

5. 쌍학교

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사

5.4 콘크리트 내구성조사

5.5 상태평가

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.7 보수·보강 및 유지관리 방안

5.8 종합결론

5. 쌍학교

5.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-47에 위치한 교량으로서 총 연장 250.0m, 폭 21.07m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

5.1.1 일반사항

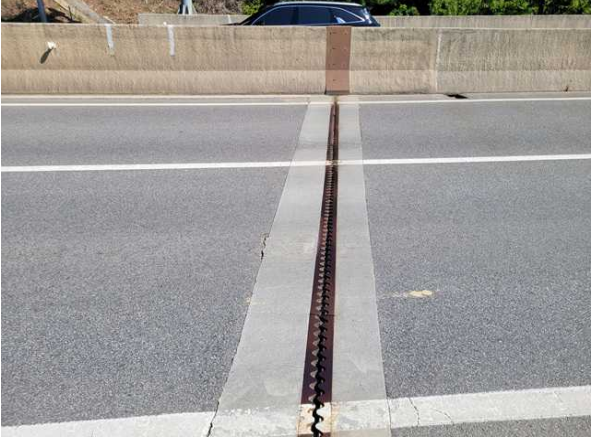
【표 5.1.1】 쌍학교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000447		관리번호		-	
시설물위치		경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-47		준공년월일		2017. 06. 30	
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(이정)		STA.3K-102.000 ~STA.3K-351.666	
제원	연장	L=250.0m, (5@50m=250m)					
	폭	B=21.07m, 왕복4차로					
구조 형식	상부	V-BEAM		기초 형식	교 각	직접기초	
	하부	교각 : II형 교대 : 역 T형			교 대	직접기초(A1) 말뚝기초(A2)	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		New Monocell Joint (A1,A2) Finger Joint (P2)	
교차시설물		농로, 동학천, 리도203호선		통과높이		5.0m	
부착시설내용		방음벽					
시 공 자		현대엔지니어링(주)		관리주체		화성도시고속도로(주)	

5.1.2 위치도 및 전경사진

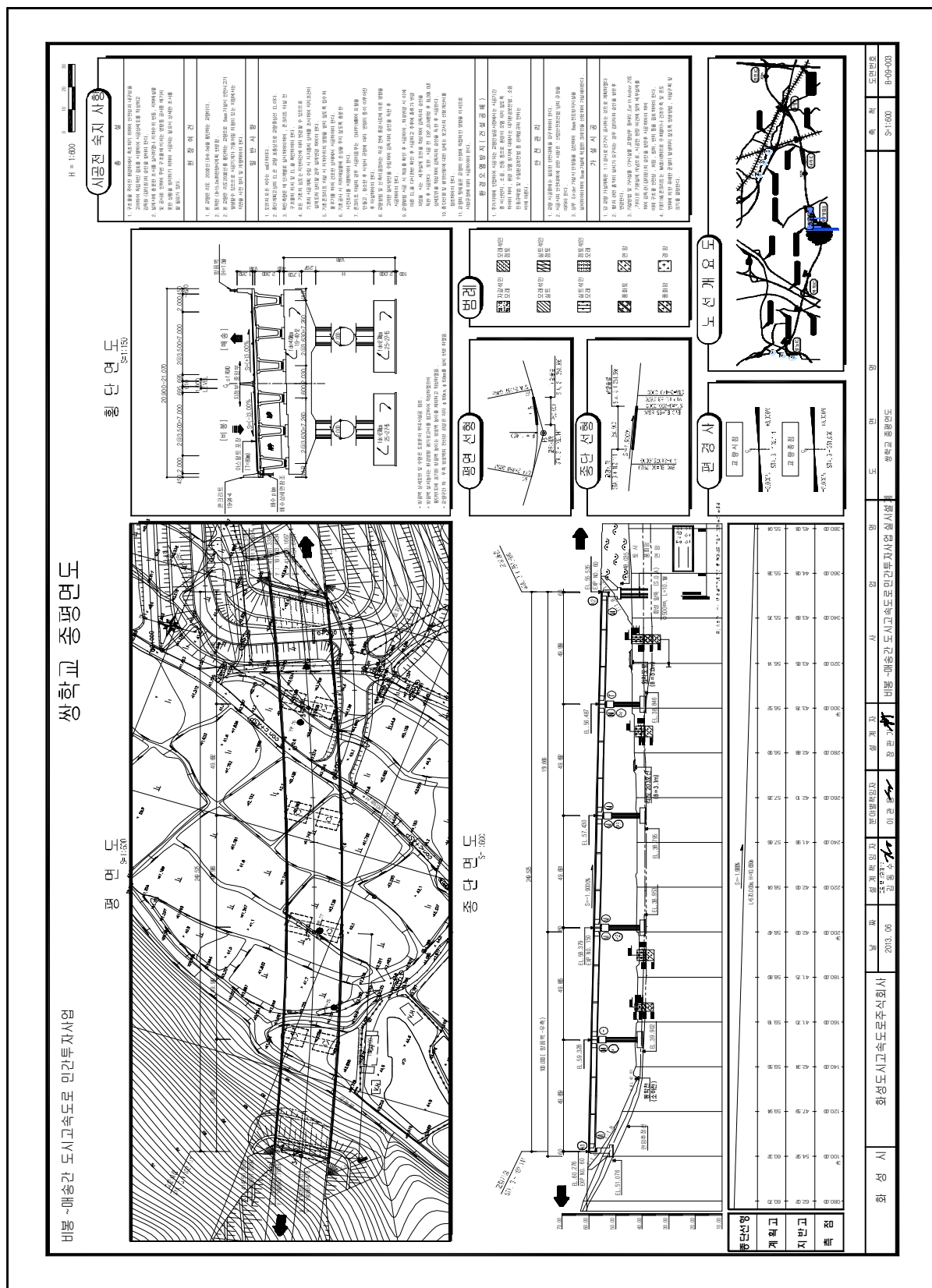


【그림 5.1.1】 위치도

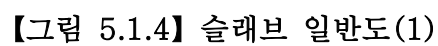
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

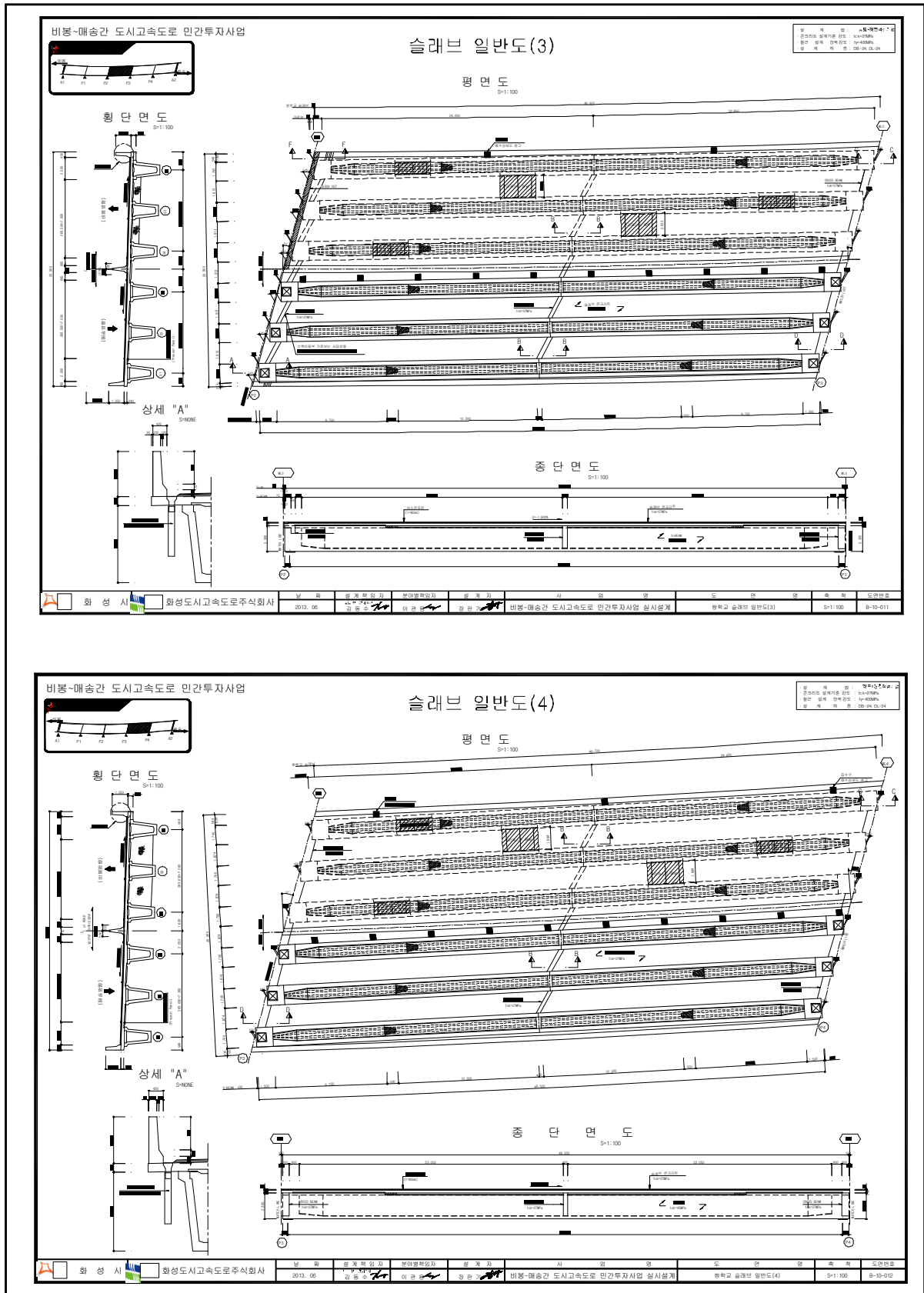
【그림 5.1.2】 부재별 현황

5.1.3 시설물 일반도

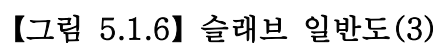


【그림 5.1.3】 종평면도

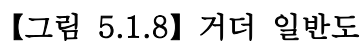


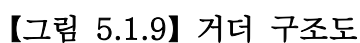


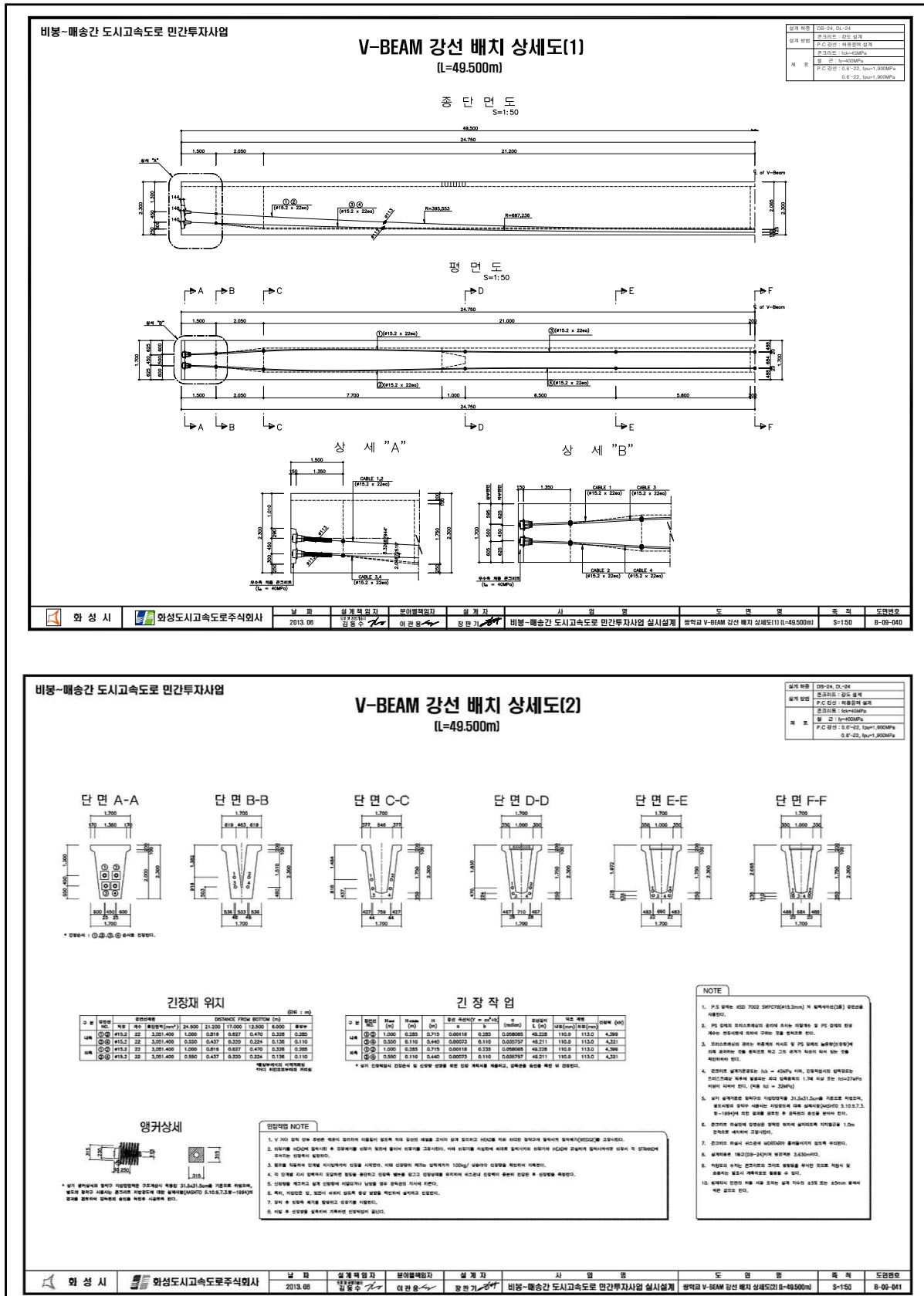
【그림 5.1.5】 슬래브 일반도(2)



