

25. 성사1교

[퇴계원방향 확장부]

- 25.1 시설물 개요
- 25.2 자료수집 및 분석
- 25.3 현장조사
- 25.4 콘크리트 내구성조사
- 25.5 상태평가
- 25.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 25.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 25.8 종합결론

25. 성사1교(퇴계원방향 확장부)

25.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 610-14에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 5.0m로 시공되어 있다.

25.1.1 일반사항

【표 25.1.1】 성사1교(퇴계원방향 확장부) 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000112		관리번호		-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 성사동 610-14		준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		-		노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=120.0m (2@60=120.0m)					
	폭	B=5.0m					
구조 형식	상부	Steel Box		기초 형식	교 대	직접기초 강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형 교각: T형			교 각	강관말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		뉴모노셀조인트	
교차시설물		호국로		통과높이		8.6m	
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			

25.1.2 위치도 및 전경사진

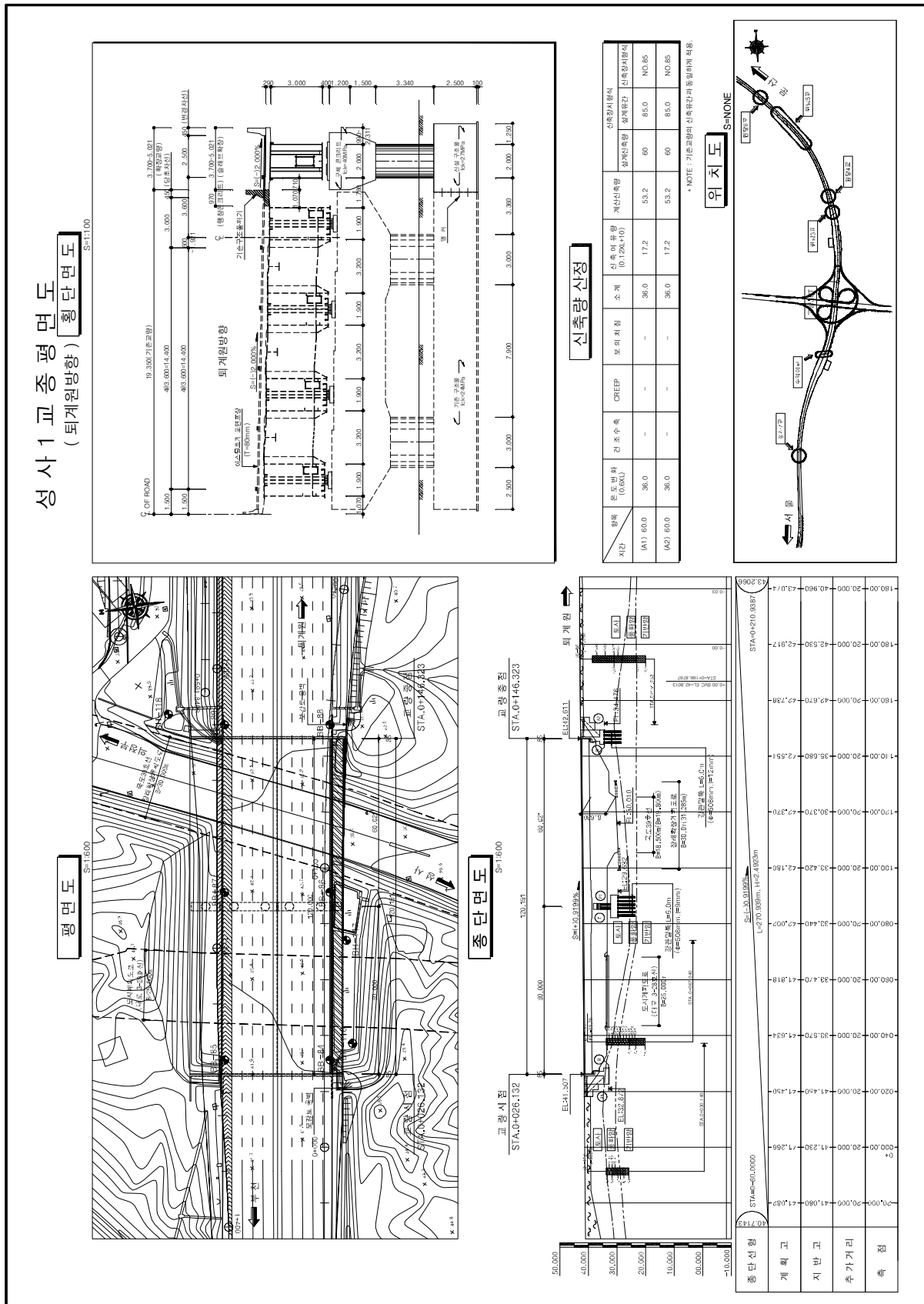


【그림 25.1.1】 위치도

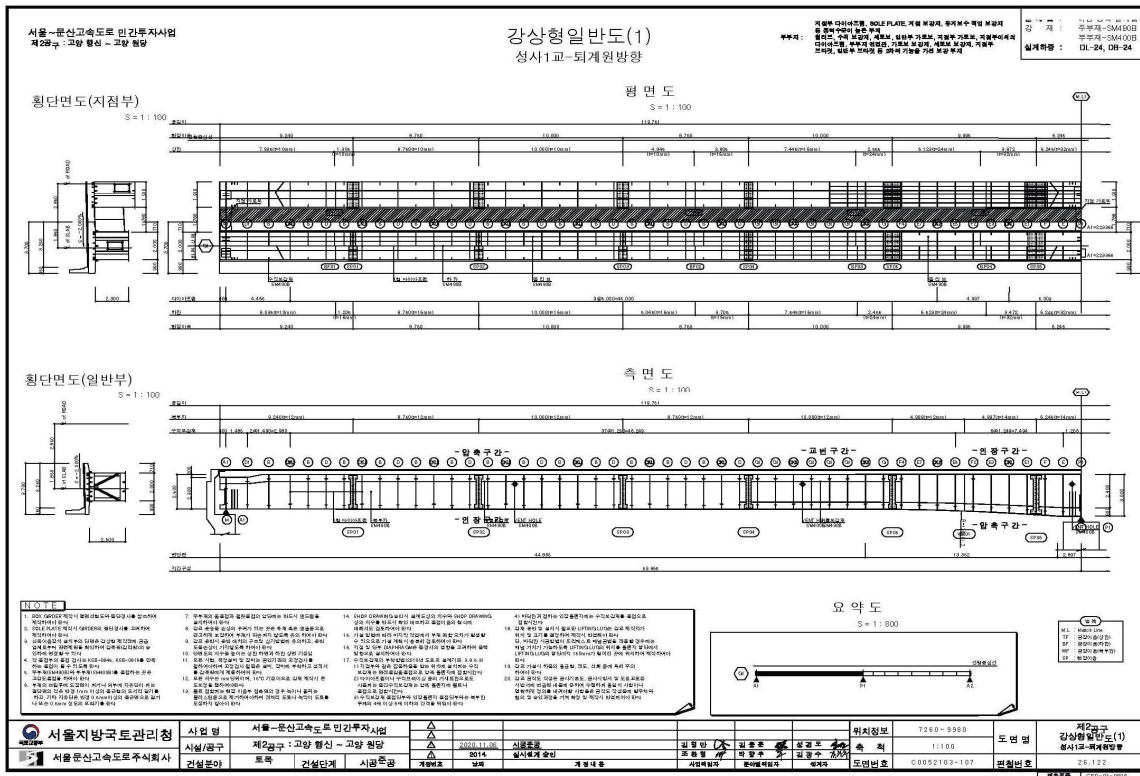
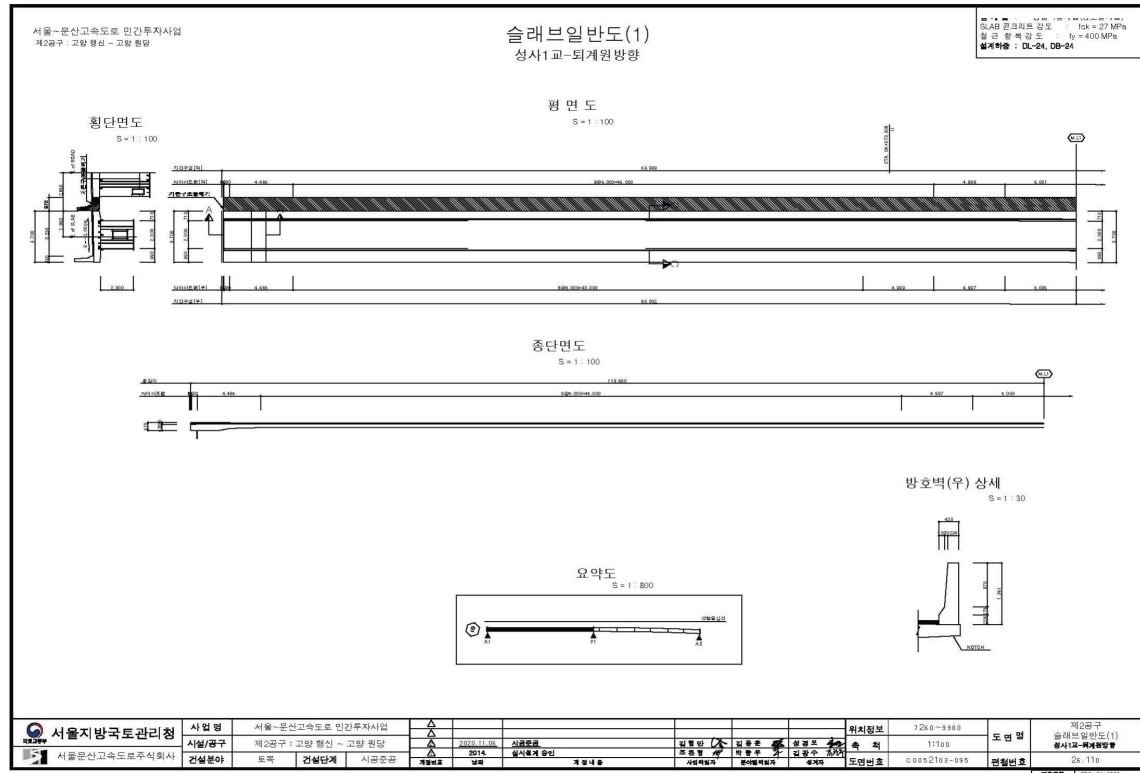
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 25.1.2】 부재별 현황

