

26. 성사2교[확장부]

- 26.1 시설물 개요
- 26.2 자료수집 및 분석
- 26.3 현장조사
- 26.4 콘크리트 내구성조사
- 26.5 상태평가
- 26.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 26.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 26.8 종합결론

26. 성사2교(확장부)

26.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 산 14-5에 위치한 교량으로 총 연장 110.0m, 폭 4.1m로 시공되어 있다.

26.1.1 일반사항

【표 26.1.1】 성사2교(확장부) 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000113		관리번호		-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 성사동 산 14-5		준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		-		노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=110.0m (2@55=110.0m)					
	폭	B=4.1m					
구조 형식	상부	Steel Box		기초 형식	교 대	강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형 교각: T형			교 각	강관말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		뉴모노셀조인트	
교차시설물		원당로		통과높이		7.5m	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		두산건설(주)		관리주체		(주)다산건설터트	
감 리 자		(주)동일기술공사		관리주체		서울문산고속도로주식회사	
							
측면 전경				상부 전경			

26.1.2 위치도 및 전경사진

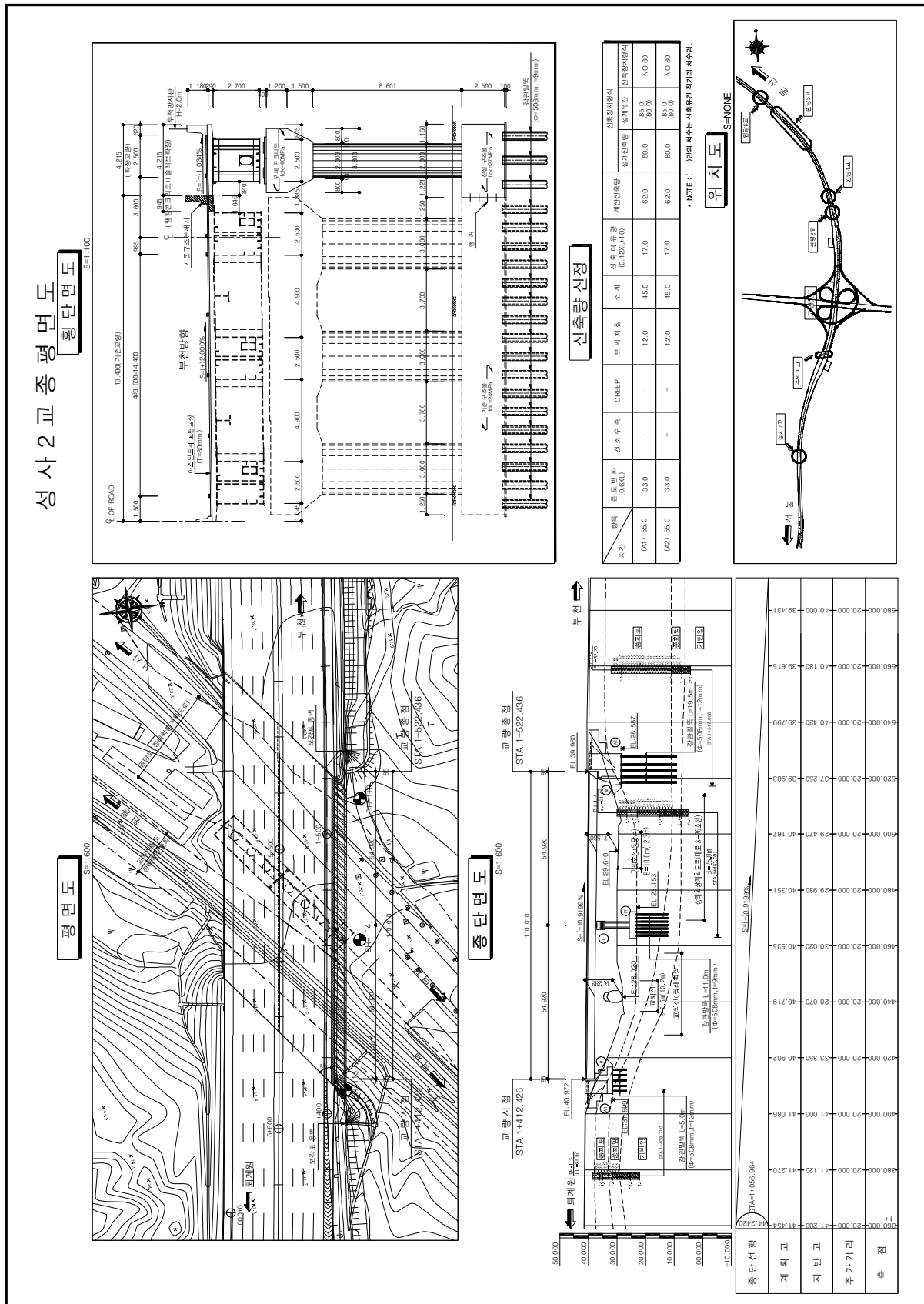


【그림 26.1.1】 위치도

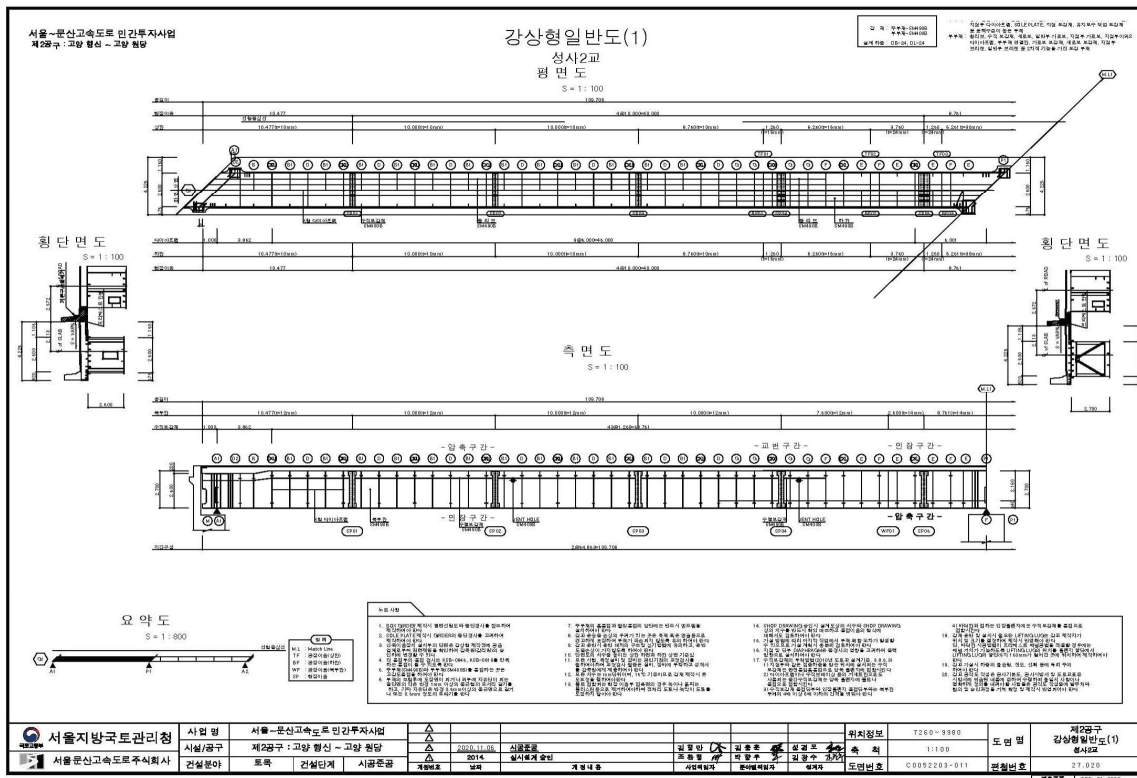
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 26.1.2】 부재별 현황