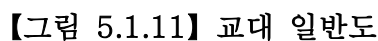


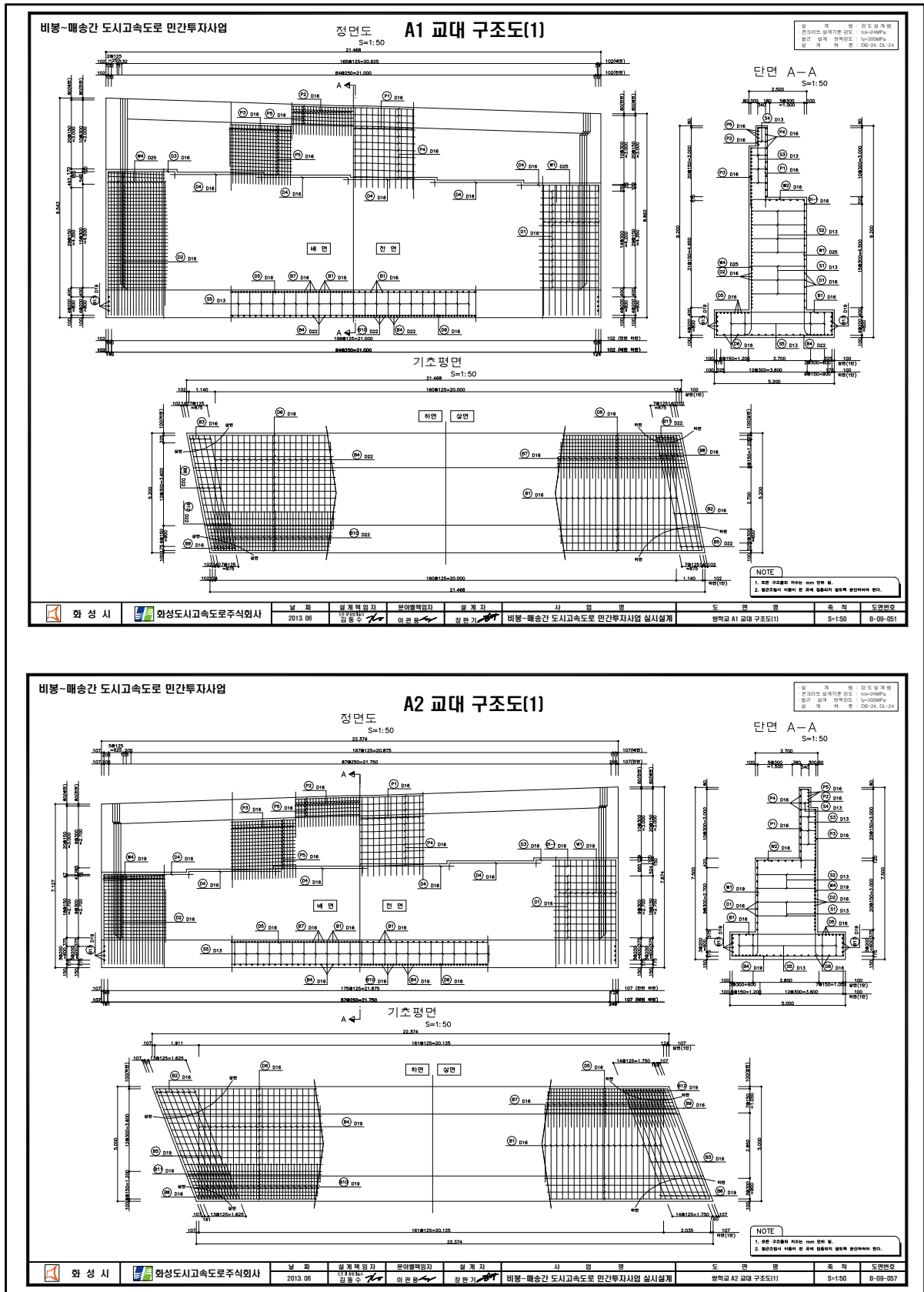




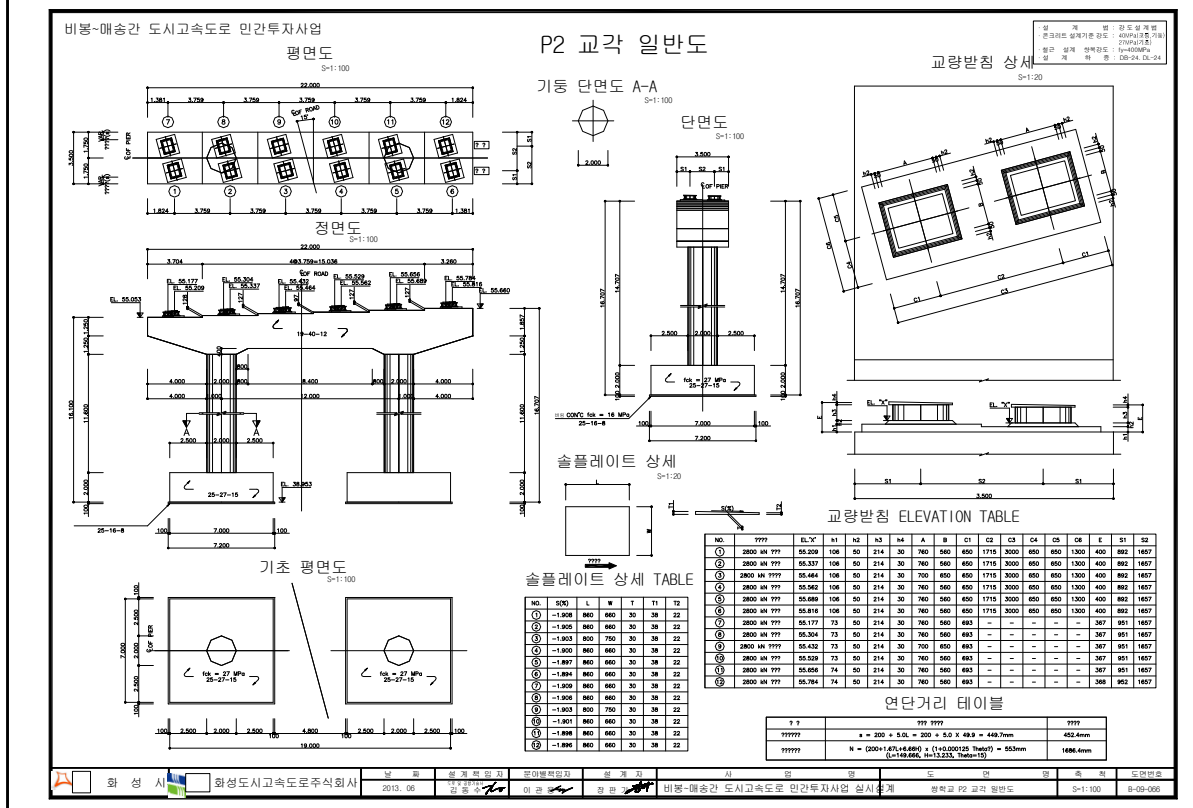


【그림 5.1.10】 V-BEAM 강선 배치 상세도

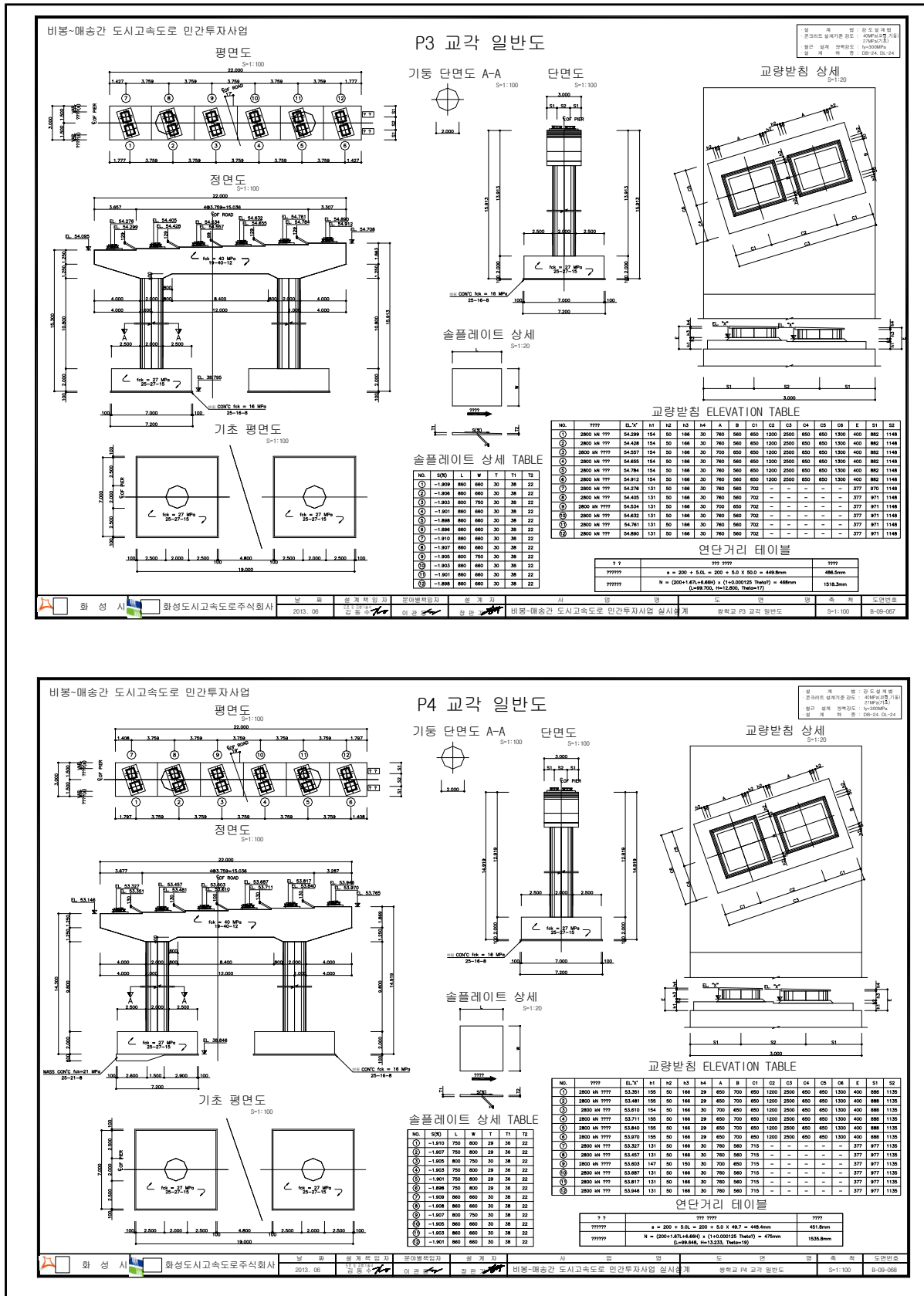




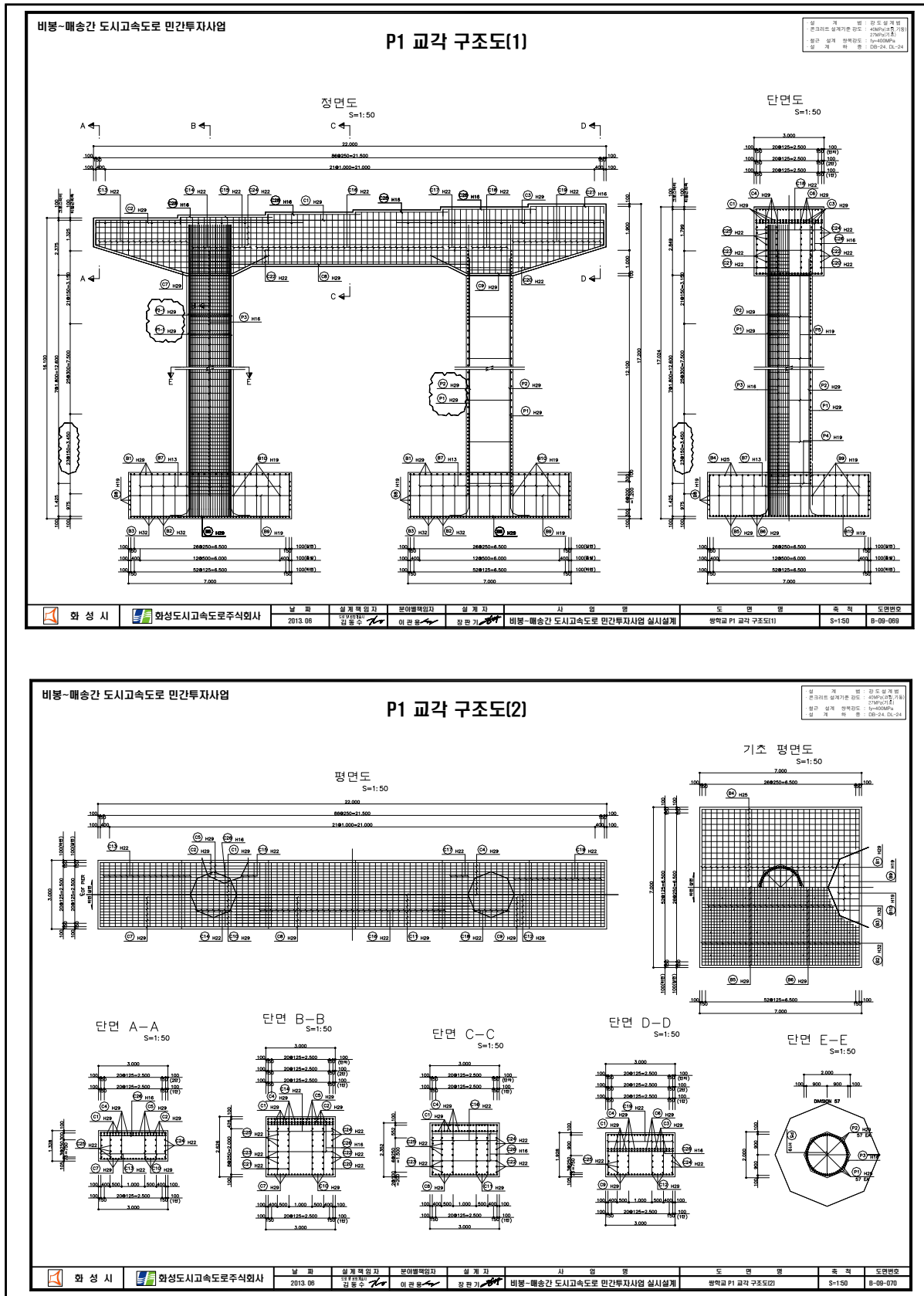
【그림 5.1.12】 교대 구조도



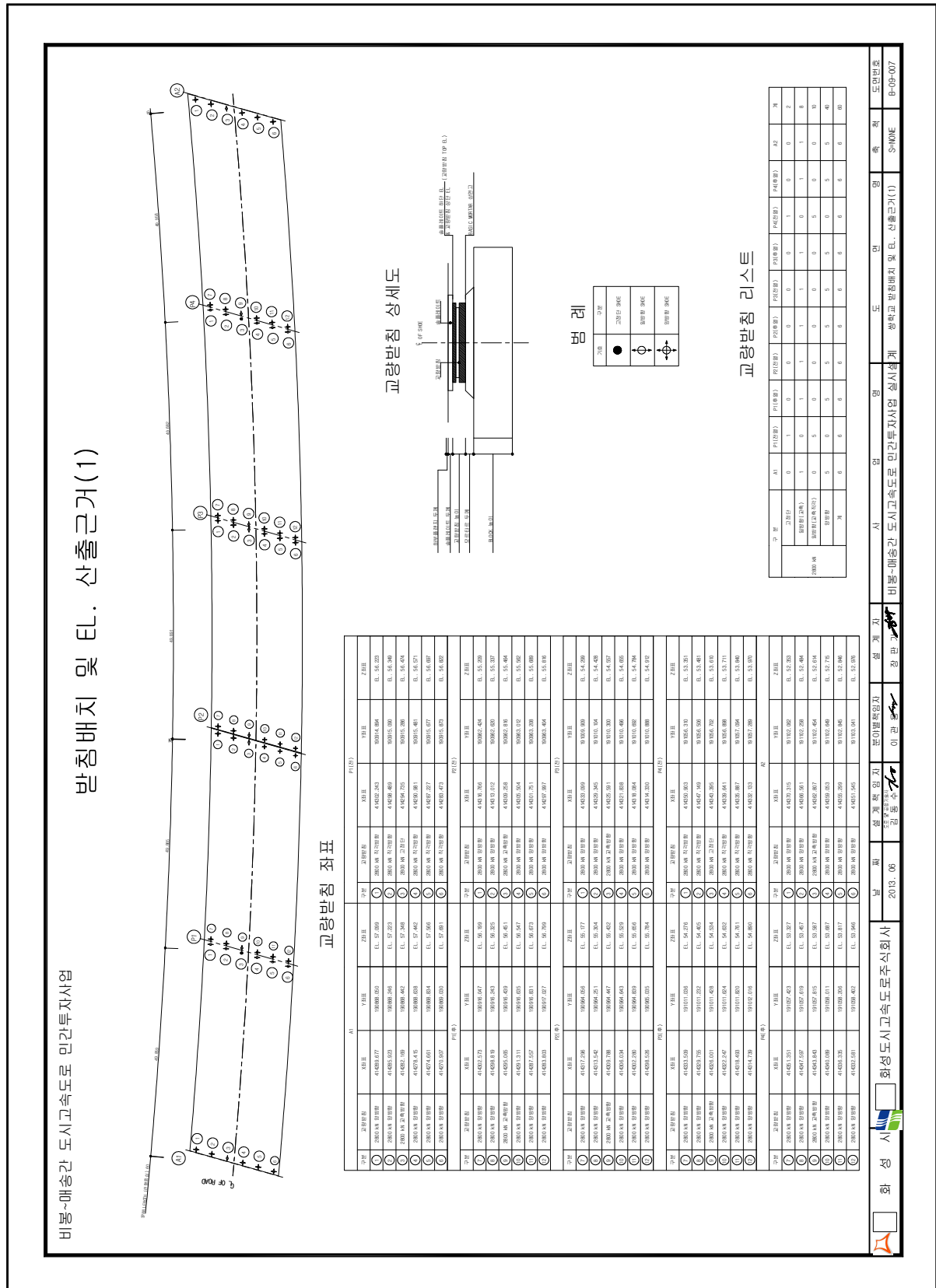
【그림 5.1.13】 교각 일반도(1)



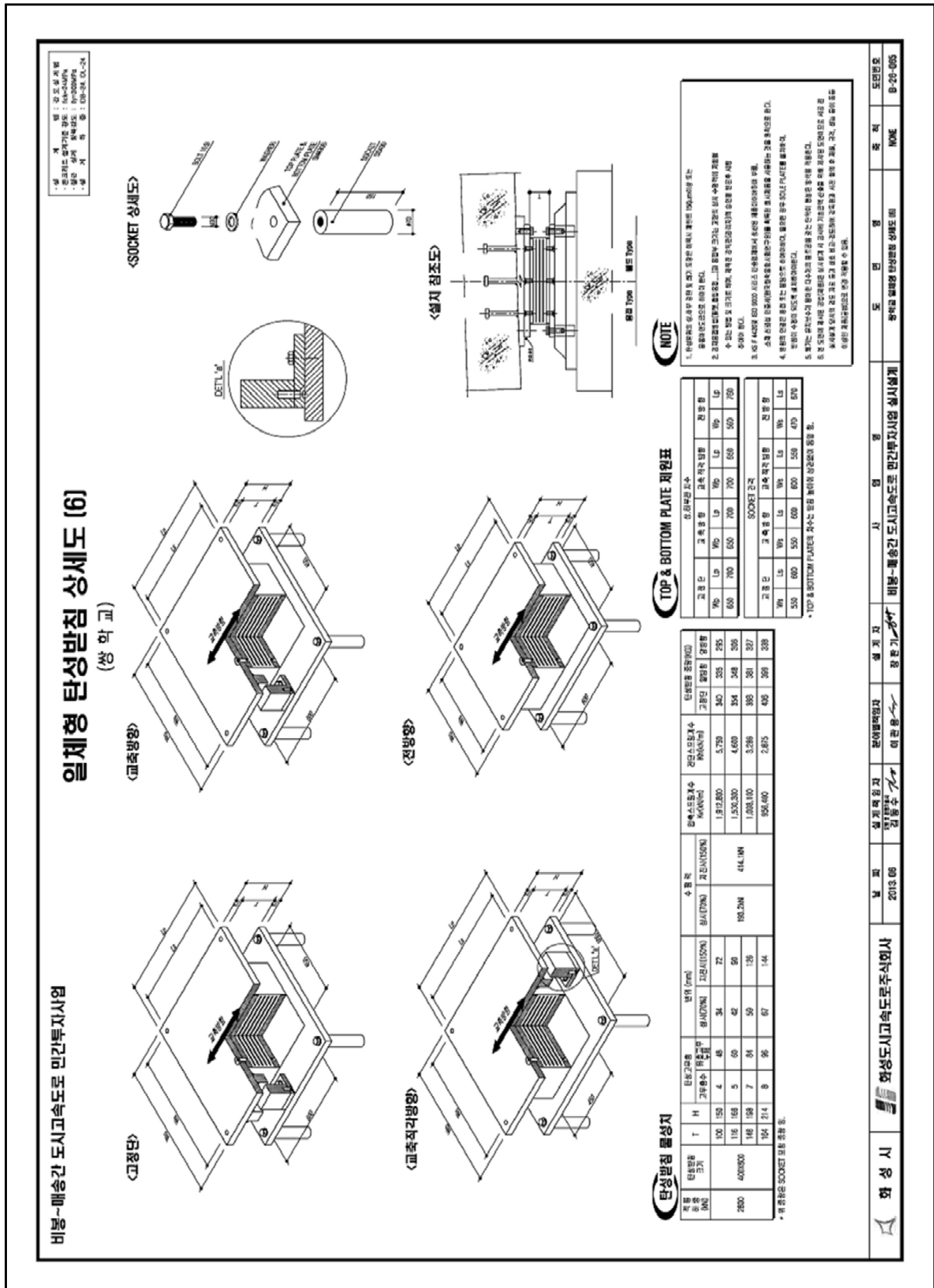
【그림 5.1.14】 교각 일반도(2)



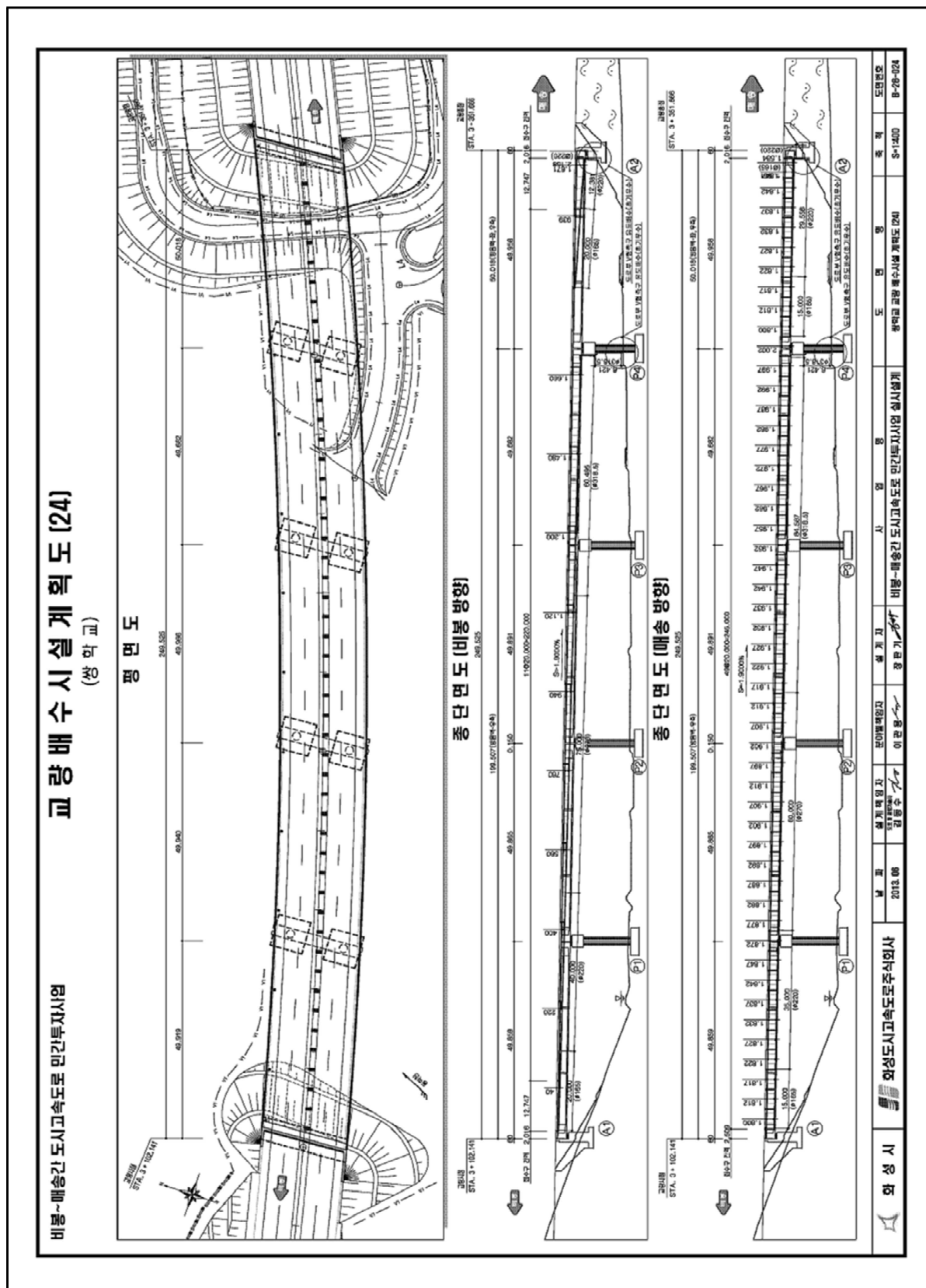
【그림 5.1.15】 교각 구조도



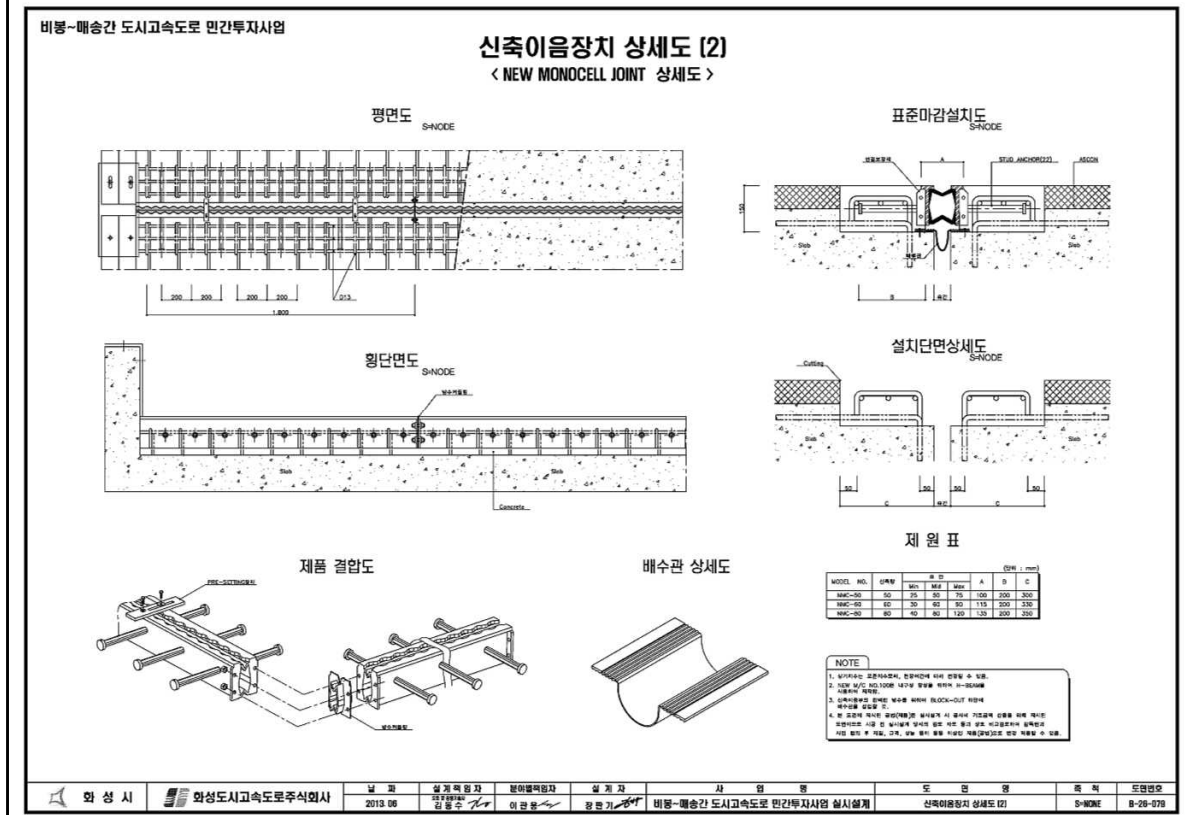
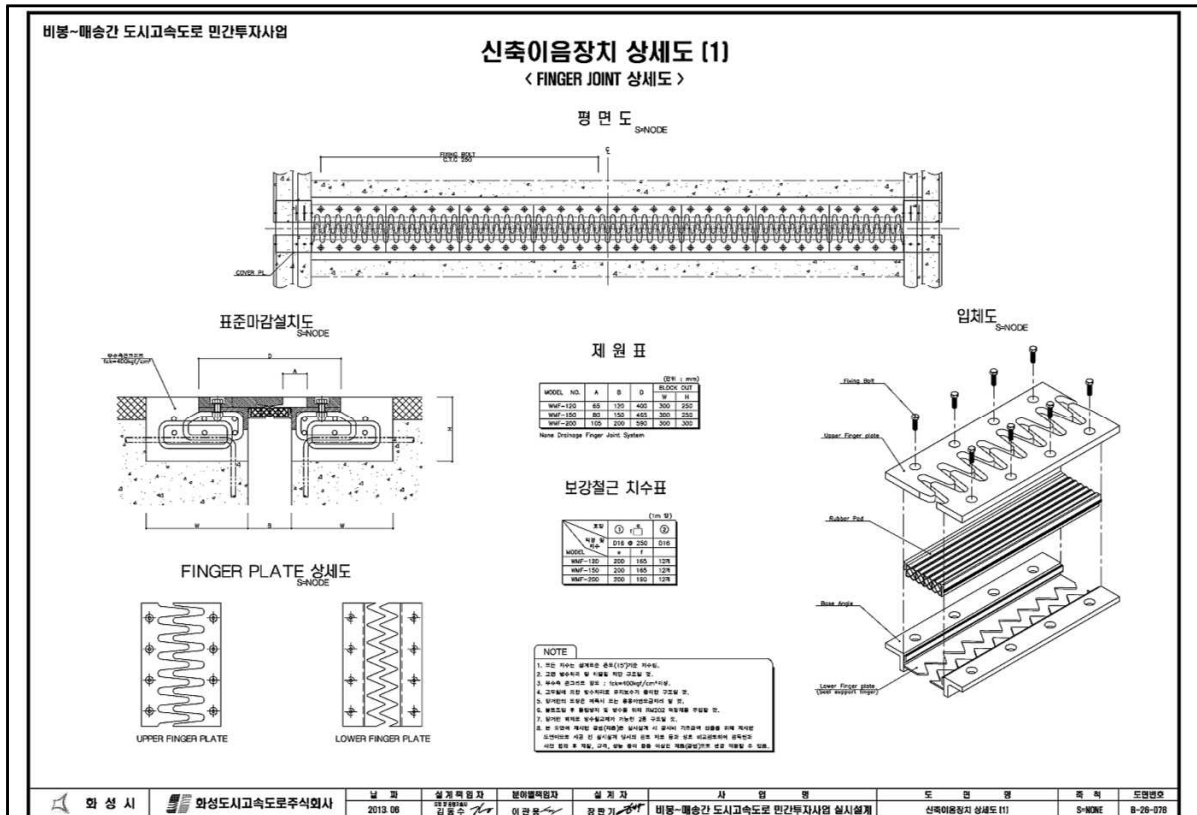
【그림 5.1.16】 교량받침 배치도



