

8. 서문5교(문산방향)

- 8.1 시설물 개요
- 8.2 자료수집 및 분석
- 8.3 현장조사
- 8.4 콘크리트 내구성조사
- 8.5 상태평가
- 8.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 8.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 8.8 종합결론

8. 서문5교(문산방향)

8.1 시설물의 개요

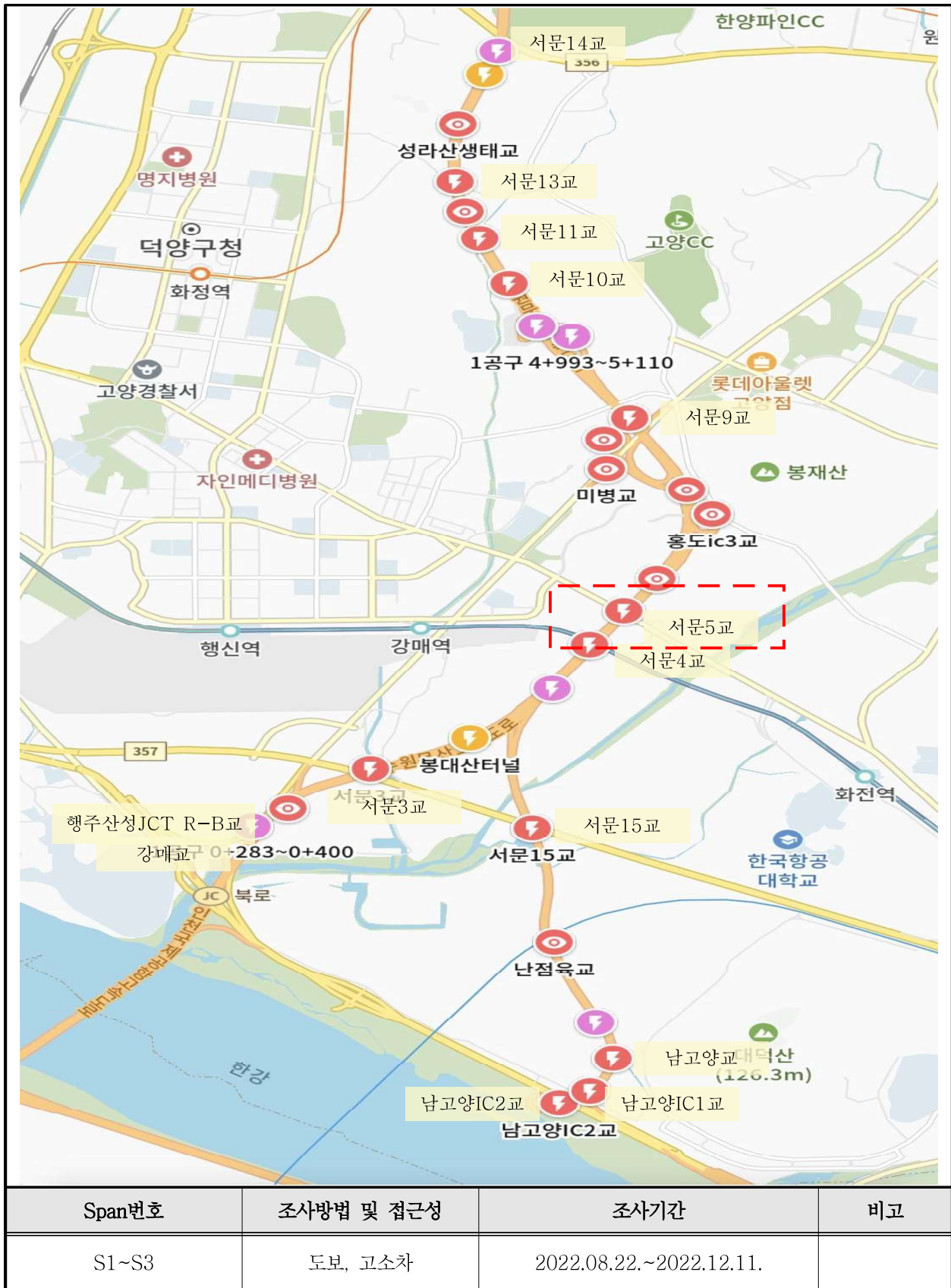
본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 중앙로 341-25(도내동)에 위치한 교량으로 총 연장 135.0m, 폭 15.7m로 시공되어 있다.

8.1.1 일반사항

【표 8.1.1】 서문5교(문산방향) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000301	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 중앙로 341-25 (도내동)	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		본선구간 0.480km	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=135.0m (3@45=135.0m)			
	폭	B=15.7m, 3차로			
구조 형식	상부	BICON거더교	기초 형식	교 대	말뚝기초
	하부	교대: 역T형, 교각: π 형		교 각	말뚝기초
교량받침		탄성받침	신축이음	뉴모노셀조인트	
교차시설물		승전로	통과높이	12.0m	
부착시설내용		지에스건설(주)	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		(주)동일기술공사	관리주체	(주)다산컨설팅트	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	
					
측면 전경			상부 전경		

8.1.2 위치도 및 전경사진

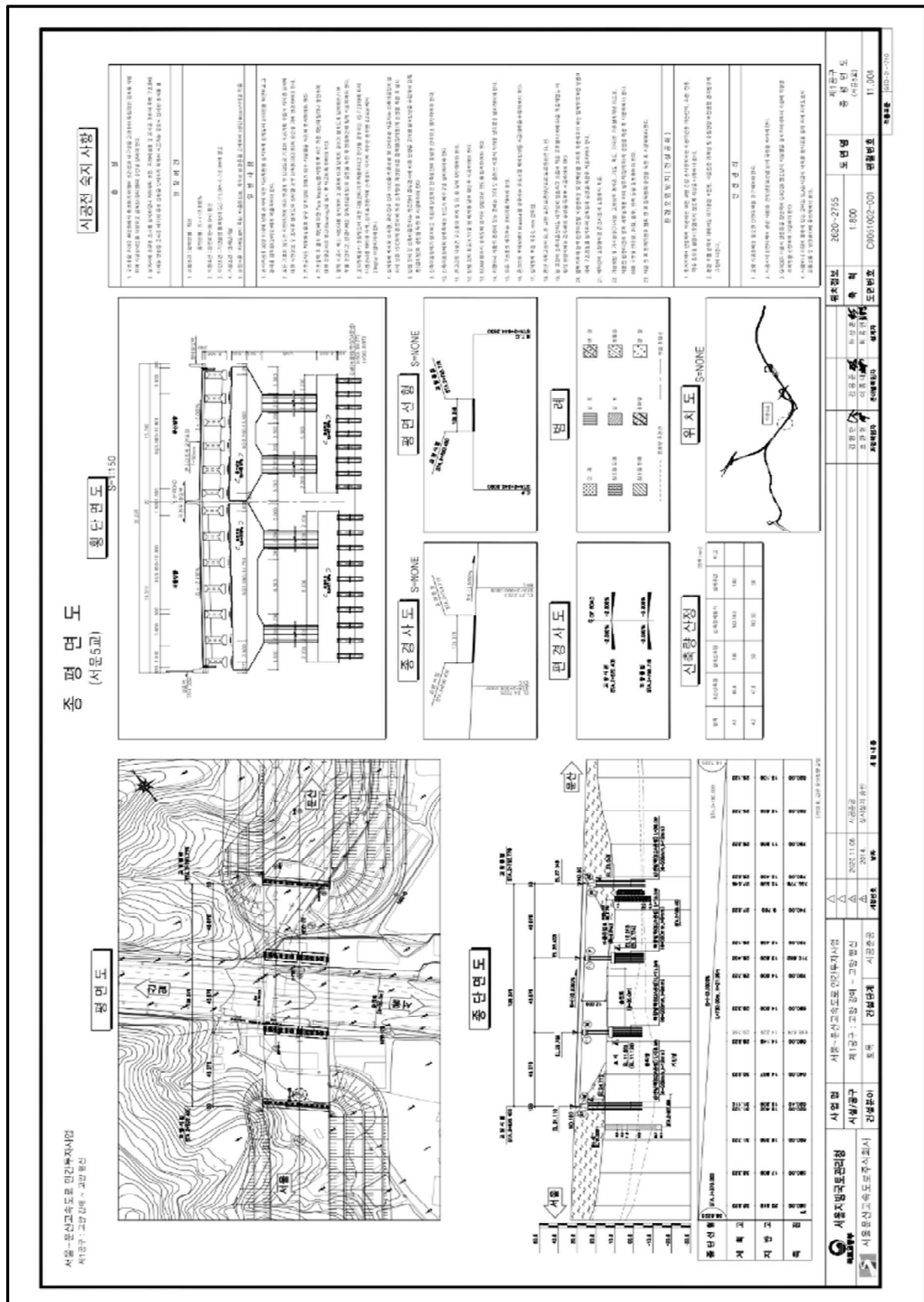


【그림 8.1.1】 위치도

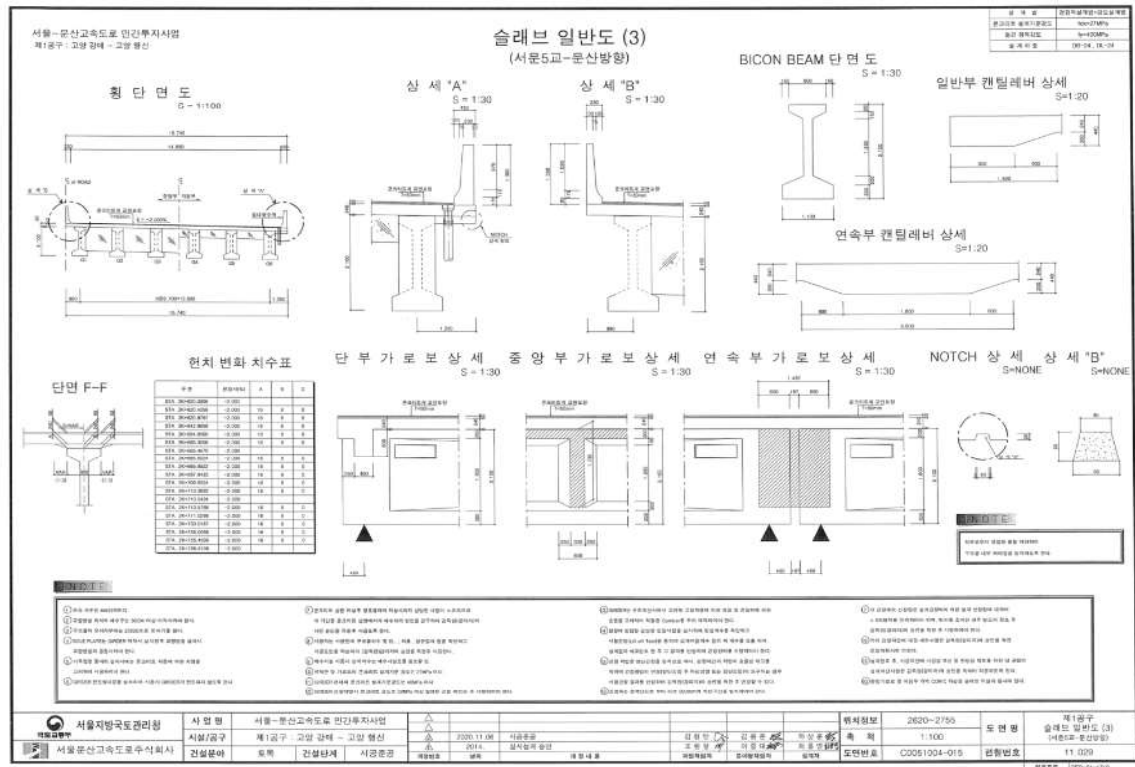
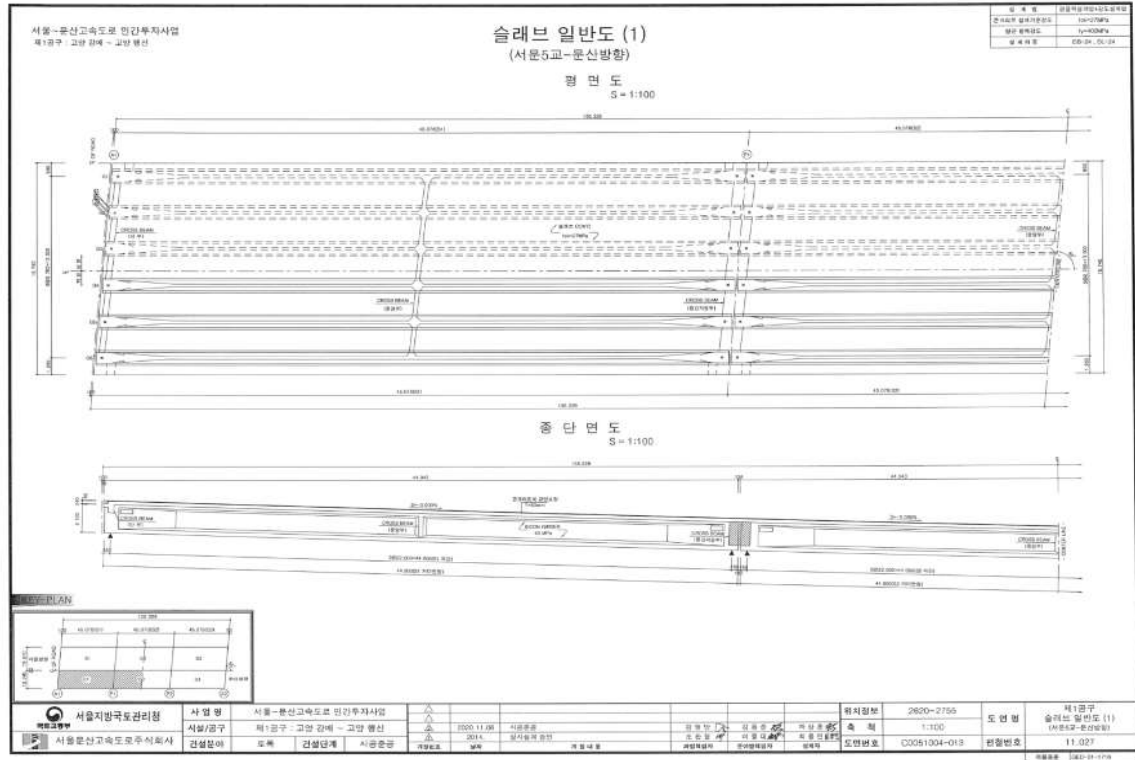
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 8.1.2】 부재별 현황