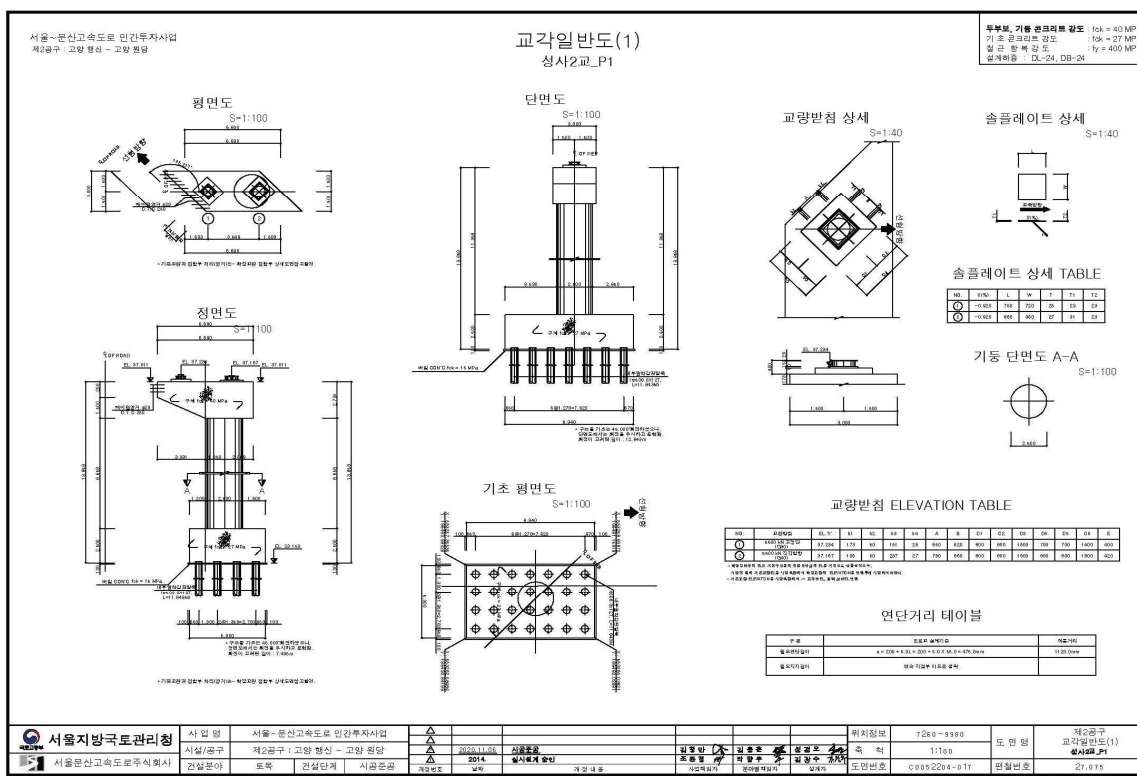
26.1.3 시설물 일반도



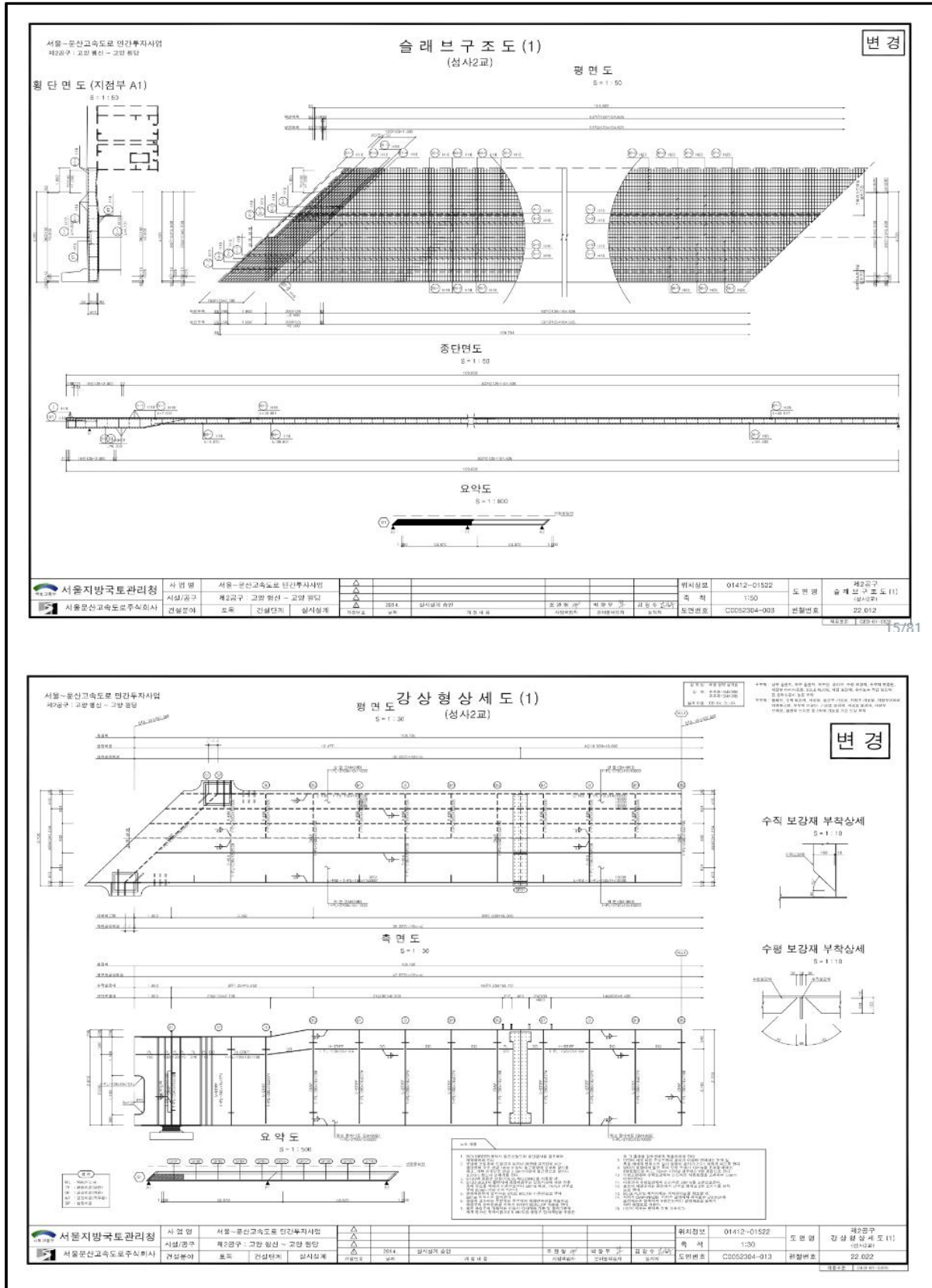
【그림 26.1.3】 평면 및 종단면도



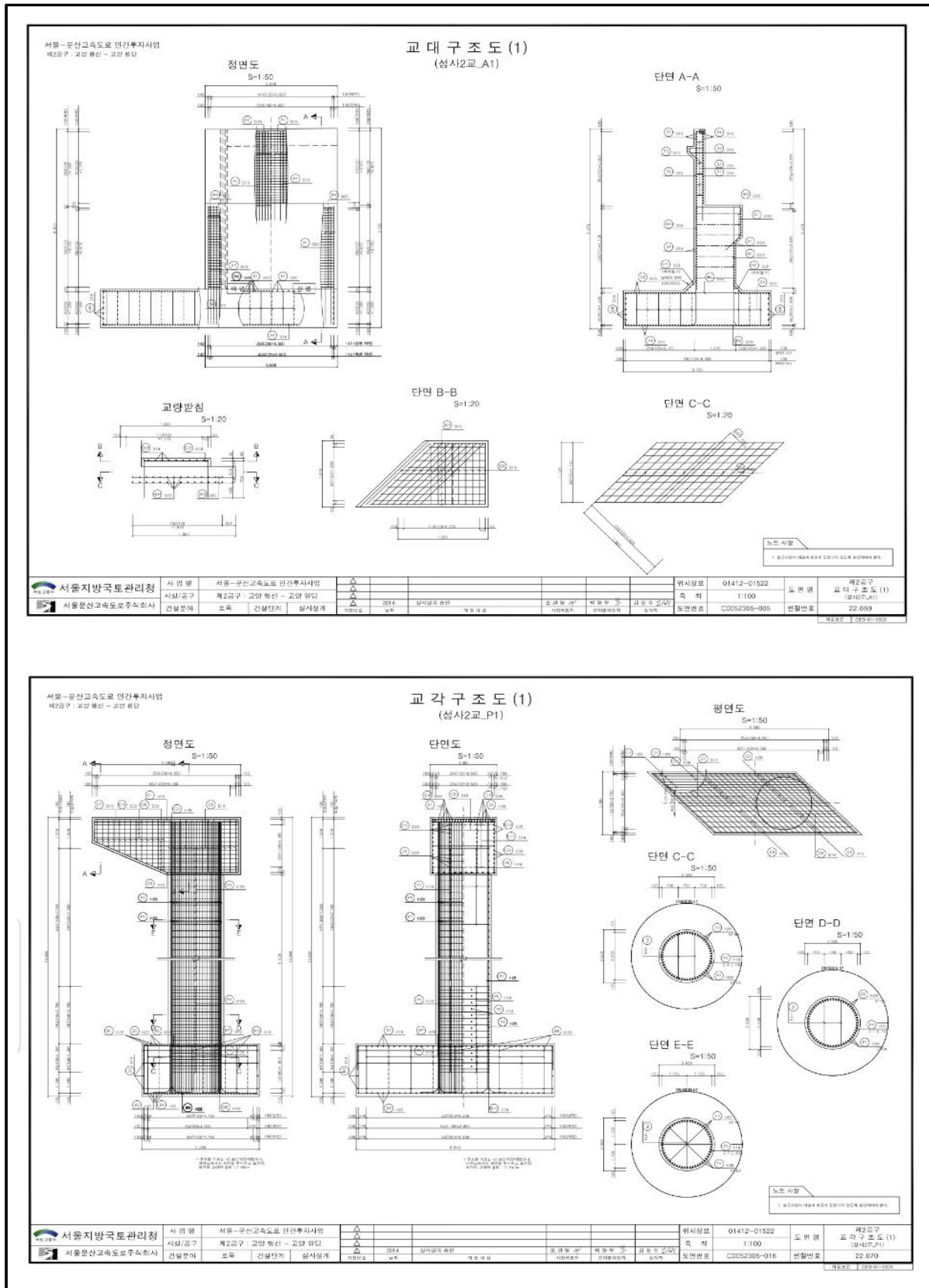
성사2교(확장부)- 7



성사2교(확장부)- 8



【그림 26.1.6】 바닥판하면 구조도, 강상형 상세도



【그림 26.1.7】 교대 및 교각 구조도

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

개 요 : •문헌 및 기존사리에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

○ 문헌자료

모 질	투수계수(cm/s)	토 질	투수계수(cm/s)	일반의 상태	특 징	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하	SC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균열 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	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$			
GM	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균열 간격이 보통인 상태	보통 투수성 일반	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GC	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	OL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$			
SW	1.0×10^{-2} 이하	MH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균열 간격이 매우 넓은 상태	약간 투수성 일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$
SP	1.0×10^{-2} 이하	CH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$			
SM	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균열 간격이 옅음	불투수성 일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구 분	문헌자료	시험결과	비 고
퇴적층			
	1등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
	II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	—
	III등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
퇴적층			
	IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
	V등급	1.0×10^{-2} 이하	—
	VI등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
중화도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
정화압	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-5}
연 압	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
경 압	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
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	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.4×10^{-5}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구 분	내외장강 (kN/m ²)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	연장계수 (MPa)	포아송비 (v)	k(cm/s)
쌓기재	토 사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암 리면	20.0	0.0	35.0	—	—
배설층	자갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	정성토	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
퇴적층	모래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	자갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
중화도	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33	2.4×10^{-4}
정화압	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30	4.5×10^{-5}

2.7.2 비닐구간 암반등급별 설계지반정수

구 분	내외장강 (kN/m ²)	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	26.0	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 종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구 분	V_p (m/s)	V_s (m/s)	G_u (MPa)	E_u (MPa)	K_u (MPa)	ν_u
배설층	488	180	62	164	181	0.33
	원도	645	200	68	190	0.40
	모래	480	170	52	140	0.35
	자갈	514	190	69	181	0.32
중화도	952	392	268	713	699	0.33
정화압	1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연 압	1,834	954	2,184	5,504	3,622	0.26
경 압	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

SM 서울-문산고속도로 민간투자사업

3. 지반조사 결과

3.1 굴절탄성계수조사

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

3.2 표준점수시험

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

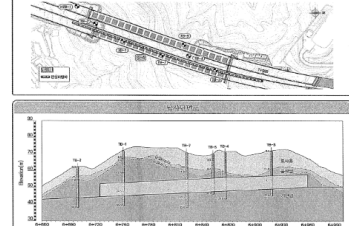
국토교통부

22

3. 지반조사 결과

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

3.2



3.2

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

국토교통부

23

SM 서울-문산고속도로 민간투자사업

제 4 장 현장조사 및 시험

4.1 강도 및 변형특성 분석

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

4.2 수리 및 투수특성 분석

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

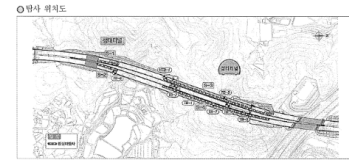
국토교통부

24

3. 지반조사 결과

제 3 장 물리탐사

3.1 굴절탄성계수조사



3.2

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

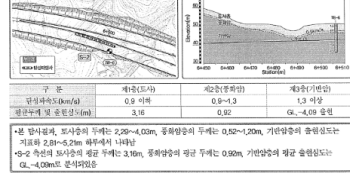
국토교통부

25

SM 서울-문산고속도로 민간투자사업

3. 지반조사 결과

3.1 굴절탄성계수조사



3.2

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

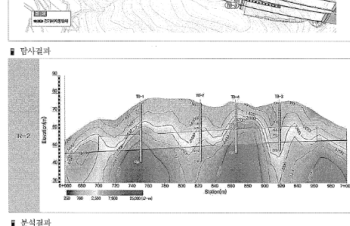
국토교통부

26

3. 지반조사 결과

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

3.2



3.2

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

국토교통부

27

SM 서울-문산고속도로 민간투자사업

제 4 장 현장조사 및 시험

4.1 강도 및 변형특성 분석

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

4.2 수리 및 투수특성 분석

구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분
구분	구분	구분	구분	구분	구분

국토교통부

28

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1) 교량저원

- (1) 교량면 : 시중상향
- (2) 교량등급 : 1등급 (DS-24 및 DS-24 적용)
- (3) 교량형식 : Steel 박스기둥교
- (4) 교량연장 : 55,000 + 55,000 = 110,000 mm
- (5) 교량폭 : B = 4.850 m
- (6) Girder 처원 : B = 2,500 mm H = 2,700 mm
- (7) 사각(Skew) : 45.000 °
- (8) 곡률반경(R) : 좌측 = ∞ m 중앙 = ∞ m 우측 = ∞ m
- (9) 설계속도 : 100.000 km/h
- (10) 사용차로 및 클리어 특성치

① 강재

• 사용재료

주부재	SM490B(상판, 처판, 복판, 상부플러브, 처부플러브, 수평보강재, 지점부 다이어프램, 지점보강재, 스퀘어라이드)
부부재	SM400B(지점부의 다이어프램, 수직보강재, 플러브, 일변부 가로보, 지점부 가로보)
강재 탄성계수 (E _s)	205,000,000 MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000,000 MPa

• 허용응력 (MPa)

(☞ 도.설.제 3.3.2.1)

강종	SS 400 SM 400 SMA400	SM 450	SM 490Y SM 570 SMA490	SM 570 SMA570	H3600 H3600	H3600
용역종류, 판두께(mm)	42 이하	140	190	215	270	
속방향 인장응력 및 침 인장응력	40 초과 75 이하			200 (215)	260 (270)	
	75 초과 100이하	130	175 (190)	195 (215)	250 (270)	380

(7) 하중조합

CASE	단위	M ₀	M ₁₊₁	M ₂₊₁	V ₀	M _{pr}	비고
CASE 1	kN-m	1.30	2.15			1.30	
CASE 2	"	1.30	1.30	1.30		1.30	차량 충돌하중
CASE 3	"	1.30	1.30		0.65	1.30	왕하중 적하시
CASE 4	"	1.30		1.30	1.30	1.30	차량 충돌하중
CASE 5	"	1.30			1.30	1.30	
CASE 6	"	1.30	1.00		0.30	0.00	사용보편트
CASE 7	"	1.30	1.00	0.00	0.00	0.00	지점응용 사용보편트

(8) 계산 적용 모멘트 산정

CASE	단위	M ₀	M ₁₊₁	M ₂₊₁	V ₀	M _{pr}	소계
CASE 1	kN-m	16.122	0.000			0.000	16.122
CASE 2	"	16.122	0.000	37.158		0.000	53.280
CASE 3	"	16.122	0.000		19.730	0.000	35.852
CASE 4	"	14.882		34.300	19.809		68.991
CASE 5	"	16.122			21.460		37.582
최대 계산 보편트							68.991
CASE 7	"	12.402	0.000		4.952	0.000	17.354
CASE 8	"	12.402	0.000	0.000		0.000	12.402
최대 사용 보편트							17.354

(9) 편월제어단 판부 설계

(☞ 도.설.제 4.7.6.4)

- ① 주철근량 : 등모단부 이외의 편월제어단 바닥판에서 필요한 주철근량의 2배를 주철근으로 제공한다.
- ② 배철근량 : 등모단부 이외의 편월제어단 바닥판 상측에 배철근량과 2배를 배철근으로 제공한다.
- ③ 배지배량 : 도로교설계기준 강교단 바닥판에 배지 배량이 명시되지 않아 콘크리트단 4.7.6.7을 적용한 편월제어단 교량제어에 대한 지진을 배지 배위로 적용한다.

