

6. 천천교

6.1 시설물 개요

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사

6.4 콘크리트 내구성조사

6.5 상태평가

6.6 종합평가 및 안전등급 지정

6.7 보수·보강 및 유지관리 방안

6.8 종합결론

6. 천천교

6.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 화성시 봉담읍 내리 11에 위치한 교량으로서 총 연장 394.0m, 폭 21.07m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 천천교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000449		관리번호		-	
시설물위치		경기도 화성시 봉담읍 내리 11		준공년월일		2017. 06. 30	
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		STA.6K-716.970 ~STA.7K-111.000	
제원	연장	L=394.0m, (43+69+43+58+2@69+43=394m)					
	폭	B=21.07m, 왕복4차로					
구조 형식	상부	계량형 개구제형 강합성교 (PUS GIRDER)		기초 형식	교 각	말뚝기초	
	하부	교각 : II형 교대 : 역 T형			교 대	말뚝기초	
교량받침		지진격리받침		신축이음		New Monocell Joint(A1) Finger Joint(P3, A2)	
교차시설물		하부도로 국가지원지방도84호선		통과높이		5.0m	
부착시설내용		방음벽, 투석방지망, 점검로					
시 공 자		현대엔지니어링(주)		관리주체		화성도시고속도로(주)	

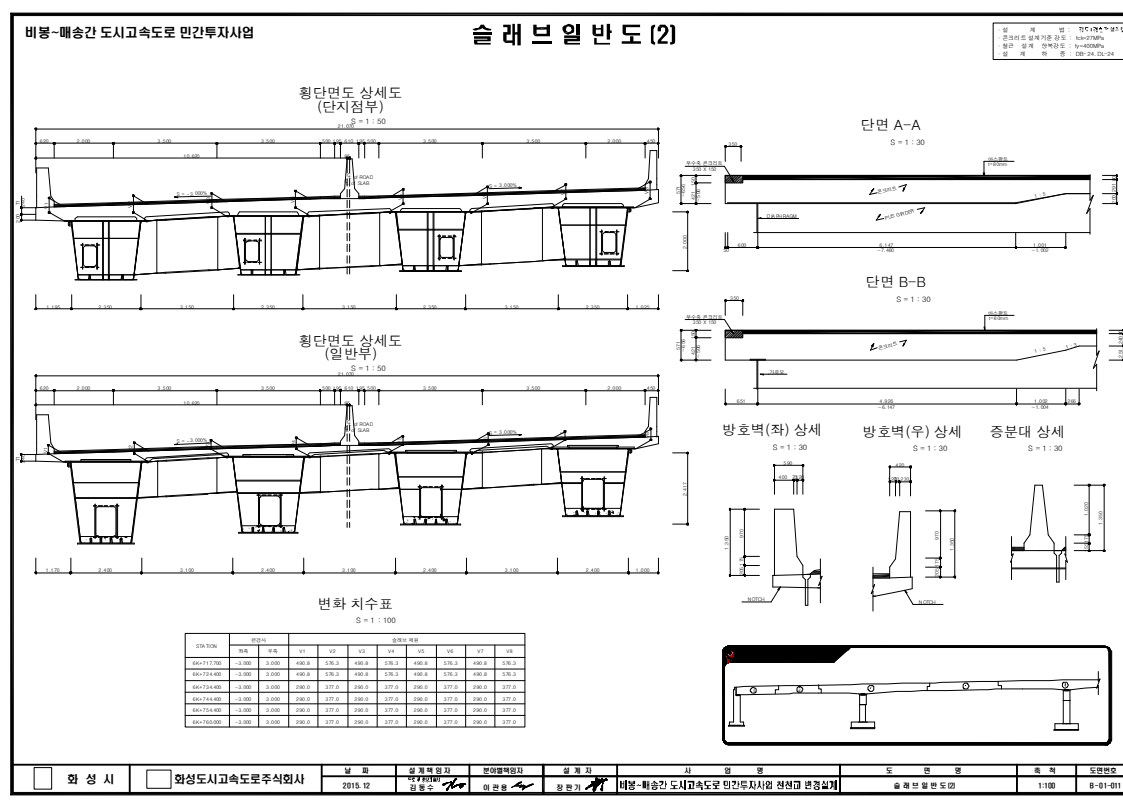
6.1.2 위치도 및 전경사진



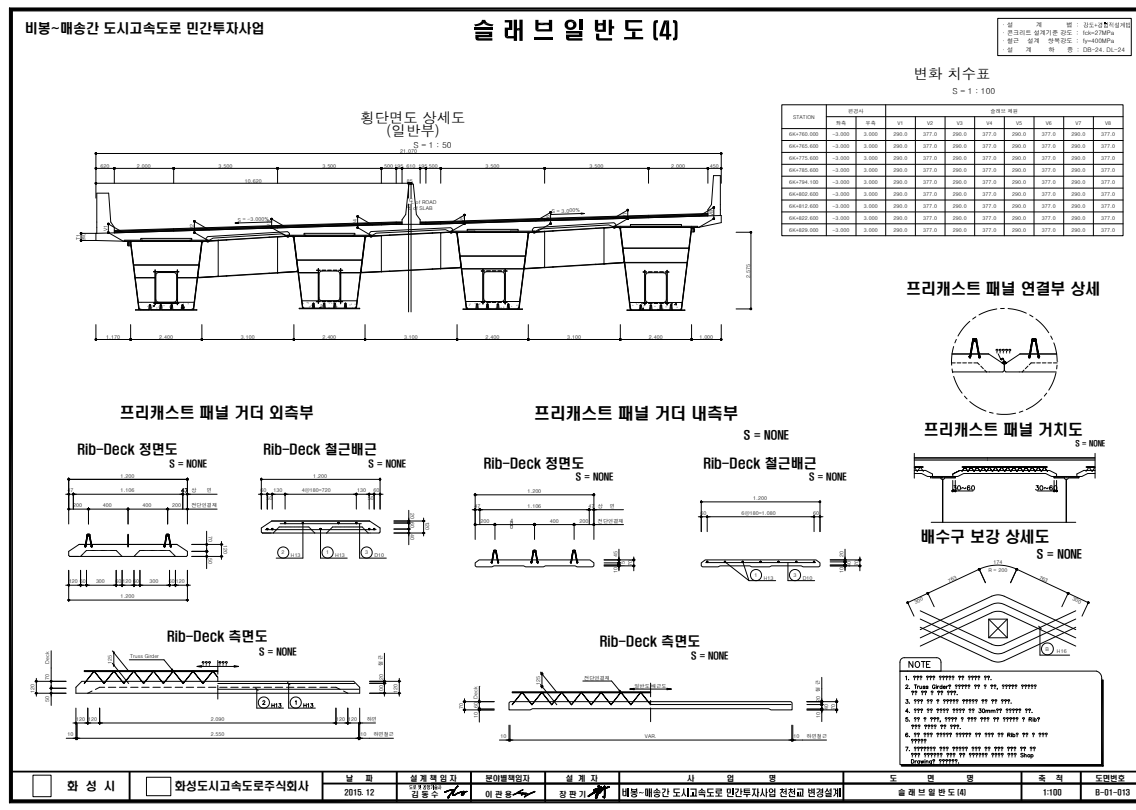
【그림 6.1.1】 위치도

	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

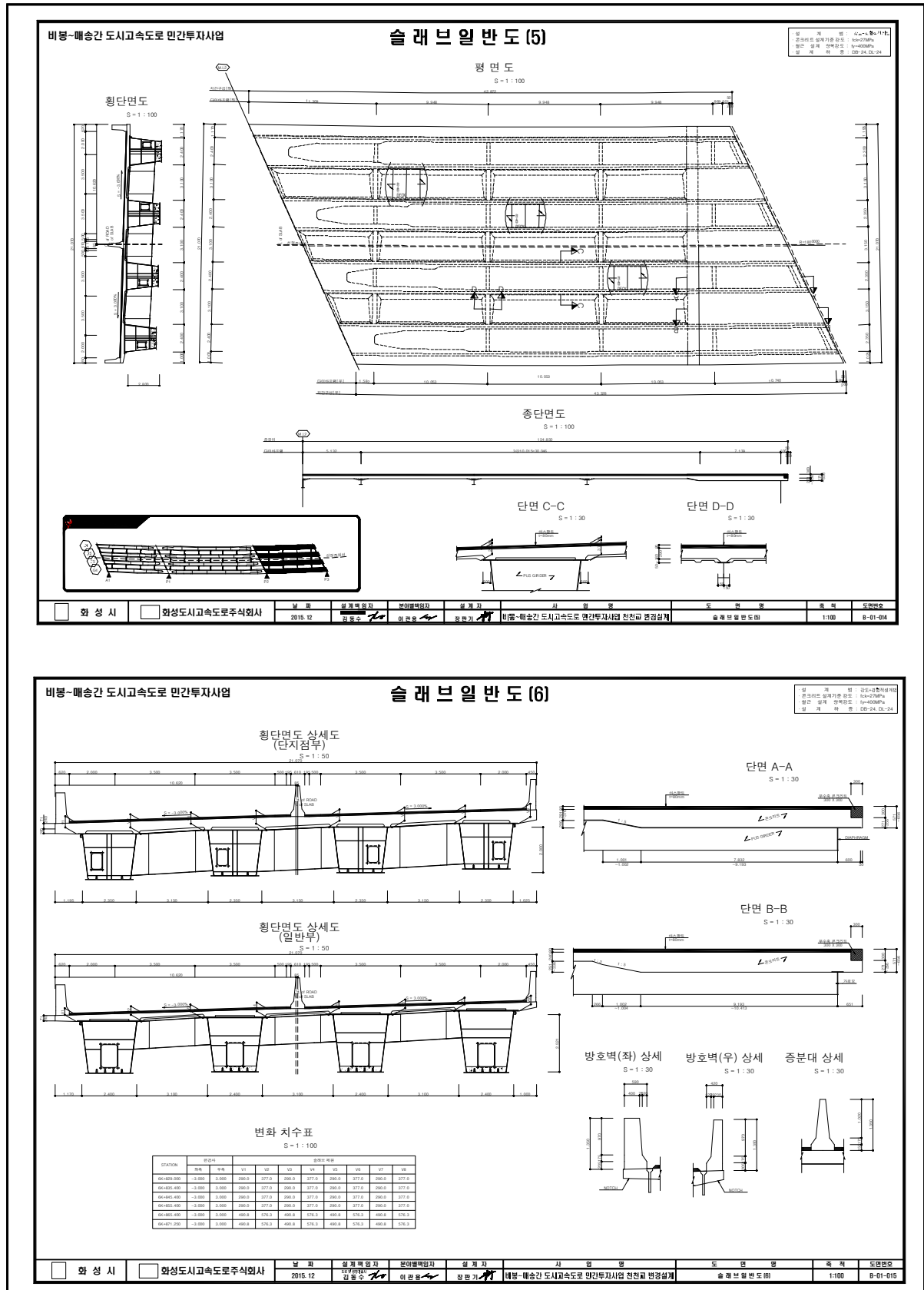
【사진 6.1.1】 부재별 현황



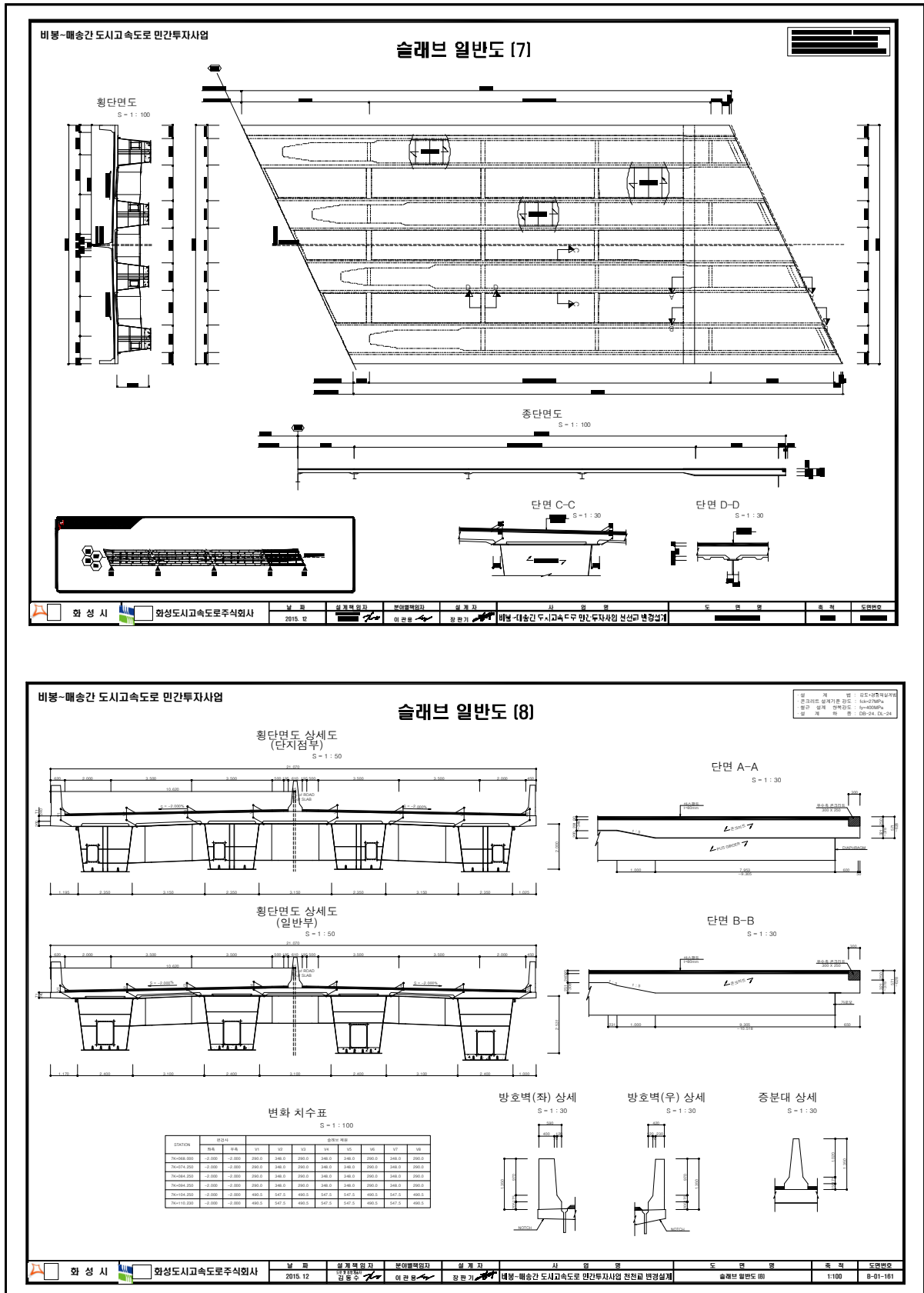
【그림 6.1.3】 슬래브 일반도(1)



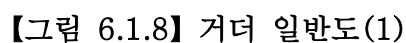
【그림 6.1.4】 슬래브 일반도(2)

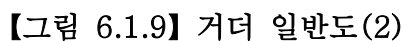


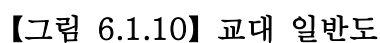
【그림 6.1.5】 슬래브 일반도(3)

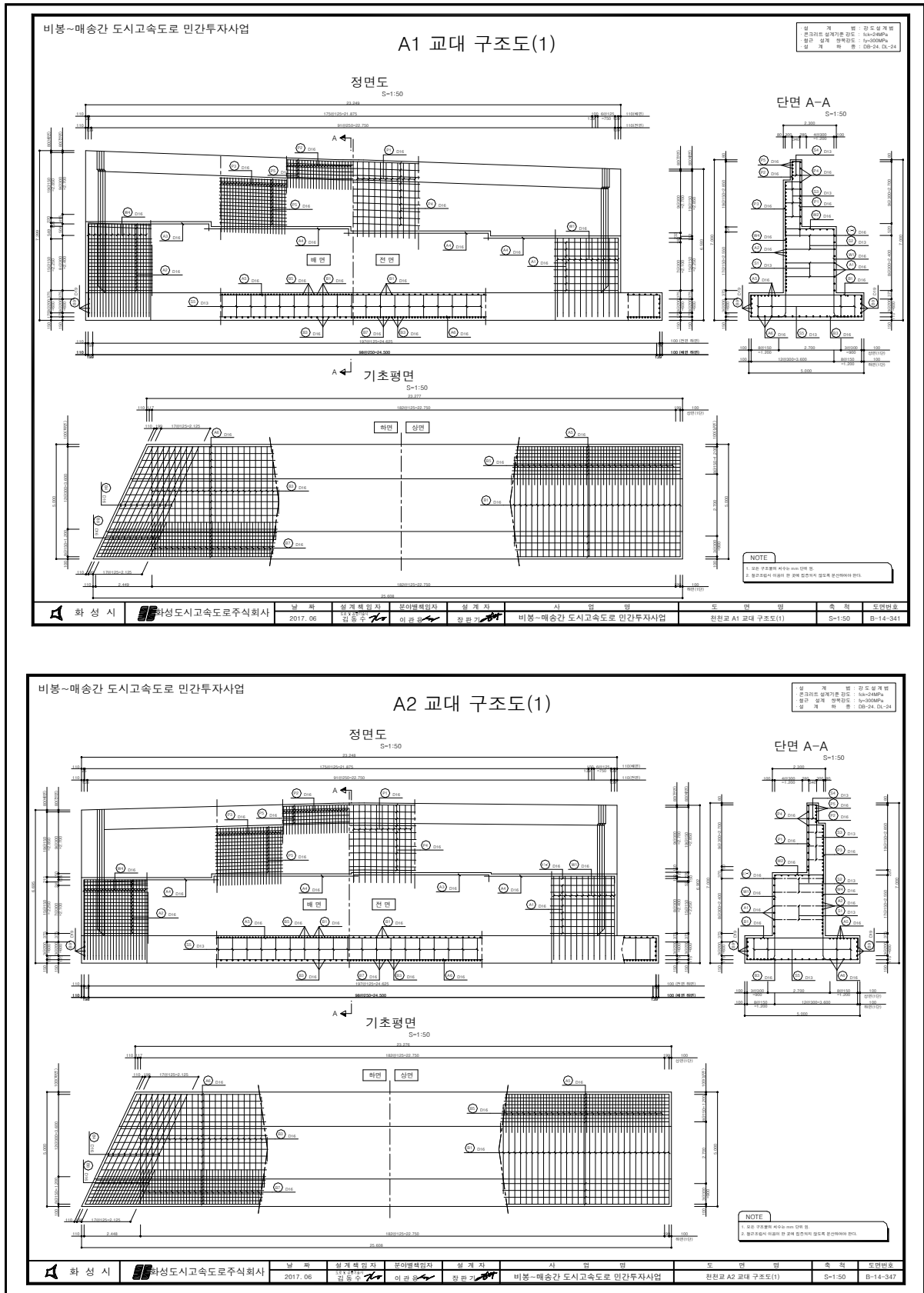


【그림 6.1.6】 슬래브 일반도(4)







