

2. 양노교

2.1 시설물 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 현장조사

2.4 콘크리트 내구성조사

2.5 상태평가

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.7 보수·보강 및 유지관리 방안

2.8 종합결론

2. 양노교

2.1 시설물의 개요

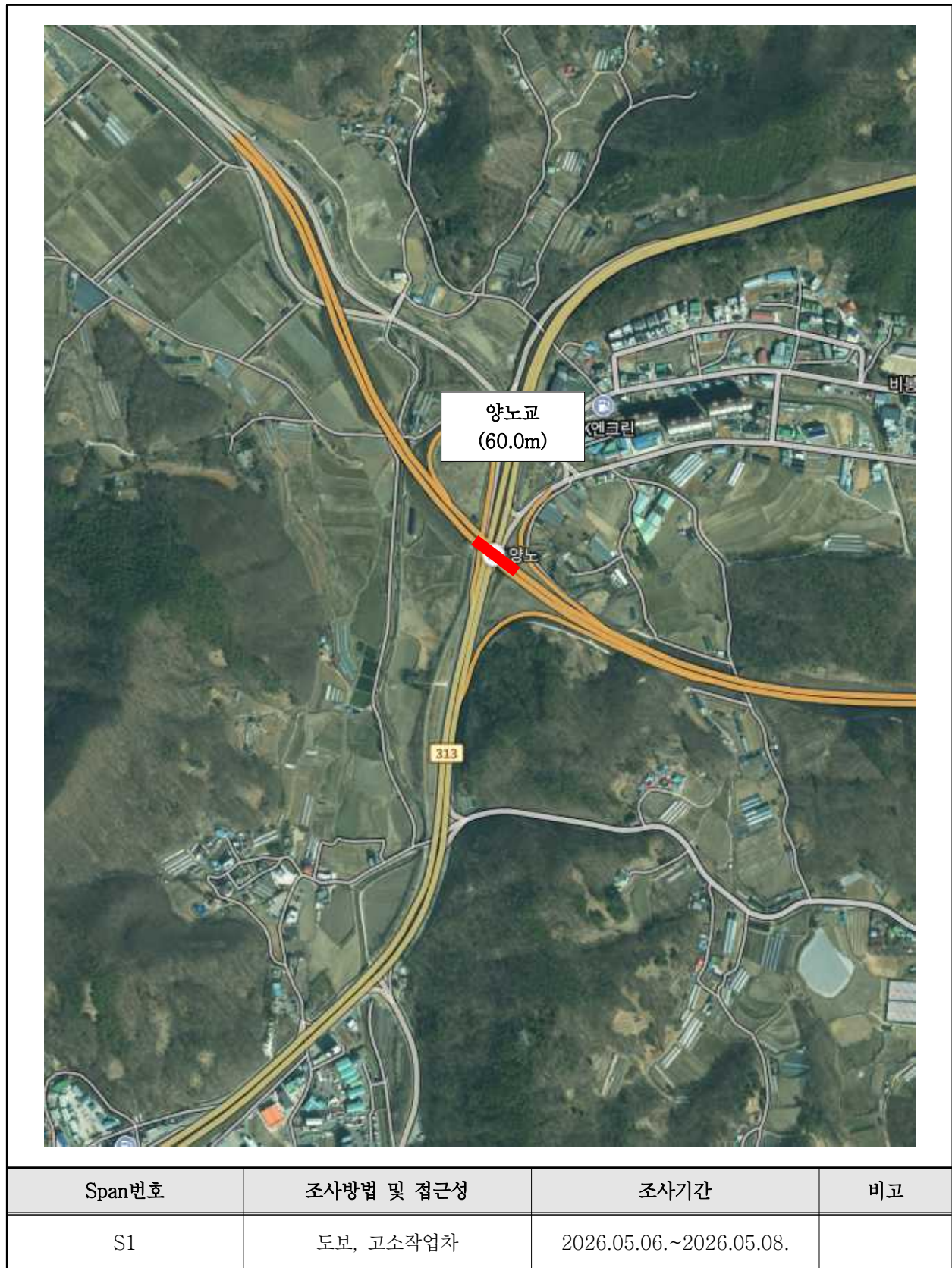
본 시설물은 경기도 화성시 비봉면 양노리 514-1에 위치한 교량으로서 총 연장 60.0m, 폭 26.0m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

2.1.1 일반사항

【표 2.1.1】 양노교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000444		관리번호		-	
시설물위치		경기도 화성시 비봉면 양노리 514-1		준공년월일		2017. 06. 30	
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		STA.0K-291.3 ~STA.0K-231.3	
제원	연장	L=60.0m, (1@60m=60m)					
	폭	B=26.0m, 왕복4차로					
구조 형식	상부	HIPC Girder		기초 형식	교 각	-	
	하부	교대 : 역 T형			교 대	말뚝기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		New Monocell	
교차시설물		지방도 제313호선 화성로		통과높이		5.0m	
부착시설내용		점검로, 투석방지망					
시 공 자		현대엔지니어링(주)		관리주체		화성도시고속도로(주)	