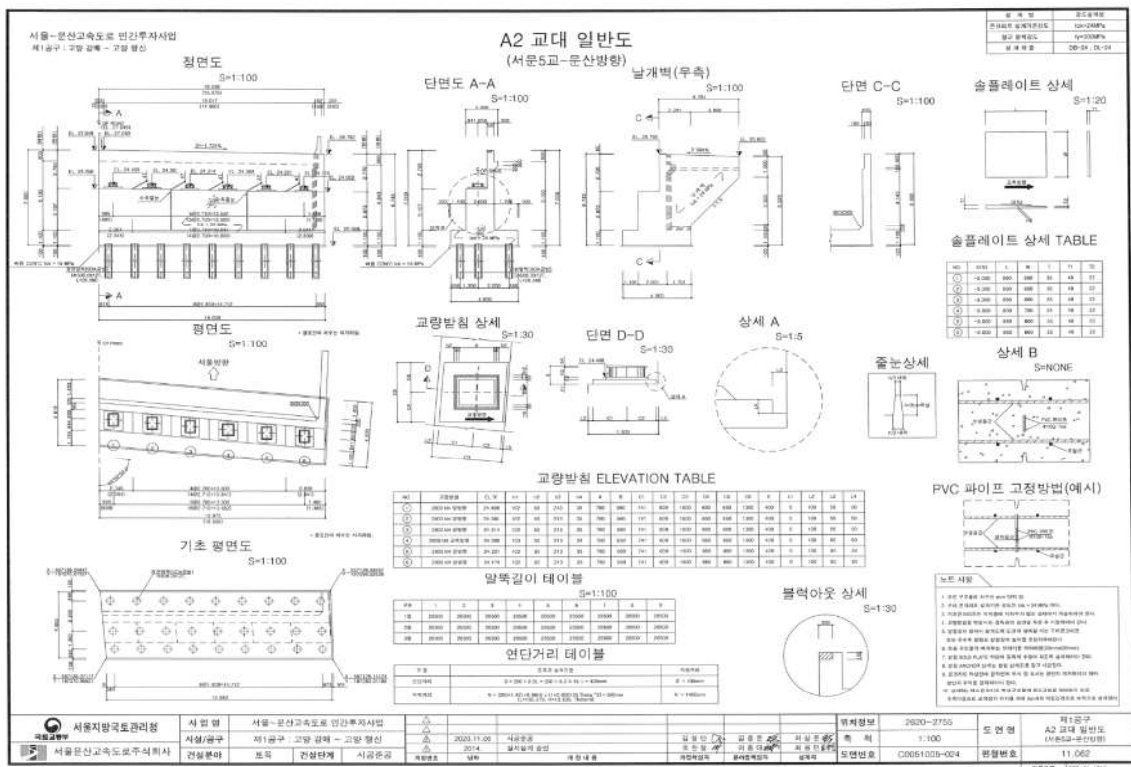
8.1.3 시설물 일반도



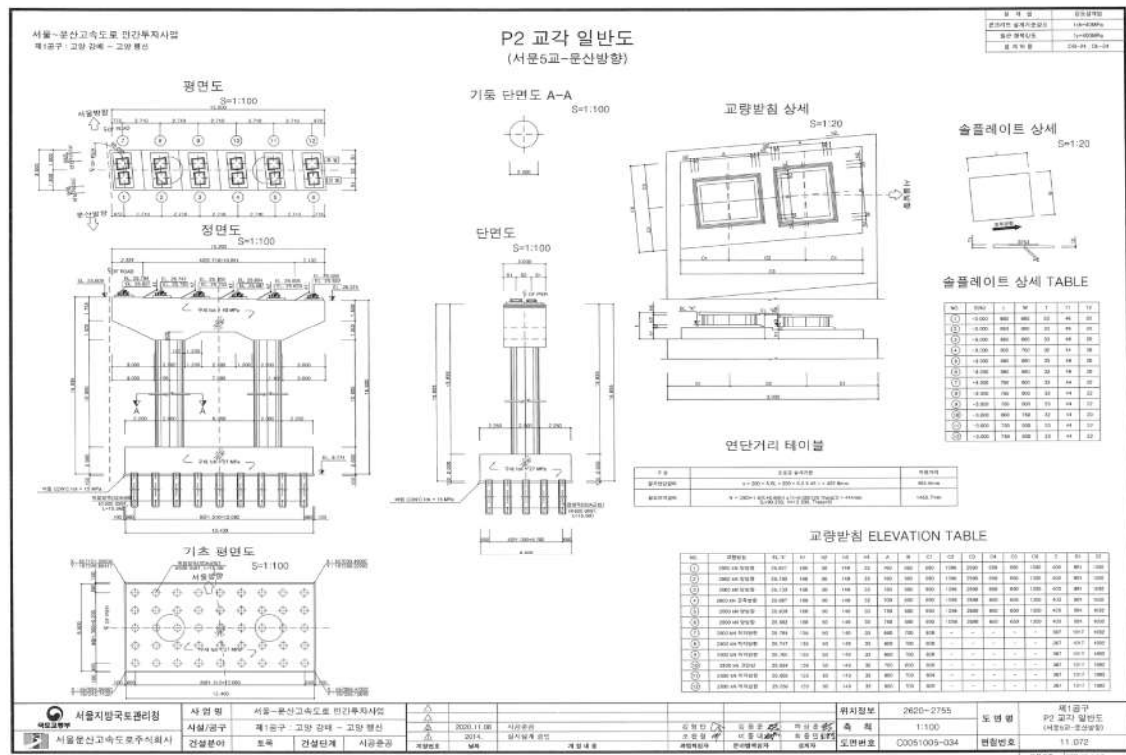
【그림 8.1.3】 평면 및 종단면도



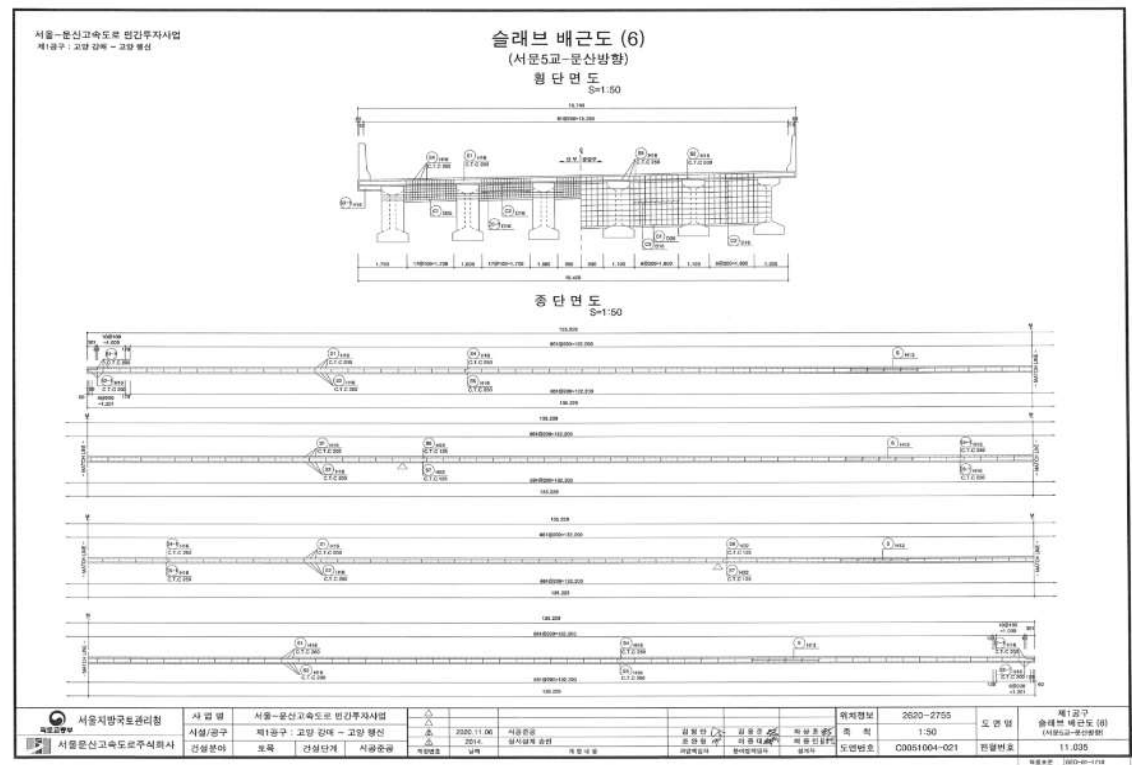
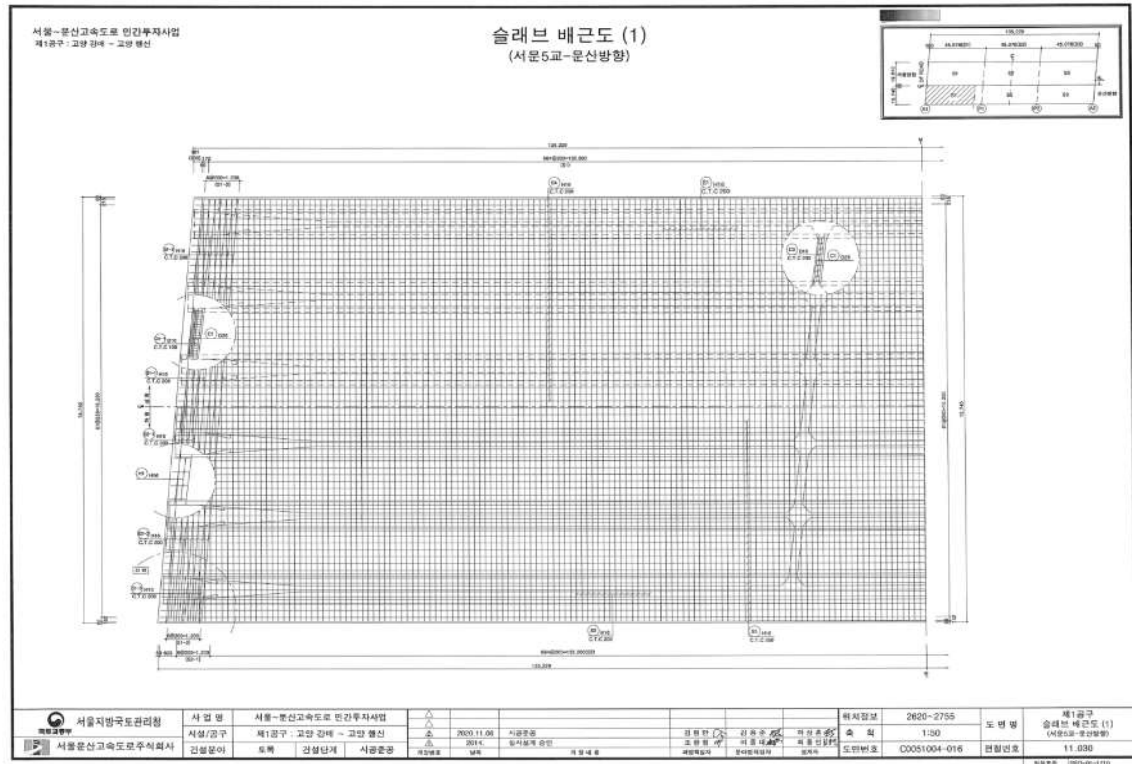
【그림 8.1.4】 바닥판하면 일반도