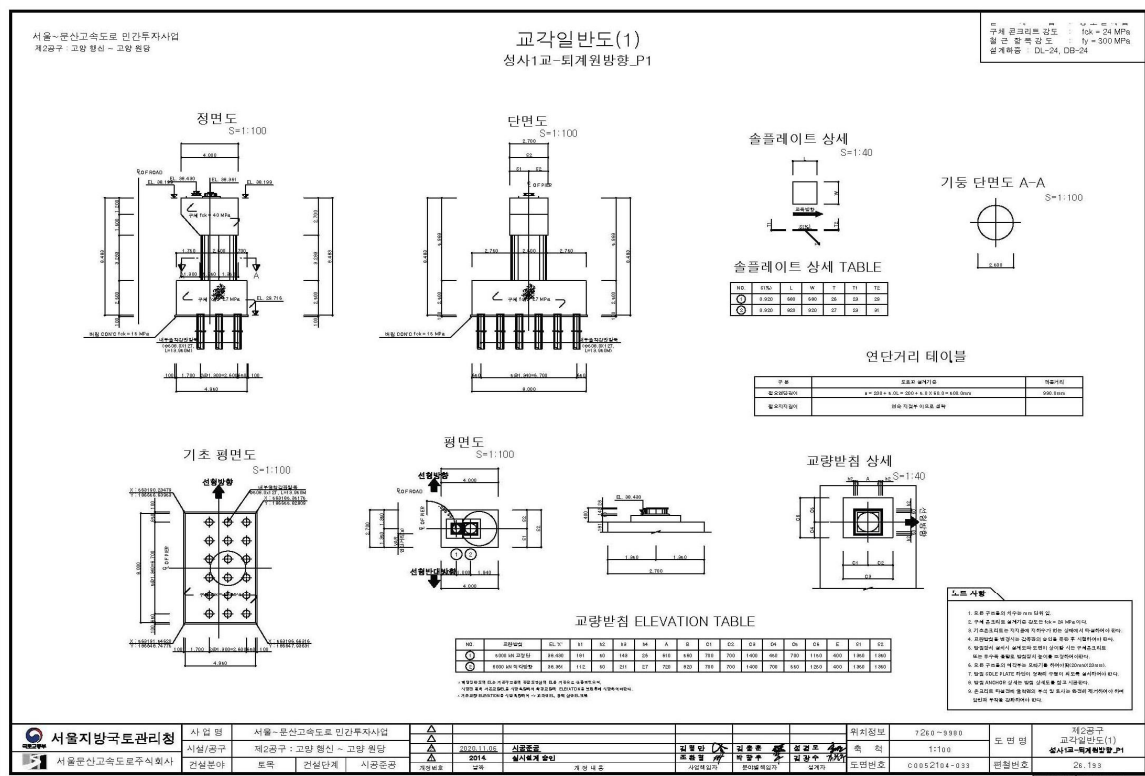
25.1.3 시설물 일반도



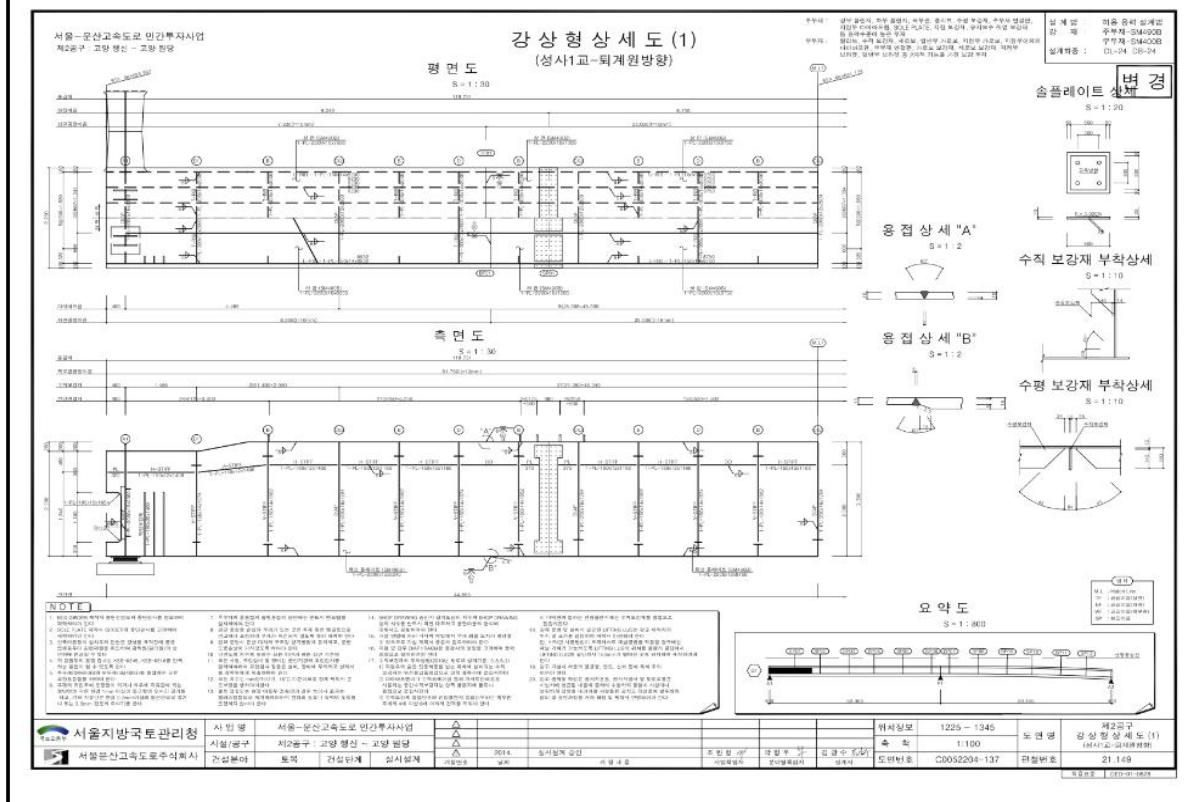
【그림 25.1.3】 평면 및 종단면도



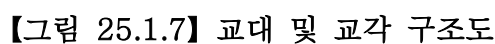
【그림 25.1.4】 바닥판하면 일반도, 강상형 일반도



성사1교(퇴계원방향 확장부)- 8



성사1교(퇴계원방향 확장부) - 9



25.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “서울~문산고속도로 민간투자사업”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

25.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.	제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.	제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.
제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.	제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.	제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.
제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.	제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.	제4편 성과분석 및 설계지반정수 제 2 장 설계지반정수 산정 2.1 개요 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.2 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다. 2.3 지형 및 지질 본 과업 대상 구간은 본 과업 대상 구간을 구성하며, 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

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

○ 문헌자료

부위	투수계수(cm/s)	토질	투수계수(cm/s)	입반의 상태	특징	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	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
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 있으며	불투수성 일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분	문헌자료	시험결과	비고
퇴적층	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	5.4×10^{-4}
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	1.2×10^{-7}
	모래	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	6.6×10^{-4}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	5.9×10^{-3}
종파도	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
정파압	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-5}
연암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
경암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	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

구분	단위중량(kN/m ³)	점도비(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
쌓기재	토사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암리석	20.0	0.0	35.0	—	—
배설층	자갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	점토	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
종파도	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33	2.4×10^{-4}
정파압	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30	4.5×10^{-5}

2.7.2 비닐구간 암반등급별 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m ³)	점도비(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^{-5}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암종	점도비(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구분	V _p (m/s)	V _s (m/s)	G _u (MPa)	E _u (MPa)	K _u (MPa)	v _u
배설층	488	180	62	164	181	0.33
	원도	645	200	68	190	0.40
	모래	480	170	52	140	0.35
퇴적층	자갈	514	190	69	181	0.32
	종파도	952	392	268	713	0.33
정파압	1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연암	1,834	954	2,184	5,504	3,622	0.26
경암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

제3편 지반조사 결과

제 3 장 물리탐사

국립중앙도서관

제3편 지반조사 결과

45

서울문신고송도문주학회

제3편 지반조사 결과

제3편 지반조사 결과

분석결과

- 시험결과 결과값(c)은 공화초 22.5kPa, 봉화산 31.1kPa로 산정되며, 파열각(ϕ)은 봉화도 28.1°, 공화초 31.4°로 나타남

 국립중앙도서관


 2008年12月

제3편 지반조사 결과

 서울~문산고속도로 민간투자사업

구분	연 앞	경 앞	연 앞	경 앞
성적비율	$3.05 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$	0.11~0.14	0.04~0.08

 국토교통

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계 조건

1) 교량 제원

- (1) 교량 명 : 서울방암
- (2) 교량 등급 : 1 등급 (DS-24 및 DL-24 적용)
- (3) 교량 유식 : Steel 박스거더교
- (4) 교량 연장 : $60.000 + 60.000 = 120.000$ m
- (5) 교량 폭길 : $B = 4.165$ m
- (6) Girder 세형 : $B = 2.000$ m $H = 2.500 \sim 3.000$ m
- (7) 사각(Skew) : 90.000°
- (8) 곡률반경(R) : 좌측 = 100 m 중앙 = 100 m 우측 = 100 m
- (9) 설계 속도 : 100.000 km/h
- (10) 사용재료 및 물리적 특성치

① 강재

• 사용재료

주부재	SM490B(상판, 하판, 복부판, 상부충격보, 하부충격보, 수평보 강재, 지점부 다이어트판, 지점보강재, 슬라베이트)
부부재	SM490B(지점부의 다이어트판, 수직보강재, 통리보, 일련부 가로보, 지점부 가로보)
강재 탄성계수 (E_s)	206,000,000 MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000,000 MPa

• 허용 응력 (MPa) (→ 도표 제 3.3.2.1)

용접 종류	판두께 (mm)	강종						
		SS 400 SM 400 SM 400	SM 490 SM 490 SM 490	SM 490 SM 490 SM 490	SM 570 SM 570 SM 570	H 6800 H 6800 H 6800	H 6800 H 6800 H 6800	H 6800 H 6800 H 6800
특별강 인장응력 및 휨 인장응력	40 이하	140	190	215	270			
	40 초과 75 이하		175 (190)	200 (215)	260 (270)	230	270	380
	75 초과 100 이하	130		190 (215)	250 (270)			

(8) 단면 검토

【단면 검토 : 중앙부(거더)】

• 단면제원 및 설계가정

$f_{ck} = 27$ MPa, $f_y = 400$ MPa, $k_1 = 0.85$, $\phi_1 = 0.85$, $\phi_v = 0.80$

B (mm)	H (mm)	d (mm)	피복 (mm)	f_{u1} (kN/mm)	V_{u1} (kN)
1000.0	290.0	250.0	40.0	78.6	0.0

• 강도감소계수 (Φ) 산정

$$T = A_s \times f_y = 993.000 \times 400.00 = 397200.000$$

$$C = 0.85 \times f_{ck} \times a \times b = 0.85 \times 27.00 \times a \times 1000.000 = 22950.000 \times a$$

$$T = C \text{ 이므로, } a = 17.307 \text{ mm, } c = 17.307 / 0.85 = 20.361 \text{ mm}$$

$$e_y = f_y / E_s = 400.00 / 200000.00 = 0.0020$$

$$e_t = 0.00300 \times (d_t - c) / c = 0.00300 \times (250.00 - 20.361) / 20.361 = 0.03383$$

$$e_t \geq 0.00500 \text{ 이므로 연장시제단면이며, } \Phi = 0.85 \text{ 를 적용한다.}$$

• 필요철근량 산정

$$M_u / \Phi = A_s \times f_y \times (d - a/2) \quad \text{①}$$

$$a = A_s \times f_y / (0.85 \times f_{ck} \times b) \quad \text{②}$$

식②를 식①에 대입하여 이차방정식으로 A_s 구한다

$$\frac{M_u}{\Phi} = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{A_s \times f_y}{2 \times 0.85 \times f_{ck} \times b} \right) \quad \text{③}$$

$$\text{• 사용철근량} = 993.0 \text{ mm}^2 \text{ (철근도심 : 40.0 mm), [사용률} = 1.038]$$

$$1 \text{ 단 : H16} - 5.0 \text{ EA (= } 993.0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

• 철근비 검토

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00350$$

$$0.25 \sqrt{f_{ck}} / f_y = 0.00325, \quad \rho_{min} = 0.00350 \text{ 적용}$$

$$\text{수축온도철근비} = 0.00200$$

$$\rho_{max} = 0.714 \times P_b = 0.714 \times k_1 \times \Phi \times (f_{ck} / f_y) \times \{600 / (600 + f_y)\} = 0.02089$$

$$\rho_{use} = A_s / b d = 0.00397$$

$$\rho_{max} \geq \rho_{use} \geq \rho_{min} \rightarrow \text{철근비 만족, } \therefore 0.K$$