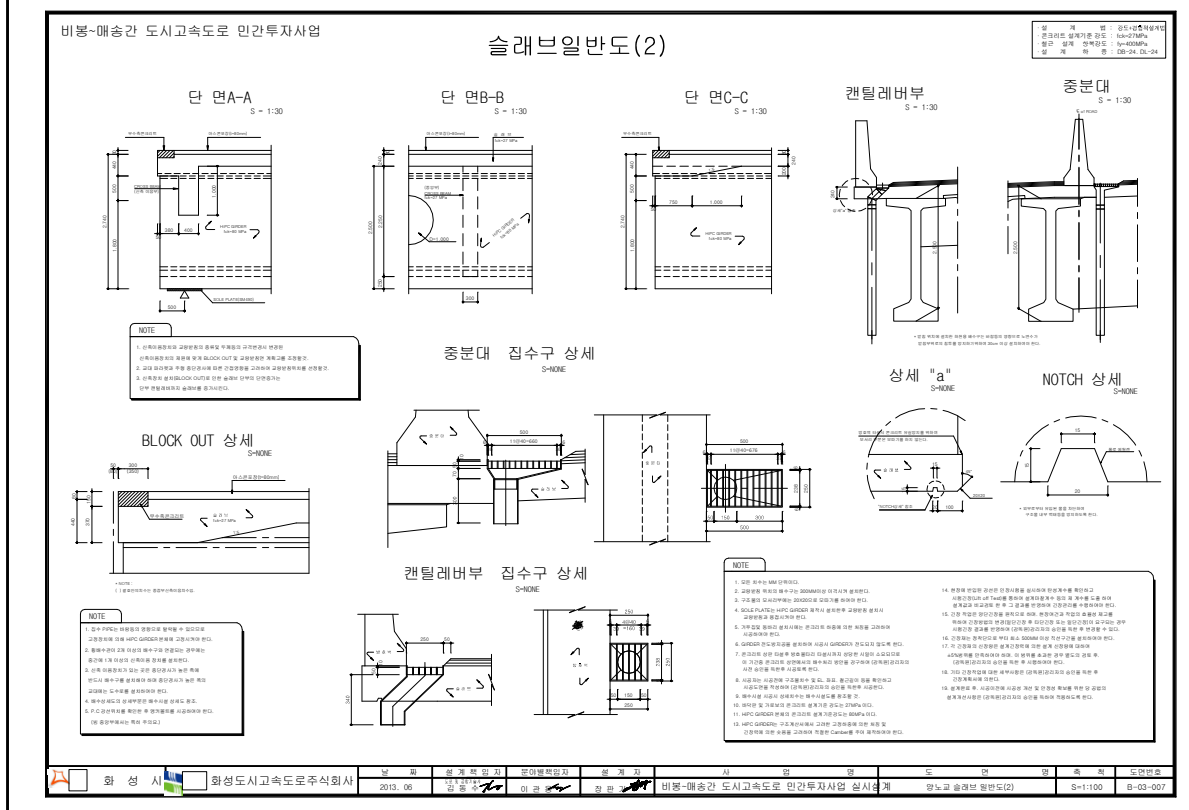
2.1.2 위치도 및 전경사진



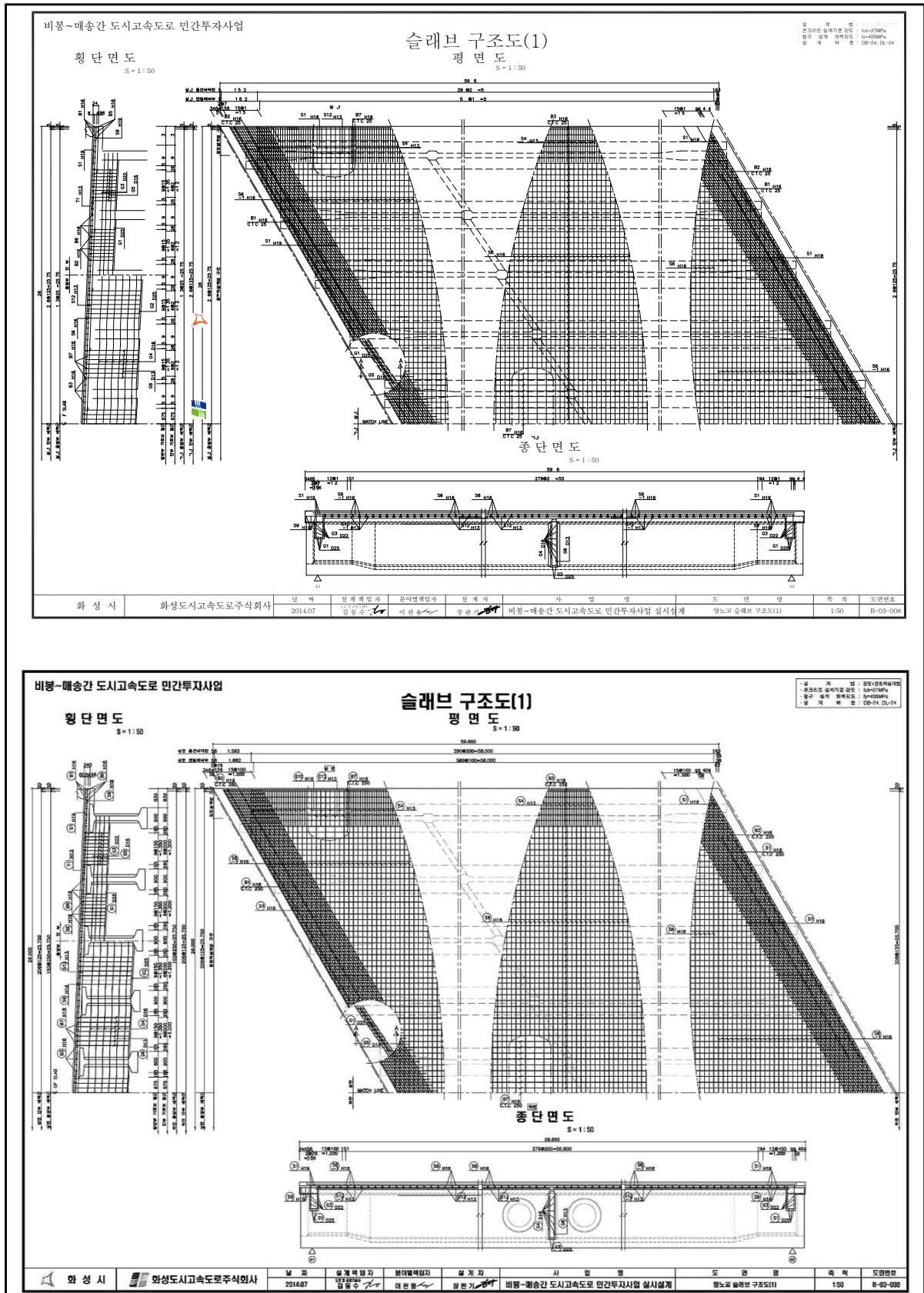
【그림 2.1.1】 위치도

	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	거더 전경
	
교량받침 전경	교대 전경

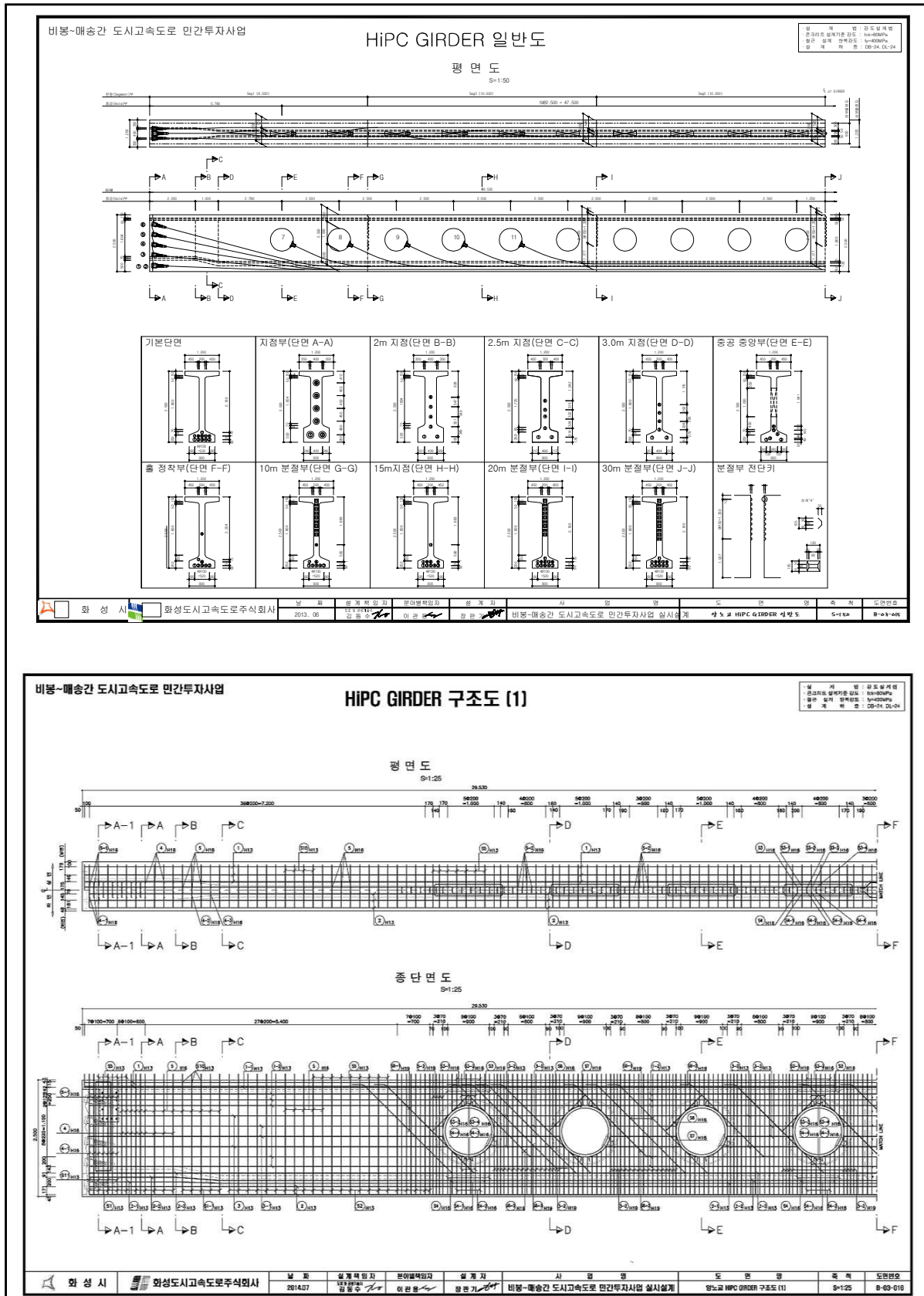
【그림 2.1.2】 부재별 현황



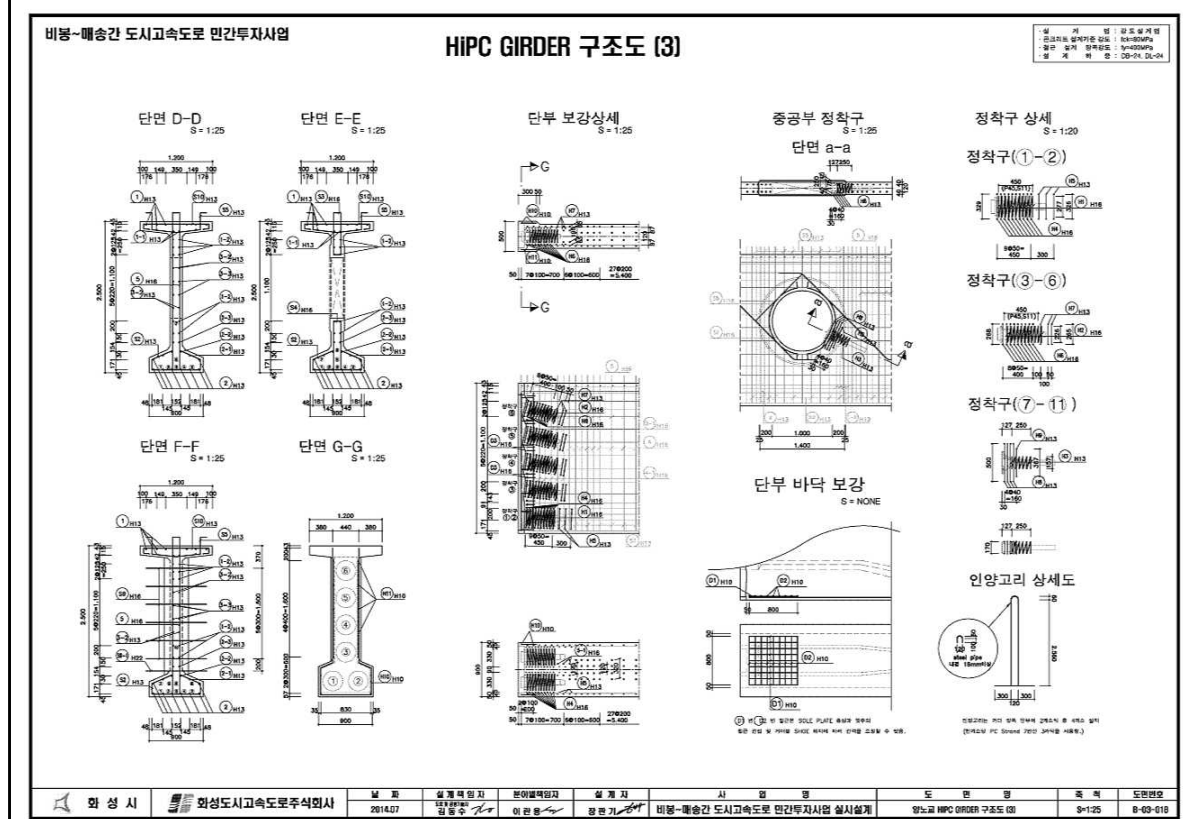
【그림 2.1.4】 슬래브 일반도



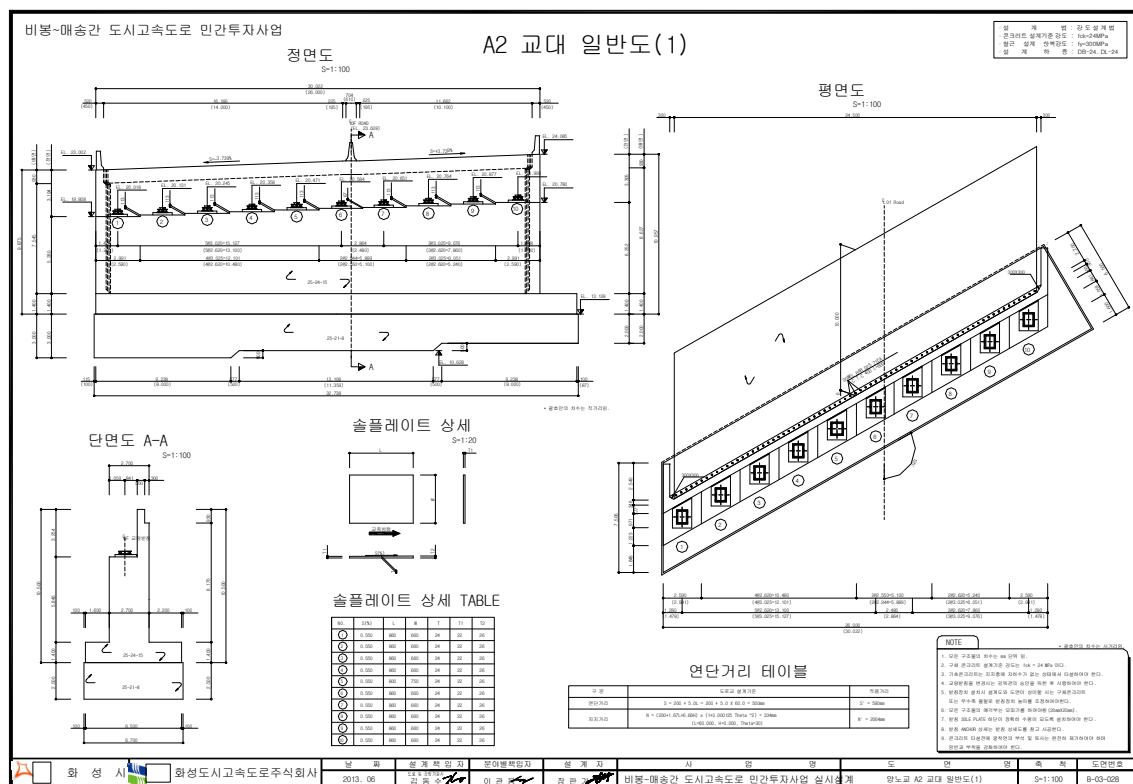
【그림 2.1.5】 슬래브 구조도



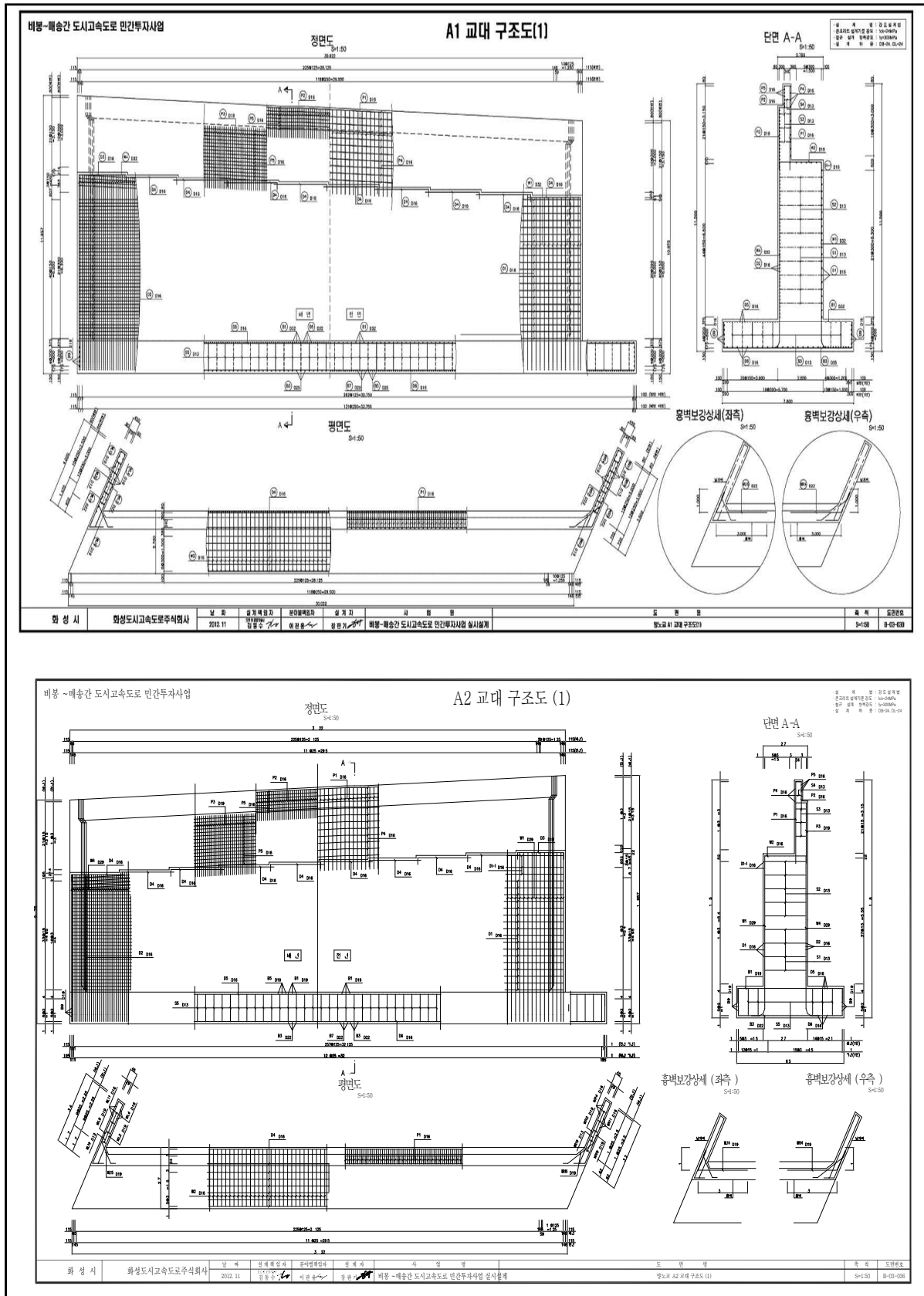
【그림 2.1.6】 거더 일반도 및 구조도



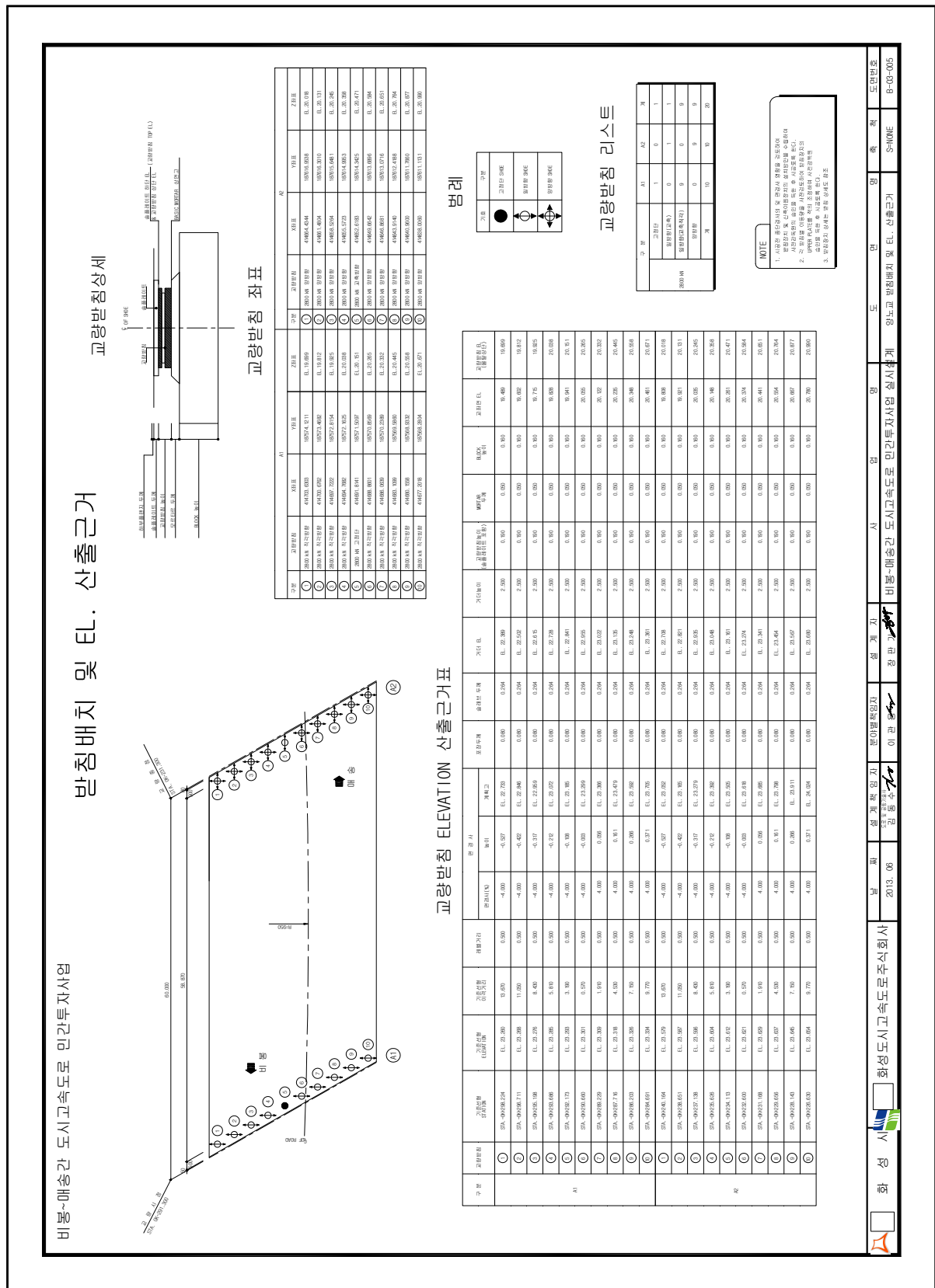
【그림 2.1.7】 거더 구조도



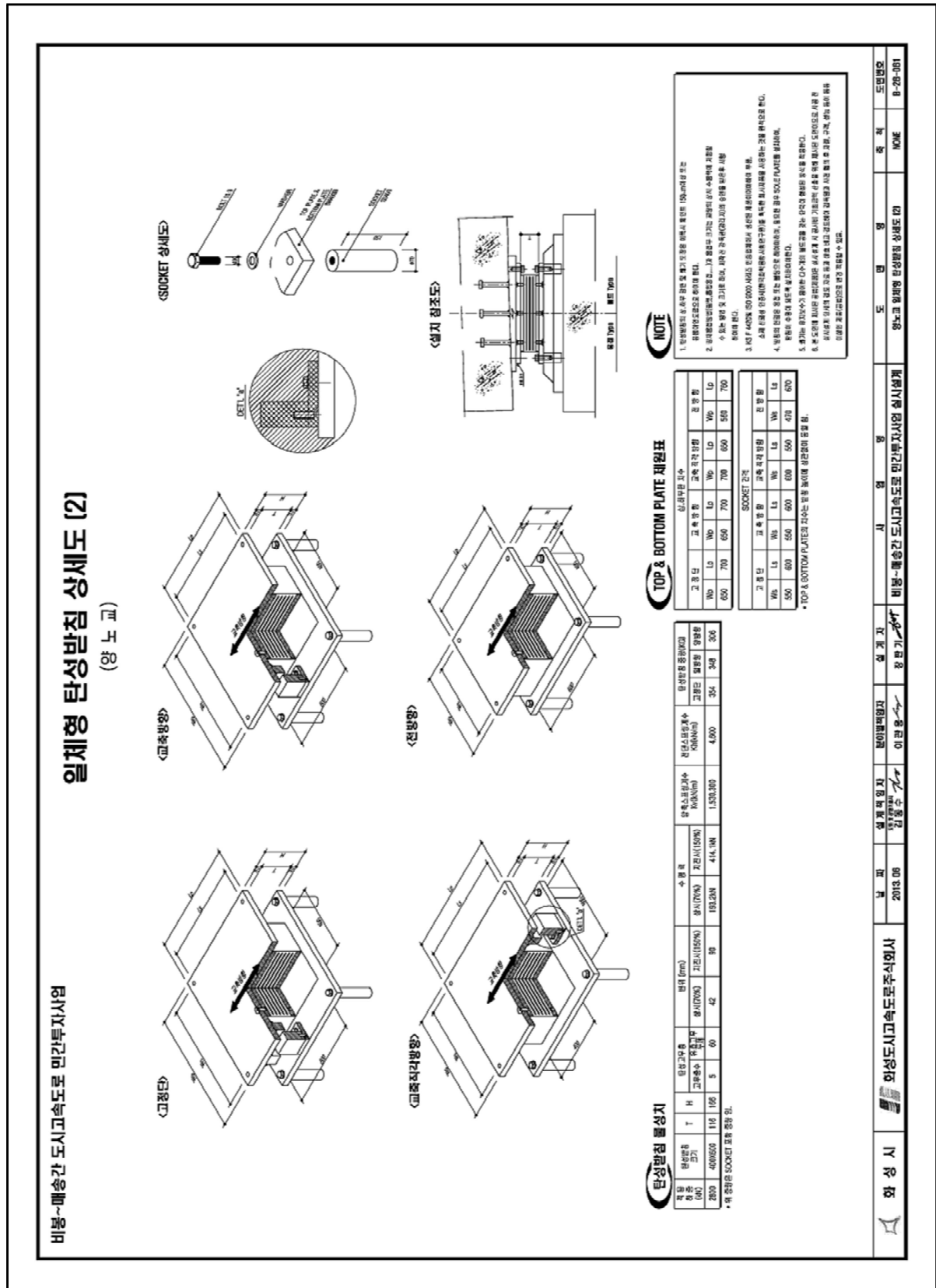
【그림 2.1.8】 교대 일반도



【그림 2.1.9】 교대 구조도

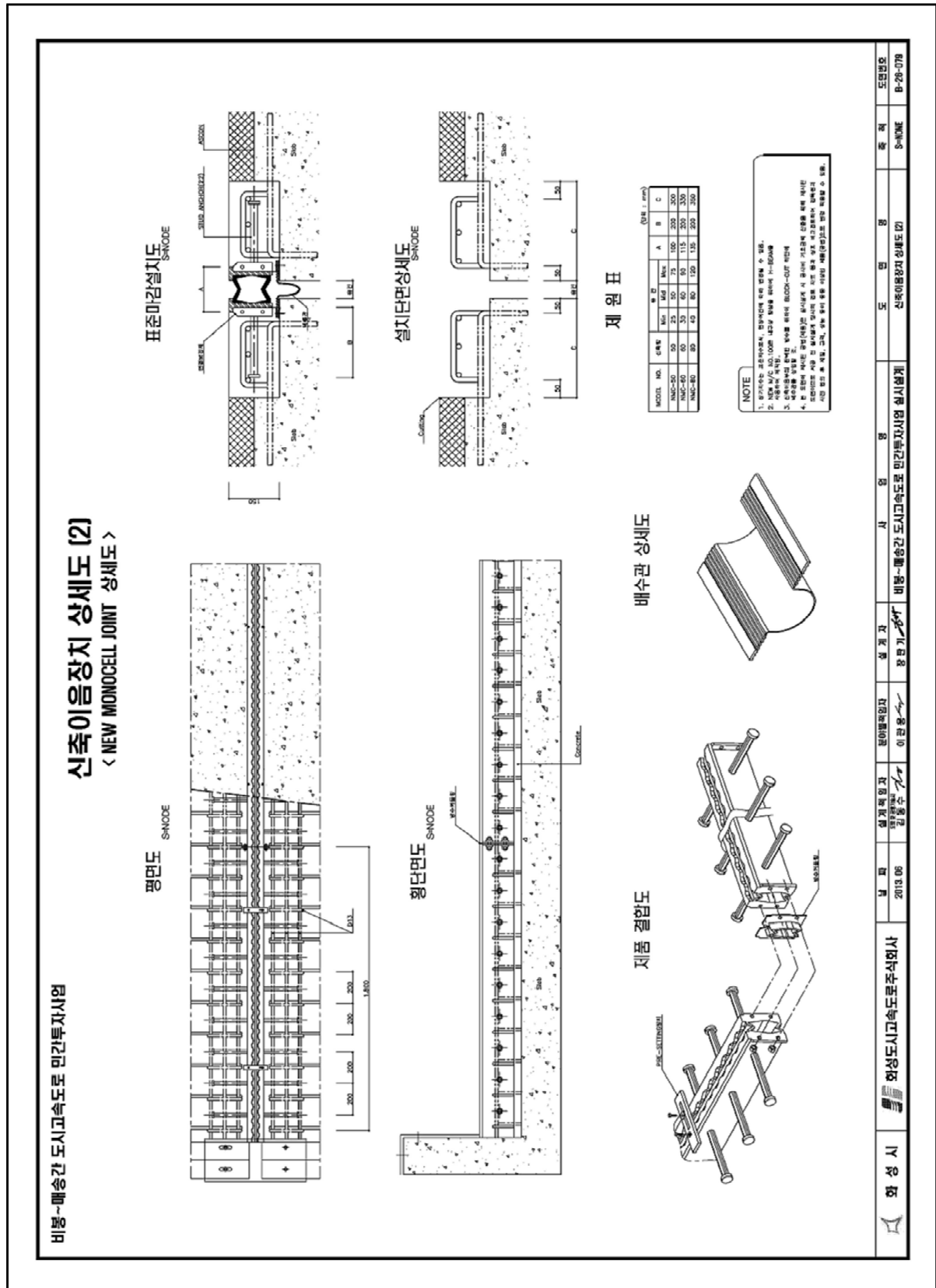


【그림 2.1.10】 교량받침 배치도

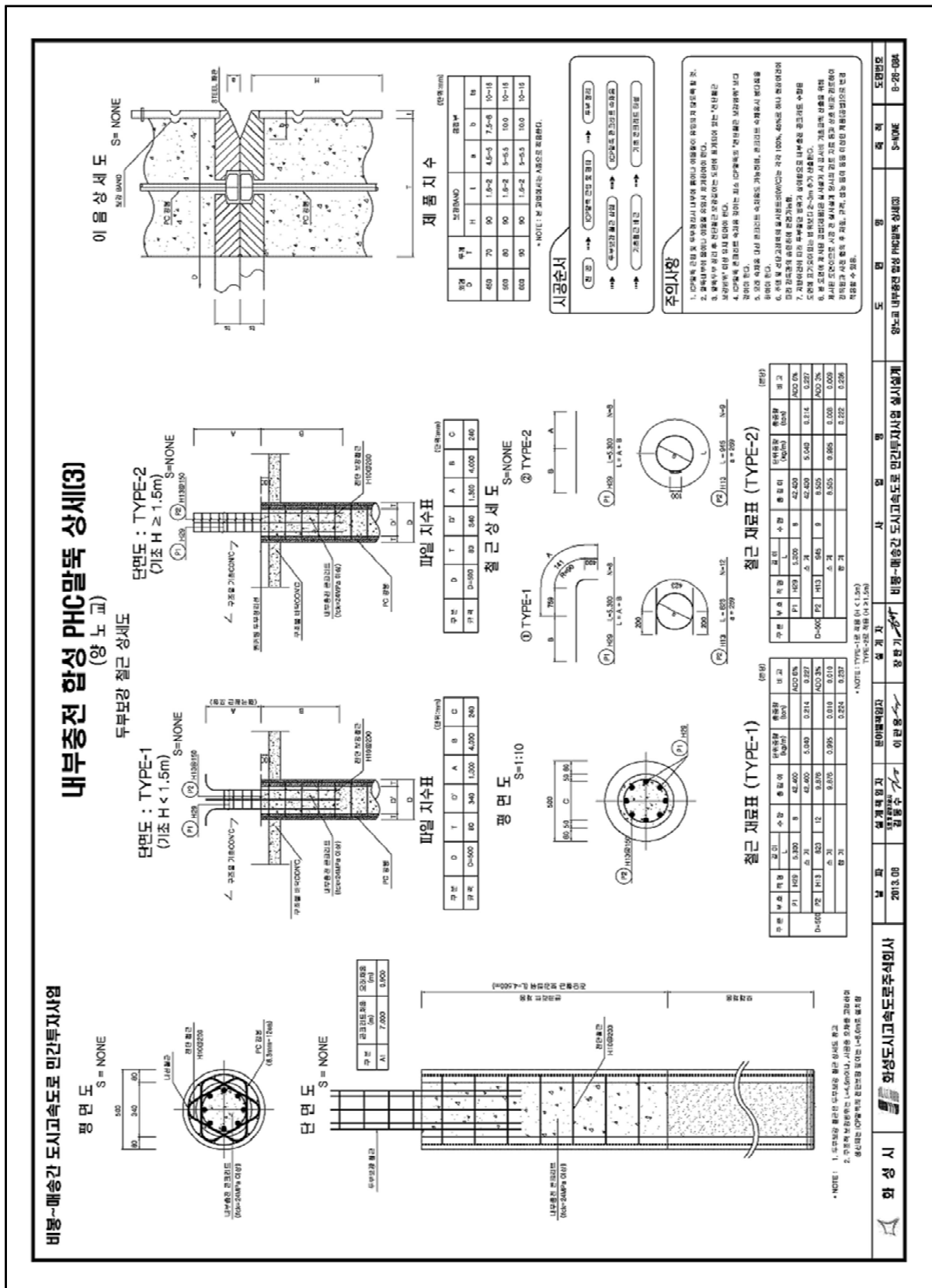


【그림 2.1.11】 교량받침 상세도

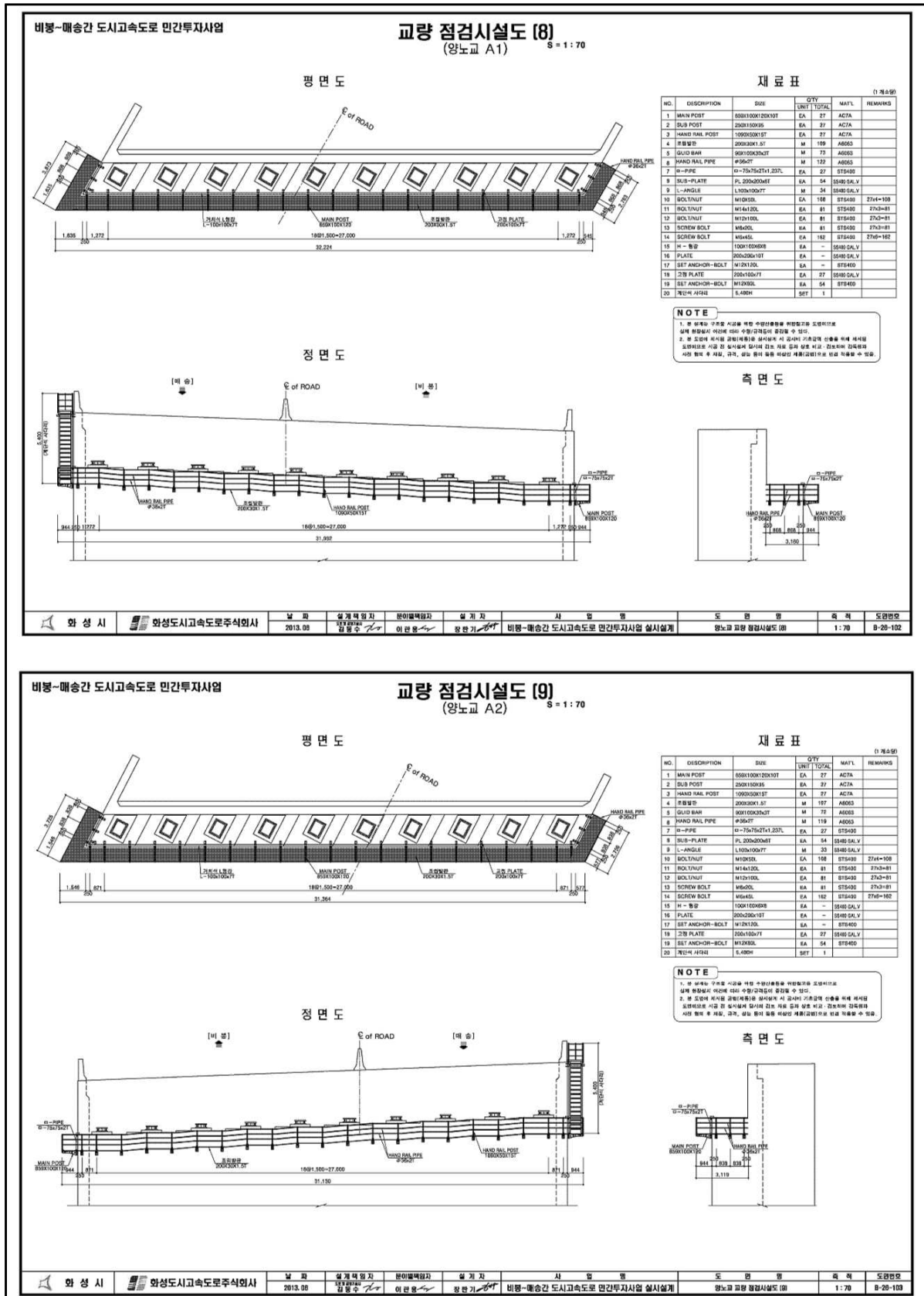




【그림 2.1.13】 신축이음 상세도



【그림 2.1.14】 말뚝기초 상세도



【그림 2.1.15】 교량 점검시설도

2.2 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.

2.2.1 자료수집 현황

가. 자료수집 및 현황

【표 2.2.1】 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. 설계조건

1.1 교량 형식 : HIPC GIRDER 교

1.2 경 간 : 60,000 mm

1.3 폭 원 : 26,000 mm

1.4 교량 등급 : DB-24, DL-24 (1등급)

1.5 거터 길이 : 59,060 mm

1.6 지판 길이 : 58,000 mm

1.7 경 사 각 : 30.0° (시점), 30.0° (시점)

1.8 설계 속도 : 90 km/h

1.9 단위 중량 : 콘크리트(설계) ... 25.0 kN/m³
콘크리트(무인) ... 23.5 kN/m³
아스콘 포장 ... 23.0 kN/m³

1.10 재료의 물리상수 및 허용 응력

(1) 슬래브

(1) 콘크리트 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
 $f_{cu} = f_{ck} + 8 = 35 \text{ MPa}$
 $E_{c2} = 8,500 \times \sqrt{f_{cu}} = 27,800 \text{ MPa}$
(2) 철근 (SD40) : $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$

(2) HIPC GIRDER > 도.설.기. 4.6.3.3

(1) 콘크리트 : $f_{ck} = 80 \text{ MPa}$
 $f_{cu} = f_{ck} + 8 = 88 \text{ MPa}$
 $E_{c1} = 8,500 \times \sqrt{f_{cu}} = 37,800 \text{ MPa}$
(2) 철근 (SD40) : $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$

(3) 프리스트레스트 콘크리트에 의한 손실이 일어나기 전 항복응력

① 허용 휨 압축응력 ($f_{ci}' = 1.00 \times f_{ck} = 80 \text{ MPa}$)
- $f_{ci} = 0.6 \times f_{ci}' = 48 \text{ MPa}$

② 허용 휨 인장응력

- 휨 인장응력
 $f_{ti} = 0.25 \times \sqrt{f_{ci}'} = 2.24 \text{ MPa}$
- 단순지지 부재 단부에서의 인장응력
 $f_{ti} = 0.5 \times \sqrt{f_{ci}'} = 4.47 \text{ MPa}$

(4) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력

① 허용 휨 압축응력

- 압축연단응력(유효프리스트레스+지속하중)
 $f_{cap} = 0.45 \times f_{ck} = 36 \text{ MPa}$
- 압축연단응력(유효프리스트레스+전체하중)
 $f_{cap} = 0.6 \times f_{ck} = 48 \text{ MPa}$

② 허용 휨 인장응력

- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부착된 철근을 갖는 부재
 $f_{cag} = 0.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 4.47 \text{ MPa}$
- 해면 지역과 같이 심각한 부식에 노출된 상태
 $f_{cag} = 0.25 \times \sqrt{f_{ck}} = 2.24 \text{ MPa}$
- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부착된 철근이 없는 부재
 $f_{cag} = 0 \text{ MPa}$

(5) 허용 균열 응력

① 보름 콘크리트 : $f_{tor} = 0.63 \times \sqrt{f_{ck}} = 5.63 \text{ MPa}$
② 부분 경량 콘크리트 : $f_{tor} = 0.54 \times \sqrt{f_{ck}} = 4.83 \text{ MPa}$
③ 전 경량 콘크리트 : $f_{tor} = 0.47 \times \sqrt{f_{ck}} = 4.20 \text{ MPa}$

(6) 정착부의 허용 지반 응력

- 긴장재 정착각후 $f_{or} = 0.7 \times f_{ci} \times \sqrt{(A'b/Ab-0.2)} \leq 1.10 \times f_{ci}$