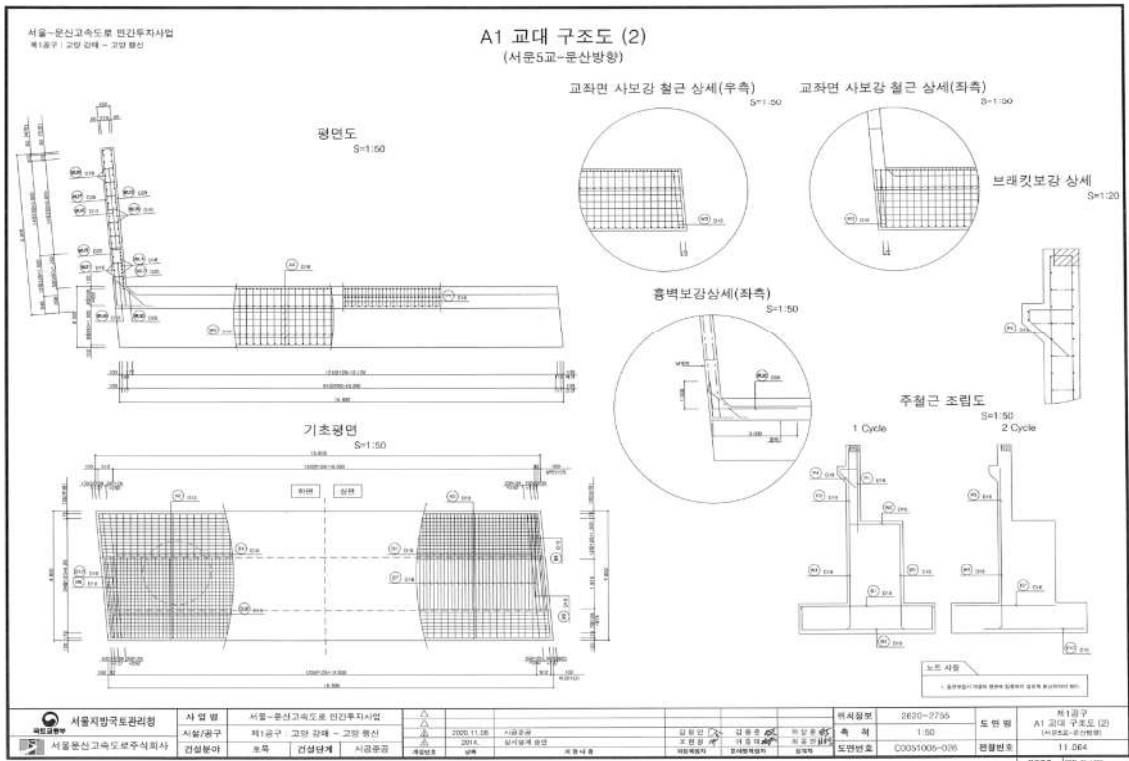
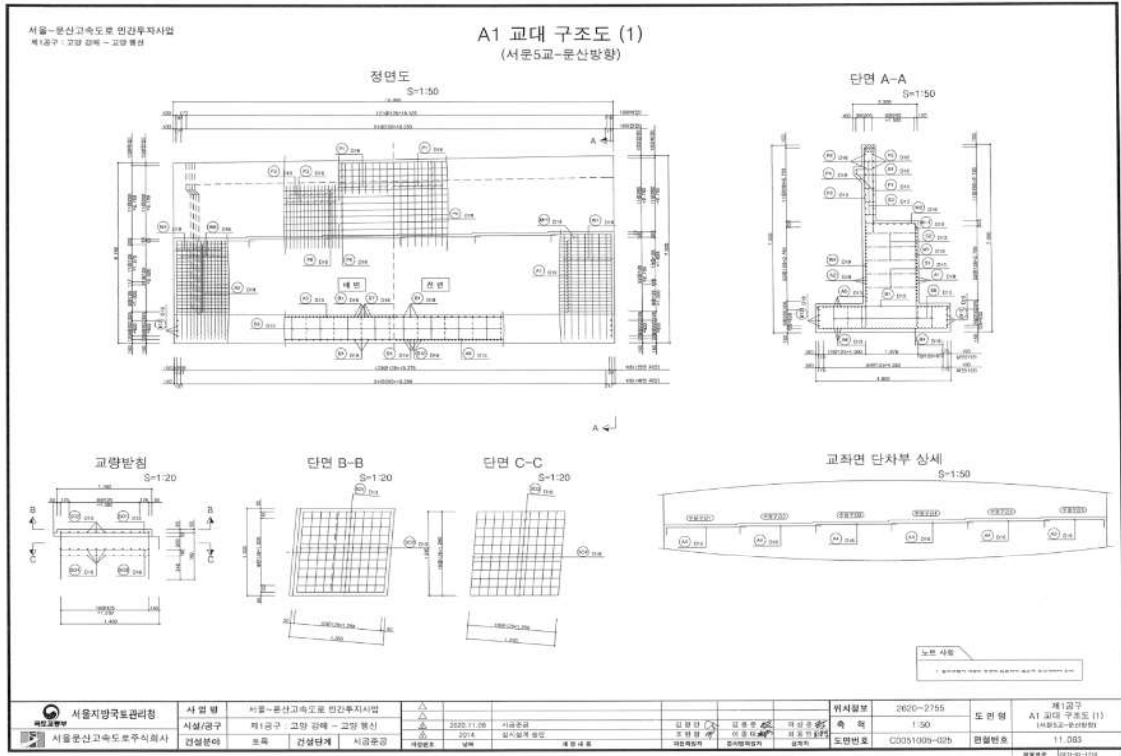
서문5교(문산방향) - 8



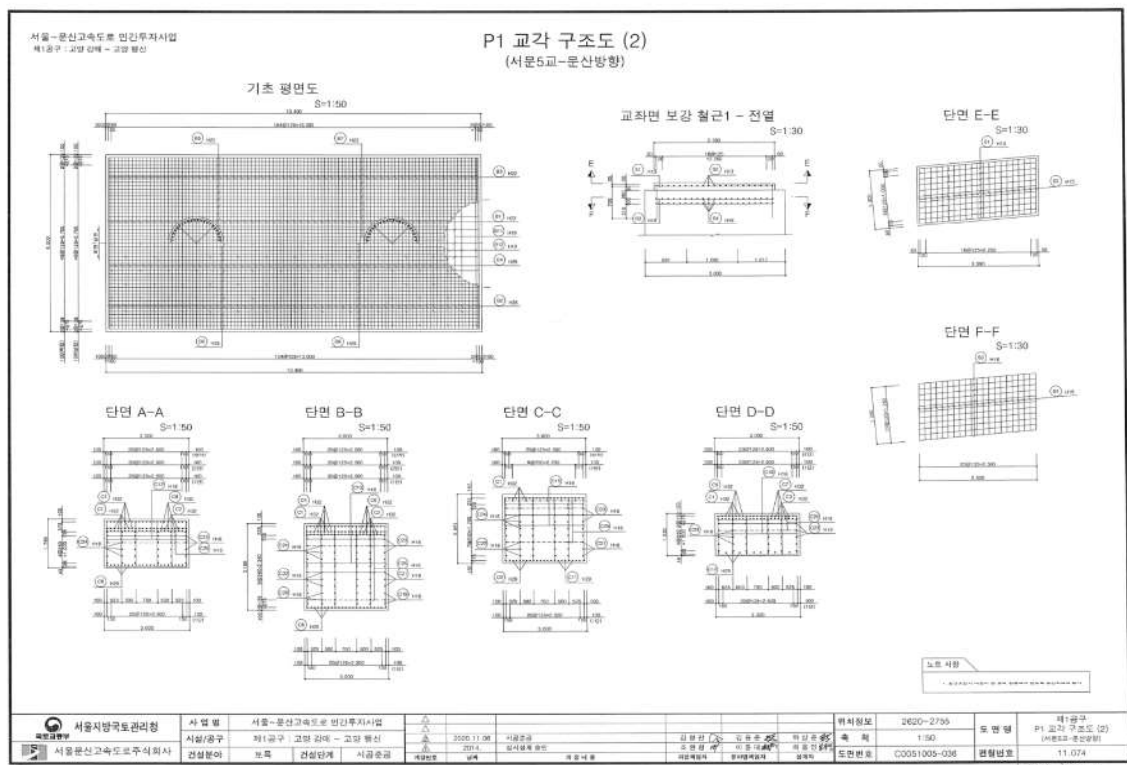
【그림 8.1.6】 교각 일반도



【그림 8.1.7】 바닥판하면 배근도



【그림 8.1.8】 교대 구조도



【그림 8.1.9】 교각 구조도

서문5교(문산방향) - 13

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

계	요
•	문헌 및 기존사료에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

○ 문헌자료

구분	투수계수(cm/s)	토질	투수계수(cm/s)	관람의 상태	특	정	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하	SC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	관람 간격이 매우 좁은 상태	높은 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^2$
GP	1.0×10^{-2} 이하	ML	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	관람 간격이 보통인 상태	보통 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GM	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	관람 간격이 매우 넓은 상태	약간 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$
GC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	OL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	관람 간격이 없음	투수성 없음	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$
SW	1.0×10^{-2} 이하	MH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	관람 간격이 없음	투수성 없음	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$
SP	1.0×10^{-2} 이하	CH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	관람 간격이 없음	투수성 없음	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$
SM	$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	관람 간격이 없음	투수성 없음	일반	1.0×10^{-2} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분	분류	시험결과	지
배수층	전도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	5.4×10^{-4}
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	1.2×10^{-2}
외곽층	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	6.6×10^{-4}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	5.9×10^{-3}
중화도		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$
중화암		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}
연 암		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$
경 암		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$
I등급		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	5.0×10^{-7}
II등급		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	5.4×10^{-6}
III등급		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$
IV등급		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$
V등급		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	6.4×10^{-3}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
쌓기재	토사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암면역	20.0	0.0	35.0	—	—
배수층	자갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	중화도	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
외곽층	모래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	자갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
중화도	중화암	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	중화암	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 파일구간 암반등급별 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
II등급	28.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
III등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
IV등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암	경	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암		47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구분	V_s (m/s)	V_p (m/s)	G_d (MPa)	E_r (MPa)	K_1 (MPa)	v_f
배수층	488	180	62	164	161	0.33
	645	200	68	190	317	0.40
외곽층	480	170	52	140	156	0.35
	514	190	69	181	168	0.32
중화도	952	382	268	713	699	0.33
중화암	1,144	544	582	1,539	1,282	0.30
연 암	1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26
경 암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

제3편 지반조사 결과

82	
----	--

TO 3	
------	--

19-3		백색역광		41/70364.403	240/1640.408	—	17
각인 위치		상면 위치		기저면 위치			
300~460nm에서의 광투과율 (%)		300~460nm에서의 광투과율 (%)		300~600nm에서의 광투과율 (%)			
표면 반사율 (%)		표면 반사율 (%)		표면 반사율 (%)			
*시료: 200mm x 50mm의 제형용접용 (Japan)의 비정질플렉서블 (Kasei or Clow) 크래프에 코팅함 *원료가공조건: 열점, 30~40의 주파수 구간인 95.5~100에서 2초를 코팅함 *원료가공온도: 열점, 30~40의 주파수 구간에서 100~120의 온도 코팅함 *원료가공후처리: 100~120의 온도에서 10분간 건조함 *평가방법: 100nm에서 600nm의 파장범위를 가지고 10nm씩, 50nm씩 광투과율과 반사율을 측정함 *투과율은 250의 광투과율을 기준으로 함							
반사율 (%)		과광도 (%)		기저면과광도 (%)			
Rose Diagram		Pole Diagram		Rose Diagram		Pole Diagram	
교인	종류인원	11/18761.833	101/10876.333	43/10876.333	43/10876.333	기	기
T-D	반사율	39/116548.001	23/11089.145	18/944309.393	18/944309.393	기	기
	과광도	44/761031.603	24/17652.103	12/17652.103	12/17652.103	기	기
	반사율	23/116548.428	23/122546.833	23/122546.833	23/122546.833	기	기

4.5 실내토질시험

1000000

[illegible]

다. 구조계산서 및 내진설계

2. 설계조건

- 교량명 : 청천2교(문산방향)
- 교량형식 : Bicon 교
- 교량종류 : 1종교

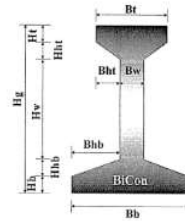
2.1 기본제원

- (1) 슬래브 전장 : 45,000 mm - 39,570 mm
- (2) 거더 간격 : 44,900 mm - 39,500 mm
- (3) 설계지간 : 44,000 mm - 38,600 mm
- (4) 교량 폭면 : 15,740 mm - 37,700 mm
- (5) 횡단면도 : 알라브 일반도 참조
- (6) 종단면도 : 슬래브 일반도 참조

3. 단면가정

3.1 단면제원

- (1) 바닥판 두께(sh) : 240 mm
- (2) 거더 단면

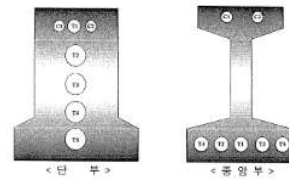


Bicon 단면제원	
Hg	2100 mm
Ht	200 mm
Hb	300 mm
Hbt	150 mm
Wsh	700 mm
Hw	1250 mm
Bt	800 mm
Bb	1100 mm
Bw	200 mm
Bht	300 mm
Bbb	450 mm

- (3) 종강가용모수 : 1 EA
- (4) 단부플럭크기 : 600 mm

3.2 PS 강연선 및 PS강봉 배치

- (1) 단면 배치



	PS 강봉		PS 강연선				
	C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
직경, 거더수	40mm	40mm	7EA	15EA	15EA	15EA	15EA
위스관직경	55mm	55mm	70mm	90mm	90mm	90mm	90mm
초기강력	-550kN	-550kN	1100kN	3000kN	3000kN	3000kN	3000kN
단부 좌표	Y	-105mm	105mm	0mm	0mm	0mm	0mm
중 앙 좌 표	Z	1975mm	1975mm	1600mm	1150mm	700mm	250mm
중 앙 부 좌 표	Y	-105mm	105mm	0mm	-150mm	150mm	-300mm
	Z	1975mm	1975mm	115mm	125mm	125mm	125mm

※ 좌표의 기준 방향은 거더의 하단 중심점

10. 응력검토

10.1 G1거더 응력산출

▶ 하중단계별 원모멘트 요약

	기호	Pnet (kN)	s (m)	M (kN·m)	지향단면
거더 자중	sw			5879.50	
PS	강봉	gb	-922	1.070	-996.21
	강선	gs	11044	-0.782	-8627.18
항상전 고정하중	bl			3589.30	PS강재 환산단면(conv)
항상후 고정하중	al			1032.10	
최대항하중	ll			3571.60	바닥판 합성단면(comp)
균중하중	dl			0.00	

※ Pnet : 측시온실을 고려한 순간집력(도입간집력)

10.1.1 자중에 의한 응력산정

$$f_{sw} = \frac{M_{sw}}{I_{net}} \cdot y = \frac{5880}{0.50658} \cdot y$$

y : 중립축에서 거리, s : 단상계수

단위	바닥판	거더		PS 강재		비고
		상면	하면	강봉	강선	
y	m		1.195	-0.905		
f _{sw}	MPa		14.101	-10.687		

