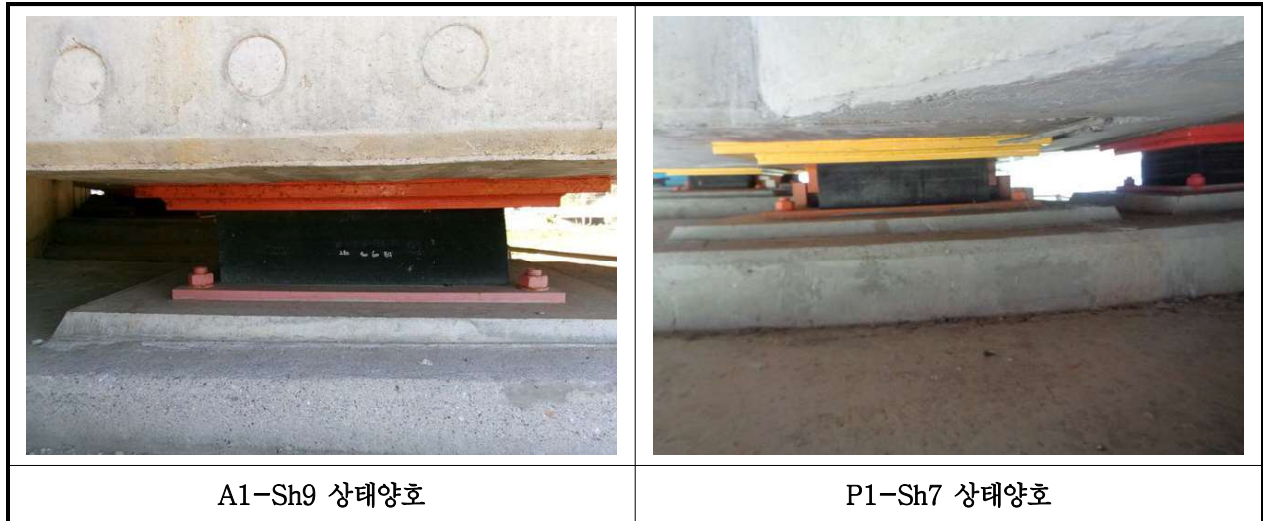
【사진 33.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.

【표 33.3.6】 교량받침 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 33.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

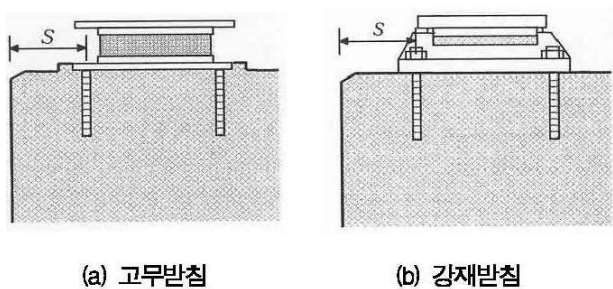
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 받침본체 및 몰탈, 콘크리트 모두 양호한 상태로 조사되었으나, 플레이트 도장 및 콘크리트 균열 등에 대하여 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 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 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



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

【그림 33.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 33.3.14】 교량반침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200+5 \times 55.0 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=60.0m) : $200+5 \times 50.0 = 500(\text{mm})$

【표 33.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		500	660	680	650	660	650	660	680	660	660	O.K
P1	A1측	500	720	720	720	720	720	720	720	720	700	O.K
	A2측	475	740	730	730	720	720	720	720	740	740	O.K
A2		475	560	570	600	600	570	600	590	580	600	O.K

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 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



【사진 33.3.15】 교량받침 이동량 측정

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

【표 33.3.8】 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	26.2	23.8	0.00001	60.0	15.7	14.3	
P1	고정단						
A2	26.2	23.8	0.00001	55.0	14.4	13.1	
1) 조사당시 온도 : 11.2℃(조사일 : 2022년 10월 17일, 평균온도, 서울)							
2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)							

【표 33.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	+10	74	54	15.7	14.3	±64	O.K
	SH2	+10	74	54			±64	O.K
	SH3	+10	74	54			±64	O.K
	SH4	+10	74	54			±64	O.K
	SH5	+10	74	54			±64	O.K
	SH6	+10	74	54			±64	O.K
	SH7	+10	74	54			±64	O.K
	SH8	+10	74	54			±64	O.K
	SH9	+10	74	54			±64	O.K
P1	고정단							
A2	SH1	+20	84	44	14.4	13.1	±64	O.K
	SH2	+20	84	44			±64	O.K
	SH3	+20	84	44			±64	O.K
	SH4	+20	84	44			±64	O.K
	SH5	+20	84	44			±64	O.K
	SH6	+20	84	44			±64	O.K
	SH7	+20	84	44			±64	O.K
	SH8	+20	84	44			±64	O.K
	SH9	+20	84	44			±64	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3								