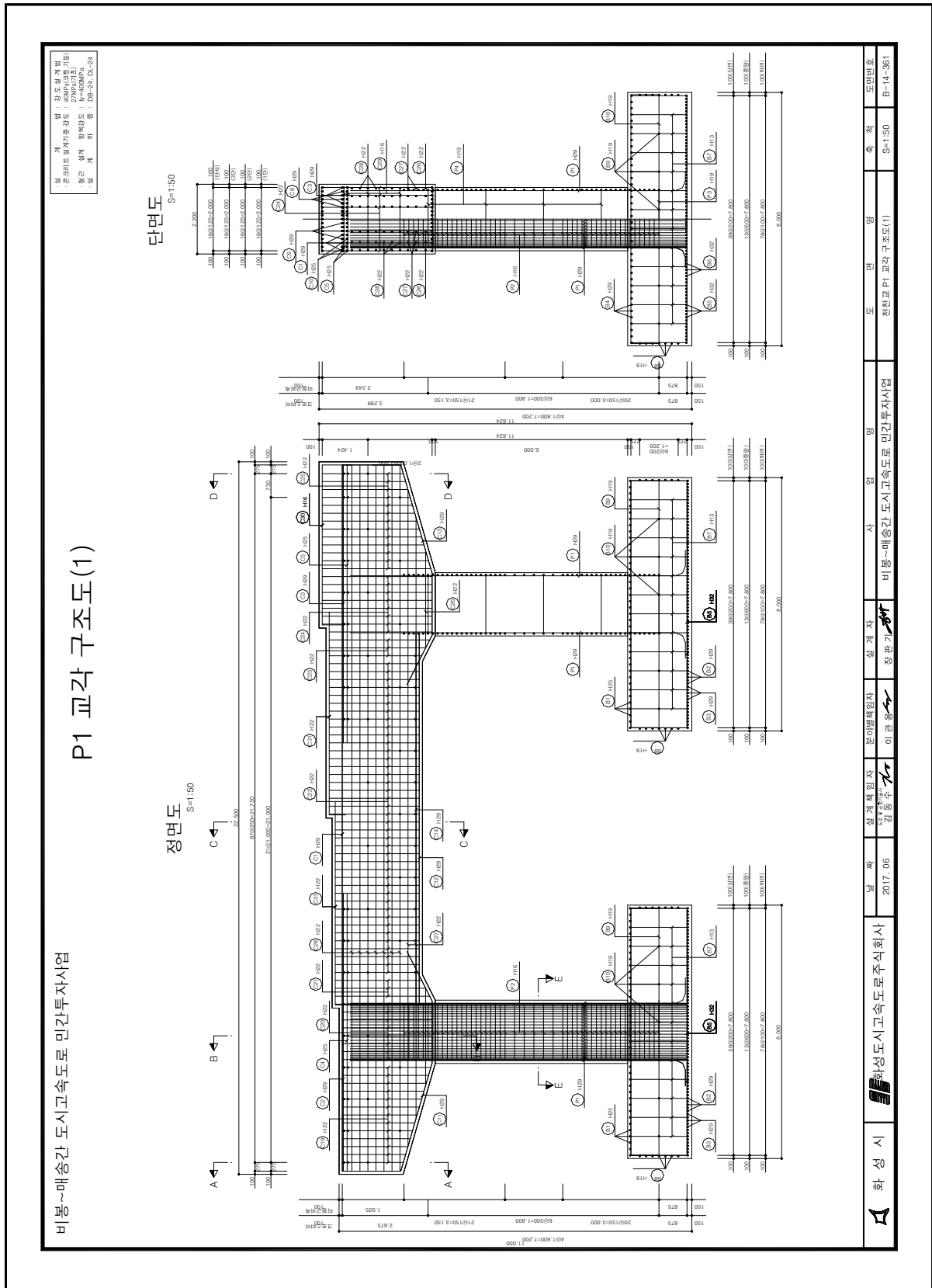


【그림 6.1.11】 교대 구조도

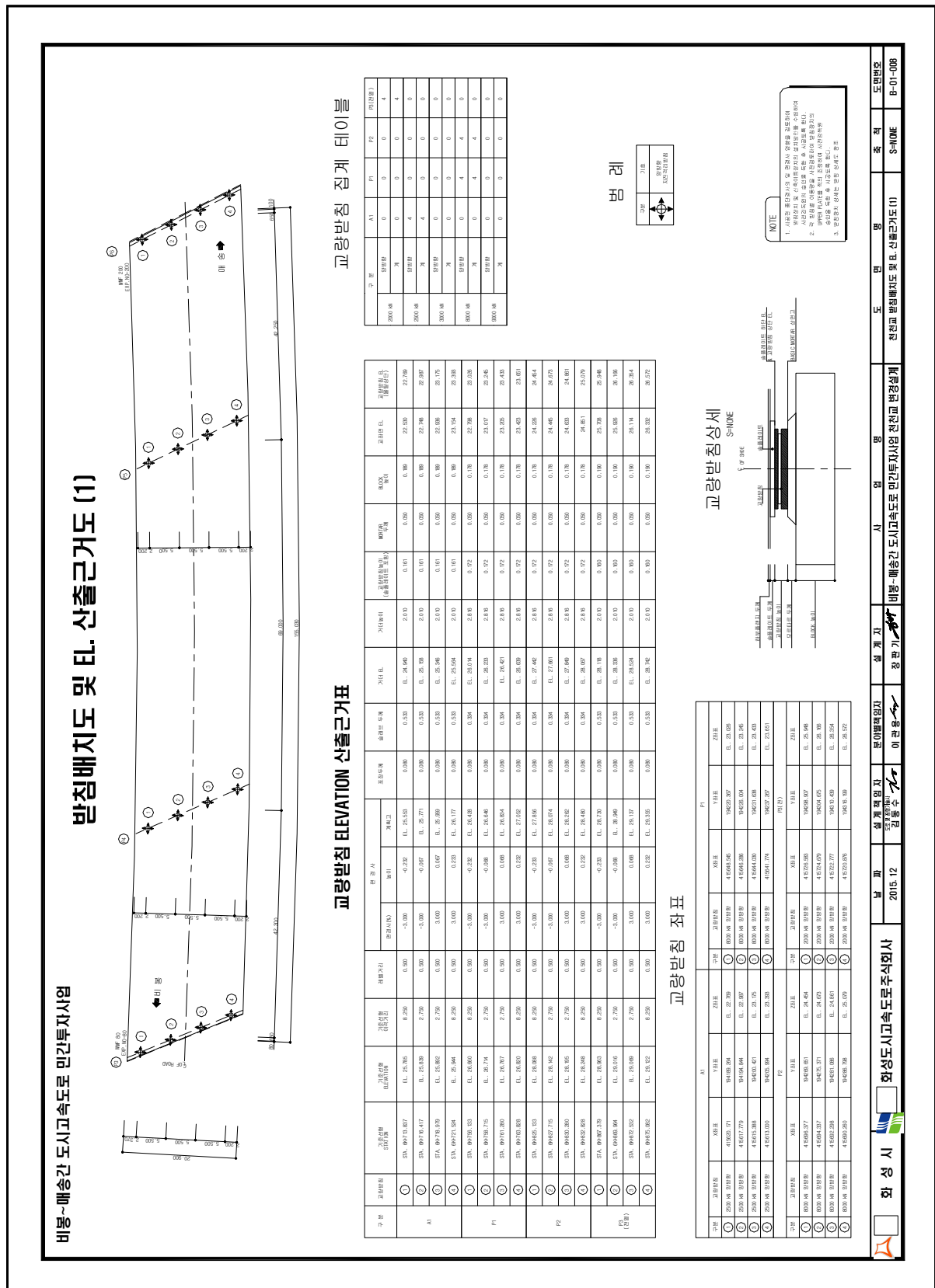




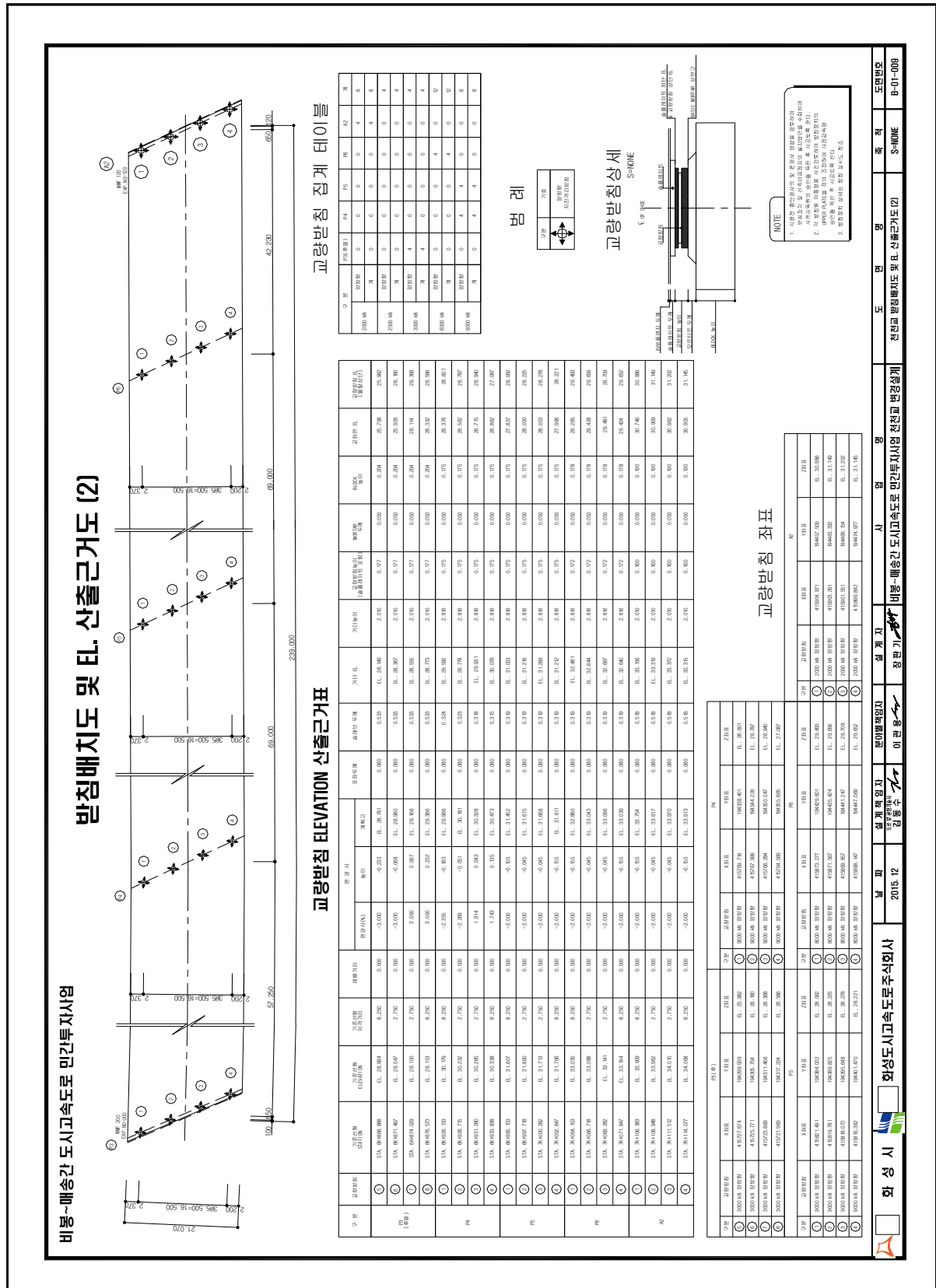


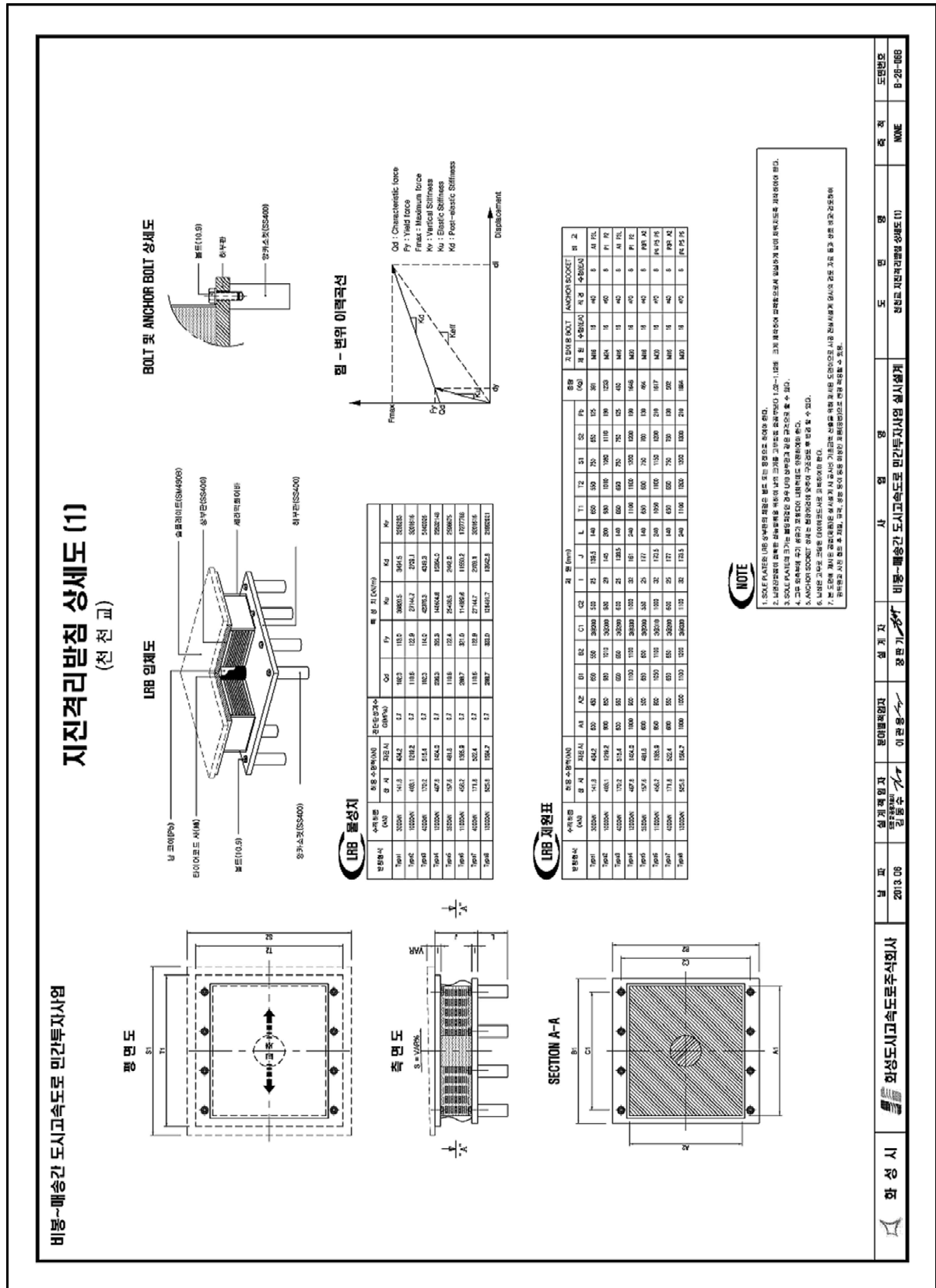


【그림 6.1.15】 교각 구조도

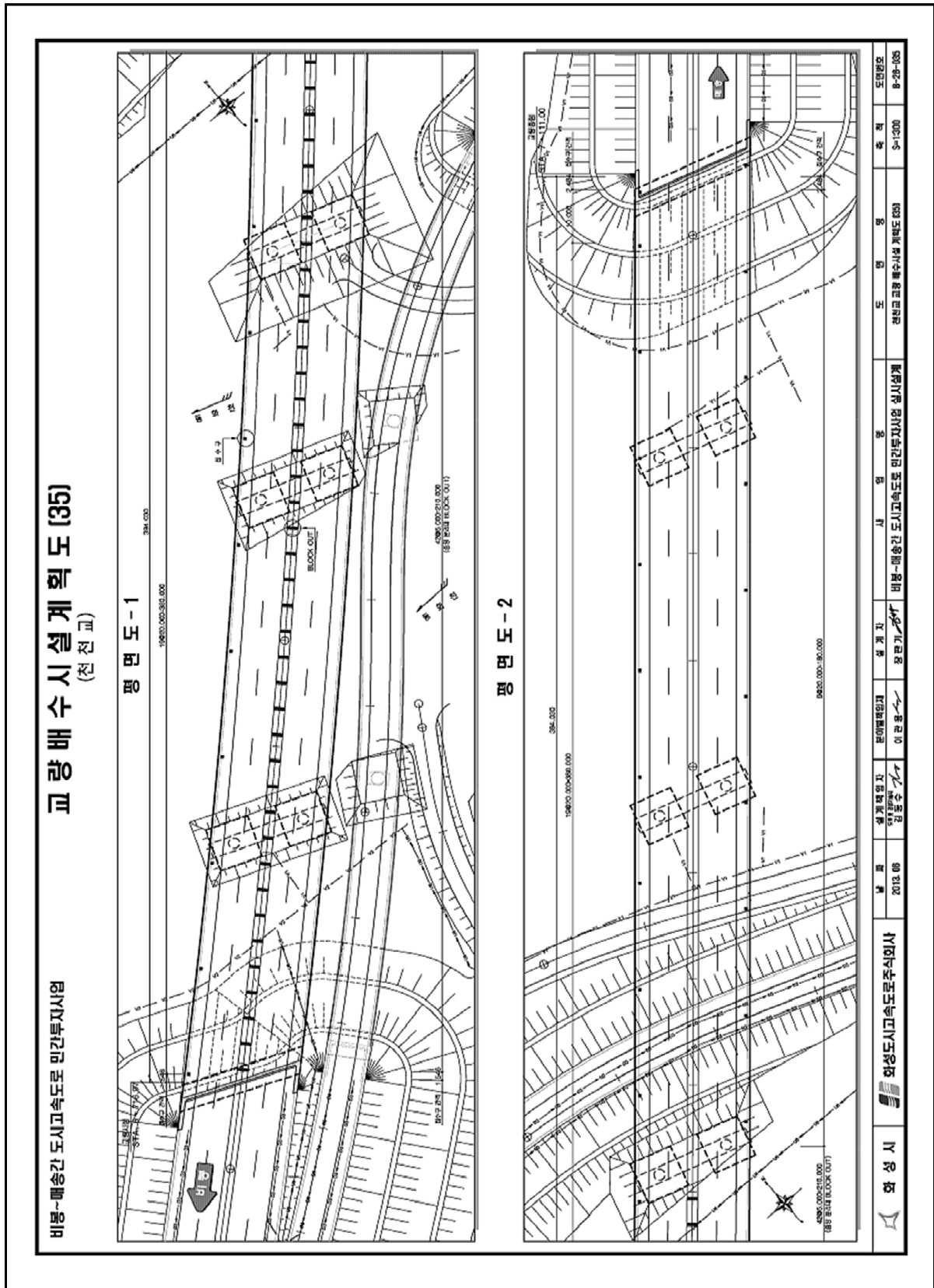


【그림 6.1.16】 교량받침 배치도(1)

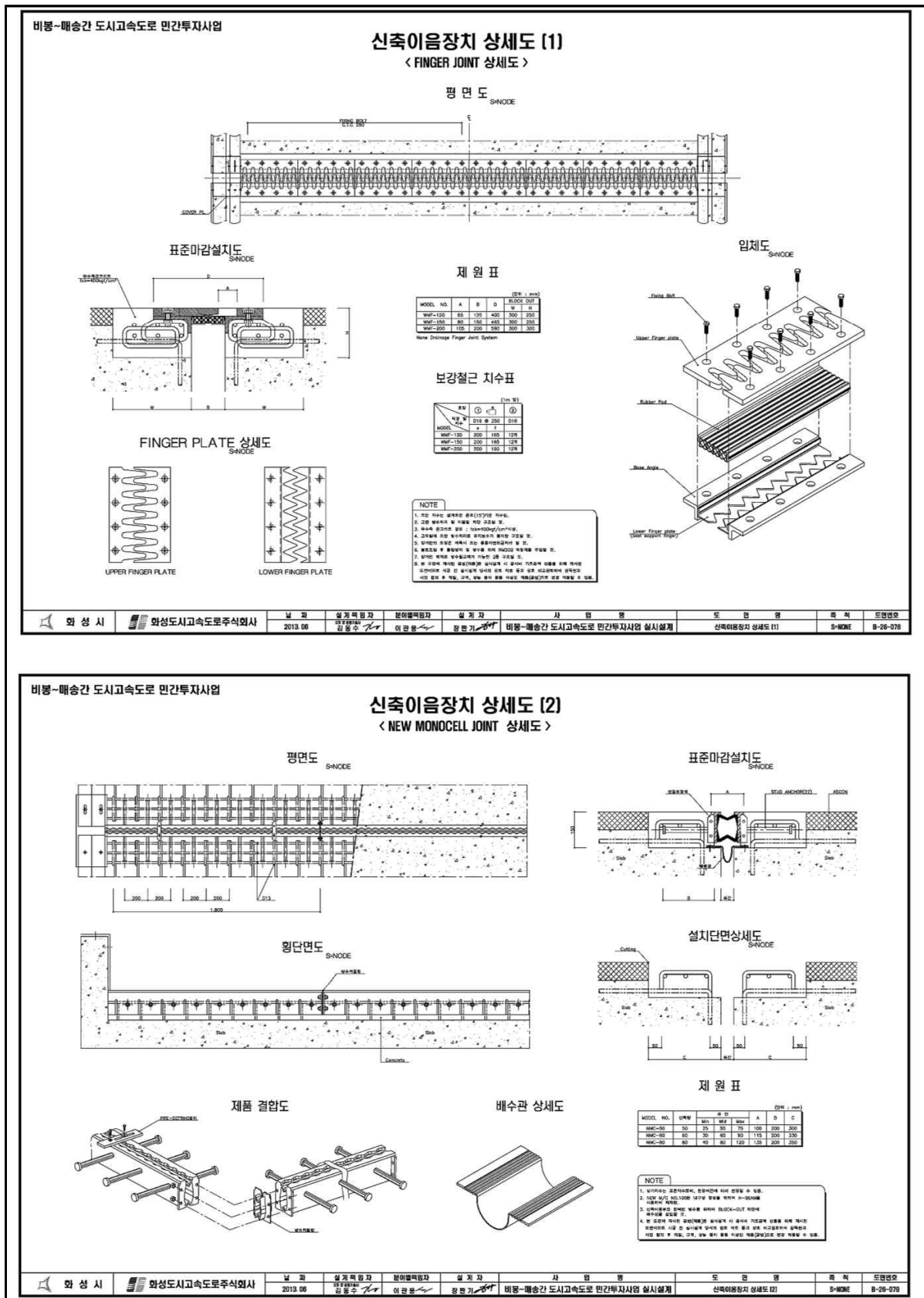




【그림 6.1.18】 교량받침 상세도



【그림 6.1.19】 배수시설 계획도


비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업

신축이음장치 상세도 (2)

< NEW MONOCELL JOINT 상세도 >

평면도

표준마감설치도

횡단면도

설치단면상세도

제품 결합도

배수관 상세도

제원표

MODEL NO.	단면폭	폭	높이	A	B	C
MMC-50	50	35	80	75	100	300
MMC-100	100	70	110	100	150	350
MMC-150	150	100	140	130	200	400

NOTE

1. 방수막은 2층 방수막(표준치(10mm) 차입).
2. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
3. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
4. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
5. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
6. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
7. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
8. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
9. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.
10. 배수관 설치로 인한 10mm(100mm) 차입.

화 성 시

화성도시고속도로주식회사

날 짜

2013. 08

설계 책임자

김영수

분리물 책임자

이광용

설계 자

광원기

사 명

비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시계획

도 면

신축이음장치 상세도 (2)