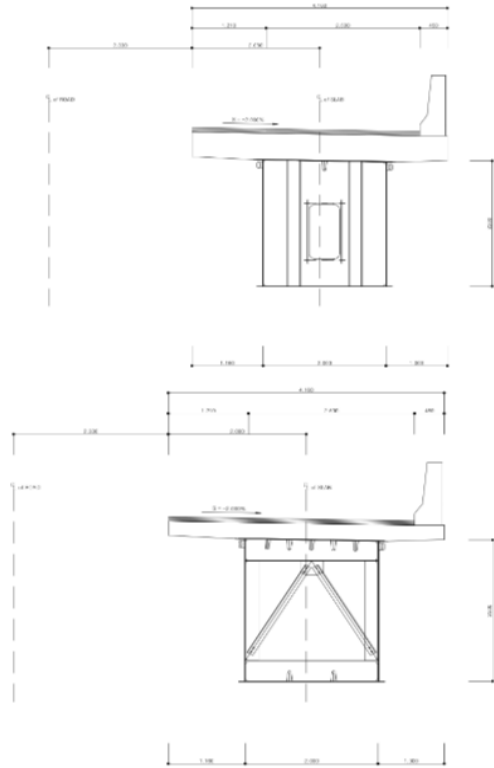
• 휨에 대한 검토

$$s = A_s \times f_y / (0.85 \times f_{ck} \times b) = 17.307 \text{ mm}$$

$$\phi M_n = 0.85 \times 993.000 \times 400 \times (250.00 - a/2) = 61.483 \text{ kN.m}$$

$$\geq M_u (= 76.578 \text{ kN.m}) \therefore 0.K \text{ [안전율 } 1.037]$$

2. 단면가정



【배력철근 검토 : 중앙부(거더)】

• 단면제원 (수축, 온도철근) : 「콘크리트 구조설계기준 5.7.2」

전체 단면적 대비 0.0020 이상

사용철근량 : 794.4 mm²

H16 - CTC 250

$$\text{필요철근량} = 0.0020 \times 1000.0 \times 290.0 = 580.0 \text{ mm}^2$$

$$580.0 \text{ mm}^2 < 794.4 \text{ mm}^2 \therefore 0.K$$

• 주철근이 차량진행방향에 직각인 경우 「도로교 설계기준 3.6.1.4 (4)」

배분율 = $120.0 / \sqrt{(2.000)} = 64.9$ 과 67.0 중 작은 값 이상

사용철근량 : 794.4 mm²

H16 - CTC 250

$$\text{필요철근량} = 956.3 \times 0.670 = 640.7 \text{ mm}^2 < 794.4 \text{ mm}^2 \therefore 0.K$$

【균열검토 : 중앙부(거더)】

① 휨력 산정

$$f_s = M / [A_s \times (d - \chi / 3)] = 38.345 \times 1000000 / [993.000 \times (250.00 - 52.411/3)]$$

$$= 166.066 \text{ MPa}$$

$$\chi = -n A_s / b + n A_s / b \sqrt{1 + 2 b d / (n A_s)}$$

$$= -7 \times 993.000 / 1000.0 + 7 \times 993.000 / 1000.0 \times \sqrt{1 + 2 \times 1000.0 \times 250.0 / (7 \times 993.000)}$$

$$= 52.411 \text{ mm}$$

$$\text{사용철근량} = 993.0 \text{ mm}^2 \text{ (철근도심 : 40.0 mm)}$$

$$1 \text{ 단 : H16} - 5.0 \text{ EA (= } 993.0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

② 철근의 최대 중심간격

$$C_c = 40.00 - 16/2 = 32.00 \text{ mm}$$

여기서 C_c : 인장철근이나 긴장재의 표면과 콘크리트 표면사이의 두께(mm)

$$S_{min} = 375 \times (210 / f_s) - 2.5 \times C_c = 375 \times (210 / 166.07) - 2.5 \times 32.00 = 394.21 \text{ mm}$$

$$300 \times (210 / f_s) = 300 \times (210 / 166.07) = 370.37 \text{ mm}$$

S_{min} 는 작은 값인 370.37 mm 를 적용

$$S = 1000.00 / 5.0 \text{ EA} = 200.00 \leq S_{min} (= 370.37 \text{ mm}) \therefore 0.K$$

【단부 설계 : 중앙부(거더)】

배치 범위는 컨테이너의 고정하중에 대한 지간 2.000m 이상 배치한다.

- 주철근

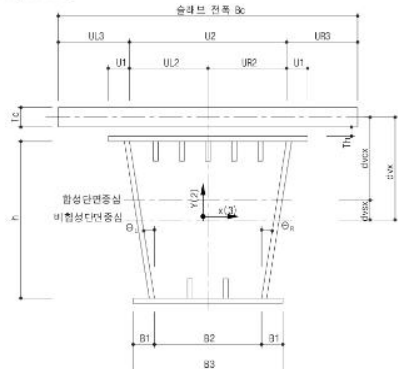
$$A_{s \text{ req}} = 956.334 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ use}} = 1096.000 \text{ mm}^2$$

$$H16 - CTC 100.0 = 1966.0 \text{ mm}^2$$

$$[\text{사용률} = 2.077] \therefore 0.K$$

4.2 단 면 가 칭(합성전)



주형의 탄성변형 및 부결정락을 계산하는 경우에는 정부모멘트에 관계없이 바닥 콘크리트의 합성작용을 고려한다. (⇒ 도.설 3.9.1.2)

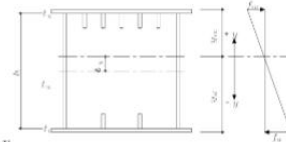
B_c	: 바닥 콘크리트의 폭
T_c	: 바닥 콘크리트의 두께
T_h	: 바닥 콘크리트의 전체 높이
N	: 강재와 콘크리트의 탄성계수비 ($N = E_s / E_c$)
d_c	: 바닥 콘크리트의 단면적
A_{cs}	: 합성후 (강재 + 바닥 콘크리트)의 합성 단면적
$I_{c(sg)}$	: 2축(3축) 방향 바닥 콘크리트의 단면 2차 모멘트
$d_{c(sg)}$	: 2축(3축) 방향 강재단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리
$d_{c(sg)}$	: 2축(3축) 방향 합성후 합성단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리
$d_{c(sg)}$	: 2축(3축) 방향 합성단면 도심에서 강재단면 도심까지의 거리 (합성전 및 합성후 단면에서의 도심축 이동량)
I_{ss}	: 합성전 강재단면의 3축 방향(중방향) 단면2차 모멘트
I_{ss}	: 합성전 강재단면의 2축 방향(횡방향) 단면2차 모멘트
I_{ss}	: 합성후 단면의 3축 방향(중방향) 단면2차 모멘트
I_{ss}	: 합성후 단면의 2축 방향(횡방향) 단면2차 모멘트
ϕ_s	: 좌측 복부판과 연속선이 이루는 각도
ϕ_s	: 우측 복부판과 연속선이 이루는 각도

X(S)축 방향 단면 제형

구분	구분	A_s (mm ²)	I_s (mm ⁴)	I_{s-x} (mm ⁴)	I_{s-y} (mm ⁴)	I_{s-z} (mm ⁴)
UPPER FL.	1 ~ 2,200.0 × 10.0	22,000.0	1,155.0	2.541E+07	2.935E+10	1.833E+09
UPPER R/S	5 ~ 190.0 × 14.0	11,200.0	1,570.0	1.195E+07	1.282E+10	2.385E+07
U-MEB	1 ~ 2,300.0 × 12.0	27,600.0	-	-	-	1.217E+10
U-MEB	1 ~ 2,300.0 × 12.0	27,600.0	-	-	-	1.217E+10
LOWER FL.	2 ~ 190.0 × 14.0	4,480.0	-1,570.0	-4.794E+06	5.129E+09	9.557E+06
LOWER R/S	1 ~ 2,200.0 × 10.0	22,000.0	-1,155.0	-2.541E+07	2.935E+10	1.833E+09
강재 단면 합계		114,880.0	-	7.190E+06	7.665E+10	2.437E+10
RC 단면	1 ~ 4,160.0 × 440.0	1,830,400.0	1,420.0	2.596E+09	3.891E+12	2.953E+10
SLAB 단면 합계		1,830,400.0	-	2.596E+09	3.891E+12	2.953E+10

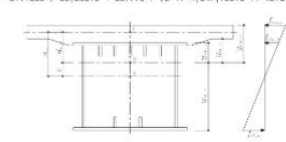
$\phi_s = 114,880.0 \text{ mm}^2$ $I_{s-x} = 1,830,400.0 \text{ mm}^4$

2) 응력 검토



(1) 합성전

- 도심축 이동량
 $\delta_y = \sum A_i y_i / \sum A_i = 7,190,420.0 / 114,880.0 = 62.591 \text{ mm}$
- 도심축에서 상·하부 플랜지 연단거리
 $y_{uc} = h/2 + t_w - \delta_y = 2,300.0 / 2 + 10.0 - 62.591 = 1,097.409 \text{ mm}$
 $y_{lc} = -(h/2 + t_w + \delta_y) = -(2,300.0 / 2 + 10.0 + 62.591) = -1,222.591 \text{ mm}$
- 강재의 단면2차 모멘트
 $I_s = \sum I_{s,i} + \sum A_i y_i^2 = A_i \cdot \delta_y^2 = 24,367,817,333.3 + 76,649,132,000.0 - 114,880.0 \times 62.591^2 = 1.008E+11 \text{ mm}^4$
(⇒ 도.설 3.8.2.1)
- 플랜지 폭력 검토
 $f_{uc} = M_y \cdot y_{uc} / I_s = 2,197.578 \times 1,097.4 / 100,566,898,391.8 = 23.980 \text{ MPa}$
 $f_{lc} = M_y \cdot y_{lc} / I_s = 2,197.578 \times -1,222.6 / 100,566,898,391.8 = -26.716 \text{ MPa}$
- 부재의 전단응력 검토
 $F^* = V \cdot I_{s,c} / I_s = 811.550 / 55,200.0 + 55.770 / (2 \times 4,647,720.0 \times 12.0) = 15.202 \text{ MPa}$



(2) 합성후

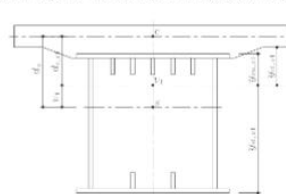
- 바닥판 콘크리트 합성단면적
 $A_{cs} = A_c + A_s \cdot n = 1,830,420.0 / 7.0 = 261,465.7 \text{ mm}^2$
- 바닥판 콘크리트 중심단면 2차모멘트
 $I_{c(s)} = I_{c,s} + A_c \cdot n^2 = 29,530,453,333.3 / 7.0 = 4,218,636,190.5 \text{ mm}^4$
- 합성 단면적
 $A_s = A_c + A_{cs} = 114,880.0 + 261,465.7 = 376,365.7 \text{ mm}^2$
- 강재도심선에서 콘크리트 바닥판 도심까지의 거리
 $d_{cs} = y_{uc} - t_w + T_c + T_h/2 = 1,097.4 - 10.0 + 50.0 + 440.0/2 = 1,357.4 \text{ mm}$
- 합성 단면의 도심축 이동량
 $\delta_y = A_{cs} \times d_{cs} / A_{cs} = 261,465.7 \times 1,357.4 / 376,365.7 = 943.1 \text{ mm}$
- 합성 단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리
 $d_{cs,s} = d_{cs} - \delta_y = 1,357.4 - 943.1 = 414.3 \text{ mm}$
- 합성단면의 단면2차 모멘트
 $I_{cs} = I_{cs} + A_{cs} \cdot \delta_y^2 + I_{c(s)} + A_{cs} \cdot d_{cs}^2 = 100,566,898,391.8 + 114,880.0 \times 943.1^2 + 4,218,636,190.5 + 261,465.7 \times 414.3^2 = 2.518E+11 \text{ mm}^4$
- 합성단면 도심에서 상·하부 플랜지 연단거리
 $y_{uc,s} = y_{uc} - \delta_y = 1,097.4 - 943.1 = 154.3 \text{ mm}$
 $y_{lc,s} = y_{lc} - \delta_y = -1,222.6 - 943.1 = -2,165.7 \text{ mm}$
- 합성단면 도심에서 콘크리트 바닥판 상·하부 플랜지 연단거리
 $y_{uc,s} = y_{uc} + T_c / 2 = 414.3 + 440.0 / 2 = 634.3 \text{ mm}$
 $y_{lc,s} = y_{lc} - T_c = 634.3 - 440.0 = 194.3 \text{ mm}$
- 응력 검토
 $f_{uc,s} = M_y \cdot y_{uc,s} / I_{cs} = 873.415 \times 154.3 / 251,848,761,171.1 = 0.535 \text{ MPa}$
 $f_{lc,s} = M_y \cdot y_{lc,s} / I_{cs} = 873.415 \times -2,165.7 / 251,848,761,171.1 = -7.511 \text{ MPa}$
 $f_{uc,s} = M_y \cdot y_{uc,s} / I_{cs} = 873.415 \times 634.3 / (251,848,761,171.1 \times 7.0) = 0.314 \text{ MPa}$
 $f_{lc,s} = M_y \cdot y_{lc,s} / I_{cs} = 873.415 \times 194.3 / (251,848,761,171.1 \times 7.0) = 0.096 \text{ MPa}$
- 전단응력 검토
 $F^* = V \cdot I_{s,c} / I_{cs} = 328.373 / 55,200.0 + 344.405 / (2 \times 4,710,954.3 \times 12.0) = 8.995 \text{ MPa}$