- 프리스트레스 손실 발생후 $f_{or} = 0.5 \times f_{ck} \times \sqrt{(A'b/Ab)} \leq 0.90 \times f_{ck}$

3) P.S STRAND (SNPC 7B Ø15.2mm) > 도.설.기. 4.6.3.3

- $A = 138.7 \text{ mm}^2/\text{ea}$ - $E_p = 200,000 \text{ MPa}$

(1) 규격 : KS D7002, 2011

기 호	호 칭	0.2% 영구 변형률에 대한 하중 (kN)		인장하중 (kN)	연신율 (%)	탄력제이선길 (%)	
		N	L			N	L
SNPC 7B	7연선 12.7mm	155 이상	183 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하	
	7연선 15.2mm	222 이상	261 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하	

(2) 인장 강도 : $f_{pu} = 1,900 \text{ MPa}$
(3) 항복 강도 : $f_{py} = 1,600 \text{ MPa}$
(4) JAK에 의한 최대 인장 응력 : $\min(0.80f_{pu}, 0.94f_{py}) = 1,504 \text{ MPa}$
 $0.80 \times f_{pu} = 1,520 \text{ MPa}$, $0.94 \times f_{py} = 1,504 \text{ MPa}$

(5) 허용 인장 응력

① 정착 후 정착부에서의 허용응력
- $f_{pa} = 0.7 \times f_{pu} = 1,330 \text{ MPa}$

② 프리스트레스 도입 직후의 허용응력
- $f_{pa} = \min(0.74f_{pu}, 0.82f_{py}) = 1,312 \text{ MPa}$
 $0.74 \times f_{pu} = 1,406 \text{ MPa}$, $0.82 \times f_{py} = 1,312 \text{ MPa}$

4) 프리스트레스트 긴장재 배치에 위한 위스 규격

구 분	단 위	단부물면치	단부물면치	중공
위스강의 내경	mm	85	75	65
위스강의 외경	mm	89	79	69
위스강의 두께	mm	0.3	0.3	0.3
수용가능 긴장재 면적	mm²	2,536	2,208	1,658
수용가능 긴장재 개수	개	20	16	12
사용 긴장재 개수	개	15	10	7
위스강 순간적	mm	40	40	40
위스강 일기	mm	40	40	40
파상 마찰 계수 k		0.0035	0.0035	0.0035
곡률 마찰 계수 u	m/rad	0.25	0.25	0.25

* 수용가능 긴장재 면적 = 위스 단면적/2 (도.설.기. 4.6.4.2(4))

1.11 설계 방법 (경도 설계법: 도.설.기. 4.4)

- $U = 1.3 \times M_d + 2.15 \times M_{L+I}$
- $U = 1.3 \times M_d + 1.3 \times M_{H+I} + 1.3 \times M_{L+I}$
- $U = 1.3 \times M_d + 0.65 \times M_{H+I} + 1.3 \times M_{L+I}$

1.12 참고 문헌

- 도로교설계기준('2010) 국토해양부
- 콘크리트구조설계기준('2007) 한국콘크리트학회
- 도로교표준시방서('2005) 국토해양부
- 콘크리트표준시방서('2009) 국토해양부
- 도로교설계요령('2009) 한국도로공사
- 도로교설계편람('2008) 국토해양부

1.13 설계 가정면

1) 표준형단면도

2) 가터 단면도

기타 설계 요약					
구분	검토위치	검토항목	거더상면	거더하면	비고
거더 응력검토 (중량부)	외측 거더	긴장력 도입 후	9.57 MPa	33.11 MPa	
		바닥판 타설시	17.66 MPa	20.67 MPa	
		방호벽, 포장, 연석등	19.91 MPa	16.31 MPa	
		활하중 작용시	24.83 MPa	2.95 MPa	
		허용응력(전체)	48.00 MPa	-4.50 MPa	
	내측 거더	긴장력 도입 후	3.57 MPa	33.11 MPa	
		바닥판 타설시	19.24 MPa	19.28 MPa	
		방호벽, 포장, 연석등	21.43 MPa	15.01 MPa	
		활하중 작용시	26.29 MPa	2.02 MPa	
		허용응력(전체)	48.00 MPa	-4.50 MPa	
거더 응력검토 (중공부)	외측 거더	긴장력 도입 후	8.06 MPa	36.57 MPa	
		바닥판 타설시	23.29 MPa	26.39 MPa	
		방호벽, 포장, 연석등	25.48 MPa	21.83 MPa	
		활하중 작용시	29.88 MPa	7.82 MPa	
		허용응력(전체)	48.00 MPa	-4.50 MPa	
	내측 거더	긴장력 도입 후	8.06 MPa	36.57 MPa	
		바닥판 타설시	24.94 MPa	25.07 MPa	
		방호벽, 포장, 연석등	27.07 MPa	20.59 MPa	
		활하중 작용시	31.35 MPa	6.57 MPa	
		허용응력(전체)	48.00 MPa	-4.50 MPa	
거더 분절부 검토 ($f_s \times 1.71$)	외측 거더	Joint 1	12.28 MPa	8.58 MPa	Seg. 1 ~ 2
		Joint 2	22.47 MPa	4.06 MPa	Seg. 2 ~ 3
		Joint 3	27.25 MPa	-1.54 MPa	Seg. 3 ~ 4
		활하중	48.00 MPa	-2.50 MPa	
		허용응력			
구분	검토위치	검토항목	외측	내측	비고
저장 누계 (+하향)	중량부	거더 자중	116.9 mm	116.9 mm	
		강성 강장	-131.6 mm	-131.6 mm	
		바닥판 타설시	-115.9 mm	-104.9 mm	타설 전 크리프 영향 고려
		최종순하 후	-46.4 mm	-26.8 mm	
		활하중 작용시	-10.3 mm	8.2 mm	
		활하중 손수	-36.1 mm	-36.0 mm	
		처짐의 합계	-72.6 mm	-72.6 mm	L / 800
구분	검토항목	강성 변위	강장력 (PJ)	상면전단강도(대동강, 상면전단강도)	비고
PS 감연선	연 결	11	1,328 KN	199 mm	내측 거더
		3, 4, 5, 6	1,697 KN	359 mm	
	단 부	1, 2	2,846 KN	371 mm	
		7, 8	949 KN	274 mm	
	중 공 부	9, 10	1,328 KN	216 mm	외측 거더

