

24. 성사1교

[부천방향 확장부]

- 24.1 시설물 개요
- 24.2 자료수집 및 분석
- 24.3 현장조사
- 24.4 콘크리트 내구성조사
- 24.5 상태평가
- 24.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 24.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 24.8 종합결론

24. 성사1교(부천방향 확장부)

24.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 610-14에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 11.5m로 시공되어 있다.

24.1.1 일반사항

【표 24.1.1】 성사1교(부천방향 확장부) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000111	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=11.5m			
구조 형식	상부	Steel Box	기초 형식	교 대	말뚝기초
	하부	교대: 역T형 교각: T형		교 각	직접기초
교량받침		포트받침	신축이음	뉴모노셀조인트	
교차시설물		호국로	통과높이	9.4m	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		두산건설(주)	관리주체	(주)다산건설턴트	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	
					
측면 전경			상부 전경		

24.1.2 위치도 및 전경사진

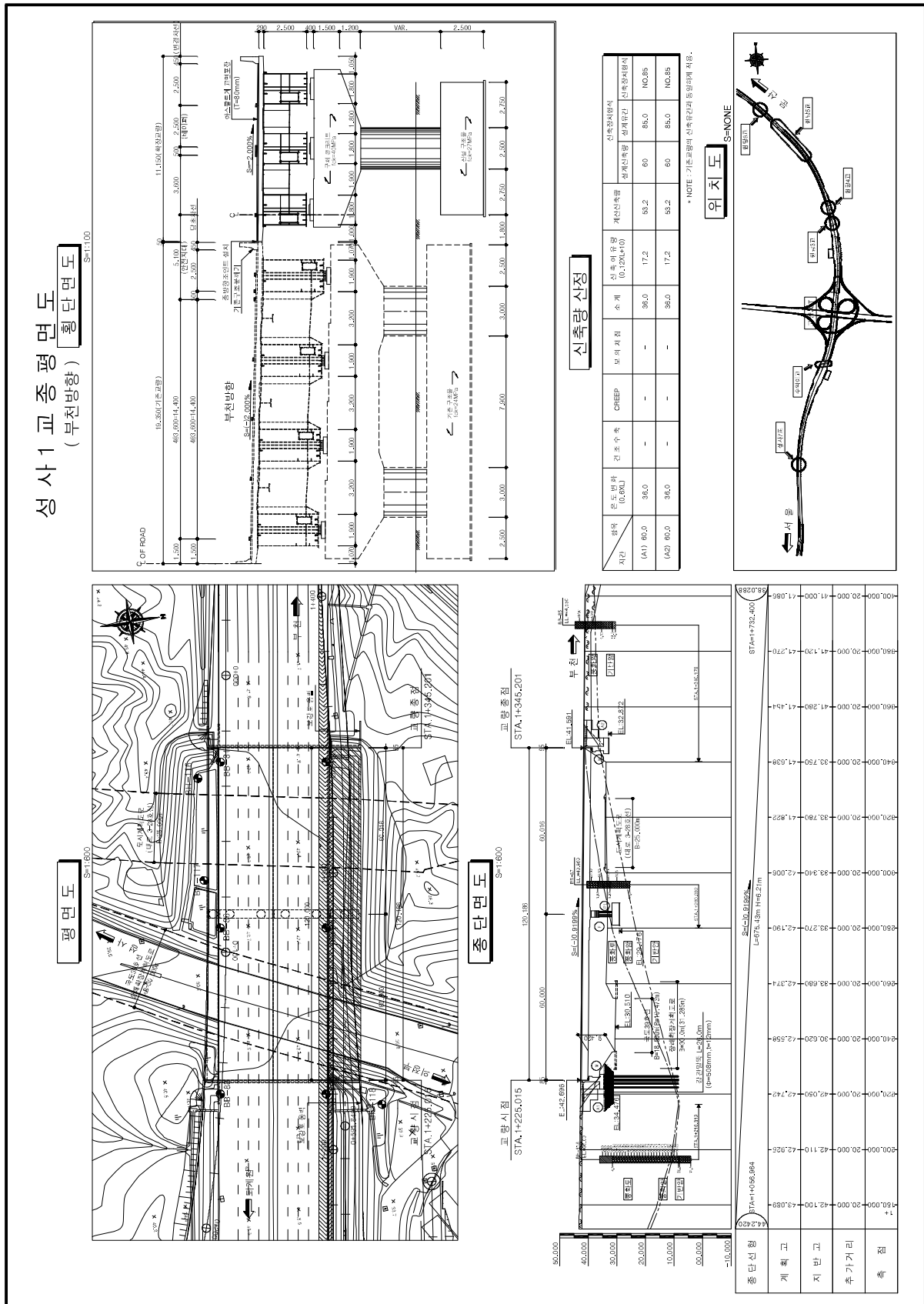


【그림 5.1.1】 위치도

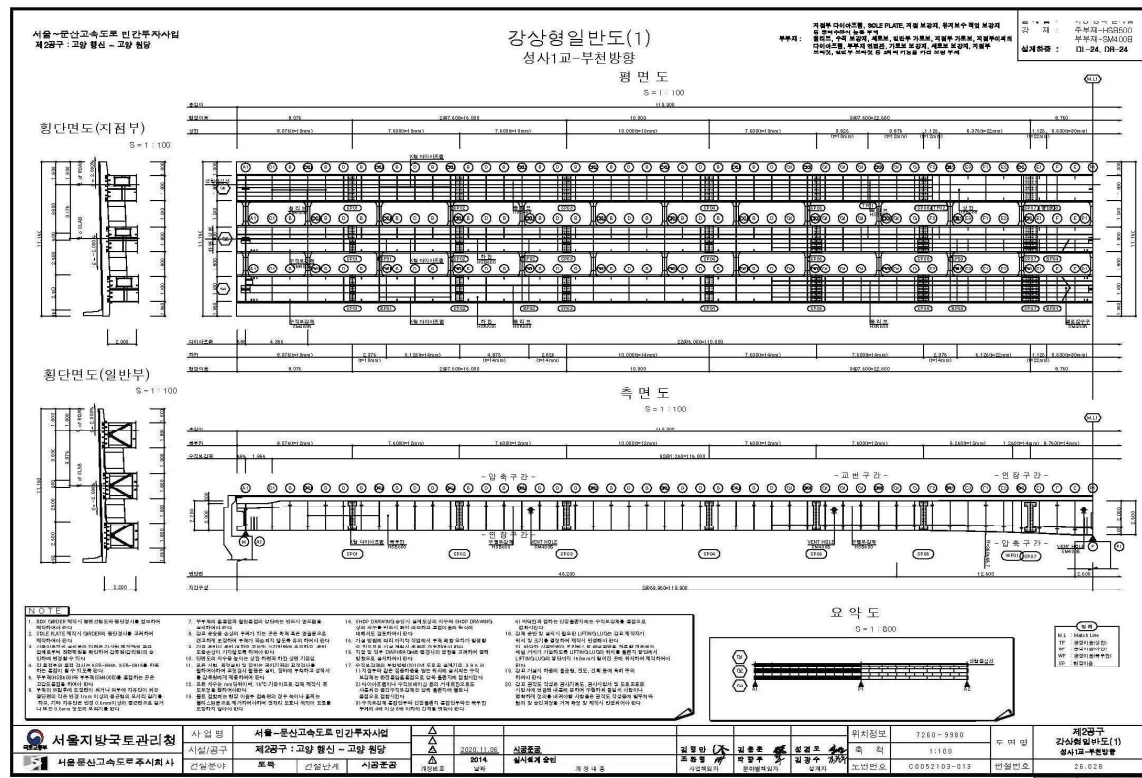
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 24.1.2】 부재별 현황

