

21. 고양분기점 11교

21.1 시설물 개요

21.2 자료수집 및 분석

21.3 현장조사

21.4 콘크리트 내구성조사

21.5 상태평가

21.6 종합평가 및 안전등급 지정

21.7 보수·보강 및 유지관리 방안

21.8 종합결론

21. 고양분기점 11교

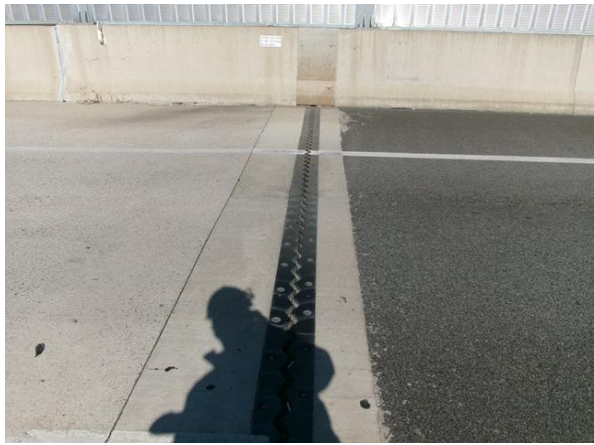
21.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 1060-9에 위치한 교량으로 총 연장 60.0m, 폭 8.7m로 시공되어 있다.