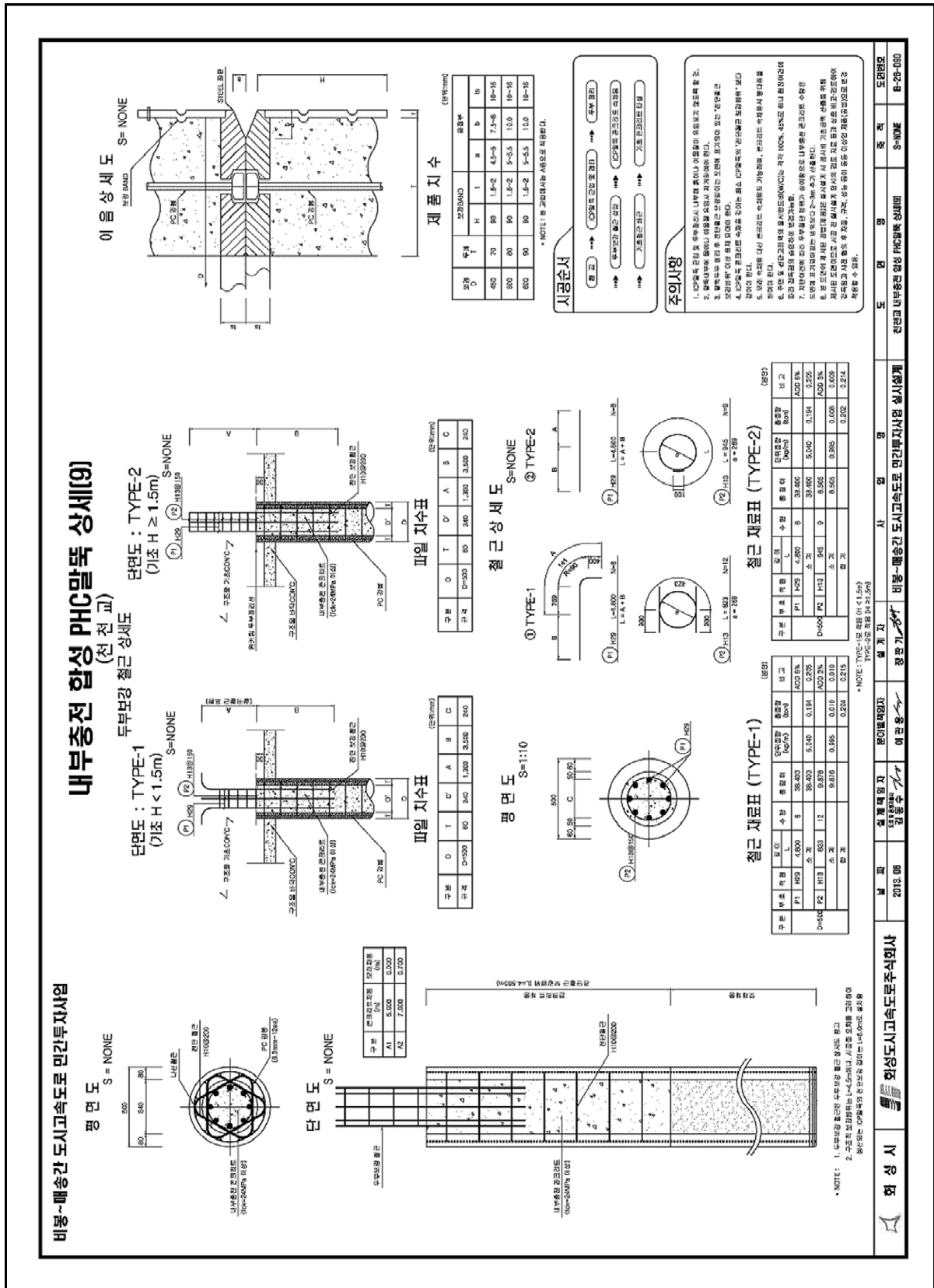
책 격

B-A000E

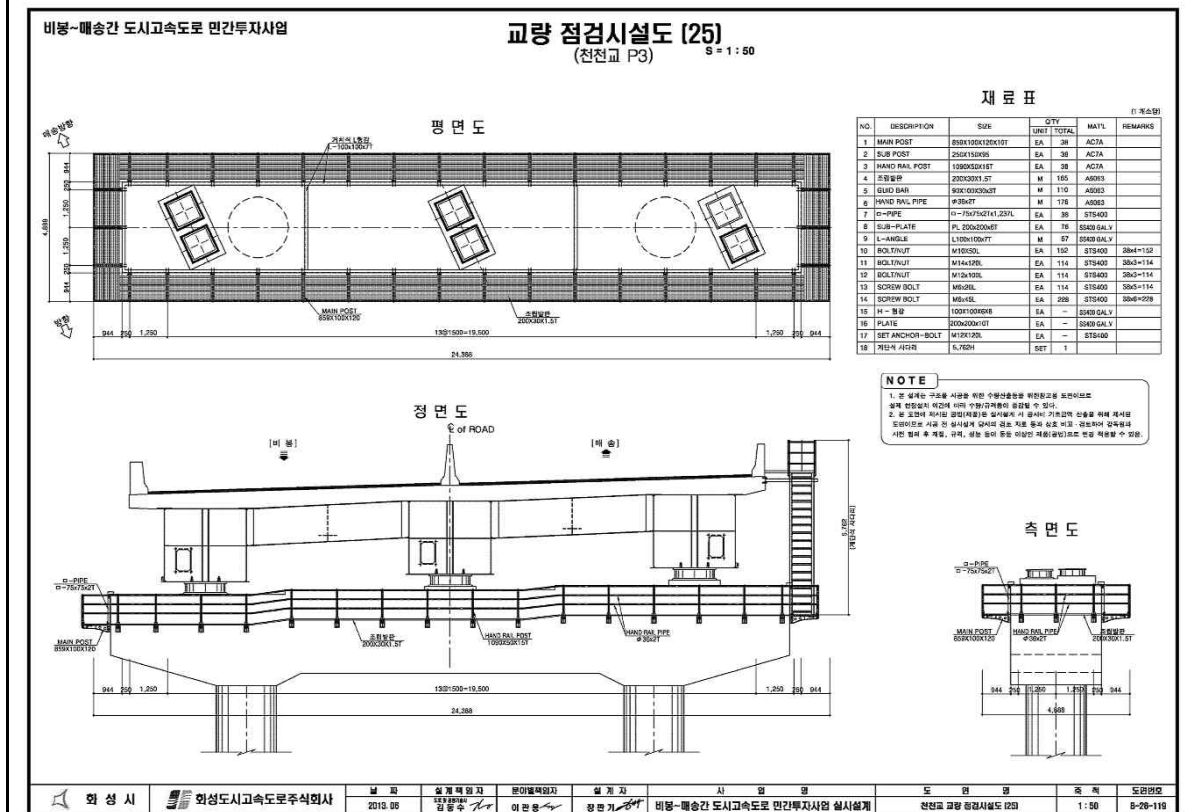
도면번호

B-28-079

【그림 6.1.20】 신축이음 상세도



【그림 6.1.21】 말뚝기초 상세도



【그림 6.1.22】 교량 점검시설도

6.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황, 시설물의 이력 등을 파악하기 위해 설계 및 준공도서, 점검이력, 보수·보강이력 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

6.2.1 자료수집 현황

가. 자료수집 및 현황

【표 6.2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	FMS
	◦ 설계도면 - 교량 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 상부하부 구조물도, 빔상세도 - 신축이음, 교량받침 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력	보유	FMS
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록	보유	FMS
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	FMS 보고서
시설물 보수·보강 자료		보유	FMS

설계도서(비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업), 시설물관리대장, 안전점검 자료, 보수·보강 자료 등 보존대상 자료는 FMS 및 보고서 형식으로 보유하고 있는 것으로 확인되었다.

나. 구조계산서 검토

1. 설계 조건

i) 교량 제원

- i) 교량 명 : 천천교 B1-1
 ii) 교량 등급 : 1등급
 iii) 교량 형식 : 이중합성 강박스 거더교 (D08 Girder Bridge)
 iv) 지 간 : 47 + 65 + 47 = 159 m
 v) 교 폭 : 20.800 ~ 20.900 m
 vi) 거더 제원 : B = 2.700 m, H = 2.600 ~ 2.600 m
 vii) 사 각 (SKEW) : 25°
 viii) 곡률 반경 : R = 1,600 m
 ix) 설계속도 : 90 km/h

ii) 하중 조건

- i) 고정 하중 (°도.설.기 2.1.2)
 ① 평균 콘크리트 : 25,000 kN/m³
 ② 무근 콘크리트 : 23,500 kN/m³
 ③ 강재 : 78,500 kN/m³
 ④ 교면 포장 : 23,000 kN/m³

ii) 활하중 (°도.설.기 2.1.3)

- 활하중은 교역방향으로 차도부분에 차선당 1대의 00라중이나 차선분의 0.0라중을 설계부재에 가장 불리한 경우를 재한다.

- ① 차도 하중 : DB-24 Pr = 96,000 kN
 Pf = 24,000 kN
 ② 차선 하중 : DL-24 Wl = 12,700 kN/m
 Pl = 108,000 kN
 Ps = 156,000 kN

3차선 이상의 활하중이 동시에 재하되는 경우에는 다음의 백분율을 감소시킨다.
 (3차선 이하의 90%, 4차선 이상의 경우에는 75%)

- ③ 충격 계수 : $i = 1.5 / \sqrt{40 + L} \leq 0.3$ (°도.설.기 2.1.4)

iv) 콘크리트의 Creep와 건조수축의 영향

- 설계 콘크리트의 비단면의 Creep와 건조수축의 영향에 대한 단면력을 검토한다.

v) 지점하에 의한 영향

- 각 지점에서 발생할 수 있는 부동하중의 발생을 가정하여 가장 불리한 단면력을 산정한다.

- 활성하중은 교면상 또는 레일면상 1.8 m 높이에서 횡방향으로 작용하는 것으로 한다.

3) 사용 재료

i) 상부 바닥 콘크리트 (상부슬래브)

- ① 강도 : fck = 27 MPa
 ② 탄성계수 : Ec = 27,804 MPa
 ③ 탄성계수비 : n = 7

ii) 하부 바닥 콘크리트 (지점부 하부슬래브)

- ① 강도 : fck = 45 MPa
 ② 탄성계수 : Ec = 31,928 MPa
 ③ 탄성계수비 : n = 7

iii) 철근 (SD400)

- ① 항복강도 : fy = 400 MPa
 ② 탄성계수 : Es = 200,000 MPa

iv) 강재

- ① 우부재 : HS8500 사용 (상판, 하판, 복부판, 상부종리브, 하부종리브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 슬래브에이트)
 ② 부부재 : SM400 사용 (지점부의 다이아프램, 수직보강재, 횡리브, 세로보, 가로보.)
 ③ 탄성계수 : Est = 205,000 MPa
 ④ 전단탄성계수 : G = 79,000 MPa

- 허용 인장 응력 (MPa)

(°도.설.기 표 3.3.1)

강종	SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HS8500	HS8600	HS8800
종방향 인장응력 및 횡방향응력	40 이하	140	190	215	270	270	380
	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)	260 (270)	380
	75 초과 100 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)	260 (270)	380

* TMC 설계일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

vi) 온도변화에 대한 영향

- 바닥판과 주형의 온도차 발생시 생기는 단면력 및 응력을 산정하고 이때의 온도 변화는 직선변화 한다고 가정한다.

vii) 풍하중 (kN/m)

(°도.설.기 표 2.1.9)

- 단면형상이 1 ≤ B/D < 8 일때 : $[4.0 - 0.2(B/D)] \times D \geq 6$

- 단면형상이 8 ≤ B/D 일때 : 2.40 ≥ 6

(°도.설.기 표 2.1.11)

부재의 단면형상	풍하중 (kN/m²)
트러스	풍하중 재하시 : 1.25/√φ 활하중 비재하시 : 2.50/√φ
교량의 바닥판	활하중 재하시 : 1.500 활하중 비재하시 : 3.000

viii) 충돌하중

(°도.설.기 표 P112)

- 다음에 제시된 충돌력을 난간인 경우 바닥판의 설계에만 사용하며, 이 충돌력을 사용하여 차량 발호 물다리 자체를 설계하는 것은 곤란하다.

수평력 (kN/m)	작용 높이	수직력 (kN/m)
도상 도로상 : 3.750	일반 도로상 : 2.500	난간 상단부 : 1.000

- 다음에 제시된 충돌력을 벽식 강성 방호 물다란 경우 바닥판의 설계에만 사용하며, 이 충돌력을 사용하여 차량 발호 물다리 자체를 설계하는 것은 곤란하다.

- ① 수평 충돌력 H는 노면상 1.00 m 높이에 고속을 따라 1.0m마다 작용하며 다음식으로 구한다.

$$H = \left(\frac{V}{60} \right)^2 \times 7.5 + 2.5 \text{ (kN/m)}$$

- ② 방호벽 상단에 횡방향으로 10 kN/m의 수평하중을 재한다.

(다만, 곡률반경을 R ≤ 200m인 곡선부에 대해서는 ①, ② 모두에 대해 그 수평충돌력은 계산된 값의 2배로 한다)

ix) 활성하중

(°도.설.기 2.1.17)

- 교량의 곡선부는 모든 설계차로에 재하된 00하중의 백분율로서 표현되는 활성하중에 의해 설계한다.

$$CF = 0.79 \frac{V^2}{R} (\%)$$

CF : 활성하중으로서 응력을 포함하지 않는 활하중의 백분율

V : 설계속도 (km/h)

R : 곡선반경 (m)

- 곡선부 교량에서 자동차에 의한 활성하중은 위 식과 같이 응력을 포함하지 않는 활하중에 대한 백분율로 표현되는데, 이때의 활하중이란 최대하중 효과가 발생되도록 설계 차트 위에 한대의 재하된 00하중을 말한다.

- 허용 압축/전단/지압 응력 (MPa)

(°도.설.기 표 3.3.4(a), 표 3.3.5)

강종	SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HS8500	HS8600	HS8800
종방향 응력, 판두께 (mm)	40 이하	140	190	215	270	270	380
40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)	260 (270)	260 (270)	380
75 초과 100 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)	260 (270)	260 (270)	380
전단응력	40 이하	80	110	125	155	155	220
40 초과 75 이하	75	100 (110)	115 (125)	150 (155)	135	155	220
75 초과 100 이하	75	100 (110)	115 (125)	145 (155)	135	155	220
지압응력 (갈판과 갈판 사이)	40 이하	210	285	325	405	405	570
40 초과 75 이하	195	265 (285)	300 (325)	380 (405)	345	405	570
75 초과 100 이하	195	265 (285)	300 (325)	380 (405)	345	405	570

* TMC 설계일 경우에는 () 안의 값을 적용한다.

ii) 압축골판지가 콘크리트 바닥판 등에 직접 고정되어 있는 경우, 상하향 단면, π형 단면과 같이 형상물에 덮여나기 어려운 경우 철 압축응력 적용

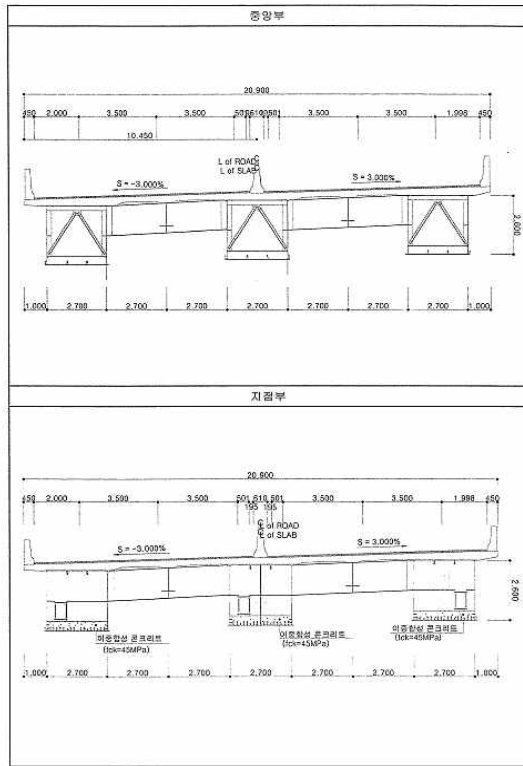
- 허용 응력 (MPa)

(°도.설.기 표 3.2.3)

강종	SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HS8500	HS8600	HS8800
종방향 응력, 판두께 (mm)	40 이하	235	315	355	450	450	690
40 초과 75 이하	215	295 (315)	335 (355)	430 (450)	380	450	690
75 초과 100 이하	215	295 (315)	335 (355)	420 (450)	380	450	690

* TMC 설계일 경우에는 () 안의 값을 적용한다.

2. 단면가칭



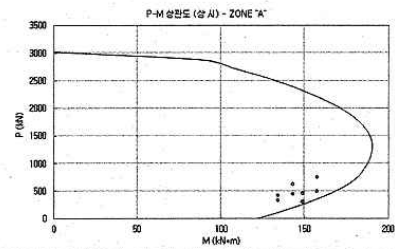
■ 결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 출력결과

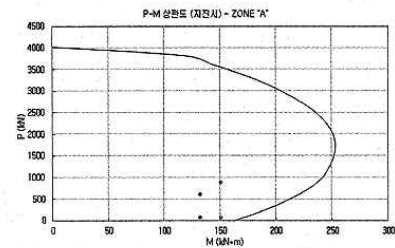
구분	항목	허용값	발생값	비고
평상시	허용지지력(kN/EA)	1284.2	763.904	O.K
	허용인발력(kN/EA)	210.735	-	O.K
	전단력(kN)	172.952	132.205	O.K
	수평변위(mm)	15	10.43	O.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	1926.3	907.157	O.K
	허용인발력(kN/EA)	316.102	-74.259	O.K
	전단력(kN)	230.026	187.746	O.K
	수평변위(mm)	15	8.346	O.K

* 휨-압축 검토

상시)



지진시)

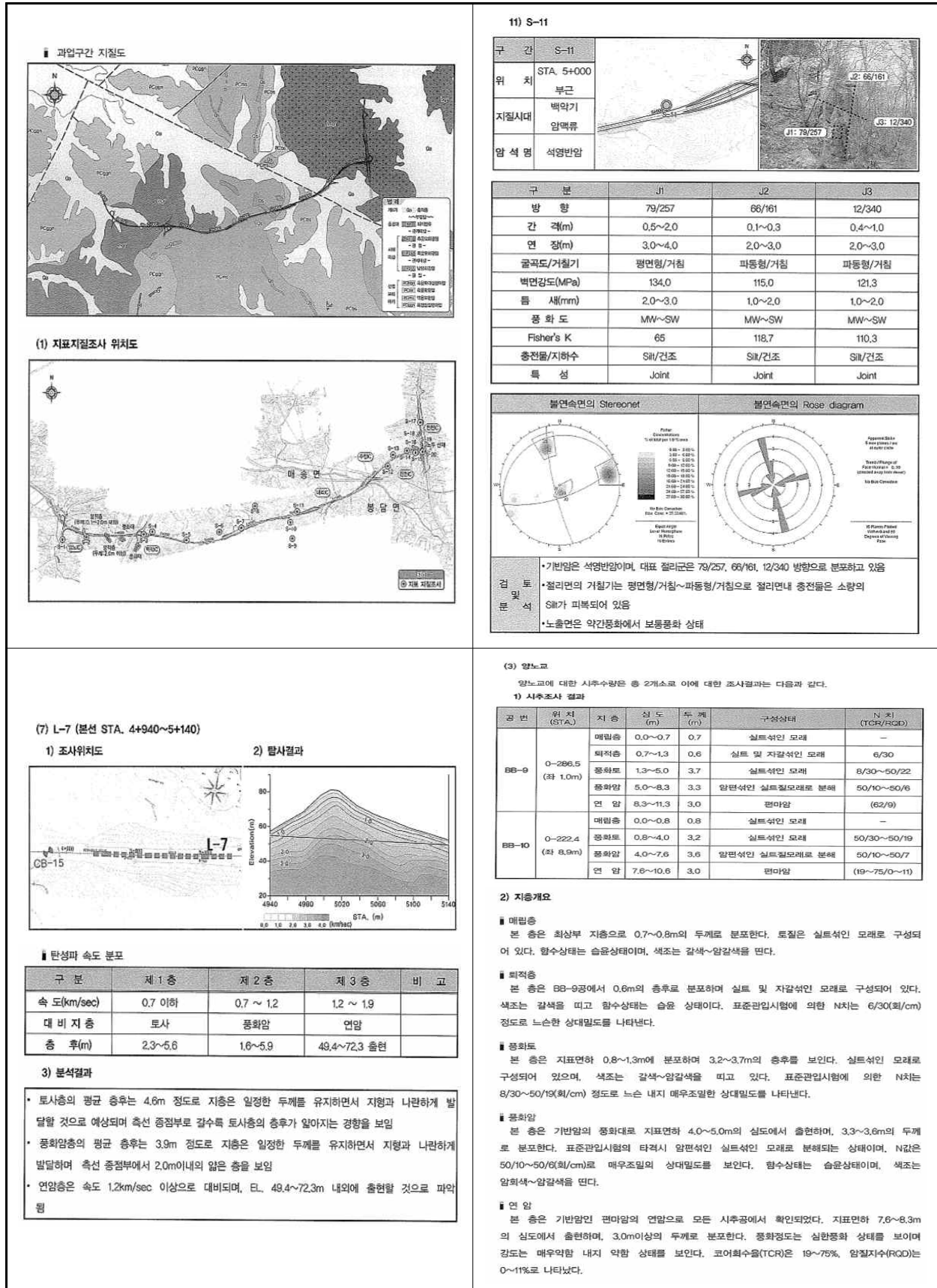


■ 단면 형 설계

단면위치	길이 W(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	ΦMu (kN.m)	안전도	비고	
경면지판	1200	150	1053.53	1588.8	280.002	420.668	1.502	O.K	
후면지판	1200	100	425.933	1588.8	119.413	440.925	3.682	O.K	
벽체 : H=6.199	2500	100	910.846	1588.8	555.882	967.613	1.741	O.K	
중량	800	80	1406.89	2282	254.95	410.961	1.612	O.K	
좌측널개벽	D(T=450 mm)	450	80	1210.09	2026.8	111.427	183.526	1.647	O.K
	A(T=500 mm)	500	80	2611.42	4053.6	266.896	403.331	1.511	O.K
	A(비동일성 T=450 mm)	450	80	2223.54	4053.6	200.521	351.648	1.754	O.K
	B(T=500 mm)	500	80	958.969	1588.8	100.961	165.427	1.638	O.K
	C(T=500 mm)	500	80	782.621	1588.8	82.67	165.427	2.001	O.K
우측널개벽	D(T=450 mm)	450	80	1210.09	2026.8	111.427	183.526	1.647	O.K
	A(T=500 mm)	500	80	2733.05	4053.6	278.763	403.331	1.447	O.K
	A(비동일성 T=450 mm)	450	80	2223.54	4053.6	200.521	351.648	1.754	O.K
	B(T=500 mm)	500	80	1953.31	2232	202.045	235.623	1.166	O.K
	C(T=500 mm)	500	80	671.121	1588.8	71.033	165.427	2.329	O.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력(fg)	허용응력(fsa)	철근간격(S)	최대간격(Sg)	비고	
전면지판	110.678	150	125	356.526	O.K	
후면지판	38.318	150	125	1644.118	O.K	
벽체 : H=6.199	78.153	150	125	777.644	O.K	
중첩	81.51	150	125	772.911	O.K	
좌측널개벽	D(T=450 mm)	89.162	150	250	706.577	O.K
	A(T=500 mm)	97.817	150	125	636.325	O.K
	A(비동일성 T=450 mm)	77.084	150	125	617.292	O.K
	B(T=500 mm)	93.16	150	125	665.316	O.K
	C(T=500 mm)	76.404	150	125	824.569	O.K
우측널개벽	D(T=450 mm)	89.162	150	250	706.577	O.K
	A(T=500 mm)	101.819	150	125	604.685	O.K
	A(비동일성 T=450 mm)	77.084	150	125	617.292	O.K
	B(T=500 mm)	130.525	150	125	427.083	O.K
	C(T=500 mm)	65.392	150	125	963.426	O.K



(12) 내리교

내리교 구간에 대한 시추수량은 총 2개소로 이에 대한 조사결과와 다음과 같다.

1) 시추조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N 치 (TCR/RQD)
BB-34	5+502.6 (좌 5.1m)	봉적층	0.0~3.2	3.2	점토질 모래	4/30~8/30
		풍화토	3.2~9.0	5.8	암편석인 실트질 모래	9/30~50/15
		풍화암	9.0~12.6	3.8	실트질 모래 및 암편으로 분해	50/10~50/6
		연 암	12.6~16.0	3.4	편마암	(100/4)
BB-35	5+536.7 (우 9.8m)	매립층	0.0~0.5	0.5	자갈석인 실트질 모래	—
		봉적층	0.5~2.0	1.5	모래질 실트	4/30
		풍화토	2.0~22.6	20.6	실트질 모래	6/30~50/20
		연 암	22.6~26.0	3.4	편마암	(90~100/36~44)

2) 지층개요

■ 매립층

본 층은 BB-35공에서 0.5m의 두께로 분포한다. 토질은 자갈석인 실트질 모래로 구성되어 있다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 암갈색을 띤다.

■ 봉적층

본 층은 1.5~3.2m의 층후로 분포하며 모래질 실트 및 점토질 모래로 구성되어 있다. 색조는 황갈색~암갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다. 표준관입시험에 의한 N치는 정상 토인 경우 4/30(회/cm)으로 연약, 사질토인 경우 4/30~8/30(회/cm) 정도로 매우느슨 내지 느슨한 상태일도를 나타낸다.

■ 풍화토

본 층은 지표면하 2.0~3.2m에 분포하며 5.8~20.6m의 층후를 보인다. 암편석인 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색조는 갈색~황갈색을 띠고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 6/30~50/15(회/cm) 정도로 느슨 내지 매우조밀한 상태일도를 나타낸다.

■ 풍화암

본 층은 BB-34공에서 지표면하 9.0m의 심도에서 출현하며, 3.6m의 두께로 분포한다. 표준관입시험의 타격시 실트질 모래 및 암편으로 분해되는 상태이며, 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/6(회/cm) 정도로 매우조밀한 상태일도를 나타낸다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 황갈색을 띤다.

■ 연 암

본 층은 기반암인 편마암의 연암으로 지표면하 12.6~22.6m의 심도에서 출현하며, 3.4m 이상의 두께로 분포한다. 풍화정도는 심한풍화 내지 약간풍화 상태를 보이며 강도는 약한 내지 강할 상태를 보인다. 코어회수율(TCR)은 90~100%, 암질지수(RQD)는 4~44%로 나타났다.