② 교량받침 이동량 검토의견

- 교량받침 이동량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음장치는 직접 차량하중을 받는 부재로써, 설계 및 시공의 결함은 차량통행자에게 불쾌감 및 위협감을 줄 뿐만 아니라 경우에 따라서는 교량구조에도 악영향을 미칠 수 있는 장치이다.
- 본 교량의 신축이음장치는 A1(NO.80), A2(NO.80) 뉴모노셀로 시공된 상태이다.
- 신축이음의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사 및 측정을 실시하였다.



【사진 33.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 하부 누수, 차수관 앵커탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 33.3.10】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		하부 누수 (m/개소)		차수관 앵커탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	18.00	44	6.00	2	2.00	2	1.00	1
A2 (EXP J2)	16.00	40	0.90	1	0.60	3	1.00	1
합계	34.00	84	6.90	3	2.60	5	2.00	2



【사진 33.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 하부 누수의 경우, 초기 건조수축 균열, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 균열 보수 및 물만이 정비 등의 보수를 실시하는 유지 관리가 필요하다.

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 : 2022. 10. 17. 기온 적용: 11.2°C(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 11.2^{\circ}\text{C} = 23.8^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-15.0^{\circ}\text{C} - (11.2^{\circ}\text{C}) = 26.2^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$)																				
<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>$-10 \sim +40$</td><td>$-20 \sim +40$</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>$-10 \sim +50$</td><td>$-20 \sim +40$</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>$-5 \sim +35$</td><td>$-15 \sim +35$</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>		교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)	강교	상로교	$-10 \sim +40$	$-20 \sim +40$	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	$-10 \sim +50$	$-20 \sim +40$	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		$-5 \sim +35$	$-15 \sim +35$	1.0×10^{-5}		
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)																		
강교		상로교	$-10 \sim +40$	$-20 \sim +40$	1.2×10^{-5}																	
		하로교, 강바닥판교	$-10 \sim +50$	$-20 \sim +40$	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		$-5 \sim +35$	$-15 \sim +35$	1.0×10^{-5}																		

【사진 33.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 33.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 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	26.2	23.8	0.00001	60.0	15.7	14.3	46	50	140	
A2	26.2	23.8	0.00001	55.0	14.4	13.1	20	70	225	

1) 조사당시 온도 : 11.2℃(조사일 : 2022년 10월 17일, 평균온도, 서울)
2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 33.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	15.7	14.3	46	80	61.7	31.7	O.K
	바닥판			50	-	-	35.7	O.K
	거더			140	-	-	125.7	O.K
A2	신축이음	14.4	13.1	20	80	34.4	6.9	O.K
	바닥판			70	-	-	56.9	O.K
	거더			225	-	-	211.9	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 대원2교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.
- 교면포장의 대한 점검은 도보를 이용하여 육안조사를 실시하였다.



【사진 33.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장부 및 접속도로 망상균열이 확인되었다.

【표 33.3.13】 교면포장 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		접속부 망상균열 (㎡/개소)	
S1	—	—	38.50	1
S2	330.00	1	38.50	1
합계	330.00	1	77.00	2

	
S2 서울방향 망상균열(6.0×60.0)	S2 서울방향 망상균열(6.0×60.0)
	
S1 서울방향 접속부 망상균열(5.5×7.0)	S2 서울방향 접속부 망상균열(5.5×7.0)

【사진 33.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 구매불량에 의한 물고임 현상은 없는 상태이며, 포장부 콘크리트 망상균열이 조사되었다. 상기 손상부는 중차량의 통행 및 다짐불량 등에 의한 복합적인 손상으로, 주행차량의 사용성 확보차원의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 대원2교의 상부는 그레이팅 덮개로 마감된 배수구가 하부는 육교형 배수관이 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.
- 배수시설에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 33.3.14】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
합계	—	—



【사진 33.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 부속시설로 방음벽이 시공되어 있다.
- 방호벽에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만의 균열 및 백태, 접속부 방호벽 파손, 백태, 단차가 확인되었다.