11.2 지입응력 검토

(1) 긴장재 정착 직후

- 허용 지입 응력

$$f_{api} = 0.7 \times f_{ci} \times \left(\frac{A_b'}{A_b} - 0.2 \right)^{0.5} \leq 1.1 \times f_{ci}$$

f_{ci} = 프리스트레스 도입시의 압축 강도 = 80 MPa
 A_b = 정착판의 면적
 A_b' = 정착판의 도심과 일치하는 정착판의 덮은골은 부재단부에 가장 크게 되었을 때 그 도형의 면적

구분	정착판	A _b	Pj(kN)	정착후 f _b	f _{api} (MPa)	1.1f _{ci} (MPa)	판정
중량부	CA 1	AT3	41,683	1,328	31.9	70.3	88.0 O.K
	HA 1	AT3	41,683	949	22.6	70.3	88.0 O.K
	HA 2	AT3	41,683	949	22.6	70.3	88.0 O.K
	HA 3	AT3	41,683	1,328	31.9	70.3	88.0 O.K
HA 4	AT3	41,683	1,328	31.9	70.3	88.0 O.K	

(2) 프리스트레스 손실 발생후

- 허용 지입 응력

$$f_{api} = 0.5 \times f_{ck} \times \left(\frac{A_b'}{A_b} \right)^{0.5} \leq 0.9 \times f_{ck}$$

f_{ck} = 콘크리트 압축강도 = 80 MPa
 A_b = 정착판의 면적
 A_b' = 정착판의 도심과 일치하는 정착판의 덮은골은 부재단부에 가장 크게 되었을 때 그 도형의 면적

구분	정착판	A _b	Pj(kN)	손실후 f _b	f _{api} (MPa)	0.9f _{ck} (MPa)	판정
중량부	CA 1	AT3	41,683	1,052	25.2	53.3	72.0 O.K
	HA 1	AT3	41,683	794	19.0	53.3	72.0 O.K
	HA 2	AT3	41,683	812	19.5	53.3	72.0 O.K
	HA 3	AT3	41,683	1,163	27.9	53.3	72.0 O.K
HA 4	AT3	41,683	1,189	28.5	53.3	72.0 O.K	

11.3 정착구 변위의 국부 인장응력 검토

※ 중공 정착구 검토

- 중공인장응력: 7 가닥

- 콘크리트강도(f_{ck}) = 80 MPa

- 철근 압도(f_y) = 400 MPa

1) 정착구 변위 spelling force

$$0.04 \times P_j = 0.04 \times 1,328 = 53.13 \text{ kN}$$

$$Req'd A_s = 53.13 / (0.60 \times 0.40) = 221.4 \text{ mm}^2$$

$$Used bar = H 13 (A = 126.7 \text{ mm}^2) \times 2 = 253.4 \text{ mm}^2 > 221.4 \text{ mm}^2 \text{ (O.K.)}$$

2) 정착구 변위 Busting

$$a(\text{정착구 변위 길이}) = 300 \text{ mm}$$

$$h(\text{정착구 변위의 치수}) = 400 \text{ mm}$$

$$T_{burst} = 0.25 \times \sum P_j \times \left\{ 1 - \left(\frac{a}{h} \right) \right\} + 0.5 P_j \sin \alpha$$

$$= 0.25 \times 1,328 \times \left\{ 1 - \left(\frac{300}{400} \right) \right\} + 0.5 \times 1,328 \times \sin 0.219$$

$$= 227.12 \text{ kN}$$

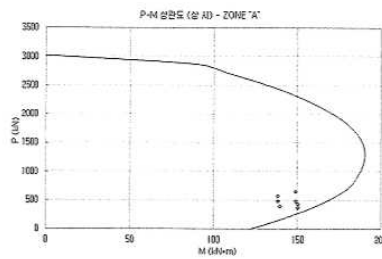
III 결과 요약

■ 압력 안전검토 및 응력검토

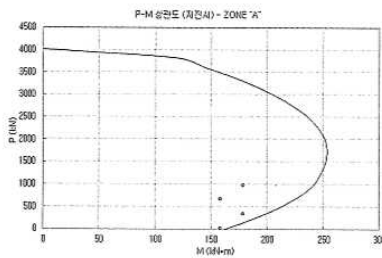
구분	항목	허용값	검토값	비고
활상시	허용지하력(kN/EA)	853.5	669.693	0.K
	허용인발력(kN/EA)	89.467	-	0.K
	전단력(kN)	172.952	114.591	0.K
	수평변위(mm)	15	9.536	0.K
	허용지하력(kN/EA)	1280.25	998.753	0.K
지진시	허용인발력(kN/EA)	134.201	-74.259	0.K
	전단력(kN)	230.026	179.32	0.K
	수평변위(mm)	15	8.409	0.K

■ 중-장측 검토

상시)



지진시)



■ 단면 형상 검토

단면위치	길이 H(mm)	dc (mm)	Req. A _s (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	A _u (kN.m)	φ _{min} (kN.m)	안전도	비고
전면지반	1400	150	2807.8	4053.6	880.203	1261.276	1.433	0.K
후면지반	1400	100	4097.56	6353.6	1326.86	2030.528	1.53	0.K
벽체 : H=10.567	2700	100	4150.09	6353.6	2719.218	4136.746	1.521	0.K
출벽	800	80	1276.07	2292	231.233	410.961	1.777	0.K
외측날개벽	A(T=600 mm)	600	2309.04	3096.8	296.182	392.654	1.326	0.K
	B(T=600 mm)	600	836.408	3096.8	77.603	274.202	3.533	0.K
	C(T=600 mm)	600	4416.32	5139.2	549.036	631.937	1.151	0.K
	D(T=600 mm)	600	5027.98	5139.2	619.309	631.937	1.02	0.K
내측날개벽	A(T=600 mm)	600	1799.17	3096.8	232.501	392.654	1.689	0.K
	B(T=600 mm)	600	729.611	3096.8	67.641	274.202	4.042	0.K
	C(T=600 mm)	600	3382.97	4053.6	427.123	506.698	1.186	0.K
	D(T=600 mm)	600	3885.62	4053.6	484.563	506.698	1.046	0.K

■ 사용응력 검토

구분	인장응력 (f _s)	허용응력 (f _{sa})	철근인장력 (S)	최대인장력 (S _q)	비고	
전면지반	117.972	150	125	323.779	0.K	
후면지반	107.057	150	125	525.592	0.K	
벽체 : H=10.567	70.624	150	125	892.051	0.K	
출벽	73.545	150	125	856.624	0.K	
외측날개벽	A(T=600 mm)	114.415	150	125	515.794	0.K
	좌부(T=450 mm)	38.929	150	125	1618.311	0.K
	B(T=600 mm)	132.511	150	125	430.54	0.K
	C(T=600 mm)	149.757	150	125	362.102	0.K
우측날개벽	A(T=600 mm)	89.490	150	125	703.97	0.K
	좌부(T=450 mm)	34.032	150	125	1851.195	0.K
	B(T=600 mm)	129.038	150	125	441.537	0.K
	C(T=600 mm)	146.719	150	125	367.99	0.K

다. 지형 및 지질

제 3 장 지형 및 지질

3.1 지형

본 과업지역은 행정구역상 경기도 화성시 비봉면 양노리를 시정으로 하여 경기도 화성시 매송면 천천동을 종점으로 하는 연장 8.07km에 달하는 노선이다.

3.1.1 산 계

과업노선은 한반도 중앙을 북동방향으로 발달하는 광주산맥의 서남단에 위치하고 경기평야의 중서부로 비교적 넓은 충적평야가 발달하고 있다.

과업노선 중앙부 남쪽에 삼봉산(▲288.2m), 태행산(▲292.0m), 건달산, 서봉산을 연결하는 주 산계가 분포하고 대부분 완만한 구릉성 산지로 구성된 노년기 지형에 해당된다.

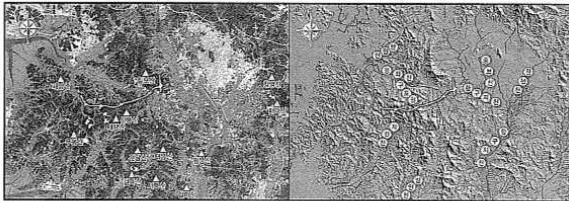
사업구간 일대의 지형은 동측의 수원분지지역, 중앙 산지지역, 서부 해안지역으로 구분된다.

3.1.2 수 계

본 조사지역 인근의 수계는 전반적으로 2차 수자상 양상(Dendritic Pattern)을 보이며 수원 분지지역은 수자상 및 준평형 수자상 수계 분포를 보인다.

서부 해안지역은 구릉성 산지 및 침식해안을 이루고 간척사업으로 갯벌지대, 염전지대를 이루고 있다.

사업구간 북측에는 서해안으로 유입되는 구포천 및 동화천이 위치하며, 노선과 교차하여 발달하고 있다.



〈 산계 및 수계 〉

(1) 화강암질편마암

본 암층은 세립질 내지 중립질의 화강암질편마암으로 엽리가 잘 발달되어 있으며, 흑운모편암, 흑운모-각섬석편암이 박층으로 협재되어 있어 대상편마암의 우측대와 우측대가 확대되어 있는 것 같은 양상을 보여주고 있다. 본 암층내에는 반상변정편마암이 박층으로 소규모 협재되기도 하며, 단속적이긴 하지만 박층의 규암층이 수매 협재되어 있다.

본 암층내에 협재되어 있는 규암층은 주로 우측대 즉 화강암질편마암내의 석영-장석질편마암부분에 발달한다. 본 암층은 대상편마암상구조를 보여주는 부분이 많은데, 우측대와 우측대, 즉 우측대화강암질편마암인 부분과 흑운모편암 및 흑운모-각섬석편암이 호층을 이루고 있다.

(2) 백운모편암층

본 암층은 규암 및 석영편암, 석화암 및 석화산염암이 협재 또는 호층을 이룬다.

백운모 편암은 세립질로서 주로 백운모와 석영으로 구성되며, 간혹 투성석이 함유되어 백운모-투성석 편암의 양상을 보여주며, 이는 소규모로 협재되어 있다.

백운모편암층은 습곡에 의하여 반복하여 나타나며, 현미경 관찰에 의하면 백운모편암은 백운모와 소량의 석영, 인회석, 장석, 투성석, 흑운모, 지르콘, 석류석 및 적철석으로 구성된다.

(3) 흑운모편암층

본 암층은 세립질로서 흑운모와 소량의 석영과 장석으로 구성되어 있으며, 시흥군 의왕면 일대에는 안구상편마암이 협재되어 있다.

정남면 태봉산일대에서는 석영-백운모편암층이 소규모로 협재되며, 석영과 장석의 함유량이 증가함으로써 흑운모편암, 혹은 흑운모화강암질편마암의 양상을 보여주기도 하며 부분적으로 대상구조도 보여주며, 봉담면 상리와 시흥군 남면 부곡리에서는 우측대화강암질편마암의 양상을 보여준다.

본 암층내에 협재되어 있는 안구상편마암은 시흥군 의왕면 부곡역 일대에 소규모의 분포를 보여준다.

(4) 흑운모대상편마암

본 암층은 세립 내지 중립질로서 대상구조를 보여주며 곳에 따라 소규모의 안구상편마암이 협재되어 있다.

부분적으로 흑운모편암과 같은 양상을 보여주며, 우측대와 우측대가 호층을 이루고 교호하여 대상구조를 띤다.

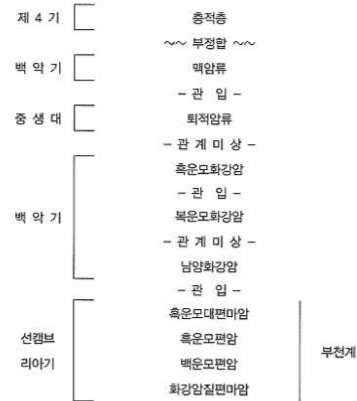
본 암층은 잘 발달된 엽리를 보여주며 미승곡구조를 보여준다. 우측대가 우세한 부분에서는 주입편마암과 같은 양상을 보여주며, 우측대가 우세한 부분은 흑운모편암과 같은 양상을

3.2 지질

3.2.1 지질개요

본 조사지역의 지질은 선평브리아기의 부천계에 해당하는 퇴적기원의 변성암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층으로 구성된다.

과업구간의 암종으로 선평브리아기의 화강암질편마암, 흑운모편암, 백운모편암, 석영편암, 시대미상의 남양화강암(흑운모화강암), 흑운모화강암, 제4기의 충적층으로 구성되며, 시점부는 화강암질편마암 및 화강암, 중점부는 편암, 중점부에 화강암이 분포하고 있다.



〈 과업구간 인근 지질개요도 〉

3.2.2 지질각론

본 과업구간의 지질은 선평브리아기의 부천계에 해당하는 퇴적기원의 변성암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층 등으로 구성되어 있다.

각각의 지층에 대한 지질각론은 다음과 같다.

보여준다.

우측대는 석영-장석질이며, 엽리가 잘 발달되어 있으며 습곡 구조를 보여준다

(5) 흑운모화강암

본 암은 수원시를 중심으로 하여 소규모로 분포하고 있으며, 풍화를 받아 구름상성지를 형성하며, 수원분지를 이루고 있다.

본암의 암상은 세립 내지 중립질로서 유색광물로는 흑운모를 함유하며, 과상구조를 띠우며 곳에 따라 세립질인 부분은 반화강암구조를 보여주기도 한다. 현미경관찰에 의하면 석영, 정장석, 미사장석, 흑운모로 구성되며, 운상조직을 보여준다. 장석들은 많은 변질을 받아 고평토화되어 있다.

(6) 북운모화강암

본 암의 암상은 중립 내지 조립질로서 부분적으로 거정화강암상구조를 보여주기도 하며, 석영, 장석, 백운모 및 흑운모로 구성되며, 곳에 따라 석류석을 함유하기도 한다.

일반적으로 과상구조를 띠며, 흑운모보다는 백운모를 많이 함유한다.

현미경 관찰에 의하면, 석영, 정장석, 사장석, 백운모 및 흑운모로 구성되며, 곳에 따라 미사장석과 석류석이 첨가되기도 한다.

(7) 남양화강암

본 암상은 세립 내지 중립질로서 흑운모화강암의 성분과 구조를 보여주나, 수원시 부근에 분포하는 흑운모화강암과는 암체가 서로 떨어져 있어 같은 암체간의 여부는 확인할 수가 없다.

현미경 관찰에 의하면 본암은 석영, 정장석, 사장석, 흑운모와 견운모, 녹니석 및 불투명광물로 구성되어 곳에 따라 미사장석이 함유되고, 지르콘 및 스파인을 함유한다.