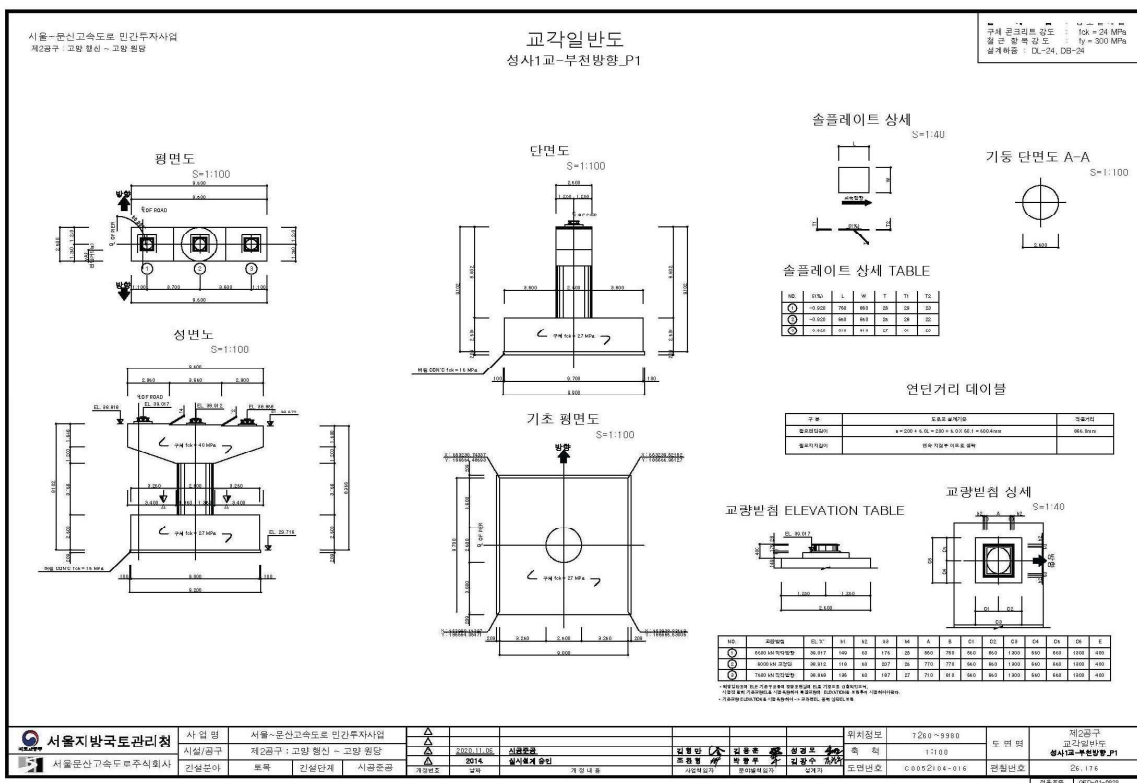
24.1.3 시설물 일반도



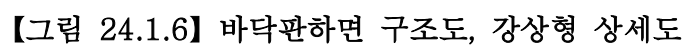
【그림 24.1.3】 평면 및 종단면도

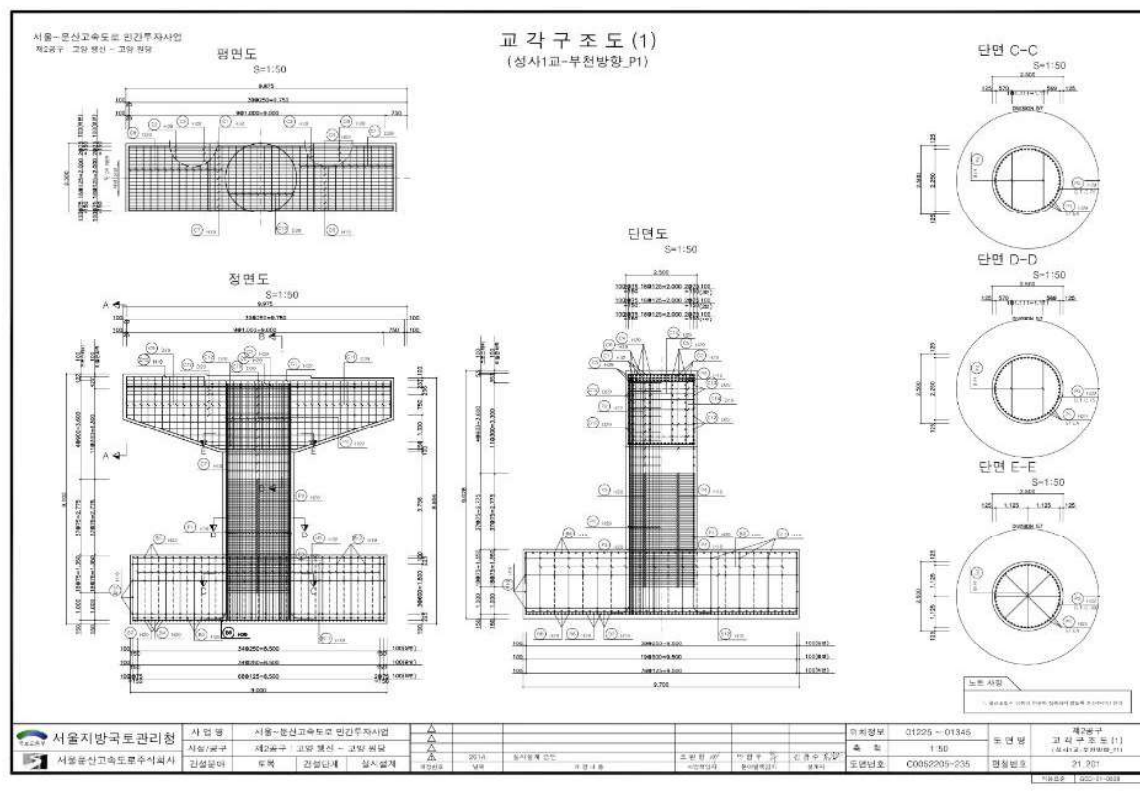


성사1교(부천방향 확장부)- 7



【그림 24.1.5】 교대 일반도





【그림 24.1.7】 교대 및 교각 구조도

2.4.2 경험식에 의한 검토

④ 제안자별 경험석

단위속도 및 포아송비	Tsuchiya (1984)	국립전 (1993)
산정방법	• 두정리, 기준치에 다음 이론식에 단위강도와 포아송비를 산정 $v = \frac{(K/N)(\eta^3)}{1 + (K/N)(\eta^3)} \times 10$ $v = 0.7 - (1 - 0.001/\eta^3)$ 여기서, $v = \log (E_{50}/\text{cm}^2) - 2.25/0.35$	$v = -0.17 \log(R^2/E) + 0.9$
산정곡		

■ 정착력 및 내부여건

원자재 명칭	단 가 격
•Borawski (1986)	$\sigma_{cu} = -0.051 + 0.008T - 3.346 \times 10^{-6}T^2$ $\sigma_{cu} = -0.086 + 0.789\ln(RMR) - 0.0031 RMR^2$
•Tsanis (1988)	$\sigma_{cu} = 0.25 e^{0.025 \ln RMR} \ln RMR$ (Mpa) $\sigma_{cu} = 0.58RMR + 5$
•김치현 (1993)	$\sigma_{cu} = 2 e^{0.0001 RMR} \ln RMR$ (MPa) $\sigma_{cu} = 0.25(RMR^2) + 27.5$

Benešová (1989)

*Bischofsberger (1978) E₁ = 20MD-14

• Garraffo & Penzo (1963) $E_{01} = 10 \text{ (RMR - 32.0 MPa)} \cdot \text{RMR} \cdot \text{RMR} \leq 57$ • 김교재 (1966) $E_{01} = 3 \cdot e^{0.00017 \cdot \text{RMR}} \cdot (\text{GPa})$ $= \text{RMR}^2 \cdot \text{RMR}$에서 지극히 상의 점과 하의 점의 평균 보정을 제치 • Aydin (1987) $E_{01} = 0.007 \text{ RMR}^{1.24} \cdot \text{RMR} \cdot \text{RMR}$ • Mulhens (1987) $E_{01} = 0.002 \text{ RMR} + 0.160 \cdot \text{RMR}$	Bieniaszski & Garraffo & Penzo의 경험식의 교집합 구간으로 적용
--	---

제 4 권 성과분석 및 설계지반정수

변형 계수 (MPa)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800
2900
3000
3100
3200
3300
3400
3500
3600
3700
3800
3900
4000
4100
4200
4300
4400
4500
4600
4700
4800
4900
5000
5100
5200
5300
5400
5500
5600
5700
5800
5900
6000
6100
6200
6300
6400
6500
6600
6700
6800
6900
7000
7100
7200
7300
7400
7500
7600
7700
7800
7900
8000
8100
8200
8300
8400
8500
8600
8700
8800
8900
9000
9100
9200
9300
9400
9500
9600
9700
9800
9900
10000

본질적수(%)			
	경합식	사립교과	구분
	55,300~93,300	-	18,000
000	24,000~28,300	-	13,000
00	11,800~13,100	-	4,000
	3,100~4,400	598~980	1,000
	600~1,000	-	500

Copyright © 2005 by John Wiley & Sons, Inc.

4. 결

기후환경적 차이에 이르기까지 불연속적인 환경조건은 알면의 판단조건으로는 달리 대응(logistics), 추진력(Pulling material), 변형성(Persistence) 등에 의해 좌우된 불연속적 판단사항 및 결과이며, 저차량조사(알면의 불연속적 특성 및 다른 판단)에 대한 정보(수) 간격

(Barton, 1973)

1인 가구의 월소득(%)	가정 유형	2인 가구의 월소득(%)
32	파견원(조립공)	31~36
31~38	직 회 남	33~40
35	직 회 남	31
30	사 회 남	25~35
27~31	직 회 남	27
23~29	미 사 남	27~31
29~35	미 사 남	25~30

에 대해 지정되어 있는 범위

	대부분 3~5%	소부분 0.5%	비고
부위	40.0 ~ 50.0		

30,0 ~ 40,0		
45,0 ~ 50,0		

기	30.0 ~ 40.0		
중	45.0 ~ 50.0		
고	35.0 ~ 40.0		
대	35.0 ~ 45.0		
초	30.0 ~ 35.0		
비			
상	35.0 ~ 45.0	36.7 ~ 56.1	(화강암, 편마암, 변암)
중	30.0 ~ 40.0	29.4 ~ 40.8	(암반, 편마암, 편암)
고	30.0 ~ 40.0	19.2 ~ 30.6	(마암류, 편암, 사암)
대	30.0 ~ 35.0	1.6 ~ 30.4	(사암, 편암, 편암)

1.0	20.0	50.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	400.0	450.0	500.0	550.0	600.0	650.0	700.0	750.0	800.0	850.0	900.0	950.0	1000.0
-----	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

건투자사업

$$(\frac{1}{2} + \epsilon)$$

구분	기원시	종료	비고
V _i (m/s)	V _f (m/s)	V _e (m/s)	
=	168.4-228.1	190	=

-	162,5~249,4	200	-
---	-------------	-----	---

-	162,5~249,4	200	-
-	144,4~224,1	170	-
-	162,5~249,4	190	-
375~408	252,4~372,3	380	-
511~577	276,4~404,2	544	-
927~980	-	934	4등급
1,100~1,372	-	1,235	3등급

1,102-1,277	-	Calabi	2004
-------------	---	--------	------

V_f (m ³ /s)	G_f (MPa)	E_c (MPa)	ν_c (MPa)	λ_f
180	62	164	161	0.33
200	68	190	317	0.40
170	52	140	156	0.35
190	60	170	160	0.33

190	69	181	100	0,32
392	268	713	689	0,33
544	582	1,539	1,282	0,30

88

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 기반특성 분석

개요 : 문헌 및 기존사례에 의한 무수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 무수계수 산정

◎ 문헌자료

호수명	투수계수(cm/s)	호수명	투수계수(cm/s)	호수의 수문 특성	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하	SC	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 낮은 상태	보통 투수성 일반
GP	1.0×10^{-2} 이하	ML	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 낮은 상태	보통 투수성 일반
GM	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 보통인 상태	보통 투수성 일반
GA	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	OL	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 보통인 상태	보통 투수성 일반
SW	1.0×10^{-2} 이하	MH	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 매우 낮은 상태	약간 투수성 일반
SP	1.0×10^{-2} 이하	CH	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 매우 낮은 상태	약간 투수성 일반
SH	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	OH	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	균일 강도가 매우 낮은 상태	약간 투수성 이상

◎ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 선정 결과

구분		문헌자료	시정결과	비고
원천성	배타성	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	—	5.4×10^{-4}
	선도	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	—	1.2×10^{-7}
	보통	$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.6×10^{-3}
	차별	1.0×10^{-2} 이하	—	5.9×10^{-3}
종류도		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
종차위		$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-5}
연암		$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-3}$	3.9×10^{-3}
경암		$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	$1.28 \times 10^{-5} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
I등급		$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	—	5.0×10^{-7}
II등급		$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	—	5.4×10^{-3}
III등급		$1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	$1.28 \times 10^{-5} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
IV등급		$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-3}$	3.9×10^{-3}
V등급		$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.4×10^{-3}

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.13 토사 및 기반암의 설계지반정수

구분	신아미종 (kN/m ²)	인장력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (1/m ²)	포사비 (v)	k(cm/s)
쌓기시	토 시	18.0	15.0	26.0	—	—
	암비면	20.0	0.0	35.0	—	—
매립중	적갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	결정시	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
퇴적중	모래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	적갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
종파단	—	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	종파단	20.0	30.0	71.0	150.0	0.30