(10) 바닥판의 최소 두께 (X = 0.00 ≤ 0.75인 경우)

(☞ 도.설.제 3.6.1.5)

$$h_{min} = 120 \times (1 + 180 \times 1000 \times 180) = 180.0 \text{ mm} < 220.0 \text{ mm} \quad \Delta h_{req} = 220.0 \text{ mm}$$

$$h_{min} = 290.0 \text{ mm} > h_{req} = 220.0 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{O.K !!}$$

(11) 단면정보

① 편월제어단

$f_{cu} = 27.0 \text{ MPa}$	$f_{ty} = 400.0 \text{ MPa}$
$M_{cu} = 69.0 \text{ kN-m}$	$M = 17.4 \text{ kN-m}$
$h = 1,000.0 \text{ mm}$	$h = 290.0 \text{ mm}$
$\beta = 0.85$	$d' = 60.0 \text{ mm}$
$\alpha_1 = 0.85$	$d = 230.0 \text{ mm}$

• 강도 감소계수 (φ_s) 산정 (☞ 콘.설.제 6.2.2)

$$\phi_s = 1.1 \times f_{ty} = 1.351 \times 400.0 = 540.566.7$$

$$C = 0.85 \times f_{cu} \times a \times b = 0.85 \times 27.0 \times a \times 1,000.0 = 22,950.0 \text{ a}$$

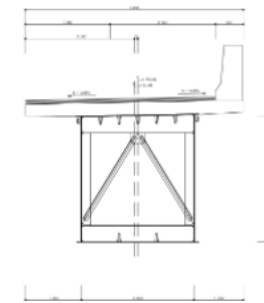
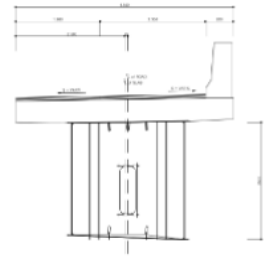
$$T = C \text{ 이므로 } a = 23.505 \text{ mm}$$

$$c = 23.555 / \beta = 23.555 / 0.85 = 27.712 \text{ mm}$$

$$c_y = f_{ty} / f_{cu} = 400.0 / 260,000.0 = 0.00154$$

$$e_s = 0.003 \times (e_t - c) / c = 0.003 \times (230.0 - 27.712) / 27.712 = 0.0219$$

2. 단면가정



$$e_s = 0.0219 > 0.0050 \text{ 이므로 편월제어 단(40)에 } \phi_s = 0.85 \text{를 적용한다.}$$

• 압축 철근량 산정

$$\alpha = f_{ty} \times f_{ty} / (b \times f_{cu} \times h) = 0.017429 \quad A_{s1} = \phi_s \times A_s \times f_{ty} \times (d - \alpha/2) = 78,200.0 \quad A_{s1} = 170.0 \quad A_{s1} = 170.0$$

$$\text{식①을 식②에 대입하여 여자발생치로 } A_{s1} \text{를 구한다.}$$

$$68,990,548.8 = 2.962963 \times A_{s1}^2 + 78,200.0 \times A_{s1}$$

$$\Delta A_{s1, req} = 913.882 \text{ mm}^2$$

• 사용 철근량 산정

$$\Delta A_{s, req} = 12 \phi 250.0 = 566.8 \text{ mm}^2$$

$$\Delta A_{s, req} = 12 \phi 150.0 = 644.7 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma = 1,351.5 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용량} = 1.479] \quad \dots\dots \text{O.K !!}$$

• 철근량 검토

$$A_{s, min} = 1.4 \times f_{ty} \times b \times d = 805.0 \text{ mm}^2 \quad (\text{☞ 콘.설.제 6.3.2})$$

$$= 0.25 \times (f_{ty} / f_{cu}) \times b \times d = 746.9 \text{ mm}^2 \quad (\text{☞ 콘.설.제 6.3.2})$$

$$= \text{수직 온도 철근량} = 500.0 \text{ mm}^2 \quad (\text{☞ 콘.설.제 5.7.2})$$

$$\Delta A_{s, min} = 805.0 \text{ mm}^2$$

$$\Delta A_{s, min} = 0.714 \times \phi_s \times b \times d = 4,805.3 \text{ mm}^2 \quad (\text{☞ 콘.설.제 6.2.2})$$

$$\Delta A_{s, min} \geq A_{s, req} \geq A_{s, min} \quad \dots\dots \text{O.K !!}$$

• 휨에 대한 검토

$$\alpha = f_{ty} \times f_{ty} / (b \times f_{cu} \times h) = 23.555 \text{ mm}$$

$$\phi M_u = 0.85 \times 1,351.5 \times 400.0 \times (230.0 - \alpha/2) = 100,273 \text{ kN-m}$$

$$\Delta \phi M_u \geq M_u \quad [\text{사용량} = 1.453] \quad \dots\dots \text{O.K !!}$$

• 배철근량 산정

$$\text{배철근} = 120 \times \sqrt{f_{ty}} = 120 \times \sqrt{0.875} = 126.265 \text{ mm} > 67.6 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 913.882 \times 67.000 \text{ mm} = 612,301 \text{ mm}^2$$

$$\text{수직 온도 철근량} = 0.002 \times b \times h = 580.000 \text{ mm}^2$$

$$\Delta A_{s1, req} = 612,301 \text{ mm}^2$$

• 배철근량 사용 철근량 산정

$$\Delta A_{s, req} = 18 \phi 125.0 = 1,588.8 \text{ mm}^2$$

$$\Delta A_{s, req} = 18 \phi 150.0 = 1,588.8 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용량} = 2.595] \quad \dots\dots \text{O.K !!}$$

② 편월제어단 판부 설계

(☞ 도.설.제 4.7.6.4)

철근 콘크리트 바닥판의 경우 일반적으로 거더의 단부에서 편월제어 바닥판에서 필요한 철근량의 2배를 배치하는 것이 좋다. 배치 방식은 편월제어에 고정하중에 대한 시간 0.875m 이상 배치 한다.

• 주 철 근

$$\Delta A_{s1, req} = 1,827,764 \text{ mm}^2$$

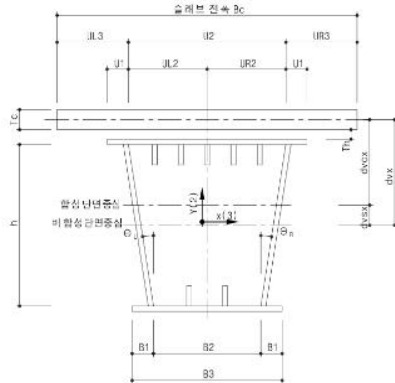
$$\Delta A_{s, req} = 18 \phi 250.0 = 1,140.0 \text{ mm}^2$$

$$\Delta A_{s, req} = 18 \phi 250.0 = 1,140.0 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma = 2,292.0 \text{ mm}^2 \quad [\text{사용량} = 1.254] \quad \dots\dots \text{O.K !!}$$

• 배 철 근

4.2 단면가칭(합성전)



수원의 단면변화 및 부경적각을 계산하는 경우에는 전부모멘트에 관계없이 바닥 콘크리트의 합성작용을 고려한다. (→ 도상 3.9.1.2)

- B_c : 바닥 콘크리트의 폭
- T_c : 바닥 콘크리트의 두께
- T_b : 바닥 콘크리트의 현저 높이
- N : 강재와 콘크리트의 탄성계수비 ($N = E_s / E_c$)
- A_c : 바닥 콘크리트의 단면적
- A_s : 합성후 (강재 + 바닥 콘크리트)의 환산 단면적
- I_{csg} : 2축(3축) 방향 바닥 콘크리트의 단면 2차 모멘트
- d_{csg} : 2축(3축) 방향 강재단면 도심에서 바닥 도심까지의 거리
- d_{csg} : 2축(3축) 방향 합성후 합성단면 도심에서 바닥 도심까지의 거리
- d_{csg} : 2축(3축) 방향 합성단면 도심에서 강재단면 도심까지의 거리 (합성전 및 합성후 단면에서의 도심축 이동량)
- I_{sg} : 합성전 강재단면의 3축 방향(종방향) 단면2차 모멘트
- I_{sg} : 합성전 강재단면의 2축 방향(횡방향) 단면2차 모멘트
- I_{sg} : 합성후 단면의 3축 방향(종방향) 단면2차 모멘트
- I_{sg} : 합성후 단면의 2축 방향(횡방향) 단면2차 모멘트
- ϕ_f : 좌측 복부판과 연결선이 이루는 각도
- ϕ_s : 우측 복부판과 연결선이 이루는 각도

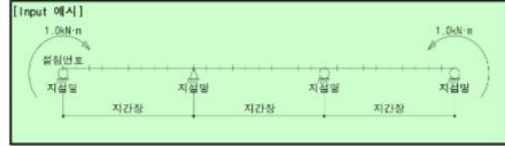
4.6 2차 부정정력에 대한 영향 검토

(→ 참고문헌 제7장 P35)

* 콘크리트-강재 합성형 교량에서는 고정하중과 활하중에 의한 응력 이외에 건조수축, 크리프, 강-콘크리트 온도차에 의한 응력이 발생한다. 따라서 강합성형교가 2차간 이상과 연속교량 경우에는 건조수축, 크리프, 온도차에 의해 부정정력에 추가적으로 발생하여 이따같은 하중을 2차 모멘트라고 한다.

1) 정정계의 모멘트에 영향계수 K 를 곱하여 부정정계의 휨모멘트를 얻는 방법

* 영향계수 계산은 전산용 이용하여 산출하여 산출 방법의 양단에 단위 모멘트 $M = 1.0kN \cdot m$ 를 작용시켜 각 정점에 작용되는 모멘트 값을 영향계수 K 값을 취한다.



[Output 요약 - 합성후]

구분	정점번호	지점명	지점간(n)	K 값
G1	1	A1		1.000
	2			0.870
	3			0.720
	4			0.571
	5			0.421
	6			0.272
	7			0.122
	8			0.027
	9			-0.177
	10			-0.330
	11			-0.475
G2	12	P1		-0.625
	13			-0.475
	14			-0.330
	15			-0.177
	16			-0.027
	17			0.122
	18			0.272
	19			0.421
	20			0.571
	21			0.720
	22			0.870
	23	A2		1.000

구조계산 CHECK LIST

4. 단면별 응력검토결과

직통방향에 대한 허용응력 검토

< 610dy - 1 >

구분	최대 응력 검토 (100 %)							
	상부 플랜지				하부 플랜지			
	직통응력	허용응력	비율	판정	직통응력	허용응력	비율	판정
단면 1	38.335	247.000	16	0.K	18.287	190.000	10	0.K
단면 2	66.740	121.100	55	0.K	-138.024	190.000	73	0.K
단면 3	69.057	247.000	28	0.K	-62.485	190.000	33	0.K
단면 4	-52.694	190.000	28	0.K	91.864	218.500	42	0.K
단면 5	-129.894	190.000	68	0.K	155.806	218.500	71	0.K
단면 6	-154.533	190.000	81	0.K	157.424	190.000	83	0.K
단면 7	-116.387	190.000	61	0.K	150.853	218.500	68	0.K
SP 1	113.077	247.000	46	0.K	-111.222	190.000	58	0.K
SP 2	66.034	121.100	55	0.K	-137.205	190.000	72	0.K
SP 3	56.170	247.000	23	0.K	-47.767	190.000	25	0.K
SP 4	-61.335	190.000	32	0.K	93.785	218.500	43	0.K
SP 5	-121.213	190.000	64	0.K	145.016	218.500	68	0.K
SP 6	-108.288	190.000	57	0.K	142.928	218.500	65	0.K
SP 7	-20.691	218.500	9	0.K	59.173	218.500	27	0.K
SP 8	49.884	121.100	41	0.K	-111.460	190.000	59	0.K
SP 9	66.058	121.100	55	0.K	-136.459	190.000	72	0.K
SP 10	110.145	247.000	45	0.K	-106.320	190.000	56	0.K