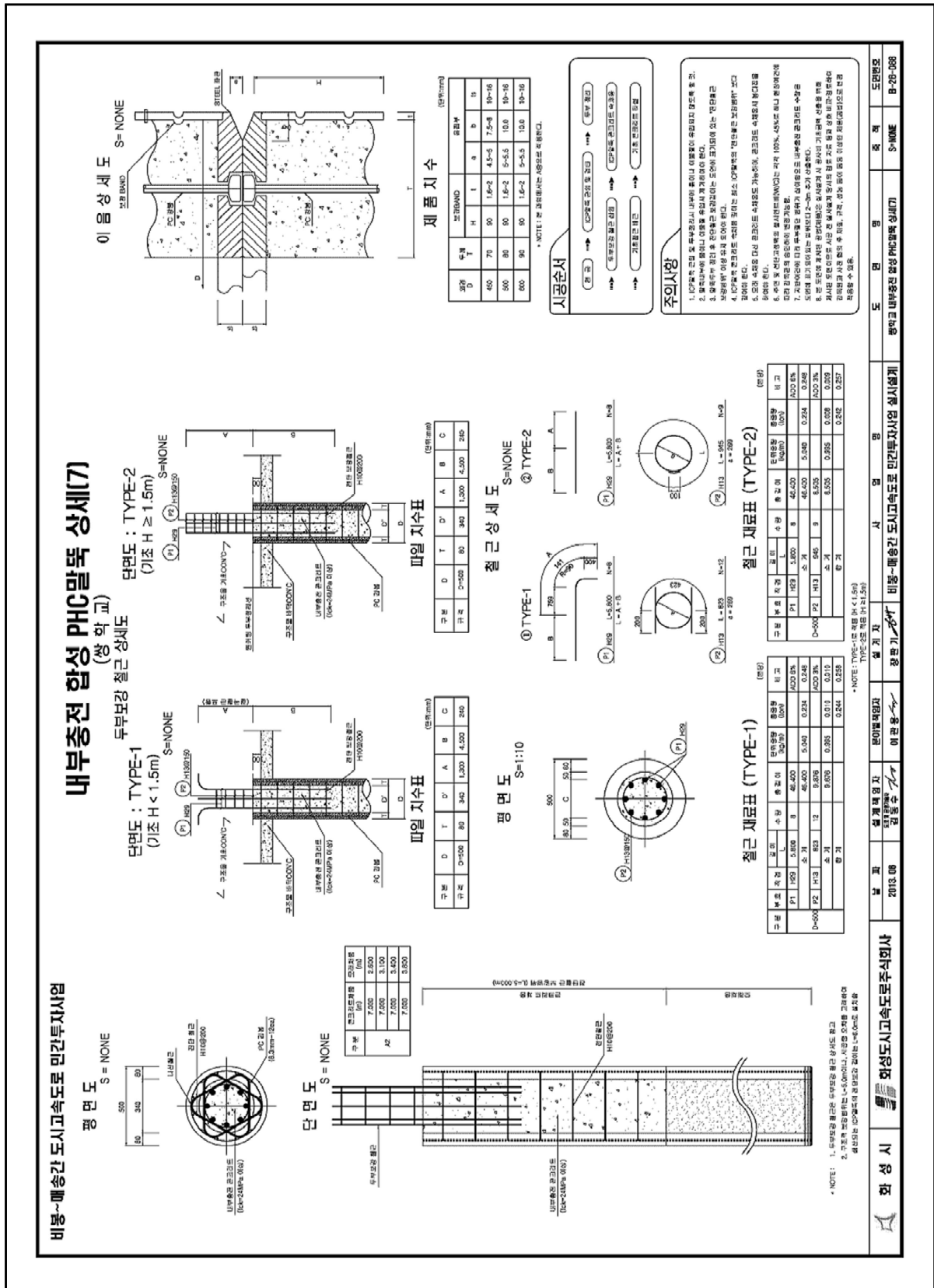
【그림 5.1.17】 교량받침 상세도



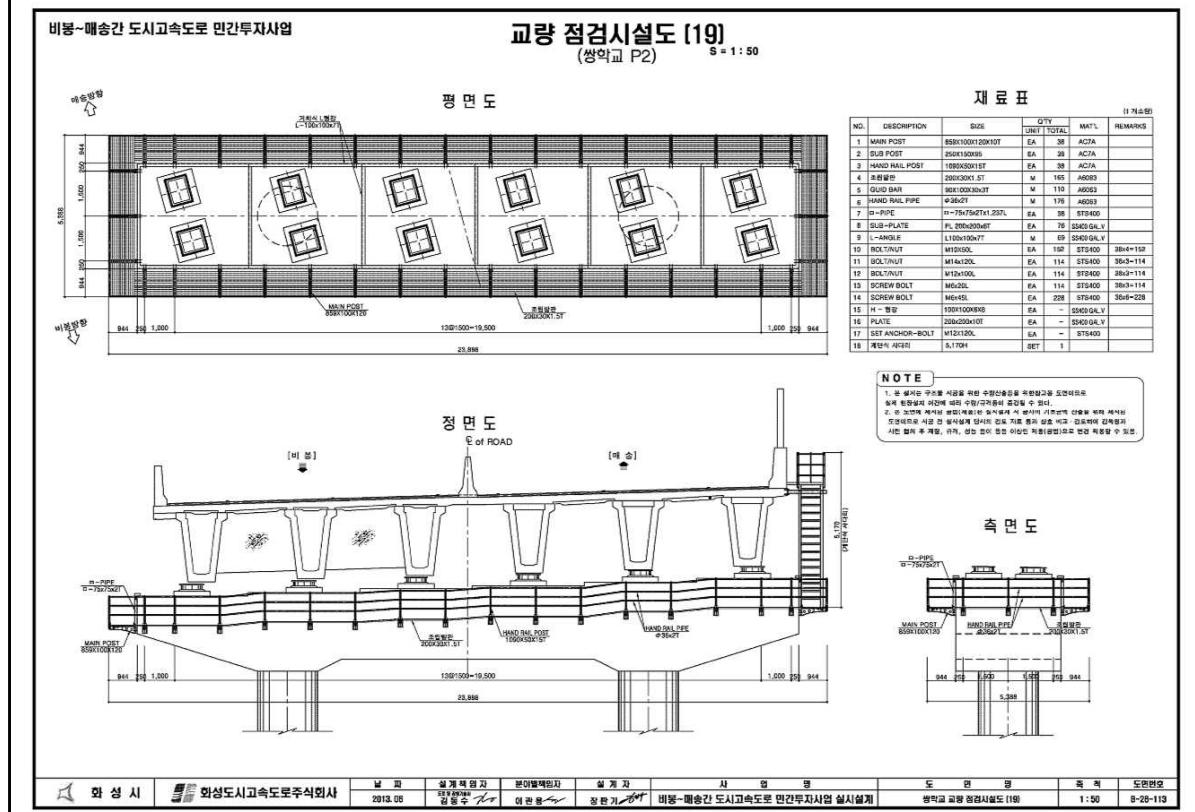
【그림 5.1.18】 배수시설 계획도



【그림 5.1.19】 신축이음 상세도



【그림 5.1.20】 말뚝기초 상세도



【그림 5.1.21】 교량 점검시설도

5.2 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.

5.2.1 자료수집 현황

가. 자료수집 및 현황

【표 5.2.1】 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.

9. PS강연선 검토

9.1 PS강연선과 SHEATH 사이의 마찰에 의한 영향

$$P_{11} = f_{ps} \times A_p$$

$$P_{11} = P_{11} + f_{ps} (1 - e^{-\alpha \sqrt{A_p}}) \times A_p$$

$$\text{여기서, } f_{ps} = 1203.987 \text{ MPa}$$

$$f_{ps} = 1410.000 \text{ MPa}$$

$$K : 0.005$$

$$\mu : 0.250$$

CABLE NO.	강장순서	A_p (mm ²)	P_{11} (N)	α (radian)	강선길이 x(m)	Pt1 (N)
1	1	3051.4	3673845.9	0.038005	24.614	4226889.2
2	2	3051.4	3673845.9	0.035757	24.605	4205750.9
		0.0	0.0	0.000000	0.000	0.0
		0.0	0.0	0.000000	0.000	0.0
		0.0	0.0	0.000000	0.000	0.0

9.2 정착장치 활동량에 의한 손실량

$$P_{12} = A_p \times E_p \times (\Delta l / x)$$

$$\text{여기서, } E_p = 200000 \text{ MPa}$$

CABLE NO.	강장순서	강선길이 x(mm)	A_p (mm ²)	Δl (mm)	Pt2 (N)
1	1	24613.9	3051.4	6.000	148765.0
2	2	24605.3	3051.4	6.000	148617.0
		0.0	0.0	6.000	0.0
		0.0	0.0	6.000	0.0
		0.0	0.0	6.000	0.0

9.3 콘크리트 타설수축에 의한 손실량

$$\Delta f_{ps} = (2 \times \Delta f_{ps1}) \times (N - 1) / (N - 1)$$

$$P_{13} = \Delta f_{ps} \times A_p$$

$$\text{여기서, } \Delta f_{ps1} = 28.213 \text{ MPa}$$

CABLE NO.	강장순서	Δf_{ps1}	Δf_{ps}	A_p (mm ²)	Pt3 (N)
1	1	28.213	56.426	3051.400	172178.3
2	2	28.213	56.417	3051.400	171785.5
		0.000	0.000	0.000	0.0
		0.000	0.000	0.000	0.0
		0.000	0.000	0.000	0.0

6) 극한강도에 의한 침몰계 검토

구 분	외측거더		내측거더		판 정
	M_u (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	M_u (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	
0.000	32773.037	41409.708	34105.676	42021.798	0.K!!
6.000	32106.852	40740.363	32234.516	41361.640	0.K!!
12.500	26423.049	38187.505	26373.311	35028.559	0.K!!
17.000	18915.614	35726.131	18965.631	36558.833	0.K!!
21.200	9067.807	32749.852	9199.195	33568.321	0.K!!

7) 최대감제량 검토

$$\text{감제지수} = p_s \times f_{ps} / f_{ps} < 0.32 \times \beta_1 = 0.272 \text{ (} f_{ps} = 27 \text{ MPa)}$$

구 분	외측거더		내측거더		판 정
	p_s	f_{ps} (MPa)	p_s	f_{ps} (MPa)	
0.000	0.00163	1828.0	0.00144	1636.8	0.K!!
6.000	0.00166	1827.0	0.00146	1635.8	0.K!!
12.500	0.00174	1823.2	0.00153	1632.5	0.K!!
17.000	0.00185	1818.5	0.00163	1628.4	0.K!!
21.200	0.00200	1812.0	0.00176	1622.6	0.K!!

※ 순인장변형률 한계 0.005는 0.32 β_1 에 해당되는 값임. (콘.기 2007년 9.5.2 (1) 해설)

8) 최소강제량 검토

$$M_{cr} = (f_{ps} + f_{ps}) \times Z_{ps} \text{ (} f_{ps} = 0.63 \sqrt{f_c} = 4.226 \text{ MPa)}$$

$$1.2 \times M_{cr} < \phi M_n$$

구 분	f_{ps} (MPa)	Z_{ps} (mm ³)	1.2 M_{cr} (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	판 정
	f_{ps}	Z_{ps}	1.2 M_{cr}	ϕM_n	
0.000	29.505	998200208	40404.349	41409.708	0.K!!
6.000	29.161	995328577	39877.242	40740.363	0.K!!
12.500	27.693	971330931	37205.030	38187.505	0.K!!
17.000	23.58	951954311	32074.635	35726.131	0.K!!
21.200	19.324	951752619	26896.529	32749.852	0.K!!

구 분	f_{ps} (MPa)	Z_{ps} (mm ³)	1.2 M_{cr} (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	판 정
	f_{ps}	Z_{ps}	1.2 M_{cr}	ϕM_n	
0.000	29.816	1015559354	41486.006	42021.798	0.K!!
6.000	29.334	1012697742	40783.353	41361.640	0.K!!
12.500	27.759	991625792	38060.581	38028.559	0.K!!
17.000	23.589	982248480	32785.490	36558.833	0.K!!
21.200	19.348	972025677	27497.440	33568.321	0.K!!

10. 극한강도 검토

10.1 철강도 검토

$$1) \text{ Girder 종방향에서 } 0.00 \text{ m 떨어진 단면}$$

(1) 외측거더

- 극한 모멘트

$$M_u = 32773.037 \text{ kN.m}$$

- 극한 저항 모멘트

$$B = 3190.0 \text{ mm}$$

$$d = 2300.0 + 240.0 - 198.0 = 2342.0 \text{ mm ; 바닥판상단에서 강연선도심까지 거리}$$

$$A_p = 12206 \text{ mm}^2 ; \text{PS강연선의 총단면적}$$

$$f_{ps} = 1900.0 \times (1 - 0.28 / 0.85 \times 0.00163 \times 1900.0 / 27) = 1828.0 \text{ MPa}$$

$$a = 12206 \times 1828.0 / (0.85 \times 27 \times 3190.0) = 304.6 \text{ mm}$$

$$> 240.0 \text{ mm} \therefore T\text{형 보로 취급 계산}$$

$$\therefore \phi M_u = \phi [A_p f_{ps} d_p (1 - 0.59 \frac{A_p f_{ps}}{b_p d_p f_{ps}}) + 0.85 f_c (b - b_c) t (d_p - 0.5 t)]$$

$$\text{여기서, } A_{ps} = A_p - A_{ci} = 7716.1 \text{ mm}^2$$

$$A_{ci} = 0.85 f_c (b - b_c) t / f_{ps} = 4489.5 \text{ mm}^2$$

$$b = 3190.0 \text{ mm}, b_c = 1700.0 \text{ mm}, t = 240.0 \text{ mm}$$

$$c = a / 0.85 = 358.6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_t = 0.003 \times (d - c) / c = 0.003 \times (2342.0 - 358.6) / 358.6 = 0.0166$$

$$\epsilon_t = 0.0166 \geq 0.0050 \text{ 이므로 인장지배 단면이며, } \phi = 0.85 \text{를 적용한다.}$$

$$\phi M_u = 0.85 \times [33034785978.0 \times (1 - 0.59 \times 0.131) + 0.85 \times 27.0 \times 1490.0 \times 240.0 \times 2222.0]$$

$$= 41409708067 \text{ N.mm} \Rightarrow 41409.708 \text{ kN.m}$$

$$\phi M_u (= 41409.708 \text{ kN.m}) > M_u (= 32773.037 \text{ kN.m}) \therefore 0.K!!$$

(2) 내측거더

- 극한 모멘트

$$M_u = 34105.676 \text{ kN.m}$$

- 극한 저항 모멘트

$$B = 3630.0 \text{ mm}$$

$$d = 2300.0 + 240.0 - 198.0 = 2342.0 \text{ mm ; 바닥판상단에서 강연선도심까지 거리}$$

$$A_p = 12206 \text{ mm}^2 ; \text{PS강연선의 총단면적}$$

$$f_{ps} = 1900.0 \times (1 - 0.28 / 0.85 \times 0.00144 \times 1900.0 / 27) = 1836.8 \text{ MPa}$$

$$a = 12206 \times 1836.8 / (0.85 \times 27 \times 3630.0) = 260.1 \text{ mm}$$

$$> 240.0 \text{ mm} \therefore T\text{형 보로 취급 계산}$$

II 결과 요약

■ 안전검토 및 용역검토

구 분	외측거더		내측거더		판 정
	M_u (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	M_u (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	
발생시	32773.037	41409.708	34105.676	42021.798	0.K!!
지진시	26423.049	38187.505	26373.311	35028.559	0.K!!

■ 단면 형 설계

	단면위치	길이	dc	Req. A_g	사용철근량	M_u	ϕM_n	안전도	비고
		(H)(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(kN.m)	(kN.m)		
좌측날개벽	전연자판	1200	100	1857.26	3096.8	514.494	850.671	1.653	0.K
	후연자판	1200	100	1049.5	1588.8	292.319	440.825	1.508	0.K
	벽체 : H=8.343	2500	100	2587.94	4053.6	1571.261	2449.994	1.559	0.K
	출력	800	80	1162.07	1588.8	210.993	286.971	1.36	0.K
	O(T=620 mm)	620	80	2250.02	2569.6	300.335	341.454	1.137	0.K
	A(T=620 mm)	620	80	4836.4	5139.2	598.127	658.147	1.1	0.K
우측날개벽	B(T=620 mm)	620	80	825.396	1588.8	112.38	214.045	1.905	0.K
	C(T=620 mm)	620	80	828.667	1588.8	112.82	214.045	1.897	0.K
	O(T=450 mm)	450	80	3272.03	5139.2	288.642	435.362	1.508	0.K
	A(T=600 mm)	600	80	4728.29	5139.2	585.053	631.937	1.08	0.K
	B(T=600 mm)	600	80	4856.45	5139.2	413.984	435.362	1.052	0.K
	C(T=600 mm)	600	80	1483.3	2282	192.56	294.069	1.527	0.K

■ 사용성 검토

구 분	인장응력 (fs)	허용응력 (fsa)	철근간격 (S)	최대간격 (S _{max})	비 고	
전면자판	83.423	150	125	721.49	0.K	
후면자판	82.72	150	125	619.332	0.K	
벽체 : H=8.343	66.158	150	125	982.282	0.K	
출력	95.371	150	125	645.72	0.K	
좌측날개벽	D(T=620 mm)	130.785	150	250	438.384	0.K
	A(T=620 mm)	134.68	150	125	420.968	0.K
	B(T=620 mm)	80.649	150	125	781.16	0.K
	C(T=620 mm)	81.047	150	125	777.329	0.K
우측날개벽	D(T=450 mm)	98.093	150	125	655.618	0.K
	A(T=600 mm)	137.957	150	125	407.078	0.K
	B(T=600 mm)	127.882	150	125	452.148	0.K
	C(T=600 mm)	100.596	150	125	606.682	0.K
	87.838	150	125	716.538	0.K	

다. 지형 및 지질

제 3 장 지형 및 지질

3.1 지 형

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.

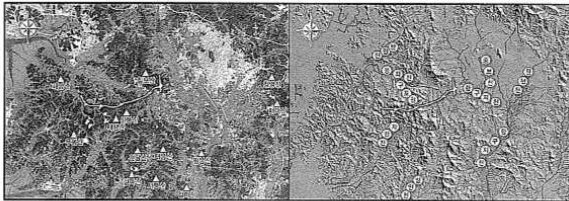
사업구간 일대의 지형은 동측의 수원분지지역, 중앙 산지지역, 서부 해안지역으로 대분된다.

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 화강암질암으로 엽리가 잘 발달되어 있으며, 흑운모편암, 흑운모-각섬석편암이 박층으로 협재되어 있어 대상편마암의 우측대와 우백대가 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 우백대 즉 화강암질편마암내의 석영-장석질편마암부분에 발달한다. 본 암층은 대상편마암상구조를 보여주는 부분이 많은데, 우백대와 우측대, 즉 우백질화강암질편마암인 부분과 흑운모편암 및 흑운모-각섬석편암이 호층을 이루고 있다.

(2) 백운모편암층

본 암층은 규암 및 석영편암, 석화암 및 석화규암이 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 우백질화강암질편마암의 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, 우백대와 우측대가 호층을 이루고 교호하여 대상구조를 띤다.

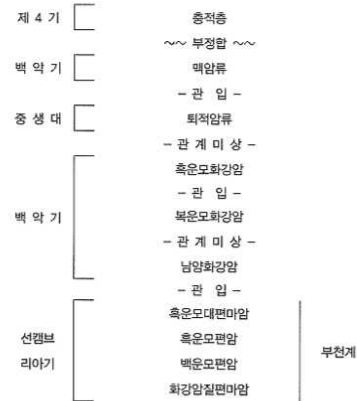
본 암층은 잘 발달된 엽리를 보여주며 미승곡구조를 보여준다. 우백대가 우세한 부분에서는 주입편마암과 같은 양상을 보여주며, 우측대가 우세한 부분은 흑운모편암과 같은 양상을

3.2 지 질

3.2.1 지질개요

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

과업구간의 암종으로 선크브리아기의 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 선크브리아기의 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.

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

(5) 흑운모화강암

본 암은 수원시를 중심으로 하여 소규모로 분포하고 있으며, 풍화를 받아 구릉성산지를 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.

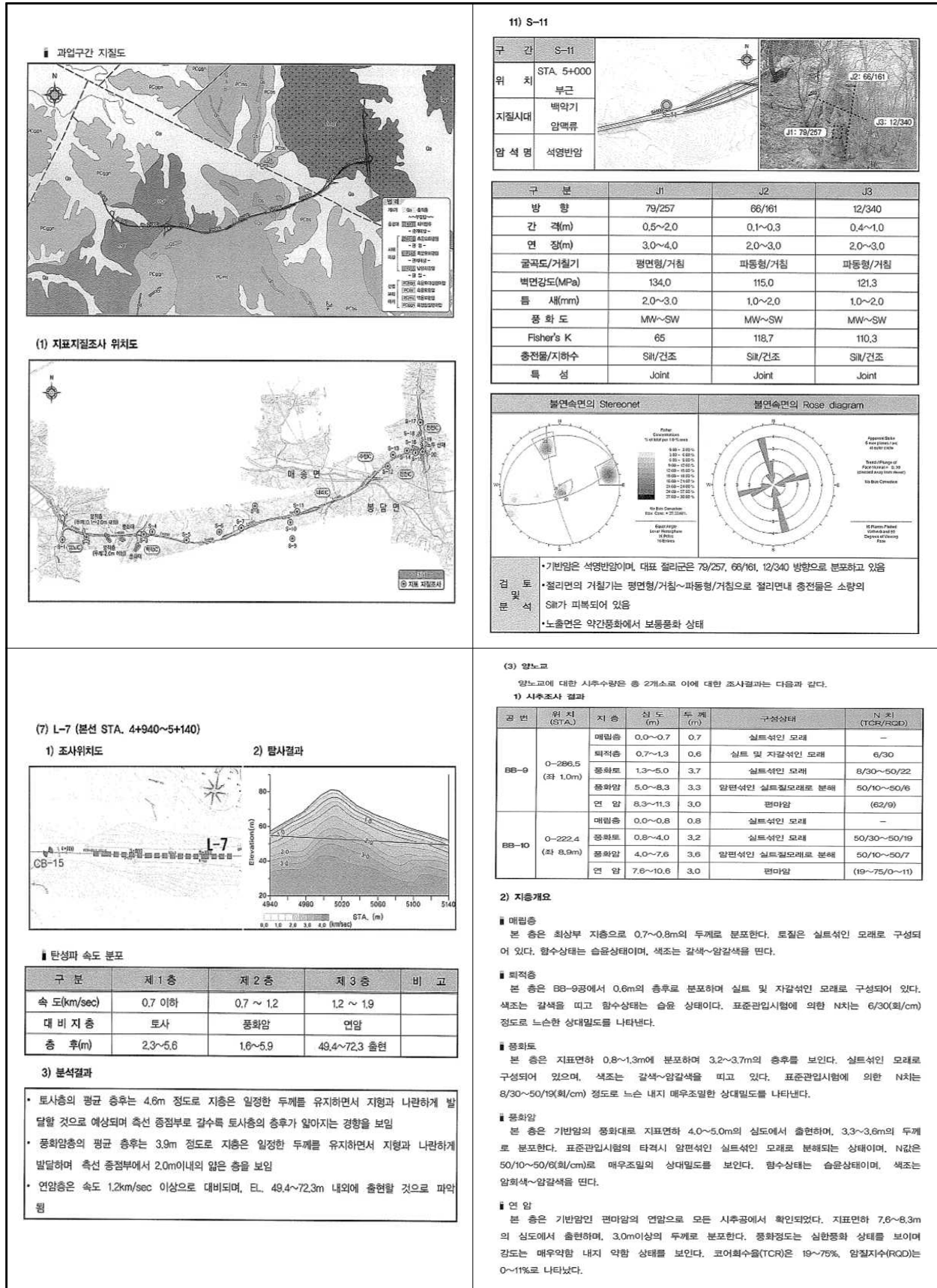
(8) 암맥류

암맥류는 모든 지층을 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

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

(9) 충적층 및 해저퇴적층

충적층은 수원시 일대와 서해안에 비교적 두텁게 발달하고 있으며, 해저퇴적층은 서해안과 해수일대에 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
쌍 학 교	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
		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

공 번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	에터버그한계 (%)		제동과랑 (%)	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

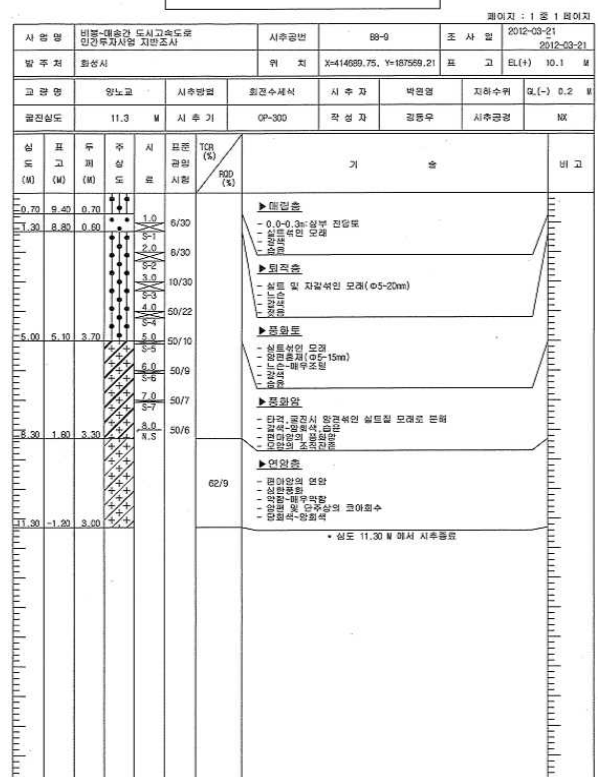
구 분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	비 고
흙쌓기 재료	19.0	15.0	30.0	
압박력 쌓기	20.0	0.0	35.0	

구 분		단위중량 (kN/m ³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비
매립/풍적층		19.0	0.0	29.0	14	0.35
퇴적층	점성토	17.0	24.0	0.0	7	0.40
	모 레	18.0	0.0	27.0	12	0.35
	자갈	19.0	0.0	30.0	20	0.34
풍화도	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

구 분		단위중량 (kN/m ³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비
회강암	연 압	23.0	300	34.0	1,200	0.27
	경 압	26.0	800	40.0	8,000	0.22
편마암	연 압	23.0	300	33.0	1,100	0.27
	경 압	26.0	1,000	41.0	8,000	0.22

공 번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	에터버그한계 (%)		제품과량 (%)	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

공 번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	에터버그한계 (%)		채통과광 (%)		통입분류
				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	39.6	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



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.