2.7.2 디널구간 암반등급별 설계지반정수

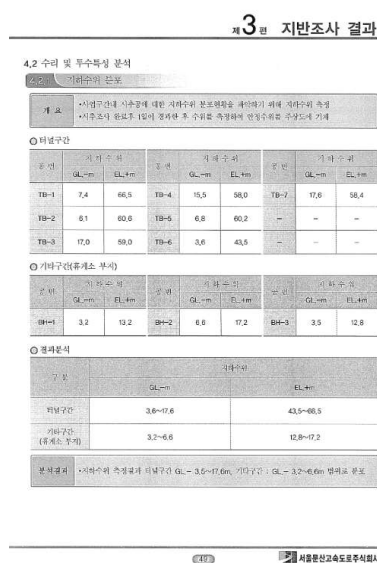
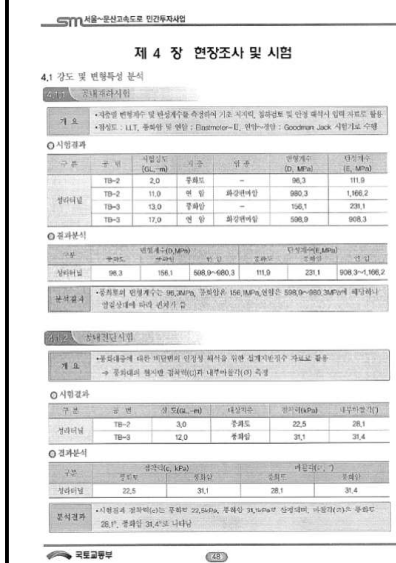
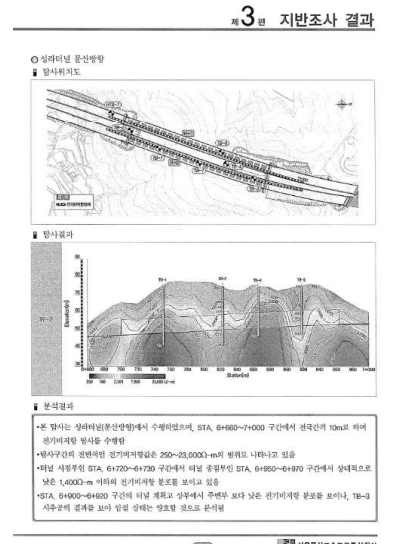
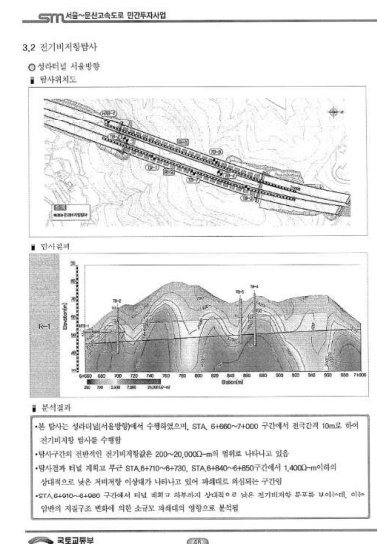
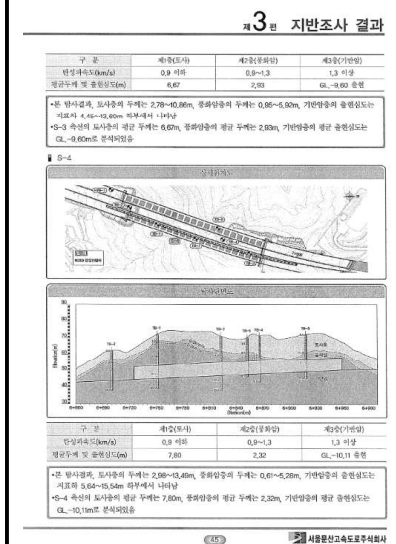
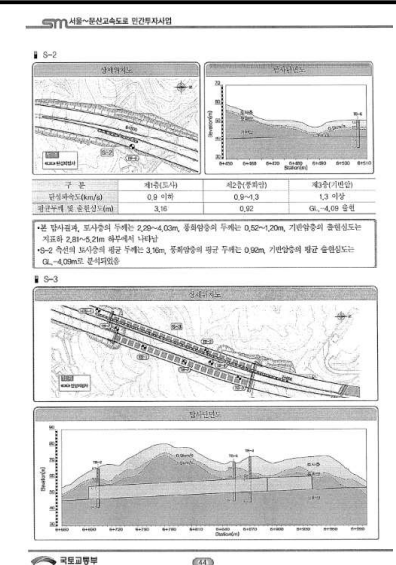
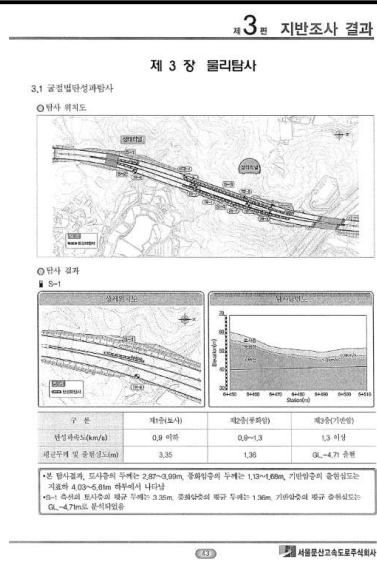
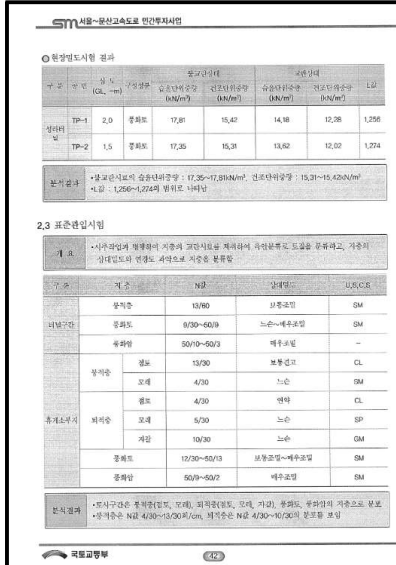
구분	단면적 (cm^2/mm)	압축력 (kPa)	단면적당가 (mm)	단면적당 (MPa)	크리프변위 (μ)	$\kappa(\text{cm/s})$
I등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
II등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
III등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
IV등급	23.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V등급	24.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.8 음인수치 설계지반정수

압 령	점진력(kPa)	회전각(°)
평마와	47.0	34.0

2.1.4 기타 실제치만정수

구분		V_0 (m/s)	V_2 (m/s)	G_4 (MPa)	E_5 (MPa)	K_5 (MPa)	ν_5
외계층	배합종	498	180	62	164	181	0.33
	철도	545	200	68	190	317	0.40
	모래	440	170	52	140	156	0.35
	자갈	514	190	59	181	168	0.32
중계층		952	392	202	713	699	0.33
통계한		1,144	544	568	1,539	1,282	0.30
현안		1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26
계양		2,246	1,235	3,813	9,456	6,082	0.24



제 3 편 지반조사 결과

8월	1
----	---

Fig. 2	3
--------	---

Figure 10-10 displays the results of the 2D seismic tomography inversion for the 2004 Mw 6.8 Wadati-Doi earthquake. The figure is divided into three main sections: (a) P-wave velocity, (b) S-wave velocity, and (c) S-P time difference. Each section contains a 3D block diagram of the study area (30°N-40°N, 130°E-140°E) and a corresponding 2D cross-section of the velocity profile. The 3D block diagrams show the spatial distribution of the velocity anomalies, while the 2D cross-sections show the velocity profile along the strike-slip fault. The velocity profiles are plotted against depth (km) and distance (km). The P-wave velocity profile (a) shows a significant low-velocity zone (red) at depths between 10 and 20 km, which is interpreted as a magma chamber. The S-wave velocity profile (b) shows a significant low-velocity zone (red) at depths between 10 and 20 km, which is interpreted as a magma chamber. The S-P time difference profile (c) shows a significant low-velocity zone (red) at depths between 10 and 20 km, which is interpreted as a magma chamber. The velocity profiles are plotted against depth (km) and distance (km). The P-wave velocity profile (a) shows a significant low-velocity zone (red) at depths between 10 and 20 km, which is interpreted as a magma chamber. The S-wave velocity profile (b) shows a significant low-velocity zone (red) at depths between 10 and 20 km, which is interpreted as a magma chamber. The S-P time difference profile (c) shows a significant low-velocity zone (red) at depths between 10 and 20 km, which is interpreted as a magma chamber.

 서원문산고속도로주식회사

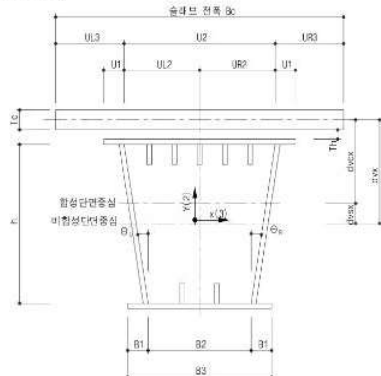
제3편 지반조사 결과

(45) 기본동

11/11/2016

[illegible]

4.2 단 면 가 정 (합성전)



주형의 탄성변형 및 부정정각을 계산하는 경우에는 정부모멘트에 관계없이 바닥판 콘크리트의 합성작용을 고려한다. (☞ 노선 3.9.1.2)

- B_0 : 바닥판 콘크리트의 폭
- T_0 : 바닥판 콘크리트의 두께
- T_0 : 바닥판 콘크리트의 현저 높이
- N : 강재와 콘크리트의 탄성계수비 ($N = E_s / E_c$)
- B_1 : 바닥판 콘크리트의 단면적
- Δu : 합성후 1강재 = 바닥판 콘크리트의 환산 단면적
- $l_{c(sg)}$: 2축(3축) 방향 바닥판 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 도심까지의 거리)
- 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
- Θ_1 : 직측 복부판과 인접선이 이루는 각도
- Θ_2 : 우측 복부판과 인접선이 이루는 각도

4.5 뒤틀림(WARPING TORSION)에 대한 검토

1) 합성전 WARPING TORSION에 대한 검토 (☞ 절.설 9.10.1 ☞ 강교설계의 기준 P165)

비틀림상수비 가장 큰 단면 B 에 대하여 검토함

$$\begin{aligned}
 B_0 &= U_1 + U_2/2 \times 2a = 1,800.0 + 12.0 / 2 + 12.0 / 2 = 1,812.0 \text{ mm} \\
 B_1 &= B_0 + I_w/2 \times 2a = 1,800.0 + 12.0 / 2 + 12.0 / 2 = 1,812.0 \text{ mm} \\
 H &= h + I_w/2 + I_1/2 = 2,500.0 + 24.0 / 2 + 28.0 / 2 = 2,506.0 \text{ mm} \\
 F &= (B_0 + B_1) / 2 \times H = (1,812.0 + 1,812.0) / 2 \times 2,526.0 = 4,577,112.0 \text{ mm}^2 \\
 B_w &= (B_0 \times I_w) / (I_w \times H) = (1,812.0 \times 24.0) / (12.0 \times 2,526.0) = 1.435 \\
 B_1 &= (B_1 \times I_w) / (I_w \times H) = (1,812.0 \times 28.0) / (12.0 \times 2,526.0) = 1.674 \\
 e &= 2 \times I_w \times I_1 / I_w^2 = 2 \times 24.0 \times 28.0 / 12.0^2 = 9.333
 \end{aligned}$$

• 비틀림 상수

$$q' = \{ (B_0 + B_1) / 2 \times I_w \times e \} / (B_0 + B_1 + e) = \{ (1,812.0 + 1,812.0) / 2 \times 12.0 \times 9.333 \} / (1,435 + 1,674 + 9.333) = 10,311.5$$

• 추가된 상수(Uni Warping)

$$\begin{aligned}
 \Delta u &= \{ (B_0 + B_1) / 2 \times H \} \{ q' \times H \} / I_w \\
 &= \{ (1,812.0 + 1,812.0) / 2 \times 2,526.0 \} + (10,311.5 \times 2,526.0) / 12.0 = 5,722,118.2 \\
 \omega_1 &= \{ -\Delta u \times (B_1 + 3) \} / (B_0 + B_1 + 6) \\
 &= \{ -5,722,118.2 \times (1,674 + 3) \} / (1,435 + 1,674 + 6) = -2,936,166.9 \\
 \omega_2 &= \{ \Delta u \times (B_0 + 3) \} / (B_0 + B_1 + 6) \\
 &= \{ 5,722,118.2 \times (1,435 + 3) \} / (1,435 + 1,674 + 6) = 2,785,951.3
 \end{aligned}$$

• 추가된 비틀림 상수

$$\begin{aligned}
 I_w &= H \times I_1 / 3 \{ \omega_1^2 (2 - B_0) + 2 \times \omega_1 \times \omega_2 - \omega_2^2 (2 + B_1) \} \\
 &= 2,526.0 \times 12.0 / 3 \times \{ (-2,936,166.9)^2 \times (2 + 1.435) + 2 \times (-2,936,166.9) \times 2,785,951.32 + 2,785,951.32^2 \times (2 + 1.674) \} \\
 &= 4.220E+17 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

• 순수 비틀림 상수

$$\begin{aligned}
 K &= 4 \times I^2 / (F \Delta s \times I) \\
 &= 4 \times I^2 / \{ (H \cos \Theta_1 + H \cos \Theta_2) \times I_w + B_0 \times I_{w1} + B_1 \times I_{w2} \} \\
 &= 4 \times 4,577,112.0^2 / \{ (2,526.0 + 2,526.0) \times 12.0 + 1,812.0 / 24.0 + 1,812.0 / 28.0 \} = 1.493E+11
 \end{aligned}$$

• 비틀림 상수비

$$\begin{aligned}
 \alpha &= L \sqrt{\frac{G \cdot K}{E_s \cdot I_w}} = 59,365.0 \times \sqrt{\frac{79,000.0 \times 1.493E+11}{205,000.0 \times 4.220E+17}} = 21.922 \\
 \alpha &= 21.92 > 10.0 \quad \text{☞ 검토결과 } \alpha > 10.0 \text{ 이므로 뒤틀림에 따른 응력 계산을 생략할 수 있다.} \\
 L &= \text{시각장 (19,365.0 mm)} \\
 E_s &= \text{탄성계수 (205,000.0 MPa)} \\
 G &= \text{전단탄성계수 (79,000.0 MPa)}
 \end{aligned}$$