10.1.2 프리스트레스 도입량 산정

- 영계강장 강연선(T1)과 강봉(C1, C2)은 상호 지지하여 힘이 작용하므로 거더에 축력에 의한 압축응력이 발생하지 않는다.
- 거더에 축력을 작용시키는 강선의 순간집력(Pn) = P_{T1} + P_{T2} + P_{T3} + P_{T4} + P_{T5} 11044 kN
- PS강재의 응력산정식(강재기준으로 보면 Pnet와 반대방향으로 하중이 작용하므로)

$$f_{gb} = \frac{P_{net}}{A_{gb}} = \frac{922}{0.002514} = 366.746 \text{ MPa}$$

$$f_{gs} = \frac{P_{net}}{A_{gs}} = \frac{-11044}{0.002929} = -1188.409 \text{ MPa}$$

- 거더의 응력산정식

$$f_{ps} = \frac{P_n}{A_{net}} + \frac{M_{gb} + M_{gs}}{I_{net}} \cdot y = \frac{11044}{0.911} + \frac{-9613}{0.50658} \cdot y$$

단위	바닥판	거더		PS 강재		비고
		상면	하면	강봉	강선	
y	m		1.195	-0.905	1.070	-0.782
f _{ps}	MPa		-10.547	29.304	366.746	-1188.409

11. 응력검토

11.1 G1거더 응력산출

1) G1거더 중앙부 응력검토

↳ 표준율 : 0.812

하중 단계	바닥판		거더		PS 강재		비고	
	상면	하면	상면	하면	강봉	강선		
1	fsw		14.101	-10.687	0.000	0.000		
2	fps		-10.547	29.304	366.746	-1188.409		
계			3.554	18.618	366.746	-1188.409		
응력 검토			-1.410	±19.200	±777.00	±1312.00		
			0.K	0.K	0.K	0.K		
3	fbl	0.000	0.000	7.834	-5.600	45.542	-31.121	
4	fsl	0.803	0.612	0.680	-1.176	3.686	-6.904	
5	fll	2.778	2.117	2.353	-4.069	12.757	-23.890	
6	fsh	0.114	0.038	0.042	-0.692	-0.009	4.197	
7	fcr	0.535	0.179	0.199	-3.262	-0.043	19.793	
8	frgb	-0.035	-0.031	-0.034	0.002	-0.268	-0.001	
9	ftrgs	0.049	0.016	0.018	-0.296	-0.004	1.796	
계			4.244	2.932	14.646	3.525	428.468	-1224.539
응력 검토			10.800	-2.508	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00
			0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K

(+) : 압력, (-) : 인장

2) PS 강재 강장시 응력검토

구분	C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수 (EA)			7	15	15	15	15
P _{cl} (kN)	-461,000	-461,000	904,205	2630,937	2397,550	2511,890	±2599,185
A _p (m²)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00208	0.00208	0.00208	±0.0021
f _{ps} (MPa)	-366.746	-366.746	937.305	1264.570	1152.391	1207.340	±1240.308
응력검토			±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K

12. 치장 검토

12.1 하중 단계별 치장

▷ 최대치장(δ) = 하중에 의한 치장 + 프리스트레스에 의한 치장

$$\delta = \frac{5 \times M \times L^2}{48 \times E \times I}$$

여기서, M : 중간 중량부 최대 휨 모멘트(= P X e)
L : 지간
E : 거더의 탄성계수
I : 단면 2차 모멘트(거더중앙부)
P : 프리스트레스 힘 (모합 또는 유효 프리스트레스 kgf)
e : (지점부에서의) 편심거리, (하중)

(1) 01 거더 치장

하중	휨모멘트 M (kN·m)	탄성계수 E (MPa)	단면2차모멘트 I (m ⁴)	치장 δ (mm)
거더 자중	5079.50	30891	0.5066	77.06
합성천 고정하중	3589.30	30891	0.5611	41.76
합성후 고정하중	1032.10	30891	1.1679	6.03
프리스트레스 도입하중	-9613.38	30891	0.5066	-123.89
프리스트레스 손실	1606.96	30891	1.1679	8.98
합하중	3571.60	30891	1.1679	19.96

(2) 02-05 거더 치장

하중	휨모멘트 M (kN·m)	탄성계수 E (MPa)	단면2차모멘트 I (m ⁴)	치장 δ (mm)
거더 자중	5079.50	30891	0.5066	77.06
합성천 고정하중	4304.90	30891	0.5611	50.09
합성후 고정하중	1539.30	30891	1.2268	9.12
프리스트레스 도입하중	-9613.38	30891	0.5066	-123.89
프리스트레스 손실	1606.96	30891	1.1679	8.98
합하중	3135.50	30891	1.1679	17.53

14. 전단 검토

14.1 수직 전단 검토

14.1.1 01 거더

▷ 전단력이 가장 크게 발생하는 지점부에서 검토

지속거더 치장부 단면력

구분	V(kN)	M(kN·m)
자중	583.15	4.53
합성천	351.98	1.58
합성후	396.95	10.88
합하중	396.95	23.62

(1) 극한전단력

$$V_u = 1.3 \times V_D + 2.15 \times V_L = 2585.1 \text{ kN}$$

(2) 콘크리트가 부담하는 전단강도 V_c (도로교설계기준, 2010, p.4-129)

→ V_c 는 V_{ci} 또는 V_{ws} 중에서 작은 값으로 한다.

1) 전단강도 V_{ci} (휨 전단강도)

$$V_{ci} = 0.05 \times \sqrt{f_{ck}} \times b_w \times d + V_d + (V_L \times M_{cr}) / M_{max}$$

$$M_{cr} = Z_{bo} \times (0.5 \times \sqrt{f_{ck}} + f_{pe} - f_d) = 9101.3 \text{ kN·m}$$

$$f_{pe} = 23.790 \text{ MPa}$$

$$f_d = M_{d1} / Z_{bo} = 10.687 \text{ MPa}$$

$$Z_{bo} = I_{co} / y_{bo} = 0.5595 \text{ m}^3$$

$$M_{max} = 1.3 \times (M_{D2} + M_{D3}) + 2.15 \times M_L = 66.96 \text{ kN·m}$$

$$d = 2100 - (1975 + 1,500 + 1,150 + 700) / 4 = 743.75 \text{ mm}$$

$$d = 0.8 \times H = 1680 \text{ mm}$$

$$V_d = 583.15 \text{ kN}$$

$$V_L = 1.3 \times (V_{D2} + V_{D3}) + 2.15 \times V_L = 1827.05 \text{ kN}$$

$$V_{ci}$$
는 $0.14 \times \sqrt{f_{ck}} \times b_w \times d$ 보다 작아서는 안된다.

$$V_{ci} = 24926.19 \text{ kN} > 0.14 \times \sqrt{f_{ck}} \times b_w \times d = 1190.03 \text{ kN}$$

$$\therefore V_{ci} = 24926.19 \text{ kN}$$

2) 전단강도 V_{ws} (복부 전단강도)

$$V_{ws} = (0.29 \times \sqrt{f_{ck}} + 0.3 \times f_{pc}) \times b_w \times d + V_L = 3658.06 \text{ kN}$$

$$f_{pc} = P_{e1} / A_c = 9366.82 / 910953 = 10.282 \text{ MPa}$$

$$V_p = P_{e2} \times \sin \theta \quad (V_p : 수직분력) = 8444582 \times 0.2375 = 2005349.13 \text{ N}$$

$$\therefore V_{ws} = \min [V_{ci}, V_{ws}] = 3658.1 \text{ kN}$$

3) $\phi V_c = 0.80 \times 3658.1 = 2926.4 \text{ kN}$

$$1/2 \times \phi V_{ws} = 1,463,223 \text{ kN} < V_u$$

최소전단철근 보강 필요

4) 전단 철근 검토

전단 철근 간격 $s = 200 \text{ mm}$ (0.75H (-1575mm) 또는 600mm보다 커서는 안된다.)

$$A_v = (V_u - \phi V_{ws}) / (\phi f_y d)$$

$$= (2585.1 - 2926.4) / (0.8 \times 300 \times 1690.00) \times 200$$

$$= -169.30 \text{ mm}^2$$

$$A_{vmin} = 0.35 \times b_w \times s / f_y = 105.00 \text{ mm}^2$$

$$A_{v11} = \max(A_v, A_{vmin}) = 105.00 \text{ mm}^2$$

$$A_{vuse} = 016 \times 2 \times E_A = 397.2 \text{ mm}^2$$

0.K

13. 휨강도 검토

13.1 거더

1) 극한모멘트 (Factored Moment)

$$M_u = 1.3 \times M_D + 2.15 \times M_L = 21460110.0 \text{ N·m}$$

2) 단면 제형

$$b = 2700.0 \text{ mm} \quad (\text{양측 플랜지 폭})$$

$$d_p = 2216.0 \text{ mm}$$

$$A_{p1} = 0.0092529 \text{ m}^2 = 9292.9 \text{ mm}^2 \quad (\text{균형선 중립축})$$

$$A_{p2} = 0.002514 \text{ m}^2 = 2514 \text{ mm}^2 \quad (\text{강화 중립축})$$

$$f_{ck} = 27 \text{ MPa} \quad (\text{슬래브 콘크리트 강도})$$

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} \quad (\text{빔 콘크리트 강도})$$

$$f_{put} = 1900 \text{ MPa} \quad (\text{극한인장강도})$$

$$f_{py1} = 1600 \text{ MPa} \quad (\text{항복강도})$$

$$f_{pyc} = 1050 \text{ MPa} \quad (\text{극한인장강도})$$

$$f_{pyc} = 950 \text{ MPa} \quad (\text{항복강도})$$

3) 계수 산정

$$\rho_1 = 0.28 \quad (0.40\text{-응력저가강재, } 0.28\text{-재질혁신재이전강재, } 0.55\text{-강종})$$

$$\beta_1 = 0.85 = [0.007 \times (f_{ck} - 28)] = 0.857$$

$$\phi_1 = \rho_1 / (b \times d_p) = 0.001553$$

4) PS강재의 응력계산(f_{ps}) (도로교설계기준, 2010, p.4-127)

→ 철근을 배치하지 않았거나, 배치했더라도 그 영향을 무시할 수 있는 경우

$$f_{ps} = f_{put} \times [1 - (\rho_1 / \beta_1) \times \phi_1 \times (f_{put} / f_{ck})] = 1832.2 \text{ MPa}$$

5) 하중단면 검토

$$a = (A_p \times f_{ps}) / (0.85 \times f_{ck} \times b) = 274.8 \text{ mm}$$

$$\text{슬래브 두께} : 240.0 \text{ mm} < 274.8 \text{ mm} \quad \text{불만지단면}$$

6) 최대 PS 강재율 검토

$$\phi_p \times f_{ps} / (f_{ck} \times \beta_1) = 0.105$$

$$\phi_p (=0.105) < 0.38 \times \beta_1 (=0.309) \quad 0.K$$

7) 극한 휨강도 검토

$$\phi \times M_n = \phi [A_{ps} \times f_{ps} \times d_p \times (1 - 0.58 \times A_{ps} \times f_{ps} / (b_o \times d_p \times f_{ck}))$$

$$+ 0.85 \times f_{ck} (b_o - b_o) \times t \times (d_p - 0.5 t)] = 44716.17 \text{ kN·m}$$

$$\phi \times M_n (=44716.166) > M_u (=21460.11) \quad 0.K$$

8) 균일 모멘트 검토

$$1.2 \times M_{cr} = Z_{bo} \times (0.5 \times \sqrt{f_{ck}} + f_{be} - f_d) = -24893.506 \text{ kN·m}$$

$$f_{pe} = 23.790 \text{ MPa}$$

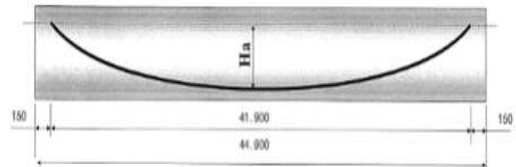
$$f_d = M_{d1} / Z_{bo} = -10.687 \text{ MPa}$$

$$Z_{bo} = I_{co} / y_{bo} = -0.560 \text{ m}^3$$

$$1.2 \times M_{cr} (= -24893.506) < \phi \times M_n (=44716.166) \quad 0.K$$

16. PS 강재의 신장률 검토

16.1 강종 및 강선별 제형 (8. 프리스트레스 합조)



강선번호	$A_p(\text{mm}^2)$	$E_p(\text{MPa})$	$f_{ak}(\text{N})$	$L(\text{m})$	$\alpha(\text{radian})$
C1	0.001257	200000	0.000	44.130	0.00000
C2	0.001257	200000	0.000	44.130	0.00000
T1	0.0009709	200000	1.850	44.332	0.34071
T2	0.0020805	200000	1.475	44.261	0.13291
T3	0.0020805	200000	1.025	44.193	0.09264
T4	0.0020805	200000	0.575	44.150	0.05207
T5	0.0020805	200000	0.575	44.150	0.05207

16.2 PS 강재의 신장률 (단면 동시 강성시 항복 신장률임.)

(1) 신장률 (11. 철학부 설계 참조)

$$\Delta L = (P_o + P_{net}) \times (L_{ps} / 2) / (A_p \times E_p)$$

강선번호	강선종서	도입강선력(P_{in})	순강선력(P_{net})	$L_{ps}(\text{m})$	$\Delta L(\text{mm})$
C1	5	-160.00	-461.00	44.130	-88.734
C2	5	-160.00	-461.00	44.130	-88.734
T1	5	1100.00	904.20	44.332	228.786
T2	4	3000.00	2630.94	44.261	299.485
T3	1	3000.00	2397.55	44.193	286.633
T4	2	3000.00	2511.89	44.150	292.417
T5	3	3000.00	2599.19	44.150	297.049