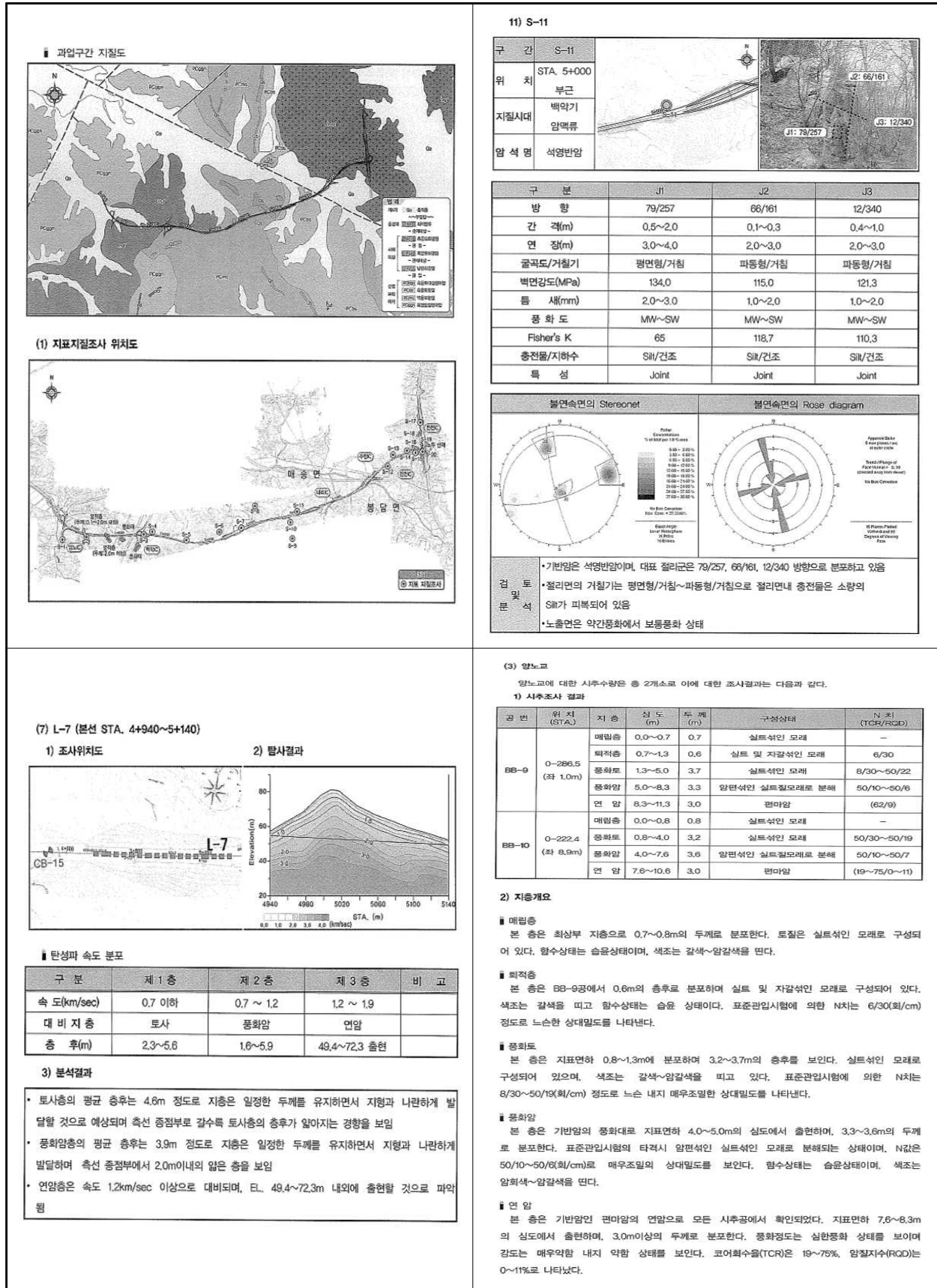
(8) 암맥류

암맥류는 모든 지층을 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

산성암맥은 규장암, 화강반암, 석영반암 및 석영암맥으로 구성되며, 염기성 암맥으로는 안산암 및 황반암으로 구성된다.

(9) 충적층 및 해저퇴적층

충적층은 수원시 일대와 서해안에 비교적 두텁게 발달하고 있으며, 해저퇴적층은 서해안과 해수면일대에 분포를 보여준다. 근래 간척사업이 활발해짐에 따라 많은 갯벌이 육지화되어 염전이나 전답으로 이용되고 있다. 해저퇴적층은 점토 및 펄로 구성되어 있다.



(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	3.6	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 점성 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
	생학교	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
		BB-36	1.6	17.7
	원평교	BB-37	2.4	14.2
		BB-38	0.3	13.7
	원평1교	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

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

4.14 실내시험

4.14.1 토질시험

시추조사, 시험굴조사 및 핸드오거보로링시 채취된 교란 및 불교란시료에 대하여 함수비, 액소성관계, 비중, 입도분석시험, 다짐 및 CBR시험, 직접전단시험 등을 실시하였으며 그 결과는 다음 표와 같다.

(1) 기본물성시험 결과

■ 최초제안 및 기본설계

공 번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	액터버그관계 (%)		체통과량 (%)	통일분류
				LL	PI	NO.200	
BB-1	2.0	49.0	2.66	42.9	24.9	98.3	CL
BB-1	3.0	30.8	2.66	30.6	11.5	96.1	CL
BB-2	1.0	21.4	2.64	N.P	N.P	28.4	SM
BB-2	5.0	26.0	2.65	N.P	N.P	37.8	SM
BB-3	2.0	6.4	2.64	21.9	3.8	6.4	GP-GW
BB-3	4.0	26.8	2.70	36.9	9.1	42.6	SM
BB-4	1.0	6.1	2.74	32.2	6.5	19.6	SM
BB-4	2.0	15.4	2.69	N.P	N.P	20.3	SM
BB-5	2.0	23.7	2.68	N.P	N.P	43.4	SM
BB-6	1.0	30.6	2.61	N.P	N.P	38.1	SM
BB-9	4.0	11.3	2.64	N.P	N.P	11.9	SP-SM
BB-9	8.0	24.6	2.68	31.6	27.2	49.6	SM
BB-10	1.0	9.1	2.66	28.7	21.3	4.8	GP
BB-10	3.0	29.9	2.68	40.5	23.8	70.6	CL
BB-10	7.0	8.9	2.67	N.P	N.P	4.5	SW
BB-11	1.0	15.9	2.69	23.5	21.1	26.9	SM
BB-11	7.0	17.4	2.67	30.0	23.2	35.0	SM
BB-12	1.0	25.3	2.68	31.4	23.5	49.0	SM
CB-1	1.0	13.1	2.67	14.5	14.2	19.1	SC
CB-1	3.0	12.6	2.64	32.4	23.7	15.0	SM
CB-2	1.0	17.8	2.64	26.3	18.6	34.0	SC
CB-2	3.0	20.9	2.71	N.P	N.P	39.4	SM

■ 최초제안 및 기본설계 (계속)

공 번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	액터버그관계 (%)		체통과량 (%)	통일분류
				LL	PI	NO.200	
SB-1	1.6~2.4	26.0	2.69	41.6	24.1	89.4	CL
SB-2	1.0	19.2	2.70	29.4	19.9	47.1	SC
SB-2	2.0	18.8	2.61	N.P	N.P	4.2	SP
NBB-1	2.0	38.4	2.69	40.1	17.1	86.1	CL
NBB-2	3.0	10.2	2.60	N.P	N.P	2.7	GW
TB-1	1.0	15.1	2.65	N.P	N.P	15.9	SM
TP-1	0.5	26.8	2.67	32.3	24.9	49.1	SM
TP-2	0.5	21.7	2.66	29.3	23.8	47.9	SM
TP-3	1.0	23.3	2.67	27.3	22.5	49.5	SM

■ 실시설계

공 번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	에터버그관계 (%)		체통과량 (%)		토질분류
				LL	PI	NO.4	NO.200	
BB-4	4.0	11.1	2.642	NP	—	55.7	6.6	SP-SM
BB-5	3.0	17.4	2.668	NP	—	89.0	30.6	SM
BB-9	3.0	11.1	2.655	NP	—	55.4	11.3	SP-SM
BB-10	3.0	7.4	2.672	NP	—	90.9	38.1	SM
BB-11	4.0	8.0	2.659	NP	—	63.8	13.1	SM
BB-12	3.0	4.5	2.651	NP	—	51.4	8.4	SW-SM
BB-14	2.0	19.6	2.652	NP	—	100.0	25.3	SM
BB-16	1.0	9.8	2.661	NP	—	90.5	23.1	SM
BB-17	4.0	10.5	2.663	NP	—	99.6	39.8	SM
BB-27	2.0	15.4	2.640	NP	—	80.0	5.7	SP-SM
BB-29	2.0	11.6	2.675	29.2	9.4	70.3	48.7	SC
BB-32	1.0	9.2	2.639	NP	—	39.3	9.5	GW-GM
BB-33	6.0	10.5	2.655	NP	—	72.7	17.7	SM
BB-34	3.0	29.3	2.674	38.6	14.8	98.2	46.2	SC
BB-35	9.0	17.5	2.673	NP	—	99.2	53.5	ML

6.5 설계지반정수 요약

(1) 쌓기재 설계지반정수

구 분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	비 고
흙생기 재료	19.0	15.0	30.0	
암버력 쌓기	20.0	0.0	35.0	

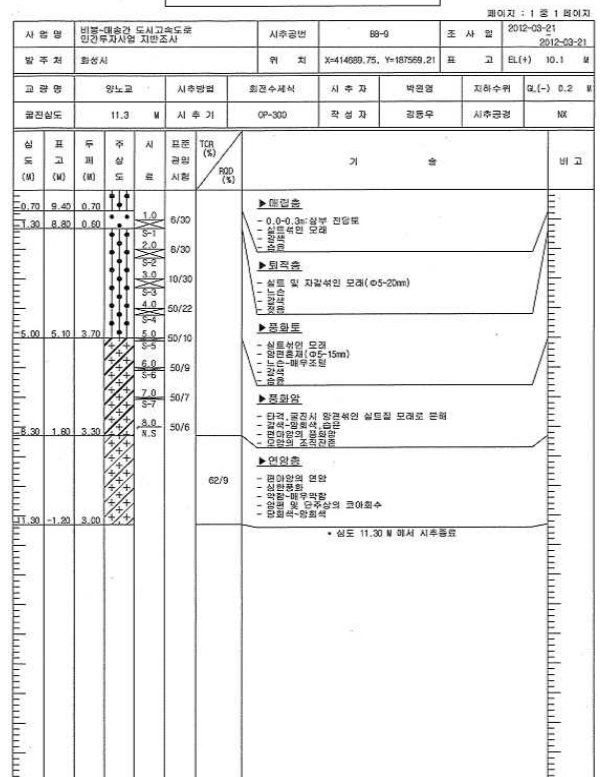
(2) 원지반 설계지반정수

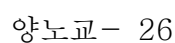
구 분		단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비
매립/평적층		19.0	0.0	29.0	14	0.35
퇴적층	점성토	17.0	24.0	0.0	7	0.40
	모 래	18.0	0.0	27.0	12	0.35
	자 갈	19.0	0.0	30.0	20	0.34
풍화토	N≤30	18.0	10.0	25.0	14	0.33
	N>30	19.0	22.0	30.0	30	0.32
풍화암		21.0	33.0	31.0	300	0.30

(3) 기반암 설계지반정수

구 분		단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비
화강암	연 암	23.0	300	34.0	1,200	0.27
	경 암	26.0	800	40.0	8,000	0.22
편마암	연 암	23.0	300	33.0	1,100	0.27
	경 암	26.0	1,000	41.0	8,000	0.22

교량부시추주상도





2.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 2.2.2】 양노교 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 등 일부 미세균열 발생
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-
4	정기안전점검	자체수행	935	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교대 등 콘크리트에 미세균열이 발생되어 있으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨.
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	없음.
5	정기안전점검	자체수행	935	2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생되었으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되므로 균열의 확대 및 진전여부 등 지속적인 관리를 요함.
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	교좌장치 녹 발생부 채도장 필요
6	정기안전점검	자체수행	935	2019년 상반기 조사시 발생한 미세균열 및 일부 교좌장치 녹발생외 특이한 사항이 없으나 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며, 충돌방지를 위하여 통과높이 제한시설을 설치함에 따라 지속적인 관리를 요함.
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	교좌장치 녹 발생부 채도장 필요

【표 2.2.2】 양노교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
7	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	4,191	- 교면포장: 상태양호 - 방호벽: 균열, 균열부백태, 파손, 균함, 망상균열, 보수부재균열, 표면불량 - 배수시설: 상태양호 - 신축이음: 후타재균열, 후타재망상균열, 이물질퇴적, 본체단차 - 바닥판: 철근노출, 재료분리 - 거더: 균열, 파손, 균함, 표면불량 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 받침콘크리트재료분리, 받침콘크리트철근노출, 받침콘크리트파손 - 교대: 균열, 망상균열, 박락, 오염, 누수흔적, 재료분리, 철근노출, 폐콘크리트적치 - 점검시설: 상태양호
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-
8	정기안전점검	자체수행	935	2020년정밀안전점검시조사된교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보등미세균열외 특이한 사항이 없으며 신축이음장치 단차는 정기적인 모니터링을 통하여 변형확대를 관찰하고, 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 균함되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며 지속적인 충돌이 있을 경우 구조물에 악영향이 발생할 수 있으니 빠른 시일내 충돌이 방지 대책이 필요함.
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	신축이음 후타재 균열보수 및 교좌장치 녹제거 후 재도장
9	정기안전점검	자체수행		2020년정밀안전점검및2020년하반기정기점검시조사된교대, 받침콘크리트, 방호벽, 가로보등미세균열외 특이한 사항이 없으며 신축이음장치 단차는 정기적인 모니터링을 통하여 변형 확대를 관찰하고, 통과높이제한 위반차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 균함 되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며 지속적인 충돌이 있을 경우 구조물에 악영향이 발생할 수 있으므로 지속적인 모니터링 및 충돌방지 대책이 필요함.
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	신축이음 후타재 균열보수

【표 2.2.2】 양노교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
10	정기안전점검	자체수행		- 교대, 반침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더등에서 균열/철근노출/파손/굽힘등이 조사되었으나 시급한 보수, 보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음단차는 모니터링 결과 변형 확대 징후가 없으며 차량 통행에 문제가 없으므로 지속적인 모니터링을 요함. - 통과높이 제한위반 차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 굽힘되었으나 시급한 보수, 보강이 필요하지 않는 것으로 판단되며 계속적인 충돌을 방지하기 위하여 하부도로 공사 시행자와 협의하여 도로포장을 하향 조정함에 따라 형하고가 확보됨. - 거더단부 바닥판 균열은 균열 확대 및 진전 여부 등 지속적 관찰 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 균열 보수
11	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	4,015	- 외관 조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 망상 균열, 균열 부백태, 파손, 굽힘, 표면 불량, 이격 단차 바닥판에서 철근 노출, 재료 분리, 마감 콘크리트 탈락 거더에서 균열, 파손 굽힘, 거더단부 균열, 반침 장치에서 반침 콘크리트 균열, 재료 분리, 철근 노출, 파손, 교대에서 균열, 망상 균열, 누수 흔적, 재료 분리, 철근 노출 등의 손상이 조사되었다. - 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생 한 초기 결함과 공용 중 발생된 결함으로 조사되어 손상 물량의 증가는 없었으며, 방호벽, 신축이음, 거더 부분의 일부 보수 및 완전 보수가 이루어졌다. 미 보수 손상 중 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대 결함의 발생은 없는 것으로 분석되었으나, 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보 차원에서 보수가 필요하다. - 상태 평가를 실시한 결과, 현재 시설물의 상태는 양호한 상태인 『B』 (0.173) 등급으로 평가되었다. - 본 시설물은 공용 기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지 관리가 필요하며, 발생된 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능 유지를 위한 적절 한 보수 보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입 보수, 청소, 단면 보수 등
12	정기안전점검	자체수행		- 교대, 반침콘크리트, 방호벽, 가로보, 바닥판, 거더등에서 균열/철근노출/파손/굽힘등이 조사되었으나 시급한 보수, 보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. - 신축이음단차는 모니터링 결과 변형 확대 징후가 없으며 차량 통행에 문제가 없으므로 지속적인 모니터링을 요함. - 통과높이 제한위반 차량이 HIPC 거더에 충돌되어 콘크리트 일부가 탈리 및 굽힘되어 보수 완료했으며, 보수된 부분에도 충돌 및 굽힘이 발견되어 지속적 관찰 요함. - 거더단부 바닥판 균열은 균열 확대 및 진전 여부 등 지속적 관찰 요함. - 교량 전체 잡철물 미 제거로 인한 녹 발생으로 제거 요함. - 향후 구조물의 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 보수 계획 수립하여 일괄적으로 보수를 요함.
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 균열 보수

【표 2.2.2】 양노교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
13	정기안전점검	(주)이도	1,800	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로신축이음후타재균열/단차,난간방호벽균열,교량받침이동량과다,가로보균열,교대균열등의손상이조사되었다. 금회조사된손상은대부분경미한상태이며,기존손상들은대부분하자보수로보수가완료되어,향후구조물의내구성확보를위하여보수계획을수립하는것이바람직하다. 후타재단차를주기적으로점검하고,교량받침이동량이과다하므로주기적인점검과신축이음,탄성받침손상여부를관리해야할필요성이있다. 금회정기안전점검결과,구조적인중대결함은발생하지않았으나,조사된결함에대해서는손상규모에따라적절히보수를실시하고,지속적인점검을통한효율적이고체계적인시설물의유지관리가필요할것으로판단된다.
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 단차보수, 지속관찰, 제거 후 단면보수, 수리
14	정기안전점검	(주)이도	1,800	방호벽,신축이음후타재,교대,교각,거더,바닥판등에서균열/철근노출/박락/백태등이조사되었으나하자보수로전반적으로상태가양호한상태임. 일부재발생된신축이음후타재균열,난간방호벽균열등이있으나,향후보수계획을수립하여일괄적으로보수한다면공용상문제는없을것으로판단됨. 교량받침이동량이과다하므로,주기적인점검과신축이음,탄성받침손상여부를관리해야할필요성이있음.
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 단차보수, 지속관찰, 제거 후 단면보수, 수리
15	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	3,234	-교면포장:상태양호 -방호벽:균열,파손,망상균열,이격단차 -배수시설:상태양호 -신축이음:후타재균열,부식,체수 -바닥판:철근노출 -거더:균열 -교량받침:플레이트부식 -교대:철근노출,재료분리 -공중이용하는부위:후타재균열,부식,체수
	2024-04-15 2024-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입보수, 단면보수, 재도장 등