☞ 단면별 비틀림 상수비 검토한 후의 검토 결과

구분	B_0	B_1	H	T_0	I_1	I_w	$F(\text{mm}^2)$	B_w	B_1	e	q'
단면-1	1,800.0	1,800.0	2,500.0	10.0	12.0	4.55E+06	0.502	0.502	1.389	11550.9	
단면-2	1,800.0	1,800.0	2,500.0	10.0	12.0	4.55E+06	0.502	0.502	1.389	11550.9	
단면-3	1,800.0	1,800.0	2,500.0	10.0	12.0	4.55E+06	0.501	0.501	1.667	12127.8	
단면-4	1,800.0	1,800.0	2,500.0	10.0	12.0	4.55E+06	0.501	0.501	2.222	12767.9	
단면-5	1,800.0	1,800.0	2,500.0	10.0	12.0	4.55E+06	0.501	0.501	2.222	12767.9	
단면-6	1,800.0	1,800.0	2,500.0	20.0	16.0	4.55E+06	1.199	0.359	4.444	14636.1	
단면-7	1,800.0	1,800.0	2,500.0	20.0	16.0	4.55E+06	1.198	1.318	5.111	15403.2	
단면-8	1,800.0	1,800.0	2,500.0	20.0	16.0	4.55E+06	1.435	1.674	9.333	16311.5	

구분	Δu	ω_1	ω_2	I_w	$I_{w1}(\text{mm}^4)$	$I_{w2}(\text{mm}^4)$	α	판정
단면-1	4,711,038.3	-2,355,519.2	2,355,519.2	59,365.0	1.78E+17	1.05E+17	28.40	$\alpha > 10$
단면-2	4,711,038.3	-2,355,519.2	2,355,519.2	59,365.0	1.78E+17	1.05E+17	28.40	$\alpha > 10$
단면-3	4,811,460.7	-2,445,241.5	2,366,219.2	69,365.0	1.93E+17	1.10E+17	27.86	$\alpha > 10$
단면-4	4,950,583.7	-2,593,299.3	2,357,284.4	99,365.0	2.18E+17	1.19E+17	25.89	$\alpha > 10$
단면-5	4,950,583.7	-2,593,299.3	2,357,284.4	99,365.0	2.18E+17	1.19E+17	25.89	$\alpha > 10$
단면-6	5,352,240.9	-2,597,441.7	2,794,799.2	99,365.0	2.09E+17	1.34E+17	24.61	$\alpha > 10$
단면-7	5,519,581.4	-2,798,316.7	2,721,154.7	99,365.0	3.47E+17	1.41E+17	23.48	$\alpha > 10$
단면-8	5,722,118.2	-2,936,166.9	2,785,951.3	99,365.0	4.22E+17	1.49E+17	21.92	$\alpha > 10$

☞ 검토결과 비틀림 상수비 $\alpha < 0.4$ 일 경우 순수비틀림에 따른 응력계산을, $\alpha > 10$ 일 경우 뒤틀림에 대한 응력계산을 각각 생략할 수 있다.

2) 합성후 WARPING TORSION에 대한 검토

비틀림상수비 가장 큰 단면 B 에 대하여 검토함

$$\begin{aligned}
 B_0 &= U_1 + U_2/2 \times 2a = 1,800.0 + 12.0 / 2 + 12.0 / 2 = 1,812.0 \text{ mm} \\
 B_1 &= B_0 + I_w/2 \times 2a = 1,701.3 + 12.0 / 2 + 12.0 / 2 = 1,713.3 \text{ mm} \\
 H &= h + I_w/2 + I_1/2 = 2,500.0 + 28.0 / 2 + 28.0 / 2 = 2,543.2 \text{ mm} \\
 F &= (B_0 + B_1) / 2 \times H = (1,812.0 + 1,713.3) / 2 \times 2,543.2 = 4,482,083.3 \text{ mm}^2 \\
 B_w &= (B_0 \times I_w) / (I_w \times H) = (1,812.0 \times 58.3) / (12.0 \times 2,543.2) = 3.462 \\
 B_1 &= (B_1 \times I_w) / (I_w \times H) = (1,713.3 \times 28.0) / (12.0 \times 2,543.2) = 1.572 \\
 e &= 2 \times I_w \times I_1 / I_w^2 = 2 \times 58.3 \times 28.0 / 12.0^2 = 22.672
 \end{aligned}$$

• 비틀림 상수

$$q' = \{ (B_0 + B_1) / 2 \times I_w \times e \} / (B_0 + B_1 + e) = \{ (1,812.0 + 1,713.3) / 2 \times 12.0 \times 22.672 \} / (3.462 + 1.572 + 22.672) = 17,309.0$$

• 추가된 상수(Uni Warping)

$$\begin{aligned}
 \Delta u &= \{ (B_0 + B_1) / 2 \times H \} \{ q' \times H \} / I_w \\
 &= \{ (1,812.0 + 1,713.3) / 2 \times 2,543.2 \} + (17,309.0 \times 2,543.2) / 12.0 = 5,909,620.5 \\
 \omega_1 &= \{ -\Delta u \times (B_1 + 3) \} / (B_0 + B_1 + 6) \\
 &= \{ -5,909,620.5 \times (1.572 + 3) \} / (3.462 + 1.572 + 6) = -2,448,703.0
 \end{aligned}$$

7.2 사용하중 조합시 부재별 검토

1) 교각각각 방향

☞ 기둥 : 부재번호 12

(교각방향)

하중	가동상단			가동하단			비고
	P(kN)	M(kN.m)	V(kN)	P(kN)	M(kN.m)	V(kN)	
SV001	-17403.078	1502.707	0.000	-17932.854	1502.707	0.000	
SV002	-15505.733	-1992.007	0.000	-17035.509	-1992.007	0.000	
SV003	-15416.525	6961.394	0.000	-16946.371	6961.394	0.000	
SV004	-13632.238	4308.638	-381.855	-14182.014	5692.045	-398.043	
SV005	-17403.078	2736.104	-281.055	-17932.854	3988.888	-289.149	
SV006	-15505.733	-736.610	-281.055	-17035.509	494.174	-289.149	
SV007	-15416.525	8216.791	-281.055	-16946.371	9447.575	-289.149	
SV008	-17403.078	1502.707	0.000	-17932.854	1502.707	0.000	
SV009	-17403.078	1502.707	0.000	-17932.854	1502.707	0.000	
SV010	-15505.733	-1992.007	0.000	-17035.509	-1992.007	0.000	
SV011	-15505.733	-1992.007	0.000	-17035.509	-1992.007	0.000	
SV012	-15416.525	6961.394	0.000	-16946.371	6961.394	0.000	
SV013	-15416.525	6961.394	0.000	-16946.371	6961.394	0.000	
SV014	-13632.238	4308.638	-381.855	-14182.014	5692.045	-398.043	
SV015	-17403.078	2736.104	-281.055	-17932.854	3988.888	-289.149	
SV016	-17403.078	2736.104	-281.055	-17932.854	3988.888	-289.149	
SV017	-15505.733	-736.610	-281.055	-17035.509	494.174	-289.149	
SV018	-15505.733	-736.610	-281.055	-17035.509	494.174	-289.149	
SV019	-15505.733	-736.610	-281.055	-17035.509	494.174	-289.149	
SV020	-15416.525	8216.791	-281.055	-16946.371	9447.575	-289.149	
SV021	-15416.525	8216.791	-281.055	-16946.371	9447.575	-289.149	
SV022	-13632.238	2849.433	0.000	-14182.014	2849.433	0.000	
SV023	-17403.078	1502.707	0.000	-17932.854	1502.707	0.000	
SV024	-15505.733	-1992.007	0.000	-17035.509	-1992.007	0.000	
SV025	-15416.525	6961.394	0.000	-16946.371	6961.394	0.000	
SV026	-13632.238	4308.638	-381.855	-14182.014	5692.045	-398.043	

4. 안 정 검 토

1) 하중계 및 조립

① 하중계 조립 : 「하중계산 참조」

구 분	수직력	수평력	작용거리		모멘트	
			X(m)	Y(m)	Mx(kN.m)	My(kN.m)
1. 교대구체(중상시)	395.564	-	2.230	2.463	882.025	-
2. 교대구체(지진시)	395.564	30.458	2.230	2.463	882.025	75.324
3. 받침돌체(중상시)	348.410	-	3.909	4.859	1361.949	-
4. 받침돌체(지진시)	348.410	26.828	3.909	4.859	1361.949	130.345
5. 배면토압(중상시)	-	184.544	-	2.751	-	507.627
6. 배면토압(지진시)	-	213.826	-	4.126	-	882.259
7. 받침돌 상재하중	26.000	22.363	3.900	4.126	101.400	92.271
8. 상부 교각하중(중상시)	297.745	-	1.380	-	410.888	-
9. 상부 교각하중(지진시)	152.460	-	1.380	-	210.395	-
10. 교대발상대압력	-	14.887	-	5.828	-	83.777
11. 상부관성력	-	14.887	-	5.828	-	83.777

② 하중조합

구 분	구 분	V(kN)	H(kN)	Mx(kN.m)	My(kN.m)
COMB 1	교각하중+활하중+토압(1+3+5+7)	782.374	206.307	2345.374	599.895
COMB 2	교각하중+활하중+토압+상도하중(1+3+5+7)	782.374	206.307	2345.374	599.895
COMB 3	교각하중+토압+지진하중+상도하중(2+4+6)	743.974	271.112	2243.974	1087.628
COMB 4	교각하중+활하중+상도하중(1+3+5+7+9)	1220.179	206.307	2996.627	599.895
COMB 5	교각하중+활하중+토압+상도하중(1+3+5+7+9)	1220.179	221.794	2996.627	883.675
COMB 6	교각하중+토압+지진하중+상도하중(2+4+6+9)	1041.719	285.299	2694.822	1171.405

註) COMB 1,2,3 : 상부하중 비배하시(가설시) : 상부하중 배하시
가설시의 상하중은 대전가계(교대리)를 건설가계의 하중을 뜻함.

2) 성능에 대한 안전

- 압축거초 0.0으로 불일치 : 「10. 압축검토」 참조

3) 활동에 대한 안전

- 압축거초 0.0으로 불일치 : 「10. 압축검토」 참조

4) 지지력에 대한 안전

- 압축거초 0.0으로 불일치 : 「10. 압축검토」 참조

5) 압축도심에서의 작용하중 산출

① 압축도심의 작용하중 계산

$$\sum M = \sum H \times \sum M_0$$

$$e = \text{압축도심} = (2.600) - \sum M / \sum V$$

$$M_0 = V \times e$$

※ 압축도심의 계산

구 분	거 리(m)	분 수	거리 x 분수	도 심(m)
1. 교대	0.650	7.000	4.550	-
2. 교대	1.950	7.000	13.650	-
3. 교대	3.250	7.000	22.750	-
4. 교대	4.550	7.000	31.850	-
계	-	28.000	72.800	2.600

② 하중조합별 작용하중

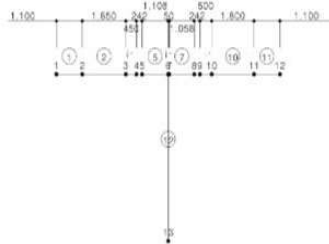
구 분	구 분	V(kN)	H(kN)	e(m)	Mx(kN.m)
COMB 1	교각하중+활하중+토압(1+3+5+7)	6585.210	2307.013	0.333	2858.875
COMB 2	교각하중+활하중+토압+상도하중(1+3+5+7)	6585.210	2307.013	0.333	2858.875
COMB 3	교각하중+토압+지진하중+상도하중(2+4+6)	6295.310	3022.959	1.046	5676.854
COMB 4	교각하중+활하중+토압(1+3+5+7+9)	13624.996	2307.013	0.660	5979.257
COMB 5	교각하중+활하중+토압+상도하중(1+3+5+7+9)	13624.996	2473.023	0.729	9918.042
COMB 6	교각하중+토압+지진하중+상도하중(2+4+6+9)	11615.167	3185.889	1.176	13559.436

註) COMB 1,2,3 : 상부하중 비배하시(가설시), COMB 4,5,6 : 상부하중 배하시

※ 작용하중 배내의 선곡 (11.150 m)을 고려한 결과값임.