1. 설계조건

1) 일반사항

- (1) 구조형식 : 역T형 교대
- (2) 상부형식 : IPC GIRDER
- (3) 교량등급 : 1등급
- (4) 교대종류 : B = 15.805 M
- (5) 교대높이 : H = 7.001 M
- (6) 기초형식 : 말뚝기초
- (7) SKIN : 85.000 "

2) 하중

- (1) 활하중의 단위중량 : $q_c = 25.000 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- (2) 고정하중의 단위중량 : $q_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^2$ (토사) [도로교 설계기준 제3편 P380]
- (3) 기초지반의 단위중량 : $q_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^2$
- (4) 교차하중 : $q_l = 10.000 \text{ kN/m}^2$
- (5) 상부 고정하중 반력 : $R_d = 429.372 \text{ kN/m}$
- (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 146.952 \text{ kN/m}$
- (7) 교량방수 마찰계수 : $f_s = 0.150$

3) 지반조건

- (1) 빗하중의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
- (2) 기초지반의 N치 : $N = 15.000$
- (3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 30.000^\circ$ [$\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$]
- (4) 기초지반의 점착력 : $c = 0.000 \text{ kN/m}^2$
- (5) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.364$: $\tan(\frac{1}{2} \phi_2)$: 유과 콘크리트
- (6) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도 계수 $\times$ 지진구역계수
 - 내진 등급 : 1등급
 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
 - 지진 구역 : 1구역
 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사용재료강도

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_c = 28000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
- (2) 철근의 항복 강도(SD300) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

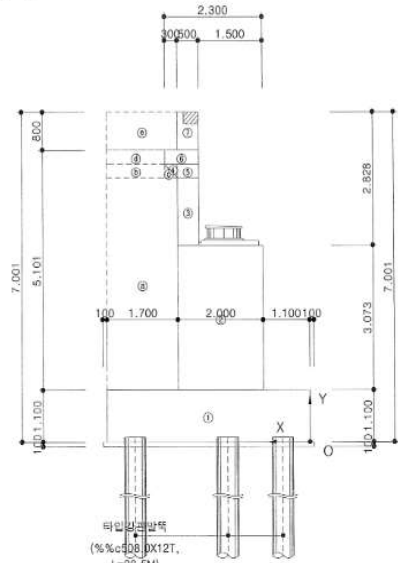
5) 설계방법

- (1) 안전성검토 : 허용응력 설계법
- (2) 단면설계 : 극한강도 설계법

6) 참고문헌

- (1) 도로교 설계기준 (2010)
- (2) 도로교 설계기준 해설 (2006)
- (3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
- (4) 도로설계 편람 (2008)
- (5) 도로설계 요령 (2009)
- (6) 강구조 편람 (1995)
- (7) 강도로교 상세부 설계지침 (2006)

2. 단면가정



※ 교량설계 반력 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	3	4	5	6	계
고정하중	1073.376	1126.285	1116.842	1128.309	1160.394	1181.075	6786.261
활하중	400.533	394.153	360.834	363.753	398.827	404.307	2322.597

※ 지반하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	3	4	5	6	계
교량하중	245.195	245.103	245.047	245.001	244.959	244.890	1470.195
적각하중	271.261	271.578	271.720	271.719	271.590	271.355	1629.221

결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 응력검토

구분	허용값	발생값	비고
평상시	허용지지력(kN/EA)	1290.4	776.717 0.K
	허용인발력(kN/EA)	425.255	- 0.K
	응용력(MPa)	133	109.412 0.K
	전단응력(MPa)	76	12.309 0.K
	수평변위(mm)	15	10.85 0.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	1935.6	936.721 0.K
	허용인발력(kN/EA)	637.897	-15.621 0.K
	응용력(MPa)	199.5	122.326 0.K
	전단응력(MPa)	114	20.074 0.K
	수평변위(mm)	15	9.97 0.K

■ 단면 휨 설계

단면위치	깊이	dc	Req. As	사용철근량	Mu	ΦMu	안전도	비고	
	H(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(kN.m)	(kN.m)			
전면지반	1100	150	1209.61	1940.4	290.285	403.002	1.595	0.K	
후면지반	1100	100	828.21	1940.4	209.907	487.742	2.324	0.K	
벽체 : H=5.901	2000	100	1468.02	2292	707.214	1100.624	1.556	0.K	
총벽	500	100	1241.99	1940.4	123.791	190.861	1.542	0.K	
좌측날개	D(T=450 mm)	450	80	2029.71	2569.6	183.779	230.061	1.252	0.K
	A(T=600 mm)	600	80	4044.27	4053.6	505.602	506.898	1.002	0.K
	중부(T=450)	450	80	2380.50	4053.6	213.98	351.848	1.643	0.K
	B(T=600 mm)	600	80	1081.22	1568.8	141.177	205.942	1.459	0.K
	C(T=600 mm)	600	80	2208.88	3006.8	283.75	392.854	1.384	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력(f _s)	허용응력(f _{sa})	철근간격(S)	최대간격(S _q)	비고	
전면지반	117.003	150	125	321.81	0.K	
후면지반	62.746	150	125	1004.046	0.K	
벽체 : H=5.901	75.106	150	125	822.266	0.K	
총벽	124.864	150	125	404.435	0.K	
좌측날개	D(T=450 mm)	118.076	150	250	503.192	0.K
	A(T=600 mm)	145.648	150	125	371.937	0.K
	중부(T=450)	87.738	150	125	718.051	0.K
	B(T=600 mm)	101.417	150	125	596.495	0.K
	C(T=600 mm)	107.857	150	125	558.988	0.K

결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 응력검토

구분	허용값	발생값	비고
평상시	허용지지력(kN/EA)	1396.53	852.04 0.K
	허용인발력(kN/EA)	794.356	- 0.K
	응용력(MPa)	133	116.878 0.K
	전단응력(MPa)	76	12.729 0.K
	수평변위(mm)	15	11.22 0.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	2094.795	1056.061 0.K
	허용인발력(kN/EA)	1191.533	-35.9 0.K
	응용력(MPa)	199.5	138.464 0.K
	전단응력(MPa)	114	22.524 0.K
	수평변위(mm)	15	11.167 0.K

■ 단면 휨 설계

단면위치	깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	ΦMu (kN.m)	안전도	비고	
전면지반	1100	150	1232.09	1940.4	295.628	403.002	1.566	0.K	
후면지반	1100	100	828.21	1940.4	209.907	487.742	2.324	0.K	
벽체 : H=5.901	2000	100	1465.02	2292	705.776	1100.624	1.556	0.K	
총벽	500	100	1217.13	1940.4	121.369	190.861	1.573	0.K	
우측날개	D(T=450 mm)	450	80	1673.6	2026.8	152.652	183.526	1.202	0.K
	A(T=600 mm)	600	80	2918.34	3096.8	371.003	392.654	1.058	0.K
	중부(T=450)	450	80	2047.59	3096.8	185.329	274.202	1.48	0.K
	B(T=600 mm)	600	80	1155.99	1568.8	150.779	205.942	1.386	0.K
	C(T=600 mm)	600	80	2383.83	3096.8	305.441	392.654	1.206	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력(f _s)	허용응력(f _{sa})	철근간격(S)	최대간격(S _q)	비고	
전면지반	113.595	150	125	342.005	0.K	
후면지반	62.683	150	125	1005.053	0.K	
벽체 : H=5.901	62.764	150	125	1003.759	0.K	
총벽	122.553	150	125	416.33	0.K	
우측날개	D(T=450 mm)	123.047	150	250	471.251	0.K
	A(T=600 mm)	138.5	150	125	396.094	0.K
	중부(T=450)	98.229	150	125	629.197	0.K
	B(T=600 mm)	108.473	150	125	545.985	0.K
	C(T=600 mm)	115.905	150	125	506.927	0.K

3. 설계 조건

3.1 일반 사항

- 1) 구조 형식 : 다주식 교각
- 2) 상부 형식 : IPC GIRDER
- 3) 교량 등급 : 1 등급
- 4) 기초 형식 : 말뚝기초

3.2 하중

- 1) 활하중(콘크리트의 단위중량) : $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- 2) 기초하중의 단위중량 : $\gamma_{sf} = 20 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 제2편 P366]
- 3) 교량방형 대향계수 : $f_s = 0.15$

3.3 차원 조건

- 1) 기초자반의 N치 : $N = 15$
- 2) 기초자반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 30^\circ$: $15 + \sqrt{15N}$
- 3) 기초자반의 점착력 : $C = 0 \text{ kN/m}^2$
- 4) 기초자반의 마찰계수 : $\mu = 0.364$: $\tan(\frac{1}{2}\phi_2 + \phi_2)$: 점착 콘크리트
- 5) 자반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위하중 계수 x 자반구역계수
 - 내진 등급 : 1 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
 - 자반 구역 : 1 구역 - 자반구역 계수 : 0.11

3.4 사용 재료 강도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{ck} =$ 두부보 : 40 MPa
 기둥 : 40 MPa
 기초 : 27 MPa
 - 탄성계수 : $E_c =$ 두부보 : 32000 MPa
 기둥 : 32000 MPa
 기초 : 29000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도(SD400) : $f_y =$ 두부보 : 400 MPa
 기둥 : 400 MPa
 기초 : 400 MPa
 - 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

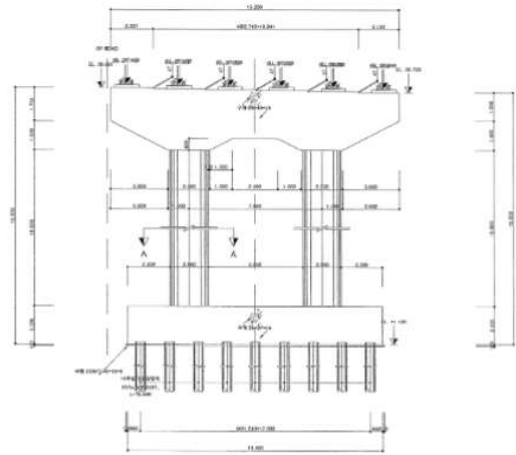
3.5 설계 방법

- 1) 단면 설계법 : 허용응력 설계법
- 2) 단면 설계 : 극한강도 설계법

3.6 참고 문헌

- 1) 도로교 설계기준 (2010)
- 2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
- 3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
- 4) 도로교 설계기준 (2008)
- 5) 도로설계 요령 (2009)
- 6) 강구조 현행 (1995)
- 7) 강도교 상재부 설계지침 (2006)

4. 단면 가정



2. 해석결과 요약

■ 말뚝 안전성검토 및 응력검토

구분	항목	항목값	말뚝값	비고
교축방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1124.590	876.110 O.K
		허용안발력(kN/EA)	470.087	- O.K
		점착력(MPa)	140.000	91.203 O.K
		전단응력(MPa)	80.000	4.105 O.K
		수평변위(mm)	15.000	2.012 O.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1085.885	1401.680 O.K
		허용안발력(kN/EA)	705.130	-300.967 O.K
		점착력(MPa)	210.000	180.849 O.K
		전단응력(MPa)	120.000	21.365 O.K
		수평변위(mm)	15.000	5.899 O.K
교축직각방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1124.590	743.804 O.K
		허용안발력(kN/EA)	470.087	- O.K
		점착력(MPa)	140.000	74.102 O.K
		전단응력(MPa)	80.000	1.535 O.K
		수평변위(mm)	15.000	0.752 O.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1085.885	884.757 O.K
		허용안발력(kN/EA)	705.130	- O.K
		점착력(MPa)	210.000	152.654 O.K
		전단응력(MPa)	120.000	19.571 O.K
		수평변위(mm)	15.000	5.404 O.K

■ 단면 설계

보 판 부	단면위치	길이 (mm)	폭 (mm)	Req. As (mm ²)	Use. As (mm ²)	Mu(kN.m)	Phi Mu(kN.m)	안전도	비 고
	좌측내안보	3000.4	100.0	34205.196	36533.200	-	-	2.189	O.K
	우측내안보	3000.4	100.0	34205.196	36533.200	-	-	2.083	
	좌측내안보수원	3000.0	100.0	1796.362	4478.300	1769.061	4402.236	2.488	O.K
	우측내안보수원	3000.0	100.0	1796.764	4478.300	1769.458	4402.236	2.488	
	내부지간1좌	3141.2	100.0	11888.184	36533.200	11996.054	36264.451	3.023	O.K
	내부지간1우	2541.2	100.0	5407.148	9530.400	4468.437	7849.672	1.757	O.K
	내부지간2우	3094.3	100.0	12670.494	36533.200	12576.750	35681.716	2.837	
	교량방형7	2123.0	100.0	81.593	36533.200	54.730	23617.418	431.530	O.K
	교량방형1	2171.0	100.0	416.866	36533.200	285.329	24213.640	84.566	O.K
	교량방형9	2642.7	100.0	8892.435	36533.200	5809.731	30072.439	5.176	O.K
	교량방형3	2594.7	100.0	6690.169	36533.200	5530.957	29476.217	5.329	O.K
기 초	교량방형10	2547.8	100.0	7294.063	36533.200	5911.415	28893.484	4.888	O.K
	교량방형4	2505.8	100.0	7393.014	36533.200	6111.285	29489.706	4.825	O.K
	교량방형12	1936.4	100.0	481.646	36533.200	282.301	21300.016	72.848	O.K
	교량방형6	1888.4	100.0	80.830	36533.200	47.831	20703.794	432.854	O.K
	교축방향	2000.0	150.0	36471.558	55230.200	22846.496	34095.368	1.500	O.K
	교각-지점부	2000.0	150.0	12075.029	25841.700	7528.729	15850.022	2.120	O.K
교각-중양부	2000.0	100.0	12330.526	25841.700	7866.213	16389.331	2.076	O.K	