21.1.1 일반사항

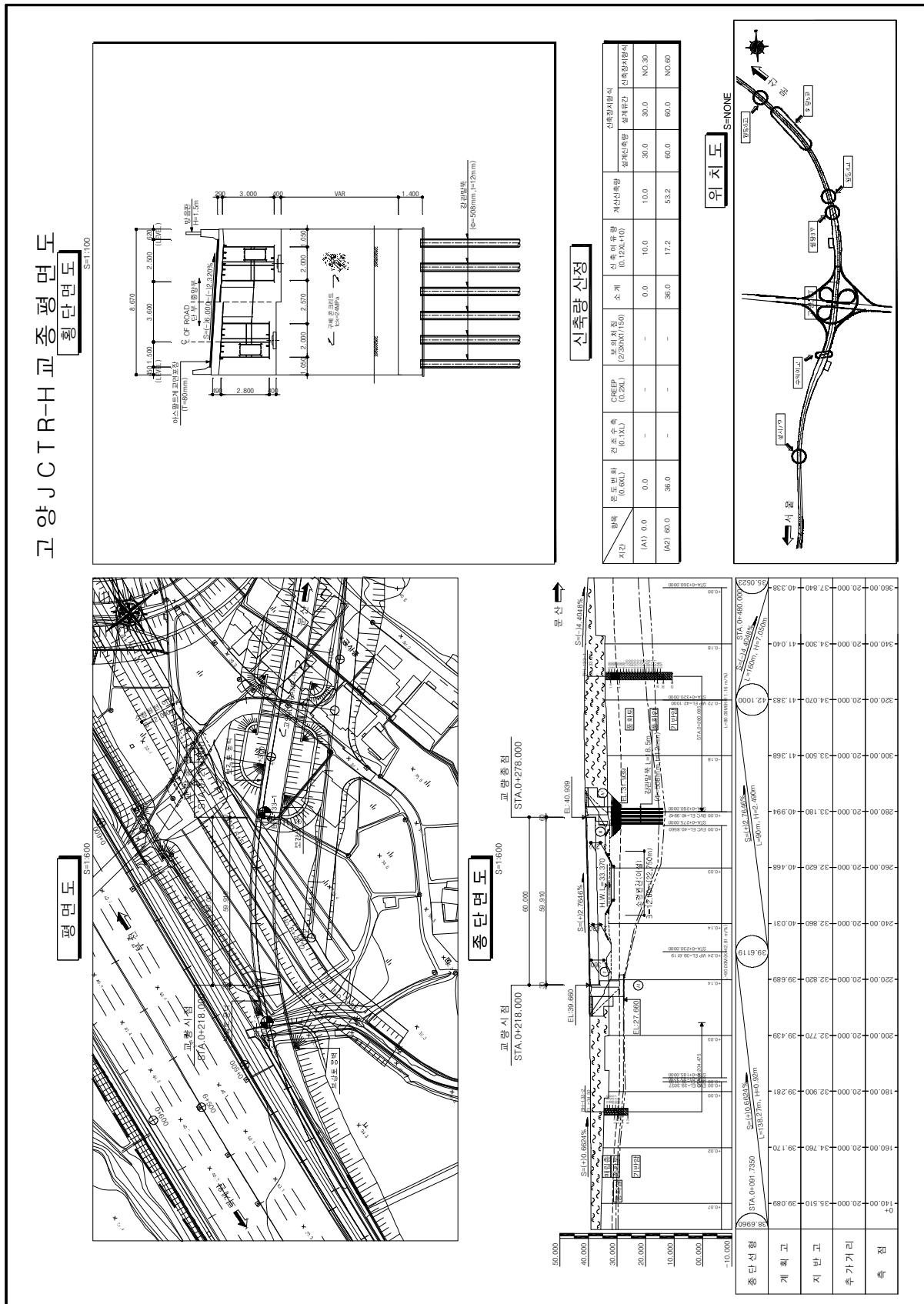
【표 21.1.1】 고양분기점 11교 일반사항

구 분		내 용	구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000162	관리번호		-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 원당동 1060-9	준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=60.0m(60.0m)				
	폭	B=8.7m, 1차로				
구조 형식	상부	Steel Box	기초 형식	교 대	직접기초 강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형		교 각	-	
교량받침		포트받침	신축이음		뉴모노셀조인트	
교차시설물		소경 원천	통과높이		2.6m	
부착시설내용		-	설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)	설계자		(주)다산컨설팅	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체		서울문산고속도로주식회사	
						