【표 2.2.2】 양노교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
16	정기안전점검	(주)이도	3,700	금회정기안전점검결과, 조사된주요손상으로신축이음후타재균열/단차, 난간방호벽균열, 교량받침이동량과다, 거더균열, 교대균열등의손상이조사되었다. 금회조사된손상은대부분경미한상태이며, 기존손상들은대부분하차보수로보수가완료되어, 향후구조물의내구성확보를위하여보수계획을수립하는것이바람직하다. 후타재단차, 교량받침이동량손상의주기적인점검과신축이음, 단성받침손상여부를관리해야할필요성이있다. 금회정기안전점검결과, 구조적인중대결함은발생하지않았으나, 조사된결함에대해서는손상규모에따라적절히보수를실시하고, 지속적인점검을통한효율적이고체계적인시설물의유지관리가필요할것으로판단된다.
	2024-12-01 2024-12-31	양영탁	양호	표면처리, 단차보수, 청소, 수리
17	정기안전점검	(주)다산기술안전	412	- 교면포장: 상태양호 - 배수시설: 상태양호 - 난간및연석: 보수부재균열, 박락및철근노출 - 신축이음: 유간토사되적 - 교량받침: 받침이동량과다, 받침물탈균열, 표면부식 - 바닥판: 파손, 백태 - 거더: 균열(cw=0.3mm미만) - 가로보및세로보: 마감불량, 잡철물미제거 - 교대: 균열, 박락, 철근노출, 잡철물미제거 - 점검로: 점검로미고정
	2025-05-19 2025-06-30	김진하	양호	- 표면보수, 단면보수, 단면보수(방청), 제거 후 단면보수, 점검로 고정, 청소 등
18	정기안전점검	(주)다산기술안전	485	- 바닥판: 파손, 백태 - 거더: 균열(cw=0.3mm미만) - 가로보: 마감불량(잡철물미제거) - 교량받침: 받침물탈균열, 표면부식 - 교대: 균열, 박락, 철근노출, 잡철물미제거 - 교면포장: 상태양호 - 신축이음: 유간토사되적 - 배수시설: 상태양호 - 난간및연석: 보수부재균열, 박락및철근노출 - 점검로: 점검로미고정
	2025-11-12 2025-12-31	김문철	양호	- 표면보수, 단면보수, 단면보수(방청), 제도장(방청), 유간 청소, 점검로 고정 등

2.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2024년06월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	비봉~매송간 도시고속도로 정밀안전점검	
용역기간	2024-04-15 ~ 2024-06-10	
용역사	(주)케이에스알큰사람	
현장조사결과	• 교면포장: 상태양호 • 방호벽: 균열, 파손, 망상균열, 이격단차 • 배수시설: 상태양호 • 신축이음: 후타재균열, 부식, 체수 • 바닥판: 철근노출 • 거더: 균열 • 교량받침: 플레이트 부식 • 교대: 철근노출, 재료분리 • 공중이 이용하는 부위 : 후타재균열, 부식, 체수	
비파괴조사	• 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa)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 0.154으로 B등급	
보수보강 (진단시)	• 해당없음	
종합의견	• 본 양노교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 방호벽 균열, 파손, 망상균열, 신축이음 부식, 체수, 후타재균열, 바닥판 철근노출, 거더 균열, 교량받침 플레이트 부식, 교대 철근노출, 재료분리 등의 손상이 조사되었다. • 교량 하부로에서 높이 제한 위반차량의 충돌로 거더의 손상이 빈번히 발생하는 상황으로 충돌방지 대책이 필요한 것으로 사료된다. • 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생한 결함으로 조사되었고, 기존손상이 보수가 이루어진 것으로 확인되었다. 신규 손상 중 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었으나, 조사된 손상들에 대해서는 사용성 및 내구성 확보차원에서 보수가 필요하다. • 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 및 탄산화 깊이 등은 관련 기준을 만족하고 있고, 전회차와 비교하여 대체로 내구성이 저하되지 않은 상태이므로 콘크리트의 내구성에 대한 문제점은 없는 것으로 분석되었다. • 상태평가를 실시한 결과, 현재 시설의 상태는 양호한 상태인 「B」 (0.154)등급으로 전차 결과인 「B」 (0.173)등급으로부터 일부 부재 보수가 이루어져 결함지수가 감소되었으나 등급은 유지된 것으로 분석되었다. • 본 시설물은 공용기간 증가에 의해 손상과 열화가 증가할 수 있으므로, 지속적인 유지관리가 필요하며, 발생한 손상(결함)에 대해서 내구성 확보와 기능저를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	

2.2.4 시설물 보수 이력

【표 2.2.3】 양노교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	거더, 교대	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2025-04-08 ~ 2025-04-30		주입보수 및 표면처리	26,030	유재봉
2	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	바닥하면, 방호벽, 교대, 거더, 받침장치	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2023-03-20 ~ 2023-05-30		주입보수 및 표면처리	70,950	최원석
3	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	HIPC 거더	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2022-03-07 ~ 2022-03-31		에폭시 및 탄소섬유 도포	0	최원석

2.2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 2.2.4】 내진설계 여부 확인

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

■ 말뚝 안정검토 및 응력검토				
구 분		허용값	발생값	비 고
평상시	허용지지력(kN/EA)	853.5	669.693	0.K
	허용인발력(kN/EA)	89.467	-	0.K
	전단력(kN)	172.952	114.591	0.K
	수평변위(mm)	15	9.536	0.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	1280.25	998.753	0.K
	허용인발력(kN/EA)	134.201	-74.259	0.K
	전단력(kN)	230.026	179.32	0.K
	수평변위(mm)	15	8.409	0.K

2.2.6 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

2.2.7 주변환경 및 하중변화

양노교는 경기도 화성시 비봉면 양노리 514-1에 위치하는 2중 시설물로서 지방도 제313호선 화성로를 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 2.2.5】 하중변화 검토내용

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



【사진 2.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

2.2.8 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 2.2.6】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	26,000	26,020	교대 폭	30,022	30,050
바닥판하면 두께	240	250	교대 구체 상면 폭	1,900	1,905
거더외부 높이	2,500	2,520	난간 및 연석 높이	1,350	1,360
거더외부 하면	900	900	투석방지망	1,000	1,000



【사진 2.2.2】 부재 현장측정 전경

2.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 2.2.7】 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 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ 부재별 중점손상 • 방호벽: 균열, 파손, 망상균열, 이격단차 • 배수시설: 상태양호 • 신축이음: 후타재균열, 부식, 채수 • 바닥판: 철근노출 • 거더: 균열 • 교량받침: 플레이트 부식 • 교대: 철근노출, 재료분리 ◇ 2022년 에폭시 및 탄소섬유 도포 ◇ 2023년 주입보수 및 표면처리 ◇ 2025년 주입보수 및 표면처리	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 보수부 상태 확인

2.3 현장조사

2.3.1 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	도보, 고소작업차	2026.05.06.~2026.05.08.	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 2.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

2.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 양노교는 HIPC Girder 1경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=60.0m 폭 26.0m(왕복4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 파손, 철근노출 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 2.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		철근노출 (EA/개소)	
S1	0.40	1	1.00	1
합계	0.40	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 바닥판하면 파손	손상현황	• S1 바닥판하면 파손
원 인	• 신축이음 유간 부족	원 인	• 신축이음 유간 부족
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 바닥판하면 파손	손상현황	• S1 바닥판하면 철근노출
원 인	• 신축이음 유간 부족	원 인	• 시공미흡, 마감미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 2.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 철근노출이 조사되었으며 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다. 금회 점검시 파손이 신규 조사되었다.

【표 2.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	파손	m ²	—	—	0.40	1	▲ 0.40	신규손상
	철근노출	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 파손의 경우 신축이음 유간 부족 및 외부충격으로 인한 손상으로 신축이음과 연계된 보수를 실시하고 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철근노출의 경우 시공초기 마감 미흡으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 시설물에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되지만 부재의 내구성 확보차원의 단면보수(방청) 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

나. HIPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 HIPC Girder는 10열 1경간, 연장은 L=60.0m 폭 26.0m(왕복4차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S1-G1 거더 균열(0.2mm미만) -보수	손상현황	• S1-G1 거더 균열(0.2mm미만) -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S1 거더 상태양호	손상현황	• S1 거더 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 거더에 기존손상인 균열(0.2mm미만) 등에 대한 손상의 보수가 실시된 것을 확인하였으며, 금회점검에서 추가적인 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 2.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열(0.2mm미만)	m	3.00	3	-	-	▼ 3.00	보수실시

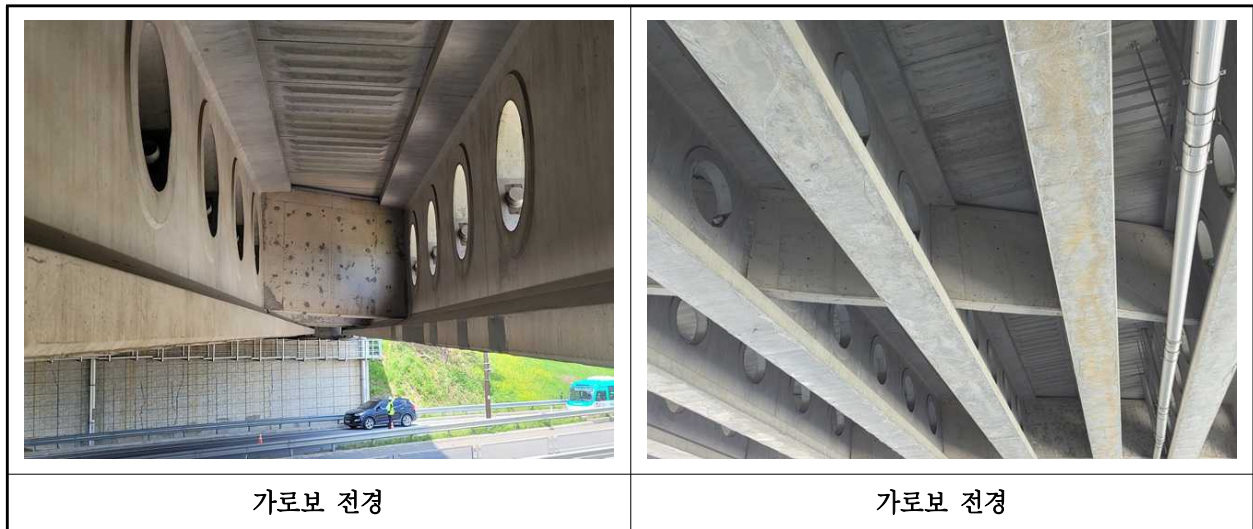
4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거터의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 이음부 파손이 조사되었다.

【표 2.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	이음부 파손 (㎡/개소)	
S1	0.75	3
합계	0.75	3

			
손상현황	• S1-G3~G4 가로보 이음부 파손	손상현황	• S1-G3~G4 가로보 이음부 파손
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1-G5~G6 가로보 이음부 파손	손상현황	• S1-G6~G7 가로보 이음부 파손
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 2.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검시 가로보 이음부 파손이 신규 조사되었다.

【표 2.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	이음부 파손	m ²	—	—	0.75	3	▲ 0.75	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 조사된 이음부 파손의 경우 시공시 마감미흡, 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 구조적인 손상은 아니나, 내구성 확보차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 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.
- 교대 A1기준 좌측에 보강토 옹벽이 위치하고 있다.



【사진 2.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

(1) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 백태, 재료분리, 누수흔적 손상이 조사되었다.

【표 2.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	—	—	0.07	2	—	—	0.60	1
A2	2.00	1	0.05	1	0.04	1	—	—
합계	2.00	1	0.12	3	0.04	1	0.60	1

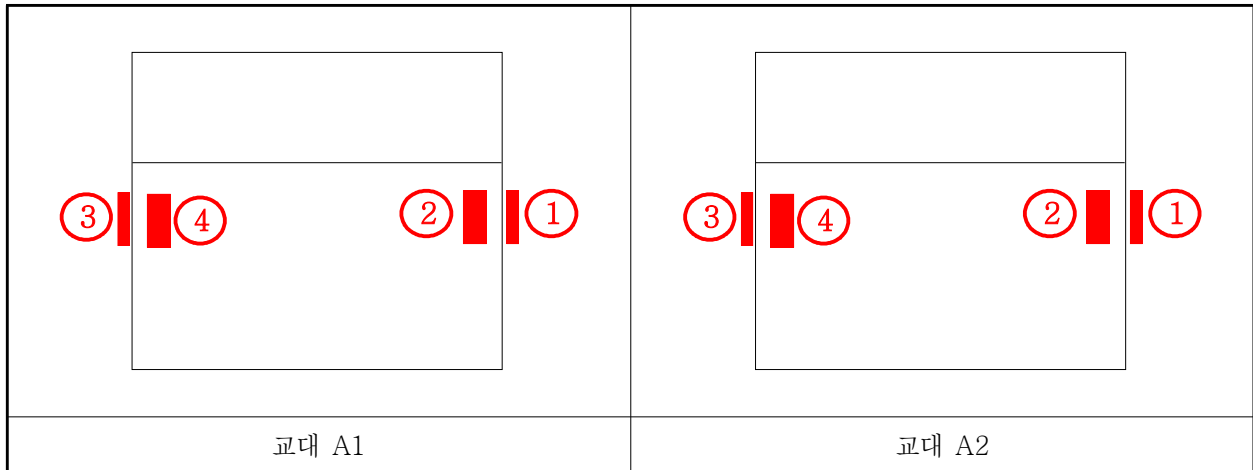
			
손상현황	• A1 누수흔적	손상현황	• A1 백태
원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 백태	손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 외부 우수유입, 신축이음 하부 누수 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 재료분리	손상현황	• A2 백태
원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등	원 인	• 외부 우수유입, 신축이음 하부 누수 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.9】 교대 손상현황

3) 기울음 측정

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

(1) 측정 위치도



【그림 2.3.1】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 2.3.8】 교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
A1	—	89.6	89.8	90.0	90.0	
A2	—	89.8	89.8	-89.9	90.0	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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



【사진 2.3.10】 교대 기울음 측정 현황

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 재료분리가 조사되었으며, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 금회 점검시 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 백태, 누수흔적이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.12	3	▲ 0.12	신규손상
	재료분리	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	0.60	1	▲ 0.60	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 2.3.10】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
A1	—	89.6	89.8	90.0	90.0	
A2	—	89.8	89.8	-89.9	90.0	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 누수흔적의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 신축이음과 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공초기 다짐미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 양노교의 기초는 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

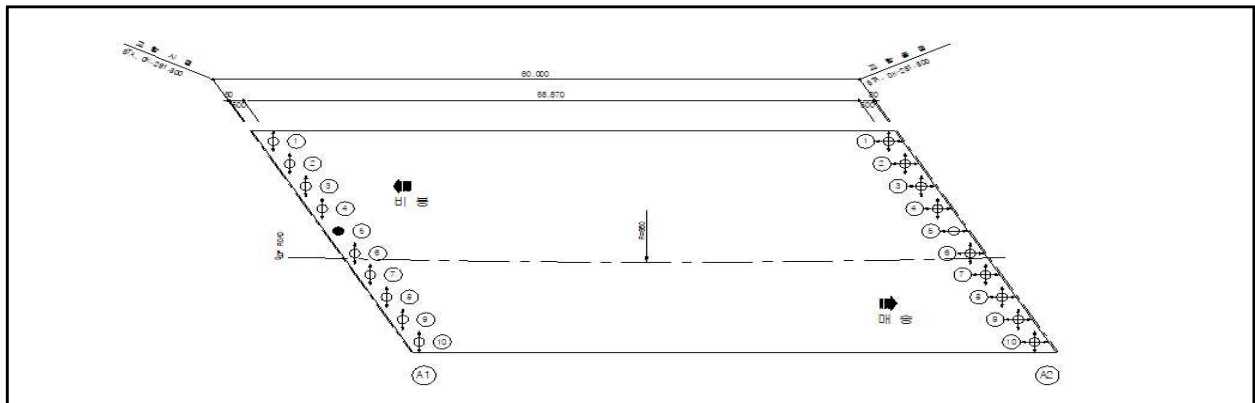


【사진 2.3.11】 기초 전경

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 탄성받침으로 총 20기가 설치되어 있으며, 현장조사는 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 2.3.3】 교량받침 배치도



【사진 2.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈균열(0.3mm미만), 플레이트 부식이 조사되었다.

【표 2.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		플레이트 부식 (㎡/개소)	
A1	—	—	0.05	1
A2	0.20	1	—	—
합계	0.20	1	0.05	1

			
손상현황	• A1-SH06 플레이트 부식	손상현황	• A2-SH01 무수축물탈균열(0.3mm미만)
원 인	• 우수유입, 공용기간 경과	원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등
조치방안	• 채도장	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 플레이트 부식이 조사되었고 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었으며, 금회 점검시 무수축물탈균열(0.3mm미만)이 신규 조사되었다.

【표 2.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

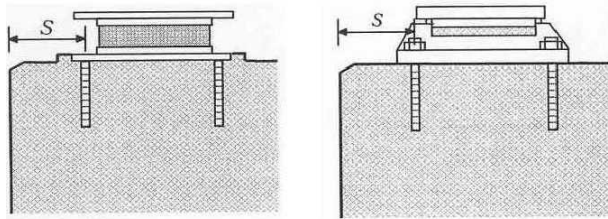
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	플레이트 부식	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 장기공용 등에 의한 손상으로 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 신축이음 하부 우수유입, 장기공용 등에 의한 손상으로 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보차원의 채도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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 2.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 2.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 2.3.13】연단거리 측정 결과

구 분	계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)										검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	
A1	500	680	680	680	650	700	680	690	650	680	700	O.K
A2	500	650	660	630	630	650	650	620	620	620	630	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



교량 받침 가동량 측정

【사진 2.3.15】교량받침 이동량 측정

① 최저·최고 기온에 따른 여유량 검토

【표 2.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	고정단						
A2	41.9	23.2	0.00001	60.0	25.1	13.9	
1) 조사당시 온도 : 16.1 $^{\circ}C$ (조사일 : 2026년 05월 06일, 평균온도, 수원)							
2) 검토온도 : -25.8 $^{\circ}C$ ~ 39.3 $^{\circ}C$ (2018년 08월 01일 : 39.3 $^{\circ}C$, 1969년 02월 06일 : -25.8 $^{\circ}C$)							

【표 2.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과
			수축	신장	최대 수축	최대 신장			
A1	—	고정단							
A2	SH1	+8	48	32	25.1	13.9	±40	OK	OK
	SH2	+8	48	32			±40	OK	OK
	SH3	+8	48	32			±40	OK	OK
	SH4	+9	49	31			±40	OK	OK
	SH5	+10	50	30			±40	OK	OK
	SH6	+10	50	30			±40	OK	OK
	SH7	+10	50	30			±40	OK	OK
	SH8	+9	49	31			±40	OK	OK
	SH9	+9	49	31			±40	OK	OK
	SH10	+8	48	32			±40	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.50), A2(No.80) New Monocell 조인트로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 유간 이물질퇴적, 부식, 체수, 하부 누수가 조사되었다.