구분	단면 응력 검토 (100 %)				합성 응력 검토			
	복부판							
	직통응력	허용응력	비율	판정	상면	비율	하면	비율
단면 1	60.245	110.000	55	0.K	0.324	27	0.309	26
단면 2	22.460	110.000	20	0.K	0.345	29	0.569	47

단면 3	38.047	110.000	35	0.K	0.198	16	0.228	19	0.K
단면 4	55.807	110.000	51	0.K	0.334	28	0.434	36	0.K
단면 5	69.175	110.000	63	0.K	0.863	72	0.904	75	0.K
단면 6	66.065	110.000	60	0.K	1.022	85	1.047	87	0.K
단면 7	65.845	110.000	60	0.K	0.734	61	0.834	69	0.K
SP 1	32.474	110.000	30	0.K	0.297	25	0.430	36	0.K
SP 2	24.277	110.000	22	0.K	0.346	29	0.570	48	0.K
SP 3	42.534	110.000	39	0.K	0.201	17	0.213	18	0.K
SP 4	58.990	110.000	54	0.K	0.392	33	0.472	39	0.K
SP 5	68.025	110.000	62	0.K	0.789	66	0.841	70	0.K
SP 6	64.613	110.000	59	0.K	0.670	56	0.773	64	0.K
SP 7	47.568	110.000	43	0.K	0.196	16	0.250	22	0.K
SP 8	33.984	110.000	31	0.K	0.265	22	0.440	37	0.K
SP 9	24.632	110.000	22	0.K	0.348	29	0.566	47	0.K
SP 10	36.407	110.000	33	0.K	0.308	26	0.423	35	0.K

3. 설계 조건

3.1 일반 사항

- 1) 구조 형식 : T형 교각
- 2) 상부 형식 : STEEL BOX
- 3) 교량 등급 : 1 등교
- 4) 기호 표시 : 열대기호

3.2 하중

- 1) 활하중(도로표준) : $y_c = 25 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- 2) 기초하중의 단위중량 : $y_{s2} = 20 \text{ kN/m}^3$ [도로교설계요령 제2편 P366]
- 3) 교량하중 태설계수 : $f_s = 0.05$

3.3 지반 조건

- 1) 기초하중의 지지 : $N = 50$
- 2) 기초하중의 내부마찰각 : $\phi_2 = 42.386^\circ$: $15 + \sqrt{15N}$
- 3) 기초하중의 점착력 : $C = 17 \text{ kN/m}^2$
- 4) 기초하중의 태설계수 : $\mu = 0.537$: $\tan(\frac{2}{3} \phi_2)$: 露頭 콘크리트
- 5) 지반 하중도 계수 : $A = 0.154$: 위험도 계수 x 지반구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.11

3.4 사용 재료 강도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{ck} =$ 두부상 : 40 MPa
기둥 : 40 MPa
기둥 : 27 MPa
- 탄성계수 : $E_c =$ 두부상 : 32000 MPa
기둥 : 32000 MPa
기둥 : 29000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도($S400$) : $f_y =$ 두부상 : 400 MPa
기둥 : 400 MPa
기둥 : 400 MPa
- 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

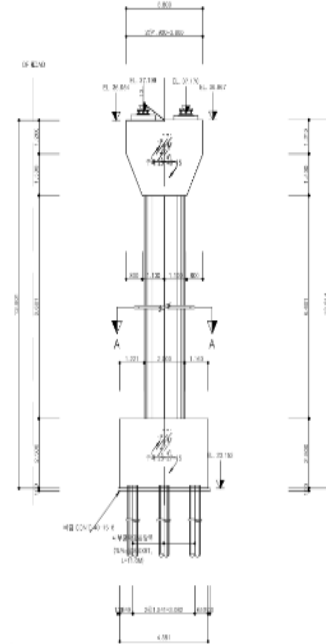
3.5 설계 방법

- 1) 연 결 방 법 : 허용응력 설계법
- 2) 단 면 설 계 : 극한강도 설계법

3.6 참고 문헌

- 1) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2010)
- 2) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
- 3) 도로설계 규범 : 국토해양부 (2000)
- 4) 노면 설계 요령 : 한국도로공사 (2002)

4. 단 면 가 정



2. 해석결과 요약

※ 일괄 안전성검토 및 결과표

구분	항목	단위	결과	비고
교축방향	평상시	허용지하중(kN/EA)	1133.150	897.204 O.K
		허용안압력(kN/EA)	575.302	- O.K
		활 하중(MPa)	140.000	82.876 O.K
		신단응력(MPa)	80.000	0.462 O.K
		수평변위(mm)	15.000	0.171 O.K
	지진시	허용지하중(kN/EA)	1699.730	882.353 O.K
		허용안압력(kN/EA)	862.953	- O.K
		활 하중(MPa)	210.000	100.142 O.K
		전단응력(MPa)	120.000	7.299 O.K
		수평변위(mm)	25.000	1.525 O.K
교축직각 방향	평상시	허용지하중(kN/EA)	1133.150	1286.245 O.K
		허용안압력(kN/EA)	575.302	- O.K
		활 하중(MPa)	140.000	117.508 O.K
		전단응력(MPa)	80.000	2.434 O.K
		수평변위(mm)	15.000	1.603 O.K
	지진시	허용지하중(kN/EA)	1699.730	940.538 O.K
		허용안압력(kN/EA)	862.953	- O.K
		활 하중(MPa)	210.000	102.072 O.K
		신단응력(MPa)	120.000	4.840 O.K
		수평변위(mm)	25.000	1.249 O.K

※ 단면 설계

단면위치	교폭 (mm)	내폭 (mm)	Req. As (mm²)	Ueq. As (mm²)	Mu(kN.m)	φMu(kN.m)	안전도	비고
두부상	좌측내안압	2700.0	100.0	25500.000	26980.800	-	1.948	O.K
	우측내안압	2700.0	100.0	25500.000	26980.800	-	1.582	O.K
	좌측내안압수평	2500.0	100.0	11.084	4722.800	9.044	3837.283	424.278 O.K
	우측내안압수평	2500.0	100.0	11.084	4722.800	9.044	3837.283	424.278 O.K
	교량상행1	2700.0	100.0	57.034	26980.800	49.446	22895.963	461.310 O.K
	교량상행2	2712.7	100.0	57.178	26980.800	49.618	22926.908	460.212 O.K
	교축방향	2500.0	150.0	16128.393	27797.000	14262.321	21687.228	1.521 O.K
	교축-지진(좌)	2500.0	150.0	5338.607	29232.500	4256.730	22934.078	5.386 O.K
	교축-지진(우)	2500.0	150.0	5340.658	29232.500	4258.290	22934.078	5.386 O.K
	기초							

※ 시공성 검토

단면위치	연장방향(1a)	연장방향(1aa)	횡단방향(S)	최대단면(Sq)	비고
두부상	좌측내안압	10.409	180.000	119.045	8052.555 O.K
	우측내안압	17.477	180.000	119.045	3694.750 O.K
	좌측내안압수평	0.822	180.000	152.857	76925.784 O.K
	우측내안압수평	0.822	180.000	152.857	76925.784 O.K
	교량상행1	2.865	180.000	119.045	21988.686 O.K
	교량상행2	4.034	180.000	119.045	15617.316 O.K
	교축방향	158.709	180.000	125.171	161.190 O.K
	교축-지진(좌)	33.606	180.000	126.667	1874.661 O.K
	교축-지진(우)	53.628	180.000	126.667	1129.639 O.K
	기초				

※ 기둥의 단면 설계

단면위치	Pusa	Pu(kN)	φPu(kN)	안전도	비고
교축방향	축력최대	0.005	13288.976	67347.864	5.068 O.K
	구면트윈내	0.005	7918.127	76968.957	9.721 O.K
	탄성설계	0.005	6090.867	96211.234	15.795 O.K
	관성최대	0.005	5451.781	76968.957	14.041 O.K
교축직각방향	축력최대	0.005	13288.976	67347.864	5.068 O.K
	구면트윈내	0.005	7918.127	21234.551	2.662 O.K
	탄성설계	0.005	6090.867	74698.458	12.264 O.K
	관성최대	0.005	5451.781	15621.756	2.850 O.K
합성부재력	축력최대	0.005	13288.976	67347.864	5.068 O.K
	구면트윈내	0.005	7918.127	21291.476	2.664 O.K
	탄성설계	0.005	6090.867	74698.458	12.264 O.K
	관성최대	0.005	5451.781	15479.837	2.824 O.K

단면위치	Pusa	Pu(kN)	φPu(kN)	안전도	비고
교축방향	축력최대	0.005	14167.152	67347.864	4.754 O.K
	구면트윈내	0.005	8795.304	76968.957	8.750 O.K
	탄성설계	0.005	6766.388	96211.234	14.215 O.K
	관성최대	0.005	6089.749	76968.957	12.638 O.K
교축직각방향	축력최대	0.005	14167.152	67347.864	4.754 O.K
	구면트윈내	0.005	8795.304	25429.078	2.891 O.K
	탄성설계	0.005	6766.388	76530.654	11.606 O.K
	관성최대	0.005	6089.749	16910.923	3.105 O.K
합성부재력	축력최대	0.005	14167.152	67347.864	4.754 O.K
	구면트윈내	0.005	8795.304	25164.955	2.861 O.K
	탄성설계	0.005	6766.388	76530.654	11.606 O.K
	관성최대	0.005	6089.749	16788.840	3.085 O.K

1. 설계조건

상부구조형식	구 조 형 식	Steel Box GIRDER교		
	교량내진등급	1등급		
	지 간	2 @ 55,000 = 110,000 m		
	폭 원	19,400(기존교량) + 4,350(확장교량) = 23,750 m		
하부구조형식	교 각 형 식	π형(기존) + T형(확장)		
	기 초 형 식	말뚝기초		
사 용 재 료	콘크리트 (fck)	27 Mpa		
	콘크리트 (fck)	27 Mpa		
재 료 특 성	콘크리트 단위중량(g_c)	25.0 kN/m ³		
	아스팔트 단위중량(g_a)	23.0 kN/m ³		
가 속 도 계 수(A)	지진구역계수	0.11 (Ⅰ)		
	위험도 계수	1.4 { 1000년 재현주기 }		
	가 속 도 계 수 (A)	지진구역계수 × 위험도 계수 = 0.154 g		
지 반 계 수 (S)	지 반 종 류	Ⅱ		
	지 반 계 수	S = 1.2 (내진설계)		
응답수정계수	구 조 부 재	항복시 (설계기준) R	탄성거동시 R	
	기 동 (단 주)	3.0	1.0	
	연결	상부구조와 교대	0.8	0.8
		상부구조와 교각	1.0	1.0
	기 초	3.0 / 2 = 1.5	1.0	
해 석 방 법	* POT 방진은 응답스펙트럼을 이용하여 다중모드 응답스펙트럼 방법을 수행함.			

3. 지진하중 (응답스펙트럼)

(1) 탄성지진응답계수

1) 가속도계수

구분	작용 계수	비고
구역계수 (Z)	0.110	지진구역 I
지진위험도계수 (I)	1.400	내진등급 1등급 (재현주기 1000년)
가속도계수 (A)	0.154	A = Z × I

2) 지반계수

구분	작용 계수	비고
지반계수 (S)	1.200	지반종류 II

3) 탄성지진응답계수(Cs) 산정

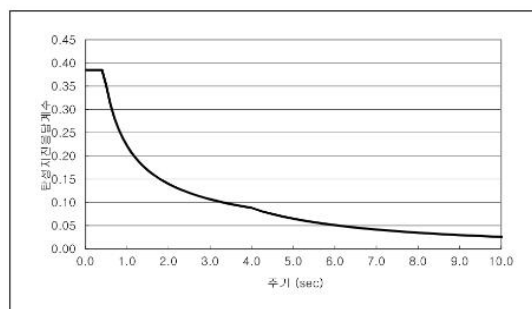
① $T \leq 4.0 \text{ sec}$

$C_s = \{ 1.2 \times A \times S \} / T^{2/3} \leq 2.5 \times A$

② $T > 4.0 \text{ sec}$

$C_s = \{ 3 \times A \times S \} / T^{4/3}$

여기서, T : 교량의 주기



2. 해석 방법별 특성 및 받침 물성치

1) 내진해석

- POT 방치 적용시 내진해석.