6. 구 조 해 석

6.1 해석 모델링



6.2 절점 좌표

절점	X	Z	절점	X	Z	절점	X	Z
1	0.000	6.267	6	4.750	6.257	11	8.400	6.267
2	1.100	6.267	7	4.800	6.257	12	9.500	6.267
3	2.250	6.267	8	5.858	6.257	13	4.750	0.000
4	3.400	6.267	9	6.100	6.257			
5	3.642	6.267	10	6.600	6.257			

6.3 단면 정보

구 분	W(m)	H(m)	A(m²)	I22(m⁴)	I33(m⁴)	적중율
1	2.500	1.500	3.750	1.95325	6.70325	12
2	2.500	1.546	4.115	2.143229	6.92970	1
3	2.500	1.588	4.720	2.458333	1.402554	11
4	2.500	2.004	5.085	2.648437	1.753120	2
5	2.500	2.524	6.310	3.288466	3.340861	10
6	2.500	2.596	6.490	3.380308	3.644793	
7	2.500	2.613	6.532	3.402344	3.716867	3
8	2.500	2.587	6.717	3.498996	4.041678	
9	2.500	2.772	6.930	3.603975	4.437501	4-9
10	2.500	0.000	4.909	1.917476	1.917476	기둥하단
11	2.500	0.000	4.909	1.917476	1.917476	기둥상단

7. 해석결과 집계

7.1 하중별 부재력 집계

하중	가중상단			가중하단			비고
	P(kN)	M(kN.m)	V(kN)	P(kN)	M(kN.m)	V(kN)	
0	-13632.238	2549.433	0.000	-14152.014	2849.433	0.000	
L1	-3770.840	-1346.726	0.000	-3770.840	-1346.726	0.000	
L2	-2873.495	-4841.440	0.000	-2873.495	-4841.440	0.000	
L3	-2784.357	4111.961	0.000	-2784.357	4111.961	0.000	
W-TR	0.000	1159.205	-381.855	0.000	2842.612	-398.043	
WL	0.000	675.795	-90.127	0.000	1064.875	-90.127	
G-TR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
E-TR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

하중	가중상단			가중하단			비고
	P(kN)	M(kN.m)	V(kN)	P(kN)	M(kN.m)	V(kN)	
0	-13632.238	0.000	0.000	-14152.014	0.000	0.000	
L1	-3770.840	0.000	0.000	-3770.840	0.000	0.000	
L2	-2873.495	0.000	0.000	-2873.495	0.000	0.000	
L3	-2784.357	0.000	0.000	-2784.357	0.000	0.000	
W-LC	0.000	-130.239	66.789	0.000	-455.508	82.977	
WL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
G-LC	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
E-LC	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

※ 두부부 : 내관부

하중	좌측 (부재5, 절점5)		우측 (부재7, 절점8)		비고
	M(kN.m)	V(kN)	M(kN.m)	V(kN)	
0	-15432.945	4383.529	-12290.963	-50.069	
L1	-3670.851	1444.080	-2658.750	-1057.730	
L2	-4053.905	1594.770	-645.469	-254.315	
L3	-756.187	297.477	-3582.390	-1429.280	
W-LC	0.000	0.000	0.000	0.000	
W-TR	138.196	0.000	-138.196	0.000	
WL	166.662	0.000	-166.662	0.000	
G-LC	0.000	0.000	0.000	0.000	
G-TR	0.000	0.000	0.000	0.000	
E-LC	0.000	0.000	0.000	0.000	
E-TR	0.000	0.000	0.000	0.000	

1. 설계조건

상부구조형식	구조 형식	Steel Box GIRDER교	
	교량내진등급	1등급	
	지 간	2 @ 60.000 = 120.000 m	
하부구조형식	교 각 형 식	T형	
	기 초 형 식	직접 + 말뚝기초	
사 용 재 료	교각 콘크리트 (tck)	27, 40 Mpa	
	교대 콘크리트 (tck)	24 Mpa	
재 료 특 성	콘크리트 단위중량(g_c)	25.0 kN/ m^3	
	아스팔트 단위중량(g_c)	23.0 kN/ m^3	
가 속 도 계 수(A)	지진구역계수	0.11 (I)	
	위험도계수	1.4 (1000년 재관주기)	
	가속도계수(A)	지진구역계수 X 위험도계수 = 0.154 g	
지 반 계 수(S)	지반종류	II	
	지반계수	S = 1.2 (내진설계)	
응답수정계수	구조부재	항복식 (설계기준) R	탄성거동시 R
	기둥 (단주)	3.0	1.0
	연결	상부구조와 교대	0.8
		상부구조와 교각	1.0
기 초	3.0 / 2 = 1.5		1.0
해석방법	* POT 발상은 응답스펙트럼을 이용하여 다중모드 응답스펙트럼 방법을 수렴함.		

2. 해석 방법별 특성 및 받침 물성치

1) 내진해석

- POT 발상 적용시 내진해석.
- * 발상은 NLINK로 (표 POT 발상 물성치)와 같이 모델링 하였다.
- * 해석시 5% 감쇠비를 적용하고 Ritz Vector 해석 수행, 질량참여율이 90% 넘도록 50차 모드까지 고려 하였다.
- * 지진하중은 지반계수 S에 (내진해석시 S=1.2), 가속도계수 A=0.154g 에 해당하는 응답스펙트럼을 사용하였다.
- * 해석은 다중모드 응답스펙트럼 방법을 사용하였다.

받침종류	제 시 사 입 력 값	설 명	처치위치	비고
POT 고정단	NAME=POTFIX TYPE=GAP	NLink type	P1	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=1E+08 CE=0	교차방향 강성		
POT 일방향 (교축)	NAME=POTM1 TYPE=GAP	NLink type	A1, A2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=1E+08 CE=0	교차방향 강성		
POT 일방향 (교차)	NAME=POTM2 TYPE=GAP	NLink type	P1	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	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	A1, A2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
	DOF=U3 KE=0 CE=0	교차방향 강성		

3. 지진하중 (응답스펙트럼)

(1) 탄성지진응답계수

1) 가속도계수

구분	지진계수	비고
구역계수(Z)	0.110	지진구역 I
지진위험도계수(I)	1.400	내진등급 1등급 (재원주기 1000년)
가속도계수(A)	0.154	$A = Z \times I$

2) 지반계수

구분	지진계수	비고
지반계수(S)	1.200	지반종류 II

3) 탄성지진응답계수(Cs) 산정

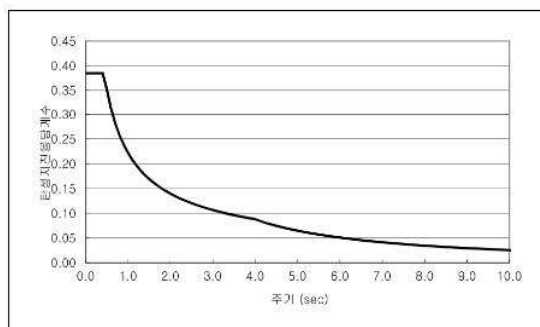
$$\textcircled{1} T \leq 4.0 \text{ sec}$$

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

$$\textcircled{2} T > 4.0 \text{ sec}$$

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

여기서, T : 교량의 주기



4) 탄성지진응답계수

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
0.0000	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	0.1089	1.0696	
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	0.9267	
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



범례

1	강관단상교	2	강관복합교	3	강관복합교	4	강관복합교	5	강관복합교
---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

5.3 발침 변위 검토

위 치	형 식		용량 (kN)	지진시 작용 변위(mm)				지진시 허용 변위 (mm)				판정		비고
	NO.	Type		교축방향		교차방향		교축		교차		교축	교차	
				교축	교차	교축	교차	교축	교차					
A1	1	상방향	2000M	46	0	15	0	50	50	OK	OK			
	2	교수방향	2000G40	46	0	14	0	50	0	OK	OK			
	3	상방향	2500M	46	0	15	0	50	50	OK	OK			
P1	4	교차방향	6000G20	0	1	0	3	0	50	OK	OK			
	5	교차난	6000G40	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	6	교차방향	7000G20	0	1	0	3	0	50	OK	OK			
A2	7	상방향	2000M	46	0	15	0	50	50	OK	OK			
	8	교수방향	2000G40	46	0	14	0	50	0	OK	OK			
	9	상방향	2500M	46	0	15	0	50	50	OK	OK			

5.2 발침 수평력 검토

위 치	항 목		용량 (kN)	지진시 작용 수평력(kN)				지진시 허용 수평력 (kN)				판정	비고	
	NO.	Type		교축방향		교차방향		교축방향		교차방향				
				교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차			
A1	1	상방향	200CM	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK		
	2	교축방향	2000G40	0	247	0	807	0	1,040	OK	OK			
	3	상방향	250CM	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
P1	4	교차방향	6000G20	1,370	0	429	0	1,480	0	OK	OK			
	5	교차방향	6000G40	1,397	851	425	2,796	2,860	2,860	OK	OK			
	6	교축방향	7000G20	1,422	0	442	0	1,820	0	OK	OK			
A2	7	상방향	200CM	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	8	교축방향	2000G40	0	243	0	800	0	1,040	OK	OK			
	9	상방향	250CM	0	0	0	0	0	0	OK	OK			

5.4 부재력 해석 결과

1) 교각상단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교축방향 지진력 작용시				교차방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kNm)		전단력 (kN)		모멘트 (kNm)		전단력 (kN)		
			교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차	
P1	P1S	9.34	52,796	179	4,466	15	178	26,116	21	3,068	상설

2) 교각상단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교축방향 지진력 작용시				교차방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차	
P1	P1T	9.34	25,017	68	4,430	15	51	9,142	20	3,047	

5.5 부재력 하중조합 (적용 부재력)

- COM1 : 돌방향측 해석으로부터 구한 지진력에 횡방향측의 해석으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 - C1-1 1.0x 중속해석에 의한 돌방향 부재력 + 0.3x 중속해석에 의한 돌방향 부재력
 - C1-2 1.0x 중속해석에 의한 돌방향 부재력 + 0.3x 중속해석에 의한 돌방향 부재력
- COM2 : 돌방향측 해석으로부터 구한 지진력에 돌방향측의 해석으로부터 구한 지진력의 50%를 합한 경우.
 - C2-1 0.3x 중속해석에 의한 돌방향 부재력 + 1.0x 중속해석에 의한 돌방향 부재력
 - C2-2 0.3x 중속해석에 의한 돌방향 부재력 + 1.0x 중속해석에 의한 돌방향 부재력

1) 교각상단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차	
P1	P1S	9.34	52,850	6,614	4,472	840	16,017	26,170	1,260	3,069	

2) 교각상단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교축	교각	교축	교각	교축	교각	교축	교각	
P1	P1T	9.34	25,032	2,330	4,436	929	7,556	9,167	1,349	3,051	

5.6 코팅 상단 범위

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	코팅상단범위(mm)				비고
			COM1		COM2		
			교축	교척	교축	교척	
P1	P1T	9.34	43	9	13	31	

③ 교대1 여유간격

$$d = 45.9 \text{ mm}$$

$$\Delta I_k = 0.0 \text{ mm}$$

$$\Delta I_k = 0.0 \text{ mm}$$

$$L = 60.0 \text{ mm}$$

$$\Delta I_1 = 0.4 \times L = \pm 24 \text{ mm}$$

$$\therefore d_k = 45.9 + 0.4 \times 24.0 = 55.474 \text{ mm}$$

따라서 교대1의 여유간격은 55.5mm 이상 확보해야 함.

④ 교대2 여유간격

$$d = 45.9 \text{ mm}$$

$$\Delta I_k = 0.0 \text{ mm}$$

$$\Delta I_k = 0.0 \text{ mm}$$

$$L = 60.0 \text{ mm}$$

$$\Delta I_1 = 0.4 \times L = \pm 24 \text{ mm}$$

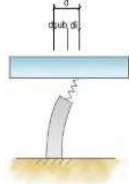
$$\therefore d_k = 45.9 + 0.4 \times 48.0 = 65.093 \text{ mm}$$

따라서 교대2의 여유간격은 65.1mm 이상 확보해야 함.