■ 기둥의 단면 설계

단면위치	Pmax	Pu(kN)	Phi Pu(kN)	안전도	비고	
교축방향	축력최대	0.021	10911.698	73360.419	4.338	O.K
	모멘트최대	0.021	14021.677	38474.514	2.744	O.K
	단순설계	0.021	9131.254	12434.438	1.362	O.K
	편심최대	0.021	8674.662	28718.435	3.311	O.K
	축력최대	0.021	10911.698	73360.419	4.338	O.K
교축직각방향	축력최대	0.021	10438.383	59167.902	5.674	O.K
	단순설계	0.021	9131.254	20746.079	2.272	O.K
	편심최대	0.021	7689.506	49088.225	6.464	O.K
	축력최대	0.021	10438.383	73360.419	4.338	O.K
	단순설계	0.021	14021.677	37302.764	2.600	O.K
합성부재적	단순설계	0.021	9131.254	8887.045	1.083	O.K
	편심최대	0.021	7689.507	22923.752	2.961	O.K
	축력최대	0.021	10438.383	36043.766	3.456	O.K
	단순설계	0.021	7689.506	25002.122	3.499	O.K
	편심최대	0.021	7689.506	25002.122	3.499	O.K

단면위치	Pmax	Pu(kN)	Phi Pu(kN)	안전도	비고	
교축방향	축력최대	0.021	17456.824	73360.419	4.338	O.K
	모멘트최대	0.021	15144.203	40989.518	2.700	O.K
	단순설계	0.021	9517.943	13109.816	1.377	O.K
	편심최대	0.021	8642.046	30124.024	3.326	O.K
	축력최대	0.021	17456.824	73360.419	4.338	O.K
교축직각방향	축력최대	0.021	15447.369	73360.419	4.740	O.K
	단순설계	0.021	9517.943	24818.254	2.618	O.K
	편심최대	0.021	9772.751	79736.161	6.057	O.K
	축력최대	0.021	17456.824	73360.419	4.338	O.K
	단순설계	0.021	15144.203	30857.814	2.630	O.K
합성부재적	단순설계	0.021	9517.943	10779.566	1.123	O.K
	편심최대	0.021	10037.500	33348.129	3.316	O.K
	축력최대	0.021	15447.369	40794.081	2.640	O.K
	단순설계	0.021	9772.751	13143.987	1.216	O.K
	편심최대	0.021	9772.751	79736.161	6.057	O.K

■ 사용성 검토

단면위치	임상중량(1s)	허용중량(fsa)	슬립간격(S)	최대간격(Sq)	비고
두부보	좌측내안보	81.551	180.000	130.435	755.654 O.K
	우측내안보	88.193	180.000	130.435	682.924 O.K
	좌측내안보수원	139.737	180.000	214.317	353.560 O.K
	우측내안보수원	139.768	180.000	214.317	353.434 O.K
	내부지간1좌측지점부	77.943	180.000	130.435	800.356 O.K
	내부지간1우측지점부	141.431	180.000	250.000	346.810 O.K
	내부지간1우측지점부	94.962	180.000	130.435	619.282 O.K
	교량방형7	0.756	180.000	130.435	83331.726 O.K
	교량방형1	2.867	180.000	130.435	21971.410 O.K
	교량방형9	45.600	180.000	130.435	1381.576 O.K
	교량방형3	44.367	180.000	130.435	1419.571 O.K
	교량방형10	41.543	180.000	130.435	1516.495 O.K
기초	교량방형4	42.528	180.000	130.435	1481.388 O.K
	교량방형12	6.414	180.000	130.435	9822.516 O.K
	교량방형6	2.218	180.000	130.435	28407.042 O.K
	교축방향	141.893	180.000	122.936	211.244 O.K
	교각-지점부	127.922	180.000	127.451	271.861 O.K
	교각-중양부	130.546	180.000	127.451	384.484 O.K

1. 설계조건

1) 일반조건

- (1) 교량형식 : IPC GIRDER
- (2) 교량연장 : $L = 45.176 + 45.076 + 45.126 = 135.378 \text{ m}$
- (3) 교량폭 : $B = 15.740 \text{ m}$
- (4) 교각형식 : 다주식 교각

2) 내진설계조건

- (1) 내진등급 : I 등급
- (2) 가속도계수 : $A = 0.154$ (지진구역계수 : 0.110, 위험도계수 : 1.400)
- (3) 지반계수 : $S = 1.500$ (지반종류 III)
- (4) 발진형식 : 원형발진

3) 설계강도 및 단성계수

구분		$F_{ck}(\text{MPa})$	$F_y(\text{MPa})$	$E_c(\text{MPa})$	$n=E_s/E_c$
상부	바닥판	27	-	28653	7
	거대	40	-	31879	6
하부	교대	24	300	28000	7
	교각	두부분	400	32000	6
		기둥	400	32000	6
		기초	27	29000	7

- 강도 환산계수 : $E_s = 200000.0 \text{ MPa}$

4) 해석방법

다중모드 스펙트럼 해석법

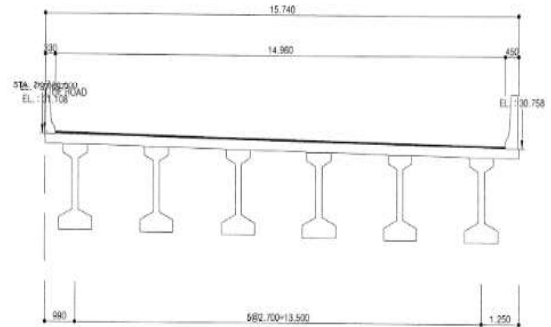
5) 참고문헌

- (1) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2010)
- (2) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
- (3) 도로교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (4) 콘크리트교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (5) 고속도로교량의 내진설계지침 : 한국도로공사 (2000)

3. 단면특성

1) 상부구조

(1) 횡단면도



(2) 거대 단면재원

구분	A	I ₃₃	I ₂₂	K	비고
1	1.4504785	1.1176833	0.2624123	0.0260052	
2	1.5282444	1.1737662	0.4060835	0.0274983	
3	1.5282444	1.1737662	0.4060835	0.0274983	
4	1.5282444	1.1737662	0.4060835	0.0274983	
5	1.5282444	1.1737662	0.4060835	0.0274983	
6	1.5066428	1.1587645	0.3681546	0.0270835	

5. 고유치 해석

1) 모델 자유진동 특성

Mode	Period (sec)	Frequency (Hz)	Participating Mass Ratio(질량비율)			비고
			X-Axis	Y-Axis	Z-Axis	
1	1.13260	0.88292	0.007	0.053	0.000	
2	1.11532	0.89000	77.464	11.610	0.000	
3	1.09098	0.91160	90.019	79.647	0.000	
4	0.86261	1.15927	90.050	85.334	0.000	
5	0.81147	1.23339	90.050	85.334	0.001	
6	0.50336	1.98665	90.050	85.381	0.001	
7	0.43498	2.29905	90.050	85.381	4.463	
8	0.40778	2.45228	90.050	85.381	4.477	
9	0.37528	2.66466	90.050	85.381	4.481	
10	0.35906	2.80949	90.062	85.382	4.481	
11	0.35011	2.85622	90.062	85.382	4.482	
12	0.34583	2.89162	90.063	85.382	4.482	
13	0.30089	3.32344	90.076	88.021	4.483	
14	0.27178	3.67939	90.132	88.021	17.279	
15	0.26900	3.75942	97.410	88.034	17.445	
16	0.26446	3.78124	97.457	88.042	18.165	
17	0.26059	3.83752	97.581	88.045	43.014	
18	0.21069	4.74620	97.656	98.123	43.014	
19	0.17783	5.62976	97.660	98.123	43.014	
20	0.07066	14.15303	97.660	98.310	43.024	
21	0.06077	16.45462	97.662	98.310	80.606	
22	0.04430	22.57575	97.662	98.310	97.323	
23	0.03432	29.13901	98.447	98.324	97.337	
24	0.02538	39.40631	99.458	99.787	97.337	
25	0.01729	57.83067	99.833	99.788	97.338	

* 유효모드 질량의 합이 전교질량의 90%이상 이 되도록 Mode수를 결정한다.

3) 응답스펙트럼 해석결과

(1) 교축방향(X방향) 지진하중 재하시

① 교량발진

구분	질점	Y2(kN)	V3(kN)	비고
교대 1	1	79	239.577	22.737
	2	80	239.497	22.764
	3	81	239.471	22.776
	4	82	239.460	22.776
	5	83	239.448	22.765
	6	84	239.372	22.746
교각 1	1	85	297.809	22.924
	2	86	298.499	22.989
	3	87	298.780	23.024
	4	88	298.853	23.015
	5	89	298.684	22.953
	6	90	298.027	22.886
	7	91	297.916	22.532
	8	92	298.607	22.611
	9	93	298.900	22.669
	10	94	298.962	22.674
	11	95	298.799	22.631
	12	96	298.142	22.563
교각 2	1	97	297.774	22.486
	2	98	298.636	22.545
	3	99	298.932	22.576
	4	100	298.990	22.560
	5	101	298.829	22.486
	6	102	298.340	22.392
	7	103	297.657	22.853
	8	104	298.519	22.910
	9	105	298.823	22.958
	10	106	298.877	22.957
	11	107	298.723	22.910
	12	108	298.236	22.841
교대 2	1	109	239.361	22.761
	2	110	239.438	22.781
	3	111	239.433	22.793
	4	112	239.425	22.794
	5	113	239.433	22.793
	6	114	239.512	22.757

* 교량발진을 구성하는 ELEMENT와 NODE의 LOCAL AXIS에 대한 결과치임.
발진발생 요소번호는 NULL인 경우 결측치임.

8.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 금회 점검은 최초의 정밀안전점검 이다. 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 8.2.1】 서문5교(문산방향) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	상태 양호	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	상태 양호	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	상태 양호	양호

8.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

8.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 현장조사결과 기 손상인 하부구조 균열(폭0.3mm미만) 및 백태, 플레이트 들뜸 및 부식, 후타재 균열 및 접속부 이격 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

8.2.5 시설물 보수 이력

【표 8.2.2】 서문5교(문산방향) 보수이력사항

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

8.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 8.2.3】 내진설계 여부 확인

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

8.3 현장조사

8.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S3	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
작업전경		비파괴시험	

【사진 8.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

8.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 서문5교(문산방향)는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=135.0m 폭 15.7m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—

	
바닥판 하면 상태양호	바닥판 하면 상태양호
	
바닥판 하면 상태양호	바닥판 하면 상태양호

【사진 8.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

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

나. BICON Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 BICON거더는 6열로 시공되었으며, 도보 및 고소작업차로 현장조사를 실시하였다



【사진 8.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 일부 구간에서 파손 및 재료분리가 확인되었다.

【표 8.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		파손 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
거더	S1	0.09	1	—	—
	S2	—	—	0.20	1
	S3	—	—	—	—
합계		0.09	1	0.20	1

	
S1-G5 파손(0.3m×0.3m)	S1-G5 파손(0.3m×0.3m)
	-
S2-G2 파손(1.0m×0.2m)	-

【사진 8.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

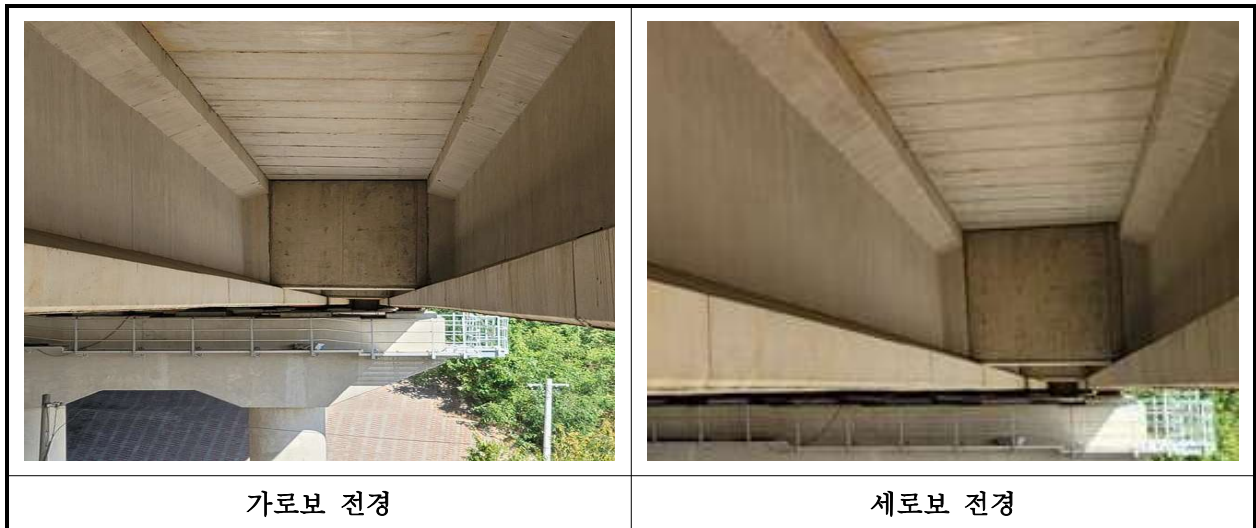
4) 검토의견

- 거더에 발생한 파손의 경우 시공 초기 외부 충격에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상이며, 재료분리의 경우 다짐미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거터의 횡변형 방지와 하중 횡분배 등의 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거터와 동일한 방법으로 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열 및 박리가 조사되었다.