【표 2.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	유간 이물질퇴적 (m/개소)		부식 (m/개소)		체수 (m/개소)		하부 누수 (EA/개소)	
A1 (EXP J1)	1.00	1	—	—	—	—	1.00	1
A2 (EXP J2)	—	—	4.40	1	0.50	1	—	—
합계	1.00	1	4.40	1	0.50	1	1.00	1

			
손상현황	• A1 신축이음 이물질 퇴적	손상현황	• A1 신축이음 하부 누수
원 인	• 장기공용 등	원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A1 신축이음 하부 누수	손상현황	• A2 신축이음 부식
원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등	원 인	• 장기공용, 열화 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 신축이음 체수 -현재양호	손상현황	• A1 신축이음 후타재 균열 -보수
원 인	• 장기공용, 우수유입 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• -

【사진 2.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 부식, 체수가 조사되었고 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으며 후타재 균열(0.3mm미만)이 보수되었다. 금회 점검시 유간 토사퇴적, 하부 누수가 신규 조사되었다.

【표 2.3.17】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

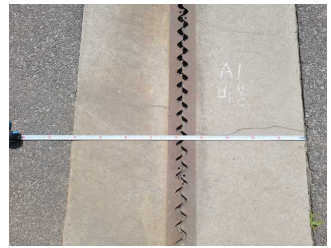
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.80	9	-	-	▼ 1.80	보수 실시
	유간 이물질 퇴적	m	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	부식	m	4.40	1	4.40	1	- -	변동없음
	체수	m	0.50	1	0.50	1	- -	변동없음
	하부 누수	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음장치에 발생한 유간 이물질 퇴적은 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 정비가 필요한 것으로 판단된다.
- 조사된 부식, 체수의 경우 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적, 열화 등에 의한 손상으로 점검 당시 신축이음장치의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아니므로 주의관찰 후 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 하다.
- 조사된 하부누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상을 발생시킬 수 있으나 정도가 경미하여 주의관찰 후 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

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. 06. 기온 적용: 16.1℃(일평균) ΔT(신장시) : $39.3^\circ\text{C} - 16.1^\circ\text{C} = 23.2^\circ\text{C}$ ΔT(수축시) : $-25.8^\circ\text{C} - (16.1^\circ\text{C}) = 41.9^\circ\text{C}$ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 온도변화범위(℃) - 최고기온 - 2018년 08월 01일 : 39.3°C - 최저기온 - 1969년 02월 06일 : -25.8°C	 

【사진 2.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		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	고정단									
A2	41.9	23.2	0.00001	60.0	25.1	13.9	—	25.1	13.9	
1) 조사당시 온도 : 16.1 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2026년 05월 06일, 평균온도, 수원) 2) 검토온도 : -25.8 $^{\circ}\text{C}$ ~ 39.3 $^{\circ}\text{C}$ (2018년 08월 01일 : 39.3 $^{\circ}\text{C}$, 1969년 02월 06일 : -25.8 $^{\circ}\text{C}$) 3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)										

【표 2.3.19】 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) ④-①+③	최대 신장시 ③-② ③-②		
A1	신축이음	고정단							
	바닥판								
	거더								
A2	신축이음	25.1	13.9	25	80	29.9	11.1	OK	OK
	바닥판			55	-	-	41.1	-	OK
	거더			263	-	-	249.1	-	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 아스콘 포장으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 2.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

0

			
손상현황	• S1 교면포장 비봉방향 상태양호	손상현황	• S1 교면포장 매송방향 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 2.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 양노교의 종단구배는 (+)0.55%, 횡단구배는 (-)4.0%로 시공되어 있으며, 배수구의 간격은 5.0~7.0m 간격으로 설치되어 있고, 배수관은 육교형으로 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 2.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S1 배수구 상태양호	손상현황	• S1 배수관 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 2.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

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 시공되어 있으며, 좌·우로 투석방지망이 50m씩 설치되어 있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



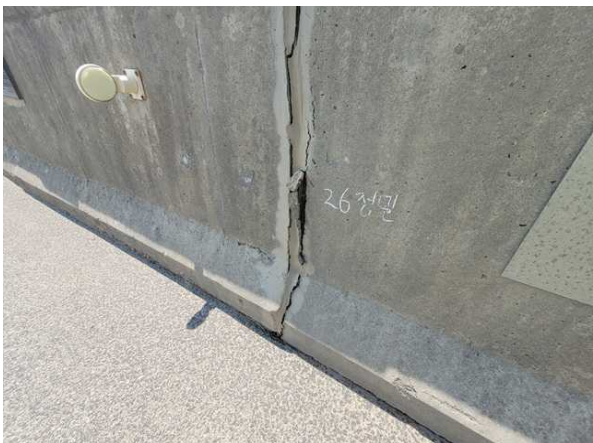
【사진 2.3.23】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손, 철근노출, 이격단차가 조사되었다.

【표 2.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m,/개소)		파손 (m²/개소)		철근노출 (m²/개소)		이격단차 (EA/개소)	
S1	6.00	16	0.04	1	0.05	1	1.00	1
합계	6.00	16	0.04	1	0.05	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S1 방호벽 접속부 파손	손상현황	• S1 방호벽 접속부 이격단차
원 인	• 외부충격, 시공미흡 등	원 인	• 접속부 침하 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S1 방호벽 철근노출	손상현황	• S1 방호벽 망상균열 -보수
원 인	• 접속부 침하, 시공미흡 등	원 인	• -
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• -

【사진 2.3.24】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 파손, 이격단차가 조사되었고, 손상의 진전은 없는 상태로 조사되었으며 망상균열(0.3mm미만)은 보수된 것으로 확인되었다. 금회 점검시 철근노출이 신규 조사되었다.

【표 2.3.25】 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	6.00	16	6.00	16	— —	변동없음
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	0.60	1	—	—	▼ 0.60	보수실시
	파손	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	철근노출	m ²	—	—	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	이격단차	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에서 조사된 방호벽 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상부 우수유입으로 인한 균열부백태 등 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 방호벽 파손, 철근노출의 경우 시공미흡, 반복윤하중, 접속부 침하 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 기능성에 영향을 미치는 상태는 아닌 것으로 확인되나 손상의 진전을 방지하고 내구성을 확보하기 위한 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 접속부 이격단차의 경우 접속부 침하 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 양노교의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



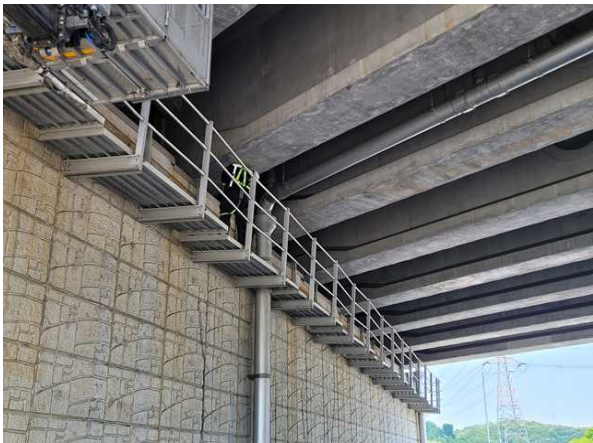
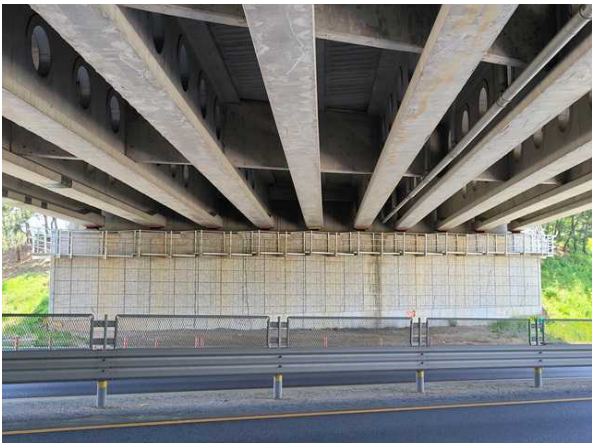
【사진 2.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 설치된 점검시설 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 점검시설 점검로 상태양호	손상현황	• A2 점검시설 점검로 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 2.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

파. 기타시설(가로등, 설명판 등)

1) 부재의 개요

- 양노교의 기타설비는 외측으로 가로등이 설치되어 있다.
- 기타시설에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.27】 기타시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.28】 기타시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S1 가로등 상태 현황	손상현황	• S1 낙하물방지망 상태 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.28】 기타시설 손상현황

3) 기 점검과의 비교

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

【표 2.3.29】 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. 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.

거. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 2.3.30】 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 양노교는 지방도 313호선을 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, 중대시민재해유발 가능성이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함인 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	이상없음	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	

	
바닥판하면 S1 외측 캔틸레버 상태현황	바닥판하면 S1 내측 상태현황
	
교대 A1 상태현황	교대 A2 상태현황

【사진 2.3.29】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

신축이음 A1 상태현황	신축이음 A2 상태현황
배수시설 S1 배수구 상태현황	배수시설 S1 배수관 상태현황
교면포장 S1 상태현황	교면포장 S1 상태현황

【사진 2.3.29】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

2.3.3 현장조사 총괄표

【표 2.3.31】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	파손	m ²	0.40	1	
	철근노출	EA	1.00	1	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	이음부 파손	m ²	0.75	3	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
	백태	m ²	0.12	3	
	재료분리	m ²	0.04	1	
	누수흔적	m ²	0.60	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	
	플레이트 부식	m ²	0.05	1	
신축이음장치	유간 이물질퇴적	m	1.00	1	
	부식	m	4.40	1	
	체수	m	0.50	1	
	하부 누수	EA	1.00	1	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	6.00	16	
	파손	m ²	0.04	1	
	철근노출	m ²	0.05	1	
	이격단차	EA	1.00	1	
교량점검시설	상태양호	—	—	—	
기타시설	상태양호	—	—	—	

2.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 2.3.32】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	파손	m ²	—	—	0.40	1	▲ 0.40	신규손상
	철근노출	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
거더	균열(0.3mm미만)	m	3.00	3	—	—	▼ 3.00	보수실시
가로보	이음부 파손	m ²	—	—	0.75	3	▲ 0.75	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.12	3	▲ 0.12	신규손상
	재료분리	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	0.60	1	▲ 0.60	신규손상
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	플레이트 부식	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
신축이음 장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.80	9	—	—	▼ 1.80	보수실시
	유간 이물질퇴적	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	부식	m	4.40	1	4.40	1	— —	변동없음
	채수	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	하부 누수	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	6.00	16	6.00	16	— —	변동없음
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	0.60	1	—	—	▼ 0.60	보수실시
	파손	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	철근노출	m ²	—	—	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	이격단차	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

2.4 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.

2.4.1 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 2.4.1】 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	2	2	2	2	
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

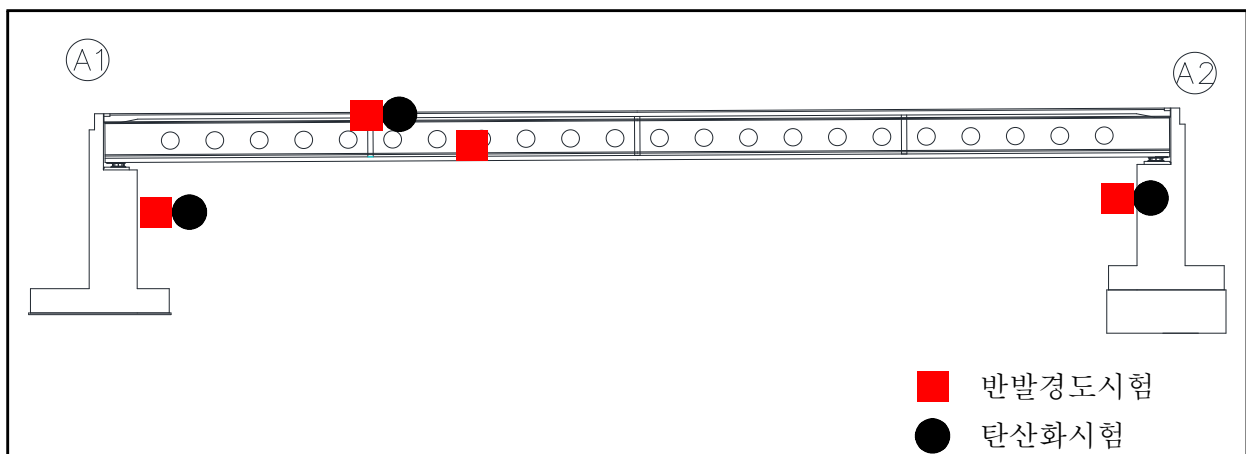
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소작업차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

2.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 4개소)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 적용하였으며, 표준편차와 변동계수가 나오지 않는 경우 낮은 값을 적용하였다.



【사진 2.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 2.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

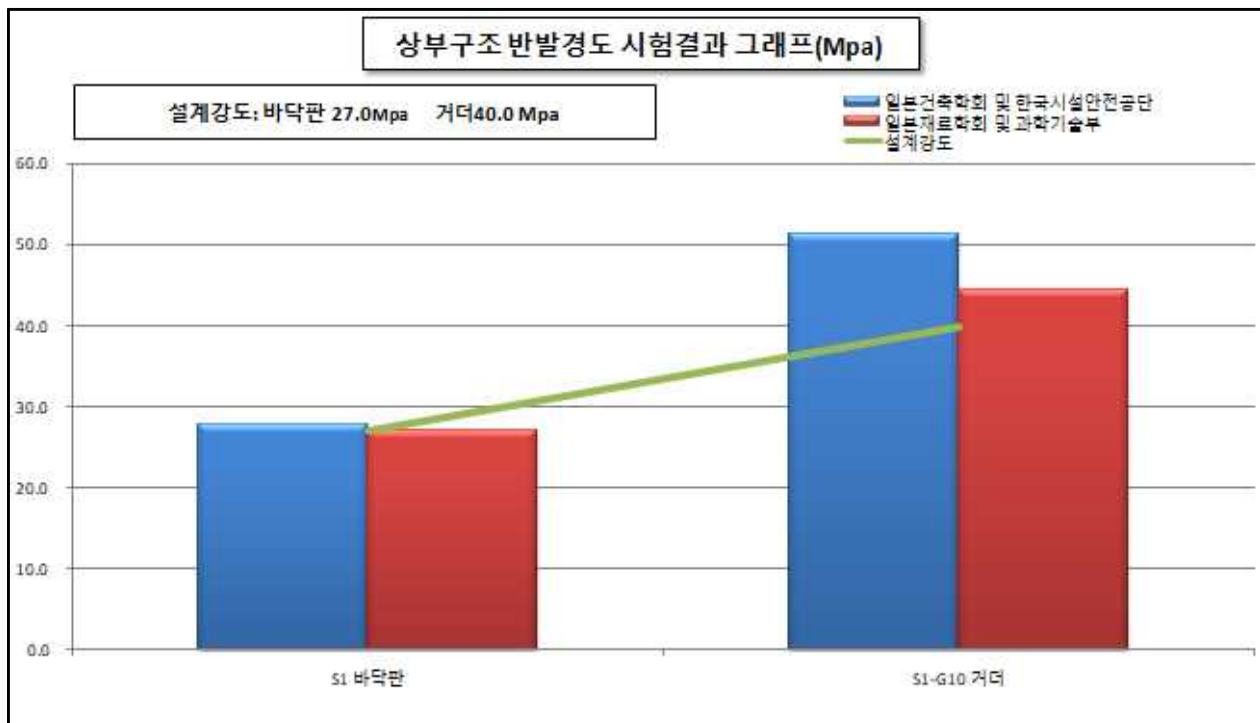
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	48.1	27.2	27.9	0.63	27.0	건전부
평균			—	27.2	27.9	—	—	
표준편차			—	0.00	0.00	—	—	
변동계수			—	0.000	0.000	—	—	
최대값			—	27.2	27.9	—	—	
최소값			—	27.2	27.9	—	—	

【표 2.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설안전 공단			
상부 구조	S1-G10	거더	54.9	44.5	51.3	0.63	40.0	건전부
평균			—	44.5	51.3	—	—	
표준편차			—	0.00	0.00	—	—	
변동계수			—	0.000	0.000	—	—	
최대값			—	44.5	51.3	—	—	
최소값			—	44.5	51.3	—	—	

【표 2.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)		비고
	일본건축학회 / 한국시설안전공단						
바닥판	27.2	~ 27.9	27.0	27.6	100.7	~ 103.3	
거더	44.5	~ 51.3	40.0	47.9	111.3	~ 128.3	