【표 33.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)		접속부 백태 (㎡/개소)		접속부 단차 (m/개소)	
S1	5.50	4	0.06	1	0.15	1	—	—	—	—
S2	19.00	29	—	—	2.25	2	1.00	1	1.50	1
합계	24.50	33	0.06	1	2.40	3	1.00	1	1.50	1



【사진 33.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열 및 백태, 파손, 단차는 건조수축, 공용기간 증가, 거푸집 조기탈형, 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성확보를 위한 표면보수 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 대원2교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2, P1에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 33.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 33.3.16】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
점검로 상태양호	점검로 상태양호

【사진 33.3.26】 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.

33.3.3 외관조사 총괄표

【표 33.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	파손	m ²	0.15	1	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열 (0.3mm미만)	m	15.00	5	
	망상균열	m ²	34.80	1	
	균열부 백태	m ²	0.15	3	
	채수흔적	m ²	9.00	3	
교각	균열 (0.3mm미만)	m	26.00	2	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	34.00	84	
	후타재 망상균열	m ²	6.90	3	
	하부 누수	m	2.60	5	
	차수판 앵커탈락	EA	2.00	2	
교면포장	망상균열	m ²	330.00	1	
	접속부 망상균열	m ²	77.00	2	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	24.50	33	
	백태	m ²	0.06	1	
	접속부 파손	m ²	2.40	3	
	접속부 백태	m ²	1.00	1	
	접속부 단차	m	1.50	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

33.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

33.4 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(2021. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

33.4.1 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 33.4.1】 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	3	3	3	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

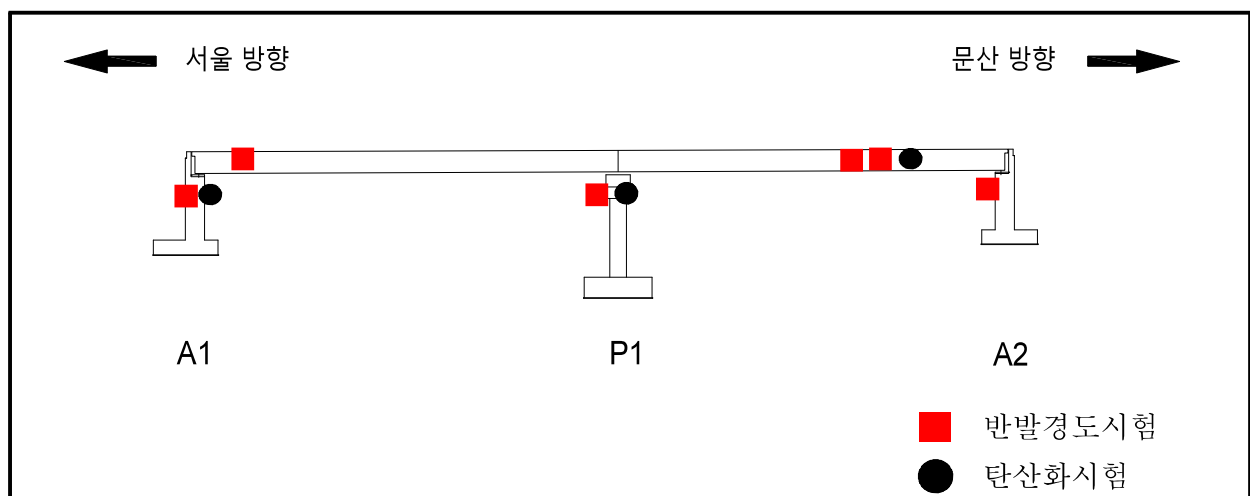
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 33.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 33.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

33.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(각 3개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 33.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	48.3	29.0	29.7	0.67	27.0	
	S2	바닥판	46.5	27.5	28.8			

【표 33.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
상부 구조	S2	거더	53.6	46.1	56.7	0.67	40.0	

【표 33.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	홍벽	44.3	25.6	27.8	0.67	24.0	
	A2	홍벽	42.6	24.2	27.0			

【표 33.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	코핑부	50.6	43.1	52.1	0.67	40.0	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.5~29.0MPa, 거더 46.1MPa, 하부구조 교대 24.2~25.6MPa, 교각 43.1MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 33.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.5~29.0	27.0	101.8~107.6
	거더	46.1	40.0	115.2
하부구조	교대	24.2~25.6	24.0	100.8~106.8
	교각	43.1	40.0	107.7

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 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 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 33.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S2 바닥판하면	4.0	40.0	36.0	2.83	100년이상	a
하부구조	A1 홍벽	4.5	100.0	95.5	3.18	100년이상	a
	P1 코팅부	4.0	100.0	96.0	2.83	100년이상	a

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~4.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 33.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0	36.0	
하부구조	4.0~4.5	95.5~96.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 33.4.9】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.5~29.0	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	46.1	40.0	
	하부구조	교대	24.2~25.6	24.0	
		교각	43.1	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		95.5~96.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

33.5 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 -2021. 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.