【표 8.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분		균열(0.3mm미만) (m/개소)		박리 (㎡/개소)	
가로보	S1	—	—	0.32	2
	S2	1.20	1	—	—
	S3	—	—	—	—
합계		1.20	1	0.32	2

	
S1 G2~3 균열 (0.2mm/1.2m)	S2 G2~3 균열 (0.2mm/1.2m)
	
S1 G5~6 박리 (0.4m×0.4m)	S1 G5~6 박리 (0.4m×0.4m)

【사진 8.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 박리의 경우 마감미흡 등에 의한 손상이며, 단면보수 등의 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 서문5교(문산방향) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



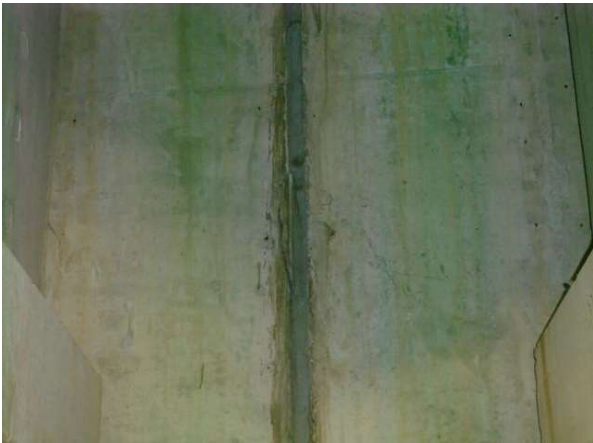
【사진 8.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 일부 구간에서 박리가 조사되었다.

【표 8.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	박리 (㎡/개소)	
A1	0.08	2
A2	—	—
합계	0.08	2

	
A1 콘크리트 박락(0.1m×0.3m)	A1 콘크리트 박락(0.1m×0.3m)
	—
A1 콘크리트 박락(0.1m×0.5m)	—

【사진 8.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 교대에 발생한 박락의 경우, 실란트 부위에 발생한 손상으로 안전에 저해할만한 손상은 아니나, 하자보수 만료전 단면보수를 실시 하여야 하며, 교대부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 서문5교(문산방향)의 교각은 π 형으로 구성되어 있으며, 복합말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열 및 망상균열이 확인되었다.

【표 8.3.5】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	0.70	1	10.00	1
P2	1.50	2	14.00	2
합계	2.20	3	24.00	3

	
P1 기둥부 균열 (0.2mm/0.7m)	P1 코핑부 망상균열 (10.0m×1.0m)
	
P2 기둥부 균열 (0.2mm/1.0m)	P2 기둥부 균열 (0.2mm/1.0m)
	
P2 코핑부 망상균열 (6.0m×1.0m)	P2 코핑부 망상균열 (6.0m×1.0m)

【사진 8.3.11】 교각 손상현황

	—
P2 코핑부 망상균열(8.0m×1.0m)	—

【사진 8.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

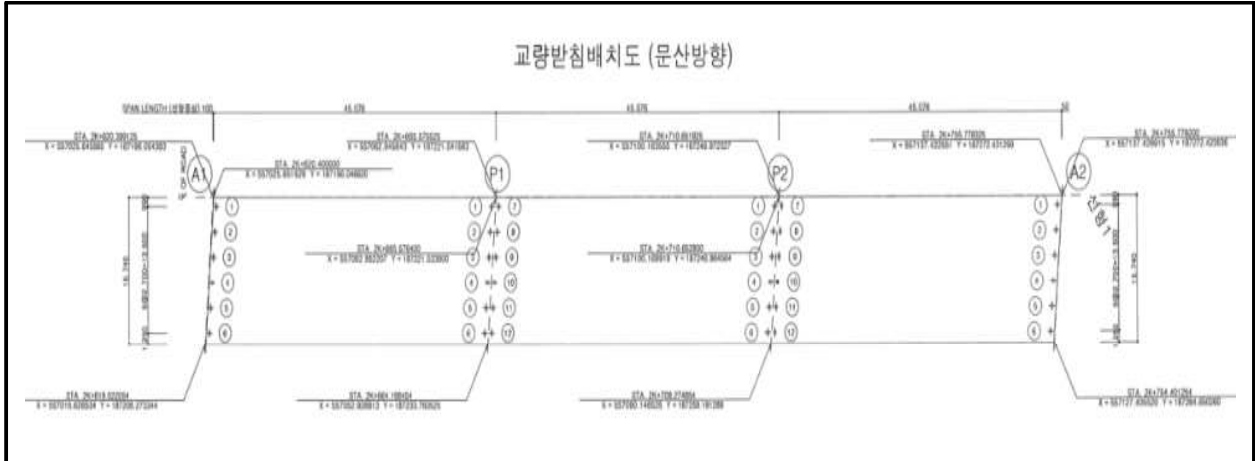
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 서문5교(문산방향)의 받침은 탄성받침으로 총 36가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 8.3.1】 교량받침 배치도



【사진 8.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 받침물탈 균열 및 받침 콘크리트 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 8.3.6】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침물탈 균열 (m/개소)		받침콘크리트 파손 (m/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	1.50	5	—	—
P2	—	—	—	—
A2	—	—	0.01	1
합계	1.50	5	0.01	1

	
P1-Sh2 받침 몰탈균열 (0.2mm/0.3m)	P1-Sh5 받침 몰탈균열 (0.2mm/0.3m)
	
P1-Sh5 받침 몰탈균열 (0.2mm/0.3m)	P1-Sh8 받침 몰탈균열 (0.2mm/0.3m)
	
P1-Sh8 받침 몰탈균열 (0.2mm/0.3m)	P1-Sh10 받침 몰탈균열 (0.2mm/0.3m)

【사진 8.3.13】 교량받침 손상현황



【사진 8.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

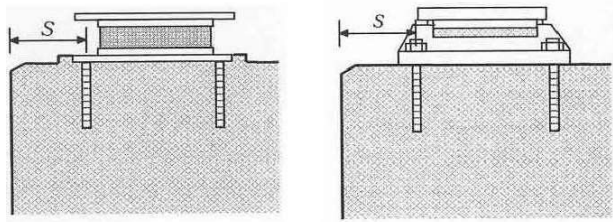
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 받침본체에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열 확인 되었으며, 받침 콘크리트 파손은 외부 충격에 의한 손상을 조사되었다. 손상부는 표면처리, 단면보수 등의 하자보수가 필요할 것으로 사료되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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



(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 8.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

【사진 8.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45.0 = 425(\text{mm})$

【표 8.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)						검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	
A1	425	515	515	515	515	515	515	O.K
P1	A1측	425	485	485	485	485	485	O.K
	A2측	425	485	485	485	485	485	O.K
P2	A1측	425	465	465	465	465	465	O.K
	A2측	425	465	465	465	465	465	O.K
A2	425	435	435	435	435	435	435	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

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



【사진 8.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 8.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	45.4	14.6	0.000012	90.0	49.0	15.8	
P1	45.4	14.6	0.000012	45.0	24.5	7.9	
P2	고정단						
A2	45.4	14.6	0.000012	45.0	24.5	7.9	
` 1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 8.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	50	117.2	17.2	49.0	15.8	±67.2	O.K
	SH2	50	117.2	17.2			±67.2	O.K
	SH3	50	117.2	17.2			±67.2	O.K
	SH4	50	117.2	17.2			±67.2	O.K
	SH5	50	117.2	17.2			±67.2	O.K
	SH6	50	117.2	17.2			±67.2	O.K
P1 (A1측)	SH1	0	33.6	33.6	24.5	7.9	±33.6	O.K
	SH2	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH3	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH4	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH5	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH6	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
P1 (A2측)	SH7	0	33.6	33.6	24.5	7.9	±33.6	O.K
	SH8	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH9	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH10	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH11	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH12	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
P2	고정단							
A2	SH1	35	102.2	32.2	24.5	7.9	±67.2	O.K
	SH2	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH3	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH4	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH5	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH6	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 모두 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 8.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 파손, 하부누수 등의 손상이 확인되었다.

【표 8.3.10】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—
A2 (EXP J2)	2.50	5
합계	2.50	5

	
A2 하부 누수(0.5m/5EA)	A2 하부 누수(0.5m/5EA)
	
A2 하부 누수(0.5m/5EA)	A2 하부 누수(0.5m/5EA)

【사진 8.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 하부 누수의 경우 진전시 신축이음 교체 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. 신축이음은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5} , α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2022. 10. 19. 기온 적용: 10.5℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-10.5℃ = 29.5℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(10.5℃) = 30.5℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 8.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 8.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.5	29.5	0.00001	90.0	27.5	26.6	40.0	115.0	70.0	
A2	30.5	29.5	0.00001	45.0	13.7	13.3	35.0	45.0	220.0	
1) 조사당시 온도 : 10.5℃(조사일 : 2022년 10월 19일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)										

【표 8.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 싹출유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	27.5	26.6	35.0	150	87.6	8.5	O.K
	바닥판			60.0	-	-	33.5	O.K
	거더			140.0	-	-	113.5	O.K
A2	신축이음	13.7	13.3	30.0	150	106.3	16.7	O.K
	바닥판			45.0	-	-	31.7	O.K
	거더			140.0	-	-	126.7	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

- 서문5교(문산방향)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.

1) 부재의 개요



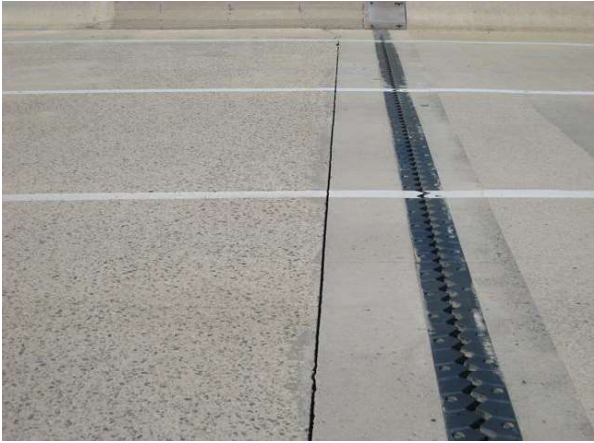
【사진 8.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 접속부 파손 및 이격이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 8.3.13】 교면포장 현장조사 결과

구분	접속도로 파손 (㎡/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	1.50	1	12.00	1
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
합계	1.50	1	12.00	1

	
A1 접속부 이격(12.0m)	A1 접속부 이격(12.0m)
	-
A1 접속부 파손(2.0m×1.0m)	교면포장 상태양호

【사진 8.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 교면포장은 A1측 후타재 접속부 이격이 발생한 상태로 확인 되었으며, 손상은 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인이 필요하며, 접속부 포장 파손은 다짐미흡 및 중차량 통행, 공용중 열화, 침하등에 의한 복합적인 원인에 의한 파손이 발생하였으며 단면보수 등의 조치가 요구된다, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 서문5교(문산방향)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 8.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 8.3.14】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—

	
배수구 상태 양호	배수구 상태 양호
	
배수관 상태 양호	배수관 상태 양호

【사진 8.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

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

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

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



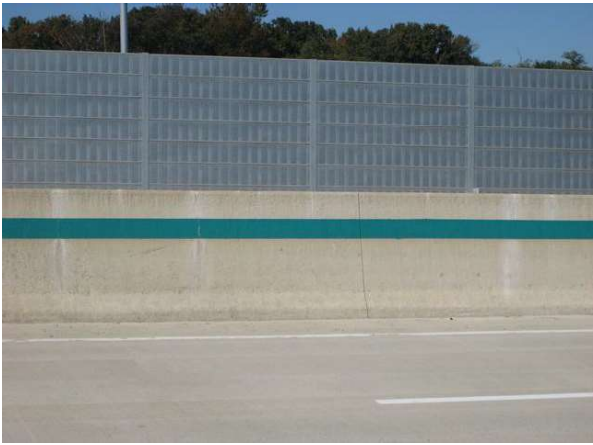
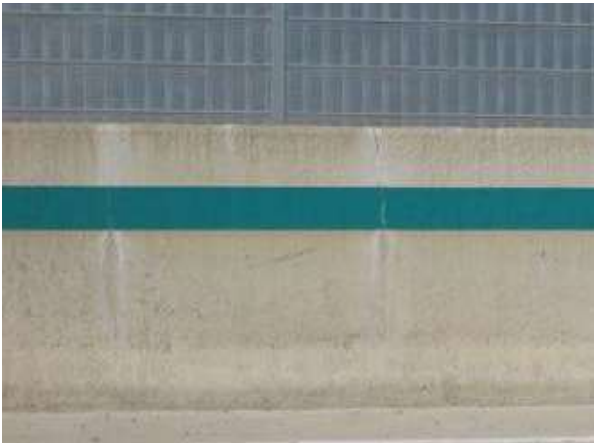
【사진 8.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열이 조사되었다.