(3) 활 하중

- 응력 검토
 $f_{uc,s} = M_y \cdot y_{uc,s} / I_{cs} = 1,203.737 \times 154.3 / 251,848,761,171.1 = 0.738 \text{ MPa}$
 $f_{lc,s} = M_y \cdot y_{lc,s} / I_{cs} = 1,203.737 \times -2,165.7 / 251,848,761,171.1 = -10.351 \text{ MPa}$
 $f_{uc,s} = M_y \cdot y_{uc,s} / I_{cs} = 1,203.737 \times 634.3 / (251,848,761,171.1 \times 7.0) = 0.433 \text{ MPa}$
 $f_{lc,s} = M_y \cdot y_{lc,s} / I_{cs} = 1,203.737 \times 194.3 / (251,848,761,171.1 \times 7.0) = 0.133 \text{ MPa}$
- 전단응력 검토
 $u = V \cdot I_{s,c} / I_{cs} + M_y \cdot I_{s,c} / (2 \cdot F_c \cdot I_{cs}) = 517.464 / 55,200.0 + 189.806 / (2 \times 4,710,954.3 \times 12.0) = 11.055 \text{ MPa}$

(4) 중 하중 [활하중을 비자하하의 물하중에 의한 응력검으로 활하중을 자하하에 의한 계산한 값의 1/2로 적용]

- 응력 검토
 $f_{uc,s} = M_y \cdot y_{uc,s} / I_{cs} = 0.000 \times 154.3 / 251,848,761,171.1 = 0.000 \text{ MPa}$
 $f_{lc,s} = M_y \cdot y_{lc,s} / I_{cs} = 0.000 \times -2,165.7 / 251,848,761,171.1 = 0.000 \text{ MPa}$
 $f_{uc,s} = M_y \cdot y_{uc,s} / I_{cs} = 0.000 \times 634.3 / (251,848,761,171.1 \times 7.0) = 0.000 \text{ MPa}$
 $f_{lc,s} = M_y \cdot y_{lc,s} / I_{cs} = 0.000 \times 194.3 / (251,848,761,171.1 \times 7.0) = 0.000 \text{ MPa}$
- 전단응력 검토
 $u = V \cdot I_{s,c} / I_{cs} + M_y \cdot I_{s,c} / (2 \cdot F_c \cdot I_{cs}) = 0.000 / 55,200.0 + 325.307 / (2 \times 4,710,954.3 \times 12.0) = 2.877 \text{ MPa}$



(5) 바닥판 콘크리트의 크리크 영향 (⇒ 도.설 3.9.2.6)

- 합성단면으로서의 바닥판 콘크리트에 지속하중이 작용하는 경우 바닥판 콘크리트의 크리크에 의한 응력의 계산에 쓰이는 크리크계수 ϕ_{cs} 은 2.0을 표준으로 한다.
 $\phi_{cs} = 2.0$
- $k = 0.933$ ϕ 2차 부정정적으로 인한 영향 고려
 $n_s = n_s \cdot (1 + \phi/2) = 7.0 \times (1 + 2.0/2) = 14.000$
 $A_{cs} = A_c + A_{cs} \cdot n_s = 114,880.0 + 1,830,400.0 / 14.0 = 2.456E+05 \text{ mm}^2$
 $y_{uc} = (A_{cs} \cdot n_s) \times d_{cs} / A_{cs} = (1,830,400.0 / 14.0) \times 1,357.4 / 245,822.9 = 722.5 \text{ mm}$
 $d_{cs,s} = d_{cs} - y_{uc} = 1,357.4 - 722.5 = 634.9 \text{ mm}$
 $I_{cs} = I_{cs} + A_{cs} \cdot y_{uc}^2 + I_{c(s)} + A_{cs} \cdot d_{cs,s}^2 = (100,566,898,391.8 + 114,880.0 \times 722.5^2) + (29,530,453,333.3 / 14.0) + 1,830,400.0 / 14.0 \times 634.9^2 = 2.153E+11 \text{ mm}^4$
- 합성단면도심에서 상·하부 플랜지 연단거리
 $y_{uc,s} = y_{uc} - y_{uc} = 0$
 $y_{lc,s} = y_{lc} - y_{uc} = -1,222.6 - 722.5 = -1,945.1 \text{ mm}$
- 합성단면 도심에서 바닥판 콘크리트 연단거리
 $y_{uc,s} = d_{cs,s} + T_c / 2 = 634.9 + 440.0 / 2 = 854.9 \text{ mm}$
 $y_{lc,s} = y_{lc} - T_c = 854.9 - 440.0 = 414.9 \text{ mm}$
- 크리크를 일으키기 전, 2차 고정하중에 의해 바닥판 콘크리트에 작용하는 압축력
 $N_s = M_y \cdot d_{cs,s} / A_{cs} (I_{cs} - I_{cs}) = 873.4 \times 414.3 \times 1,830,400.0 / (7.0 \times 251,848,761,171.1) = 3.757E+05 \text{ N}$
- 강재도하의 영향으로 인해 바닥판에 생기는 압축력
 $P_s = N_s \cdot 2 \cdot \phi / (2 + \phi) = 375,726.6 \times 2 \times 2.0 / (2 + 2.0) = 3.757E+05 \text{ N}$
- P_s 에 의해 합성단면에 발생하는 휨모멘트
 $M_s = P_s \times d_{cs,s} = 375,726.6 \times 634.9 = 2.385E+08 \text{ Nmm}$

3. 설계 조건

3.1 일반 사항

- 1) 구조 형식 : T형 교각
- 2) 상부 형식 : STEEL BOX
- 3) 교각 등급 : 1등급
- 4) 기초 형식 : 말뚝기초

3.2 하중

- 1) 활하중(교상면 단위하중) : $q_k = 25 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계기준 2.3.2]
- 2) 기중하중의 단위하중 : $q_{s2} = 20 \text{ kN/m}^2$ [도로교설계요령 제2편 P366]
- 3) 교량하중 태설계수 : $f_k = 0.05$

3.3 차 반 조건

- 1) 기초자면의 폭차 : $B = 7$
 - 2) 기초자면의 내부마찰각 : $\phi_2 = 25.34^\circ$: $15 + \sqrt{128}$
 - 3) 기초자면의 점착력 : $C = 17 \text{ kN/m}^2$
 - 4) 기초자면의 태설계수 : $u = 0.303$: $1/(K(\% \cdot \phi_2))$: K 는 점착력
 - 5) 차반 거각도 계수 : $A = 0.154$: u 의 함수 계수 $\times$ 차반 거각도 계수
- 내란 계수 : 1 등급 = 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 차반 거각 : 1 등급 = 차반 거각 계수 : 0.11

3.4 사용 재료 강도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{ck} =$ 두부 : 40 MPa
기둥 : 40 MPa
기초 : 27 MPa
- 탄성계수 : $E_c =$ 두부 : 30000 MPa
기둥 : 30000 MPa
기초 : 29000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도($S400$) : $f_y =$ 두부 : 400 MPa
기둥 : 400 MPa
기초 : 400 MPa
- 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

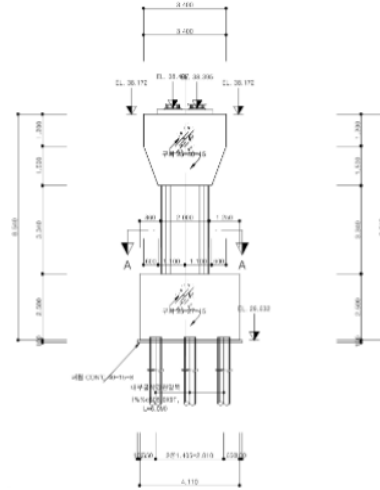
3.5 설계 방법

- 1) 안전성 검토 : 허용응력 설계법
- 2) 단면 설계 : 축하강도 설계법

3.6 참고 문헌

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

4. 단면 가정



2. 해석결과 요약

■ 동적 안전성검토 및 영역검토

구분	영역	하중	하중	비고
		하중	하중	비고
교축방향	평상시	하중지하역(kN/EA)	920.360	605.685
		하중지하역(kN/EA)	101.035	0.0
		하중지하역(kN/EA)	140.000	51.767
	지진시	하중지하역(kN/EA)	80.000	0.425
		하중지하역(kN/EA)	15.000	0.124
		하중지하역(kN/EA)	1380.540	605.765
교축직각방향	평상시	하중지하역(kN/EA)	286.553	0.0
		하중지하역(kN/EA)	210.000	58.563
		하중지하역(kN/EA)	120.000	0.740
	지진시	하중지하역(kN/EA)	80.000	785.054
		하중지하역(kN/EA)	151.035	0.0
		하중지하역(kN/EA)	140.000	55.602

■ 단면 설계

단면위치	길이(m)	단면적(m²)	Req. As (mm²)	Use. As (mm²)	Req. A _g (mm²)	Use. A _g (mm²)	비고
교축방향	2700.0	100.0	22258.414	25325.500	—	—	89.911
교축직각방향	2700.0	100.0	22258.414	25325.500	—	—	89.911
교축방향	2200.0	100.0	7.334	5109.900	5.236	3625.127	693.065
교축직각방향	2200.0	100.0	7.334	5109.900	5.236	3625.127	693.065
교축방향	2500.0	150.0	8695.373	12774.300	6893.095	10089.025	1.464
교축-지하역(교)	2500.0	150.0	1088.421	24387.300	1347.993	19005.178	14.292
교축-지하역(주)	2500.0	150.0	2980.332	24387.300	2377.995	19005.178	8.101

■ 사용 재료 강도

		단면위치	안전성검토 (fs)	안전성검토 (fms)	변위곡률(S)	변위곡률(Ssq)	비고	
부하		교축방향	0.570	180.000	129.412	110451.908	O.K	
		교축직각방향	0.570	180.000	129.412	110451.908	O.K	
기초		교축방향	0.505	180.000	152.857	124890.199	O.K	
		교축직각방향	0.505	180.000	152.857	124890.199	O.K	
		교축-지하역(교)	164.647	180.000	124.545	130.797	O.K	
		교축-지하역(주)	15.985	180.000	126.984	3641.224	O.K	
			38.739	180.000	126.984	3626.269	O.K	

■ 하중의 단면 설계

단면위치	P _{use}	P _u (kN)	φ P _u (kN)	안전도	비고
교축방향	속력최대	0.005	10101.605	7.619	0.0
	모멘트최대	0.005	7142.517	10.776	0.0
	탄성설계	0.005	5494.243	96211.234	17.511
	관성최대	0.005	4944.819	76968.957	15.566
교축직각방향	속력최대	0.005	10101.605	7.619	0.0
	모멘트최대	0.005	7142.517	35185.959	4.926
	탄성설계	0.005	5494.243	96211.234	17.511
	관성최대	0.005	4944.819	25440.064	5.145
합성부재	속력최대	0.005	10101.605	7.619	0.0
	모멘트최대	0.005	7142.517	35137.450	4.919
	탄성설계	0.005	5494.243	96211.234	17.511
	관성최대	0.005	4944.819	25385.056	5.134

단면위치	P _{use}	P _u (kN)	φ P _u (kN)	안전도	비고
교축방향	속력최대	0.005	10442.625	7.698	0.0
	모멘트최대	0.005	7483.536	76968.957	10.285
	탄성설계	0.005	5756.566	96211.234	16.713
	관성최대	0.005	5180.910	76968.957	14.856
교축직각방향	속력최대	0.005	10442.625	7.698	0.0
	모멘트최대	0.005	7483.536	37066.848	4.953
	탄성설계	0.005	5756.566	96211.234	16.713
	관성최대	0.005	5180.910	27395.757	5.288
합성부재	속력최대	0.005	10442.625	7.698	0.0
	모멘트최대	0.005	7483.536	37019.439	4.947
	탄성설계	0.005	5756.566	96211.234	16.713
	관성최대	0.005	5180.910	27339.951	5.277

1. 설계조건

상부구조형식	구 조 형 식	Steel Box GIRDER교	
	교량내진등급	1등급	
	지 간	2 @ 60,000 = 120,000 m	
	폭 원	19,350(기준교폭) + 3,710(확장교폭) = 23,060 m	
하부구조형식	교 각 형 식	π 형(기존) + T형(확장)	
	기 초 형 식	직접 + 밀착기초	
사 용 재 료	콘크리트 (fck)	27 Mpa	
	콘크리트 (fck)	27 Mpa	
재 료 특 성	콘크리트 단위중량(g.)	25.0 kN/m ³	
	아스팔트 단위중량(g.)	23.0 kN/m ³	
가 속 도 계 수(A)	지진구역계수	0.11 (Ⅰ)	
	위험도계수	1.4 (1000년 재현주기)	
	가속도계수(A)	지진구역계수 × 위험도계수 = 0.154 g	
지 반 계 수(S)	지반종류	Ⅱ	
	지반계수	S = 1.2 (내진설계)	
응답수정계수	구 조 부 재	활복식 (설계기준) R	탄성거동시 R
	기 동 (단 주)	3.0	1.0
	밀접	상부구조와 교대	0.8
		상부구조와 교각	1.0
	기 초	3.0 / 2 = 1.5	1.0
해 석 방 법	* POT 방점은 응답스펙트럼을 이용하여 다중모드 응답스펙트럼 방법을 수행함.		