5.7 변위해석결과

- 지진시에 상부구조와 교대 혹은 인접하는 상부구조간의 충돌에 의한 주요 구조부재의 손상을 방지해 설계시 고려된 내진성능이 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위하여 상부구조의 일부에는 여유간격을 설치하여야 한다.
- 상부구조의 여유간격은 다음 식에 의한 값보다 적어서는 안된다.

『도로교설계기준, 6.4.8』



$$\Delta I_1 = d + \Delta I_1 + \Delta I_2 + 0.4 \Delta I_3$$

여기서, ΔI_1 : 상부구조의 여유간격

d : 지반에 대한 상부구조의 총변위 ($d_1 + d_2$)

ΔI_2 : 콘크리트 건조수축에 의한 이동량

ΔI_3 : 콘크리트 크리프에 의한 이동량

ΔI_4 : 온도변화에 의한 이동량

① 상부구조 총변위

교 각	절 결 No.	상부변위 (mm)		비고
		교축방향 해석시	교축직각방향 해석시	
A1	41	45.9	14.7	
A2	51	45.9	14.7	

• 여유간격 산정

- 지진시 상부 구조의 총변위에 충돌하는 경우 건조수축과 크리프의 변위는 충돌하려는 변위와 반대방향으로 거동하기 때문에 건조수축과 크리프의 변위량은 상부구조의 여유간격 감소 요인으로 작용하므로 부정적 이동량 및 신축유량보다 상부구조의 여유간격을 크게 확보하기 위해서는 건조 및 크리프에 의한 이동은 원상회복 것으로 보고 상부구조의 여유간격을 산정한다.

5.8 질량참여율

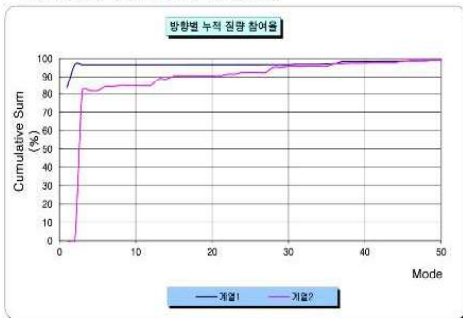
② 질량참여율

Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
				MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.368	8.916	1.301	83.570	83.570	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.782	8.031	1.278	13.187	96.757	0.097	0.098	0.000	0.001
3	0.764	8.229	1.310	0.311	96.769	81.667	81.764	0.001	0.002
4	0.692	9.086	1.446	0.320	96.769	0.002	81.767	0.000	0.002
5	0.486	12.337	2.069	0.321	96.769	0.001	81.768	81.163	81.163
6	0.322	19.523	3.107	0.320	96.769	2.189	83.257	0.000	81.163
7	0.229	27.482	4.314	0.320	96.769	0.000	83.257	0.000	81.163
8	0.208	30.203	4.807	0.320	96.769	0.759	84.715	0.000	81.163
9	0.200	31.373	4.993	0.321	96.791	0.000	84.715	0.000	81.163
10	0.188	32.543	5.179	0.320	96.791	0.001	84.716	0.000	81.163
11	0.180	33.200	5.295	0.320	96.791	0.001	84.717	0.000	81.163
12	0.166	40.573	6.457	0.320	96.791	0.000	84.717	1.209	82.372
13	0.159	44.550	7.727	0.320	96.791	4.000	88.777	0.000	82.372
14	0.164	40.365	6.607	0.320	96.791	0.000	88.777	0.000	82.372
15	0.086	63.906	10.185	0.320	96.791	1.649	90.426	0.000	82.372
16	0.089	59.821	11.222	0.320	96.791	0.000	90.426	0.000	82.372
17	0.086	71.151	11.308	0.327	96.793	0.000	90.426	0.000	82.372
18	0.076	83.119	13.229	0.320	96.793	0.000	90.426	12.386	94.758
19	0.075	83.296	13.257	0.320	96.793	0.000	90.426	0.000	94.758
20	0.071	88.440	14.076	0.320	96.793	0.007	90.434	0.000	94.758
21	0.070	90.369	14.336	0.320	96.793	0.000	90.434	0.000	94.758
22	0.069	91.030	14.488	0.320	96.793	1.139	91.573	0.000	94.758
23	0.064	97.564	15.528	0.320	96.793	0.000	91.573	0.000	94.758
24	0.062	130.022	16.237	0.320	96.793	0.988	92.561	0.000	94.758
25	0.061	130.648	16.337	0.320	96.793	0.000	92.561	0.000	94.758
26	0.059	121.736	16.375	0.320	96.793	0.000	92.561	0.000	94.758
27	0.050	125.892	23.035	0.319	96.817	0.000	92.559	0.000	94.758
28	0.047	133.555	21.256	0.320	96.817	2.869	95.429	0.001	94.758
29	0.046	136.774	21.768	0.320	96.817	0.001	95.430	2.165	96.409
30	0.043	145.814	23.207	0.320	96.817	0.335	95.765	0.000	96.409
31	0.042	151.033	24.038	0.192	97.009	0.000	95.765	0.000	96.410
32	0.040	158.862	25.284	0.320	97.009	0.000	95.765	0.000	96.410
33	0.036	175.558	27.941	0.320	97.009	0.180	95.945	0.000	96.410
34	0.032	184.450	30.948	0.320	97.009	0.000	95.945	10.480	96.890
35	0.032	185.961	31.188	0.175	97.125	0.000	95.945	0.008	96.897
36	0.031	203.919	32.455	0.320	97.125	1.338	97.284	0.001	96.898
37	0.029	219.032	34.704	1.330	98.456	0.000	97.284	0.000	96.898
38	0.027	231.020	37.245	0.320	98.456	0.421	97.705	0.000	96.898
39	0.025	252.575	40.199	0.320	98.456	0.000	97.705	1.733	98.631
40	0.022	289.425	46.063	0.370	98.526	0.003	97.705	0.011	98.642
41	0.021	332.809	46.203	0.322	98.526	0.344	98.052	0.003	98.645

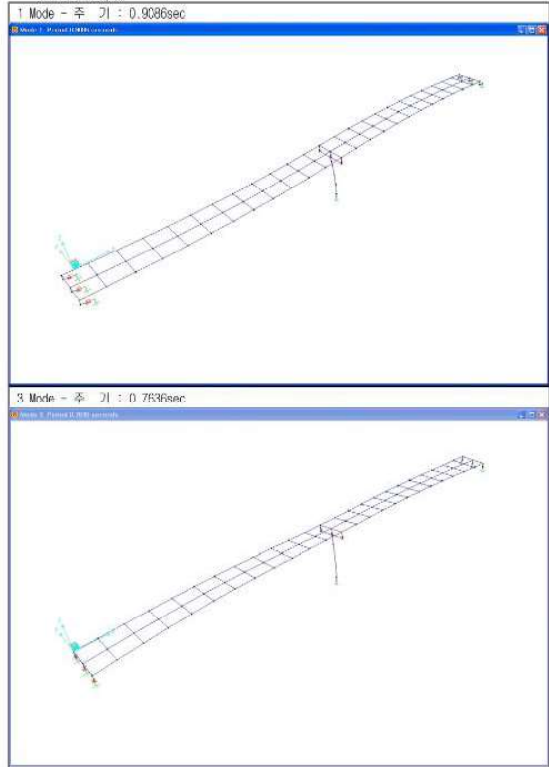
Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
				MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
42	0.019	329.225	52.398	0.213	98.539	0.001	98.533	1.645	94.290
43	0.019	339.588	54.047	0.257	98.696	0.001	98.534	0.253	94.543
44	0.014	439.950	70.020	0.023	98.699	0.005	98.539	0.029	94.572
45	0.013	467.578	74.417	0.020	98.699	0.699	98.758	0.000	94.573
46	0.011	502.895	87.996	0.370	98.979	0.001	98.759	0.004	94.577
47	0.009	672.063	106.962	0.012	98.991	0.001	98.760	0.386	94.963
48	0.008	800.963	126.232	0.021	98.992	0.449	99.209	0.002	94.965
49	0.007	952.892	151.657	0.230	99.222	0.002	99.211	0.017	94.982
50	0.005	1336.648	207.980	0.022	99.224	0.000	99.211	0.306	95.309

b) 방향별 누적 질량 참여율

교구치 해석결과 방향별 누적 질량 참여율의 값이 90% 이상임을 확인하여 본 해석이 교량의 동적거동은 충분히 구현되고 있음을 확인하였다.



③ Mode Shape



24.2.2 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 24.2.1】 성사1교(부천방향 확장부) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	성사1교(부천방향 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 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	성사1교(부천방향 확장부)의 주요 손상현황으로는 교대 신축이음 하부 누수 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축으로 판단되며, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수를 실시하여 유지관리하는 것이 바람직하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 신축이음 신축이음 하부 누수	양호

24.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

24.2.4 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.	

24.2.5 시설물 보수 이력

【표 24.2.2】 성사1교(부천방향 확장부) 보수이력사항

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

24.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 24.2.3】 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.			

24.3 현장조사

24.3.1 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	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 24.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

24.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 성사1교(부천방향 확장부)는 총 2경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=120.0m 폭 11.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



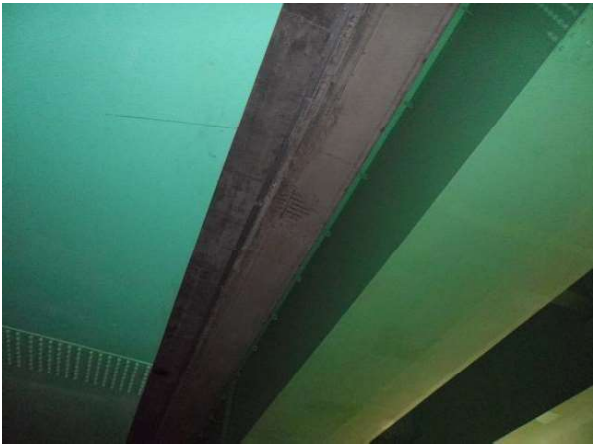
【사진 24.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 바닥판 하면 캔틸레버부에 파손 및 철근노출이 확인되었다.