【표 8.3.15】 난간 및 연석 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)	
S1	—	—	1.00	1
S2	—	—	—	—
S3	9.00	6	—	—
합계	9.00	6	1.00	1

	
S1 방호벽 균열 (0.3mm/1.0m)	S1 방호벽 균열 (0.3mm/1.0m)
	
S3 방호벽 균열 (0.2mm/1.5m)	S3 방호벽 균열 (0.2mm/1.5m)

【사진 8.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 난간 및 연석에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이나 하자보수 만료전 표면처리 등의 하자보수가 필요 할 것으로 사료되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 여부 확인 등의 유지 관리가 필요할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 서문5교(문산방향)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1, P2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



【사진 8.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 8.3.16】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
합계	—	—

	
점검로 상태양호	점검로 상태양호

【사진 8.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

8.3.3 현장조사 총괄표

【표 8.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	파손	m ²	0.09	1	
	재료분리	m ²	0.20	1	
가로보	균열 (0.3mm미만)	m	1.20	1	
	박리	m ²	0.32	2	
교대	박리	m ²	0.08	2	
교각	균열 (0.3mm미만)	m	2.20	3	
	망상균열	m ²	24.00	3	
교량받침	받침몰탈 균열	m	1.50	5	
	받침콘크리트 파손	m ²	0.01	1	
신축이음	하부 누수	m	2.50	5	
교면포장	접속도로 파손	m ²	1.50	1	
	접속부 이격	m	12.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	9.00	6	
	균열 (0.3mm이상)	m	1.00	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

8.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

8.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

8.4.1 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 8.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

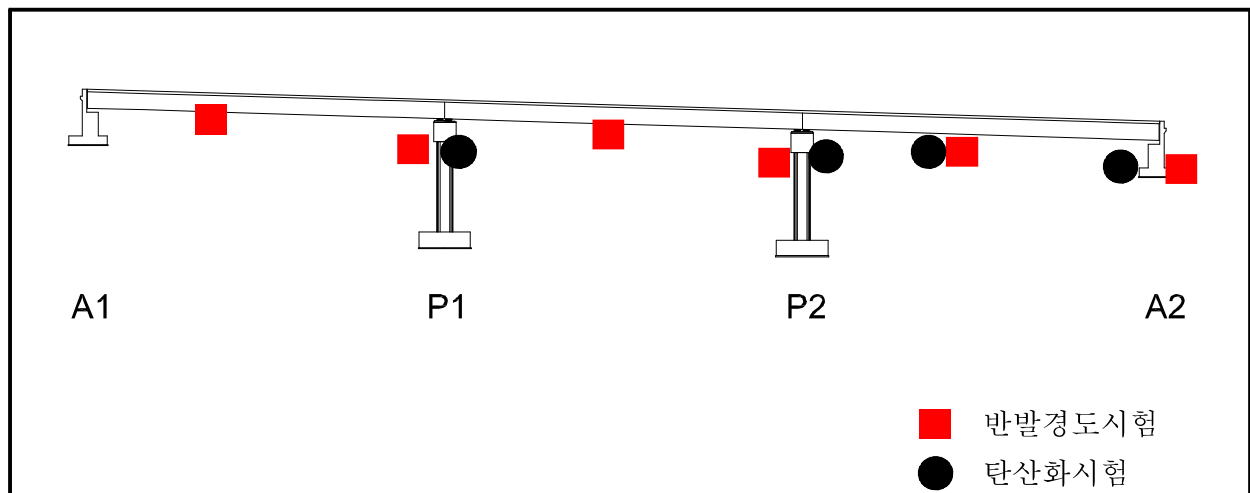
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 8.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 8.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

8.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 6개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 8.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.3	27.3	28.7	0.67	27.0	
	S2	바닥판	47.1	28.0	29.1			
	S3	바닥판	46.0	27.1	28.6			

【표 8.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2	교대	44.3	25.6	27.8	0.67	24.0	

【표 8.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	47.5	40.0	47.3	0.67	40.0	
	P2	교각	49.1	41.6	49.8			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~29.1MPa, 하부구조(교대) 25.6~27.8 MPa, 하부구조(교각) 40.0~49.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단 된다.

【표 8.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1~29.1	27.0	100.4~110.0
하부구조	교대	25.6~27.8	24.0	106.7~115.8
	교각	40.0~49.8	40.0	100.0~124.5

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 8.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S2 바닥판	4.0	40.0	36.0	2.83	100년이상	a
하부구조	A2 홍벽	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a
	P2 코핑부	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 8.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비 고
상부구조	4.0	36.0	
하부구조	3.0	97.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 8.4.8】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.6~27.8	24.0	
		교각	40.0~49.8	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		97.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

8.5 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 -2021. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

8.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

【표 8.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	BICON	a	b	b	a	a	b	a	a	b	q	—	—
S2	P1	BICON	a	b	b	a	a	a	—	b	b	q	a	—
S3	P2	BICON	a	a	a	a	a	b	—	a	b		—	a
	A2								c	b	a	q	—	a
평균			0.100	0.167	0.167	0.100	0.100	0.167	0.250	0.150	0.175	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.033	0.008	0.007	0.003	0.003	0.023	0.014	0.035	—	0.004	0.003
													0.151	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.151) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 8.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
서문5교(문산방향)	0.151	B	135	3	405	1.000	0.151
합계(Σ)			135	3	405	1	0.151
1. 평가지수 =							0.151
2. 상태평가결과 =							B

8.5.2 기 점검 결과와의 비교

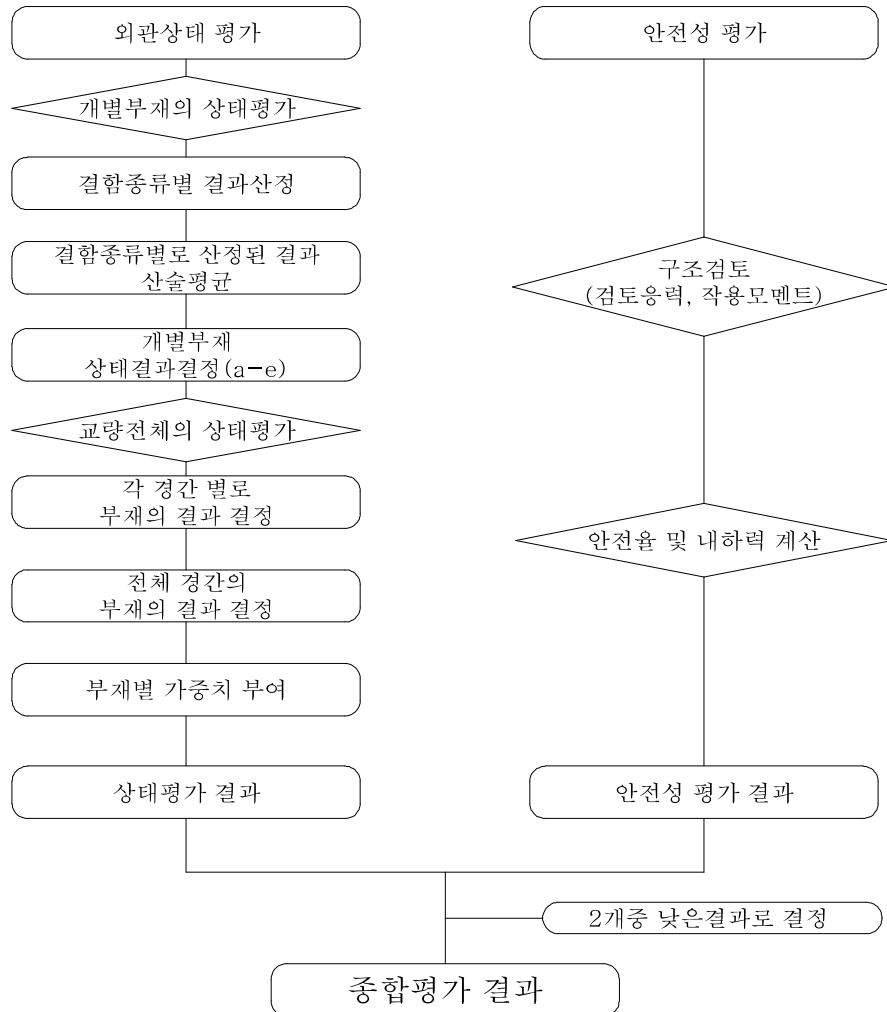
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

8.6 종합평가 및 안전등급 지정

8.6.1 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 8.6.1】 종합평가 결과 산정절차

8.6.2 종합평가 결과

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

【표 8.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
서문5교(문산방향)	0.151	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

8.6.3 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 8.6.2】 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

8.7 보수·보강 및 유지관리방안

8.7.1 보수·보강 방안

【표 8.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	파손	m ²	0.09	1	단면보수	하자
	재료분리	m ²	0.20	1	단면보수	하자
가로보	균열 (0.3mm미만)	m	1.20	1	표면처리	하자
	박리	m ²	0.32	2	단면보수	하자
교대	박리	m ²	0.08	2	단면보수	하자
교각	균열 (0.3mm미만)	m	2.20	3	표면처리	하자
	망상균열	m ²	24.00	3	표면처리	하자
교량받침	받침몰탈 균열	m	1.50	5	표면처리	하자
	받침콘크리트 파손	m ²	0.01	1	단면보수	하자
신축이음	하부 누수	m	2.50	5	교체	하자
교면포장	접속도로 파손	m ²	1.50	1	아스콘팻칭	하자
	접속부 이격	m	12.00	1	실란트충전	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	9.00	6	표면처리	하자
	균열 (0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	하자
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

8.7.2 개략공사비

【표 8.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	파손	단면보수	0.09	0.14	m²	—	—	하자
	재료분리	단면보수	0.20	0.30	m²	—	—	하자
가로보	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.20	0.45	m	—	—	하자
	박리	단면보수	0.32	0.48	m²	—	—	하자
교대	박리	단면보수	0.08	0.12	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.20	0.83	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	24.00	36.00	m²	—	—	하자
교량받침	받침물탈 균열	표면처리	1.50	0.56	m	—	—	하자
	받침콘크리트 파손	단면보수	0.01	0.02	m²	—	—	하자
신축이음	하부 누수	교체	2.50	3.75	m	—	—	하자
교면포장	접속도로 파손	아스콘팻칭	1.50	2.25	m²	—	—	하자
	접속부 이격	실란트충전	12.00	18.00	m	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.00	3.38	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

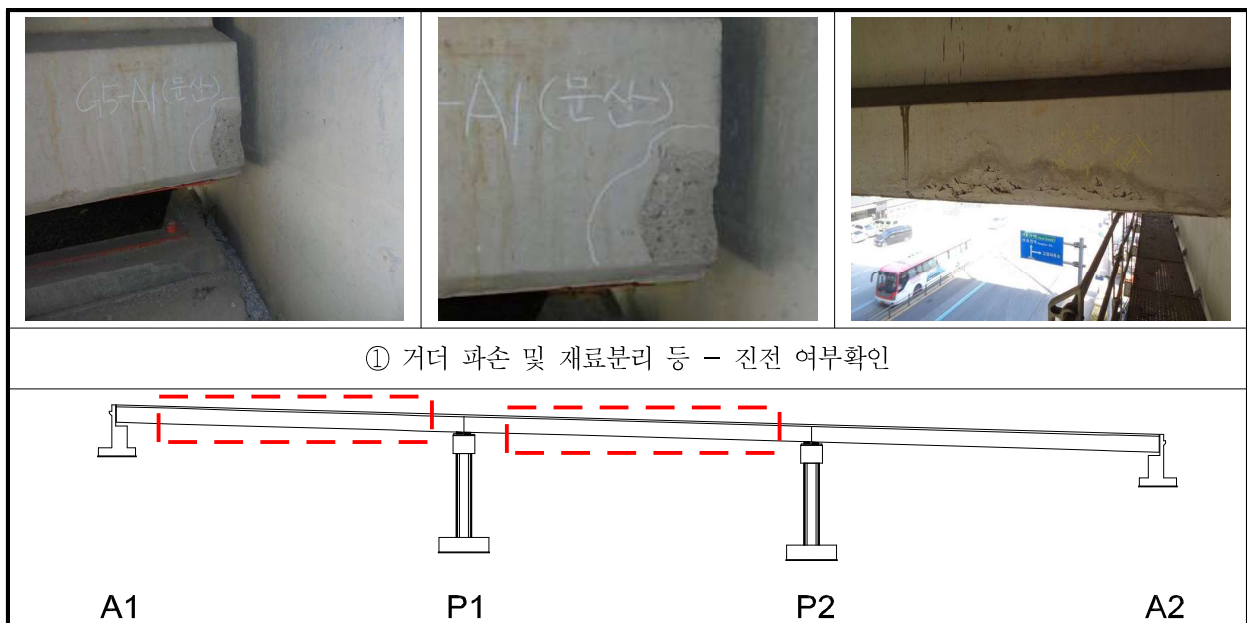
8.7.3 유지관리방안

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 8.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상



8.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 중랑로 341-25(도내동)에 위치한 교량으로 총 연장 135.0m, 폭 15.7m의 BICON Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

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

2) BICON Girder

- 거더에 발생한 파손의 경우 시공 초기 외부 충격에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상이며, 재료분리의 경우 다짐미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 박리의 경우 마감미흡 등에 의한 손상이며, 단면보수 등의 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에 발생한 박락의 경우, 실란트 부위에 발생한 손상으로 안전에 저해할만한 손상은 아니나, 하자보수 만료전 단면보수를 실시 하여야 하며, 교대부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열 확인 되었으며, 받침 콘크리트 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 조사되었다. 손상부는 표면처리, 단면보수 등의 하자보수가 필요할 것으로 사료되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 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 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 하부 누수의 경우 진전시 신축이음 교체 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. 신축이음은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 A1측 후타재 접속부 이격이 발생한 상태로 확인 되었으며, 손상은 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인이 필요하며, 접속부 포장 파손은 다짐미흡 및 중차량 통행, 공용중열화, 침하등에 의한 복합적인 원인에 의한 파손이 발생하였으며 단면보수 등의 조치가 요구된다, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

9) 배수시설

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

10) 방호벽

- 난간 및 연석에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이나 하자보수 만료전 표면처리 등의 하자보수가 필요 할 것으로 사료되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 여부 확인 등의 유지 관리가 필요할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~29.1MPa, 하부구조(교대) 25.6~27.8 MPa, 하부구조(교각) 40.0~49.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판 단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.0mm로 측정되었으며, 잔 여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 서문5교(문산방향)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 서문5교(문산방향)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

8.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

8.8.3 기타 필요한 사항

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