2. 해석 방법별 특성 및 받침 물성치

1) 내진해석

~ POT 방점 적용시 내진해석.

* 방점은 NLLINK로 (표 POT 방점 물성치)와 같이 모델링 하였다.

* 해석시 5% 감쇠비를 적용하고 Rlz 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 교침단	NAME=POTFIX TYPE=GAP	NLink type	A1, A2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=1E+08 CE=0	교척방향 강성		
POT 밀방향 (교축)	NAME=POTM1 TYPE=GAP	NLink type	P1, P2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=1E+08 CE=0	교척방향 강성		
POT 밀방향 (교척)	NAME=POTM2 TYPE=GAP	NLink type	P1, P2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=0 CE=0	교척방향 강성		
POT 양방향	NAME=POTM TYPE=GAP	NLink type	P1, P2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=0 CE=0	교척방향 강성		

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 x I

2) 지반계수

구분	작용 계수	비고
지반계수 (S)	1.200	지반종류 Ⅱ

3) 탄성지진응답계수(Ca) 산정

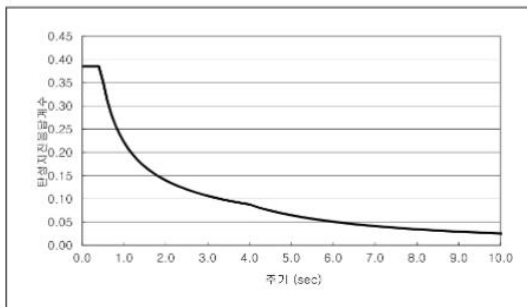
① T ≤ 4.0 sec

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

② T > 4.0 sec

$$C_s = (3 \times A \times S) / T^{1/3}$$

여기서, T : 교량의 주기

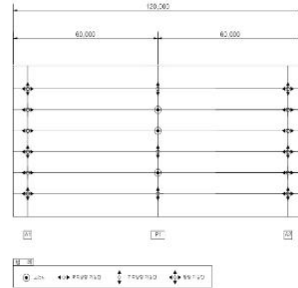


4) 탄성지진응답계수

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
0.3000	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	

수기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
4.7500	0.1540	1.2000	0.0694	0.6811	
5.0000	0.1540	1.2000	0.0648	0.6361	
5.2500	0.1540	1.2000	0.0608	0.5960	
5.5000	0.1540	1.2000	0.0571	0.5602	
5.7500	0.1540	1.2000	0.0538	0.5280	
6.0000	0.1540	1.2000	0.0508	0.4988	
6.2500	0.1540	1.2000	0.0482	0.4724	
6.5000	0.1540	1.2000	0.0457	0.4483	
6.7500	0.1540	1.2000	0.0435	0.4263	
7.0000	0.1540	1.2000	0.0414	0.4062	
7.2500	0.1540	1.2000	0.0395	0.3876	
7.5000	0.1540	1.2000	0.0378	0.3705	
7.7500	0.1540	1.2000	0.0361	0.3546	
8.0000	0.1540	1.2000	0.0347	0.3399	
8.2500	0.1540	1.2000	0.0333	0.3263	
8.5000	0.1540	1.2000	0.0320	0.3135	
8.7500	0.1540	1.2000	0.0307	0.3016	
9.0000	0.1540	1.2000	0.0296	0.2905	
9.2500	0.1540	1.2000	0.0286	0.2801	
9.5000	0.1540	1.2000	0.0278	0.2703	
9.7500	0.1540	1.2000	0.0268	0.2611	
10.0000	0.1540	1.2000	0.0257	0.2524	
15.0000	0.1540	1.2000	0.0150	0.1470	
20.0000	0.1540	1.2000	0.0102	0.1002	

5. 내진 해석결과 5.1 발침 배치도



5.2 반침 수평력 검토

위 치	NO.	Type	용량 (kN)	시진시 작용 수평력(kN)			시진시 허용 수평력(kN)			판정	비고
				교축배서	교척배서	교축	교축	교축	교축		
A1	1	상방항	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	기초
	2	교축방향	3000G40	0	339	0	1,053	0	1,560	OK	OK
	3	교축방향	3000G40	0	304	0	973	0	1,560	OK	OK
	4	상방항	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK
	5	교축방향	2000G20	0	189	0	468	0	780	OK	OK
P1	6	상방항	2000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK
	7	교축방향	8000G40	2,566	0	811	0	4,160	0	OK	OK
	8	상방항	8000M	2,652	923	816	3,062	4,160	4,160	OK	OK
	9	교축방향	8000G40	2,609	957	853	3,170	4,160	4,160	OK	OK
	10	교축방향	8000G40	4,384	0	1,326	0	5,200	0	OK	OK
A2	11	교축방향	3000G20	1,186	193	408	635	1,300	1,300	OK	OK
	12	교축방향	5000G20	655	0	305	0	1,300	0	OK	OK
	13	상방항	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK
	14	교축방향	3000G40	0	348	0	1,081	0	1,560	OK	OK
	15	교축방향	3000G40	0	335	0	1,001	0	1,560	OK	OK
A2	16	상방항	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK
	17	교축방향	2000G20	0	187	0	464	0	780	OK	OK
	18	상방항	2000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK

5.3 반침 변위 검토

위 치	NO.	Type	용량 (kN)	시진시 작용 변위(mm)				시진시 허용 변위 (mm)				판정	비고
				교축배서	교척배서	교축	교척	교축	교척	교축	교척		
A1	1	상방항	3000M	7	1	3	0	50	50	OK	OK	기초	
	2	교축방향	3000G40	7	0	2	0	50	0	OK	OK	OK	
	3	교축방향	3000G40	7	0	2	0	50	0	OK	OK	OK	
	4	상방항	3000M	7	0	2	0	50	50	OK	OK	OK	
	5	교축방향	2000G20	10	0	3	0	50	0	OK	OK	OK	
P1	6	상방항	2000M	10	0	4	0	50	50	OK	OK	OK	
	7	교축방향	8000G40	0	0	0	1	0	50	OK	OK	OK	
	8	교축방향	8000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK	OK	
	9	교축방향	8000G40	0	0	0	0	0	0	OK	OK	OK	
	10	교축방향	8000G40	0	0	0	1	0	50	OK	OK	OK	
A2	11	교축방향	3000G20	0	0	0	0	0	0	OK	OK	OK	
	12	교축방향	5000G20	0	0	0	0	0	50	OK	OK	OK	
	13	상방항	3000M	7	1	3	0	50	50	OK	OK	OK	
	14	교축방향	3000G40	7	0	2	0	50	0	OK	OK	OK	
	15	교축방향	3000G40	7	0	2	0	50	0	OK	OK	OK	
A2	16	상방항	3000M	7	0	2	0	50	50	OK	OK	OK	
	17	교축방향	2000G20	10	0	3	0	50	0	OK	OK	OK	
	18	상방항	2000M	10	0	4	0	50	50	OK	OK	OK	

5.4 부재력 해석 결과

1) 교각상단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교축방향 지진력 작용시				교축 직각방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	
P1L	P1B	7.20	55,871	96	5,536	17	150	6,106	96	2,531	기초
P1R	P1B	7.35	49,221	46	7,815	14	176	9,276	46	3,904	기초
P1	P1B	7.35	13,850	10	2,186	3	66	2,373	11	875	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	교척	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	
P1L	P1T	7.20	29,540	30	5,517	17	136	1,300	96	2,523	기초
P1R	P1T	7.35	55,373	24	7,804	13	102	2,640	46	3,908	기초
P1	P1T	7.35	8,296	4	2,168	3	39	666	10	669	신설

5.5 부재력 하중조합 (적용 부재력)

- COM1 : 종방향축 해석으로부터 구한 지진력에 횡방향축의 해석으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 ◆ C1-1 1.0x 종속해석에 의한 종방향 부재력 + 0.3x 횡속해석에 의한 종방향 부재력
 ◆ C1-2 1.0x 종속해석에 의한 횡방향 부재력 + 0.3x 종속해석에 의한 횡방향 부재력
- COM2 : 횡방향축 해석으로부터 구한 지진력에 종방향축의 해석으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 ◆ C2-1 0.3x 종속해석에 의한 종방향 부재력 + 1.0x 종속해석에 의한 종방향 부재력
 ◆ C2-2 0.3x 종속해석에 의한 횡방향 부재력 + 1.0x 종속해석에 의한 횡방향 부재력

1) 교각상단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	
P1L	P1B	7.20	55,948	1,587	5,553	776	11,011	5,122	1,717	2,536	기초
P1R	P1B	7.35	49,274	2,829	7,829	1,194	14,641	9,290	2,330	3,938	기초
P1	P1B	7.35	13,869	722	2,189	203	4,220	2,376	686	876	신설

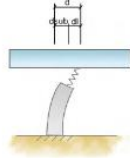
2) 교각상단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	모멘트 (kN-m)	전단력 (kN)	교축	교척	
P1L	P1T	7.20	29,587	429	5,534	774	8,118	1,309	1,711	2,528	기초
P1R	P1T	7.35	55,403	816	7,817	1,192	10,714	2,647	2,325	3,932	기초
P1	P1T	7.35	8,308	204	2,171	203	2,528	667	680	870	신설

5.6 변위해석결과

- 지진시에 상부구조와 교대 혹은 인접하는 상부구조간의 충돌에 의한 주요 구조부재의 손상을 방지하기 위하여 고려된 내진성능이 충분히 발휘될 수 있도록 하기 위하여 상부구조의 일부에는 여유간격을 설치하여야 한다.
- 상부구조와 여유간격은 다음 식에 의해 결정되도록 하였다.

(도로교설계기준, 6.4.8.)



$$\Delta I_1 = d + \Delta I_0 + 0.4 \Delta I_2$$

여기서, ΔI_1 : 상부구조의 여유간격
 d : 지반에 대한 상부구조의 총변위 ($d_1 + d_{2,3}$)
 ΔI_0 : 콘크리트 간주속도에 의한 미동량
 ΔI_2 : 콘크리트 크래프에 의한 미동량
 ΔI_2 : 온도변화에 의한 미동량

① 상부구조 총변위

구분	점 No.	상부변위 (mm)		비고
		교축방향 해석시	교축직각방향 해석시	
A1	41	10.4	3.8	
A2	51	10.4	3.9	

• 여유간격 선정

- 지진시 상부가 교대의 용벽에 충돌하는 경우 건조수축과 크리프의 변위는 충돌하려는 변위와 반대방향으로 거동하기 때문에 건조수축과 크리프의 변위량은 상부구조의 여유간격 감소 요인으로 작용하므로 발생의 미동량 및 신축유관보다 상부구조의 여유간격을 크게 확보하기 위해서는 건조 및 크리프에 의한 미동을 원인으로 보고 상부구조의 여유간격을 선정한다.