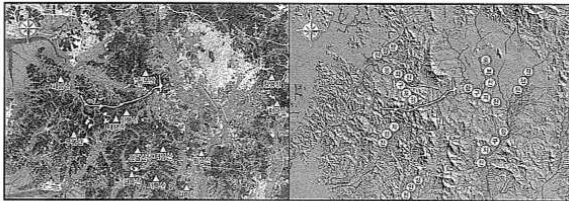
사업구간 일대의 지형은 동측의 수원분지지역, 중앙 산지지역, 서부 해안지역으로 대분된다.

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

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

(2) 백운모편암층

본 암종은 규암 및 석영편암, 석화암 및 석화규암이 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 암종은 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 암종내에 협재되어 있는 안구상편마암은 시흥군 의왕면 부곡리 일대에 소규모의 분포를 보여준다.

(4) 흑운모대상편마암

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

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

본 암종은 잘 발달된 열리를 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, 열리가 잘 발달되어 있으며 습곡 구조를 보여준다

(5) 흑운모화강암

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

본암의 암상은 세립 내지 중립질로서 유색광물로는 흑운모를 함유하며, 과상구조를 띠며, 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.

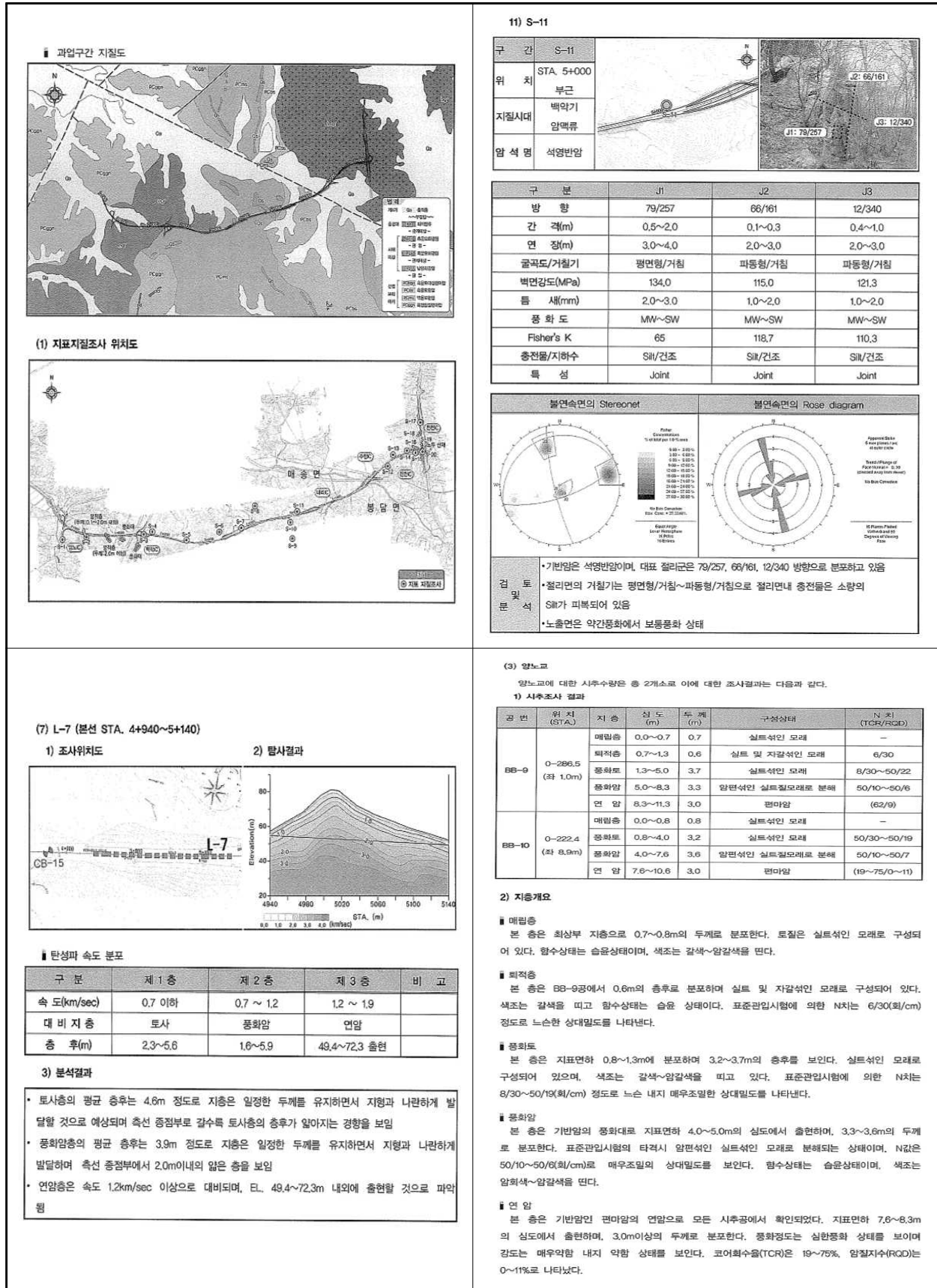
(8) 암맥류

암맥류는 모든 지층을 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

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

(9) 충적층 및 해저퇴적층

충적층은 수원시 일대와 서해안에 비교적 두텁게 발달하고 있으며, 해저퇴적층은 서해안과 해수일대에 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
		연암	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
		연암	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 점성토인 경우 4/30(회/cm)으로 연약, 사질토인 경우 4/30~8/30(회/cm) 정도로 매우느슨한 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.

■ 연암

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
쌍 학 교	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
		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
		연암	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
		연암	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	연암	3.16×10^{-6}	0.27	Dilation
	BB-10	21.1~23.1	경암	1.55×10^{-6}	0.15	Dilation
꺾기구간	CB-1	8.0~11.0	연암	1.47×10^{-5}	1.98	Wash-Out
	CB-1	20.0~23.0	경암	9.96×10^{-7}	0.09	Turbulent
	CB-2	9.0~12.0	연암	2.78×10^{-6}	0.24	Dilation
	CB-2	12.0~15.0	경암	1.37×10^{-6}	0.12	Dilation

4.14 실내시험

4.14.1 토질시험

시추조사, 시험굴조사 및 핸드오거보로링시 채취된 교란 및 불교란시료에 대하여 함수비, 액소성한계, 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	액터버그한계 (%)		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	액터버그한계 (%)		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	에터버그한계 (%)		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	

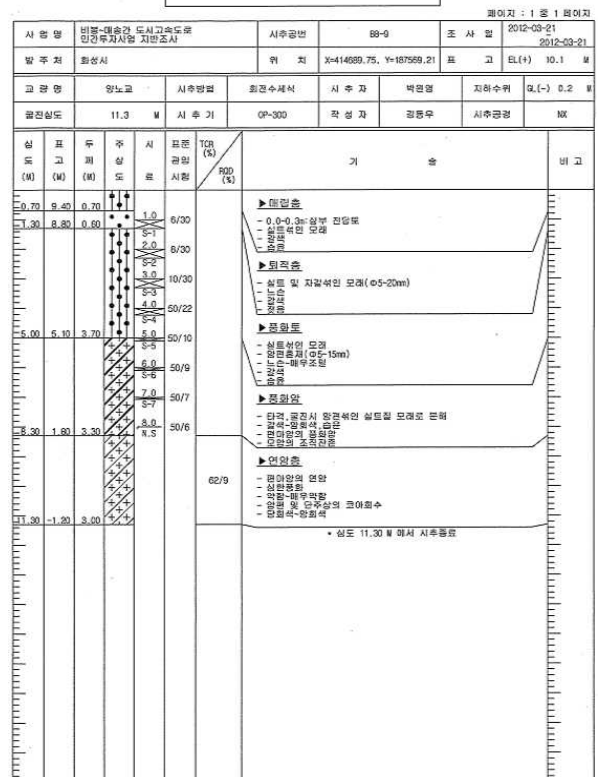
(2) 원지반 설계지반정수

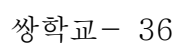
구 분		단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비
매립/평적층		19.0	0.0	29.0	14	0.35
퇴적층	점성토	17.0	24.0	0.0	7	0.40
	모 래	18.0	0.0	27.0	12	0.35
	자 갈	19.0	0.0	30.0	20	0.34
풍화토	N≤30	18.0	10.0	25.0	14	0.33
	N>30	19.0	22.0	30.0	30	0.32
풍화암		21.0	33.0	31.0	300	0.30

(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





5.2.2 시설물 점검이력

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

【표 5.2.2】쌍학교 점검이력사항

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	10,000	상대양호
	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, 홍벽부 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	1,347	대체적으로 양호하며 신축이음 후타재, 난간, 교대, 교각, v-beam 등 콘크리트에 미세균열(0.1~0.5mm)이 발생되었으며, 비봉방향2차로 교면포장에 소성변형이 발생하였음.
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	0.3mm이상은 주입공법으로 보수하고, 교면포장 소성변형부는 절삭후 재포장을 요함.
5	정기안전점검	자체수행	1,347	2018년 하반기 조사시 발생한 신축이음 후타재, 난간, 교대, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 신축이음 후타재 균열외 대부분 보수되지 않았고, 일부 교좌장치에 녹이 발생, 비봉방향 2차로 교면표장은 소성변형이 발생하였음.
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	0.3mm이상균열은주입공법으로보수및교좌장치녹발생부재도장 교면포장소성변형부는절삭후재포장
6	정기안전점검	자체수행	1,347	2019년 상반기 조사시 발생한 난간, 교대, V-beam 등 콘크리트 미세균열 중 난간 및 교대는 보수가 되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며, V-beam은 대부분 균열보수가 완료되었고 2개소에서 콘크리트 탈리 및 부식이 관찰됨에 따라 세부적인 조사가 필요하고 비봉방향 2차로에 발생한 소성변형은 동절기 결빙전 보수가 필요한 것으로 판단됨.
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	0.3mm이상균열은주입공법으로보수및교좌장치녹발생부재도장 교면포장소성변형부는절삭후재포장

【표 5.2.2】 쌍학교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
7	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	5,775	-교면포장:포장파손 -방호벽:균열,균열부백태,녹발생,델리네이터불량,망상균열,박리,백태,재료분리,파손,표면불량,방음벽유리파손 -배수시설:상태양호 -신축이음:후타재균열,후타재망상균열,신축이음토사퇴적,신축이음이물질퇴적 -바닥판:균열,백태 -거더및가로보:균열,백태,이물질내재,망상균열,재료분리 -교량받침:무수축물탈균열,무수축물탈표면불량,받침콘크리트표면불량,받침콘크리트재료분리,받침콘크리트잡철근미제거 -교대및교각:균열,누수,누수(녹발생),마감불량,망상균열,백태,잡철근미제거(녹발생),재료분리,철근노출,콘크리트퇴적,파손,표면불량,균열부백태 -점검시설:상태양호
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	
8	정기안전점검	자체수행	1,347	2020년 상반기 정밀안전점검시 조사된 방호벽, 신축이음장치 후타재, 거더, 교대 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리 등 대부분 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단되며, P2평거조인트 볼트파단은 임시조치를 하였으나 조속한 시일내 항구복구를 실시하고 비봉방향 2차로에 발생한 소성변형은 동절기 결빙전 보수가 필요할 것으로 판단됨.
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	-균열보수실시 -P2신축이음장치파단부항구복구실시 -교좌장치녹발생부재도장 -교면포장소성변형부는절삭후재포장
9	정기안전점검	자체수행		2020년 상반기 정밀안전점검 및 2020년 하반기 정기점검시 조사된 방호벽, 신축이음장치 후타재, 거더, 교대 등 콘크리트 균열, 파손, 재료분리 중 V-BEAM 균열보수, 교면포장 소성변형부 재포장, P2평거 조인트 재설치를 완료하였고 교대, 교각, 방호벽에 발생한 균열은 보수되지 않았으나 시급한 보수,보강을 요하는 손상은 없는 것으로 판단됨. 향후 구조물 내구성 확보 및 손상과 열화가 증가할 수 있으므로 정기으로 하자보수를 실시하는 등 지속적인 유지관리가 필요함.
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	없음.
10	정기안전점검	자체수행		-교대,교각,받침콘크리트,방호벽,신축이음후타재,가로보,바닥판등에서균열/재료분리/백태등이조사되었으나시급한 보수,보강을요하는손상은없는것으로판단됨. -향후구조물의내구성확보및손상과열화가증가할수있으므로보수계획을수립하여일괄적으로보수를요함.
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-균열보수

【표 5.2.2】 쌍학교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
11	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	5,214	-외관조사의주요손상은방호벽균열,파손,백태,신축이음후타재균열,바닥판균열,백태,거더균열,망상균열,백태,교량받침무수축물탈균열,무수축물탈표면불량,받침콘크리트표면불량,재료분리,잡철근미제거,교대및교각에균열,누수,녹발생,마감불량,백태,잡철물미제거,재료분리,철근노출,콘크리트퇴적,파손,균열부백태등의손상이조사되었다. -금회확인된손상들은시공당시발생한초기결함과공용중발생된결함이며,교면포장,방호벽,신축이음,거더,교대,교각이일부보수및보수완료되었다.교량의안전성에직접적인영향을미치는중대결함의발생은없는것으로분석되었다. -상태평가를실시한결과,현재시설물의상태는양호한상태인『B』(0.188)등급으로평가되었다. -본시설물은공용기간증가에의해손상과열화가증가할수있으므로,지속적인유지관리가필요하며,발생된손상(결함)에대해서내구성확보와기능유지를위한적절한보수보강이이루어진다면시설물의공용에는지장이없을것으로판단된다.
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입보수, 단면보수, 제거후 단면보수, 물받이 설치, 청소 등
12	정기안전점검	자체수행		-교대,교각,받침콘크리트,방호벽,신축이음후타재,가로보,바닥판등에서균열/재료분리/백태등이조사되었으나시급한보수,보강을요하는손상은없는것으로판단됨. -향후구조물의내구성확보및손상과열화가증가할수있으므로보수계획을수립하여일괄적으로보수를요함.
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 균열보수
13	정기안전점검	(주)이도	2,200	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로배수로침하,난간/연석미세균열,신축이음누수/후타재미세균열,교량받침받침콘크리트미세균열,바닥판균열/백태,교대/교각마감불량/와이어미제거/압성토침하/침식,방음벽유리균열,점검로콘크리트바락등의손상이조사되었다. 금회조사된손상은대부분경미한상태로기존손상들은대부분하자보수로보수가완료되어,향후구조물의내구성확보를위하여보수계획을수립하는것이바람직하다. 교대압성토침하부는우수유입방지를위한보수를하였으나지속적인점검으로침하에대한대비가필요하고,A1·P1교각기초부는하천에접하므로기초침식에대비하여지속적인관찰이필요하다. 금회정기안전점검결과,구조적인중대결함은발생하지않았으나,조사된결함에대해서는손상규모에따라적절히보수를실시하고,지속적인점검을통한효율적이고체계적인시설물의유지관리가필요할것으로판단된다.
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 유도배수, 재성토, 보강, 제거 후 단면보수

【표 5.2.2】 쌍학교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
14	정기안전점검	(주)이도	2,200	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로배수로침하,난간/연석미세균열,방음벽유리균열,신축이음누수/후타재미세균열,교량받침반침콘크리트미세균열,재료분리,잡철물미제거,바닥판균열/백태,철근노출,교대/교각마감불량/와이어미제거/압성토침하/침식,박리,균열및누수,녹물오염,점검로콘크리트박락등의손상이조사됨. A1·P1교대압성토부와동학천이접한배면은이미침식이발생되어압성토부가침하되고있으므로,적절한보수를시행하여지속관찰할필요가있음. 금회조사된손상은대부분경미한상태로기준손상들은대부분하자보수로보수가완료되어,향후구조물의내구성확보를위하여보수계획을수립하는것이바람직함.
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 유도배수, 재성토, 보강, 제거 후 단면보수
15	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	4,719	-교면포장:포장과손 -방호벽:균열,방음벽프레임손상,유리파손,파손,철근노출 -배수시설:배수관누수 -신축이음:물받이길이부족,부식,토사퇴적,후타재균열 -바닥판:균열,백태,부식,철근노출,콘크리트열화 -가로보:균열,망상균열,파손,재료분리 -교량받침:무수축물탈균열,받침콘크리트재료분리,무수축물탈표면불량,플레이트부식 -교대및교각:균열,누수,마강불량,백태,잡철근미제거,철근노출,파손,콘크리트열화,굽힘,재료분리,망상균열,표면불량
	2024-04-15 2024-06-10	신달양	B등급	- 표면처리, 주입보수, 단면보수, 제거후 단면보수, 물받이 설치, 청소 등
16	정기안전점검	(주)이도	4,400	금회정기안전점검결과,조사된주요손상으로배수로침하,난간/연석미세균열,신축이음누수/후타재미세균열,교량받침반침콘크리트미세균열,재료분리,잡철물미제거,바닥판균열/백태,철근노출,교대/교각마감불량/와이어미제거/압성토침하/침식,표면박리,균열및누수,녹물오염,방음벽유리균열,점검로콘크리트박락등의손상이조사되었다. 금회조사된손상은대부분경미한상태로기준손상들은대부분하자보수로보수가완료되어,향후구조물의내구성확보를위하여보수계획을수립하는것이바람직하다. 교대압성토침하부는우수유입방지를위한보수를하였으나지속적인점검으로침하에대한대비가필요하고,A1·P1교각기초부는하천에접하므로기초침식에대하여지속적인관찰이필요하다. 금회정기안전점검결과,구조적인중대결함은발생하지않았으나,조사된결함에대해서는손상규모에따라적절히보수를실시하고,지속적인점검을통한효율적이고체계적인시설물의유지관리가필요할것으로판단된다.
	2024-12-01 2024-12-31	양영탁	양호	표면처리, 유도배수관 설치, 단면보수, 방청, 재성토

【표 5.2.2】 쌍학교 점검이력사항(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용 (천원)	주요 점검진단결과
	점검진단기간	책임기술자	상태 등급	주요 보수보강(안)
17	정기안전점검	(주)다산기술안전	722	- 교면포장: 상태양호 - 배수시설: 배수로침하 - 난간및연석: 미세균열, 박락, 보수부박락, 방음벽 유리균열 - 신축이음: 누수, 유간토사퇴적, 후타재미세균열 - 교량받침: 받침콘크리트미세균열, 재료분리, 잡철물미제거 - 바닥판: 균열, 백태, 철근노출 - 거더: 상태양호 - 가로보및세로보: 미세균열 - 교대: 마감불량, 와이어미제거, 표면박리, 압성토침하/침식 - 교각: 코핑부균열및누수, 파손, 녹물오염 - 점검로: 상태양호
	2025-05-19 2025-06-30	김진하	양호	- 표면보수, 단면보수, 단면보수(방청), 제거 후 단면보수, 재성토(보강), 유도배수관 설치, 방음벽 재설치, 청소 등
18	정기안전점검	(주)다산기술안전	808	- 바닥판: 백태, 박리 - 거더: 상태양호 - 가로보: 미세균열 - 교량받침: 받침플레이트부식, 받침콘크리트미세균열, 재료분리, 잡철물미제거 - 교대: 마감불량(잡철물미제거), 표면박리, 압성토침하/침식 - 교각: 균열, 파손, 녹물오염 - 교면포장: 상태양호 - 신축이음: 누수, 유간토사퇴적, 후타재미세균열 - 배수시설: 배수로침하(배수로길이연장) - 난간및연석: 미세균열, 박락, 보수재박락, 방음벽 유리균열 - 점검로: 상태양호
	2025-11-12 2025-12-31	김문철	양호	- 표면보수, 단면보수, 재도장(방청), 유도배수관 설치, 유간 청소, 교대 재성토, 교대 압성토 보강 후 재시공, 방음벽 재설치 등

5.2.3 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: 포장파손 • 방호벽: 균열, 방음벽 프레임 손상, 유리파손, 파손, 철근노출 • 배수시설: 배수관 누수 • 신축이음: 물받이길이부족, 부식, 토사퇴적, 후타재균열 • 바닥판: 균열, 백태, 부식, 철근노출, 콘크리트 열화 • 가로보: 균열, 망상균열, 파손, 재료분리 • 교량받침: 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 무수축물탈 표면불량, 플레이트 부식 • 교대 및 교각: 균열, 누수, 마강불량, 백태, 잡철근미제거, 철근노출, 파손, 콘크리트 열화, 금힘, 재료분리, 망상균열, 표면불량	
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 0.229으로 B등급	
보수보강 (진단시)	• 해당없음	
종합의견	• 본 쌍학교는 2017년에 준공되어 약 7년간 공용되고 있는 시설물로서 외관조사의 주요 손상은 교면포장 포장파손, 방호벽, 균열, 파손, 파손 및 철근노출, 배수관누수, 신축이음 부식, 토사퇴적, 바닥판, 콘크리트 열화, 가로보 cw=0.5mm이상 균열, 교대 파손, 재료분리, 교각 0.3mm이상 균열, 재료분리 등의 손상이 조사되었다. • 금회 확인된 손상들은 시공 당시 발생한 초기결함과 공용 중 발생된 결함이며, 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 후타재균열, 교대 누수 보수 등이다. • 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 콘크리트 비파괴강도 전 개소 설계강도 95%이상으로 분석되었고 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』 (0.229)등급으로 전차 결과인 『B』 (0.188)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 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 시설물의 공용에는 지장이 없을 것으로 판단된다.	