33.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 'B등급'으로 산정되었다.

【표 33.5.1】 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	BH	b	a	a	a	a	b	c	a	b	q	—	a
S2	P1	BH	a	a	a	d	a	b	—	a	b	q	a	a
	A2								c	a	c	q	—	—
평균			0.150	0.100	0.100	0.400	0.100	0.200	0.400	0.100	0.267	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.027	0.020	0.005	0.028	0.003	0.004	0.036	0.009	0.053	—	0.004	0.003
													0.192	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.192) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 33.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
대원2교	0.192	B	115.0	4	460	1.000	0.192
합계(Σ)			115.0	4	460	1.000	0.192
1. 평가지수 =							0.192
2. 상태평가결과 =							B

33.5.2 기 점검 결과와의 비교

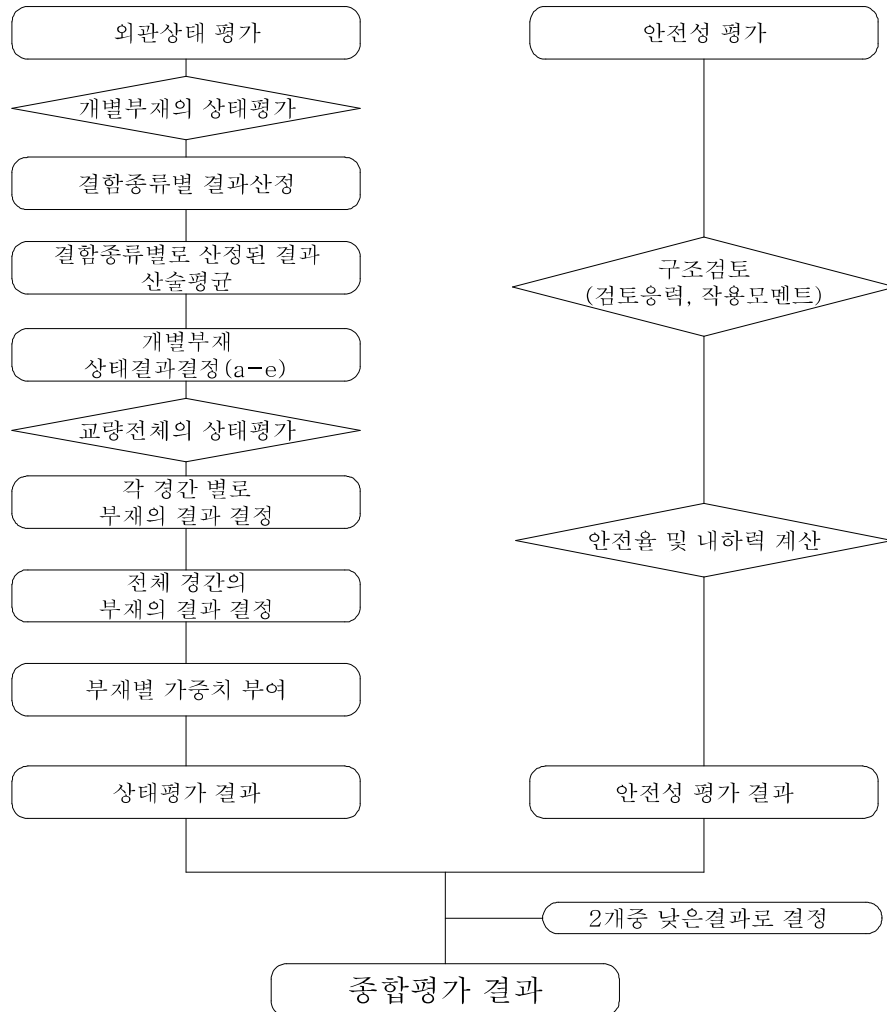
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

33.6 종합평가 및 안전등급 지정

33.6.1 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 33.6.1】 종합평가 결과 산정절차

33.6.2 종합평가 결과

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

【표 33.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
대원2교	0.192	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

33.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 33.6.2】 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 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