* 방치는 NLINK로 (보 POT 방치 불성치)와 같이 모델링 하였다.

* 해석시 5% 감쇠비를 적용하고 Ritz Vector 해석 수행, 질량참여율이 90% 넘도록 50차 모드 까지 고려 하였다.

* 지진하중은 지반계수 S=II (내진해석시 S=1.2), 가속도계수 A=0.154g 에 해당하는 응답스펙트럼을 사용하였다.

* 해석은 다중모드 응답스펙트럼 방법을 사용하였다.

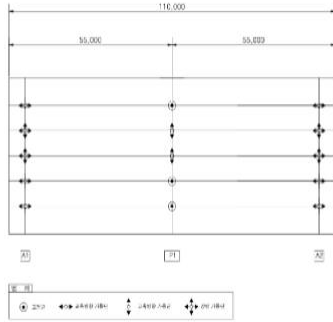
받침종류	해석시 입력 값	설 명	작용위치	비고
POT 고정단	NAME=POTFIX TYPE=GAP	NLink type		
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성	A1, A2	
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=1E+08 CE=0	교차방향 강성		
POT 밀방향 (교축)	NAME=POTM1 TYPE=GAP	NLink type		
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성	P1, P2	
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=1E+08 CE=0	교차방향 강성		
POT 밀방향 (교차)	NAME=POTM2 TYPE=GAP	NLink type		
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성	P1, P2	
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=0 CE=0	교차방향 강성		
POT 양방향	NAME=POTM TYPE=GAP	NLink type		
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성	P1, P2	
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=0 CE=0	교차방향 강성		

4) 탄성지진응답계수

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
0.0000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.1000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.2000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.3000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.4000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.5000	0.1540	1.2000	0.3520	3.4533	
0.6000	0.1540	1.2000	0.3117	3.0581	
0.7000	0.1540	1.2000	0.2813	2.7594	
0.8000	0.1540	1.2000	0.2573	2.5244	
0.9000	0.1540	1.2000	0.2379	2.3338	
1.0000	0.1540	1.2000	0.2218	2.1755	
1.1000	0.1540	1.2000	0.2081	2.0415	
1.2000	0.1540	1.2000	0.1964	1.9265	
1.3000	0.1540	1.2000	0.1862	1.8264	
1.4000	0.1540	1.2000	0.1772	1.7383	
1.5000	0.1540	1.2000	0.1692	1.6602	
1.6000	0.1540	1.2000	0.1621	1.5903	
1.7000	0.1540	1.2000	0.1557	1.5273	
1.8000	0.1540	1.2000	0.1499	1.4702	
1.9000	0.1540	1.2000	0.1446	1.4181	
2.0000	0.1540	1.2000	0.1397	1.3705	
2.1000	0.1540	1.2000	0.1352	1.3266	
2.2000	0.1540	1.2000	0.1311	1.2861	
2.3000	0.1540	1.2000	0.1273	1.2485	
2.4000	0.1540	1.2000	0.1237	1.2136	
2.5000	0.1540	1.2000	0.1204	1.1810	
2.6000	0.1540	1.2000	0.1173	1.1505	
2.7000	0.1540	1.2000	0.1144	1.1220	
2.8000	0.1540	1.2000	0.1116	1.0951	
2.9000	0.1540	1.2000	0.1090	1.0698	
3.0000	0.1540	1.2000	0.1066	1.0459	
3.2000	0.1540	1.2000	0.1021	1.0018	
3.4000	0.1540	1.2000	0.0981	0.9621	
3.6000	0.1540	1.2000	0.0944	0.9262	
3.8000	0.1540	1.2000	0.0911	0.8934	
4.0000	0.1540	1.2000	0.0880	0.8633	
4.2500	0.1540	1.2000	0.0805	0.7900	
4.5000	0.1540	1.2000	0.0746	0.7321	

5. 내진 해석결과

5.1 발침 배치도



5.2 발침 수평력 검토

위치	NO.	Type	용량 (kN)	지진시 작용 수평력(kN)				지진시 작용 수평력 (kN)				판정		비고
				교축역	교서	교축역	교서	교축	교서	교축	교서	교축	교서	
A1	1	교축방향	4000G20	0	347	0	390	0	1,040	OK	OK	기존	신설	기초
	2	교축방향	4000G20	0	533	0	614	0	1,040	OK	OK			
	3	상방향	4000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	4	상방향	1000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	5	교축방향	3500G50	0	1,725	0	1,943	0	2,275	OK	OK			
P1	6	교축단	12000F40	2,433	1,071	2,033	1,373	5,200	5,200	OK	OK	기초	신설	기초
	7	교축단	15000F40	3,559	3,253	3,162	3,936	5,200	5,200	OK	OK			
	8	교축방향	10000G40	3,879	0	2,854	0	5,200	0	OK	OK			
	9	교축방향	55000G10	515	0	371	0	715	0	OK	OK			
	10	교축단	4500F10	317	414	393	524	585	585	OK	OK			
A2	11	교축방향	4000G50	0	1,894	0	2,068	0	2,600	OK	OK	기초	신설	기초
	12	교축방향	4000G50	0	660	0	860	0	2,600	OK	OK			
	13	상방향	4000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	14	상방향	4000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	15	교축방향	10000G70	0	481	0	648	0	910	OK	OK			

5.4 부재력 해석 결과

1) 교각하단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교축방향 지진력 작용시				교축 직각방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	
P1-1	P1B	8.44	25,053	7,159	2,181	1,394	13,499	7,794	1,228	1,511	기초
P1-2	P1B	8.44	32,890	12,524	3,236	2,672	17,549	14,173	1,822	2,979	기초
P1-3	P1B	8.44	32,473	10,968	2,948	2,192	16,781	13,157	1,544	2,690	기초
P1	P1B	8.65	6,957	3,225	640	609	3,739	4,461	349	626	신설

2) 교각상단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교축방향 지진력 작용시				교축 직각방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	
P1-1	P1T	8.44	12,874	4,499	2,104	1,357	6,795	4,723	1,171	1,446	기초
P1-2	P1T	8.44	15,857	9,896	2,977	2,634	8,282	10,731	1,585	2,913	기초
P1-3	P1T	8.44	15,949	7,382	2,597	2,154	6,220	9,319	1,507	2,626	기초
P1	P1T	8.65	3,189	2,103	601	577	1,703	2,753	325	777	신설

5.5 부재력 하중조합 (적용 부재력)

- COM1 : 종방향축 배석으로부터 구한 지진력에 종방향축의 배석으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 - ◆ C1-1 1.0×종축배석에 의한 종방향 부재력 + 0.3×횡축배석에 의한 종방향 부재력
 - ◆ C1-2 1.0×종축배석에 의한 종방향 부재력 + 0.3×종축배석에 의한 종방향 부재력
- COM2 : 종방향축 배석으로부터 구한 지진력에 종방향축의 배석으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 - ◆ C2-1 0.3×종축배석에 의한 종방향 부재력 + 1.0×종축배석에 의한 종방향 부재력
 - ◆ C2-2 0.3×종축배석에 의한 종방향 부재력 + 1.0×종축배석에 의한 종방향 부재력

1) 교각하단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	
P1-1	P1B	8.44	29,102	9,495	2,549	1,847	21,015	9,932	1,882	1,929	기초
P1-2	P1B	8.44	39,094	16,778	3,522	3,566	27,215	17,931	2,535	3,781	기초
P1-3	P1B	8.44	37,508	14,943	3,412	2,999	26,523	16,457	2,429	3,347	기초
P1	P1B	8.65	8,079	4,585	744	654	5,826	5,426	541	1,008	신설

2) 교각상단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교서	
P1-1	P1T	8.44	14,901	5,896	2,456	1,791	10,617	6,064	1,800	1,853	기초
P1-2	P1T	8.44	18,341	13,114	3,402	3,508	13,039	13,689	2,478	3,703	기초
P1-3	P1T	8.44	18,415	10,778	3,339	2,942	13,004	11,533	2,375	3,272	기초
P1	P1T	8.65	3,700	2,929	698	610	2,560	3,384	535	950	신설

5.3 발침 변위 검토

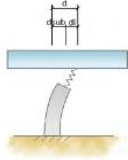
위치	NO.	Type	용량 (kN)	지진시 작용 변위(mm)				지진시 작용 변위 (mm)				판정		비고
				교축역	교서	교축역	교서	교축	교서	교축	교서	교축	교서	
A1	1	교축방향	4000G20	18	0	12	0	50	0	OK	OK	기초	신설	기초
	2	교축방향	4000G20	18	0	12	0	50	0	OK	OK			
	3	상방향	4000M	19	1	13	1	50	50	OK	OK			
	4	상방향	1000M	19	1	14	1	50	50	OK	OK			
	5	교축방향	3500G50	20	0	14	0	50	0	OK	OK			
P1	6	교축단	12000F40	0	0	0	0	0	0	OK	OK	기초	신설	기초
	7	교축단	15000F40	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	8	교축방향	10000G40	0	2	0	4	0	50	OK	OK			
	9	교축방향	55000G10	0	0	0	0	0	50	OK	OK			
	10	교축단	4500F10	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
A2	11	교축방향	4000G50	18	0	12	0	50	0	OK	OK	기초	신설	기초
	12	교축방향	4000G50	18	0	12	0	50	0	OK	OK			
	13	상방향	4000M	19	1	13	1	50	50	OK	OK			
	14	상방향	4000M	20	0	14	0	50	50	OK	OK			
	15	교축방향	10000G70	20	0	14	0	50	0	OK	OK			

5.6 코핑 상단 변위

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	코핑상단변위(mm)				비고
			COM1	COM2	교축	교서	
P1-1	P1T	8.44	14	11	10	9	기초
P1-2	P1T	8.44	13	10	9	8	기초
P1-3	P1T	8.44	14	10	10	8	기초
P1	P1T	8.65	19	15	14	13	신설

5.6 변위해석결과

- 지진시에 상부구조와 교대 혹은 인접하는 상부구조간의 충돌에 의한 주요 구조부재의 손상을 방지해 설계시 고려된 내진성능이 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위하여 상부구조의 단부에는 여유간격을 설치하여야 한다.
- 상부구조의 여유간격은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 안된다.
「도로교설계기준」(6.4.8)



$$\Delta L = d + \Delta L_s + \Delta L_c + 0.4 \Delta L_t$$

여기서, ΔL_t : 상부구조의 여유간격
 d : 지반에 대한 상부구조의 총변위 ($d_1 + d_{s2}$)
 ΔL_s : 콘크리트 건조수축에 의한 이동량
 ΔL_c : 콘크리트 크리프에 의한 이동량
 ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량

① 상부구조 총변위

교각	점	상부구조 총변위 (mm)	비고
	교각방향 해석시	교각직각방향 해석시	
A1	41	19.9	13.9
A2	51	19.8	13.8

* 여유간격 산정

- 지진시 상부구조 교대의 총변위에 충돌하는 경우 건조수축과 크리프의 변위는 충돌여부를 판별할 때 배반작용으로 거동하기 때문에 건조수축과 크리프 변위량은 상부구조의 여유간격 감소 요인으로 작용하므로 방청의 이동량 및 산속유간보다 상부구조의 여유간격을 크게 확보하기 위해서는 건조 및 크리프에 의한 이동은 방청된 것으로 보고 상부구조의 여유간격을 산정한다.