5.7 질량참여율

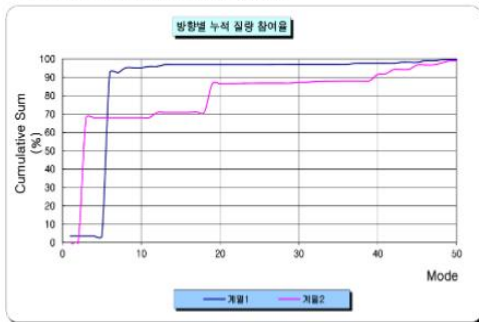
◎ 질량참여율

Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X MASS(%)	TRAN-X SUM(%)	TRAN-Y MASS(%)	TRAN-Y SUM(%)	TRAN-Z MASS(%)	TRAN-Z SUM(%)
1	0.581	10.823	1.681	3.558	3.558	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.521	12.071	1.921	0.303	3.861	0.008	0.008	0.000	0.000
3	0.382	16.450	2.619	0.300	4.161	67.852	67.858	0.107	0.107
4	0.382	17.373	2.765	0.303	4.464	0.107	67.964	0.000	0.107
5	0.344	18.256	2.905	0.327	4.791	0.074	68.038	63.667	63.774
6	0.285	22.016	3.504	88.822	92.413	0.000	68.038	0.015	63.789
7	0.274	22.916	3.647	0.306	92.439	0.019	68.057	0.321	64.110
8	0.215	29.222	4.651	2.880	95.000	0.001	68.057	0.001	64.111
9	0.153	41.064	6.536	0.359	95.359	0.000	68.057	0.000	64.111
10	0.145	43.201	6.876	0.352	95.711	0.000	68.057	0.000	64.112
11	0.142	44.107	7.034	0.722	96.433	0.000	68.057	0.001	64.112
12	0.137	45.976	7.317	0.311	96.744	2.802	70.817	0.037	64.150
13	0.136	46.365	7.379	0.393	97.137	0.019	70.836	0.001	64.150
14	0.133	47.086	7.494	0.315	97.452	0.030	70.866	0.002	64.152
15	0.123	51.263	8.159	0.301	97.753	0.000	70.866	0.001	64.153
16	0.112	55.964	8.907	0.300	98.053	0.000	70.866	1.440	65.593
17	0.104	60.374	9.609	0.300	98.353	0.240	71.102	0.123	65.716
18	0.096	66.279	10.540	0.306	98.659	0.000	71.102	0.000	65.716
19	0.079	79.699	12.603	0.300	98.959	15.321	86.423	0.195	65.912
20	0.078	80.473	12.808	0.305	99.264	0.034	86.457	0.001	65.913
21	0.076	82.411	13.115	0.300	99.564	0.201	86.658	0.003	65.915
22	0.073	86.249	13.727	0.300	99.864	0.000	86.658	0.005	65.920
23	0.072	86.666	13.825	0.300	99.907	0.094	86.751	0.000	65.920
24	0.071	88.130	14.028	0.300	99.907	0.063	86.814	0.003	65.923
25	0.066	92.727	14.758	0.300	99.907	0.015	86.839	0.001	65.924
26	0.064	98.526	15.681	0.300	99.907	0.000	86.839	0.016	65.940
27	0.063	99.188	15.798	0.354	97.021	0.001	86.840	0.011	65.950
28	0.060	105.290	16.758	0.300	97.021	0.002	86.842	0.009	65.959
29	0.059	105.941	16.861	0.300	97.041	0.000	86.842	0.010	65.969
30	0.056	111.647	17.769	0.300	97.041	0.445	87.286	0.000	73.972
31	0.056	112.363	17.883	0.300	97.042	0.055	87.341	0.000	80.573
32	0.050	125.839	20.044	0.300	97.042	0.306	87.647	0.157	80.729
33	0.047	134.657	21.431	0.300	97.042	0.236	87.882	0.003	80.732
34	0.046	136.956	21.797	0.307	97.048	0.000	87.883	0.001	80.733
35	0.044	143.607	22.866	0.300	97.048	0.127	88.009	0.109	80.841
36	0.039	159.077	25.318	0.300	97.049	0.004	88.013	0.620	81.461
37	0.039	160.283	25.507	0.498	97.517	0.000	88.013	0.004	81.465
38	0.036	173.299	27.577	0.288	97.604	0.011	88.025	0.284	81.749
39	0.036	174.402	27.757	0.305	97.609	0.152	88.177	0.764	85.513
40	0.032	193.414	30.783	0.300	97.609	0.424	91.551	0.119	85.632
41	0.027	233.166	37.109	0.300	97.609	0.338	91.889	0.324	91.957

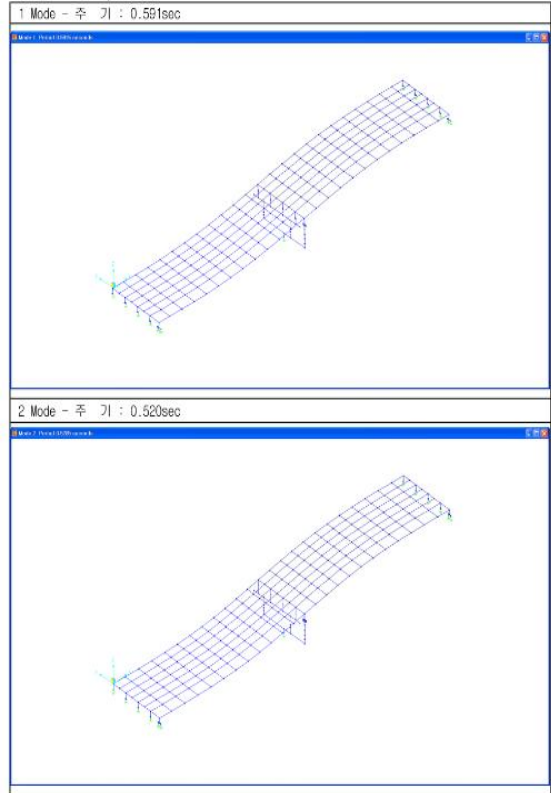
Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X MASS(%)	TRAN-X SUM(%)	TRAN-Y MASS(%)	TRAN-Y SUM(%)	TRAN-Z MASS(%)	TRAN-Z SUM(%)
42	0.025	249.178	38.655	0.300	97.609	2.276	94.216	0.329	92.296
43	0.022	283.763	45.162	0.508	98.137	0.000	94.216	0.000	92.296
44	0.020	320.725	51.045	0.001	98.138	0.189	94.425	0.003	92.889
45	0.018	352.740	56.140	0.300	98.138	2.315	96.720	0.158	93.048
46	0.016	403.715	64.253	0.305	99.043	0.000	96.720	0.001	93.048
47	0.013	475.590	75.093	0.301	99.044	0.001	96.751	0.433	93.481
48	0.008	799.738	127.282	0.392	99.436	0.806	97.547	0.036	93.517
49	0.006	805.734	126.237	0.277	99.712	1.252	98.800	0.054	93.570
50	0.006	8371.852	1276.691	0.300	99.712	0.007	98.806	0.371	93.941

▷ 방향별 누적 질량 참여율

교각의 해석결과 방향별 누적 질량 참여율이 90% 이상임을 확인하여 본 해석에 교각의 동적거동을 충분히 구현하고 있음을 확인하였다.



◎ Mode Shape



25.2.2 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 25.2.1】 성사1교(퇴계원방향 확장부) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	성사1교(퇴계원방향 확장부)의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속도로 아스콘 파손이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡에 의한 손상으로, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	성사1교(퇴계원방향 확장부)의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속도로 아스콘 파손이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡에 의한 손상으로, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 교면포장 접속도로 아스콘 파손	양호

25.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

25.2.4 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.	

25.2.5 시설물 보수 이력

【표 25.2.2】 성사1교(퇴계원방향 확장부) 보수이력사항

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

25.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 25.2.3】 내진설계 여부 확인

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

25.3 현장조사

25.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보 및 사다리를 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	도보 및 사다리	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

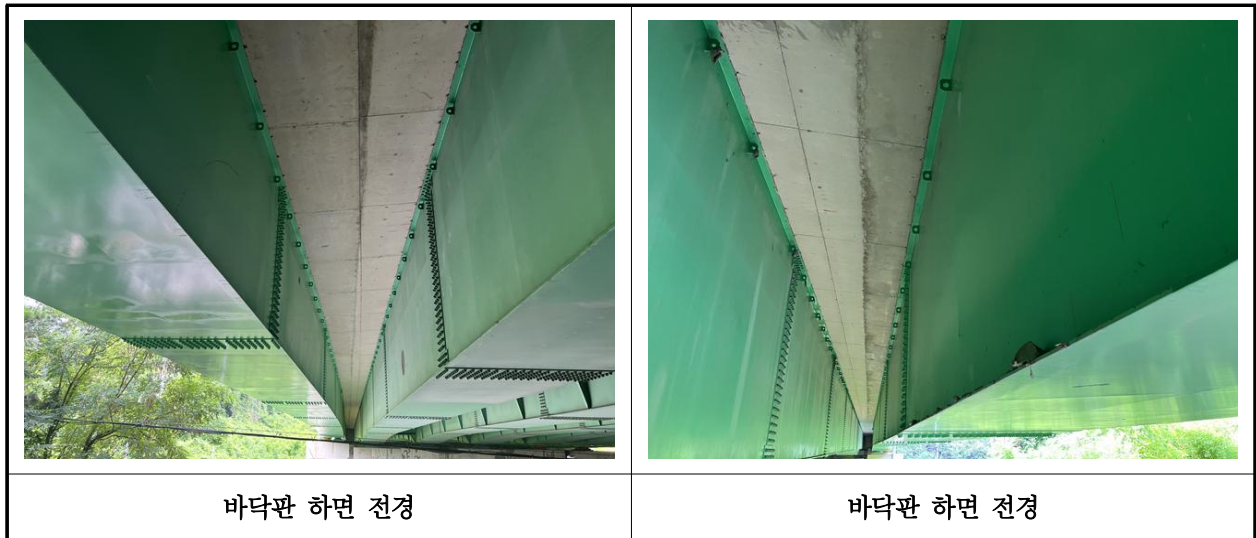
【사진 25.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

25.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 성사1교(퇴계원방향 확장부)는 총 2경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=120.0m 폭 5.0m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 사다리로 근접조사를 실시하였다.



【사진 25.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
합계	—	—

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

【사진 25.3.3】 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, 도보로 현장조사를 실시하였다



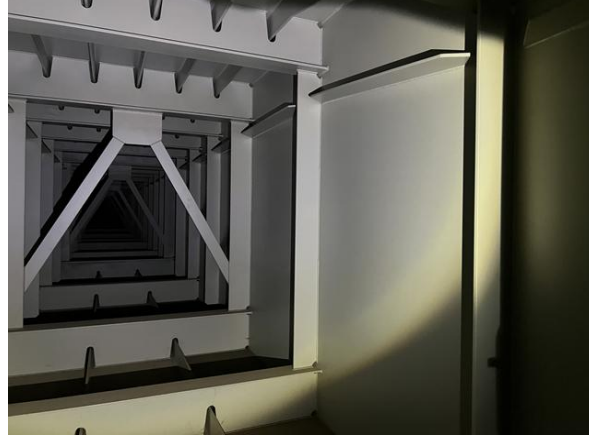
【사진 25.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 거더외부의 경우 기 손상인 국부적인 도장손상이 확인되었고, 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 25.3.2】 거더 현장조사 결과