측면 전경			상부 전경			

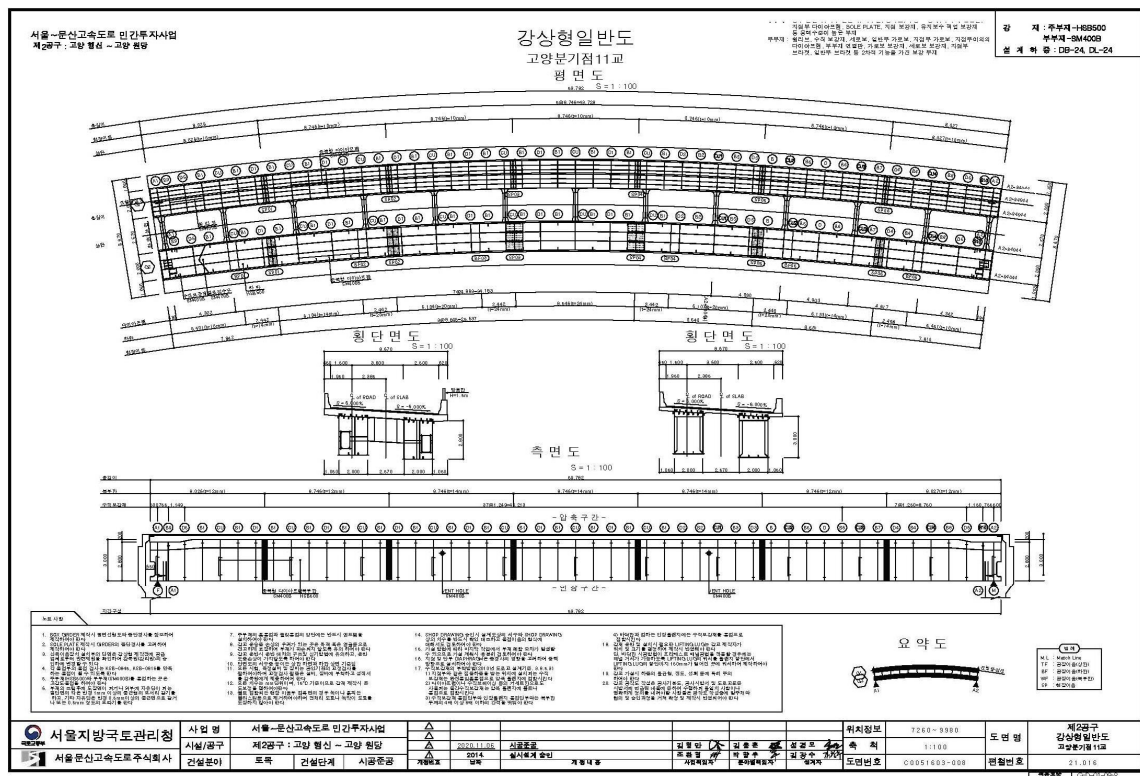
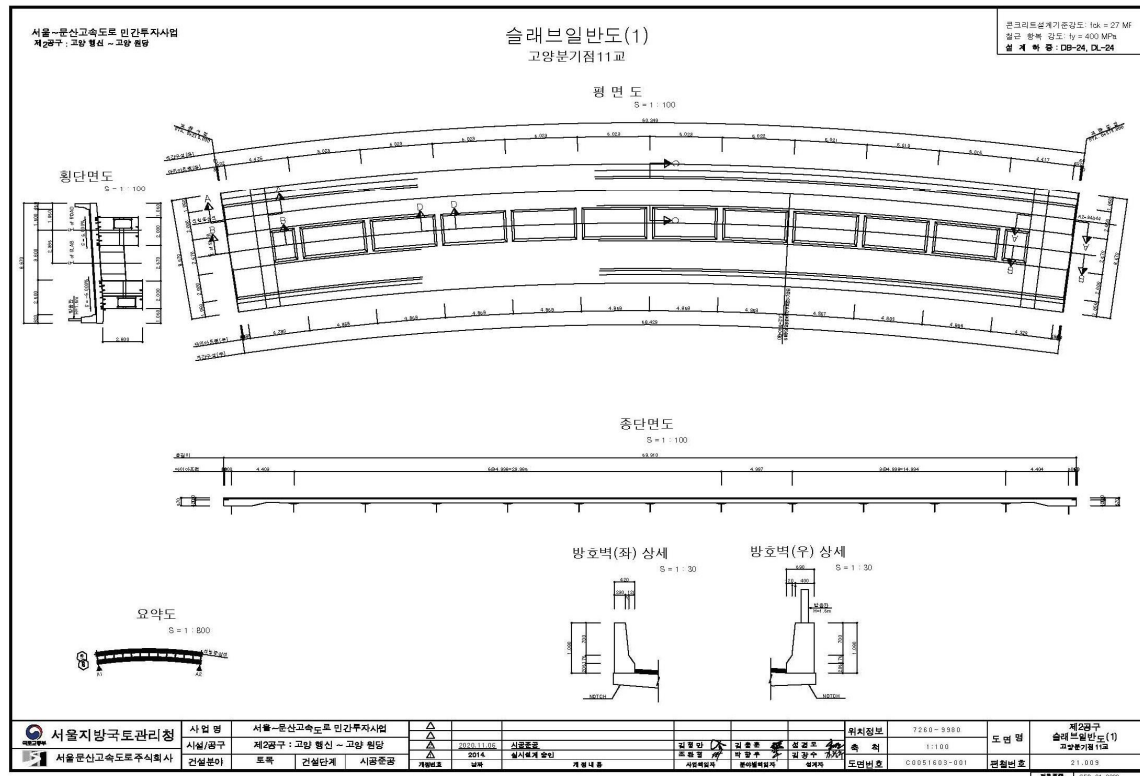
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	배수시설 전경