5.7 질량참여율

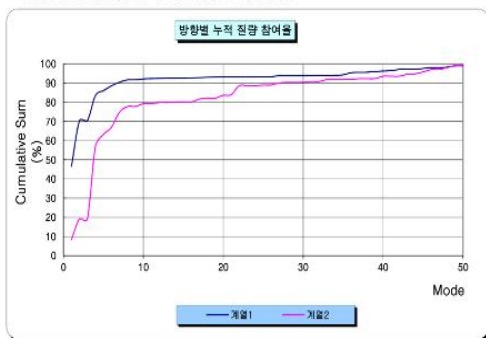
① 질량참여율

Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
				MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.529	11.870	1.889	45.581	45.581	5.391	5.391	0.000	0.000
2	0.470	13.378	2.129	23.536	70.317	10.831	16.222	0.067	0.067
3	0.361	17.428	2.774	0.179	70.496	0.023	16.245	25.974	27.042
4	0.304	20.880	3.288	13.241	83.537	27.588	43.812	0.546	27.588
5	0.287	21.891	3.484	2.558	86.095	6.302	50.114	22.737	50.325
6	0.273	23.000	3.661	2.476	88.571	3.764	53.877	0.258	50.583
7	0.259	24.279	3.864	1.888	90.459	7.751	61.628	5.410	56.993
8	0.181	32.878	5.233	1.224	91.683	3.050	64.678	0.023	57.015
9	0.157	40.063	6.378	0.354	92.037	0.033	64.711	0.041	57.056
10	0.140	42.173	6.712	0.453	92.491	1.484	66.195	0.029	57.086
11	0.142	44.145	7.026	0.188	92.679	0.150	66.345	0.015	57.101
12	0.159	48.836	7.773	0.379	93.058	0.435	66.780	0.000	57.101
13	0.124	50.761	8.079	0.219	93.277	0.005	66.785	0.003	57.104
14	0.113	55.684	8.862	0.311	93.588	0.070	66.855	1.920	59.023
15	0.100	62.527	9.951	0.101	93.789	0.183	67.038	0.547	59.570
16	0.099	63.676	10.134	0.337	94.126	0.037	67.075	1.311	60.882
17	0.087	61.659	10.291	0.297	94.423	1.508	68.583	0.403	61.281
18	0.083	67.702	10.775	0.116	94.539	0.457	69.040	0.135	61.419
19	0.082	70.306	12.159	0.130	94.669	0.004	69.044	0.003	61.423
20	0.080	78.790	12.540	0.109	94.778	1.543	70.583	0.083	61.506
21	0.079	79.959	12.725	0.375	95.153	0.323	70.906	0.078	61.581
22	0.075	83.646	13.313	0.375	95.528	4.632	75.538	0.008	61.592
23	0.071	88.855	14.142	0.301	95.829	0.023	75.561	0.025	61.617
24	0.068	92.931	14.700	0.325	96.154	0.040	75.601	2.688	64.305
25	0.067	93.892	14.943	0.343	96.497	0.279	75.880	13.965	78.270
26	0.064	98.409	15.662	0.345	96.842	0.058	75.938	0.022	78.292
27	0.063	100.519	16.098	0.436	97.278	1.054	76.992	0.658	78.951
28	0.062	101.997	16.233	0.309	97.587	0.247	77.239	0.549	79.499
29	0.057	109.645	17.451	0.252	97.839	0.029	77.268	0.000	79.499
30	0.056	112.456	17.898	0.302	98.141	0.028	77.297	1.324	80.823
31	0.055	114.965	18.297	0.325	98.466	0.445	77.742	0.272	81.095
32	0.052	121.741	19.376	0.201	98.667	0.010	77.752	0.542	81.637
33	0.049	127.512	20.294	0.300	98.967	1.034	78.786	0.060	81.697
34	0.046	133.277	20.734	0.319	99.286	0.040	78.826	2.140	83.846
35	0.045	138.752	22.083	0.222	99.508	0.089	78.915	0.230	84.077
36	0.044	142.628	22.700	1.143	99.651	0.034	78.949	0.013	84.095
37	0.041	154.548	24.597	0.121	99.772	0.252	79.201	0.119	84.214
38	0.038	163.759	26.063	0.370	99.881	0.020	79.221	0.272	84.486
39	0.036	173.131	27.555	0.391	99.972	0.056	79.277	0.180	84.666
40	0.032	194.064	30.886	0.246	99.996	1.212	80.489	0.215	84.881
41	0.031	203.193	32.339	0.191	99.999	0.014	80.504	2.872	87.753

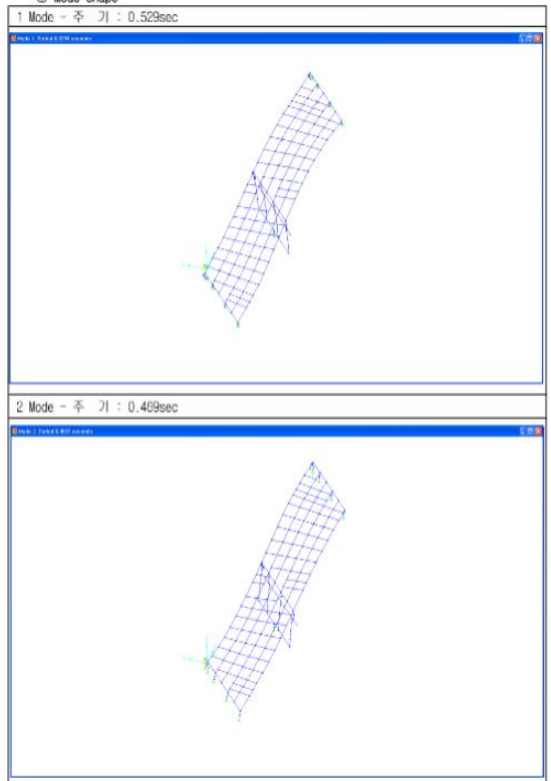
Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
				MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
42	0.027	233.422	37.150	0.543	97.152	0.000	93.854	0.158	87.912
43	0.025	248.964	39.624	0.324	97.476	0.955	94.809	0.712	88.624
44	0.023	270.555	42.076	0.320	97.796	0.305	95.114	2.506	91.130
45	0.019	338.468	52.869	0.448	98.244	0.982	96.096	0.106	91.236
46	0.016	398.062	62.842	0.452	98.696	1.232	97.327	0.028	91.264
47	0.015	412.423	65.639	0.322	99.018	0.068	97.395	0.242	91.506
48	0.010	645.777	102.779	0.252	99.270	0.941	98.336	0.012	91.519
49	0.009	694.348	110.559	0.725	99.995	0.971	99.307	0.024	91.543
50	0.005	1215.100	193.389	0.320	99.995	0.002	99.309	0.215	91.758

방향별 누적 질량 참여율

교각의 해석결과 방향별 누적 질량 참여율의 값이 90% 이상임을 확인하여 본 해석에 교각의 동적거동은 충분히 구현하고 있다고 판단하였다.



Mode Shape



26.2.2 시설물 점검이력

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

【표 26.2.1】 성사2교(확장부) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	성사2교(확장부)는 현장조사 및 분석 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 시설물의 전반적인 안정성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로 판단된다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검 및 관리를 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	성사2교(확장부)는 현장조사 및 분석 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 시설물의 전반적인 안정성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로 판단된다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검 및 관리를 통한 신규손상의 발생확인 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

26.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

26.2.4 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.	

26.2.5 시설물 보수 이력

【표 26.2.2】 성사2교(확장부) 보수이력사항

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

26.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 26.2.3】 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.			

26.3 현장조사

26.3.1 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
S1~2	사다리 및 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 26.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

26.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 성사2교(확장부)는 총 2경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=110.0m 폭 4.1m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소차로 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

바닥판 하면 전경

【사진 26.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 26.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
합계	—	—

	
바닥판 하면 S1 상태양호	바닥판 하면 S1 상태양호
	
바닥판 하면 S2 상태양호	바닥판 하면 S2 상태양호

【사진 26.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판 하면의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 1열로 시공되었으며, 도보 및 고소차로 현장조사를 실시하였다



【사진 26.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 26.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		상태양호	
거더 외부	S1	—	—
	S2	—	—
거더 내부	S1	—	—
	S2	—	—
합계		—	—

	
거더외부 S1 상태양호	거더외부 S2 상태양호
	
거더내부 S1 상태양호	거더내부 S2 상태양호

【사진 26.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

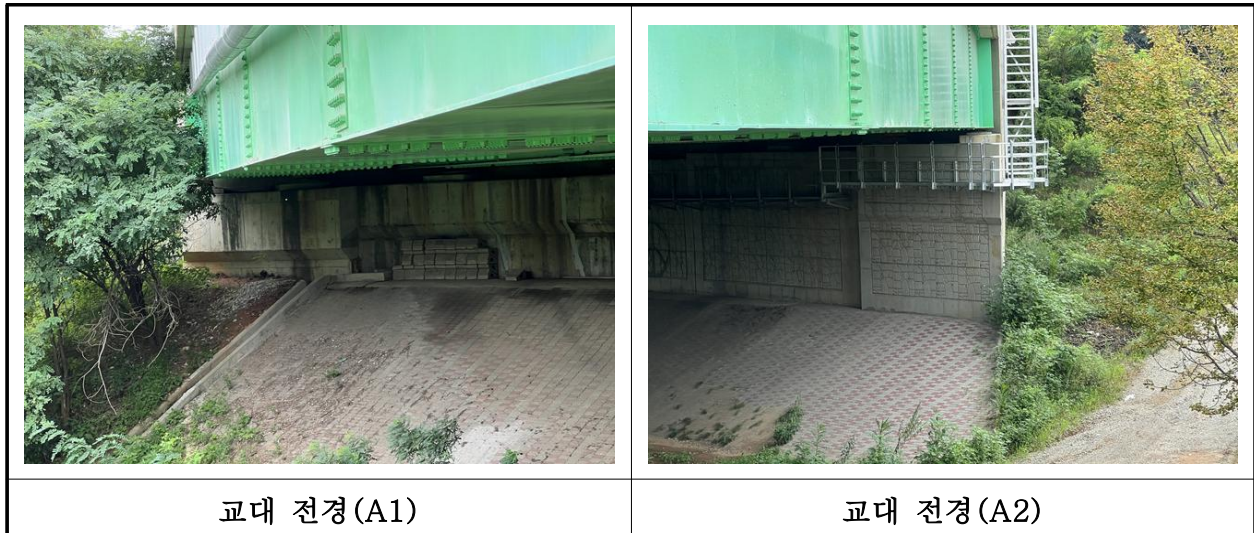
4) 검토의견

- 거더외부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 교대

1) 부재의 개요

- 성사2교(확장부) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 26.3.6】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 26.3.3】 교대 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
교대 A1 상태양호	교대 A1 상태양호
	
교대 A2 상태양호	교대 A2 상태양호

【사진 26.3.7】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교각

1) 부재의 개요

- 성사1교(부천방향 확장부)의 교각은 T형으로 구성되어 있으며, 강관말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보 및 사다리를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 26.3.8】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 26.3.4】 교각 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
합계	—	—

	
교각 P1 기둥부 상태양호	교각 P1 코핑부 상태양호

【사진 26.3.9】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

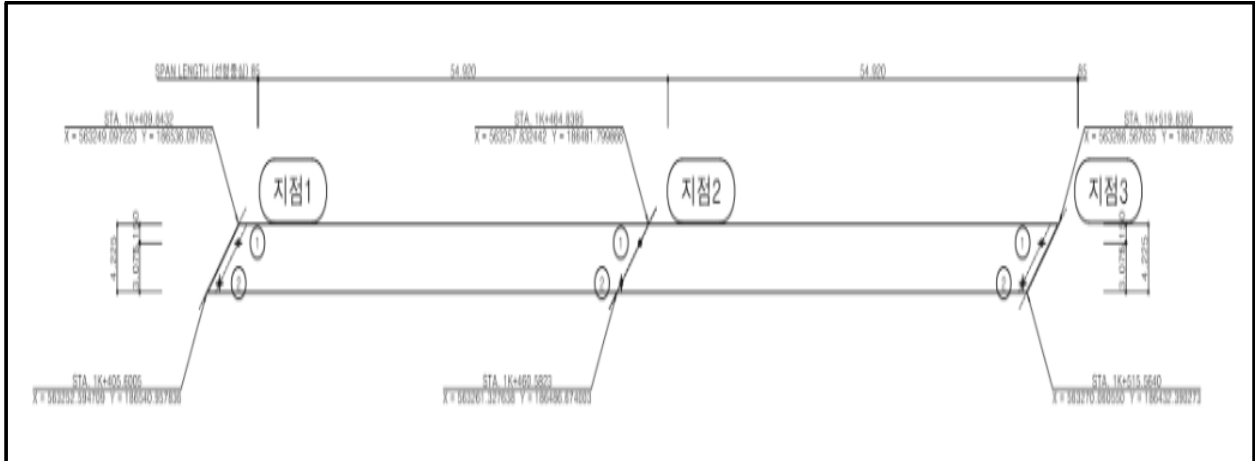
4) 검토의견

- 교각의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 성사2교(확장부)의 받침은 포트받침으로 총 6기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 26.3.1】 교량받침 배치도



【사진 26.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 26.3.5】 교량받침 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 26.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

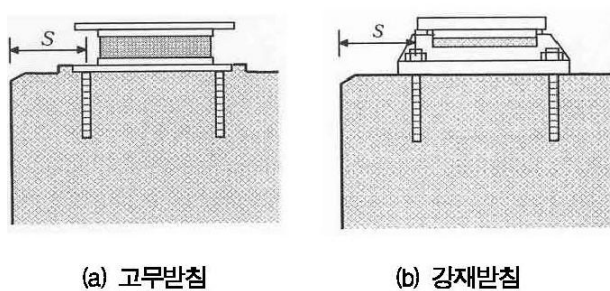
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 연단거리 검토