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

	
거터외부 S1 상태양호	거터외부 S2 상태양호
	
거터내부 S1 상태양호	거터내부 S2 상태양호

【사진 25.3.5】 거터 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

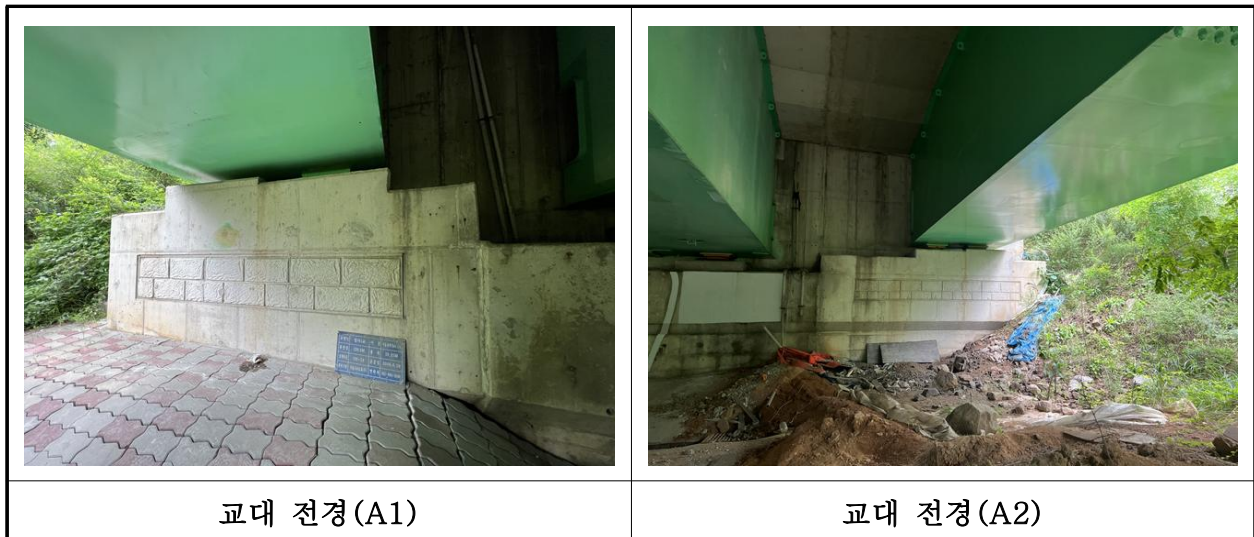
4) 검토의견

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

다. 교대

1) 부재의 개요

- 성사1교(퇴계원방향 확장부) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 A1 직접기초, A2 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 25.3.6】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.3】 교대 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 25.3.7】 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 25.3.8】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.4】 교각 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
합계	—	—

	
교각 P1 기둥부 상태양호	교각 P1 코핑부 상태양호

【사진 25.3.9】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

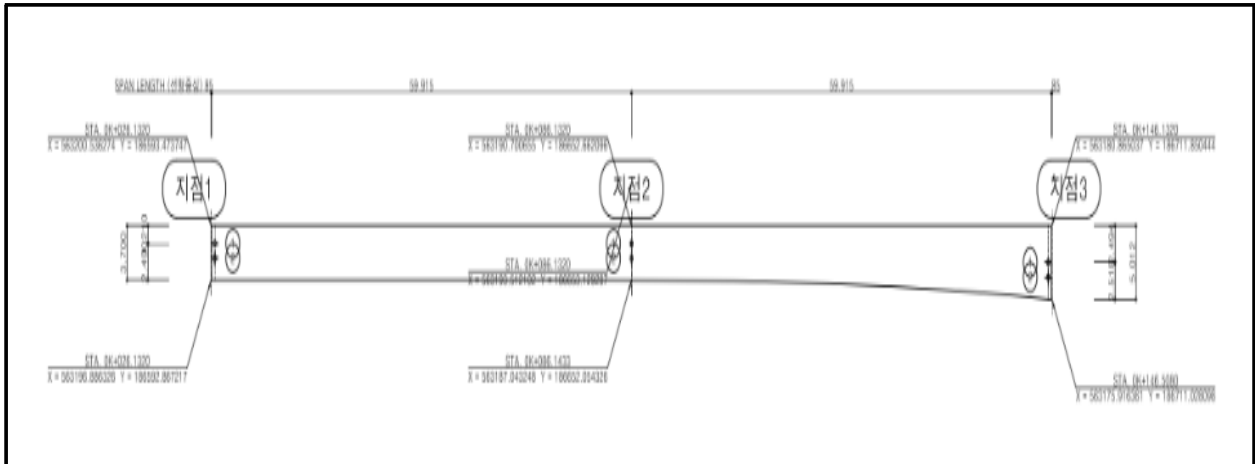
4) 검토의견

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

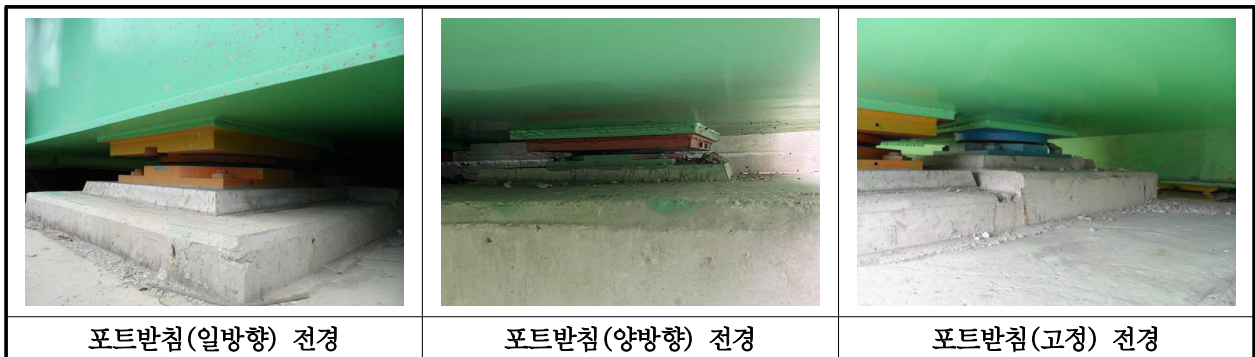
마. 교량반침

1) 부재의 개요

- 성사1교(퇴계원방향 확장부)의 반침은 포트반침으로 총 6기가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 25.3.1】 교량반침 배치도



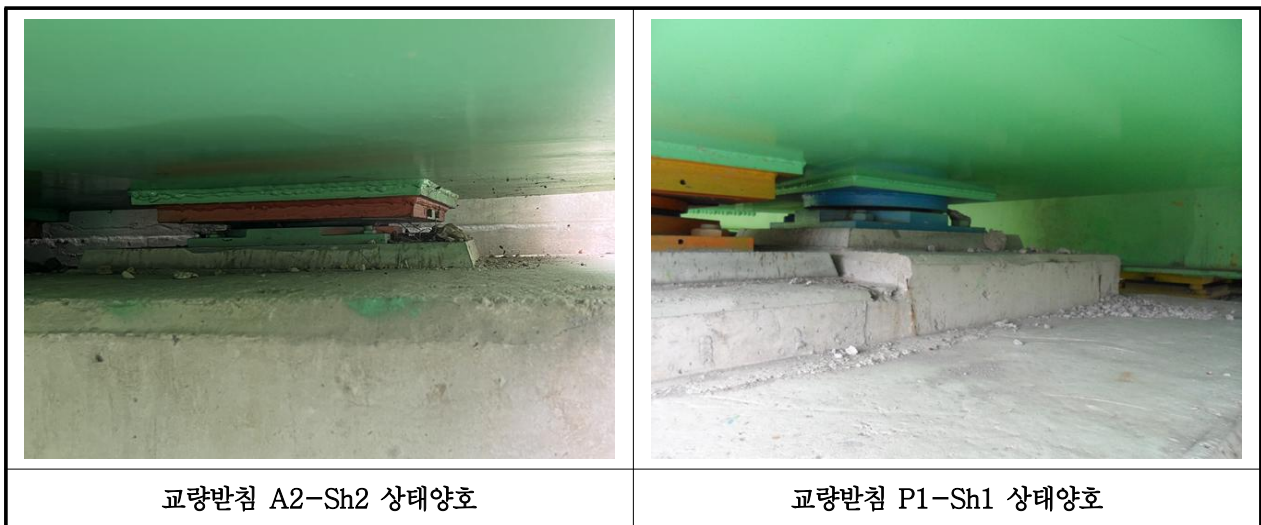
【사진 25.3.10】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.5】 교량받침 현장조사 결과

구분	상태양호			
A1	—	—	—	—
P1	—	—	—	—
A2	—	—	—	—
합계	—	—	—	—



【사진 25.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

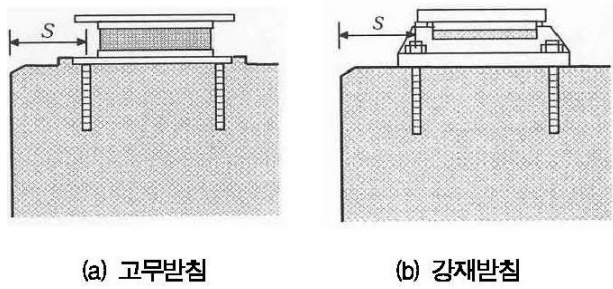
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

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 25.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 25.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 25.3.6】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		500	580	600	O.K
P1	A1측	500	1000	1005	O.K
	A2측	500	1010	1005	O.K
A2		500	570	570	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 25.3.13】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 25.3.7】 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	41.0	19.0	0.000012	60.0	29.5	13.7	
P1	고정단						
A2	41.0	19.0	0.000012	60.0	29.5	13.7	
1) 조사당시 온도 : 21.0℃(조사일 : 2022년 08월 29일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울))							
2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 25.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	0	100	100	29.5	13.7	±100	OK
	SH2	0	100	100	29.5	13.7	±100	OK
P1	SH1~3	고정단						
A2	SH1	10(A2)	110	90	29.5	13.7	±100	OK
	SH2	10(A2)	110	90	29.5	13.7	±100	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

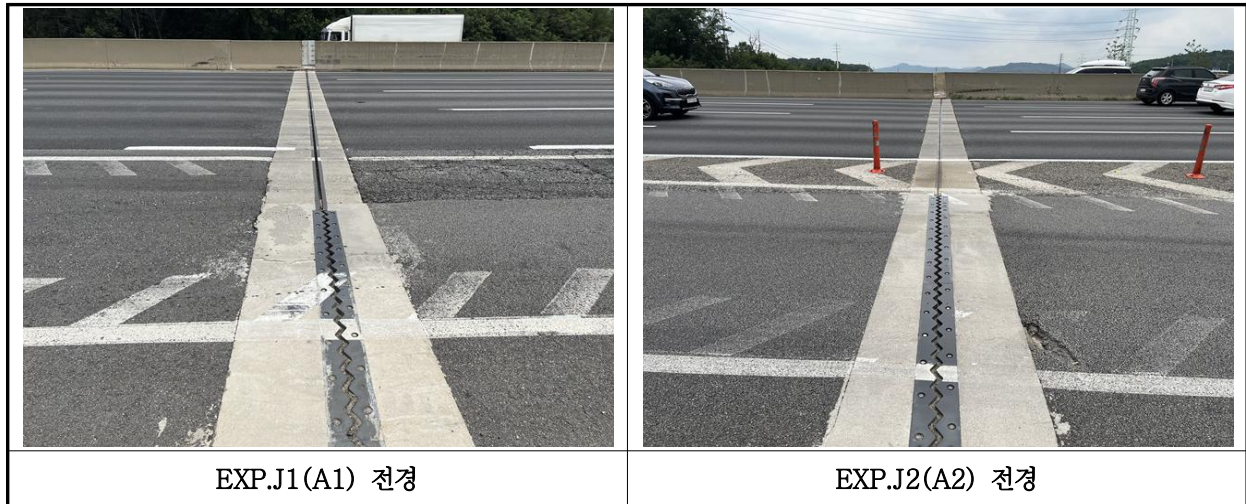
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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 25.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.9】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 보수부 박리 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	2.00	4	0.20	1
A2 (EXP J2)	7.00	14	—	—
합계	9.00	18	0.20	1

	
신축이음 A1 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)	신축이음 A2 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)
	
신축이음 A1 후타재 보수부 박리(0.5×0.4)	신축이음 A2 본체 상태양호

【사진 25.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(Cw=0.3mm미만), 후타재 보수부 박리의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 안전점검을 통하여 손상의 재발생 여부 등을 확인하는 유지관리가 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. 08. 29. 기온 적용: 21.0℃ (일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-21.0℃ = 19.0℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(21.0℃) = 41.0℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				 	
소요 신축량	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 25.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 25.3.10】 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	41.0	19.0	0.000012	60.0	29.5	13.7	40.0	90.0	130.0	
A2	41.0	19.0	0.000012	60.0	29.5	13.7	35.0	90.0	150.0	
1) 조사당시 온도 : 21.0℃(조사일 : 2022년 08월 29일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울)) 2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)										

【표 25.3.11】 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	29.5	13.7	40.0	80	10.5	26.3	O.K
	바닥판	29.5	13.7	90.0	-	-	76.3	O.K
	거더	29.5	13.7	130.0	-	-	116.3	O.K
A2	신축이음	29.5	13.7	35.0	80	15.5	21.3	O.K
	바닥판	29.5	13.7	90.0	-	-	76.3	O.K
	거더	29.5	13.7	150.0	-	-	136.3	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 수축 및 신장시 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

- 성사1교(퇴계원방향 확장부)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.