【그림 21.1.2】 부재별 현황

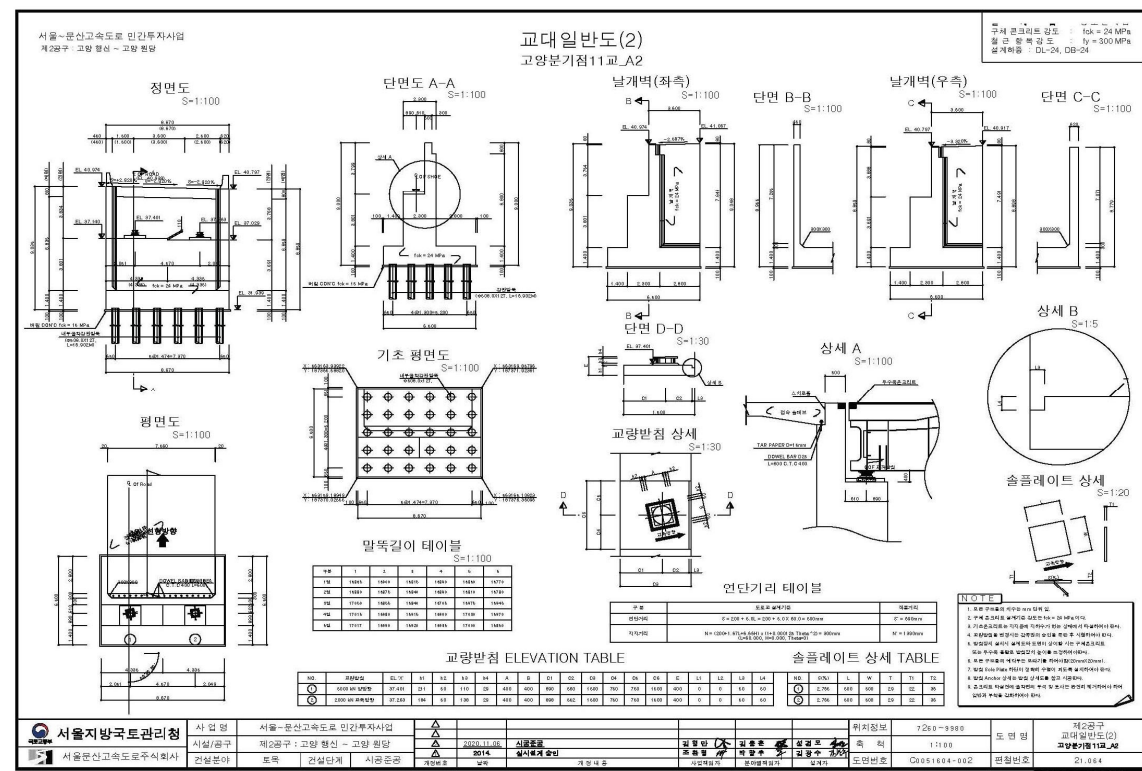
21.1.3 시설물 일반도



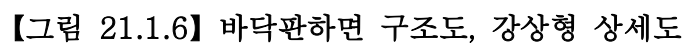
【그림 21.1.3】 평면 및 종단면도

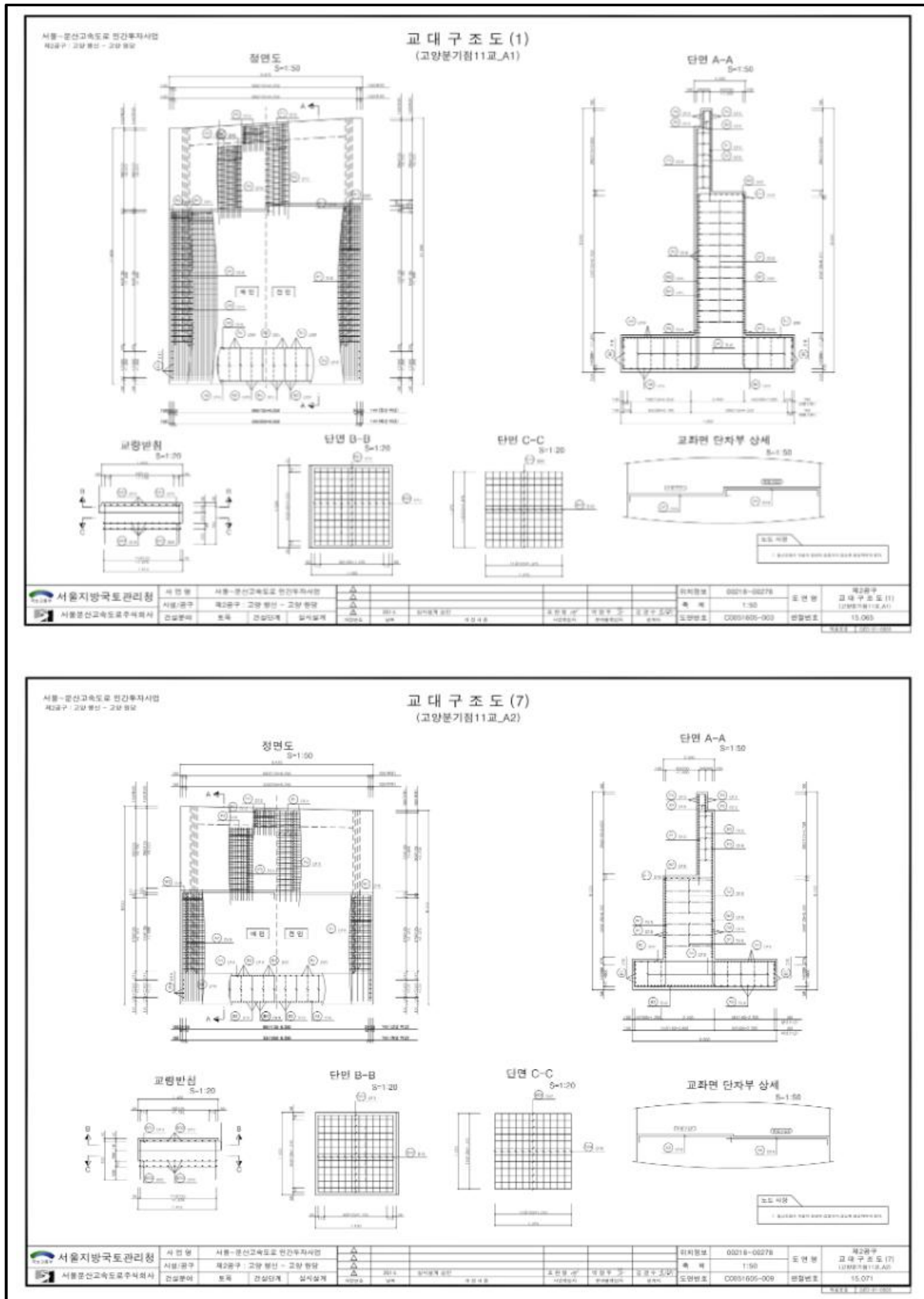


【그림 21.1.4】 바닥판하면 일반도, 강상형 일반도



고양분기점 11교- 8





【그림 21.1.7】 교대 구조도

 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.4.2 경험식에 의한 검토

④ 제안자별 경험식

④ 계산방법 경험치	
■ 단위강량 및 포아송비	
구분	Tsuchiya (1964)
산정방법	• 주철치, 기온사리 등을 이용하여 단위강량과 포아송비를 산정 $\% \text{ E60/m}^2 = [2.04 \cdot (Y - 26) / 14.3] \times 10$ $\sigma = 0.3 - (Y - 126) / 95$ 여기서, $Y = \log \text{ E60/cm}^2 - 2.25 / 0.35$ $\sigma = -0.7 \cdot \ln(\text{E60/m}^2) + 0.9$
산정절차	

이론적 배경	실험 결과
■ 열적 및 내부압량 열적의 경우 • Baranowski (1988) $C_{p0} = -0.051 + 0.008T - 3.44 \times 10^{-5} T^2$ $C_{p0} = -0.086 + 0.789 \text{ J/K} - 0.0031 \text{ J/K}^2$ • Tarnan (1988) $C_{p0} = 0.25 \text{ cal}^{\circ}\text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ (Apl)}$ $C_{p0} = 0.58 \text{ MJ/K} = 5$ • 김지국 (1993) $C_{p0} = 2 \text{ cal}^{\circ}\text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ (Mpl)}$ $C_{p0} = (0.259 \text{ J/K}^2) + 27.5$	 