5.2.4 시설물 보수 이력

【표 5.2.3】 쌍학교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	바닥판, 가로보, 교량받침, 교대, 교각,	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2025-04-08 ~ 2025-04-30		주입보수 및 표면처리	26,030	유재봉
2	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	신축이음 조인트부	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	(주)우진이 엔씨
	2023-12-13 ~ 2023-12-13		부분보수(용접 및 무수축모르타르 채타설)	4,500	임형섭
3	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	바닥판 하면, 방호벽, 거더, 가로보, 받침장치, 교대, 교각	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2023-03-20 ~ 2023-05-30		표면처리 및 주입보수	70,950	최원석
4	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	STA 3+200(비봉) 쌍학교 P2 2차로	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2022-10-20 ~ 2022-10-20		신축이음보수	4,818	이영주
5	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	V-Beam 거더	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2022-03-01 ~ 2022-05-31		균열보강 및 표면처리	0	최원석
6	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	s5경간외 다수	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2021-04-26 ~ 2021-05-14		v-beam 균열보수 - 주입 및 표면처리	1	최원석
7	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	매송방향 p2 2차로 핑거조인트	(주)동명기술공단중 합건축사사무소	(주)우진이 엔씨
	2021-03-29 ~ 2021-03-29		핑거조인트 p2 볼트 풀림(2,4)으로 발생으로 3span 매송쪽 후타재 제거 - 볼트 재체결 및 용접 - 후타재 채타설 - 양생	4,500	임형섭

5.2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 5.2.4】 내진설계 여부 확인

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

5. 1 내진해석결과_반침부재력

하중경우 1 : 1.0 × (동방향측의 해석) + 0.3 × (횡방향측의 해석)

하중경우 2 : 1.0 × (횡방향측의 해석) + 0.3 × (동방향측의 해석)

1) 전단설계력 (kN)

PIER NO	부재	COM1		COM2		교량상징			결과
		교축	교직	교축	교직	수직슬라브	구분	수평방향	
A1	1	325.95	106.01	177.64	239.17	2800	M	414	O.K.
	2	322.85	105.44	174.70	238.99	2800	M	414	O.K.
	3	319.83	104.79	171.76	238.62	2800	G	414	O.K.
	4	316.94	104.17	169.10	238.28	2800	M	414	O.K.
	5	314.17	103.56	166.80	237.91	2800	M	414	O.K.
	6	311.59	102.71	165.19	236.94	2800	M	414	O.K.
P1 (전열)	7	346.33	200.08	196.71	365.48	2800	G	414	O.K.
	8	343.66	199.63	193.40	366.39	2800	G	414	O.K.
	9	341.98	200.53	191.28	369.80	2800	F	414	O.K.
	10	339.73	199.16	189.01	368.79	2800	G	414	O.K.
P1 (후열)	11	336.64	195.40	186.48	363.32	2800	G	414	O.K.
	12	334.10	192.81	184.93	360.22	2800	G	414	O.K.
	13	346.55	202.10	197.01	366.88	2800	M	414	O.K.
	14	343.85	201.88	193.61	367.95	2800	M	414	O.K.
P2 (전열)	15	342.16	203.04	191.43	371.53	2800	G	414	O.K.
	16	339.86	201.87	189.13	370.67	2800	M	414	O.K.
	17	336.75	198.42	186.57	365.40	2800	M	414	O.K.
	18	334.17	196.12	184.95	362.46	2800	M	414	O.K.
P2 (후열)	19	186.71	176.73	106.50	275.55	2800	M	414	O.K.
	20	184.52	176.43	104.05	275.77	2800	M	414	O.K.
	21	182.15	176.27	102.16	276.36	2800	G	414	O.K.
	22	179.99	175.23	100.74	275.45	2800	M	414	O.K.
P3 (전열)	23	178.07	173.34	99.74	273.13	2800	M	414	O.K.
	24	176.03	171.84	98.71	271.58	2800	M	414	O.K.
	25	177.39	198.81	98.23	281.18	2800	M	414	O.K.
	26	179.12	200.67	100.12	283.23	2800	M	414	O.K.
P3 (후열)	27	180.72	202.36	102.54	285.06	2800	G	414	O.K.
	28	182.51	203.26	105.25	285.68	2800	M	414	O.K.
	29	184.48	203.38	108.14	285.09	2800	M	414	O.K.
	30	186.30	203.36	111.03	284.41	2800	M	414	O.K.
P4 (전열)	31	327.85	211.37	167.80	339.34	2800	M	414	O.K.
	32	331.51	214.11	172.27	342.58	2800	M	414	O.K.
	33	335.49	217.13	177.26	346.27	2800	G	414	O.K.
	34	339.03	218.34	182.10	347.00	2800	M	414	O.K.
P4 (후열)	35	342.06	217.71	186.73	344.76	2800	M	414	O.K.
	36	345.53	217.33	191.74	343.06	2800	M	414	O.K.

P3 (후열)	37	327.73	207.38	167.67	335.46	2800	M	414	O.K.
	38	331.44	209.78	172.16	338.37	2800	M	414	O.K.
	39	335.46	212.45	177.19	341.69	2800	G	414	O.K.
	40	339.03	213.23	182.07	342.00	2800	M	414	O.K.
	41	342.10	212.28	186.73	339.42	2800	M	414	O.K.
	42	345.58	211.61	191.79	337.40	2800	M	414	O.K.
P4 (전열)	43	345.26	144.43	174.52	327.99	2800	G	414	O.K.
	44	349.14	146.12	179.47	330.23	2800	G	414	O.K.
	45	353.13	147.90	184.59	332.82	2800	F	414	O.K.
	46	356.74	148.55	189.55	332.76	2800	G	414	O.K.
	47	359.94	147.98	194.37	330.02	2800	G	414	O.K.
	48	363.46	147.33	199.81	327.54	2800	G	414	O.K.
P4 (후열)	49	344.92	144.12	173.97	330.59	2800	M	414	O.K.
	50	348.83	145.78	178.97	333.03	2800	M	414	O.K.
	51	352.84	147.56	184.15	335.88	2800	G	414	O.K.
	52	356.46	148.16	189.18	336.08	2800	M	414	O.K.
	53	359.67	147.64	194.06	333.63	2800	M	414	O.K.
	54	363.18	147.03	199.54	331.42	2800	M	414	O.K.
A2	55	293.00	104.32	142.35	272.84	2800	M	414	O.K.
	56	294.81	104.72	145.21	273.77	2800	M	414	O.K.
	57	296.60	104.71	148.29	273.66	2800	G	414	O.K.
	58	298.48	104.69	151.51	273.51	2800	M	414	O.K.
	59	300.50	104.68	154.91	273.33	2800	M	414	O.K.
	60	302.68	104.19	158.43	272.06	2800	M	414	O.K.

※을담수집계수 나누기 전의 값임.

5.2.6 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

5.2.7 주변환경 및 하중변화

쌍학교는 경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-47에 위치하는 1종 시설물로서 농로, 동학천, 리도203호선을 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 5.2.5】 하중변화 검토내용

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



【사진 5.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

5.2.8 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 5.2.6】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	21,070	21,080	교대 폭	21,468	21,485
바닥판하면 두께	240	250	교각 폭	22,000	22,010
거더외부 높이	2,300	2,330	난간 및 연석 높이	1,350	1,360
거더외부 하면	900	910	난간 및 연석 상면 폭	230	230



【사진 5.2.2】 부재 현장측정 전경

5.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 5.2.7】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 기반조사보고서 - 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 중점손상 • 방호벽: 균열, 방음벽 프레임 손상, 유리파손, 파손, 철근노출 • 배수시설: 배수관 누수 • 신축이음: 물받이길이부족, 부식, 토사퇴적, 후타재균열 • 바닥판: 균열, 백태, 부식, 철근노출, 콘크리트 열화 • 가로보: 균열, 망상균열, 파손, 재료분리 • 교량받침: 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 무수축물탈 표면불량, 플레이트 부식 • 교대 및 교각: 균열, 누수, 마강불량, 백태, 잡철근미제거, 철근노출, 파손, 콘크리트 열화, 굽힘, 재료분리, 망상균열, 표면불량	◇ 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	◇ 2021년 신축이음(P2) 보수 ◇ 2021년 주입보수 및 표면처리 ◇ 2022년 균열보강 및 표면처리 ◇ 2022년 신축이음(P2) 보수 ◇ 2023년 주입보수 및 표면처리 ◇ 2025년 주입보수 및 표면처리	◇ 보수부 상태 확인

5.3 현장조사

5.3.1 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~S5	도보, 고소작업차	2026.05.06.~2026.05.08.	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 5.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

5.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 쌍학교는 V-BEAM Girder 5경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=250.0m 폭 21.07m(왕복4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



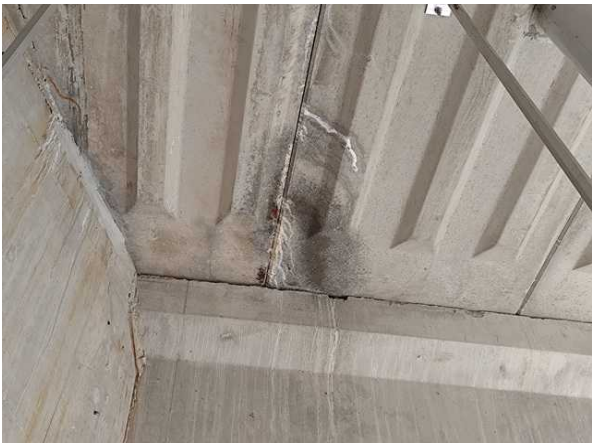
【사진 5.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 5.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부 백태 (m/개소)		백태 (m²/개소)		부식 (m²/개소)	
S1	1.50	1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	1.50	3	—	—	—	—
S3	0.50	1	—	—	0.47	2	0.20	1
S4	—	—	—	—	0.02	1	—	—
S5	2.00	6	—	—	—	—	—	—
합계	4.00	8	1.50	3	0.49	3	0.20	1

			
손상현황	• S2 균열부 백태	손상현황	• S3 백태
원 인	• 손상부 우수유입	원 인	• 공기 중 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 콘크리트 열화	손상현황	• S2 콘크리트 열화 -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• S1 균열(0.3mm이상) -보수	손상현황	• S5 철근노출 -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 상태양호

【사진 5.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 백태, 부식에 대한 손상이 확인되었으며. 금회 점검으로 균열(0.3mm미만, 이상), 백태, 철근노출, 콘크리트 열화 손상에 대한 보수가 실시가 되었고, 신규손상으로 건조수축, 손상부 우수유입, 수분접촉 등에 의한 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태 등에 대한 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.2】 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	14.0	14	4.00	8	▼ 10.00	보수,신규
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	균열부백태	m	—	—	1.50	3	▲ 1.50	신규손상
	백태	m ²	0.10	3	0.49	3	▲ 0.39	보수,신규
	부식	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	철근노출	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
	콘크리트 열화	m ²	0.90	2	—	—	▼ 0.90	보수실시

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 균열부백태, 백태, 부식의 경우 손상부 우수유입, 공기 중 수분접촉, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 저하 방지 차원에서 표면처리, 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

나. V-BEAM Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 V-BEAM Girder는 6열 5경간, 연장은 L=250.0m 폭 21.07m(왕복4차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 5.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 5.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
S1	1.0	1
S2	0.5	1
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
합계	1.5	2

			
손상현황	• S1-G6 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S2-G5 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 상태양호 전경	손상현황	• S5 상태양호 전경
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 상태양호

【사진 5.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 거더에서 신규손상인 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 5.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열	m	-	-	1.50	2	▲ 1.50	신규손상

4) 검토의견

- 거더에 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 내구성확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 5.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손, 층분리, 재료분리 등의 손상이 확인되었다.

【표 5.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (m ² /개소)		층분리 (m ² /개소)		재료분리 (m ² /개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	1.20	3	0.04	1	—	—	—	—
S4	7.00	7	—	—	0.12	2	—	—
S5	1.10	2	—	—	0.10	1	0.45	1
합계	9.30	12	0.04	1	0.22	3	0.45	1

			
손상현황	• S3-G1~2 파손	손상현황	• S3-G5~6 균열(0.3mm미만)
원 인	• 다짐미흡	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4-G1~2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S4-G1~2 층분리
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 다짐미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S5-G4~5 층분리	손상현황	• S5-G1~2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 다짐미흡	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 5.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 파손, 재료분리에 대한 손상이 확인되었으며, 금회 점검으로 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 파손, 재료분리 손상에 대한 보수가 실시되었고, 신규손상으로 다짐미흡 등에 의한 층분리 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열(0.3mm미만)	m	13.70	25	9.30	12	▼ 4.40	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	13.80	17	—	—	▼ 13.80	보수실시
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	0.18	1	—	—	▼ 0.18	보수실시
	파손	m ²	0.09	2	0.04	1	▼ 0.05	보수실시
	층분리	m ²	—	—	0.22	3	▲ 0.22	신규,변경
	재료분리	m ²	1.20	2	0.45	1	▼ 0.75	보수실시

4) 검토의견

- 가로보에 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 파손, 층분리, 재료분리의 경우 외부충격, 다짐미흡, 공용기간 경과 등에 의한 손상으로 내구성 저하 방지 차원에서 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 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 A1은 직접기초, A2는 말뚝기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 5.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

(1) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 파손, 백태, 체수, 누수(녹발생), 누수흔적, 철근노출, 잡철물미제거(녹발생), 박리, 열화, 마감불량, 누수가 조사되었다.

【표 5.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		열화 (㎡/개소)		철근노출 (EA/개소)		마감불량 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—	2.75	2	—	—	—	—	—	—
A2	0.03	1	0.04	2	—	—	0.12	1	1.00	1	0.02	1
합계	0.03	1	0.04	2	2.75	2	0.12	1	1.00	1	0.02	1

【표 5.3.7】 교대 현장조사 결과(계속)

구분	누수 (EA/개소)		누수(녹발생) (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		채수 (㎡/개소)		잡철물 미제거(녹발생) (EA/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	0.50	1	—	—
A2	1.00	1	3.00	1	2.00	3	0.70	1	2.00	2
합계	1.00	1	3.00	1	2.00	3	1.20	2	2.00	2

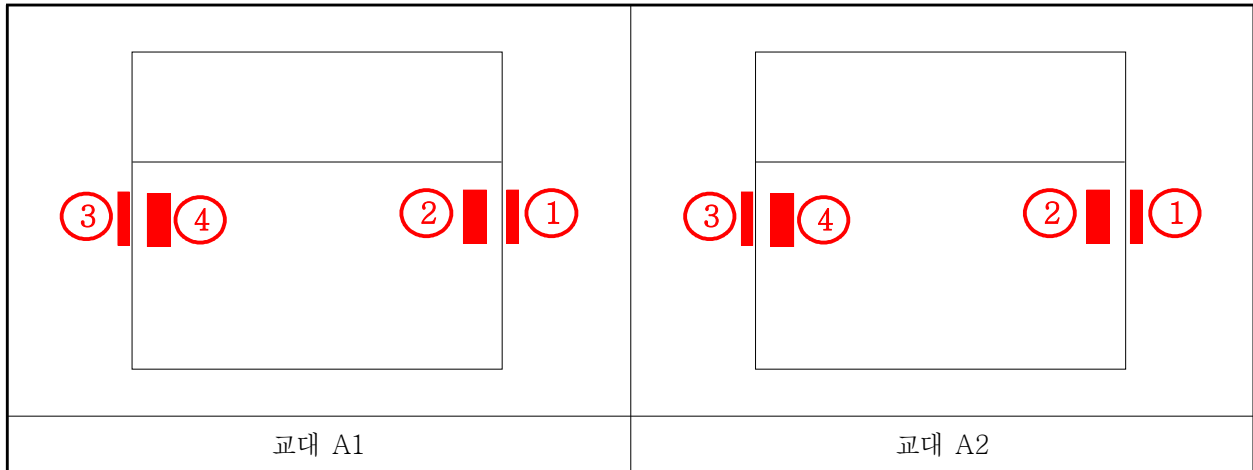
			
손상현황	• A1 박리	손상현황	• A2 누수(녹발생)
원 인	• 우수유입, 공용기간 증가 등	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• A2 백태	손상현황	• A2 파손, 철근노출
원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등	원 인	• 다짐미흡, 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 5.3.9】 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 5.3.1】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 5.3.8】 교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
A1	—	-89.6	-89.6	89.9	-89.8	
A2	—	-89.9	90.0	89.7	89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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



【사진 5.3.10】 교대 기울음 측정 현황

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 열화, 철근노출, 마감불량, 누수, 누수(녹흔적) 누수흔적, 체수, 잡철물 미제거 등의 손상이 조사되었으며, 금회 점검에서 균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 누수흔적, 잡철물 미제거에 대한 보수가 확인되었고, 신규손상으로 우수유입 등에 의한 박리가 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.9】 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	1.60	3	—	—	▼ 1.60	보수실시
	백태	m ²	3.06	5	0.03	1	▼ 3.03	보수실시
	파손	m ²	0.08	3	0.04	2	▼ 0.04	보수실시
	박리	m ²	—	—	2.75	2	▲ 2.75	신규손상
	열화	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	철근노출	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	마감불량	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수(녹발생)	m ²	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	2.75	4	2.00	3	▼ 0.75	보수실시
	체수	m ²	1.20	2	1.20	2	— —	변동없음
	잡철물 미제거(녹발생)	EA	85.00	85	2.00	2	▼ 83.00	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 5.3.10】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
A1	—	-89.6	-89.6	89.9	-89.8	
A2	—	-89.9	90.0	89.7	89.9	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 파손, 박리, 열화, 철근노출, 마감불량의 경우 시공시 외부충격, 다짐미흡, 품질관리 미흡, 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며 내구성 저하방지를 위한 단면보수, 단면보수(방청)이 필요할 것으로 판단된다.
- 백태, 잡철물 미제거(녹발생)의 경우 우수유입, 공용기간 증가에 의해 발생한 손상으로 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 체수, 누수, 누수(녹발생), 누수흔적의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리 후 신축이음과 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 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차 등으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 5.3.11】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(0.3mm미만), 균열부백태, 굽힘, 철근노출, 표면불량, 체수 및 토사퇴적, 녹물흔적, 누수흔적 등이 조사되었다.

【표 5.3.11】 교각 현장조사 결과

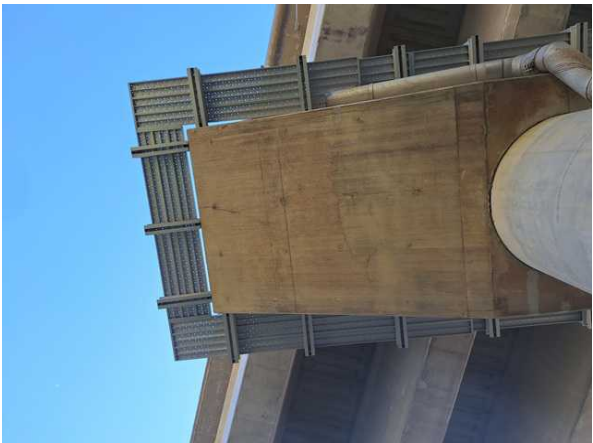
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열(0.3mm미만) (m²/개소)		균열부백태 (m/개소)		굽힘 (m²/개소)	
P1	—	—	2.00	1	—	—	—	—	0.02	1
P2	4.50	8	2.00	2	—	—	1.50	1	—	—
P3	—	—	—	—	1.00	1	—	—	—	—
P4	0.70	1	2.00	1	—	—	—	—	—	—
합계	5.20	9	6.00	4	1.00	1	1.50	1	0.02	1

【표 5.3.11】 교각 현장조사 결과(계속)

구분	철근노출 (㎡/개소)		표면불량 (㎡/개소)		체수 및 토사퇴적 (㎡/개소)		녹물흔적 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	0.02	1	—	—	12.00	3	0.45	1	2.00	2
P3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	0.60	1	—	—	—	—	—	—
합계	0.02	1	0.60	1	12.00	3	0.45	1	2.00	2

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm이상)	손상현황	• P2 누수흔적
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 신축이음 하부 우수유입
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P2 균열(0.3mm이상)	손상현황	• P2 철근노출
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 피복부족 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 5.3.12】 교각 손상현황

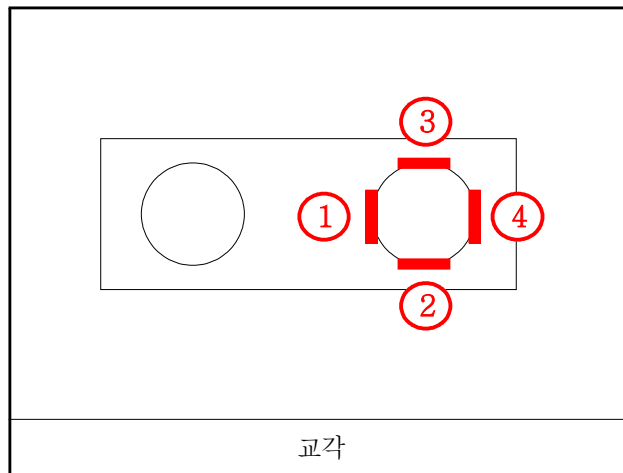
			
손상현황	• P2 체수 및 토사퇴적	손상현황	• P3 균열(0.3mm이상)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• P3 망상균열	손상현황	• P4 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• P3 균열(0.3mm이상) - 보수	손상현황	• P4 철근노출 - 보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 상태양호

【사진 5.3.12】 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 3.3.2】 교각 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 3.3.12】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	89.9	89.9	90.0	90.0	
P2	—	90.0	-89.8	89.9	-89.9	
P3	—	-89.8	-89.9	90.0	89.9	
P4	—	89.9	-89.9	90.0	89.9	

※ 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
			
P4	P4	P4	P4

【사진 5.3.13】 교각 기울음 측정 현황

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(0.3mm미만), 균열부백태, 굽힘, 재료분리, 표면불량, 누수흔적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 기존 손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 균열부백태, 철근노출, 재료분리 등이 보수가 실시되었다. 또한 신규손상으로 건조수축, 온도변화, 피복부족, 신축이음 하부 유수유입 등에 의한 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 철근노출, 체수 및 토사퇴적, 누수흔적, 녹물흔적 등의 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.13】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	13.10	14	5.20	9	▼ 7.90	보수,신규
	균열(0.3mm이상)	m	10.10	6	6.00	4	▼ 4.10	보수,신규
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	14.00	5	1.00	1	▼ 13.00	보수실시
	균열부백태	m	3.50	3	1.50	1	▼ 2.00	보수실시
	긁힘	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
	철근노출	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	철근노출	EA	8.00	8	—	—	▼ 8.00	보수실시
	재료분리	m ²	0.09	1	—	—	▼ 0.09	보수실시
	표면불량	m ²	0.60	1	0.60	1	— —	변동없음
	채수 및 토사퇴적	m ²	—	—	12.00	3	▲ 12.00	신규손상
	녹물흔적	m ²	—	—	0.45	1	▲ 0.45	신규손상
	누수흔적	m ²	1.00	1	2.00	2	▲ 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 5.3.14】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	－	89.9	－	90.0	－	90.0	
P2	－	90.0	－	－89.8	－	89.9	－	－89.9	
P3	－	－89.8	－	－89.9	－	90.0	－	89.9	
P4	－	89.9	－	－89.9	－	90.0	－	89.9	

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 균열부백태의 경우 균열부 우수접촉에 의한 손상으로 진전 시 수분침투로 인한 추가손상이 우려되므로 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 굽힘 손상의 경우 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며 손상의 정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.
- 철근노출의 경우 피복두께 부족 등의 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원에서 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.
- 표면불량의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 체수 및 토사퇴적, 녹물흔적, 누수흔적의 경우 신축이음부 하부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리 후 신축이음과 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 쌍학교의 기초는 교대 A2는 말뚝기초, 교대 A1 및 교각은 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

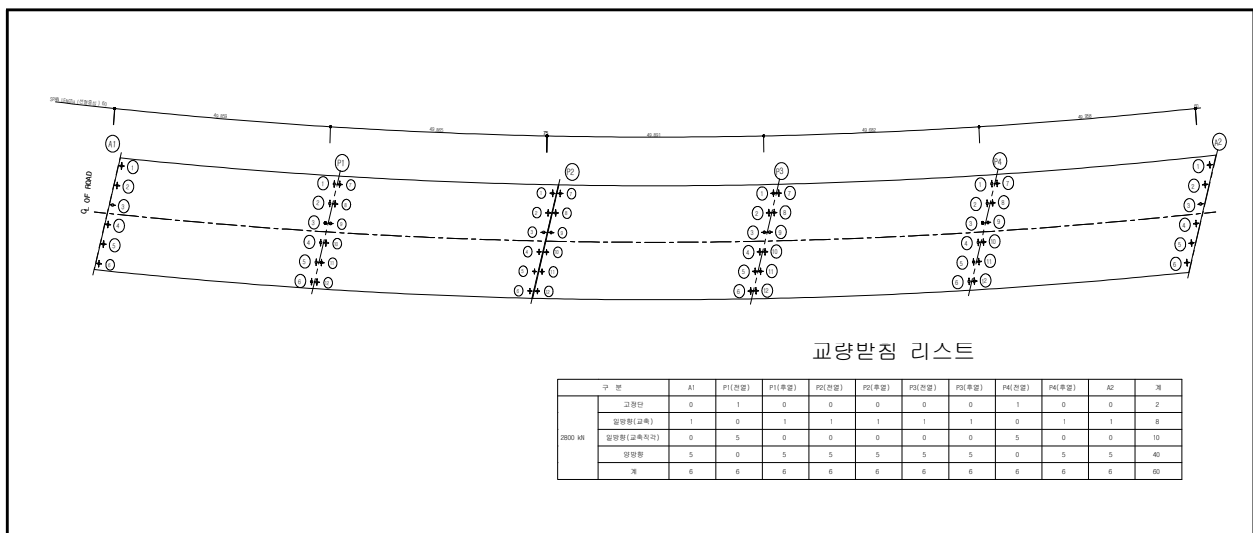
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	
교각 P3 기초 전경	교각 P4 기초 전경

【사진 5.3.14】 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 탄성받침으로 총 60기가 설치되어 있으며, 전개소 양방향 받침으로 현장조사는 전구간에 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 5.3.3】 교량받침 배치도



【사진 5.3.15】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 조사당시 해당 시설물의 교량받침은 받침 교체공사가 진행 중인 것으로 조사되었다.