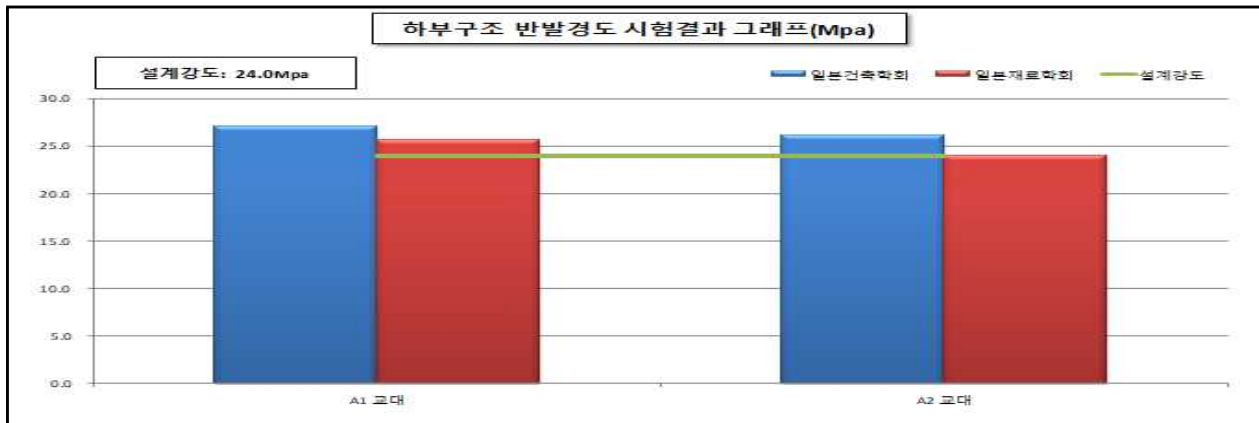
【그림 2.4.2】 범물방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 2.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	46.3	25.7	27.0	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	44.3	24.1	26.1			건전부
평균			—	24.9	26.6	—	—	
표준편차			—	1.13	0.64	—	—	
변동계수			—	0.045	0.024	—	—	
최대값			—	25.7	27.0	—	—	
최소값			—	24.1	26.1	—	—	

【표 2.4.6】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대	26.1	~ 27.0	24.0	26.6	108.8 ~ 112.5	



【그림 2.4.3】 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.2~27.9MPa, 상부구조(거더) 44.5~51.3MPa, 하부구조(교대) 26.1~27.0MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	바닥판	26.0 ~ 33.8	27.2 ~ 27.9	27.0
	거더	—	44.5 ~ 51.3	40.0
	교대	23.6 ~ 25.6	26.1 ~ 27.0	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

4) 반발경도 시험보고서

【표 2.4.8】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 05. 06. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	양노교
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 거더 : 40MPa 교대 : 24.0MPa
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 채령	16.1℃, 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 ±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 2.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 2.4.9】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판하면	6.0	50.0	44.0	9	2.00	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	8.0	67.0	59.0	9	2.67	100년 이상	a등급	
	A2 교대	7.0	38.0	31.0	9	2.33	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0mm~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.10】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	6.0	44.0	
하부구조	7.0~8.0	31.0~59.0	



【그림 2.4.4】 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. 양노교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 2.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1				
실측 피복두께(mm)	50.0			
탄산화 진행깊이(mm)	6.0			
잔여깊이(mm)	44.0			
탄산화 속도계수	2.00			
공용년수	9년			
잔존수명	100년 이상			
평가	a			

탄산화 등급 a (44)	A (탄산화 속도 계수) 2 (mm/year0.5)	등급 산정 기준				
		등급	a	b	c	d
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

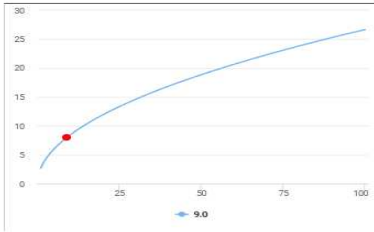
탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 2.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A1	
실측 피복두께(mm)	67.0
탄산화 진행깊이(mm)	8.0
잔여깊이(mm)	59.0
탄산화 속도계수	2.67
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

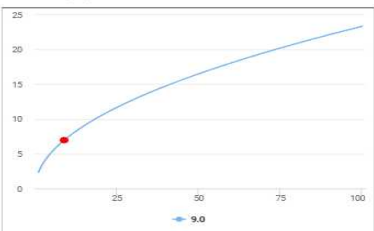
탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준				
a (59)	2.66667 (mm/year0.5)	등급	a	b	c	d
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급
		

하부구조 - 교대 A2

실측 피복두께(mm)	38.0
탄산화 진행깊이(mm)	7.0
잔여깊이(mm)	31.0
탄산화 속도계수	2.33
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준				
a (31)	2.33333 (mm/year0.5)	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
		

3) 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.12】 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	1.0~1.7	51.3~54.0	a	6.0	44.0	a	
하부구조	2.1~3.0	57.9~78.0	a	7.0~8.0	31.0~59.0	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 2.4.13】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2026년 05월 06일
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 2.4.14】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.2 ~ 27.9	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
		거더	44.5 ~ 51.3	24.0	
	하부구조	교각	26.1 ~ 27.0	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		44.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		31.0~59.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 2.4.15】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	26.0	~	33.8	27.2	~	27.9	■ 강도저하 없음.
		거더	-		44.5	~	51.3		
	하부구조	교대	23.6	~	25.6	26.1	~	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		51.3~54.0	a	44.0	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.		
	하부구조		57.9~78.0	a	31.0~59.0	a			
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

2.5 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.

2.5.1 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 2.5.1】 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
S1	A1	HIPC	c	a	b	b	a	b	c	b	b	q	a
	A2								c	b	b	q	a
평균			0.400	0.100	0.200	0.200	0.100	0.200	0.400	0.200	0.200	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.062	0.017	0.009	0.012	0.003	0.003	0.031	0.015	0.063	—	0.006
													0.221
													B

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.221) < 0.260$

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

포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 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 불쾌감을 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

신축이음부에 국부적인 부식이 발생한 상태로 간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 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 2.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
양노교	0.221	B	60.00	4	240.00	1.000	0.221
합계(Σ)			60.00	4	240.00	1.000	0.221
1. 평가지수 =							0.221
2. 상태평가결과 =							B

2.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 2.5.3】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

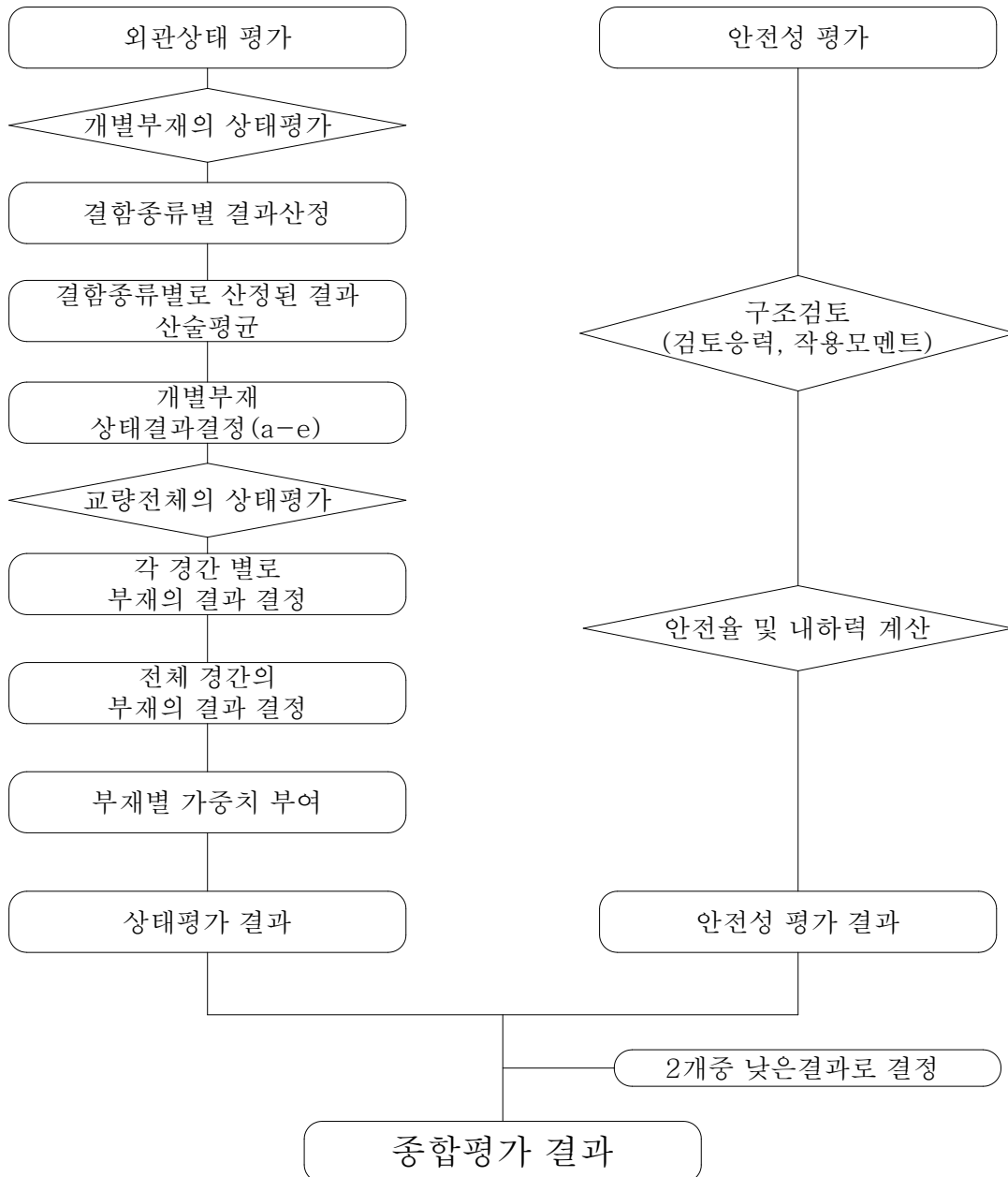
구 분	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.154	0.221
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 양노교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.154에서 0.221으로 0.067 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 파손, 철근노출, 가로보 이음부 파손, 교대 균열, 백태, 누수흔적, 교량받침 무수축물탈균열 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.	

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.6.1 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 2.6.1】 종합평가 결과 산정절차

2.6.2 종합평가 결과

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

【표 2.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
양노교	0.221	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

2.6.3 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 2.6.2】 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

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.7.1 보수·보강 방안

【표 2.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단 위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	파손	m ²	0.40	1	단면보수	2순위
	철근노출	EA	1.00	1	단면보수(방청)	1순위
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	이음부 파손	m ²	0.75	3	단면보수	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.12	3	표면처리	3순위
	재료분리	m ²	0.04	1	단면보수	2순위
	누수흔적	m ²	0.60	1	주의관찰	—
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	3순위
	플레이트 부식	m ²	0.05	1	재도장	2순위
신축이음장치	유간 이물질퇴적	m	1.00	1	정비	3순위
	부식	m	4.40	1	주의관찰	—
	체수	m	0.50	1	주의관찰	—
	하부 누수	EA	1.00	1	주의관찰	—
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	6.00	16	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.04	1	단면보수	3순위
	철근노출	m ²	0.05	1	단면보수(방청)	2순위
	이격단차	EA	1.00	1	주의관찰	—
교량점검시설	상태양호	—	—	—	—	—
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—

2.7.2 개략공사비

【표 2.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	파손	단면보수	0.40	0.60	m ²	450	270	2순위
	철근노출	단면보수(양청)	1.00	1.00	EA	720	720	1순위
가로보	이음부 파손	단면보수	0.75	1.13	m ²	450	508	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m ²	126	95	3순위
	백태	표면처리	0.12	0.18	m ²	126	23	3순위
	재료분리	단면보수	0.04	0.06	m ²	450	27	2순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.08	m ²	126	10	3순위
	플레이트 부식	재도장	0.05	0.08	m ²	330	26	2순위
신축이음	유간 이물질퇴적	정비	1.00	1.50	m	8	12	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.00	2.25	m ²	126	284	3순위
	파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	450	27	3순위
	철근노출	단면보수(양청)	0.05	0.08	m ²	720	58	2순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	720		889		451		
	재경비 (순공사비의 50%)	360		445		226		
	합계	1,080		1,334		677		
개략공사비 총계(천원)		3,090						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

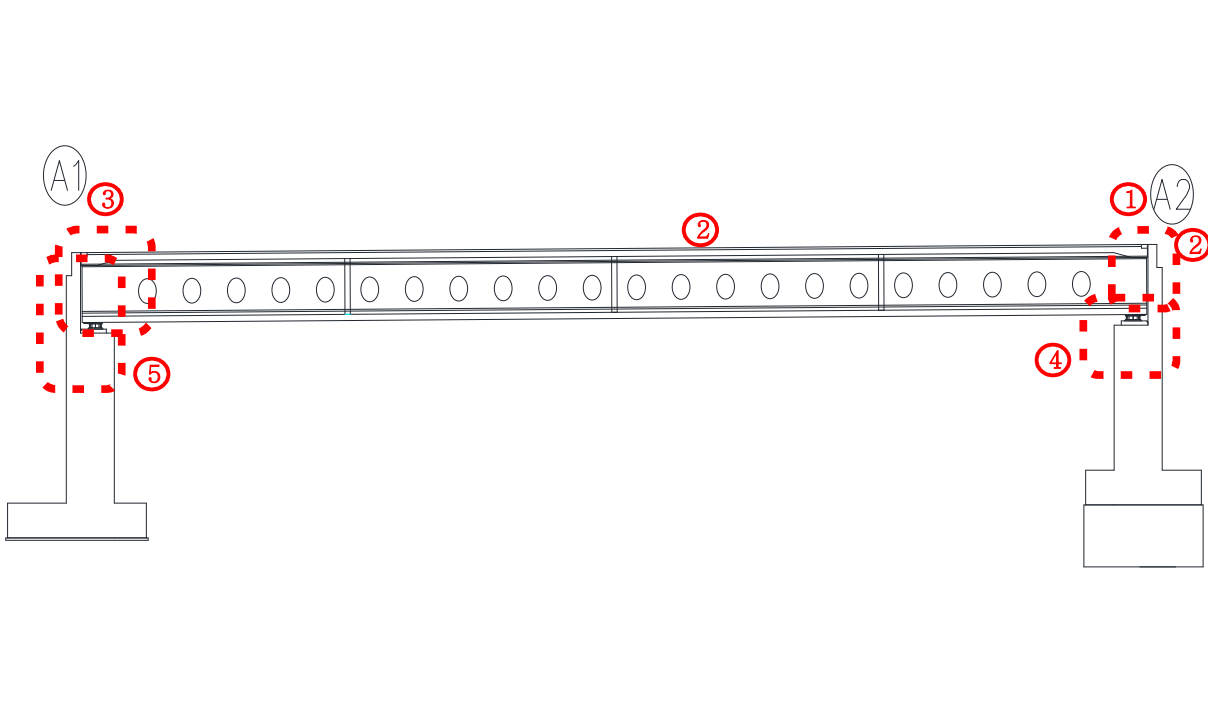
2.7.3 유지관리방안

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 2.7.3】 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 바닥판하면 S1 A2측 파손 - 진전 여부확인	② 바닥판하면 S1 A2측 철근노출 - 진전 및 추가손상 여부확인	③ 가로보 S1-G3~G6 이음부파손 - 진전 여부확인
		
④ 교대 A2 재료분리 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 A1 하부 누수, - 진전 여부확인	
		

2.8 종합결론

본 시설물은 경기도 화성시 비봉면 양노리 514-1에 위치한 교량으로서 총 연장 60.0m, 폭 26.0m, 왕복 4차로로, 2017년도에 준공되어 약 9년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

2.8.1 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 양노교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.

2.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에 발생한 파손의 경우 신축이음 유간 부족 및 외부충격으로 인한 손상으로 신축이음과 연계된 보수를 실시하고 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 철근노출의 경우 시공초기 마감 미흡으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 시설물에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되지만 부재의 내구성 확보차원의 단면보수(방청) 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) HIPC Girder

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

3) 가로보

- 가로보에 조사된 이음부 파손의 경우 시공시 마감미흡, 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 구조적인 손상은 아니나, 내구성 확보차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 누수흔적의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 신축이음과 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 재료분리의 경우 시공초기 다짐미흡, 마감미흡 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

5) 기초

- 양노교의 기초는 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

6) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 장기공용 등에 의한 손상으로 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 신축이음 하부 우수유입, 장기공용 등에 의한 손상으로 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 연단거리 측정 결과, 점검일 현재 P4 교량받침은 교체중에 있으므로 평가에서 제외하였고, P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과, 교량받침 교체 공사로 인하여 허용변위가 변경되었으며, 교체 공사중인 P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음장치에 발생한 유간 이물질퇴적은 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의

진전 방지를 위한 정비가 필요한 것으로 판단된다.

- 조사된 부식, 채수의 경우 공용기간 증가, 비산먼지퇴적, 열화 등에 의한 손상으로 점검당시 신축이음장치의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아니므로 주의관찰 후 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 하다.
- 조사된 하부누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상을 발생시킬 수 있으나 정도가 경미하여 주의관찰 후 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 전개소 모두 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

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

10) 방호벽 및 중분대

- 방호벽에서 조사된 방호벽 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상부 우수유입으로 인한 균열부백태 등 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 방호벽 파손, 철근노출의 경우 시공미흡, 반복윤하중, 접속부 침하 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 기능성에 영향을 미치는 상태는 아닌 것으로 확인되나 손상의 진전을 방지하고 내구성을 확보하기 위한 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 접속부 이격단차의 경우 접속부 침하 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

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

12) 기타시설

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

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.2~27.9MPa, 상부구조(거더) 44.5~51.3MPa, 하부구조(교대) 26.1~27.0MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도 상태는 양호한 것으로 확인된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0mm~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 양노교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.154에서 0.221으로 0.067 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 파손, 철근노출, 가로보 이음부 파손, 교대 균열, 백태, 누수흔적, 교량받침 무수축물탈균열 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.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 양노교에 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 상태 평가 결과를 종합적으로 평가한 양노교의 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.

2.8.3 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.

2.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 파손, 철근노출의 진전확인, 신축이음 A1 하부 누수에 대한 지속적인 주의관찰 후 유지관리가 요구된다.

2.8.5 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.