■ 실시설계 지하수위 측정 결과

공 번	구 분	지하수위		비 고
		GL(-)m	EL.(+)m	
교 량 구 간	남전교	BB-1	0.6	6.8
		BB-2	1.0	6.6
		BB-3	1.2	7.7
		BB-4	0.0	8.4
		BB-5	2.2	9.5
		BB-6	1.6	10.3
		BB-7	1.6	9.5
		BB-8	1.6	9.5
	양노교	BB-9	0.2	9.9
		BB-10	2.4	11.8
	비봉교	BB-11	1.2	16.5
		BB-12	1.2	16.5
	양노1-1교	BB-13	1.1	20.6
		BB-14	1.4	20.0
	양노1교	BB-15	1.6	23.5
		BB-16	1.9	24.7
교 량 구 간	양노3교	BB-17	3.9	31.0
		BB-20	1.6	42.8
	백학C R-A교	BB-24	1.0	36.7
		BB-26	1.0	41.7
	쌍학교	BB-27	1.6	40.4
		BB-29	1.1	41.4
		BB-30	1.0	43.2
		BB-32	1.8	37.0
	개무교	BB-33	2.5	37.4
		BB-34	3.6	21.1
	내리교	BB-35	4.5	18.5
교 량 구 간	원평교	BB-36	1.6	17.7
		BB-37	2.4	14.2
	원평1교	BB-38	0.3	13.7
		BB-39	0.5	13.8

(13) 원평교

원평교 구간에 대한 시추수량은 총 2개소로 이에 대한 조사결과와 다음과 같다.

1) 시추조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N 치 (TCR/RQD)
BB-36	5+641.2 (우 20.1m)	표토층	0.0~0.5	0.5	실트질 모래	—
		풍화암	0.5~7.2	6.7	암편 및 실트질 모래로 분해	50/11~50/2
		연 암	7.2~10.2	3.0	편마암	(75/0)

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N 치 (TCR/RQD)
BB-37	5+700.6 (좌 0.1m)	매립층	0.0~1.4	1.4	점토석인 실트질 모래	5/30
		퇴적층	1.4~2.5	1.1	자갈석인 실트질 점토	7/30
		풍화토	2.5~4.0	1.5	실트질 모래	50/25
		연 암	4.0~7.0	3.0	편암	(87/0)

2) 지층개요

■ 표토층

본 층은 BB-36공에서 0.5m의 두께로 분포한다. 토질은 실트질 모래로 구성되어 있다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 암갈색을 띤다.

■ 매립층

본 층은 BB-37공에서 1.4m의 층후로 분포하며 점토석인 실트질 모래로 구성되어 있다. 색조는 갈색~암갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다. 표준관입시험에 의한 N치는 5/30(회/cm) 정도로 느슨한 상태일도를 나타낸다.

■ 퇴적층

본 층은 BB-37공에서 1.1m의 층후로 분포하며 자갈석인 실트질 점토로 구성되어 있다. 색조는 암갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다. 표준관입시험에 의한 N치는 7/30(회/cm) 정도로 보통건조한 상태일도를 나타낸다.

■ 풍화토

본 층은 BB-37공에서 지표면하 2.5m에 분포하며 1.5m의 층후를 보인다. 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색조는 암갈색을 띠고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/25(회/cm) 정도로 매우조밀한 상태일도를 나타낸다.

■ 풍화암

본 층은 BB-36공에서 지표면하 0.5m의 심도에서 출현하며, 6.7m의 두께로 분포한다. 표준관입시험의 타격시 암편 및 실트질 모래로 분해되는 상태이며, 표준관입시험에 의한 N치는 50/11~50/2(회/cm) 정도로 매우조밀한 상태일도를 나타낸다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 암갈색~황갈색을 띤다.

4.7 현장투수시험

과업구간에 분포하는 토사 및 풍화대의 투수성을 파악하기 위하여 최초제안 및 기본설계시 교량구간에 7회, 실시설계시 7회의 투수시험을 실시하였다.

■ 최초제안 및 기본설계 시험결과

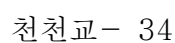
구 분	공 번	시험구간 (GL~m)	지 층	통일분류	투수계수 k(m/sec)	지하수위 (GL~m)
교량구간	BB-1	4.0~4.5	퇴적층	GP	1.10×10^{-3}	1.4
	BB-2	3.0	풍화토	SM	5.17×10^{-3}	0.7
	BB-4	3.0	풍화토	SM	3.98×10^{-3}	5.7
	BB-6	3.0~10.0	풍화토	SM	2.17×10^{-4}	5.2
	BB-9	6.0	퇴적층	SP	4.57×10^{-3}	1.7
	BB-11	7.5~15.0	풍화토	SM	6.42×10^{-4}	4.5
	BB-12-1	3.0	봉적층	SM	1.80×10^{-3}	3.0
꺾기구간	CB-1	8.0~11.0	연 암		1.47×10^{-5}	1.98
	CB-1	20.0~23.0	경 암		9.96×10^{-7}	0.09
	CB-2	9.0~12.0	연 암		2.78×10^{-6}	0.24
	CB-2	12.0~15.0	경 암		1.37×10^{-6}	0.12
	BB-5	3.0~6.0	연 암		3.16×10^{-6}	0.27
	BB-10	21.1~23.1	경 암		1.55×10^{-6}	0.15
	BB-31	21.1~23.1	경 암		1.55×10^{-6}	0.15
	BB-32	21.1~23.1	경 암		1.55×10^{-6}	0.15
	BB-33	21.1~23.1	경 암		1.55×10^{-6}	0.15
	BB-34	21.1~23.1	경 암		1.55×10^{-6}	0.15

4.8 현장수압시험

본 조사지역 교량 및 꺾기구간에 해당되는 일반층의 투수성을 파악하기 위하여 NX 시추공을 이용하여 최초제안 및 기본설계 6회, 실시설계 8회의 수압시험을 실시하였다.

■ 최초제안 및 기본설계 시험결과

구 분	공 번	시험구간 (GL~m)	암 질	투수계수 k(cm/sec)	Lugeon치	Flow type
교량구간	BB-5	3.0~6.0	연 암	3.16×10^{-6}	0.27	Dilation
	BB-10	21.1~23.1	경 암	1.55×10^{-6}	0.15	Dilation
꺾기구간	CB-1	8.0~11.0	연 암	1.47×10^{-5}	1.98	Wash-Out
	CB-1	20.0~23.0	경 암	9.96×10^{-7}	0.09	Turbulent
	CB-2	9.0~12.0	연 암	2.78×10^{-6}	0.24	Dilation
	CB-2	12.0~15.0	경 암	1.37×10^{-6}	0.12	Dilation



6.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 6.2.2】천천교 점검이력사항

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상태양호
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	없음
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 신축이음 하부 누수에 대해서는 장기적인 시설물 유지관리를 위해 유도배수관 설치가 필요하며, 흙벽부 균열에 대한 보수가 필요함.
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음.
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	방호벽, 신축이음 후타재, 교각 등 일부 미세균열 발생
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-
4	정기안전점검	자체수행	1,855	대체적으로 양호하며 신축이음후타재, 난간, 교태, 교각 등 콘크리트에 미세균열(0.1~0.3mm)이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며 교면포장은 0.1~0.5mm 균열이 조사됨.
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	교면포장 균열 중 0.3mm이상은 보수공법을 선정하여 보수를 요함.
5	정기안전점검	자체수행	1,855	2018년 하반기 점검시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대, 교각등 콘크리트에 미세균열은 보수가 완료되어 전반적으로 양호하며 일부 신규/재균열이 발생하였으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨.
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	없음
6	정기안전점검	자체수행	1,855	2019년 상반기 점검과 같이 전반적으로 양호하며, 교면포장 일부 구간(P3-4) 재균열 발생부는 시급한 보수,보강을 요하지 않으나 균열 확대 및 진전여부 등 관찰이 필요한 것으로 판단됨.
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	없음

【표 6.2.2】 천천교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
7	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	7,678	- 교면포장:포장균열,포장파손,차선도장박리 - 방호벽:균열,균열부백태,망상균열,보수부재균열,파손,녹발생,텔리네이터파손,차수판덮개체결불량,차수판볼트체결불량,차수판설치불량 - 배수시설:배수구막힘,배수구이물질퇴적 - 신축이음:후타재균열,후타재망상균열,후타재표면불량,후타재단차,신축이음토사퇴적,신축이음이물질퇴적 - 바닥판:균열,백태,망상균열 - 거더및가로보:상태양호 - 교량받침:무수축물탈균열,무수축물탈파손,받침콘크리트잡철물미제거,받침콘크리트재료분리,받침콘크리트파손 - 교대및교각:균열,망상균열,파손,백태,누수,누수흔적,마감불량,잡철물미제거(녹발생),차수판볼트체결불량,폐콘크리트퇴적,녹발생,재료분리,폐기물적치,부착물 - 점검시설:상태양호
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-
8	정기안전점검	자체수행	1,855	2020년정밀안전점검시조사된교면포장,방호벽,신축이음장치후타재,교태,교각등콘크리트균열,파손,재료분리,백태중교면포장및신축이음후타재는보수가완료되고다른부재는보수가되지않았으나시급한보수,보강을요하는손상이없는것으로판단됨.향후구조물의내구성확보및손상과열화가증가할수있으므로하자보수계획을수립하여 일괄적으로 보수를 요함.
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	0.3mm이상 균열 주입보수 및 녹발생 교좌장치 제도장
9	정기안전점검	자체수행		2020년 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 교면포장, 방호벽, 신축이음장치 후타재, 교태, 교각 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 백태 등 손상에 대하여 대부분 보수를 완료하여 전반적으로 양호함.
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	없음
10	정기안전점검	자체수행		- 교각,방호벽,교면포장,바닥판에균열이조사되었음. - 교면포장보수부재균열(8개소)는균열확대및진전방지를위하여조속히보수를실시하고 - 나머지손상은시급한보수,보강을요하는손상은없는것으로판단됨. - 향후구조물의내구성확보및손상과열화가증가할수있으므로보수계획을수립하여일괄적으로보수를요함.
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 교면포장 재균보수

【표 6.2.2】 천천교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
11	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	6,798	-외관조사의주요손상은교면포장균열,파손,방호벽균열,파손,차수판덮개체결불량,차수판볼트체결불량,배수시설이물질퇴적,막힘,신축이음후타재균열,토사퇴적,이물질퇴적,바닥판균열,망상균열,백태,거더녹발생,교량받침무수축물탈균열,무수축물탈파손,받침콘크리트재료분리,교각균열,녹발생,재료분리,폐기물적치,체수등의손상이조사되었다. -금회확인된손상들은대부분시공당시발생한초기결함으로교량의안전성에직접적인영향을미치는중대결함의발생은없는것으로분석되었다. -상태평가를실시한결과,현재시설물의상태는양호한상태인『B』(0.158)등급으로평가되었다. -본시설물은공용기간증가에의해손상과열화가증가할수있으므로,지속적인유지관리가필요하며,발생된손상(결함)에대해서내구성확보와기능유지를위한적절한보수보강이이루어진다면시설물의공용에는지장이없을것으로판단된다.
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 썰링보수, 단면보수, 표면처리, 주입보수, 재설치, 청소, 제도장, 물받이설치
12	정기안전점검	자체수행		-교각,방호벽,교면포장,바닥판에균열이조사되었음. -교면포장보수부재균열(8개소)는균열확대및진전방지를위하여조속히보수를실시하고 -나머지손상은시급한보수,보강을요하는손상은없는것으로판단됨. -향후구조물의내구성확보및손상과열화가증가할수있으므로보수계획을수립하여일괄적으로보수를요함.
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 교면포장 재균보수
13	정기안전점검	(주)이도	3,300	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로교면포장균열/차선도색부박락,배수시설누수,난간/연석보수부재균열,신축이음차수판볼트탈락/후타재단차/누수,교량받침재료분리/플레이트부식,바닥판균열/백태,거더외부녹발생/부식,교대/교각마감불량/와이어미제거,점검로버럭콘크리트미제거등의손상이조사되었다. 교각P3에신축이음을통해서우수유입,배수시설에서누수가발생하여거더및교량받침플레이트에부식이발생하였다.누수로인하여교량의손상이가속될수있으므로신축이음고무지수재설치및배수시설보수등적절한유지보수를시행할필요가있다. 금회정기안전점검결과,구조적인중대결함은발생하지않았으나,조사된결함에대해서는손상규모에따라적절히보수를실시하고,지속적인점검을통한효율적이고체계적인시설물의유지관리가필요할 것으로판단된다.
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 제도장, 볼트체결, 단차보수, 고무판 설치, 단면보수, 제거 후 단면보수

【표 6.2.2】 천천교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
14	정기안전점검	(주)이도	3,300	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로교면포장균열/차선도색부박락,배수시설누수,배수구막힘,난간/연석보수부재균열,신축이음차수판볼트탈락/후타재단차/누수,토사퇴적,교량받침재료분리/플레이트부식,바닥판균열/백태,거더외부녹발생/부식,교대/교각마감불량/와이어미제거,보수재박리,점검로버럭콘크리트미제거등의손상이조사됨. 금회조사된손상은대부분경미한상태로조사되었으나,향후구조물의내구성확보를위하여보수계획을수립하는것이바람직함.
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 재도장, 볼트체결, 단차보수, 고무판 설치, 단면보수, 제거 후 단면보수
15	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	5,126	-교면포장:포장균열,포장파손,요철,망상균열 -방호벽:균열,파손,차수판볼트체결불량,차수판덮개체결불량 -배수시설:배수구막힘,배수구이물질퇴적 -신축이음:후타재단균열,토사퇴적,이물질퇴적 -바닥판:균열,백태,망상균열 -거더:녹발생,잡철물미제거,부식,망상균열,폐기물적치 -교량받침:무수축물탈균열,무수축물탈파손,받침콘크리트재료분리,부식 -교대및교각:균열,열화,재료분리,누수흔적,녹발생폐기물적치,망상균열,백태
	2024-04-15 2024-06-10	신달양	B등급	- 썰링보수, 덧씌우기, 표면처리, 주입보수, 재설치, 단면보수, 청소, 도장
16	정기안전점검	(주)이도	6,600	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로교면포장균열/차선도색부박락,배수시설누수,배수구막힘,난간/연석보수부재균열,신축이음차수판볼트탈락/후타재단차/누수,토사퇴적,교량받침재료분리/플레이트부식,바닥판균열/백태,거더외부녹발생/부식,교대/교각마감불량/와이어미제거,보수재박리,점검로버럭콘크리트미제거등의손상이조사되었다. 교각P3에신축이음을통해서우수유입,배수시설에서누수가발생하여거더및교량받침플레이트에부식이발생하였다.누수로인하여교량의손상이가속될수있으므로신축이음고무지수재설치및배수시설보수등적절한유지보수를시행할필요가있다. 금회정기안전점검결과,구조적인중대결함은발생하지않았으나,조사된결함에대해서는손상규모에따라적절히보수를실시하고,지속적인점검을통한효율적이고체계적인시설물의유지관리가필요할 것으로판단된다.
	2024-12-01 2024-12-31	양영탁	양호	표면처리, 재도장, 보수, 청소, 볼트체결, 단차보수, 고무판설치, 단면보수

【표 6.2.2】 천천교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
17	정기안전점검	(주)다산기술안전	929	- 교면포장: 균열, 차선도색부박리 - 배수시설: 누수, 배수구막힘 - 난간및연석: 보수부재균열 - 신축이음: 하부누수, 유간토사퇴적, 후타재단차, 차수판볼트탈락 - 교량받침: 플레이트부식, 재료분리 - 바닥판: 균열, 백태 - 거더: 녹발생, 부식 - 가로보및세로보: 상태양호 - 교대: 박리, 보수재박리, 마감불량, 와이어미제거 - 교각: 망상균열, 마감불량, 와이어미제거 - 점검로: 버력콘크리트미제거
	2025-05-19 2025-06-30	김진하	양호	- 표면보수, 단면보수, 제거 후 단면보수, 재도장, 유도배수관 설치, 단차보수, 볼트 체결, 재체결, 청소 등
18	정기안전점검	(주)다산기술안전	1,106	- 바닥판: 균열, 백태 - 거더: 녹발생, 부식 - 가로보: 상태양호 - 교량받침: 플레이트부식, 받침콘크리트재료분리, 철근노출 - 교대: 박리, 보수재박리, 마감불량(잡철물미제거) - 교각: 망상균열, 마감불량(잡철물미제거) - 교면포장: 균열 - 신축이음: 하부누수, 유간토사퇴적, 단차, 차수판볼트탈락 - 배수시설: 배수관누수, 배수구막힘 - 난간및연석: 균열, 보수부재균열, 박락 - 점검로: 점검로버력콘크리트미제거
	2025-11-12 2025-12-31	김문철	양호	- 표면보수, 단면보수, 단면보수(방청), 재도장(방청), 유도배수관 설치, 유간 청소, 접속부 재포장, 차수판 볼트 재체결, 배수관 실링보수, 점검로 청소 등

6.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2024년06월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	비봉~매송간 도시고속도로 정밀안전점검	
용역기간	2024-04-15 ~ 2024-06-10	
용역사	(주)케이에스알콘사람	
현장조사결과	• 교면포장: 포장균열, 포장파손, 요철, 망상균열 • 방호벽 : 균열, 파손, 차수판 볼트 체결불량, 차수판 덮개 체결불량 • 배수시설: 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적 • 신축이음: 후타재균열, 토사퇴적, 이물질퇴적 • 바닥판: 균열, 백태, 망상균열 • 거더 : 녹발생, 잡철물미제거, 부식, 망상균열, 폐기물적치 • 교량받침: 무수축몰탈 균열, 무수축몰탈 파손, 받침콘크리트 재료분리, 부식 • 교대 및 교각: 균열, 열화, 재료분리, 누수흔적, 녹발생 폐기물적치, 망상균열, 백태	
비파괴조사	• 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa, 교각:40Mpa)의 설계기준 강도의 90%이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었으며, 심각한 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다. • 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	
안전성평가 (진단시)	• 해당없음	
상태평가	• 손상결함도 지수 0.192으로 B등급	
보수보강 (진단시)	• 해당없음	
종합의견	• 본 천천교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 교면포장 포장균열, 파손, 망상균열, 방호벽 균열, 파손, 배수시설 이물질퇴적, 막힘, 신축이음 토사퇴적, 바닥판 균열, 망상균열, 거더 녹발생, 부식, 교량받침 플레이트 부식, 받침콘크리트 열화, 교대 열화, 보수부재균열, 재롭누리, 교각 균열, 재료분리, 망상균열, 열화 등의 손상이 조사되었다. • 금회 확인된 손상들은 대부분 시공 당시 발생한 초기결함 및 공용년수에 따른 손상으로 교량의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었다. • 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하며, 우선 보수대상은 주행차량의 주행안전성 및 주요부재의 내구성 확보를 위한 신축이음 교장포장 균열, 망상균열 등이다. • 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 전 개소에서 설계강도 기준 90% 이상으로 분석되어 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다, 탄산화 깊이 등은 관련기준을 만족하고 있고, 전차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다. • 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』 (0.192)등급으로 전차 결과인 『B』 (0.158)등급으로부터 등급변동은 없었으나, 공용년수 경과에 따른 손상증가가 발생하여 결함도 지수가 다소 증가된 것으로 분석되었다. • 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	

6.2.4 시설물 보수 이력

【표 6.2.3】천천교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	S6경간 - 교면포장	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주), 두산중공업 (주)
	2025-09-11 ~ 2025-09-12		교면포장 덧씌우기	0	박창용
2	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	바닥판, 방호벽, 교대, 교량받침, 교각	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주), 두산중공업 (주)
	2024-09-27 ~ 2024-09-27		파손, 균열, 잡철물 미제거, 열화, 재료분리, 균열, 녹발생 등 보수	0	이영주
3	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	바닥판	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주), 두산중공업 (주)
	2022-10-01 ~ 2022-11-15		균열보수	0	이영주

6.2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 6.2.4】 내진설계 여부 확인

내진설계 적용유무	내진설계 반영여부	비고
적용	• 구조계산서 확인 결과 내진설계를 적용한 것으로 확인됨.	

6.2 내진해석결과요약_본침부재력 : 전체감성
 © 시간이력해석
 하중경우 1 : 1.0 × (종방향축의 해석) + 0.3 × (횡방향축의 해석)
 하중경우 2 : 1.0 × (횡방향축의 해석) + 0.3 × (종방향축의 해석)

1) 전단설계력 (kN)

PIER NO	부재	COM1		COM2		교량받침			검토
		교축	교직	교축	교직	수직용량	구분	수평용량	
A1	1	286.28	122.50	175.11	235.37	3000	M	434.3	O.K.
	2	328.14	139.58	197.22	267.40	4000	M	515.5	O.K.
	3	289.12	125.91	180.16	236.39	3000	M	434.3	O.K.
P1	4	743.94	433.63	415.95	743.03	10000	M	1219.2	O.K.
	5	828.37	494.66	450.21	836.12	12000	M	1404.0	O.K.
	6	748.76	453.42	421.12	752.23	10000	M	1219.2	O.K.
P2	7	668.13	483.84	348.50	747.69	10000	M	1219.2	O.K.
	8	738.45	514.73	373.21	826.91	12000	M	1404.0	O.K.
	9	667.93	473.76	348.46	738.95	10000	M	1219.2	O.K.
P3L	10	279.29	157.05	170.89	242.20	3000	M	434.3	O.K.
	11	318.59	172.18	188.01	271.70	4000	M	515.5	O.K.
	12	280.51	157.93	172.04	240.81	3000	M	434.3	O.K.
P3R	13	261.05	153.47	198.58	225.94	3500	M	481.8	O.K.
	14	273.93	159.75	206.56	238.17	4000	M	522.4	O.K.
	15	260.12	150.98	201.10	229.72	3500	M	481.8	O.K.
P4	16	853.67	504.33	577.21	800.92	11000	M	1386.0	O.K.
	17	931.16	556.07	616.34	891.56	13000	M	1584.8	O.K.
	18	843.24	533.50	581.05	814.69	11000	M	1386.0	O.K.
P5	19	515.53	605.24	318.07	821.99	11000	M	1386.0	O.K.
	20	539.61	658.19	342.28	908.71	13000	M	1584.8	O.K.
	21	514.43	618.27	316.32	828.61	11000	M	1386.0	O.K.
P6	22	560.44	575.40	327.73	793.27	11000	M	1386.0	O.K.
	23	593.84	603.31	351.95	857.53	13000	M	1584.8	O.K.
	24	564.80	560.16	346.27	779.02	11000	M	1386.0	O.K.
A2	25	267.76	179.90	198.81	239.73	3500	M	481.8	O.K.
	26	280.84	187.74	206.56	251.92	4000	M	522.4	O.K.
	27	265.89	180.37	199.45	239.26	3500	M	481.8	O.K.

※응답수정계수 나누기 전의 값임.