【표 5.3.15】 교량받침 현장조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (㎡/개소)	
A1	0.10	1	0.10	1	—	—
P1	—	—	0.02	1	—	—
P2	0.20	1	1.06	2	0.24	3
P3	0.30	3	—	—	0.16	2
P4	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	0.08	1
합계	0.60	5	1.18	4	0.48	6

			
손상현황	• A1-SH3 받침콘크리트 재료분리	손상현황	• P2-SH5 플레이트 부식
원 인	• 다짐미흡	원 인	• 신축이음 하부 우수유입
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 채도장
			
손상현황	• P4-SH9 무수축물탈 균열	손상현황	• P4-SH9 받침콘크리트 표면불량 -보수
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• —
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 상태양호

【사진 5.3.16】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트 부식 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 기존 손상인 받침콘크리트 재료분리의 보수가 실시되었다. 또한 신규손상으로 건조수축, 온도변화, 다짐미흡, 신축이음 하부 우수유입 등에 의한 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 플레이트 부식 등의 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.16】 교량받침 기 점검 결과 비교

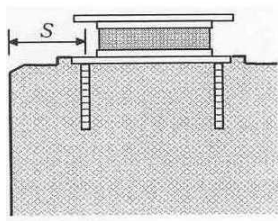
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열	m	0.40	4	0.60	5	▲ 0.20	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.74	10	1.18	4	▲ 0.44	보수,신규
	플레이트 부식	m ²	0.32	4	0.48	6	▲ 0.12	신규손상
	받침콘크리트 표면불량	m ²	0.01	1	—	—	▼ 0.01	보수실시

4) 검토의견

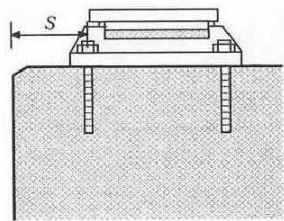
- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보차원에서 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공시 다짐미흡, 품질관리 미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 단면보수 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 외부 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 재도장 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

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 5.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 5.3.17】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$

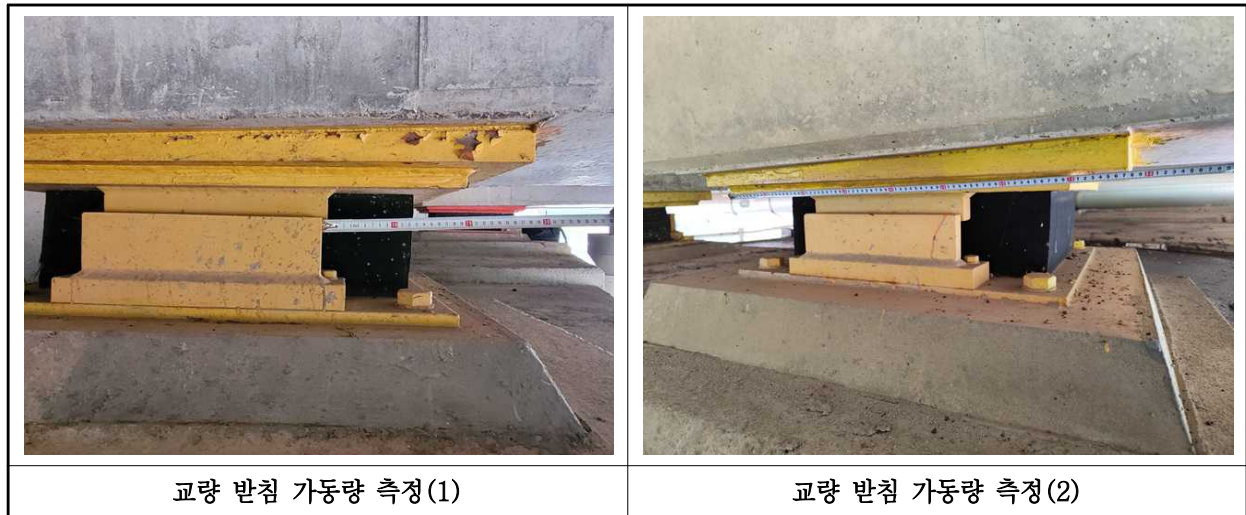
【표 5.3.17】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)						검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1		450	510	510	520	530	530	520	O.K
P1	A1측	450	550	520	510	510	500	500	O.K
	A2측	450	550	550	600	600	600	600	O.K
P2	A1측	450	560	550	550	550	530	530	O.K
	A2측	450	530	530	550	550	550	540	O.K
P3	A1측	450	560	550	560	550	540	540	O.K
	A2측	450	500	510	530	500	520	510	O.K
P4	A1측	450	580	600	580	600	600	560	O.K
	A2측	450	610	590	580	600	570	570	O.K
A2		450	530	530	550	550	540	550	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 5.3.18】 교량받침 이동량 측정

① 최저·최고 기온에 따른 여유량 검토

【표 5.3.18】 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		40.2	24.9	0.00001	50.0	20.1	12.5	
P1		고정단						
P2	A1	40.2	24.9	0.00001	50.0	20.1	12.5	
	A2	40.2	24.9	0.00001	100.0	40.2	24.9	
P3		40.2	24.9	0.00001	50.0	20.1	12.5	
P4		고정단						
A2		40.2	24.9	0.00001	50.0	20.1	12.5	
1) 조사당시 온도 : 14.4 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2026년 05월 08일, 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 $^{\circ}\text{C}$)								

【표 5.3.19】 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	0	30	30	20.1	12.5	±30	OK	OK
	SH2	0	30	30			±30	OK	OK
	SH3	0	30	30			±30	OK	OK
	SH4	0	30	30			±30	OK	OK
	SH5	0	30	30			±30	OK	OK
	SH6	0	30	30			±30	OK	OK
P1	－	고정단							
P2(A1)	SH1	－2	73	77	20.1	12.5	±75	OK	OK
	SH2	－2	73	77			±75	OK	OK
	SH3	－2	73	77			±75	OK	OK
	SH4	－2	73	77			±75	OK	OK
	SH5	0	75	75			±75	OK	OK
	SH6	0	75	75			±75	OK	OK
P2(A2)	SH7	－15	60	90	40.2	24.9	±75	OK	OK
	SH8	－15	60	90			±75	OK	OK
	SH9	－15	60	90			±75	OK	OK
	SH10	－15	60	90			±75	OK	OK
	SH11	－12	63	87			±75	OK	OK
	SH12	－12	63	87			±75	OK	OK
P3(A1)	SH1	0	30	30	20.1	12.5	±30	OK	OK
	SH2	0	30	30			±30	OK	OK
	SH3	0	30	30			±30	OK	OK
	SH4	0	30	30			±30	OK	OK
	SH5	0	30	30			±30	OK	OK
	SH6	0	30	30			±30	OK	OK
P3(A2)	SH7	0	30	30	20.1	12.5	±30	OK	OK
	SH8	0	30	30			±30	OK	OK
	SH9	0	30	30			±30	OK	OK
	SH10	0	30	30			±30	OK	OK
	SH11	0	30	30			±30	OK	OK
	SH12	0	30	30			±30	OK	OK
P4	－	고정단							
A2	SH1	－4	71	79	20.1	12.5	±30	OK	OK
	SH2	－4	71	79			±30	OK	OK
	SH3	－5	70	80			±30	OK	OK
	SH4	－7	68	82			±30	OK	OK
	SH5	－5	70	80			±30	OK	OK
	SH6	－5	70	80			±30	OK	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

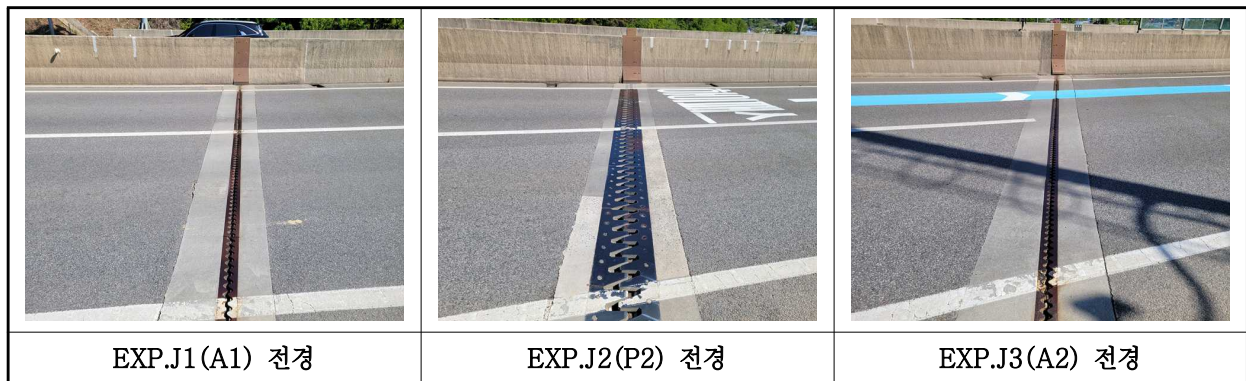
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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.60), A2(No.60) New Monocell Joint, P2(No.150) Finger Joint 로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



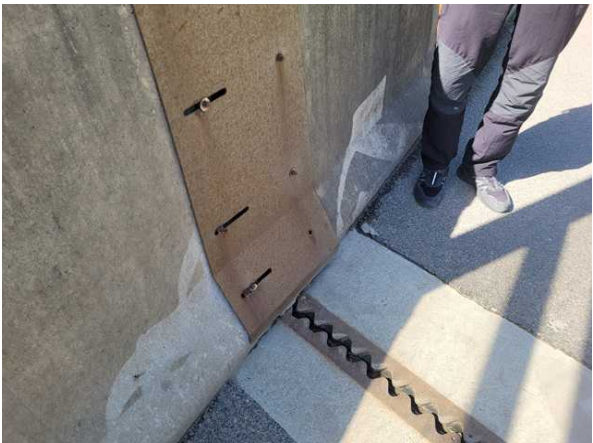
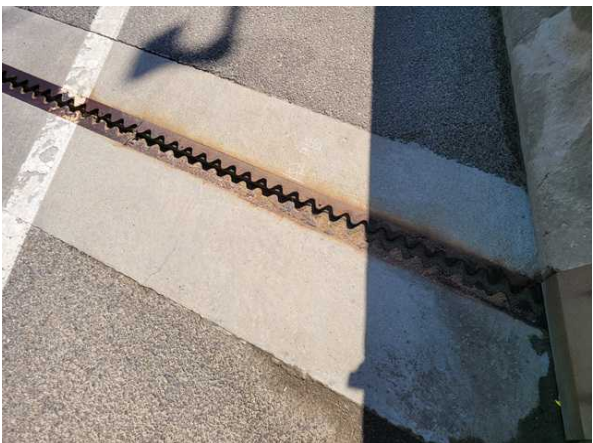
【사진 5.3.19】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 후타재 균열, 후타재 박리, 부식 및 토사퇴적, 부식, 토사 퇴적, 물받이 길이부족, 차수판 볼트망실 손상이 조사되었다.

【표 5.3.20】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 박리 (㎡/개소)		부식 및 토사퇴적 (m/개소)		부식 (㎡/개소)		토사퇴적 (m/개소)		물받이 길이부족 (EA/개소)		차수판 볼트망실 (EA/개소)	
A1 (EXP J1)	3.20	9	—	—	—	—	0.03	1	—	—	—	—	1.00	1
P2 (EXP J2)	0.60	3	0.90	1	—	—	—	—	3.50	2	2.00	2	—	—
A2 (EXP J3)	0.30	1	—	—	2.10	2	0.05	1	—	—	—	—	—	—
합계	4.10	13	0.90	1	2.10	2	0.08	2	3.50	2	2.00	2	1.00	1

			
손상현황	• A1 부식	손상현황	• A1 차수판 볼트망실
원 인	• 우수유입, 장기공용	원 인	• 장기공용
조치방안	• 주의관찰 후 교체	조치방안	• 정비(재설치)
			
손상현황	• P2 물받이 길이부족	손상현황	• P2 후타재 박리
원 인	• 장기공용에 의한 노후화	원 인	• 차량 윤하중
조치방안	• 정비(재설치)	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 후타재 균열	손상현황	• A2 부식
원 인	• 차량 윤하중	원 인	• 우수유입, 장기공용
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰 후 교체

【사진 5.3.20】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 부식 및 토사퇴적, 부식, 토사퇴적, 물받이 길이부족, 차수판 볼트망실이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 차량 운하중, 비산면 지퇴적, 장기공용 등에 의한 후타재 박리, 토사퇴적 등의 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.21】 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	4.10	13	4.10	13	— —	변동없음
	후타재 박리	m ²	—	—	0.90	1	▲ 0.90	신규손상
	부식 및 토사퇴적	m	2.01	2	2.10	2	▲ 0.09	물량변동
	부식	m ²	0.08	2	0.08	2	— —	변동없음
	토사퇴적	m	2.00	1	3.50	2	▲ 1.50	신규손상
	물받이 길이부족	EA	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	차수판 볼트망실	EA	—	—	1.00	1		변동없음

4) 검토의견

- 신축이음장치에서 조사된 후타재 균열, 후타재 박리의 경우 차량운하중에 의한 손상이며, 주행성에 영향이 경미한 손상으로 주의관찰 후 진전 시 후타재 균열은 표면처리, 후타재 박리의 경우 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요한 것으로 판단된다.
- 부식 및 토사퇴적, 부식, 토사퇴적의 경우 장기공용, 비산면지에 의한 토사퇴적, 우수유입 후 퇴적된 토사로 인해 습윤상태 지속 등이 원인으로 판단되며, 토사퇴적의 경우 정비, 부식의 경우 주의관찰 후 진전 시 교체 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는것이 필요한 것으로 판단된다.
- 물받이 길이부족의 경우 시공미흡, 장기공용에 의한 탈락으로 판단되며 우수유입으로 인한 2차 손상이 우려되므로 정비(재설치)가 필요하다.
- 차수판 볼트망실의 경우 시공미흡, 장기공용에 의한 탈락으로 판단되며 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

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. 08. 기온 적용: 14.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 39.3℃-14.4℃ = 24.9℃ ΔT(수축시) : -25.8℃-(14.4℃) = 40.2℃ 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,) = $2/3 \times 2.3 \times 1,000 \times 1/300 \approx 5.1\text{mm}$ (콘크리트교)	 

【사진 5.3.21】 신축이음 유간 측정방법

【표 5.3.22】 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	40.2	24.9	0.00001	50.0	20.1	12.5	—	20.1	12.5	
P2	40.2	24.9	0.00001	150.0	60.3	37.4	5.1	65.4	37.4	
A2	40.2	24.9	0.00001	50.0	20.1	12.5	—	20.1	12.5	

1) 조사당시 온도 : 14.4℃(조사일 : 2026년 05월 08일, 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 5.3.23】 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	20.1	12.5	36	60	3.9	23.5	OK	OK
	바닥판			70	-	-	57.5	-	OK
	거더			295	-	-	282.5	-	OK
P2	신축이음	65.4	37.4	82	150	2.6	44.6	OK	OK
	바닥판			190	-	-	152.6	-	OK
	거더			870	-	-	832.6	-	OK
A2	신축이음	20.1	12.5	38	60	1.9	25.5	OK	OK
	바닥판			75	-	-	62.5	-	OK
	거더			275	-	-	262.5	-	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 5.3.22】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 포장 파손, 포장 박리 손상이 조사되었다.

【표 5.3.24】 교면포장 현장조사 결과

구분	포장 파손 (㎡/개소)		포장 박리 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	0.03	2	0.30	1
합계	0.03	2	0.30	1

			
손상현황	• S5 포장 박리	손상현황	• S5 포장 파손
원 인	• 차량 윤하중	원 인	• 차량 윤하중
조치방안	• 주의관찰 후 재포장	조치방안	• 주의관찰 후 재포장
			
손상현황	• S5 비봉방향 상태양호	손상현황	• S1 매송방향 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S4 매송방향 상태양호	손상현황	• S5 매송방향 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 5.3.23】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 포장 파손 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 차량 운하중에 의한 포장 박리가 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.25】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 파손	m ²	0.03	2	0.03	2	- -	변동없음
	포장 박리	m ²	-	-	0.30	1	▲ 0.30	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 조사된 포장 파손, 포장 박리는 차량 운하중, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니므로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 쌍학교의 중단구배는 (-)1.9%, 횡단구배는 (-)3.0%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 고소작업차 등을 통한 근접조사를 실시하였다.



배수구 전경

배수관 전경

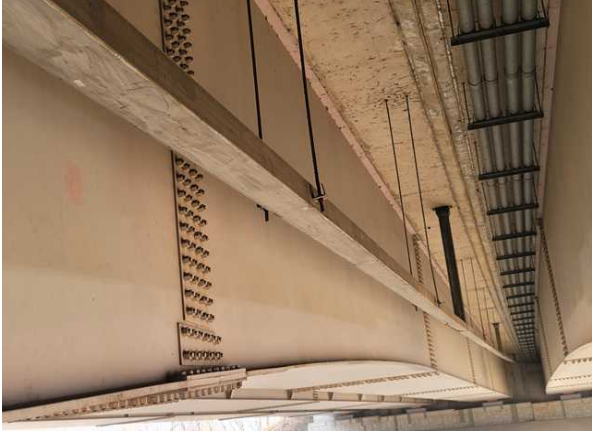
【사진 5.3.24】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 누수 손상이 조사되었다.

【표 5.3.26】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 누수 (EA/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	1.00	1
S4	—	—
S5	—	—
합계	1.00	1

	
손상현황 • S3 배수관 누수	손상현황 • S1 배수관 상태양호
원 인 • 장기공용	원 인 • -
조치방안 • 정비	조치방안 • -
	
손상현황 • S2 배수관 상태양호	손상현황 • S2 배수구 상태양호
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • -
	
손상현황 • S4 배수관 상태양호	손상현황 • S5 배수관 상태양호
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • -

【사진 5.3.25】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수관 누수가 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 5.3.27】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 누수	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

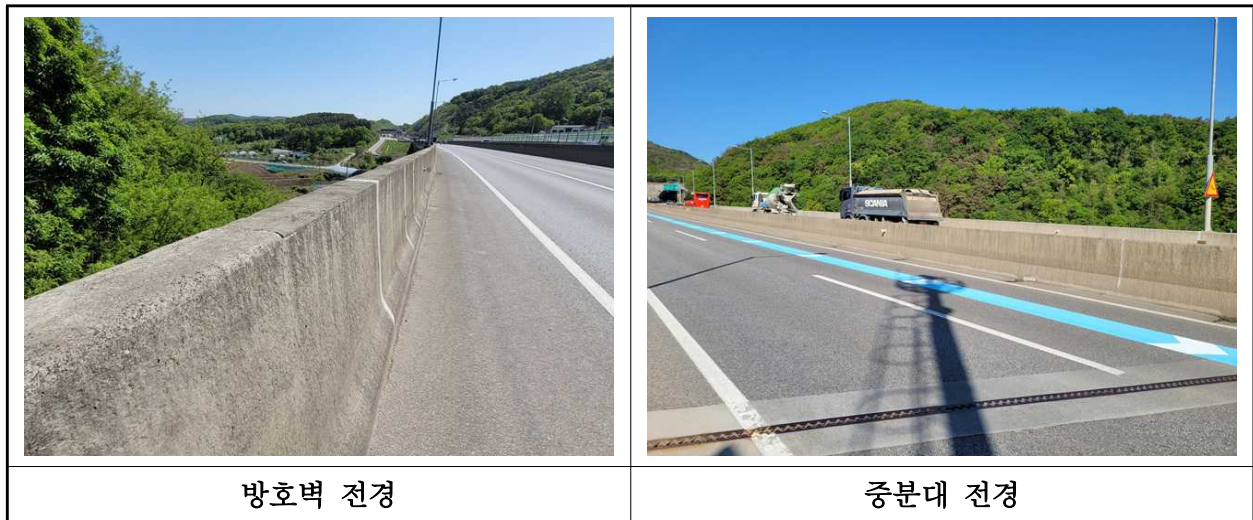
4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 누수의 경우 공용기간 경과에 의한 연결부 열화에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능 확보를 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

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



【사진 5.3.26】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 긁힘, 파손, 방음벽 유리파손, 방음벽 프레임 손상, 텔리네이터 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 5.3.28】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		균열 (0.3mm이상) (m/개소)		긁힘 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		방음벽 유리 파손 (㎡/개소)		방음벽 프레임 손상 (EA/개소)		텔리네이터 파손 (EA/개소)	
S1	3.40	3	—	—	—	—	0.04	2	—	—	—	—	—	—
S2	3.70	2	—	—	0.05	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	10.00	1	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06	1	1.00	1	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1
합계	17.10	6	1.00	1	0.05	1	0.04	2	0.06	1	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 파손	손상현황	• S2 균열
원 인	• 외부충격	원 인	• 외부충격
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 균열(0.3mm이상)	손상현황	• S4 방음벽 프레임 손상
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 외부충격
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S5 델리네이터 파손	손상현황	• S5 방호벽 전경
원 인	• 외부충격	원 인	• -
조치방안	• 정비	조치방안	• -

【사진 5.3.27】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 방음벽 유리파손, 방음벽 프레임 손상, 텔리네이터 파손 등이 조사되었으며, 금회 점검에서 기존손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 파손 및 철근노출 등의 손상이 보수되었다, 금회 점검에서 신규손상으로 외부충격에 의한 굽힘이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.29】 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	29.2	15	17.10	6	▼ 12.10	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	3.4	4	1.00	1	▼ 2.40	보수실시
	굽힘	m ²	—	—	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	파손	m ²	0.11	4	0.04	2	▼ 0.07	보수실시
	파손 및 철근노출	m ²	0.20	1	—	—	▼ 0.20	보수실시
	방음벽 유리 파손	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	방음벽 프레임 손상	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	텔리네이터 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등의 손상에 맞는 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요한 것으로 판단된다.
- 굽힘, 파손의 경우 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 방음벽 유리 파손, 방음벽 프레임 손상, 텔리네이터 파손 등의 손상의 경우 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 재설치 등의 정비가 필요한 것으로 판단된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 쌍학교의 점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~4에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



교각 점검통로 전경

교각 점검통로 전경

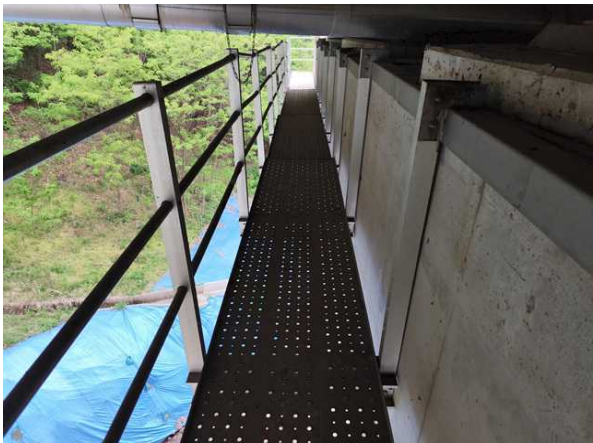
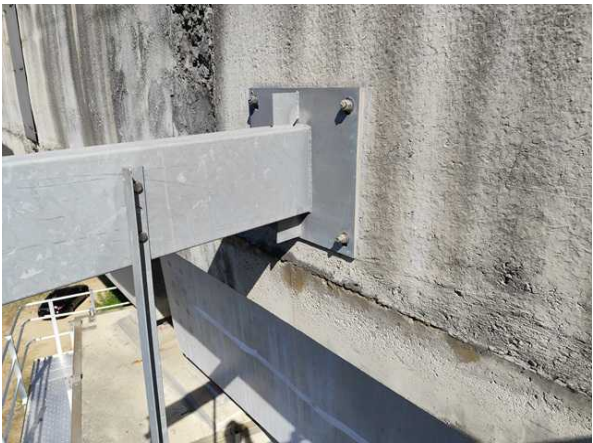
【사진 5.3.28】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 5.3.30】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3		
P4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P1 점검시설 상태양호	손상현황	• P2 점검시설 볼트 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P2 점검시설 상태양호	손상현황	• P4 점검시설 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 5.3.29】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 5.3.31】 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