A coordinate plane showing a line with a positive slope. The line passes through the y-intercept (0, 1) and the point (1, 3). The equation of the line is $y = 2x + 1$.

*Bierigowski (1978)	$E_m = 2RMA-1$
---------------------	----------------

•Brenigazzi (1970) •Gardner & Peters (1973) •Coffey (1989) •Aydan (1997)	$E_m = 2RM - 100(GPa)$; $RMR > 57$ $E_m = 10 (RMR - 10)(GPa)$; $RMR \leq 57$ $E_m = 3 \times 10^{10} RMR^{0.75}(GPa)$ $- RMR^*$: 총극대강도 지점 수 상대 및 불량암장 보정을 제외 $E_m = 0.0397 RMR^{3.5}(GPa)$	•정확도 RMR-57에 따라 Bieniawski의 Serafini & Porro 경험적의 교정을 기준으로 한 결과
--	---	---

•Mohammad (1967) $E_m = 0.582 \text{ RMIR} + 0.1831$ (GPa)

국토교통부

제 4 편 성과분석 및 설계지반정수

◎ 비형제수

1	2	3	4
---	---	---	---

구분	구분	변동율(%)		
		각종지표	경원지	시도별
지급구분	1등	18,000	55,300~93,300	18,000
	2등	13,000~15,000	24,000~29,300	13,000
	3등	4,000~6,000	11,800~13,100	4,000
	4등	1,000	3,100~4,400	999~980
	5등	500	600~1,000	500

2.5 물원확대 설계지반정수 산정

▶ 물원확대 조수 물원확대를 따라 가정하여 최대한 이러한 물원확대의 연장능력은 양질의 연장능능으로 달리 대장 및양질의 물원확대 (water augmentation), 수질개선(water treatment), 연안생태계(ecosystem) 등에 의해 제공된다.