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



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

【그림 26.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 26.3.12】 교량반침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 26.3.6】 연단거리 측정 결과

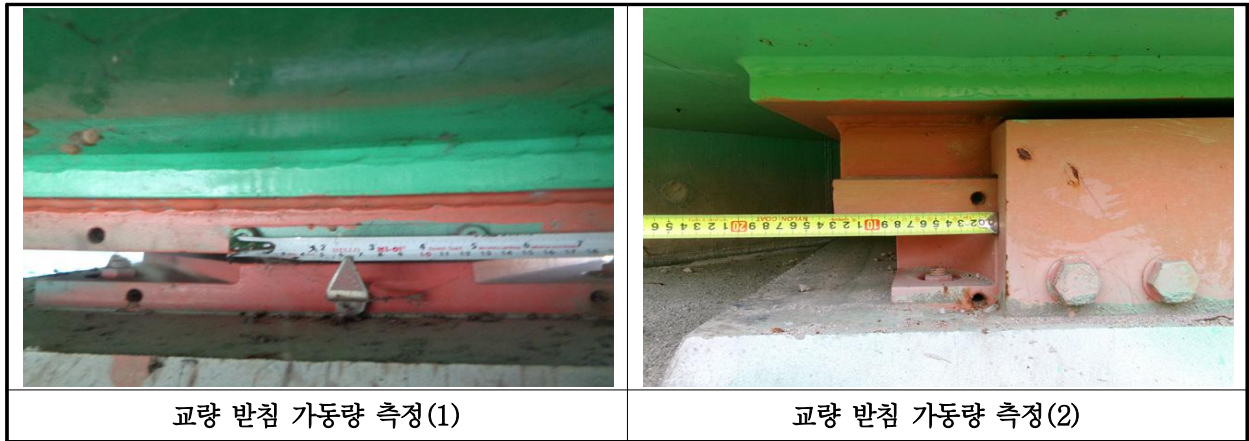
구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		475	520	630	O.K
P1	A1측	475	1050	1000	O.K
	A2측	475	1000	1045	O.K
A2		475	570	540	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량반침 신축거동상태 검토

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



【사진 26.3.13】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 26.3.7】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	34.0	26.0	0.000012	55.0	22.4	17.2	
P1	고정단						
A2	34.0	26.0	0.000012	55.0	22.4	17.2	
1) 조사당시 온도 : 14.0℃(조사일 : 2022년 10월 21일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울))							
2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 26.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	0	50	50	22.4	17.2	±50	OK
	SH2	0	50	50	22.4	17.2	±50	OK
P1	고정단							
A2	SH1	0	50	50	22.4	17.2	±50	OK
	SH2	0	50	50	22.4	17.2	±50	OK
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.

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 26.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 후타재 균열(0.3mm미만), 여유량 부족 등의 손상이 확인되었다.

【표 26.3.9】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		여유량 부족 (개소)	
A1 (EXP J1)	9.00	18	—	—
A2 (EXP J2)	7.00	14	1.00	1
합계	16.00	32	1.00	1

신축이음 A1 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)	신축이음 A1 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)
신축이음 A2 여유량 부족(1EA)	신축이음 A2 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)

【사진 26.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되어 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 안전점검을 통하여 손상의 재발생 여부 등을 확인하는 유지관리가 필요하며, 신축이음 A2에 발생한 여유량 부족의 경우 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

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 가동량 산정 - 조사일 : 2022. 10. 21. 기온 적용: 14.0℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-14.0℃ = 26.0℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(14.0℃) = 34.0℃ 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>선판창계수 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	선판창계수 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	선판창계수 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}																				
소요 신축량																								

【사진 26.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 26.3.10】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선판창 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	34.0	26.0	0.000012	55.0	22.4	17.2	60.0	90.0	100.0	
A2	34.0	26.0	0.000012	55.0	22.4	17.2	65.0	90.0	110.0	

1) 조사당시 온도 : 14.0℃(조사일 : 2022년 10월 21일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울))
 2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 26.3.11】 신축이음 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(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	22.4	17.2	60.0	85	2.6	42.8	O.K
	바닥판	22.4	17.2	90.0	-	-	72.8	O.K
	거더	22.4	17.2	100.0	-	-	82.8	O.K
A2	신축이음	22.4	17.2	65.0	85	-2.4	47.8	N.G
	바닥판	22.4	17.2	90.0	-	-	72.8	O.K
	거더	22.4	17.2	110.0	-	-	92.8	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축시 A2 신축이음에서 여유량이 부족한 것으로 나타났으며, 이는 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

- 성사2교(확장부)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.



【사진 26.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 접속도로 아스콘 파손의 손상이 확인되었다.

【표 26.3.12】 교면포장 현장조사 결과

구분	접속도로 아스콘 파손 (㎡/개소)	
S1	0.30	1
S2	—	—
합계	0.30	1

	
교면포장 S1 접속도로 아스콘 파손(0.3×1.0)	교면포장 S1 접속도로 아스콘 파손(0.3×1.0)
	
교면포장 S1 상태양호	교면포장 S2 상태양호

【사진 26.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과, 외부충격으로 인한 접속도로 아스콘 파손이 조사되었으며, 차량의 주행성에는 영향을 미치지 않으나 지속적인 통행하중, 충격 발생시 손상의 진전 가능성이 있어 내구성 확보차원의 아스콘 팻칭 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 성사2교(확장부)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 26.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 26.3.13】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
합계	—	—

	
배수구 상태양호	배수구 상태양호
	
배수관 상태양호	배수관 상태양호

【사진 26.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수구의 현장조사 결과, 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물 퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.21】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 26.3.14】 방호벽 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
합계	—	—

	
방호벽 S1 상태양호	방호벽 S1 상태양호
	
방호벽 S2 상태양호	방호벽 S2 상태양호

【사진 26.3.22】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

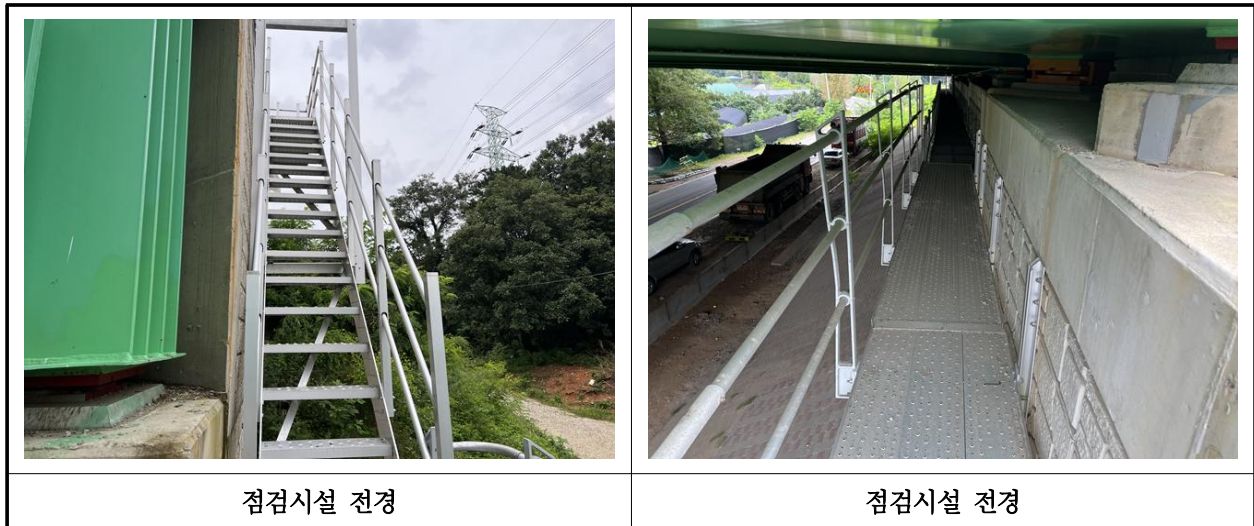
4) 검토의견

- 방호벽의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 A2, P1에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 26.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

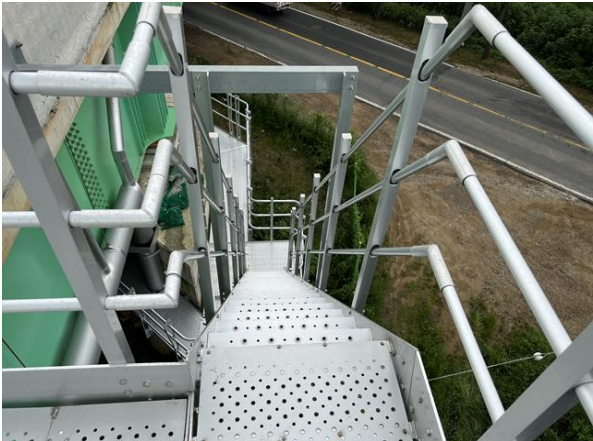
- 교대 및 교각에 설치된 점검시설 조사 시 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 26.3.15】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 26.3.24】 교량 점검시설 손상현황

	
점검시설 상태양호	점검시설 상태양호

【사진 26.3.24】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 점검시설의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

카. 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.

26.3.3 현장조사 총괄표

【표 26.3.16】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		상태양호	—	—	—	
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	
	거더내부	상태양호	—	—	—	
교대		상태양호	—	—	—	
교각		상태양호	—	—	—	
교량받침		상태양호	—	—	—	
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.00	32	
		여유량 부족	EA	1.00	1	
교면포장		접속도로 아스콘 파손	m ²	0.30	1	
배수시설		상태양호	—	—	—	
방호벽		상태양호	—	—	—	
점검시설		상태양호	—	—	—	

26.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

26.4 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.

26.4.1 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 26.4.1】 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	

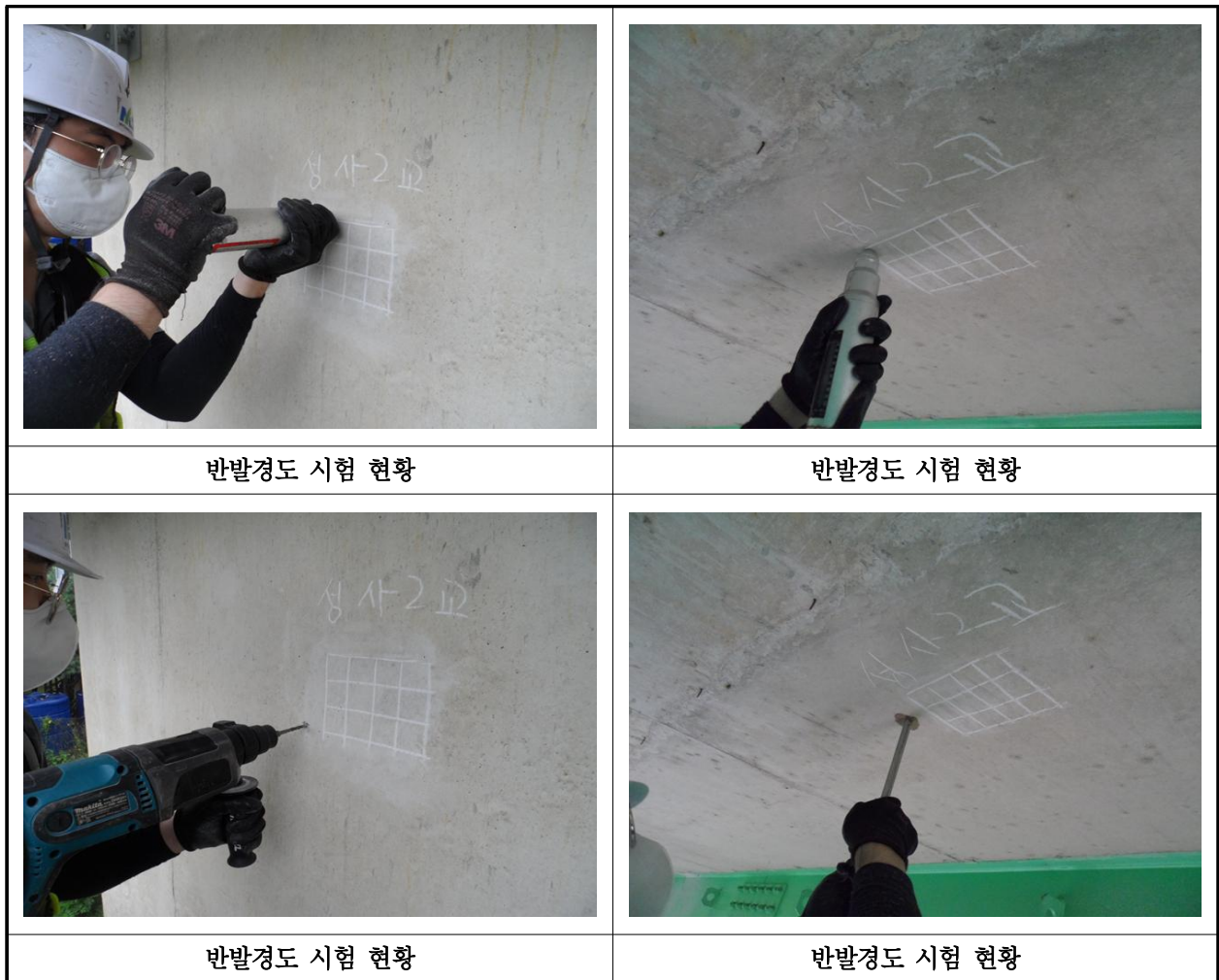
주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