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



【사진 5.3.30】 기타시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 5.3.32】 기타시설 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 가로등 상태 현황	손상현황	• S1 가로등 상태 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S1 교명판 상태 현황	손상현황	• S5 가로등 상태 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 5.3.31】 기타시설 손상현황

3) 기 점검과의 비교

- 전회 점검과의 비교 결과, 추가 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 5.3.33】 기타시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	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. 하천기본계획을 활용한 수리 환경조건 검토

구 분	내 용	구 분	내 용																																																																																										
하천등급	지방	수계	한강서해																																																																																										
하천명	동학천	기본계획보고서	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 수리·수문 보고서(2017.11.)																																																																																										
계획홍수위(EL.m)	43.72	계획홍수량(m³/s)	43																																																																																										
교좌장치 하단고(EL.m)	56.22	여유고(m)	56.22 - 43.72 = 12.50																																																																																										
계획홍수량에 따른 여유고 기준(m)	0.6 (계획홍수량 200 미만)	검토결과	여유고 확보 (0.60m < 12.50m)																																																																																										
검토결과	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 3.5 수리·수문 및 배수구조물 조사 3.5.1 하천조사 • 본 사업구간에 노선이 통과하거나 근접하여 수리영향이 미천다고 판단되는 하천을 조사하였고, 조사내용은 하천통과방안 및 배수처리계획 수립 등에 검토자료로 이용하였다. 가. 하천현황 • 본 사업구간에 수리영향이 미천다고 판단된 하천은 모두 8개로 지방하천 2개, 소하천 6개로 조사되었으며, 그 내용은 다음과 같다. <table><thead><tr><th>하 천 명</th><th>등 급</th><th>위 치 (본선측점)</th><th>관련계획</th></tr></thead><tbody><tr><td>남 천 천</td><td>지방2급하천</td><td>STA. 0+480</td><td>하천정비기본계획(94.경기도)</td></tr><tr><td>동 학 천</td><td>지방2급하천</td><td>STA. 6+900</td><td>*</td></tr><tr><td>백 노 천</td><td>소하천</td><td>STA. 0+230</td><td>소하천정비기본계획(04.화성시)</td></tr><tr><td>미 려 천</td><td>소하천</td><td>STA. 0+820</td><td>*</td></tr><tr><td>동 학 천</td><td>소하천</td><td>STA. 3+140</td><td>*</td></tr><tr><td>덕 고 개 천</td><td>소하천</td><td>STA. 5+900</td><td>*</td></tr><tr><td>서 월 천</td><td>소하천</td><td>STA. 7+400</td><td>*</td></tr><tr><td>천 천 리 천</td><td>소하천</td><td>천천IC R-A 0+155</td><td>*</td></tr></tbody></table> 나. 하천 수리·수문현황 • 본 사업구간에서 노선통과 등 직접적인 수리영향이 있는 지점의 하천 수리 현황을 조사한 내용은 다음과 같다. <table><thead><tr><th>하 천 명</th><th>계획인도</th><th>계획홍수량</th><th>계획홍수위</th><th>하폭</th><th>본 사업 처리 방안</th></tr></thead><tbody><tr><td>남 천 천</td><td>50</td><td>45</td><td>10.27</td><td>16</td><td>교량설치</td></tr><tr><td>동 학 천</td><td>*</td><td>270</td><td>13.99</td><td>37</td><td>*</td></tr><tr><td>백 노 천</td><td>*</td><td>21</td><td>16.82</td><td>5</td><td>*</td></tr><tr><td>미 려 천</td><td>*</td><td>45</td><td>21.32</td><td>14</td><td>*</td></tr><tr><td>동 학 천</td><td>*</td><td>43</td><td>43.72</td><td>15</td><td>*</td></tr><tr><td>덕 고 개 천</td><td>*</td><td>85</td><td>14.71</td><td>17</td><td>*</td></tr><tr><td>서 월 천</td><td>*</td><td>9</td><td>29.49</td><td>6</td><td>암거설치</td></tr><tr><td>천 천 리 천</td><td>*</td><td>32</td><td>25.52</td><td>11</td><td>교량 및 암거</td></tr></tbody></table>			하 천 명	등 급	위 치 (본선측점)	관련계획	남 천 천	지방2급하천	STA. 0+480	하천정비기본계획(94.경기도)	동 학 천	지방2급하천	STA. 6+900	*	백 노 천	소하천	STA. 0+230	소하천정비기본계획(04.화성시)	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	*	하 천 명	계획인도	계획홍수량	계획홍수위	하폭	본 사업 처리 방안	남 천 천	50	45	10.27	16	교량설치	동 학 천	*	270	13.99	37	*	백 노 천	*	21	16.82	5	*	미 려 천	*	45	21.32	14	*	동 학 천	*	43	43.72	15	*	덕 고 개 천	*	85	14.71	17	*	서 월 천	*	9	29.49	6	암거설치	천 천 리 천	*	32	25.52	11	교량 및 암거
	하 천 명	등 급	위 치 (본선측점)	관련계획																																																																																									
	남 천 천	지방2급하천	STA. 0+480	하천정비기본계획(94.경기도)																																																																																									
	동 학 천	지방2급하천	STA. 6+900	*																																																																																									
	백 노 천	소하천	STA. 0+230	소하천정비기본계획(04.화성시)																																																																																									
	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	*																																																																																									
하 천 명	계획인도	계획홍수량	계획홍수위	하폭	본 사업 처리 방안																																																																																								
남 천 천	50	45	10.27	16	교량설치																																																																																								
동 학 천	*	270	13.99	37	*																																																																																								
백 노 천	*	21	16.82	5	*																																																																																								
미 려 천	*	45	21.32	14	*																																																																																								
동 학 천	*	43	43.72	15	*																																																																																								
덕 고 개 천	*	85	14.71	17	*																																																																																								
서 월 천	*	9	29.49	6	암거설치																																																																																								
천 천 리 천	*	32	25.52	11	교량 및 암거																																																																																								
관련 규정 1) KDS 51 50 05 : 2018 하천제방 ·계획홍수량에 따른 여유고 확보 <table><thead><tr><th>계획홍수량(m³/s)</th><th>다리밑 공간(m)</th></tr></thead><tbody><tr><td>200 미만</td><td>0.6 이상</td></tr><tr><td>200이상 ~ 500미만</td><td>0.8 이상</td></tr><tr><td>500이상 ~ 2,000미만</td><td>1.0 이상</td></tr><tr><td>2,000이상 ~ 5,000미만</td><td>1.2 이상</td></tr><tr><td>5,000이상 ~ 10,000미만</td><td>1.5 이상</td></tr><tr><td>10,000이상</td><td>2.0 이상</td></tr></tbody></table>			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																																																																													
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																																																																																												
* 홍수위 및 교량 능력 검토 결과, 여유고를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.																																																																																													

거. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 5.3.34】 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 쌍학교는 농로, 동학천, 리도203호선을 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, 배수시설에서 배수관 누수(S3)이 조사되었으며, 해당 손상의 경우 S3 캔틸레버 측 손상으로 배수관을 지지하는 지지대는 양호한 상태로 배수관 낙하사고와 같은 중대시민재해유발 가능성은 없으나, 원활한 배수기능 및 사용성을 위하여 정비 등의 조치를 실시하고 주기적으로 관리하는 것이 필요하다.
- 교면포장의 포장 박리, 포장 파손의 경우 손상이 차량 주행성에 영향이 없는 경미한 손상으로 주기적인 점검 후 진전 시 소파보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하여 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	이상없음	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	

	
바닥판하면 S3 상태현황	바닥판하면 S4 캔틸레버 상태현황
	
교각 P2 상태현황	교각 P4 상태현황

【사진 5.3.32】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
신축이음 A1 상태현황	신축이음 A2 상태현황
	
배수시설 S3 배수관 누수	배수시설 S4 배수관 상태현황
	
교면포장 S1 상태현황	교면포장 S5 포장 파손

【사진 5.3.32】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

5.3.3 현장조사 총괄표

【표 5.3.35】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	4.00	8	
	균열부백태	m	1.50	3	
	백태	m ²	0.49	3	
	부식	m ²	0.20	1	
거터	균열(0.3mm미만)	m	1.50	2	
가로보	균열(0.3mm미만)	m	9.30	12	
	파손	m ²	0.04	1	
	충분리	m ²	0.22	3	
	재료분리	m ²	0.45	1	
교대	백태	m ²	0.03	1	
	파손	m ²	0.04	2	
	박리	m ²	2.75	2	
	열화	m ²	0.12	1	
	철근노출	EA	1.00	1	
	마감불량	m ²	0.02	1	
	누수	EA	1.00	1	
	누수(녹발생)	m ²	3.00	1	
	누수흔적	m ²	2.00	3	
	체수	m ²	1.20	2	
	잡철물 미제거(녹발생)	EA	2.00	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	5.20	9	
	균열(0.3mm이상)	m	6.00	4	
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	1	
	균열부백태	m	1.50	1	
	긁힘	m ²	0.02	2	
	철근노출	m ²	0.02	1	
	표면불량	m ²	0.60	1	
	체수 및 토사퇴적	m ²	12.00	3	
	녹물흔적	m ²	0.45	1	
	누수흔적	m ²	2.00	2	

【표 5.3.35】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	무수축몰탈 균열	m	0.60	5	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	1.18	4	
	플레이트 부식	m ²	0.48	6	
신축이음장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	4.10	13	
	후타재 박리	m ²	0.90	1	
	부식 및 토사퇴적	m	2.10	2	
	부식	m ²	0.08	2	
	토사퇴적	m	3.50	2	
	물받이 길이부족	EA	2.00	1	
	차수관 볼트망실	EA	1.00	1	
교면포장	포장 파손	m ²	0.03	2	
	포장 박리	m ²	0.30	1	
배수시설	배수관 누수	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	17.10	6	
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	
	굽힘	m ²	0.05	1	
	파손	m ²	0.04	2	
	방음벽 유리 파손	m ²	0.06	1	
	방음벽 프레임 손상	EA	1.00	1	
	델리네이터 파손	EA	1.00	1	
교량점검시설	상태양호	—	—	—	
기타시설	상태양호	—	—	—	

5.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 5.3.36】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	14.00	14	4.00	8	▼ 10.00	보수,신규
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	균열부백태	m	—	—	1.50	3	▲ 1.50	신규손상
	백태	m ²	0.10	3	0.49	3	▲ 0.39	보수,신규
	부식	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	철근노출	m ²	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
	열화	m ²	0.90	2	—	—	▼ 0.90	보수실시
거더	균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.50	2	▲ 1.50	신규손상
가로보	균열(0.3mm미만)	m	13.70	25	9.30	12	▼ 4.40	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	13.80	17	—	—	▼ 13.80	보수실시
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	0.18	1	—	—	▼ 0.18	보수실시
	파손	m ²	0.09	2	0.04	1	▼ 0.05	보수실시
	충분리	m ²	—	—	0.22	3	▲ 0.22	신규,변경
	재료분리	m ²	1.20	2	0.45	1	▼ 0.75	보수실시
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.60	3	—	—	▼ 1.60	보수실시
	백태	m ²	3.06	5	0.03	1	▼ 3.03	보수실시
	파손	m ²	0.08	3	0.04	2	▼ 0.04	보수실시
	박리	m ²	—	—	2.75	2	▲ 2.75	신규손상
	열화	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	철근노출	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	마감불량	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수(녹발생)	m ²	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	2.75	4	2.00	3	▼ 0.75	보수실시
	채수	m ²	1.20	2	1.20	2	— —	변동없음
	잡철물 미제거(녹발생)	EA	85.00	85	2.00	2	▼ 83.00	보수실시
교각	균열(0.3mm미만)	m	13.10	14	5.20	9	▼ 7.90	보수,신규
	균열(0.3mm이상)	m	10.10	6	6.00	4	▼ 4.10	보수,신규
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	14.00	5	1.00	1	▼ 13.00	보수실시
	균열부백태	m	3.50	3	1.50	1	▼ 2.00	보수실시
	긁힘	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
	철근노출	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	철근노출	EA	8.00	8	—	—	▼ 8.00	보수실시
	재료분리	m ²	0.09	1	—	—	▼ 0.09	보수실시
	표면불량	m ²	0.60	1	0.60	1	— —	변동없음
	채수 및 토사퇴적	m ²	—	—	12.00	3	▲ 12.00	신규손상
	녹물흔적	m ²	—	—	0.45	1	▲ 0.45	신규손상
	누수흔적	m ²	1.00	1	2.00	2	▲ 1.00	신규손상

【표 5.3.36】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열	m	0.40	4	0.60	5	▲ 0.20	신규손상
	반침콘크리트 재료분리	m ²	0.74	10	1.18	4	▲ 0.44	보수, 신규
	플레이트 부식	m ²	0.32	4	0.48	6	▲ 0.12	신규손상
	반침콘크리트 표면불량	m ²	0.01	1	—	—	▼ 0.01	보수실시
신축이음 장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	4.10	13	4.10	13	— —	변동없음
	후타재 박리	m ²	—	—	0.90	1	▲ 0.90	신규손상
	부식 및 토사퇴적	m	2.01	2	2.10	2	▲ 0.09	물량변동
	부식	m ²	0.08	2	0.08	2	— —	변동없음
	토사퇴적	m	2.00	1	3.50	2	▲ 1.50	신규손상
	물받이 길이부족	EA	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	차수판 볼트망실	EA	—	—	1.00	1	— —	변동없음
교면포장	포장 파손	m ²	0.03	2	0.03	2	— —	변동없음
	포장 박리	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
배수시설	배수관 누수	EA	1.00	1.00	1.00	1	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	29.2	15	17.10	6	▼ 12.10	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	3.4	4	1.00	1	▼ 2.40	보수실시
	긁힘	m ²	—	—	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	파손	m ²	0.11	4	0.04	2	▼ 0.07	보수실시
	파손 및 철근노출	m ²	0.20	1	—	—	▼ 0.20	보수실시
	방음벽 유리 파손	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	방음벽 프레임 손상	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	텔리네이터 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

5.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

5.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 5.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	5	5	7	5	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	2	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

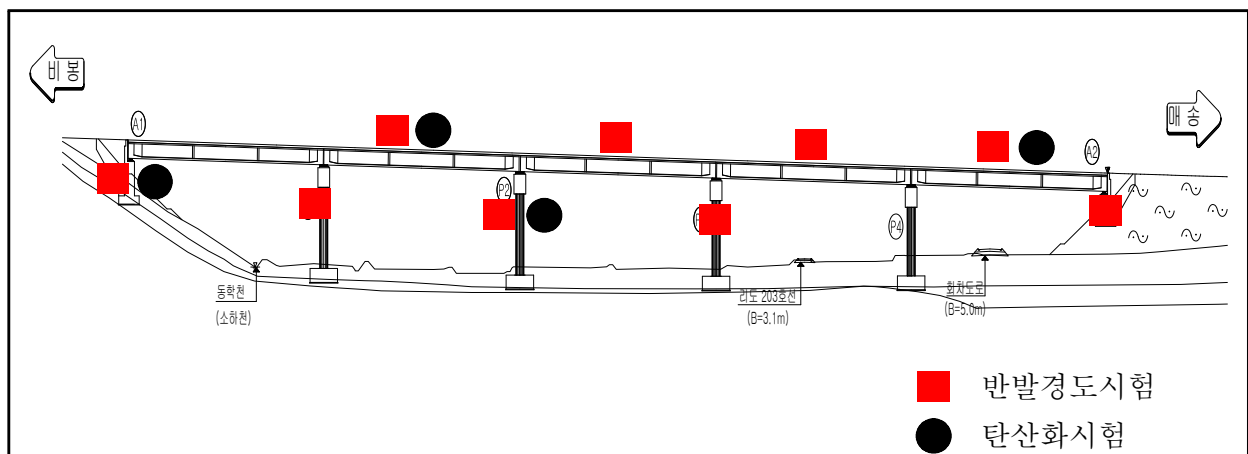
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소작업차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 5.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 5.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

5.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 12개소)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 5.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 5.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과 (바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S2	바닥판	46.4	25.8	27.1	0.63	27.0	건전부
	S3	바닥판	46.6	26.0	27.2			건전부
	S4	바닥판	46.5	25.8	27.1			건전부
	S5	바닥판	47.1	26.4	27.4			건전부
	S5	바닥판	46.2	25.6	27.0			비건전부
평균			—	25.9	27.2	—	—	
표준편차			—	0.28	0.16	—	—	
변동계수			—	0.011	0.006	—	—	
최대값			—	26.4	27.4	—	—	
최소값			—	25.6	27.0	—	—	

【표 5.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과 (거더)

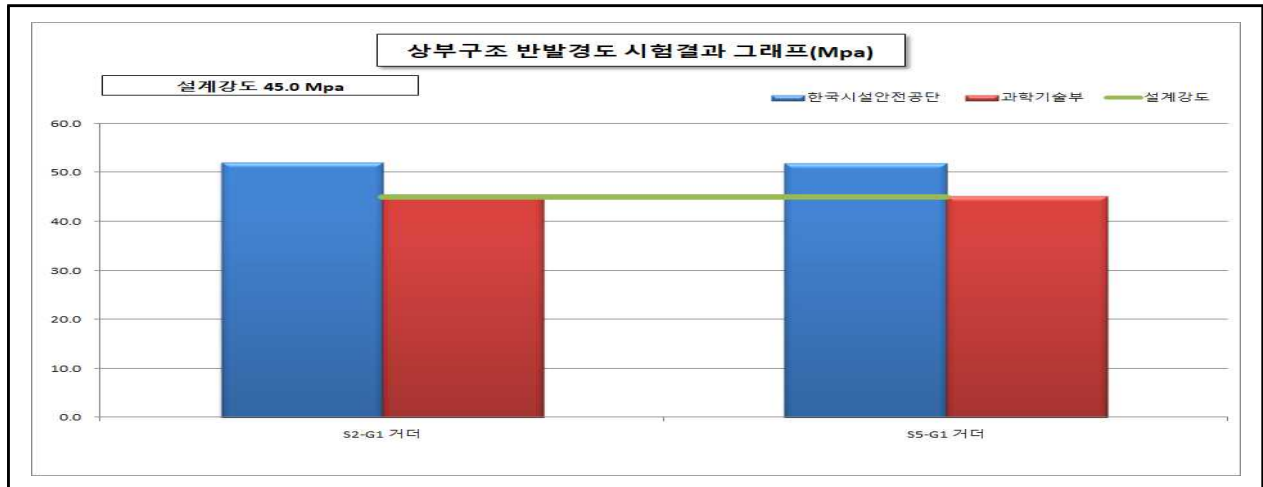
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
상부 구조	S2-G1	거더	55.9	45.4	52.1	0.63	45.0	건전부
	S5-G1	거더	55.5	45.1	51.8			건전부
평균			—	45.3	52.0	—	—	
표준편차			—	0.23	0.21	—	—	
변동계수			—	0.005	0.004	—	—	
최대값			—	45.4	52.1	—	—	
최소값			—	45.1	51.8	—	—	

【표 5.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회 (한국시설안전공단)					
바닥판	27.0	~ 27.4	27.0	27.2	100.0 ~ 101.5	
거더	51.8	~ 52.1	45.0	52.0	115.1 ~ 115.8	



【그림 5.4.2】 상부구조 반발경도시험 측정결과 (바닥판)



【그림 5.4.3】 상부구조 반발경도시험 측정결과 (거더)

【표 5.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과 (교대)

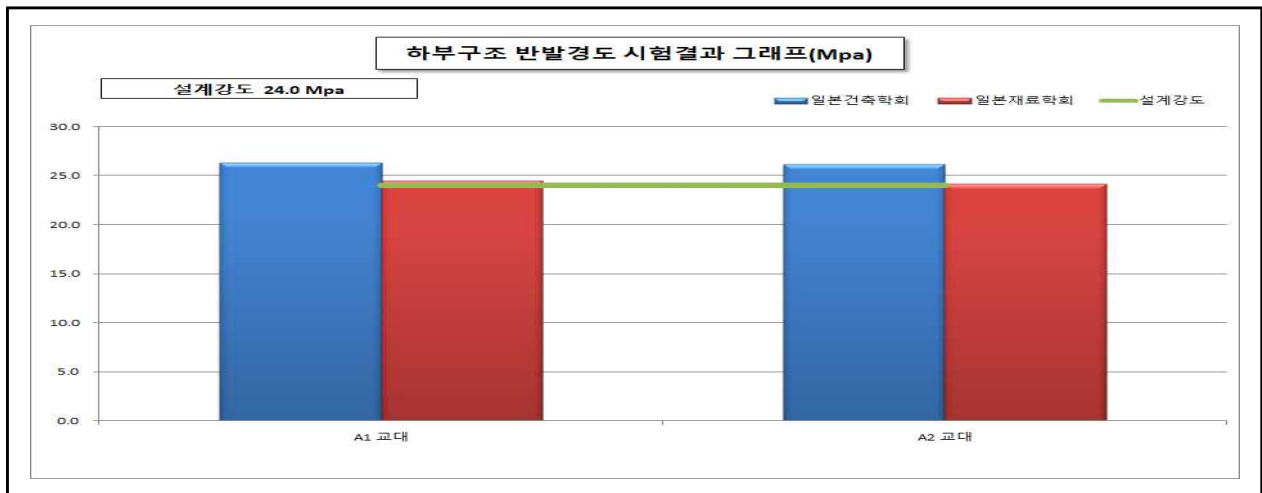
시험위치			반발경도법 (Mpa)			재령계수	설계기준 강도 (Mpa)	비고
			반발경도 (R_0)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.8	24.5	26.3	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	44.3	24.1	26.1			건전부
평균			—	24.3	26.2	—	—	
표준편차			—	0.25	0.14	—	—	
변동계수			—	0.010	0.005	—	—	
최대값			—	24.5	26.3	—	—	
최소값			—	24.1	26.1	—	—	

【표 5.4.6】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과 (교각)

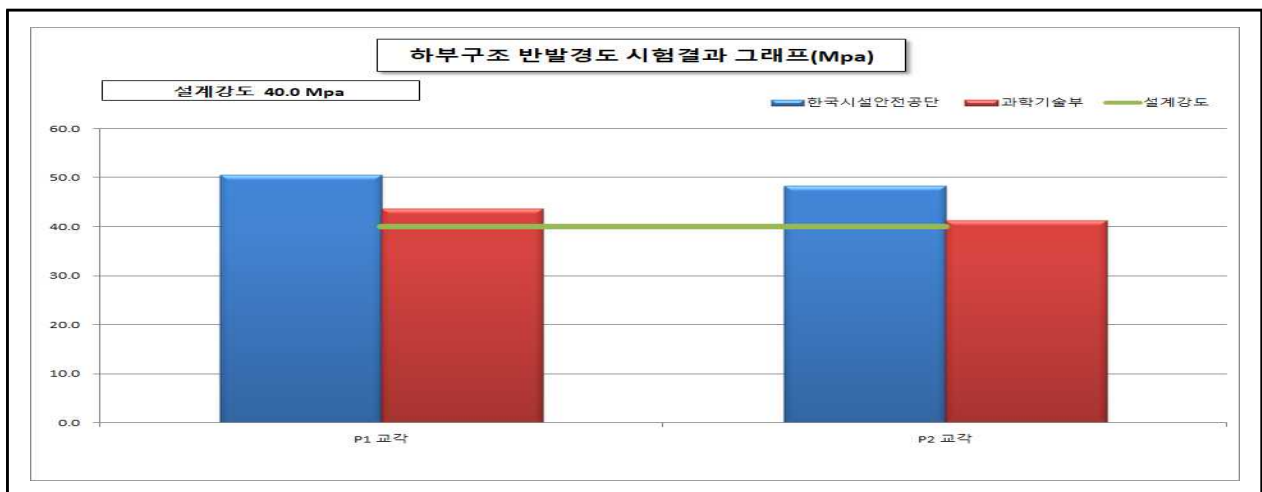
시험위치			반발경도법 (Mpa)			재령계수	설계기준 강도 (Mpa)	비고
			반발경도 (R_0)	과학기술부	한국시설 안전공단			
하부 구조	P1	교각	53.9	43.6	50.5	0.63	24.0	건전부
	P2	교각	51.4	41.3	48.4			건전부
	P3	교각	55.3	44.9	51.6			건전부
평균			—	43.3	50.2	—	—	
표준편차			—	1.83	1.64	—	—	
변동계수			—	0.042	0.033	—	—	
최대값			—	44.9	51.6	—	—	
최소값			—	41.3	48.4	—	—	