33.7 보수·보강 및 유지관리방안

33.7.1 보수·보강 방안

【표 33.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	파손	m ²	0.15	1	단면보수	하자
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열 (0.3mm미만)	m	15.00	5	표면처리	하자
	망상균열	m ²	34.80	1	표면처리	하자
	균열부 백태	m ²	0.15	3	표면처리	하자
	체수흔적	m ²	9.00	3	주의관찰	하자
교각	균열 (0.3mm미만)	m	26.00	2	표면처리	하자
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	34.00	84	표면처리	하자
	후타재 망상균열	m ²	6.90	3	표면처리	하자
	하부 누수	m	2.60	5	재설치	하자
	차수판 앵커탈락	EA	2.00	2	정비	하자
교면포장	망상균열	m ²	330.00	1	표면처리	하자
	접속부 망상균열	m ²	77.00	2	표면처리	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	24.50	33	표면처리	하자
	백태	m ²	0.06	1	표면처리	하자
	접속부 파손	m ²	2.40	3	단면보수	하자
	접속부 백태	m ²	1.00	1	표면처리	하자
	접속부 단차	m	1.50	1	주의관찰	하자
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

33.7.2 개략공사비

【표 33.7.2】 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략공 사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	파손	단면보수	0.15	0.22	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	15.00	5.63	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	34.80	52.20	m ²	—	—	하자
	균열부 백태	표면처리	0.15	0.22	m ²	—	—	하자
	체수흔적	주의관찰	9.00	13.50	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	26.00	9.75	m ²	—	—	하자
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	34.00	12.75	m ²	—	—	하자
	후타재 망상균열	표면처리	6.90	10.35	m ²	—	—	하자
	하부 누수	재설치	2.60	3.90	m	—	—	하자
	차수판 앵커탈락	정비	2.00	3.00	EA	—	—	하자
교면포장	망상균열	표면처리	330.00	495.00	m ²	—	—	하자
	접속부 망상균열	표면처리	77.00	115.50	m ²	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	24.50	9.19	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
	접속부 파손	단면보수	2.40	3.60	m ²	—	—	하자
	접속부 백태	표면처리	1.00	1.50	m ²	—	—	하자
	접속부 단차	주의관찰	1.50	2.25	m	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	—		—			—	
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—			—	
	합계	—		—			—	
개략공사비 총계(천원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

33.7.3 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 33.7.3】 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)
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 - 이동 여유량 지속적 관리
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 교대 균열, 백태 등 - 진전 여부확인		② 교면포장 망상균열 등 - 진전 여부확인
③ 신축이음 후타개 균열, 하부 누수 - 진전 여부확인		
서울 방향 ← 1 3 2 문산 방향 → A1 P1 A2		

33.8 종합결론

본 시설물은 경기도 파주시 조리읍 대원리 1333-3에 위치한 교량으로 총 연장 115.0m, 폭 24.6m의 BH Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공 자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

33.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 현장조사 결과 바닥판 측면에 국부적인 파손이 조사되었다.
- 교대(A1측)에 접하는 바닥판하면에 발생한 파손은 다짐불량, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 교량의 내구성 확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) BH Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.
- 거더는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.
- 가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 폭 0.3mm 미만 균열 및 망상균열, 균열부 백태, 체수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 그 외의 손상인 균열, 백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 신축이음 하부를 통한 누수에 대해 지속적인 주의관찰을 실시하는 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.
- 받침본체 및 몰탈, 콘크리트 모두 양호한 상태로 조사되었으나, 플레이트 도장 및 콘크리트 균열 등에 대하여 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 교량받침 이동량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 하부 누수, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 하부 누수의 경우, 초기 건조수축 균열, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 균열 보수 및 물받이 정비 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 포장부 및 접속도로 망상균열이 확인되었다.
- 교면포장은 구배불량에 의한 물고임 현상은 없는 상태이며, 포장부 콘크리트 망상균열이 조사되었다. 상기 손상부는 중차량의 통행 및 다짐불량 등에 의한 복합적인 손상으로, 주행차량의 사용성 확보차원의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.
- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만의 균열 및 백태, 접속부 방호벽 파손, 백태, 단차가 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열 및 백태, 파손, 단차는 건조수축, 공용기간 증가, 거푸집 조기탈형, 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성확보를 위한 표면보수 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

11) 교량 점검시설

- 교대 및 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.5~29.0MPa, 거더 46.1MPa, 하부구조 교대 24.2~25.6MPa, 교각 43.1MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~4.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 대원2교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 대원2교에 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 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」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 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

33.8.2 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.

33.8.3 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.