【표 24.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.25	1
합계	0.25	1

	
바닥판 하면 S2 파손 및 철근노출(0.5×0.5)	바닥판 하면 S2 파손 및 철근노출(0.5×0.5)
	
바닥판 하면 S1 상태양호	바닥판 하면 S1 상태양호

【사진 24.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 파손 및 철근노출이 조사되었으며, 조사된 손상은 시공미흡, 다짐불량 등의 복합적인 원인으로 발생한 손상으로 유추된다. 해당 손상에 대하여 조인트부 우수유입, 습기흡착으로 인한 철근부식, 손상의 진전 등 2차 손상 발생을 방지하고, 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 보수부위 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 요구된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 3열로 시공되었으며, 도보로 현장조사를 실시하였다



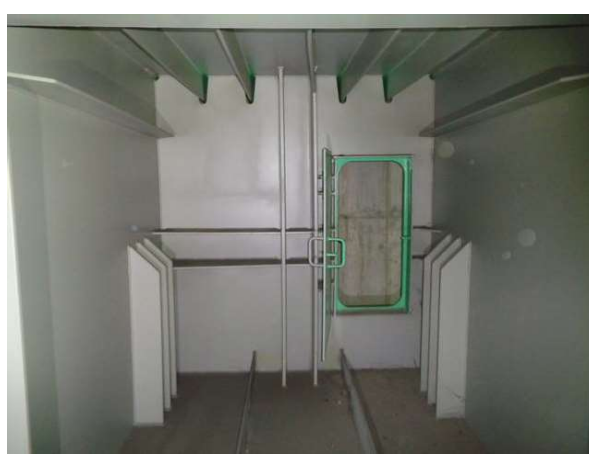
【사진 24.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.2】 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 24.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

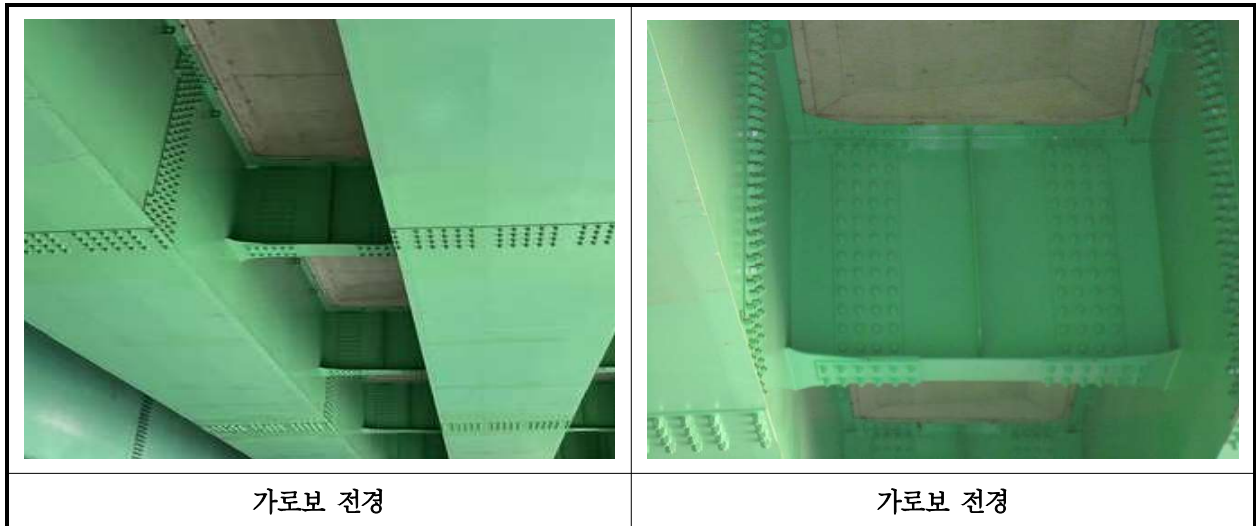
4) 검토의견

- 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. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 STEEL로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 24.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분		상태양호	
가로보	S1	—	—
	S2	—	—
합계		—	—

	
가로보 상태양호	가로보 상태양호
	
가로보 상태양호	가로보 상태양호

【사진 24.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

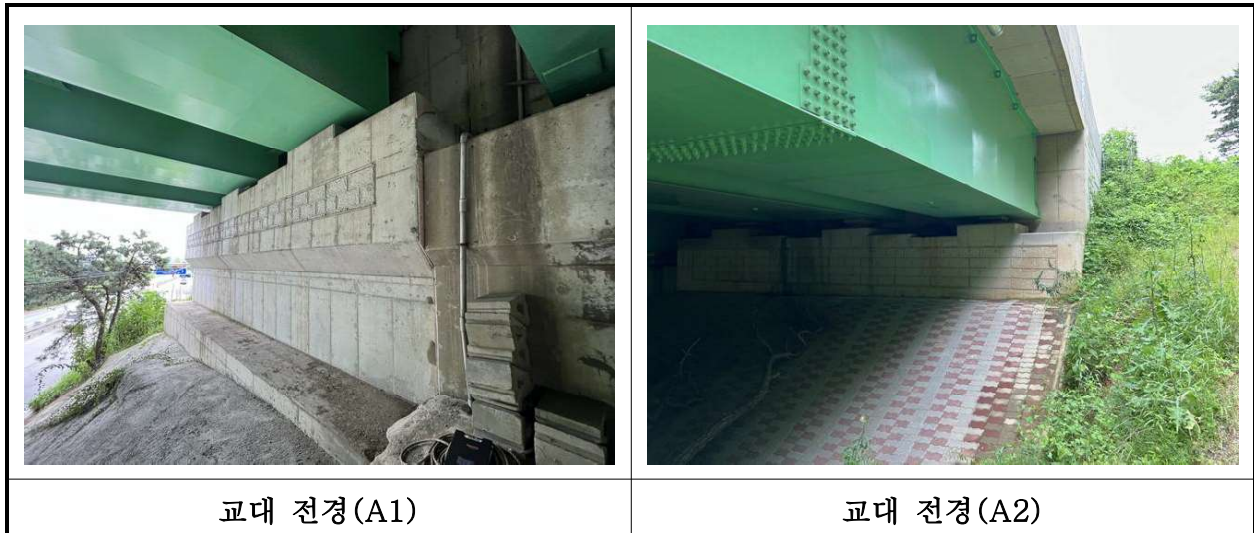
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 성사1교(부천방향 확장부) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 A1 강관말뚝기초, A2 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 24.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.4】 교대 현장조사 결과

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

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

【사진 24.3.9】 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.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.5】 교각 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
합계	—	—

	
교각 P1 코평부 상태양호	교각 P1 기둥부 상태양호

【사진 2.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

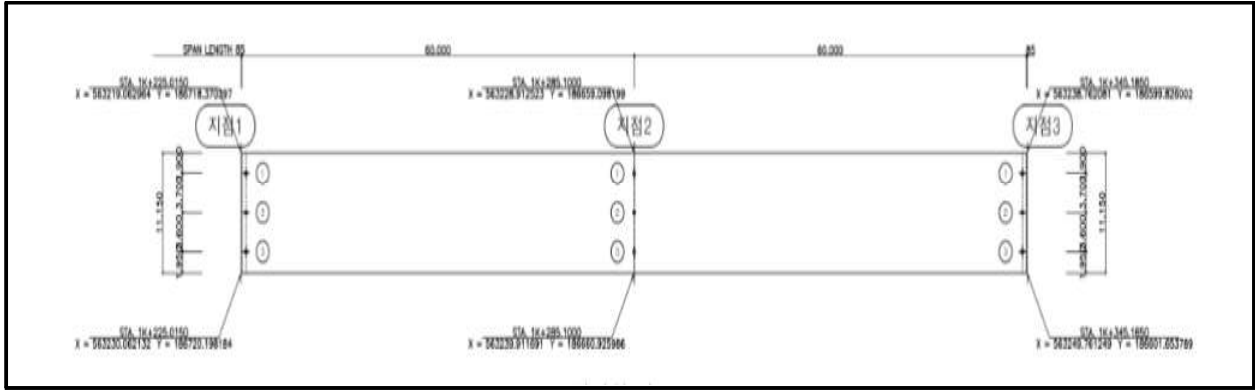
4) 검토의견

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

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 성사1교(부천방향 확장부)의 받침은 포트받침으로 총 9기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 24.3.1】 교량받침 배치도



【사진 24.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.6】 교량받침 현장조사 결과

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



【사진 24.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

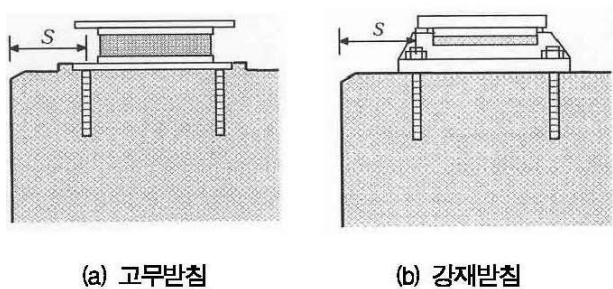
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

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 24.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 24.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 24.3.7】 연단거리 측정 결과

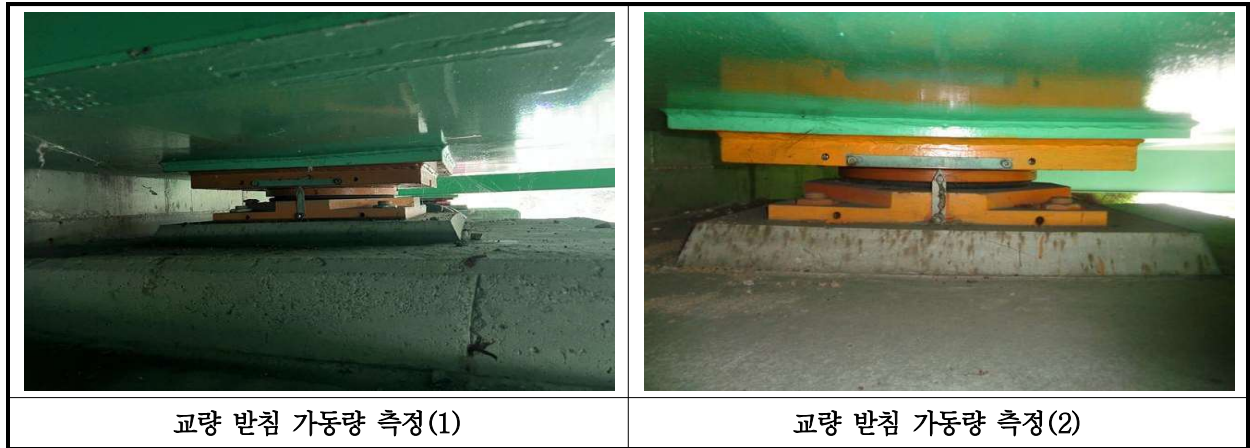
구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)			검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	
A1		500	610	570	610	O.K
P1	A1측	500	960	910	910	O.K
	A2측	500	960	915	910	O.K
A2		500	600	555	605	O.K

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 24.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 24.3.8】 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	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 24.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	10(A1)	110	90	29.5	13.7	±100	OK
	SH2	10(A1)	110	90	29.5	13.7	±100	OK
	SH3	10(A1)	110	90	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
	SH3	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.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 24.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.10】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		신축이음 하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	8.00	16	0.50	1
A2 (EXP J2)	8.00	16	—	—
합계	16.00	32	0.05	1

	
신축이음 A1 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)	신축이음 A2 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)
	
신축이음 A1 하부 누수(L=0.50m)	신축이음 A2 하부 상태양호

【사진 24.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(Cw=0.3mm미만), 신축이음 하부 누수의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 유도배수관 설치 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(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																			
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																			
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																			
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																			
소요 신축량																							

【사진 24.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 24.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	41.0	19.0	0.000012	60.0	29.5	13.7	35.0	90.0	95.0	
A2	41.0	19.0	0.000012	60.0	29.5	13.7	40.0	110.0	80.0	
1) 조사당시 온도 : 21.0℃(조사일 : 2022년 08월 29일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울)) 2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)										

【표 24.3.12】 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	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	95.0	-	-	81.3	O.K
A2	신축이음	29.5	13.7	40.0	80	10.5	26.3	O.K
	바닥판	29.5	13.7	110.0	-	-	96.3	O.K
	거더	29.5	13.7	80.0	-	-	66.3	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.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 24.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.13】 교면포장 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
합계	—	—

	
교면포장 S1 상태양호	교면포장 S2 상태양호

【사진 24.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 24.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.14】 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 24.3.22】 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.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 24.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 24.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	0.30	1
S2	0.15	1
합계	0.45	2

	
방호벽 S1 접속부 파손(0.2×1.5)	방호벽 S1 접속부 파손(0.2×1.5)
	
방호벽 S2 접속부 파손(0.1×1.5)	방호벽 S2 접속부 파손(0.1×1.5)

【사진 24.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 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, 방음벽 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상부에 대한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 사료된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 점검통로 등의 별도의 점검시설은 설치되어있지 않은 상태이다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

24.3.3 현장조사 총괄표

【표 24.3.16】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		파손 및 철근노출	m ²	0.25	1	
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	
	거더내부	상태양호	—	—	—	
가로보		상태양호	—	—	—	
교대		상태양호	—	—	—	
교각		상태양호	—	—	—	
교량받침		상태양호	—	—	—	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)		m	16.00	32	
	신축이음 하부 누수		m	0.50	1	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		배수구 토사퇴적	EA	34.00	34	
방호벽		접속부 파손	m ²	0.45	2	

24.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

24.4 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.