【표 5.4.7】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회 (한국시설안전공단)					
교대	26.1	~ 26.3	24.0	28.2	108.8 ~ 109.6	
교각	48.4	~ 51.6	40.0	50.2	121.0 ~ 129.0	



【그림 5.4.4】 하부구조 반발경도시험 측정결과 (교대)



【그림 5.4.5】 하부구조 반발경도시험 측정결과 (교각)

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.0~27.4MPa, 상부구조(거더) 51.8~52.1MPa, 하부구조(교대) 26.1~26.3MPa, 하부구조(교각) 48.4~51.6MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 45.0MPa 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.1%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 5.4.8】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	바닥판	24.3 ~ 25.0	27.0 ~ 27.4	27.0
	거더	-	51.8 ~ 52.1	45.0
	교대	22.1 ~ 25.8	26.1 ~ 26.3	24.0
	교각	49.0 ~ 51.4	48.4 ~ 51.6	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 5.4.9】 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	쌍학교
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa, 거더 : 45.0MPa 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 5.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

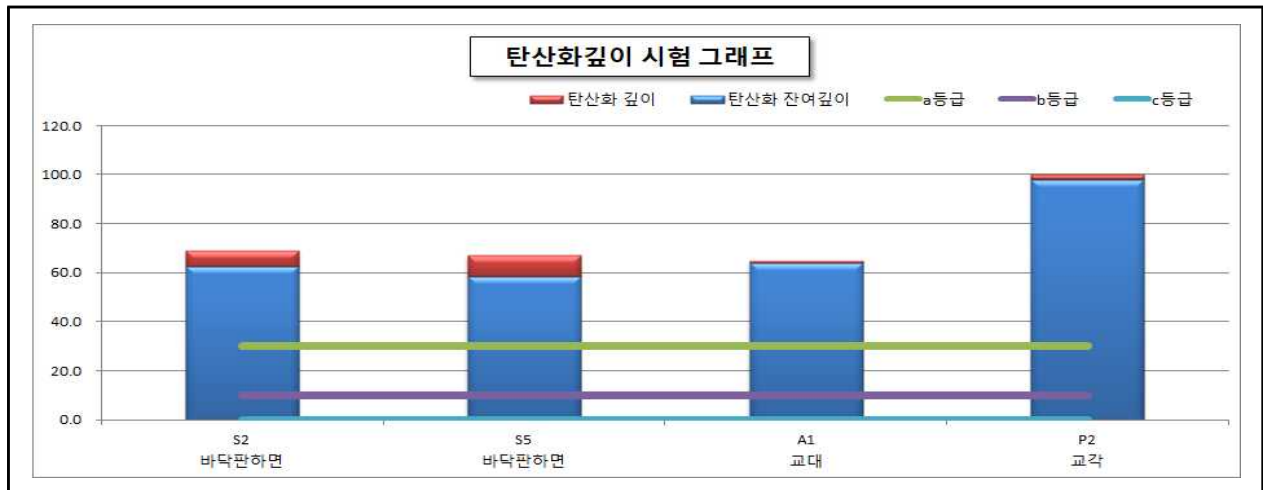
【표 5.4.10】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수 (년)	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	6.5	69.0	62.5	9	2.17	100년 이상	a등급	
	S5 바닥판하면	8.5	67.0	58.5	9	2.83	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	1.0	65.0	64.0	9	0.33	100년 이상	a등급	
	P2 교각	2.0	100.0	98.0	9	0.67	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 6.5mm~8.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.0mm~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 5.4.11】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	6.5~8.5	58.5~62.5	
하부구조	1.0~2.0	64.0~98.0	



【그림 5.4.6】 탄산화 깊이 측정결과

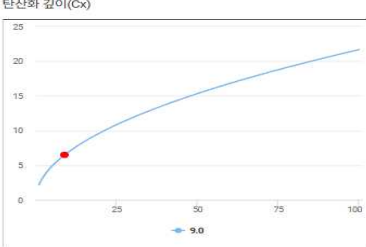
2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 5.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판하면 S2	
피복두께(mm)	69.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.5
잔여깊이(mm)	62.5
탄산화 속도계수	2.17
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

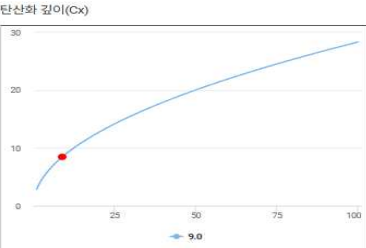
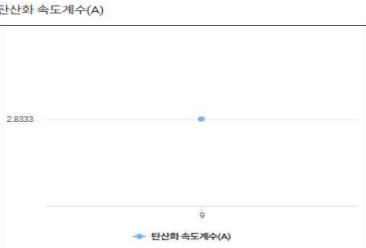
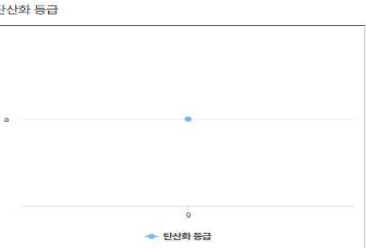
탄산화 등급 a (62.5)	A (탄산화 속도 계수) 2.1667 (mm/year0.5)	등급 산정 기준				
		등급	a	b	c	d
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx) 	탄산화 속도계수(A) 	탄산화 등급 
--	---	--

상부구조 - 바닥판하면 S5

피복두께(mm)	67.0
탄산화 진행깊이(mm)	8.5
잔여깊이(mm)	58.5
탄산화 속도계수	2.83
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급 a (58.5)	A (탄산화 속도 계수) 2.8333 (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 5.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A1	
피복두께(mm)	65.0
탄산화 진행깊이(mm)	1.0
잔여깊이(mm)	64.0
탄산화 속도계수	0.33
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준				
a (64)	0.33333 (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

하부구조 - 교각 P2

피복두께(mm)	100.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	98.0
탄산화 속도계수	0.67
공용년수	9년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준				
a (98)	0.66667 (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

3) 기 점검결과와의 비교

【표 5.4.13】 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	1.0~1.5	96.0~101.5	a	6.5~8.5	58.5~62.5	a	
하부구조	1.4~4.0	97.6~113.8	a	1.0~2.0	64.0~98.0	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 5.4.14】 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	24년
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 5.4.15】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.0 ~ 27.4	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
		거더	51.8 ~ 52.1	45.0	
	하부구조	교대	26.1 ~ 26.3	24.0	
		교각	48.4 ~ 51.6	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		58.5~62.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		64.0~98.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 5.4.16】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판	24.3	~	25.0	27.0	~	27.4	■ 강도저하 없음.
		거더	-		51.8	~	52.1		
	하부구조	교대	22.1	~	25.8	26.1	~	26.3	
		교각	49.0	~	51.4	48.4	~	51.6	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		96.0~101.5	a	58.5~62.5	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.		
	하부구조		97.6~113.8	a	64.0~98.0	a			
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

5.5 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.

5.5.1 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 5.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화
S1	A1	V-BEAM	b	b	a	a	a	c	c	b	b	q	a
S2	P1	V-BEAM	b	b	a	a	a	c	—	b	c	q	a
S3	P2	V-BEAM	b	a	b	a	c	c	c	b	c	q	a
S4	P3	V-BEAM	b	a	c	a	a	a	—	b	b	q	—
S5	P4	V-BEAM	b	a	c	b	a	a	—	a	c	q	a
	A2	V-BEAM							c	b	c	q	—
평균			0.200	0.140	0.240	0.120	0.160	0.280	0.400	0.183	0.333	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.031	0.024	0.010	0.007	0.004	0.005	0.031	0.014	0.105	—	0.006
													0.237
													B

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.237) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태로 “b” 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 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 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 상태로 “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 5.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
쌍학교	0.237	B	425.00	2	850.00	1.000	0.237
합계(Σ)			425.00	2	850.00	1.000	0.237
1. 평가지수 =							0.237
2. 상태평가결과 =							B

5.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 5.5.3】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

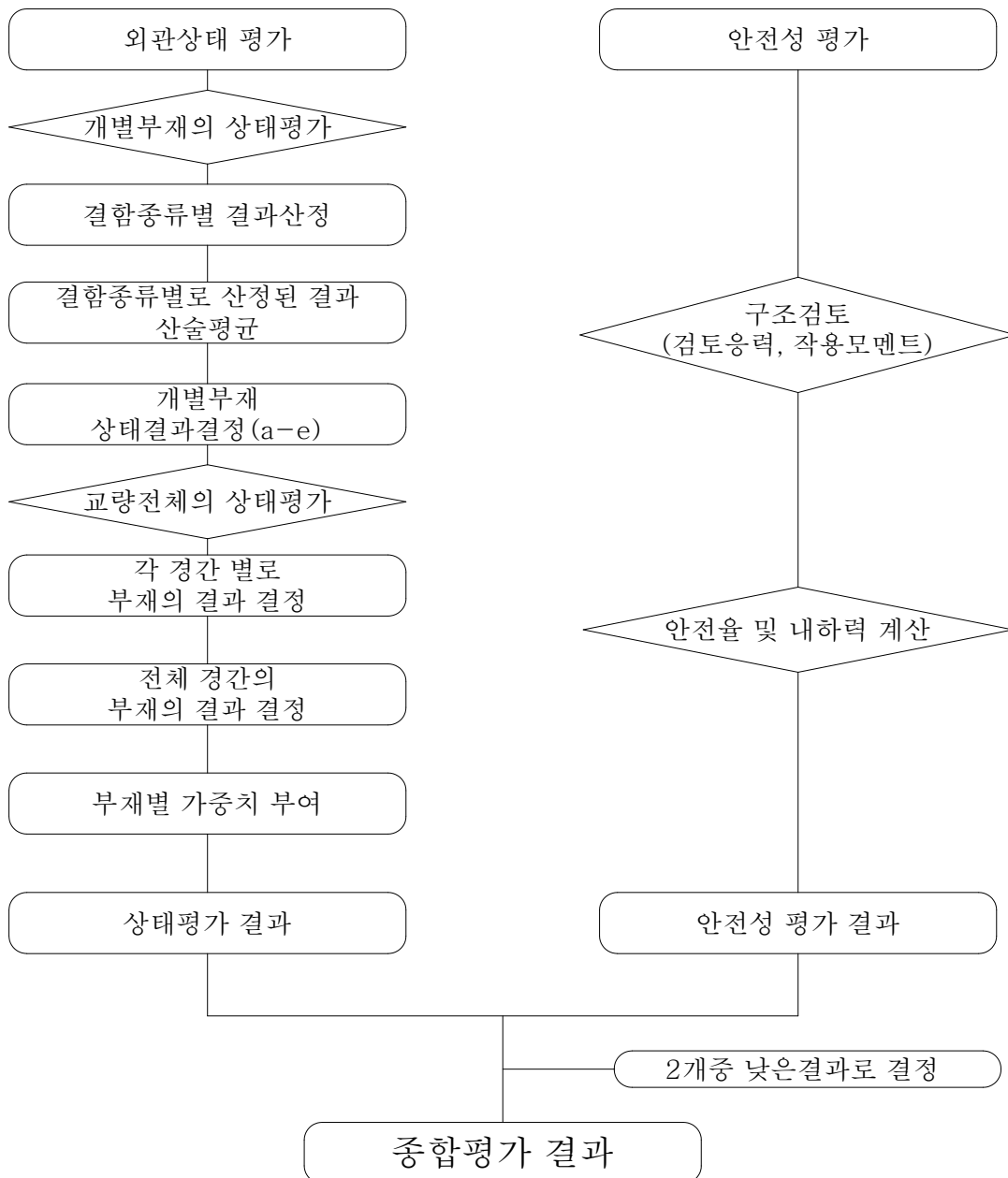
구 분	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.229	0.237
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 쌍학교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.229에서 0.237로 0.008 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 균열부백태, 백태, 거더 균열, 교대 박리, 교각 균열, 철근노출, 교량받침 균열, 부식, 신축이음 후타재 박리, 토사퇴적 등의 손상이 신규로 조사되었으며, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.	

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.6.1 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 5.6.1】 종합평가 결과 산정절차

5.6.2 종합평가 결과

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

【표 5.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
쌍학교	0.237	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

5.6.3 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 5.6.2】 안전등급 지정

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

5.7 보수·보강 및 유지관리방안

5.7.1 보수·보강 방안

【표 5.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단 위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	4.00	8	하자	—
	균열부백태	m	1.50	3	하자	—
	백태	m ²	0.49	3	하자	—
	부식	m ²	0.20	1	하자	—
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.50	2	하자	—
가로보	균열(0.3mm미만)	m	9.30	12	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.04	1	단면보수	2순위
	충분리	m ²	0.22	3	단면보수	2순위
	재료분리	m ²	0.45	1	단면보수	2순위
교대	백태	m ²	0.03	1	하자	—
	파손	m ²	0.04	2	하자	—
	박리	m ²	2.75	2	하자	—
	열화	m ²	0.12	1	하자	—
	철근노출	EA	1.00	1	하자	—
	마감불량	m ²	0.02	1	하자	—
	누수	EA	1.00	1	하자	—
	누수(녹발생)	m ²	3.00	1	하자	—
	누수흔적	m ²	2.00	3	하자	—
	체수	m ²	1.20	2	하자	—
	잡철물 미제거(녹발생)	EA	2.00	2	하자	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	5.20	9	하자	—
	균열(0.3mm이상)	m	6.00	4	하자	—
	망상균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	1	하자	—
	균열부백태	m	1.50	1	하자	—
	긁힘	m ²	0.02	2	하자	—
	철근노출	m ²	0.02	1	하자	—
	표면불량	m ²	0.60	1	하자	—
	체수 및 토사퇴적	m ²	12.00	3	하자	—
	녹물흔적	m ²	0.45	1	하자	—
	누수흔적	m ²	2.00	2	하자	—

【표 5.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단 위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	무수축물탈 균열	m	0.60	5	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	1.18	4	단면보수	2순위
	플레이트 부식	m ²	0.48	6	재도장	2순위
신축이음장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	4.10	13	주의관찰	—
	후타재 박리	m ²	0.90	1	주의관찰	—
	부식 및 토사퇴적	m	2.10	2	정비	3순위
	부식	m ²	0.08	2	주의관찰	—
	토사퇴적	m	3.50	2	정비	3순위
	물받이 길이부족	EA	2.00	1	재설치	3순위
	차수판 볼트망실	EA	1.00	1	주의관찰	—
교면포장	포장 파손	m ²	0.03	2	주의관찰	—
	포장 박리	m ²	0.30	1	주의관찰	—
배수시설	배수관 누수	EA	1.00	1	재설치	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	17.10	6	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	2순위
	긁힘	m ²	0.05	1	단면보수	3순위
	파손	m ²	0.04	2	단면보수	3순위
	방음벽 유리 파손	m ²	0.06	1	주의관찰	—
	방음벽 프레임 손상	EA	1.00	1	주의관찰	—
	텔리네이터 파손	EA	1.00	1	주의관찰	—
교량점검시설	상태양호	—	—	—	—	—
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—

5.7.2 개략공사비

【표 5.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.30	3.49	m	126	439	3순위
	파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	450	27	2순위
	충분리	단면보수	0.22	0.33	m ²	450	149	2순위
	재료분리	단면보수	0.45	0.68	m ²	450	304	2순위
교량받침	무수축몰탈 균열	표면처리	0.60	0.23	m	126	28	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	1.18	1.77	m ²	450	797	2순위
	플레이트 부식	재도장	0.48	0.72	m ²	330	238	2순위
신축이음 장치	부식 및 토사퇴적	정비	2.10	3.15	m	8	25	3순위
	토사퇴적	정비	3.50	5.25	m	8	42	3순위
	물받이 길이부족	재설치	2.00	2.00	EA	1,286	2,572	3순위
배수시설	배수관 누수	재설치	1.00	1.00	EA	1,206	1,206	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	17.10	6.41	m	126	808	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	117	176	2순위
	긁힘	단면보수	0.05	0.08	m ²	450	34	3순위
	파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	450	27	3순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		1,691		5,181		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		846		2,591		
	합계	0		2,537		7,772		
개략공사비 총계(천원)		10,309						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열, 균열부백태 보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

주3) 철근노출, 잡철물 미제거 등의 EA손상의 경우 개소(EA) ×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

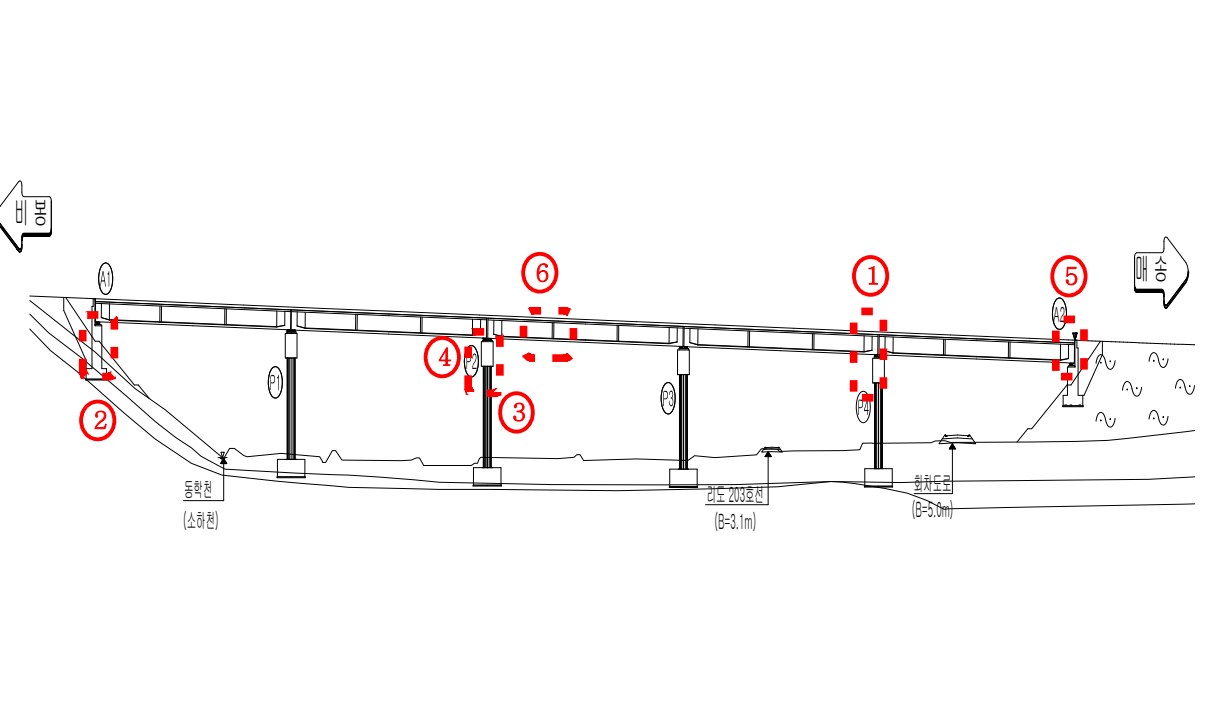
5.7.3 유지관리방안

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

【표 5.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽 및 중분대	• 방호벽 및 중분대 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 가로보 S4-G1~2 층분리 - 진전 여부확인	② 교대 A1 박리 - 진전 여부확인	③ 교각 P2 철근노출 - 진전 여부확인
		
④ 교량받침 P2-SH5 플레이트 부식 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 A2 부식 - 진전 여부확인	⑥ 배수시설 S3 배수관 누수 - 진전 여부확인
		

5.8 종합결론

본 시설물은 경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-47에 위치한 교량으로서 총 연장 250.0m, 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.

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

5.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 균열부백태, 백태, 부식의 경우 손상부 우수유입, 공기 중 수분집축, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 저하 방지 차원에서 표면처리, 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

2) V-BEAM Girder

- 거더에 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 내구성확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보에 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 파손, 층분리, 재료분리의 경우 외부충격, 다짐미흡, 공용기간 경과 등에 의한 손상으로 내구성 저하 방지 차원에서 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 파손, 박리, 열화, 철근노출, 마감불량의 경우 시공시 외부충격, 다짐미흡, 품질관리 미흡, 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며 내구성 저하방지를 위한 단면보수, 단면보수(방청)이 필요할 것으로 판단된다.
- 백태, 잡철물 미제거(녹발생)의 경우 우수유입, 공용기간 증가에 의해 발생한 손상으로 내구성 확보 차원에서 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 체수, 누수, 누수(녹발생), 누수흔적의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리 후 신축이음과 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), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 균열부백태의 경우 균열부 우수접촉에 의한 손상으로 진전 시 수분침투로 인한 추가손상이 우려되므로 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 굽힘 손상의 경우 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며 손상의 정도가 경미한 바 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.
- 철근노출의 경우 피복두께 부족 등의 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원에서 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.
- 표면불량의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 체수 및 토사퇴적, 녹물흔적, 누수흔적의 경우 신축이음부 하부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 및 유지관리 후 신축이음과 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

6) 기초

- 쌍학교의 기초는 교대 A2는 말뚝기초, 교대 A1 및 교각은 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보차원에서 표면처리 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공시 다짐미흡, 품질관리 미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 단면보수 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 외부 우수유입, 공용기간 증가 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 재도장 등의 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

- 신축이음장치에서 조사된 후타재 균열, 후타재 박리의 경우 차량운하중에 의한 손상이며, 후타재 균열은 주행성에 영향이 경미한 손상으로 주의관찰 후 진전 시 표면처리, 후타재 박리의 경우 단면보수 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요한 것으로 판단된다.
- 부식 및 토사퇴적, 부식, 토사퇴적의 경우 장기공용, 비산먼지에 의한 토사퇴적, 우수유입 후 퇴적된 토사로 인해 습윤상태 지속 등이 원인으로 판단되며, 토사퇴적의 경우 정비, 부식의 경우 주의관찰 후 진전 시 교체 등의 적절한 방안의 보수를 실시하는것이 필요한 것으로 판단된다.
- 물받이 길이부족의 경우 시공미흡, 장기공용에 의한 탈락으로 판단되며 우수유입으로 인한 2차 손상이 우려되므로 정비(재설치)가 필요하다.
- 차수판 볼트망실의 경우 시공미흡, 장기공용에 의한 탈락으로 판단되며 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 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 파손, 포장 박리는 차량 운하중, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니므로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 누수의 경우 공용기간 경과에 의한 연결부 열화에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능 확보를 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등의 손상에 맞는 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요한 것으로 판단된다.
- 굽힘, 파손의 경우 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 방음벽 유리 파손, 방음벽 프레임 손상, 텔리네이터 파손 등의 손상의 경우 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 재설치 등의 정비가 필요한 것으로 판단된다.

12) 교량 점검시설

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 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 본문의 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) 27.0~27.4MPa, 상부구조(거더) 51.8~52.1MPa, 하부구조(교대) 26.1~26.3MPa, 하부구조(교각) 48.4~51.6MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 45.0MPa 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.1%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 6.5mm~8.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.0mm~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 쌍학교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.229에서 0.237로 0.008 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 균열부백태, 백태, 거더 균열, 교대 박리, 교각 균열, 철근노출, 교량받침 균열, 부식, 신축이음 후타재 박리, 토사퇴적 등의 손상이 신규로 조사되었으며, 『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 쌍학교에 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 쌍학교의 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.

5.8.3 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.

5.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 가로보 충분리, 교대 박리, 교각 철근노출, 교량받침 플레이트 부식, 배수관 누수의 경우 보수 및 정비를 통한 유지관리가 요구되며, 손상의 진전 및 추가손상 발생 여부에 대한 주기적인 점검이 필요하다.
- 신축이음 부식의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요구되며, 진전 시 신축이음 재설치 등과 같은 보수대책 수립이 필요하다.

5.8.5 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.