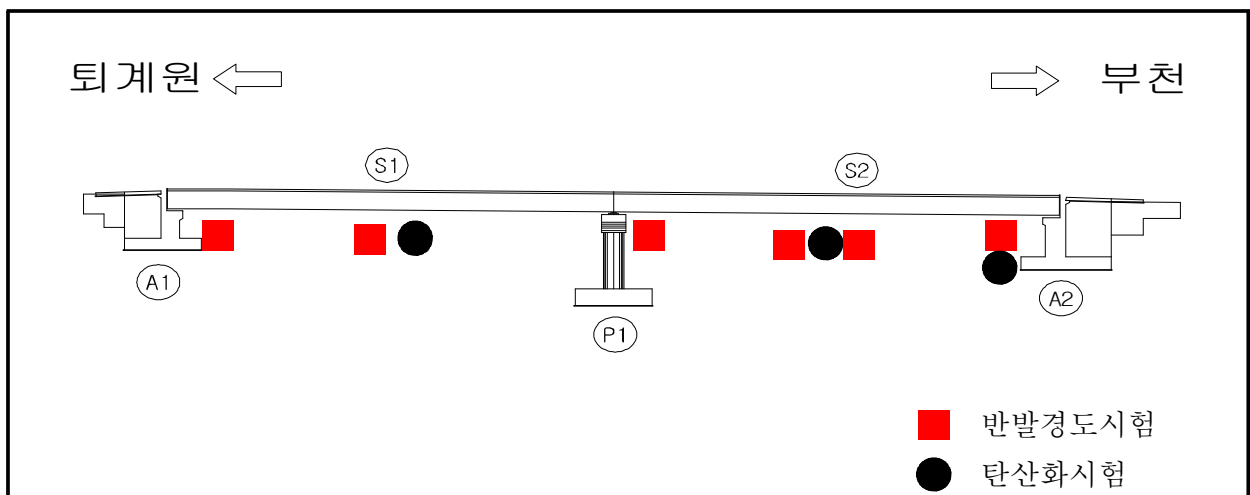
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 26.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 26.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

26.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 26.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판 하면	45.9	27.0	28.6	0.67	27.0	
	S2	바닥판 하면	45.9	27.0	28.6			
	S2	바닥판 하면	46.0	27.1	28.6			

【표 26.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	42.5	24.1	26.9	0.67	24.0	
	A2	교대	44.1	25.4	27.7			

【표 26.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	51.2	43.6	53.0	0.67	40.0	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.6MPa, 하부구조(교대) 24.1~27.7 MPa, 하부구조(교각) 43.6~53.0MPa 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 26.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.6 ~ 28.6	27.0	100.1 ~ 106.0
하부구조	교대	24.1 ~ 27.7	24.0	100.3 ~ 115.3
	교각	43.6 ~ 53.0	40.0	109.1 ~ 132.4

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 26.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판	1.50	40.00	38.50	1.06	100년이상	a
	S2 바닥판	2.00	40.00	38.00	1.41	100년이상	a
하부구조	A2 교대	2.50	100.00	97.50	1.77	100년이상	a

탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화 깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화 깊이는 2.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 26.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.5~2.0	38.0~38.5	
하부구조	2.5	97.5	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 26.4.8】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.1~27.7	24.0	
		교각	43.6~53.0	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0~38.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		97.5	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.

26.5 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 현장조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

26.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

【표 26.5.1】 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	STB	a	a	—	c	a	a	b	a	a	q	a	—
S2	P1	STB	a	a	—	a	a	a	—	a	a	q	a	—
	A2								b	a	a	q	—	a
평균			0.100	0.100	—	0.250	0.100	0.100	0.200	0.100	0.100	—	0.100	0.100
가중치			18	25	—	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.025	—	0.018	0.003	0.002	0.018	0.009	0.020	—	0.004	0.003
													0.120	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.120) < 0.130$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 26.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
성사2교(확장부)	0.120	A	110	1	110	1.000	0.120
합계(Σ)			110	1	110	1	0.120
1. 평가지수 =							0.120
2. 상태평가결과 =							A

26.5.2 기 점검 결과와의 비교

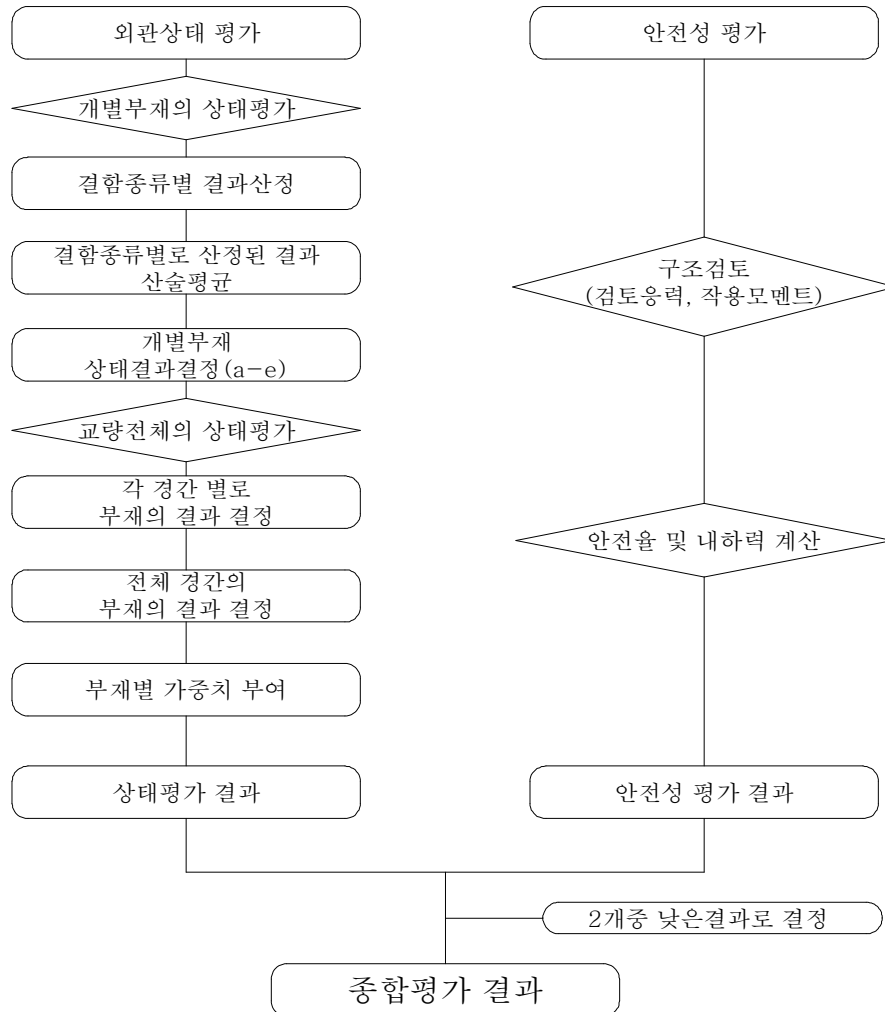
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

26.6 종합평가 및 안전등급 지정

26.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림26.6.1】 종합평가 결과 산정절차

26.6.2 종합평가 결과

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

【표 26.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
성사2교(확장부)	0.120	A	—	—	A
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 로 평가됨 •종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

26.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 “A등급” 으로 지정하였다.

【표 26.6.2】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

26.7 보수·보강 및 유지관리방안

26.7.1 보수·보강 방안

【표 26.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	거더외부	—	—	—	—	—
	거더내부	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	상태양호	—	—	—	—	—
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.00	32	표면처리	하자
	여유량 부족	EA	1.00	1	신축이음 재설치	하자
교면포장	접속도로 아스콘 파손	m ²	0.30	1	아스콘 팻칭	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

26.7.2 개략공사비

【표 26.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	16.00	6.00	m²	—	—	하자
	여유량 부족	신축이음 재설치	1.00	1.00	EA	—	—	하자
교면포장	접속도로 아스콘 파손	아스콘 팻칭	0.30	0.45	m²	—	—	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.

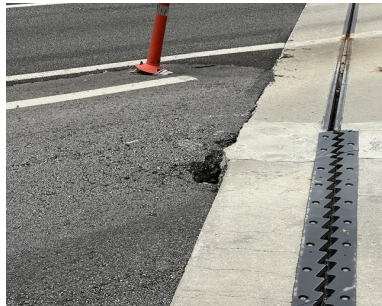
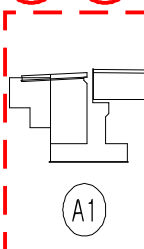
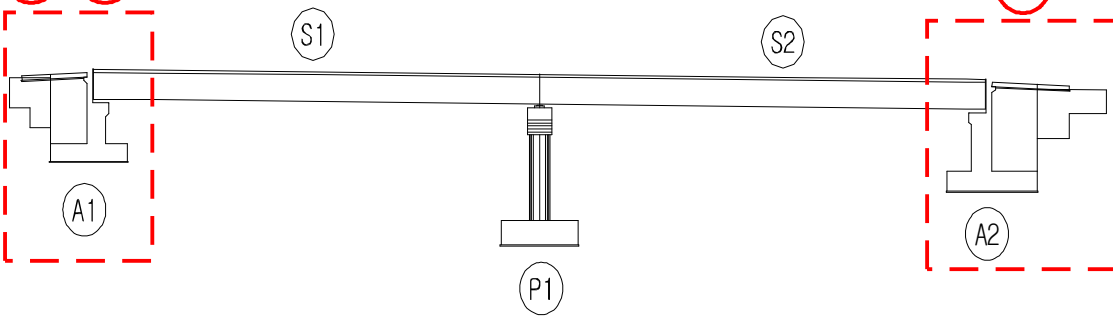
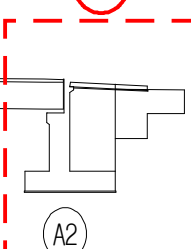
26.7.3 유지관리방안

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 26.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 신축이음 A2 여유량 부족 - 지속적인 유간측정	② 신축이음 A1 균열(0.3mm미만) - 진전 여부확인	③ 교면포장 S1 접속도로 아스콘 파손 - 진전 여부확인
퇴계원 ← ② ③  A1  P1 ①  A2 → 부천		

26.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 산 14-5에 위치한 교량으로 총 연장 110.0m, 폭 4.1m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

26.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 교대

- 교대의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교각

- 교각의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

6) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만)의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되어 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 안전점검을 통하여 손상의 재발생 여부 등을 확인하는 유지관리가 필요하며, 신축이음 A2에 발생한 여유량 부족의 경우 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축시 A2 신축이음에서 여유량이 부족한 것으로 나타났으며, 이는 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

7) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과, 외부충격으로 인한 접속도로 아스콘 파손이 조사되었으며, 차량의 주행성에는 영향을 미치지 않으나 지속적인 통행하중, 충격 발생시 손상의 진전 가능성이 있어 내구성 확보차원의 아스콘 패칭 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

8) 배수시설

- 배수구의 현장조사 결과, 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물 퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

9) 방호벽

- 방호벽의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 교량 점검시설

- 점검시설의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

11) 공중이 이용하는 부위

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.6MPa, 하부구조(교대) 24.1~27.7MPa, 하부구조(교각) 43.6~53.0MPa 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 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화 깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화 깊이는 2.5mm 로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 성사2교(확장부)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.120, 상태평가 점수는 “A” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 성사2교(확장부)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 「문제점이 없는 최상의 상태」인 「A」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.

26.8.2 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.

26.8.3 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.