24.4.1 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 24.4.1】 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

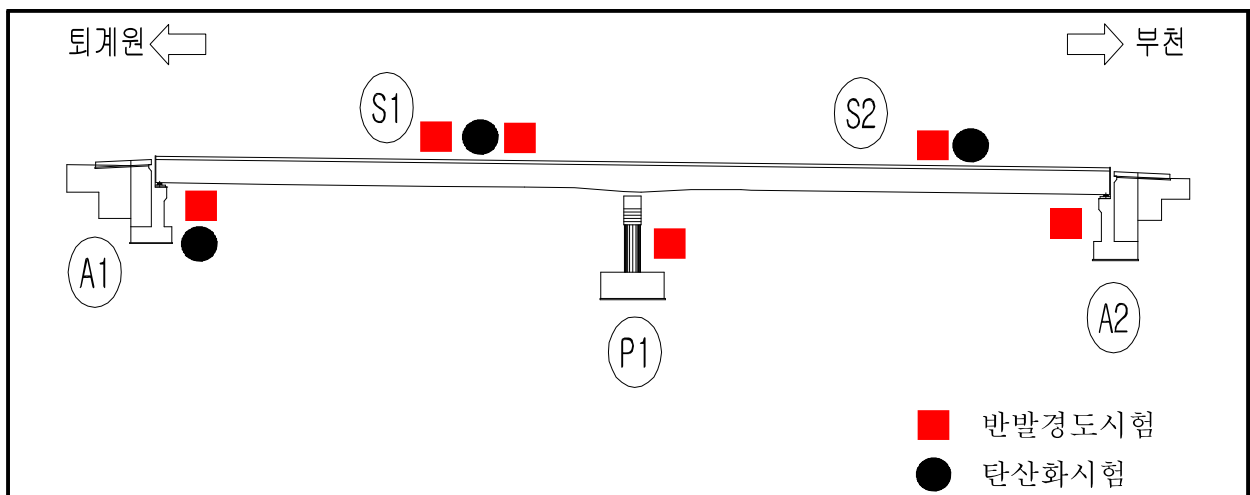
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 24.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 24.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

24.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 24.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.9	27.8	29.0	0.67	27.0	
	S1	바닥판	46.7	27.7	29.0			
	S2	바닥판	47.8	28.6	29.5			

【표 24.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	45.7	26.8	28.5	0.67	24.0	
	A2	교대	45.9	27.0	28.5			

【표 24.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	51.3	43.8	53.2	0.67	40.0	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.7~29.5MPa, 하부구조(교대) 26.8~28.5 MPa, 하부구조(교각) 43.8~53.2MPa 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 24.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.7 ~ 29.5	27.0	102.6 ~ 109.2
하부구조	교대	26.8 ~ 28.5	24.0	111.8 ~ 118.9
	교각	43.8 ~ 53.2	40.0	109.5 ~ 133.0

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 24.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판 하면	1.00	40.00	39.00	0.71	100년이상	a
	S2 바닥판 하면	0.50	40.00	39.50	0.35	100년이상	a
하부구조	A1 교대	0.50	100.00	99.50	0.35	100년이상	a

탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화 깊이는 0.5~1.0mm, 하부구조 탄산화 깊이는 0.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 24.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	0.5~1.0	39.0~39.5	
하부구조	0.5	99.5	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 24.4.8】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.7~29.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.8~28.5	24.0	
		교각	43.8~53.2	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		39.0~39.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		99.5	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.

24.5 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.

24.5.1 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 24.5.1】 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	a
S2	P1	STB	c	a	a	a	c	c	—	a	a	q	a	—
	A2								b	a	a	q	—	—
평균			0.250	0.100	0.100	0.100	0.400	0.400	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			0.045	0.020	0.005	0.007	0.012	0.008	0.027	0.009	0.020	—	0.004	0.003
													0.160	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.160) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 24.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
성사1교 (부천방향 확장부)	0.160	B	120	1	120	1.000	0.160
합계(Σ)			120	1	120	1	0.160
1. 평가지수 =							0.160
2. 상태평가결과 =							B

24.5.2 기 점검 결과와의 비교

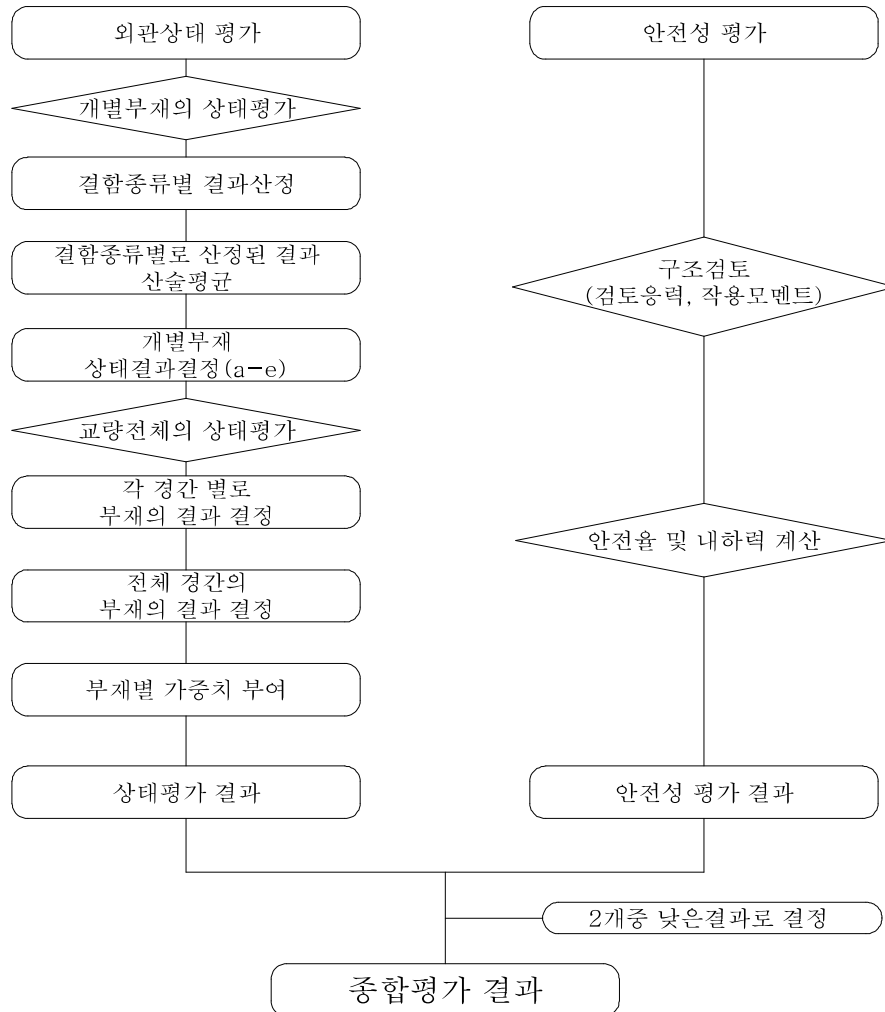
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

24.6 종합평가 및 안전등급 지정

24.6.1 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 24.6.1】 종합평가 결과 산정절차

24.6.2 종합평가 결과

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

【표 24.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
성사1교 (부천방향 확장부)	0.160	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

24.6.3 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 24.6.2】 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

24.7 보수·보강 및 유지관리방안

24.7.1 보수·보강 방안

【표 24.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	파손 및 철근노출	m ²	0.25	1	단면보수(방청)	하자
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	—
	거더내부	상태양호	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	상태양호	—	—	—	—	—
교각	상태양호	—	—	—	—	—
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	16.00	32	표면처리	하자
	신축이음 하부 누수	m	0.50	1	유도배수관 설치	하자
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	배수구 토사퇴적	EA	34.00	34	정비	하자
방호벽	접속부 파손	m ²	0.45	2	단면보수	하자

24.7.2 개략공사비

【표 24.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	파손 및 철근노출	단면보수(방청)	0.25	0.38	m²	—	—	하자
교대	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	16.00	6.00	m²	—	—	하자
	신축이음 하부 누수	유도배수관 설치	0.50	0.75	m	—	—	하자
배수시설	배수구 토사퇴적	정비	34.00	34.00	EA	—	—	하자
방호벽	접속부 파손	단면보수	0.45	0.68	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.

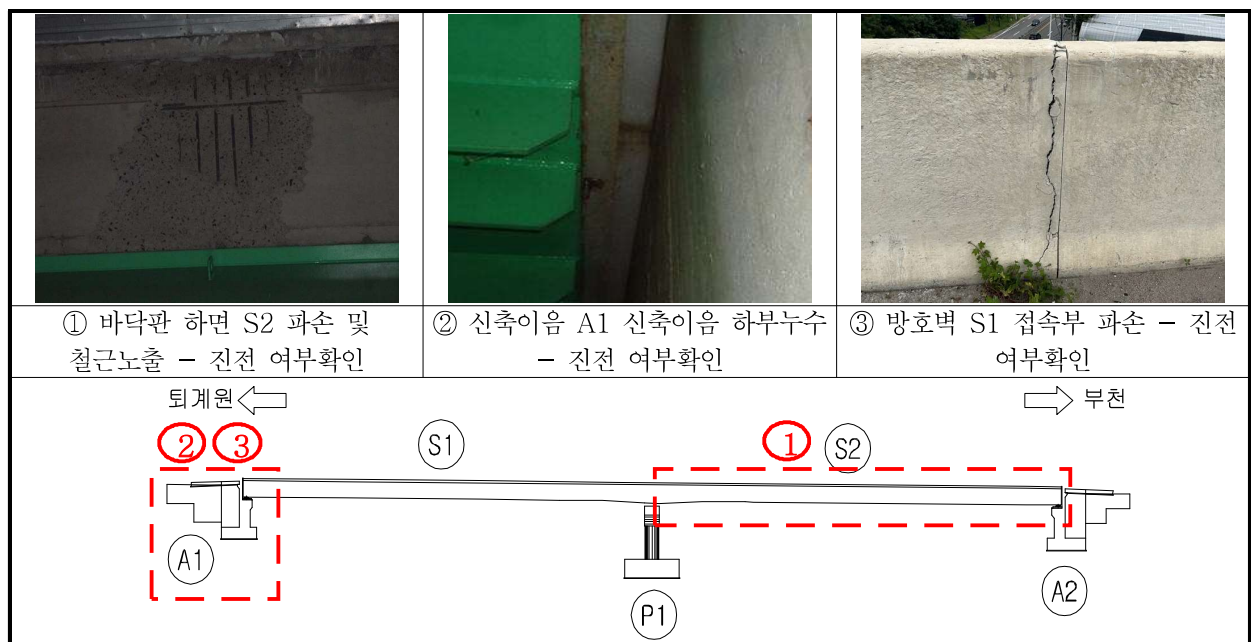
24.7.3 유지관리방안

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 24.7.3】 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



24.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 성사동 610-14에 위치한 교량으로 총 연장 120.0m, 폭 11.5m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

24.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 파손 및 철근노출이 조사되었으며, 조사된 손상은 시공미흡, 다짐불량 등의 복합적인 원인으로 발생한 손상으로 유추된다. 해당 손상에 대하여 조인트부 우수유입, 습기흡착으로 인한 철근부식, 손상의 진전 등 2차 손상 발생을 방지하고, 내구성 확보 차원의 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 보수부위 재손상 발생여부를 확인하는 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) 가로보

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

4) 교대

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

5) 교각

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

6) 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.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만), 신축이음 하부 누수의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 유도배수관 설치 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.

8) 교면포장

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

9) 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.

10) 방호벽

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

11) 교량 점검시설

- 해당사항 없음.

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 27.7~29.5MPa, 하부구조(교대) 26.8~28.5MPa, 하부구조(교각) 43.8~53.2MPa 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 0.5~1.0mm, 하부구조 탄산화 깊이는 0.5mm로 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(부천방향 확장부)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.160, 상태평가 점수는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 성사1교(부천방향 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.

24.8.2 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.

24.8.3 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.