6.2 내진해석결과요약_본침부재력 : 유효감성
 © 시간이력해석
 하중경우 1 : 1.0 × (종방향축의 해석) + 0.3 × (횡방향축의 해석)
 하중경우 2 : 1.0 × (횡방향축의 해석) + 0.3 × (종방향축의 해석)

1) 전단설계력 (kN)

PIER NO	부재	COM1		COM2		교량받침			검토
		교축	교직	교축	교직	수직용량	구분	수평용량	
A1	1	301.30	153.96	203.57	250.18	3000	M	434.3	O.K.
	2	344.16	175.16	223.86	285.46	4000	M	515.5	O.K.
	3	302.06	158.68	203.79	252.79	3000	M	434.3	O.K.
P1	4	660.82	506.30	378.45	753.15	10000	M	1219.2	O.K.
	5	729.68	567.78	401.86	849.25	12000	M	1404.0	O.K.
	6	662.91	527.63	380.86	765.76	10000	M	1219.2	O.K.
P2	7	549.82	537.74	341.37	759.35	10000	M	1219.2	O.K.
	8	593.11	580.41	350.93	841.12	12000	M	1404.0	O.K.
	9	546.10	526.52	328.93	749.48	10000	M	1219.2	O.K.
P3L	10	277.16	201.74	189.18	261.76	3000	M	434.3	O.K.
	11	315.77	226.02	207.76	235.87	4000	M	515.5	O.K.
	12	279.34	206.09	190.20	261.93	3000	M	434.3	O.K.
P3R	13	299.21	179.25	226.00	229.35	3500	M	481.8	O.K.
	14	317.34	184.96	236.91	238.71	4000	M	522.4	O.K.
	15	299.18	178.99	229.31	227.59	3500	M	481.8	O.K.
P4	16	883.84	562.55	582.77	808.71	11000	M	1386.0	O.K.
	17	967.53	607.93	622.87	899.41	13000	M	1584.8	O.K.
	18	875.13	586.92	580.57	826.19	11000	M	1386.0	O.K.
P5	19	478.83	621.93	357.82	851.83	11000	M	1386.0	O.K.
	20	491.16	681.49	384.81	951.21	13000	M	1584.8	O.K.
	21	485.01	641.62	350.57	871.13	11000	M	1386.0	O.K.
P6	22	524.44	609.13	375.27	826.99	11000	M	1386.0	O.K.
	23	544.60	637.35	404.94	892.09	13000	M	1584.8	O.K.
	24	510.38	574.61	370.46	794.94	11000	M	1386.0	O.K.
A2	25	316.81	207.36	235.59	252.65	3500	M	481.8	O.K.
	26	336.14	214.53	247.08	264.86	4000	M	522.4	O.K.
	27	315.72	206.65	235.83	250.95	3500	M	481.8	O.K.

※응답수정계수 나누기 전의 값임.

6.2.6 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

6.2.7 주변환경 및 하중변화

천천교는 경기도 화성시 봉담읍 내리 11에 위치하는 1종 시설물으로써 지방도 84호선을 횡단하는 교량이며, 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일 현재의 교량주변현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.

【표 6.2.5】 하중변화 검토내용

번호	보수보강 현황	기존	변경 (추가)	하중변화	비고
1	해당없음	—	—	—	



【사진 6.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

6.2.8 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

과업대상시설물의 준공도면 및 현장 측정 비교검토 결과, 준공도면과 미미한 차이가 있으나 측정방법 및 측정자에 의한 오차로 대체적으로 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.

【표 6.2.6】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	21,070	21,080	교대 폭	23,249	23,260
바닥판하면 두께	240	250	교각 폭	22,500	22,500
거더외부 높이	2,575	2,580	난간 및 연석 높이	1,350	1,355
거더외부 하면	2,350	2,350	난간 및 연석 상면 폭	400	400



【사진 6.2.3】 부재 현장측정 전경

6.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 6.2.7】수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 정밀안전점검 및 정기안전점검 보고서 ◇ 사고기록	◇ 부재별 증점손상 • 교면포장: 포장균열, 포장파손, 요철, 망상균열 • 방호벽: 균열, 파손, 차수판 볼트 체결불량, 차수판 덮개 체결불량 • 배수시설: 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적 • 신축이음: 후타재균열, 토사퇴적, 이물질퇴적 • 바닥판: 균열, 백태, 망상균열 • 거더: 녹발생, 잡철물미제거, 부식, 망상균열, 폐기물적치 • 교량받침: 무수축물탈 균열, 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 재료분리, 부식 • 교대 및 교각: 균열, 열화, 재료분리, 누수흔적, 녹발생 폐기물적치, 망상균열, 백태	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ 2022년 바닥판 균열보수 ◇ 2024년 바닥판, 방호벽, 교대, 교량받침, 교각 보수 ◇ 2025년 교면포장 덧씌우기	◇ 보수부 상태 확인

6.3 현장조사

6.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소작업차를 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~S7	도보, 고소작업차	2026.05.06.~2026.05.08.	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		도보를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 6.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

6.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 천천교는 Pus Girder 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=394.0m 폭 21.07m(왕복4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



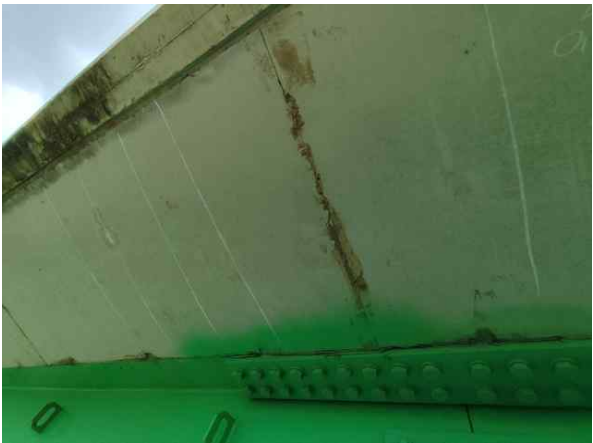
【사진 6.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 6.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		백태 (m²/개소)	
S1	4.30	10	—	—	—	—
S2	19.60	27	1.00	2	—	—
S3	12.60	23	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
S5	9.20	17	—	—	0.05	5
S6	8.60	15	—	—	—	—
S7	4.00	8	—	—	—	—
합계	58.30	100	1.00	2	0.05	5

			
손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S5 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 백태	손상현황	• S6 균열(0.3mm미만)
원 인	• 습기흡착, 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S7 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 6.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태 등에 대한 손상이 확인 되었으며. 금회 점검에서 신규손상으로 신규손상으로 건조수축, 계절변화에 따른 온도변화 등에 의한 균열(0.3mm미만)에 대한 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	51.30	86	58.30	100	▲ 7.00	신규손상
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	2	1.00	2	- -	변동없음
	백태	m ²	0.05	5	0.05	5	- -	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 계절변화에 따른 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태의 경우 습기흡착, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 저하 방지 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

나. Pus Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Pus Girder는 4열 7경간, 연장은 L=394.0m 폭 21.07m(왕복4차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 녹발생, 부식, 폐기물 적치, 잡철물 미제거 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	녹발생 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		폐기물 적치 (EA/개소)		잡철물 미제거 (EA/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	10.00	10
S2	0.18	1	—	—	—	—	—	—
S3	0.03	1	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	0.50	1	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	1.00	1	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.21	2	0.50	1	1.00	1	10.00	10

			
손상현황	• S3-G1 거더외부 녹발생	손상현황	• S4-G1 거더외부 부식
원 인	• 습기흡착, 열화 등	원 인	• 습기흡착, 열화 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• S6 거더외부 상태양호	손상현황	• S1-G3 거더내부 잡철물미제거
원 인	• -	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• -	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S2-G3 거더내부 녹발생	손상현황	• S5-G3 거더내부 폐기물적치
원 인	• 장기공용, 습기흡착 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 정비

【사진 6.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 거더내·외부에 기존손상인 녹발생, 부식, 폐기물 적치, 잡철물 미제거 등이 확인되었으며, 금회점검에서 추가적인 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 6.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	녹발생	m ²	0.21	2	0.21	2	- -	변동없음
	부식	m ²	0.50	1	0.50	1	- -	변동없음
	폐기물 적치	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	잡철물 미제거	EA	10.00	10	10.00	10	- -	변동없음

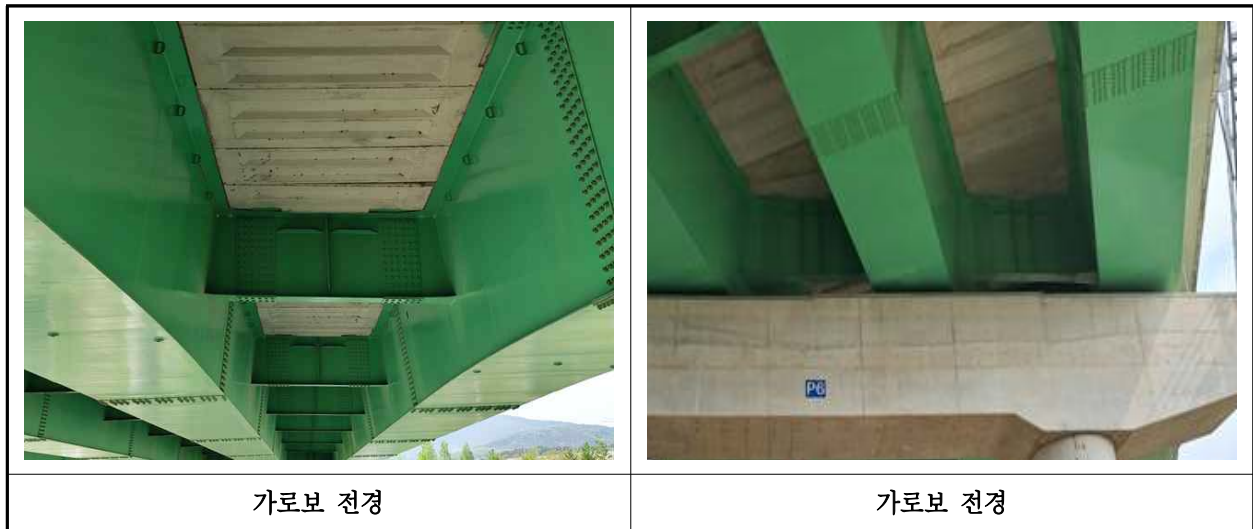
4) 검토의견

- 거더외부의 현장조사 결과, 녹발생, 부식의 경우 외기노출, 습기흡착, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 저하 방지 차원의 재도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 녹발생의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 저하 방지 차원의 재도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 폐기물 적치, 잡철물 미제거의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 유지관리 및 내구성 저하 방지를 위한 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 강재로 시공되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 6.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6		
S7		
합계	—	—

			
손상현황	• S3 가로보 상태양호	손상현황	• S7 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 6.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회점검에서 신규손상은 추가 조사 되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 6.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 역T형 형식으로 말뚝기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

(1) 교대

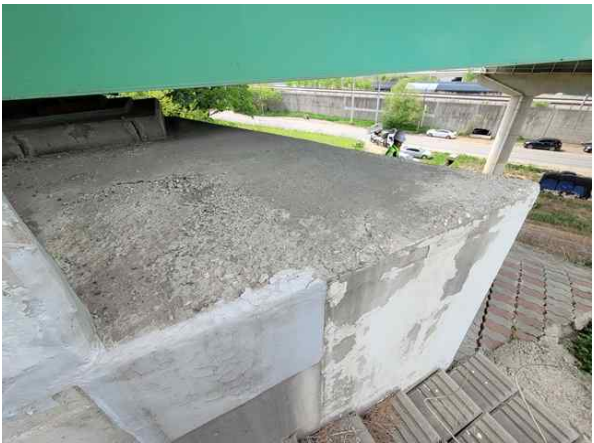
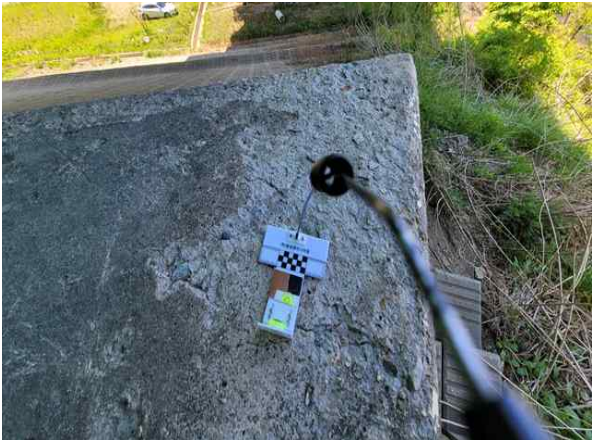
- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 보수부 채균열(0.3mm미만), 박리, 열화, 누수흔적 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 6.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	보수부 채균열(0.3mm미만) (m/개소)		박리 (㎡/개소)		열화 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	—	—	2.50	4	0.75	1	1.00	1
A2	1.00	1	7.41	5	0.20	1	0.40	2
합계	1.00	1	9.91	9	0.95	2	1.40	3

손상현황 • A1 누수흔적	손상현황 • A1 열화
원 인 • 신축이음 하부 우수유입 등	원 인 • 장기공용, 우수유입 등
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 단면보수
손상현황 • A1 박리	손상현황 • A2 보수부 재균열(0.3mm미만)
원 인 • 손상부 우수유입, 다짐미흡 등	원 인 • 건조수축, 온도변화 등
조치방안 • 단면보수	조치방안 • 표면처리
손상현황 • A2 박리	손상현황 • A2 박리
원 인 • 우수유입, 열화 등	원 인 • 우수유입, 열화 등
조치방안 • 단면보수	조치방안 • 단면보수

【사진 6.3.9】 교대 손상현황

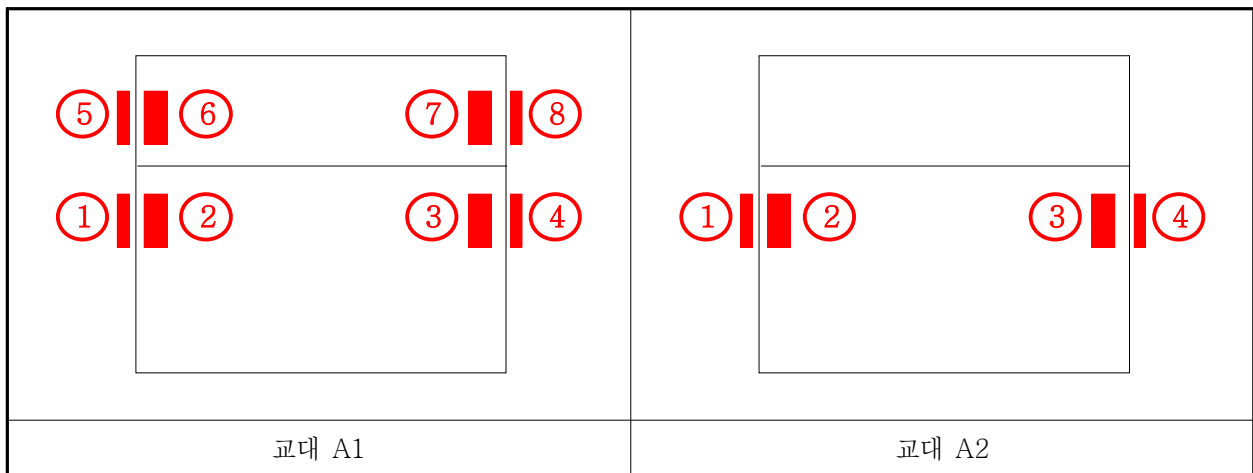
			
손상현황	• A2 박리	손상현황	• A2 박리
원 인	• 우수유입, 열화 등	원 인	• 우수유입, 열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 박리	손상현황	• A2 박리
원 인	• 우수유입, 열화 등	원 인	• 우수유입, 열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm이상)	손상현황	• A2 균열(0.3mm이상) -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• 상태양호

【사진 6.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교대의 경우 구체의 정면과 측면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 6.3.1】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 6.3.8】 교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)								비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	
A1	—	89.8	89.1	89.7	89.4	89.9	89.6	89.6	-89.8	
A2	—	89.8	90.0	89.6	-89.0	—	—	—	—	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

※ 기울음 방향 : (+)는 좌측방향으로 경사발생, (-)는 우측방향으로 경사발생



【사진 6.3.10】 교대 기울음 측정 현황

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 보수부 재균열(0.3mm미만), 열화, 누수흔적이 조사되었으며, 금회 점검에서 균열(0.3mm이상), 전구간 보수와 열화에 대한 일부구간 보수가 확인되었고, 신규손상으로 신축이음 하부 우수유입, 열화 등에 의한 박리, 누수흔적이 조사되어 손상 물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	보수부 재균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	박리	m ²	—	—	9.91	9	▲ 9.91	신규손상
	열화	m ²	1.45	3	0.95	2	▼ 0.50	보수실시
	누수흔적	m ²	0.40	2	1.40	3	▲ 1.00	신규손상

(2) 기울음 측정 비교

- 기울음 측정은 금회 점검에서 처음으로 실시하여 이전 점검과의 비교가 불가능하므로 추후 금회 측정한 값을 기준으로 교대의 기울음 및 변위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

【표 6.3.10】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)								비고
	1		2		3		4		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
A1	－	89.8	－	89.1	－	89.7	－	89.4	
A2	－	89.8	－	90.0	－	89.6	－	－89.0	

【표 6.3.10】 교대 기울음 기 점검 결과 비교(계속)

구분	측정 기울기(°)								비고
	5		6		7		8		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
A1	－	89.9	－	89.6	－	89.6	－	－89.8	
A2	－	－	－	－	－	－	－	－	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 보수부 재균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 우수유입, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 시설물의 내구성 확보차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 박리의 경우 공용기간 증가, 우수유입, 다짐부족 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물의 안전성에 미칠만한 손상은 아니지만, 내구성 저하 방지를 위하여 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 열화, 누수흔적의 경우 공용기간 증가, 신축이음 하부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 신축이음 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 II형, 기초는 말뚝기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.11】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나 균열(0.3mm 미만, 이상), 망상균열, 백태, 재료분리, 열화, 누수흔적, 체수, 녹발생 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.11】 교각 현장조사 결과

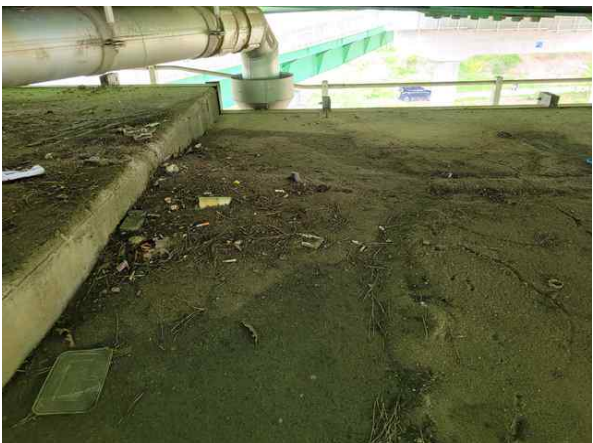
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열(0.3미만) (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
P1	10.80	7	1.00	1	2.50	2	—	—	—	—
P2	0.20	2	—	—	8.00	2	0.50	1	—	—
P3	10.00	8	—	—	—	—	—	—	0.50	1
P4	26.90	10	—	—	22.50	4	—	—	—	—
P5	13.10	5	—	—	4.50	1	—	—	0.12	2
P6	23.80	7	—	—	14.70	6	—	—	—	—
합계	84.80	39	1.00	1	52.20	15	0.50	1	0.62	3

【표 6.3.11】 교각 현장조사 결과(계속)

구분	열화 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		채수 (EA/개소)		녹발생 (EA/개소)		폐기물적치 (EA/개소)	
P1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	12.00	2	15.00	4	1.00	1	2.00	2	—	—
P4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P6			—	—	—	—	—	—	1.00	1
합계	12.00	2	15.00	4	1.00	1	2.00	2	1.00	1

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수

【사진 6.3.12】 교각 손상현황

			
손상현황	• P1 균열 (0.3mm이상)	손상현황	• P1 균열 (0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• P2 망상균열 (0.3mm미만)	손상현황	• P2 백태
원 인	• 거푸집 조기탈거, 건조수축 등	원 인	• 우수유입, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 열화	손상현황	• P3 채수 1EA
원 인	• 우수유입, 장기공용 등	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 6.3.12】 교각 손상현황(계속)

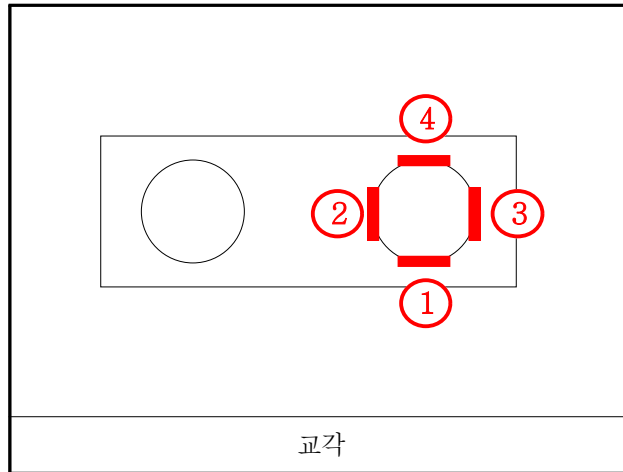
			
손상현황	• P3 누수흔적	손상현황	• P5 균열(0.3mm미만)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P5 재료분리	손상현황	• P6 망상균열(0.3mm미만)
원 인	• 다짐부족 등	원 인	• 건조수축, 거푸집조기탈거 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 균열(0.3mm미만) -보수	손상현황	• P6 폐기물 적치 -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 상태양호

【사진 6.3.12】 교각 손상현황(계속)

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교각의 경우 기둥의 정·좌·우·배면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 6.3.2】 교각 기울음 측정 위치도

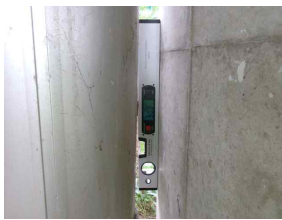
(2) 측정결과

【표 6.3.12】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	-89.9	-89.7	89.9	90.0	
P2	—	89.9	90.0	89.9	89.9	
P3	—	90.0	-89.9	-89.9	-89.8	
P5	—	89.9	89.9	-89.8	-89.9	
P6	—	89.8	90.0	-89.8	89.8	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

※ 기울음 방향 : (+)는 좌측방향으로 경사발생, (-)는 우측방향으로 경사발생

			
P1	P1	P1	P1
			
P2	P2	P2	P2
			
P3	P3	P3	P3
			
P5	P5	P5	P5
			
P6	P6	P6	P6

【사진 6.3.13】 교각 기울음 측정 현황

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만), 백태, 재료분리, 열화, 누수흔적, 체수, 녹발생, 폐기물 적치 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 기존 손상인 균열(0.3mm미만), 폐기물 적치 등 일부구간 보수가 실시되었다. 또한 신규손상으로 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화, 신축이음 하부 우수유입, 다짐부족 등에 의한 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(0.3mm미만), 재료분리, 누수흔적 등의 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.13】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	102.90	56	84.80	39	▼ 18.10	보수,신규
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	28.20	9	52.20	15	▲ 24.00	신규손상
	백태	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.04	1	0.62	3	▲ 0.58	신규손상
	열화	m ²	12.00	2	12.00	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	3.75	1	15.00	4	▲ 11.25	신규손상
	체수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	녹발생	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	폐기물 적치	EA	2.00	2	1.00	1	▼ 1	보수실시