【사진 25.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.12】 교면포장 현장조사 결과

구분	접속도로 아스콘 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.10	1
합계	0.10	1

	
교면포장 S2 접속도로 아스콘 파손 (0.2×0.5)	교면포장 S2 접속도로 아스콘 파손 (0.2×0.5)
	
교면포장 S1 상태양호	교면포장 S2 상태양호

【사진 25.3.18】 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

- 성사1교(퇴계원방향 확장부)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 25.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 배수구 토사퇴적이 확인되었다.

【표 25.3.13】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 토사퇴적 (개소)	
S1	17.00	17
S2	17.00	17
합계	34.00	34

	
배수시설 S1 배수구 토사퇴적	배수시설 S1 배수구 토사퇴적
	
배수시설 S2 배수구 토사퇴적	배수시설 S2 배수구 토사퇴적

【사진 25.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수시설의 배수관은 현재 양호한 상태이나, 배수구에서 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 배수구 토사퇴적이 발생하였다. 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 25.3.21】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 해당 시설물의 방호벽 접속부에 접속부 파손의 손상이 확인되었다.

【표 25.3.14】 방호벽 현장조사 결과

구분	접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	0.15	1
S2	—	—
합계	0.15	1

	
방호벽 S1 접속부 파손(0.1×1.5)	방호벽 S1 접속부 파손(0.1×1.5)
	
방호벽 S1 상태양호	방호벽 S2 상태양호

【사진 25.3.22】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽의 현장조사 결과, 발생한 접속부 파손은 시공초기 지반안정기간에 발생한 초기 침하가 원인으로 판단되고, 손상부에 대한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 사료된다.

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 교대 A1에 콘크리트 점검계단이 설치되어 있는 상태이다.



【사진 25.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 25.3.15】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
합계	—	—



【사진 25.3.24】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 조사되었으나, 점검계단 주변 과도한 식생으로 정상적인 기능을 발휘하기 힘든 것으로 확인되었다. 이에 점검계단 주변에 정비를 실시하고 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.

25.3.3 현장조사 총괄표

【표 25.3.16】 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	9.00	18	
		후타재 보수부 박리	m ²	0.20	1	
교면포장		접속도로 아스콘 파손	m ²	0.10	1	
배수시설		배수구 토사퇴적	EA	34.00	34	
방호벽		접속부 파손	m ²	0.15	1	
점검시설		상태양호	—	—	—	

25.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

25.4 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.

25.4.1 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 25.4.1】 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

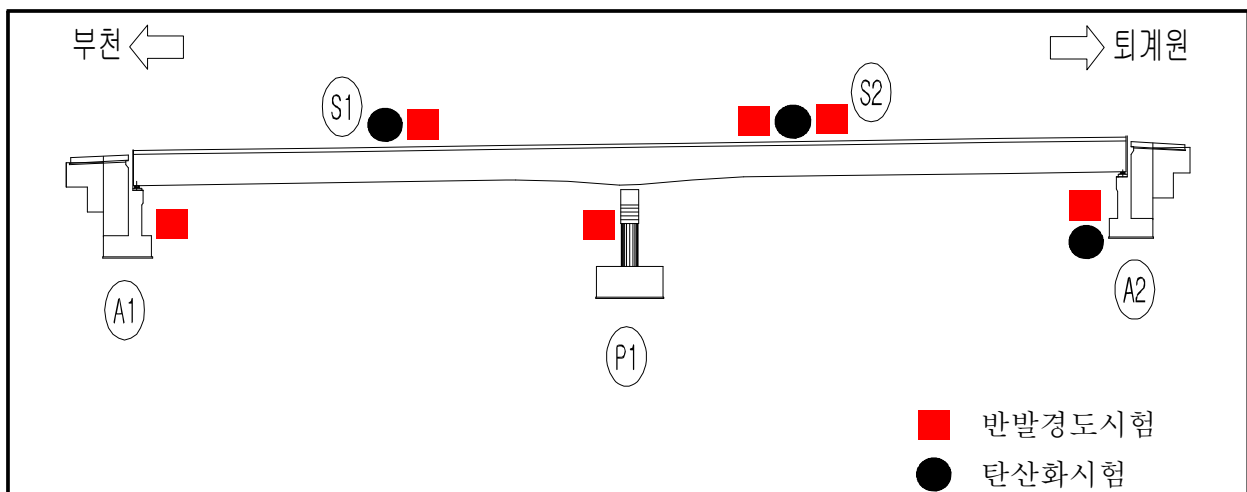
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 25.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 25.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

25.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 25.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	45.9	27.0	28.6	0.67	27.0	
	S2	바닥판	46.3	27.3	28.7			
	S2	바닥판	47.1	28.0	29.1			

【표 25.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	46.0	27.1	28.6	0.67	24.0	
	A2	교대	45.6	26.7	28.4			

【표 25.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	50.8	43.3	52.4	0.67	40.0	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~29.1MPa, 하부구조(교대) 27.1~28.6 MPa, 하부구조(교각) 43.3~52.4MPa 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 25.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 29.1	27.0	100.1 ~ 108.0
하부구조	교대	27.1 ~ 28.6	24.0	111.4 ~ 119.2
	교각	43.3 ~ 52.4	40.0	101.8 ~ 123.2

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 설계피복으로 선정하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 25.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판 하면	1.50	40.00	38.50	1.06	100년이상	a
	S2 바닥판 하면	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 25.4.7】 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 25.4.8】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	27.1~28.6	24.0	
		교각	43.3~52.4	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.

25.5 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.

25.5.1 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 25.5.1】 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	a	a	c	c	c	a	a	q	a	-
S2	P1	STB	a	a	a	a	c	a	-	a	a	q	a	-
	A2								b	a	a	q	-	a
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.400	0.250	0.300	0.100	0.100	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.007	0.012	0.005	0.027	0.009	0.020	-	0.004	0.003
													0.130	
													B	

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

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 25.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
성사1교 (퇴계원방향 확장부)	0.130	B	120	1	120	1.000	0.130
합계(Σ)			120	1	120	1	0.130
1. 평가지수 =							0.130
2. 상태평가결과 =							B

25.5.2 기 점검 결과와의 비교

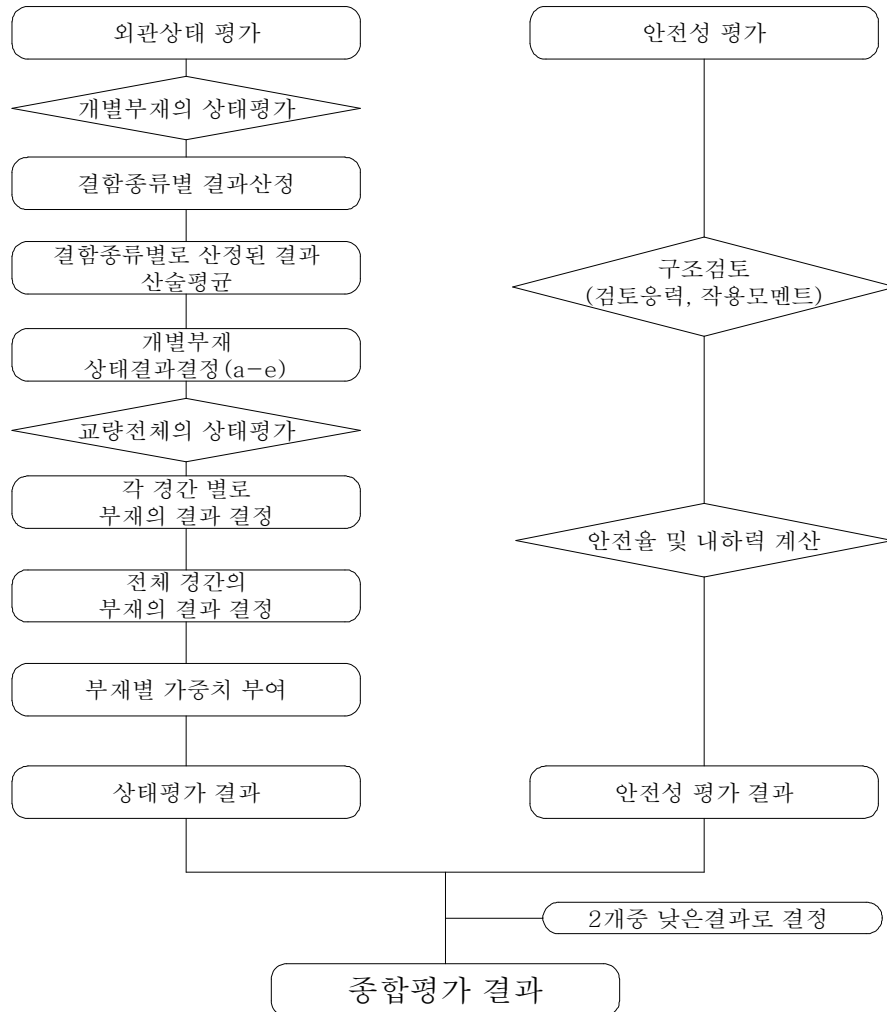
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

25.6 종합평가 및 안전등급 지정

25.6.1 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 25.6.1】 종합평가 결과 산정절차

25.6.2 종합평가 결과

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

【표 25.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
성사1교 (퇴계원방향 확장부)	0.130	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

25.6.3 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 25.6.2】 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

25.7 보수·보강 및 유지관리방안

25.7.1 보수·보강 방안

【표 25.7.1】 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	9.00	18	표면처리	하자
	후타재 보수부 박리	m ²	0.20	1	단면보수	하자
교면포장	접속도로 아스콘 파손	m ²	0.10	1	아스콘 팻칭	하자
배수시설	배수구 토사퇴적	EA	34.00	34	정비	하자
방호벽	접속부 파손	m ²	0.15	1	단면보수	하자
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

25.7.2 개략공사비

【표 25.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	9.00	3.38	m²	—	—	하자
	후타재 보수부 박리	단면보수	0.20	0.30	m²	—	—	하자
교면포장	접속도로 아스콘 파손	아스콘 팻칭	0.10	0.15	m²	—	—	하자
배수시설	배수구 토사퇴적	정비	34.00	34.00	EA	—	—	하자
방호벽	접속부 파손	단면보수	0.15	0.22	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.

25.7.3 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 25.7.3】 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 A1 후타재 박리 - 진전 여부확인	② 교면포장 S2 접속도로 아스콘 파손 - 진전 여부확인	③ 방호벽 S1 접속부 파손 - 진전 여부확인
The diagram illustrates the bridge structure with various components labeled: A1 (left abutment), S1 (left support), P1 (pier), S2 (right support), and A2 (right abutment). Red dashed boxes highlight the inspection areas at A1 and A2. Red circles with numbers 1, 2, and 3 indicate specific inspection points. Arrows point to '부천' (left) and '퇴계원' (right).		

25.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 610-14에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 5.0m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

25.8.1 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($Cw=0.3\text{mm}$ 미만), 후타재 보수부 박리의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 안전점검을 통하여 손상의 재발생 여부 등을 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

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 팻칭 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

8) 배수시설

- 배수시설의 배수관은 현재 양호한 상태이나, 배수구에서 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 배수구 토사퇴적이 발생하였다. 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

9) 방호벽

- 방호벽의 현장조사 결과, 발생한 접속부 파손은 시공초기 지반안정기간에 발생한 초기 침하가 원인으로 판단되고, 손상부에 대한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 사료된다.

10) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 조사되었으나, 점검계단 주변 과도한 식생으로 정상적인 기능을 발휘하기 힘든 것으로 확인되었다. 이에 점검계단 주변에 정비를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~29.1MPa, 하부구조(교대) 27.1~28.6MPa, 하부구조(교각) 43.3~52.4MPa 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, 성사1교(퇴계원방향 확장부)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.130, 상태평가 점수는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 성사1교(퇴계원방향 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 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

25.8.2 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.

25.8.3 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.