(2) 기울음 측정 비교

- 기울음 측정은 금회 점검에서 처음으로 실시하여 이전 점검과의 비교가 불가능하므로 추후 금회 측정한 값을 기준으로 교대의 기울음 및 변위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

【표 6.3.14】 교각 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)								비고
	1		2		3		4		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
P1	－	－89.9	－	－89.7	－	89.9	－	90.0	
P2	－	89.9	－	90.0	－	89.9	－	89.9	
P3	－	90.0	－	－89.9	－	－89.9	－	－89.8	
P5	－	89.9	－	89.9	－	－89.8	－	－89.9	
P6	－	89.8	－	90.0	－	－89.8	－	89.8	

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 비구조적인 균열로 내구성확보 차원의 표면 처리, 주입보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 외부 우수유입, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미한 수준으로 내구성 저하 방지를 위하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공시 다짐부족에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 열화의 경우 공용기간 증가, 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 저하 방지 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 누수흔적, 체수의 경우 공용기간 증가, 신축이음 하부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 체수의 경우 현재 표면이 건조되어 양호한 상태이지만 우천 시 재발생 가능성이 있어 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요할 것으로 판단되며, 누수흔적의 경우 즉각적인 보수보다는 신축이음 보수공사와 연계하여 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 녹발생의 경우 공용기간 증가, 외기노출, 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 수준의 손상으로 손상의 진전 및 2차손상 발생 방지를 위하여 표면처리 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 폐기물 적치의 경우 시공완료 후 정리미흡에 의한 손상으로 시설물의 원활한 유지관리를 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 천천교의 기초는 교대 및 교각은 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

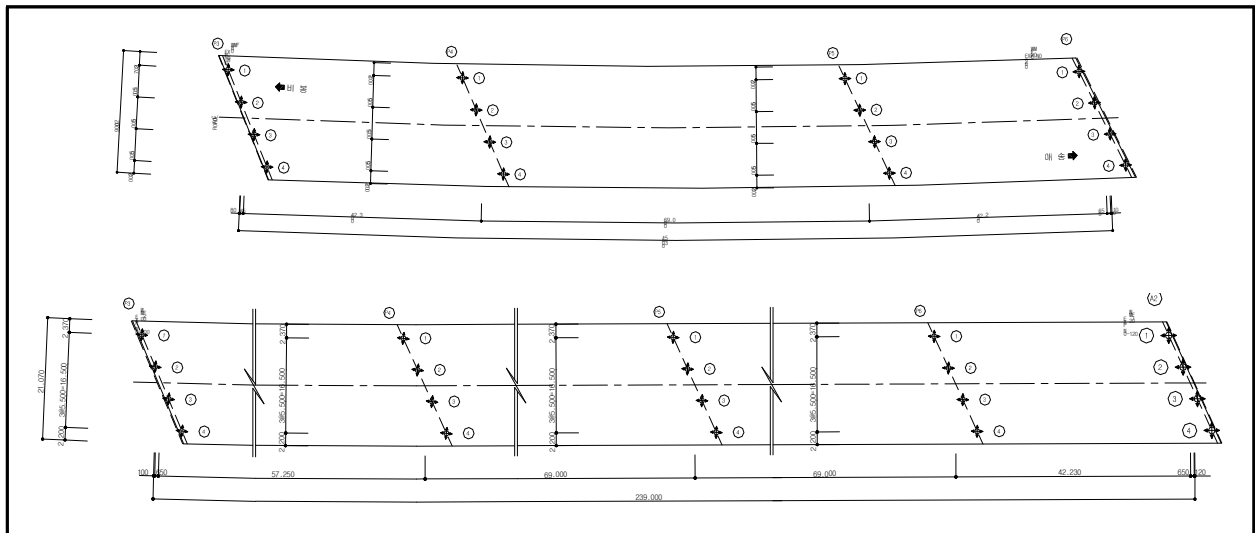
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	
교각 P3 기초 전경	교각 P4 기초 전경
	
교각 P5 기초 전경	교각 P6 기초 전경

【사진 6.3.14】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 지진격리받침으로 총 36기가 설치되어 있으며, 전개소 양방향 받침으로 현장조사는 전구간에 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 6.3.3】 교량받침 배치도



【사진 6.3.15】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 파손, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 플레이트 부식, 잡철물 미세거 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.15】교량반침 현장조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 파손 (㎡/개소)		반침콘크리트 박리 (㎡/개소)		반침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (㎡/개소)		잡철물 미제거 (EA/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	0.70	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	0.20	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	0.10	1	—	—	—	—	0.18	1	0.06	2	—	—
P4	0.90	6	—	—	—	—	0.45	2	—	—	—	—
P5	0.60	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	0.50	4	0.01	1	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	0.10	1	—	—	0.01	1	2.00	2
합계	3.00	21	0.01	1	0.10	1	0.63	3	0.07	3	2.00	2



손상현황	• P1-SH1 무수축물탈 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변환 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2-SH3 무수축물탈 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변환 등
조치방안	• 표면처리



손상현황	• P3-SH1 플레이트부식
원 인	• 습기흡착, 장기공용 등
조치방안	• 재도장

손상현황	• P4-SH3 반침콘크리트 재료분리
원 인	• 시공시 다짐부족 등
조치방안	• 단면보수

【사진 6.3.16】교량반침 손상현황

			
손상현황	• P6-SH3 무수축물탈 파손	손상현황	• P6-SH4 무수축물탈 균열(0.3mm미만)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-SH2 받침콘크리트 박리	손상현황	• A2-SH1 플레이트 부식
원 인	• 시공시 다짐부족, 열화 등	원 인	• 습기흡착, 공용기간 증가 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• A2-SH1 잡철물 미제거 2EA	손상현황	• A2-SH4 받침콘크리트 재료분리 -보수
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• -
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 상대양호

【사진 6.3.16】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트 부식 등의 손상이 확인되었고, 받침콘크리트 재료분리의 일부구간 보수가 실시되었다. 또한 금회 신규손상으로 건조수축, 온도변화, 시공시 다짐부족, 시공미흡 등에 의한 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 박리, 잡철물 미제거 등의 손상이 추가 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.16】 교량받침 기 점검 결과 비교

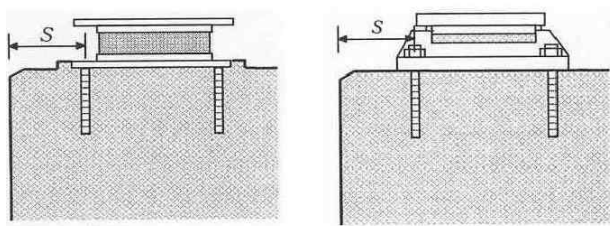
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.60	13	3.00	21	▲ 1.40	신규손상
	무수축물탈 파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 박리	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	1.04	15	0.63	3	▼ 0.41	보수실시
	플레이트 부식	m ²	0.07	3	0.07	3	— —	변동없음
	잡철물 미제거	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 시설물의 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 박리, 재료분리의 경우 외부충격, 시공시 다짐부족, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 수준의 손상으로 시설물의 내구성 저하 방지 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며 손상의 진전 및 2차손상 발생 예방을 위한 채도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 잡철물 미제거의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지를 위하여 단면보수(방청) 등 적절한 방안의 보수가 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(2010, 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 6.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 6.3.17】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 (L=43.0m) : $200 + 5 \times 43.0 = 415(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=58.0m) : $200 + 5 \times 58.0 = 490(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=69.0m) : $200 + 5 \times 69.0 = 545(\text{mm})$

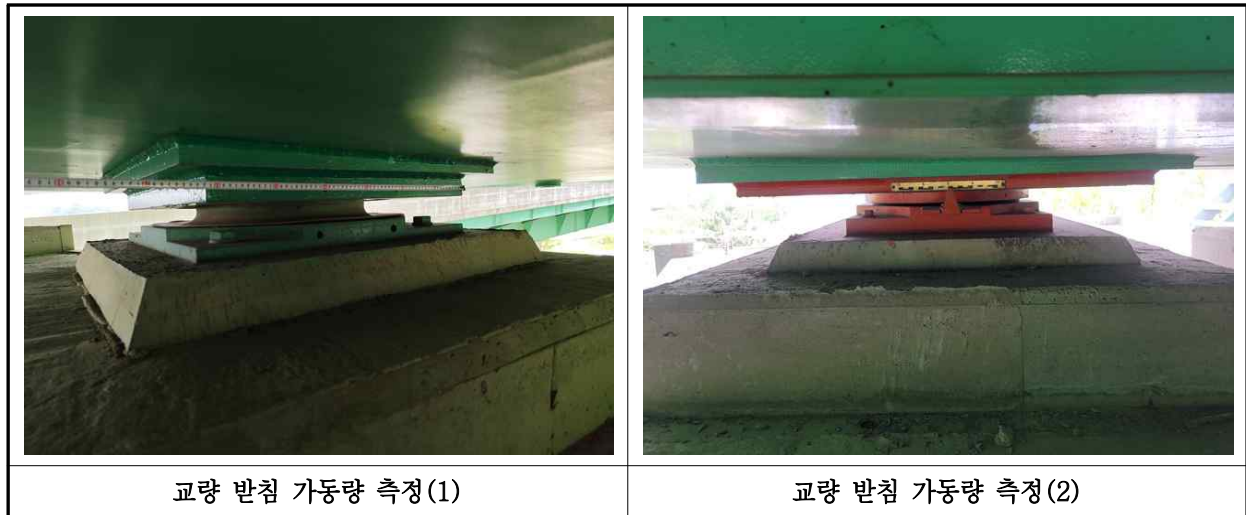
【표 6.3.17】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		415	580	580	590	600	O.K
P1	A1측	415	750	750	770	770	O.K
	A2측	545	760	760	770	770	O.K
P2	A1측	545	810	800	830	830	O.K
	A2측	415	820	820	830	820	O.K
P3	A1측	415	650	640	650	650	O.K
	A2측	490	600	600	600	610	O.K
P4	A1측	490	650	660	660	650	O.K
	A2측	545	720	700	700	710	O.K
P5	A1측	545	770	800	770	770	O.K
	A2측	545	750	770	770	760	O.K
P6	A1측	545	760	750	750	750	O.K
	A2측	415	750	760	760	760	O.K
A2		415	600	600	590	590	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



【사진 6.3.18】 교량받침 이동량 측정

① 최저·최고 기온에 따른 여유량 검토

【표 6.3.18】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		40.3	24.8	0.000012	77.5	37.5	23.1	
P1		40.3	24.8	0.000012	34.5	16.7	10.3	
P2		40.3	24.8	0.000012	34.5	16.7	10.3	
P3	A1	40.3	24.8	0.000012	77.5	37.5	23.1	
	A2	40.3	24.8	0.000012	119.5	57.8	35.6	
P4		40.3	24.8	0.000012	61.5	29.7	18.3	
P5		40.3	24.8	0.000012	7.5	3.6	2.2	
P6		19.5	20.5	0.000012	76.5	17.9	18.8	
A2		19.5	20.5	0.000012	119.5	28.0	29.4	

1) 조사당시 온도 : 14.5℃(조사일 : 2026년 05월 07일, 평균온도, 수원)
2) 검토온도 : -25.8℃ ~ 39.3℃(2018년 08월 01일 : 39.3℃, 1969년 02월 06일 : -25.8℃)

【표 6.3.19】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과
			수축	신장	최대 수축	최대 신장			
A1	SH1	+25	175	125	37.5	23.1	±150	OK	OK
	SH2	+25	175	125			±150	OK	OK
	SH3	+25	175	125			±150	OK	OK
	SH4	+25	175	125			±150	OK	OK
P1	SH1	0	100	100	16.7	10.3	±100	OK	OK
	SH2	0	100	100			±100	OK	OK
	SH3	0	100	100			±100	OK	OK
	SH4	0	100	100			±100	OK	OK
P2	SH1	+10	110	90	16.7	10.3	±100	OK	OK
	SH2	+10	110	90			±100	OK	OK
	SH3	+10	110	90			±100	OK	OK
	SH4	+5	105	95			±100	OK	OK
P3(A1)	SH1	0	150	150	37.5	23.1	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150			±150	OK	OK
	SH3	0	150	150			±150	OK	OK
	SH4	0	150	150			±150	OK	OK
P3(A2)	SH5	-3	147	153	57.8	35.6	±150	OK	OK
	SH6	0	150	150			±150	OK	OK
	SH7	0	150	150			±150	OK	OK
	SH8	0	150	150			±150	OK	OK
P4	SH1	-20	80	120	29.7	18.3	±100	OK	OK
	SH2	-15	85	115			±100	OK	OK
	SH3	-15	85	115			±100	OK	OK
	SH4	-10	90	110			±100	OK	OK
P5	SH1	+3	103	97	3.6	2.2	±100	OK	OK
	SH2	+3	103	97			±100	OK	OK
	SH3	+3	103	97			±100	OK	OK
	SH4	+3	103	97			±100	OK	OK
P6	SH1	-10	90	110	17.9	18.8	±100	OK	OK
	SH2	-10	90	110			±100	OK	OK
	SH3	-10	90	110			±100	OK	OK
	SH4	-10	90	110			±100	OK	OK
A2	SH1	+35	185	115	28.0	29.4	±150	OK	OK
	SH2	+40	190	110			±150	OK	OK
	SH3	+30	180	120			±150	OK	OK
	SH4	+40	190	110			±150	OK	OK

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과, 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1(No.80) New Monocell Joint, A2(No.120), P3(No.200) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



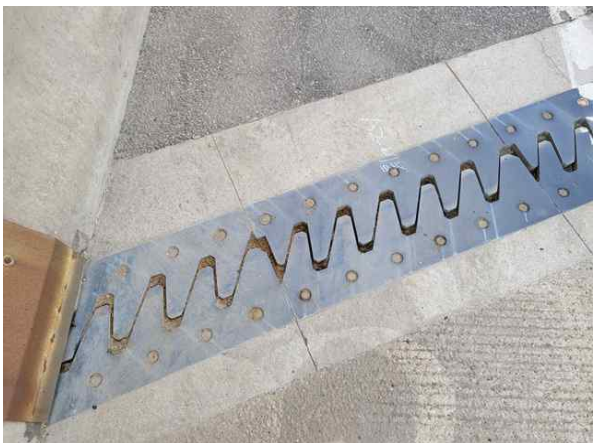
【사진 6.3.19】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 주행성 및 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 없으나, 후타재 균열(0.3mm미만), 토사퇴적, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.20】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		토사퇴적 (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	2.40	7	—	—	0.50	1
P3 (EXP J2)	1.20	4	1.00	1	1.00	1
A2 (EXP J3)	—	—	3.50	2	—	—
합계	3.60	11	4.50	3	1.50	2

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 신축이음 이물질퇴적(L=0.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 청소
			
손상현황	• P3 후타재 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P3 신축이음 이물질퇴적(L=1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 청소
			
손상현황	• A2 신축이음 토사퇴적(L=0.5m)	손상현황	• A2 신축이음 토사퇴적(L=3.0m)
원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등	원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 청소

【사진 6.3.20】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 토사퇴적, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었고, 금회 조사에서 신규손상은 조사되지 않았다. 또한 토사퇴적의 물량 오기가 있어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.21】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

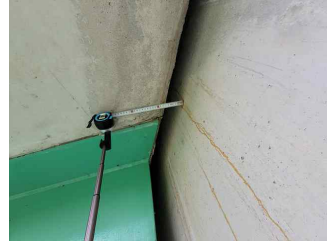
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	3.60	11	3.60	11	- -	변동없음
	토사퇴적	m	3.25	3	4.50	3	▲ 1.25	물량수정
	이물질퇴적	m	1.50	2	1.50	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 차량 윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 수준으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 토사퇴적 및 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 비산먼지 퇴적, 우천 시 이물질 유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 신축이음의 원활한 신축거동 확보를 위한 정비 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 최저·최고 기온에 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 : 2026. 05. 07. 기온 적용: 14.5℃(일평균) ΔT(신장시) : 39.3℃-14.5℃ = 24.8℃ ΔT(수축시) : -25.8℃-(14.5℃) = 40.3℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 온도변화범위(℃) 최고기온 - 2018년 08월 01일 : 39.3℃ 최저기온 - 1969년 02월 06일 : -25.8℃ - 활하중에 의한 거더의 처짐 이동량 $\Delta l_r = \sum (h_i \times \theta_i)$ 여기서, h_i : 받침의 회전중심에서 보의 중립축까지의 높이(2h/3) θ_i : 보의 회전각(콘크리트교 : 1/300, 강교 : 1/150,) = $2/3 \times 2.575 \times 1,000 \times 1/150 \approx 11.4\text{mm}$ (강교)	 

【사진 6.3.21】 신축이음 유간 측정방법

【표 6.3.22】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절 기	하절 기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	40.3	24.8	0.000012	77.5	37.5	23.1	—	37.5	23.1	
P3	40.3	24.8	0.000012	197	95.3	58.6	11.4	106.7	58.6	
A2	40.3	24.8	0.000012	119.5	57.8	35.6	11.4	69.2	35.6	
1) 조사당시 온도 : 14.5℃(조사일 : 2026년 05월 07일, 평균온도, 수원) 2) 검토온도 : -25.8℃ ~ 39.3℃(2018년 08월 01일 : 39.3℃, 1969년 02월 06일 : -25.8℃) 3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)										

【표 6.3.23】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	37.5	23.1	25	80	17.5	1.9	OK	OK
	바닥판			70	-	-	46.9	-	OK
	거더			80	-	-	56.9	-	OK
P3	신축이음	106.7	58.6	92	200	1.3	33.4	OK	OK
	바닥판			180	-	-	121.4	-	OK
	거더			325	-	-	266.4	-	OK
A2	신축이음	69.2	35.6	40	120	10.8	4.4	OK	OK
	바닥판			70	-	-	34.4	-	OK
	거더			70	-	-	34.4	-	OK
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 전개소 모두 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 콘크리트 포장으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.22】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장균열, 망상균열, 파손, 재파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.24】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 망상균열 (m²/개소)		포장 파손 (m²/개소)		포장 재파손 (m²/개소)	
S1	50.60	5	—	—	—	—	—	—
S2	77.00	5	—	—	—	—	0.09	1
S3	110.20	15	—	—	—	—	—	—
S4	19.00	5	35.00	2	—	—	—	—
S5	72.60	4	18.00	2	—	—	—	—
S5	2.00	2	240.00	1	—	—	—	—
S5	7.00	6	77.00	1	0.05	2	—	—
합계	338.40	42	410.00	7	0.05	2	0.09	1

			
손상현황	• S1 포장 균열	손상현황	• S2 포장 재파손
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 재포장	조치방안	• 부분 재포장
			
손상현황	• S3 포장 균열(L=3.0m)	손상현황	• S4 포장 망상균열
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 재포장	조치방안	• 재포장
			
손상현황	• S4 포장 균열(L=2.0m)	손상현황	• S7 포장 망상균열
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 재포장	조치방안	• 재포장

【사진 6.3.23】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 포장 균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축, 온도변화, 차량 윤하중, 외부충격 등으로 포장 균열, 망상균열, 재파손 등이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.25】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	317.40	35	338.40	42	▲ 21.00	신규손상
	포장 망상균열	m ²	389.00	6	410.00	7	▲ 21.00	신규손상
	포장 파손	m ²	0.05	2	0.05	2	- -	변동없음
	포장 재파손	m ²	-	-	0.09	1	▲ 0.09	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 조사된 포장 균열, 포장 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 차량 윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미한 수준이지만 광범위 하게 발생되어 손상의 진전 방지 및 부재의 내구성 확보 차원의 재포장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 포장 파손, 재파손의 경우 중차량 반복통행, 외부충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 주행성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 부분 재포장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 천천교의 종단구배는 (+)2.0695%, 횡단구배는 시점 (-)3.0~(+)3.0%, 종점 (-)2.0%로 시공되어 있으며, 배수구의 간격은 비봉방향 20.0m, 매봉방향 5.0m 간격으로 설치되어 있고, 배수관은 육교형으로 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.24】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.26】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)		배수구 이물질퇴적 (EA/개소)	
S1	2.00	2	1.00	1
S2	—	—	2.00	2
S3	—	—	2.00	2
S4	—	—	3.00	3
S5	—	—	3.00	3
S6	1.00	1	—	—
S7	1.00	1	—	—
합계	4.00	4	11.00	11

			
손상현황	• S1 배수구 막힘 1EA	손상현황	• S3 배수구 이물질퇴적 1EA
원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등	원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 6.3.25】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 신규손상으로 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 이물질 유입등으로 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적이 추가 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.27】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	3.00	3	4.00	4	▲ 1.00	신규손상
	배수구 이물질퇴적	EA	10.00	10	11.00	11	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 이물질 유입, 우천 시 토사유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능 확보 및 2차손상 발생 예방을 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조, 높이 H=1.35m로 시공되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 6.3.26】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 굽힘, 접속부 파손, 차수판 볼트탈락, 불량 등의 손상이 조사되었다.

【표 6.3.28】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		파손 (㎡/개소)		굽힘 (㎡/개소)		차수판 볼트탈락, 불량 (EA/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	3.00	3	21.90	16	—	—	—	—	3.00	3	—	—
S2	1.50	1	10.50	7	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	2.40	2	0.11	5	—	—	4.00	4	—	—
S4	3.60	3	5.00	4	0.25	1	0.05	1	4.00	4	—	—
S5	5.60	8	4.30	5	0.05	2	—	—	—	—	—	—
S6	2.80	3	4.50	3	0.11	2	—	—	—	—	—	—
S7	3.00	2	3.50	3	—	—	—	—	2.00	2	0.09	1
합계	19.50	20	52.10	40	0.52	10	0.05	1	13.00	13	0.09	1

			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S3 신축이음 차수판볼트 탈락 2EA
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 장기공용, 차량 반복통행 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S3 중분대 균열(0.3mm이상)	손상현황	• S4 방호벽 긁힘
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S5 방호벽 파손	손상현황	• S7 접속부 파손
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 6.3.27】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 차수판 볼트탈락, 불량 등의 손상이 확인되었고, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 파손 등 일부구간 보수가 실시되었다. 또한 금회 신규손상으로 균열(0.3mm이상), 파손, 굽힘, 차수판 볼트탈락, 접속부 파손 등의 손상이 추가로 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 6.3.29】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	24.90	24	19.50	20	▼ 5.40	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	37.30	31	52.10	40	▲ 14.80	보수,신규
	파손	m ²	0.37	10	0.52	10	▲ 0.15	보수,신규
	굽힘	m ²	—	—	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	차수판 볼트탈락, 불량	EA	11.00	11	13.00	13	▲ 2.00	신규손상
	접속부 파손	m ²	—	—	0.09	1	▲ 0.09	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 파손, 굽힘, 접속부 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미한 수준이지만 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 차수판 볼트탈락, 불량,의 경우 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 진동발생 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 원활한 사용성 확보차원의 정비 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 천천교의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~6에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



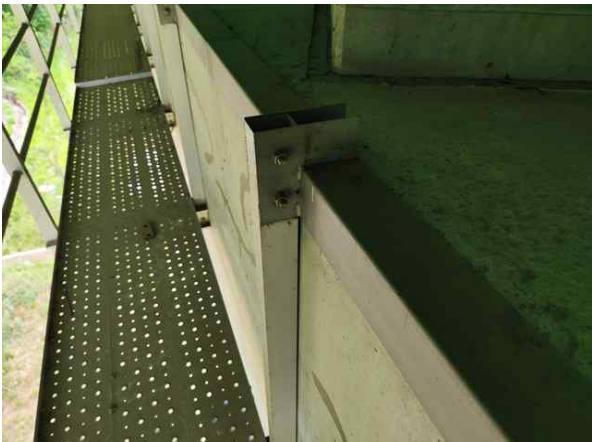
【사진 6.3.28】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 설치된 점검시설 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 점검로 고정볼트 누락 손상이 확인 되었다.

【표 6.3.30】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	점검로 고정볼트 누락(EA/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	1.00	1
P5	—	—
P6	—	—
A2	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• P4 점검로 고정볼트 누락	손상현황	• A1 점검계단 상태양호
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• -
조치방안	• 정비	조치방안	• -
			
손상현황	• P4 점검계단 상태양호	손상현황	• P6 점검로 볼트 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 6.3.29】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 점검로 고정볼트 누락 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다..

【표 6.3.31】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	점검로 고정볼트 누락	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교량 점검시설에서 조사된 점검로 고정볼트 누락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 관계자 및 점검자의 안전을 위한 정비가 필요할 것으로 판단된다.

파. 기타시설(가로등, 설명판 등)

1) 부재의 개요

- 천천교의 기타설비는 외측으로 가로등, 낙하물방지펜스, 방음판 등이 설치되어 있다.
- 기타시설에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.

	
가로등 전경	설명판 전경

【사진 6.3.30】 기타시설 전경

2) 현장조사 결과

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 6.3.32】 기타시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5		
S6		
S7	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S1 교명판 상태 현황	손상현황	• S2 가로등 볼트상태 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S4 낙하물방지펜스 상태 현황	손상현황	• S7 가로등 상태 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 6.3.31】 기타시설 손상현황

3) 기 점검과의 비교

- 전회 점검과의 비교 결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 6.3.33】 기타시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

4) 검토의견

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

하. 하천기본계획을 활용한 수리 환경조건 검토

구 분	내 용	구 분	내 용
하천등급	지방	수계	한강서해
하천명	동화천	기본계획보고서	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 수리·수문 보고서(2017.11)
계획홍수위(EL.m)	13.99	계획홍수량(m³/s)	165
교량저고(EL.m)	23.44	여유고(m)	23.44 - 13.99 = 9.45
계획홍수량에 따른 여유고 기준(m)	0.8 (계획홍수량 200 이상 ~ 500미만)	검토결과	여유고 확보 (0.80m < 9.45m)

검토결과

비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업

3.5 수리·수문 및 배수구조물 조사

3.5.1 하천조사

- 본 과업구간에 노선이 통과하거나 근접하여 수리영향이 미친다고 판단되는 하천을 조사하였고, 조사내용은 하천통과방안 및 배수처리계획 수립 등에 검토자료로 이용하였다.

가. 하천현황

- 본 과업구간에 수리영향이 미친다고 판단된 하천은 모두 8개로 지방하천 2개, 소하천 6개로 조사되었으며, 그 내용은 다음과 같다.

하 천 명	등 급	위 치 (본선속점)	관련계획
남 천 천	지방2급하천	STA. 0~480	하천정비기본계획(04,경기도)
동 화 천	지방2급하천	STA. 6+800	*
백 노 천	소하천	STA. 0+230	소하천정비기본계획(04,광주시)
미 려 천	소하천	STA. 0+820	*
동 학 천	소하천	STA. 3+140	*
덕 고 개 천	소하천	STA. 5+900	*
서 월 천	소하천	STA. 7+400	*
천 천 리 천	소하천	천천IC R-A 0+155	*

나. 하천 수리·수문현황

- 본 과업구간에서 노선통과 등 직접적인 수리영향이 있는 지점의 하천 수리 현황을 조사한 내용은 다음과 같다.

하 천 명	계획인도	계획홍수량	계획홍수위	하폭	본 과업 처리 방안
남 천 천	50	45	10.27	16	교량설치
동 화 천	*	270	13.99	37	*
백 노 천	*	21	18.82	5	*
미 려 천	*	45	21.32	14	*
동 학 천	*	43	43.72	15	*
덕 고 개 천	*	65	14.71	17	*
서 월 천	*	9	29.49	6	암거설치
천 천 리 천	*	32	25.52	11	교량 및 암거

- 52 -

* 홍수위 및 교량 능력 검토 결과, 여유고를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

관련 규정

1) KDS 51 50 05 : 2018 하천제방

·계획홍수량에 따른 여유고 확보

계획홍수량(m³/s)	다리밑 공간(m)
200 미만	0.6 이상
200이상 ~ 500미만	0.8 이상
500이상 ~ 2,000미만	1.0 이상
2,000이상 ~ 5,000미만	1.2 이상
5,000이상 ~ 10,000미만	1.5 이상
10,000이상	2.0 이상

거. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽 및 중분대, 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

너. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 6.3.34】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 천천교는 지방하천(S2), 매송고색로(S4), 수인분당선 철도(S5)를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 교면포장에서 포장 재파손(S2), 배수시설에서 배수구 막힘 및 이물질 퇴적(S1~S7)이 조사되었으며, 교면포장 재파손 손상의 경우 경미한 수준으로 차량의 통행에 영향을 미칠만한 정도는 아니다. 또한 배수시설 배수구 막힘 및 이물질 퇴적의 경우 우천 및 동절기에 체수 및 결빙이 일어날 가능성이 있어 배수시설의 원활한 배수기능 및 사용성 확보를 위하여 정비 등의 조치를 실시하고 주기적으로 관리하는 것이 필요하다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	고드름 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
5	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교면포장 부분 보수부 파손	☒ 유, ☐ 무	재파손	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☒ 유, ☐ 무	배수구 막힘, 이물질 퇴적	—	



바닥관하면 S3 외측 캔틸레버 상태현황



바닥관하면 S6 외측 캔틸레버 상태현황



교각 P4 상태현황



교각 P5 상태현황

【사진 6.3.32】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
신축이음 A1 상태현황	신축이음 A2 상태현황
	
배수시설 S1 배수구 막힘	배수시설 S3 배수구 이물질퇴적
	
교면포장 S1 상태현황	교면포장 S2 재파손

【사진 6.3.32】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

6.3.3 현장조사 총괄표

【표 6.3.35】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	58.30	100	
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	2	
	백태	m ²	0.05	5	
거더	녹발생	m ²	0.21	2	
	부식	m ²	0.50	1	
	폐기물 적치	EA	1.00	1	
	잡철물 미제거	EA	10.00	10	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	
	박리	m ²	9.91	9	
	열화	m ²	0.95	2	
	누수흔적	m ²	1.40	3	
교각	균열(0.3mm미만)	m	84.80	39	
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	52.20	15	
	백태	m ²	0.50	1	
	재료분리	m ²	0.62	3	
	열화	m ²	12.00	2	
	누수흔적	m ²	15.00	4	
	체수	EA	1.00	1	
	녹발생	EA	2.00	2	
	폐기물 적치	EA	1.00	1	
교량받침	무수축모탈 균열(0.3mm미만)	m	3.00	21	
	무수축모탈 파손	m ²	0.01	1	
	받침콘크리트 박리	m ²	0.10	1	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.63	3	
	플레이트 부식	m ²	0.07	3	
	잡철물 미제거	EA	2.00	2	
신축이음장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	3.60	11	
	토사퇴적	m	4.50	3	
	이물질퇴적	m	1.50	2	
교면포장	포장 균열	m	338.40	42	
	포장 망상균열	m ²	410.00	7	
	포장 파손	m ²	0.05	2	
	포장 재파손	m ²	0.09	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	4.00	4	
	배수구 이물질퇴적	EA	11.00	11	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	19.50	20	
	균열(0.3mm이상)	m	52.10	40	
	파손	m ²	0.52	10	
	굽힘	m ²	0.05	1	
	차수판 볼트탈락, 불량	EA	13.00	13	
	접속부 파손	m ²	0.09	1	
교량점검시설	점검로 고정볼트 누락	EA	2.00	2	
기타시설	상태양호	—	—	—	

6.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 6.3.36】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	51.30	86	58.30	100	▲ 7.00	신규손상
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	2	1.00	2	— —	변동없음
	백태	m ²	0.05	5	0.05	5	— —	변동없음
거더	녹발생	m ²	0.21	2	0.21	2	— —	변동없음
	부식	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	폐기물 적치	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	잡철물 미제거	EA	10.00	10	10.00	10	— —	변동없음
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교대	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	보수부 재균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	박리	m ²	—	—	9.91	9	▲ 9.91	신규손상
	열화	m ²	1.45	3	0.95	2	▼ 0.50	보수실시
	누수흔적	m ²	0.40	2	1.40	3	▲ 1.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	102.90	56	84.80	39	▼ 18.10	보수,신규
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	28.20	9	52.20	15	▲ 24.00	신규손상
	백태	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.04	1	0.62	3	▲ 0.58	신규손상
	열화	m ²	12.00	2	12.00	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	3.75	1	15.00	4	▲ 11.25	신규손상
	채수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	녹발생	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	폐기물 적치	EA	2.00	2	1.00	1	▼ 1	보수실시

【표 6.3.36】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.60	13	3.00	21	▲ 1.40	신규손상
	무수축물탈 파손	m ²	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 박리	m ²	-	-	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	1.04	15	0.63	3	▼ 0.41	보수실시
	플레이트 부식	m ²	0.07	3	0.07	3	- -	변동없음
	잡철물 미제거	EA	-	-	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
신축이음 장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	3.60	11	3.60	11	- -	변동없음
	토사퇴적	m	3.25	3	4.50	3	▲ 1.25	물량수정
	이물질퇴적	m	1.50	2	1.50	2	- -	변동없음
교면포장	포장 균열	m	317.40	35	338.40	42	▲ 21.00	신규손상
	포장 망상균열	m ²	389.00	6	410.00	7	▲ 21.00	신규손상
	포장 파손	m ²	0.05	2	0.05	2	- -	변동없음
	포장 재파손	m ²	-	-	0.09	1	▲ 0.09	신규손상
배수시설	배수구 막힘	EA	3.00	3	4.00	4	▲ 1.00	신규손상
	배수구 이물질퇴적	EA	10.00	10	11.00	11	▲ 1.00	신규손상
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	24.90	24	19.50	20	▼ 5.40	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	37.30	31	52.10	40	▲ 14.80	보수,신규
	파손	m ²	0.37	10	0.52	10	▲ 0.15	보수,신규
	긁힘	m ²	-	-	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	차수판 볼트탈락, 불량	EA	11.00	11	13.00	13	▲ 2.00	신규손상
	접속부 파손	m ²	-	-	0.09	1	▲ 0.09	신규손상
교량점검 시설	점검로 고정볼트 누락	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
기타시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

6.4 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[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

6.4.1 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 6.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	8	8	8	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

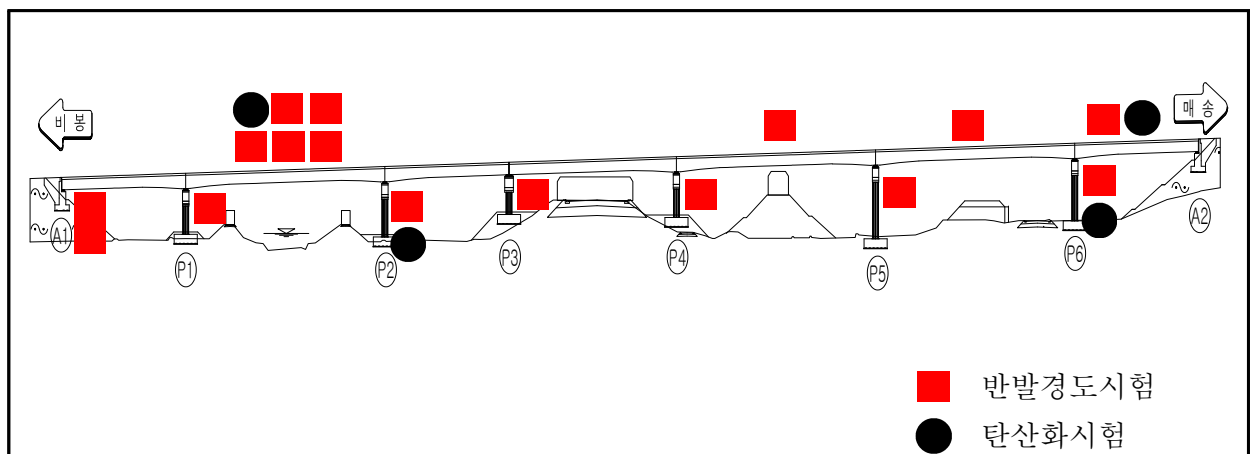
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소작업차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

6.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)을 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.



【사진 6.4.2】 반발경도시험 현장사진

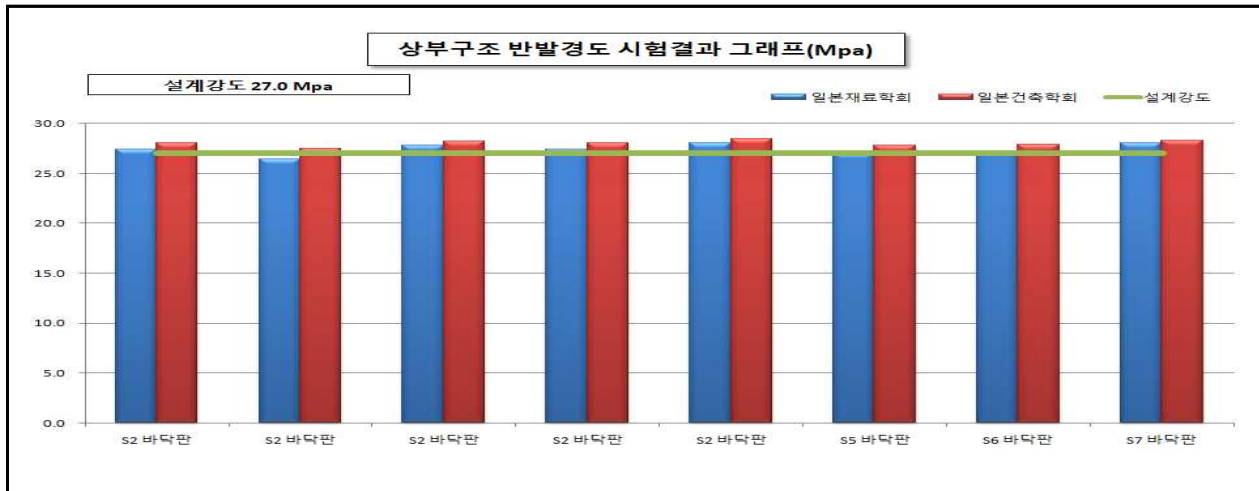
1) 비파괴강도 시험결과

【표 6.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S2	바닥판	48.5	27.4	28.0	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	47.2	26.4	27.5			비건전부
	S2	바닥판	48.9	27.8	28.2			건전부
	S2	바닥판	48.5	27.4	28.0			비건전부
	S2	바닥판	49.2	28.0	28.4			건전부
	S5	바닥판	47.9	27.0	27.8			건전부
	S6	바닥판	48.2	27.2	27.9			건전부
	S7	바닥판	49.1	28.0	28.3			건전부
평균			—	27.4	28.0	—	—	
표준편차			—	0.38	0.19	—	—	
변동계수			—	0.014	0.007	—	—	
최대값			—	28.0	28.4	—	—	
최소값			—	26.4	27.5	—	—	

【표 6.4.3】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.5	~ 28.4	27.0	28.0	101.9 ~ 105.2	



【그림 6.4.2】 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 6.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

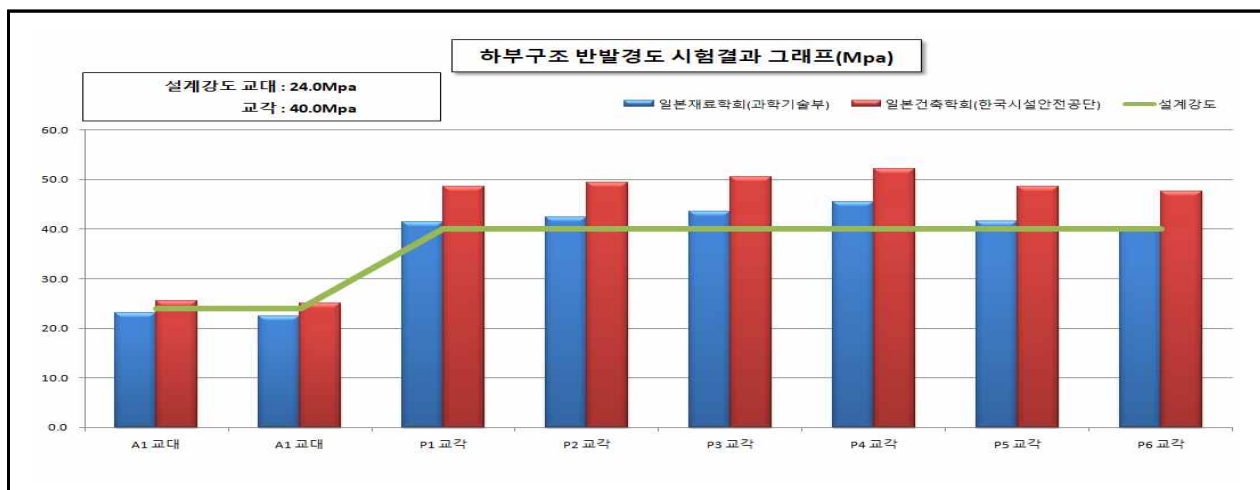
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	43.0	23.1	25.6	0.63	24.0	건전부
	A1	교대	42.2	22.4	25.1			비건전부
평균			—	22.8	25.4	—	—	
표준편차			—	0.49	0.35	—	—	
변동계수			—	0.022	0.014	—	—	
최대값			—	23.1	25.6	—	—	
최소값			—	22.4	25.1	—	—	

【표 6.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
하부 구조	P1	교각	51.5	41.4	48.5	0.63	40.0	건전부
	P2	교각	52.6	42.4	49.4			건전부
	P3	교각	53.9	43.6	50.5			건전부
	P4	교각	56.0	45.5	52.2			건전부
	P5	교각	51.7	41.6	48.6			건전부
	P6	교각	50.5	40.4	47.6			건전부
평균			—	42.5	49.5	—	—	
표준편차			—	0.48	0.43	—	—	
변동계수			—	0.011	0.009	—	—	
최대값			—	45.5	52.2	—	—	
최소값			—	40.4	47.6	—	—	

【표 6.4.6】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회 (한국시설안전공단)					
교대	24.3	~ 24.7	24.0	24.5	101.3 ~ 102.9	
교각	47.6	~ 52.2	40.0	49.5	119.0 ~ 130.5	



【그림 6.4.3】 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.5~28.4MPa, 하부구조(교대) 25.1~25.6MPa, 하부구조(교각) 47.6~52.2MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.0%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	바닥판	24.5 ~ 26.3	27.5 ~ 28.4	27.0
	교대	22.2 ~ 23.8	25.1 ~ 25.6	24.0
	교각	44.3 ~ 51.3	47.6 ~ 52.2	40.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 6.4.8】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 05. 07. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	천천교
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 40.0Mpa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.5℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 페놀프탈레인 용액 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복 두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값을 적용하였다.



【사진 6.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

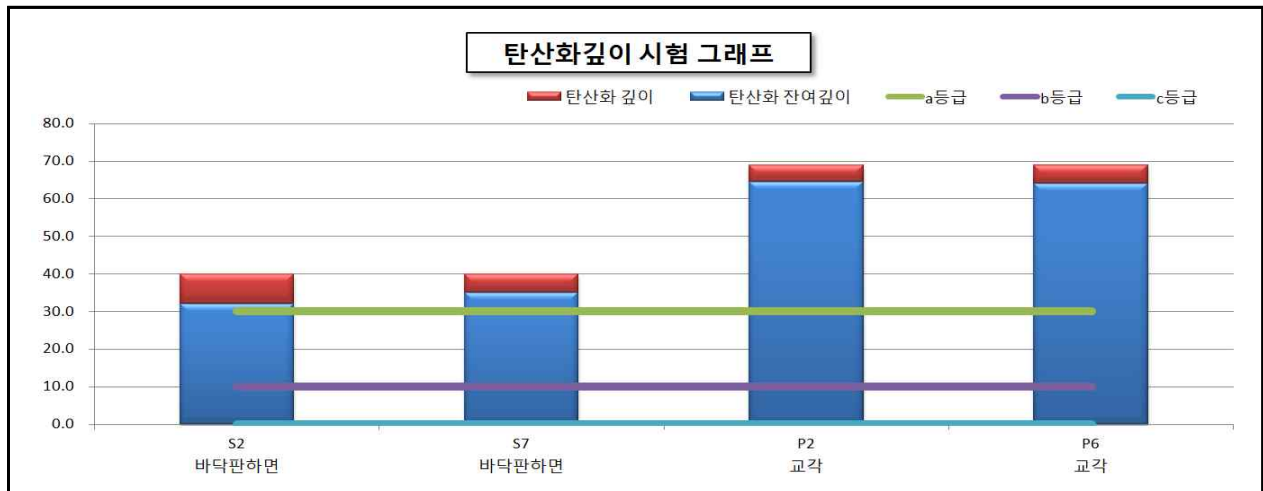
【표 6.4.9】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	8.0	40.0	32.0	9	2.67	100년 이상	a등급	
	S7 바닥판하면	5.0	40.0	35.0	9	1.67	100년 이상	a등급	
하부 구조	P2 교각	4.5	69.0	64.5	9	1.50	100년 이상	a등급	
	P6 교각	5.0	69.0	64.0	9	1.67	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0mm~8.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.5mm~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 6.4.10】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	5.0~8.0	32.0~35.0	
하부구조	4.5~5.0	64.0~64.5	



【그림 6.4.4】 탄산화 깊이 측정결과

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 천천교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 6.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S2				
피복두께(mm)	40.0			
탄산화 진행깊이(mm)	8.0			
잔여깊이(mm)	32.00			
탄산화 속도계수	2.67			
공용년수	9년			
잔존수명	100년 이상			
평가	a			

탄산화 등급 a (32)	A (탄산화 속도 계수) 2.66667 (mm/year0.5)	등급 산정 기준	a	b	c	d
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

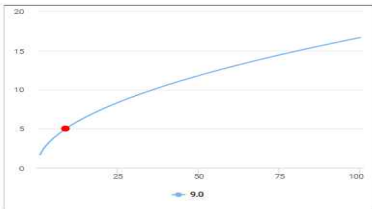
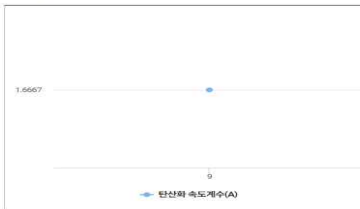
탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

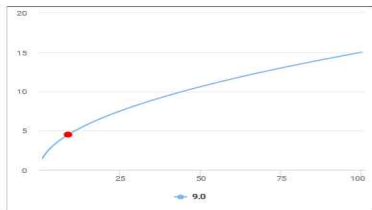
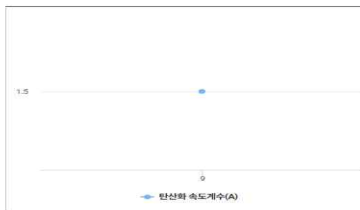
탄산화 등급

【표 6.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

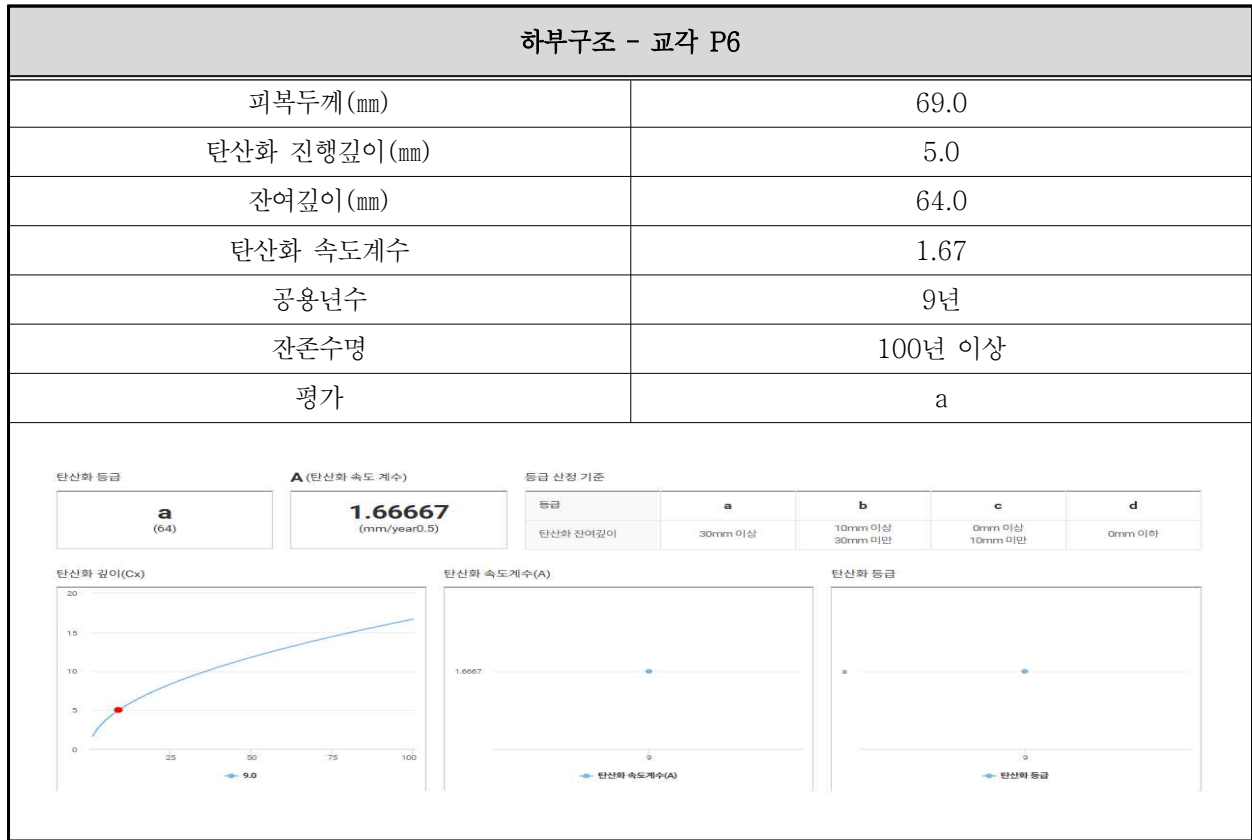
상부구조 - 바닥판 S7	
피복두께(mm)	40.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	35.0
탄산화 속도계수	1.67
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (35)	1.66667 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

하부구조 - 교각 P2	
피복두께(mm)	69.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.5
잔여깊이(mm)	64.5
탄산화 속도계수	1.50
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (64.5)	1.5 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

【표 6.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)



3) 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.12】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2024년 정밀안전점검			2026년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.0~2.8	43.0~115.7	a	5.0~8.0	32.0~35.0	a	
하부구조	1.0~2.5	60.0~123.5	a	4.5~5.0	64.0~64.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 6.4.13】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2026년 05월 07일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	9년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 탄산화 깊이 측정 시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 6.4.14】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.5 ~ 28.4	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.3 ~ 24.7	24.0	
		교각	47.6 ~ 52.2	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		32.0~35.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		64.0~64.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 6.4.15】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	24.5	~	26.3	27.5	~	28.4	■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대	22.2	~	23.8	25.1	~	25.6	
		교각	44.3	~	51.3	47.6	~	52.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		43.0~115.7		a	32.0~35.0		a	■탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		60.0~123.5		a	64.0~64.5		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

6.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 현장조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 현장조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

6.5.1 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.

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 ‘부록. 상태평가 결과 자료’에 수록하였다.

【표 6.5.1】 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	월류고
S1	A1	PUS	b	a	a	b	c	c	b	a	b	q	—	—
S2	P1	PUS	b	b	a	b	c	c	—	b	c	q	a	a
S3	P2	PUS	b	b	a	b	c	c	—	b	b	q	a	—
S4	P3	PUS	a	b	a	b	c	c	—	b	b	q	—	—
S5	P4	PUS	b	a	a	b	c	c	—	b	b	q	—	—
S6	P5	PUS	b	a	a	c	c	c	—	b	b	q	—	—
S7	P6	PUS	b	a	a	b	c	c	—	b	b	q	a	—
	A2								b	b	c	q	—	—
평균			0.186	0.143	0.100	0.229	0.400	0.400	0.200	0.188	0.250	—	0.1(최저)	
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7	
(평균×가중치) /가중치합			0.029	0.024	0.004	0.014	0.010	0.007	0.015	0.014	0.079	—	0.006	
※ A1의 상태평가 결과 손상면적율 2.45%로 ‘c’ 등급으로 평가되었으나, 누수흔적에 따른 손상이 손상면적률 대비 경미한 수준으로 판단되어 ‘b’ 등급으로 상향 조정하여 평가하였다..													0.203	
※ P3의 상태평가 결과 손상면적율 11.67%로 ‘c’ 등급으로 평가되었으나, 누수흔적에 따른 손상이 손상면적률 대비 경미한 수준으로 판단되어 ‘b’ 등급으로 상향 조정하여 평가하였다.													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.203) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 6.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
천천교	0.203	B	394.00	4	1,576.00	1.000	0.203
합계(Σ)			394.00	4	1,576.00	1.000	0.203
1. 평가지수 =							0.203
2. 상태평가결과 =							B

6.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 6.5.3】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

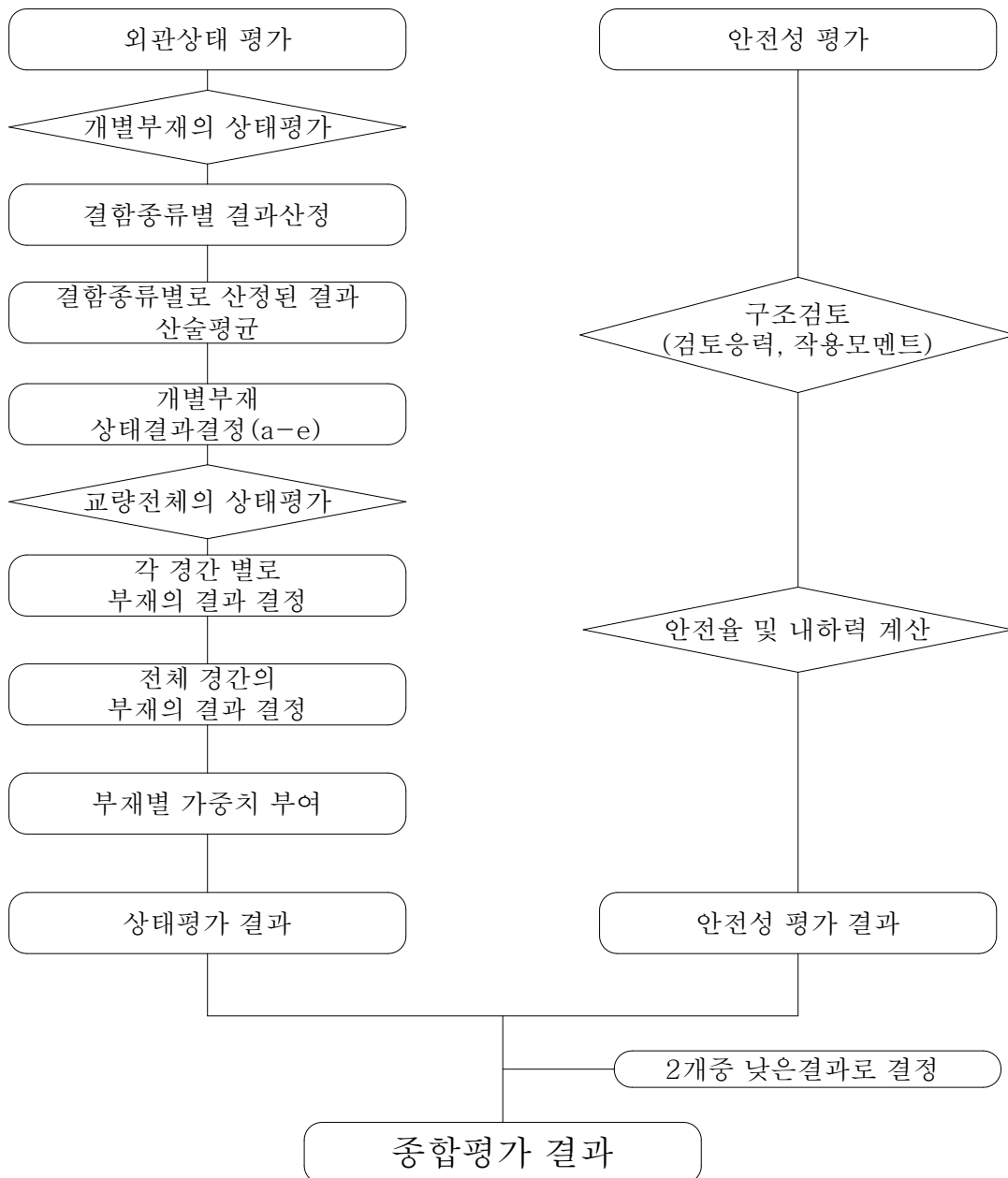
구 분	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.192	0.203
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 천천교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.192에서 0.203으로 0.011 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 균열, 교대 박리, 누수흔적, 교각 균열, 망상균열, 재료분리, 교량받침 받침콘크리트 박리, 등의 신규손상이 조사되었고, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.	

6.6 종합평가 및 안전등급 지정

6.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 6.6.1】 종합평가 결과 산정절차

6.6.2 종합평가 결과

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

【표 6.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
천천교	0.203	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

6.6.3 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 6.6.2】 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

6.7 보수·보강 및 유지관리방안

6.7.1 보수·보강 방안

【표 6.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	58.30	100	표면처리	하자
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	2	표면처리	하자
	백태	m ²	0.05	5	표면처리	하자
거더	녹발생	m ²	0.21	2	재도장	2순위
	부식	m ²	0.50	1	재도장	2순위
	폐기물 적치	EA	1.00	1	정비	3순위
	잡철물 미제거	EA	10.00	10	정비	3순위
가로보	상태양호	-	-	-	-	-
교대	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	표면처리	하자
	박리	m ²	9.91	9	하자	하자
	열화	m ²	0.95	2	하자	하자
	누수흔적	m ²	1.40	3	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	84.80	39	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	하자
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	52.20	15	표면처리	하자
	백태	m ²	0.50	1	표면처리	하자
	재료분리	m ²	0.62	3	단면보수	하자
	열화	m ²	12.00	2	단면보수	하자
	누수흔적	m ²	15.00	4	표면처리	하자
	채수	EA	1.00	1	주의관찰	하자
	녹발생	EA	2.00	2	표면처리	하자
	폐기물 적치	EA	1.00	1	정비	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	3.00	21	표면처리	3순위
	무수축물탈 파손	m ²	0.01	1	단면보수	2순위
	받침콘크리트 박리	m ²	0.10	1	단면보수	2순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.63	3	단면보수	2순위
	플레이트 부식	m ²	0.07	3	재도장	2순위
	잡철물 미제거	EA	2.00	2	단면보수(방청)	1순위
신축이음장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	3.60	11	주의관찰	-
	토사퇴적	m	4.50	3	청소	2순위
	이물질퇴적	m	1.50	2	청소	2순위
교면포장	포장 균열	m	338.40	42	재포장	2순위
	포장 망상균열	m ²	410.00	7	재포장	2순위
	포장 파손	m ²	0.05	2	재포장	2순위
	포장 재파손	m ²	0.09	1	재포장	2순위
배수시설	배수구 막힘	EA	4.00	4	청소	2순위
	배수구 이물질퇴적	EA	11.00	11	청소	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	19.50	20	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	52.10	40	주입보수	3순위
	파손	m ²	0.52	10	단면보수	3순위
	긁힘	m ²	0.05	1	단면보수	3순위
	접속부 파손	m ²	0.09	1	단면보수	3순위
	차수판 볼트탈락, 불량	EA	13.00	13	정비	3순위
교량점검시설	점검로 고정볼트 누락	EA	2.00	2	정비	2순위
기타시설	상태양호	-	-	-	-	-

6.7.2 개략공사비

【표 6.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	녹발생	재도장	0.21	0.32	m²	330	106	2순위
	부식	재도장	0.50	0.75	m²	330	248	2순위
	폐기물 적치	정비	1.00	1.00	EA	8	8	3순위
	잡철물 미제거	정비	10.00	10.00	EA	8	80	3순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	3.00	1.13	m²	126	142	3순위
	무수축물탈 파손	단면보수	0.01	0.02	m²	450	9	2순위
	반침콘크리트 박리	단면보수	0.10	0.15	m²	450	68	2순위
	반침콘크리트 재료분리	단면보수	0.63	0.95	m²	450	428	2순위
	플레이트 부식	재도장	0.07	0.11	m²	330	36	2순위
	잡철물 미제거	단면보수(형상)	2.00	2.00	EA	720	1,440	1순위
신축이음 장치	토사퇴적	청소	4.50	6.75	m	184	1,242	2순위
	이물질퇴적	청소	1.50	2.25	m	184	414	2순위
교면포장	포장 균열	재포장	338.40	126.90	m²	193	24,492	2순위
	포장 망상균열	재포장	410.00	615.00	m²	193	118,695	2순위
	포장 파손	재포장	0.05	0.08	m²	193	15	2순위
	포장 재파손	재포장	0.09	0.14	m²	193	27	2순위
배수시설	배수구 막힘	청소	4.00	4.00	EA	184	736	2순위
	배수구 이물질퇴적	청소	11.00	11.00	EA	184	2,024	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	19.50	7.31	m²	126	921	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	52.10	78.15	m	117	9,144	3순위
	파손	단면보수	0.52	0.78	m²	450	351	3순위
	긁힘	단면보수	0.05	0.08	m²	450	36	3순위
	접속부 파손	단면보수	0.09	0.14	m²	450	63	3순위
	차수판 볼트탈락, 불량	정비	13.00	13.00	EA	8	104	3순위
교량 점검시설	점검로 고정볼트 누락	정비	2.00	2.00	EA	8	16	2순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,440		148,556		10,849		
	재경비 (순공사비의 50%)	720		74,278		5,425		
	합계	2,160		222,834		16,274		
개략공사비 총계(천원)		241,268						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

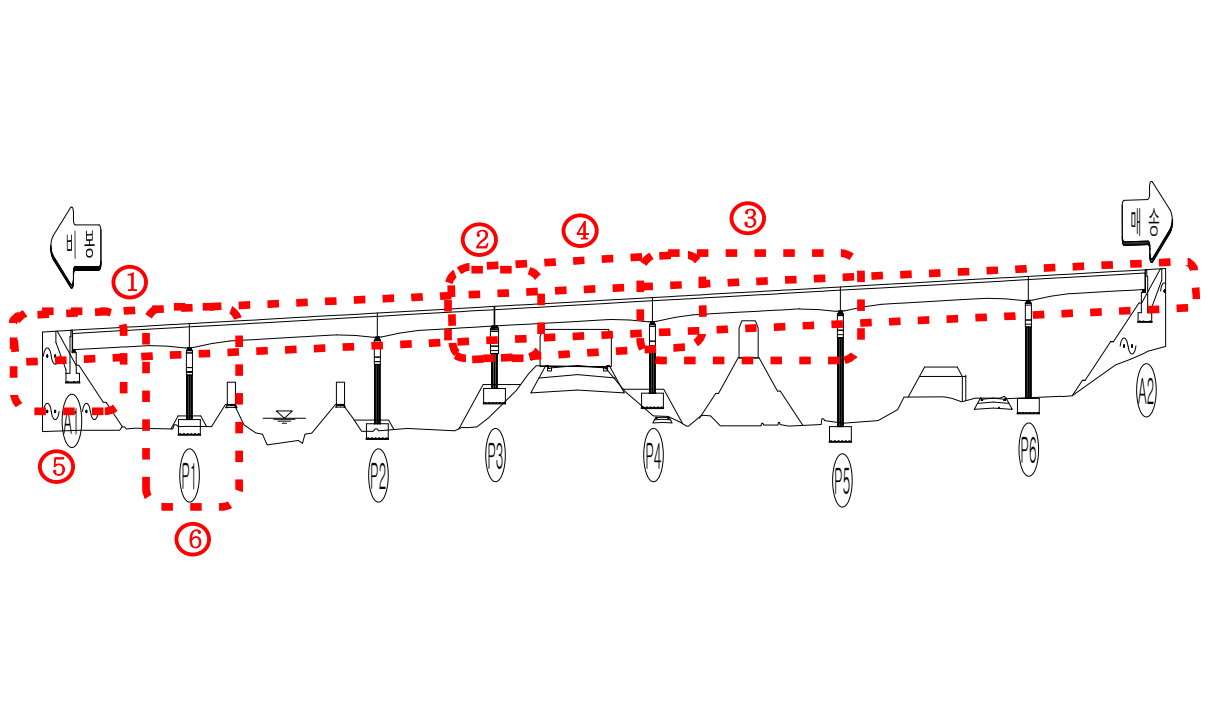
6.7.3 유지관리방안

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 6.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽	• 방호벽 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
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) • 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 교면포장 균열, 망상균열 - 진전 여부확인	② 신축이음 P3 후타재 균열- 진전 여부확인	③ 바닥판하면 S5 균열(0.3mm미만) - 진전 여부확인
		
④ 거더외부 S4-G1 부식 - 진전 여부확인	⑤ 교대 A1 박리 - 진전 여부확인	⑥ 교각 P1 균열(0.3mm이상) - 진전 여부확인
		

6.8 종합결론

본 시설물은 경기도 화성시 봉담읍 내리 11에 위치한 교량으로서 총 연장 394.0m, 폭 21.07m, 왕복 4차로로, 2017년도에 준공되어 약 9년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

6.8.1 종합의견

- 1) 대상시설물의 종합평가결과, 안전등급은 ‘B’ 등급으로서, 중대결함 및 주의할 만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함.
- 2) 전회 점검 이후 주요 구조체의 결함 진행 및 발생은 전반적으로 미미한 수준으로서 대부분 일상적인 유지관리차원의 보수만으로도 사용성 및 기능유지가 가능함.
- 3) 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 천천교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.

6.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 계절변화에 따른 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태의 경우 습기흡착, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 저하 방지 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

2) PUS Girder

- 거더외부의 현장조사 결과, 녹발생, 부식의 경우 외기노출, 습기흡착, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 저하 방지 차원의 재도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 녹발생의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 저하 방지 차원의 재도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

- 조사된 폐기물 적치, 잡철물 미제거의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 유지관리 및 내구성 저하 방지를 위한 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 보수부 재균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 우수유입, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 시설물의 내구성 확보차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 박리의 경우 공용기간 증가, 우수유입, 다짐부족 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물의 안전성에 미칠만한 손상은 아니지만, 내구성 저하 방지를 위하여 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 열화, 누수흔적의 경우 공용기간 증가, 신축이음 하부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 신축이음 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 비구조적인 균열로 내구성확보 차원의 표면처리, 주입보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 외부 우수유입, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미한 수준으로 내구성 저하 방지를 위하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공시 다짐부족에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 열화의 경우 공용기간 증가, 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 저하 방지 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 누수흔적, 체수의 경우 공용기간 증가, 신축이음 하부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한

손상으로 판단되며, 채수의 경우 현재 표면이 건조되어 양호한 상태이지만 우천 시 재발생 가능성이 있어 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 필요할 것으로 판단되며, 누수흔적의 경우 즉각적인 보수보다는 신속이음 보수공사와 연계하여 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

- 조사된 녹발생의 경우 공용기간 증가, 외기노출, 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 수준의 손상으로 손상의 진전 및 2차손상 발생 방지를 위하여 표면처리 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 폐기물 적치의 경우 시공완료 후 정리미흡에 의한 손상으로 시설물의 원활한 유지관리를 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

6) 기초

- 천천교의 기초는 교대 및 교각은 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 시설물의 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 박리, 재료분리의 경우 외부충격, 시공시 다짐부족, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 수준의 손상으로 시설물의 내구성 저하 방지 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며 손상의 진전 및 2차손상 발생 예방을 위한 채도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 잡철물 미제거의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지를 위하여 단면보수(방청) 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과, 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 차량 윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 수준으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 토사퇴적 및 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 비산먼지 퇴적, 우천 시 이물질 유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 신축이음의 원활한 신축거동 확보를 위한 정비 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 전개소 모두 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에서 조사된 포장 균열, 포장 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 차량 윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미한 수준이지만 광범위 하게 발생되어 손상의 진전 방지 및 부재의 내구성 확보 차원의 재포장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 포장 파손, 재파손의 경우 중차량 반복통행, 외부충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 주행성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 부분 재포장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘, 배수구 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 이물질 유입, 우천 시 토사유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능 확보 및 2차손상 발생 예방을 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 파손, 균열, 접속부 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미한 수준이지만 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

- 조사된 차수판 볼트탈락, 불량률의 경우 공용기간 증가, 차량 반복통행으로 인한 진동발생 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 부재의 원활한 사용성 확보차원의 정비 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

12) 교량 점검시설

- 교량 점검시설에서 조사된 점검로 고정볼트 누락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 관계자 및 점검자의 안전을 위한 정비가 필요할 것으로 판단된다.

13) 기타시설

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

14) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 점검시설, 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

15) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.5~28.4MPa, 하부구조(교대) 25.1~25.6MPa, 하부구조(교각) 47.6~52.2MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.0%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0mm~8.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.5mm~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 천천교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.192에서 0.203으로 0.011 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 균열, 교대 박리, 누수흔적, 교각 균열, 망상균열, 재료분리, 교량받침 받침콘크리트 박리, 등의 신규손상이 조사되었고, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 천천교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 천천교의 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 판단된다.

6.8.3 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.

6.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교대 박리, 교각 균열(0.3mm이상), 교면포장 균열, 망상균열 등에 대한 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 요구된다.

6.8.5 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.