▶ 설계지반정수 산정은 수자원에 대한 물리적 전달능력 및 삼각지반, 지층구조(지반)의 물원확대 (특성) 및 기존지반으로 활용 되고 연변에 의한 물원확대 대한 설계지반정수 산정

2.5.1 물원확대

○ 여러 암석에 대한 기본마찰:

암 자	기본비율값(γ_1)	전 사	기본비율값(γ_1)
국 성 (국성)	32	과 경 인 (과경인)	31~36
한 두 암	31~38	화 회 안	33~40
덕 암	35	관 암	31
백 이	37	사 암	28~35
복 음 암	20	세 림	27
카타나 (카타나)	23~29	미 사 암	27~31
화경암 (화경암)	29~35	복 은 암	25~30

© Rock Slope Engineering.

한 치 병

항목	단위	비율(%)	집계치(Lump sum)	비고
정착비 있는 물품	발파 기 발파 사 양	무 양 양 양 양 양	40.0 ~ 50.0 30.0 ~ 40.0 30.0 ~ 50.0 35.0 ~ 40.0 35.0 ~ 45.0 30.0 ~ 35.0	-
정착비 없는 물품	단	건조된 표상면 30.0 ~ 45.0 30.0 ~ 40.0 30.0 ~ 40.0	35.7 ~ 50.1 20.4 ~ 40.0 30.2 ~ 40.0	(화강암, 현무암, 변암) (화강암, 현무암, 변암) (화강암, 현무암, 변암)

간접투자사업

2.6 기타 설계지반정수 산정

2.6.1 동적 지반특성 분석

개요	· 화물인양생리원리를 통한 지층별 안전지속도를 분석 · 지층별과 관련된 지층특성치를 산정함의 및 정합성과 비교 분석하여 적용할 수있
○ 전단과 속도(V) 경험적 산정방법	N값의 의한 전단강도와 전단 속도의 · 표준관입시험(N값)에 반비례 해전된 비점진 전단속도(V) 경험적 추정치는 다음과 같은 $V = \frac{1}{N} \times 10^{-1.75}$ $V = 0.000175 \times N^{-1.75}$

• Okamoto (1989) $V_0 = 1$
 $\rho = \text{ポリアキア密度} \cdot C = \rho_0 \cdot V^2$

시뮬레이션 및 상관분석				
구분	수열(1)신규 $V_1(m/s)$	기존시 $V_2(m/s)$	모형 $V_3(m/s)$	비교
배류속		144.4~224.1	190	-

작성승	조대	-
-----	----	---

	数量	=
单位	个	0.10 - 0.08 =

차량	-	-	162.5~243.4	190	-
중형차	919~984	375~608	252.4~372.3	302	-
중대형	1,103~1,186	511~577	276.4~404.2	544	-
전 일	1,786~1,881	927~980	-	954	4등급
차 량	2,168~2,323	1,192~1,277	-	1,235	3등급

○ 설계치한수 산정

구분	V_R (m^3/t)	V_1 (m^3/t)	V_2 (MPa)	E_R	V_R (MPa)	α
----	----------------------	----------------------	----------------	-------	--------------------	----------

	645
--	-----

외적증	모래	480
	갈자	514

지역	모래 시간	180	170	52	140	156	0.35
		514	190	69	181	168	0.32
충청도		952	392	268	713	690	0.33
충청남		1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연 일		1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26
경 일		2,248	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

[illegible]

430

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

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

○ 문헌자료

모질	투수계수(cm/s)	토질	투수계수(cm/s)	일반의 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	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	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	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$			
SM	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균열 간격이 있으며	불투수성 일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분	문헌자료	시험결과	비고
퇴적층			
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	5.4 $\times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	1.2 $\times 10^{-7}$
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	6.6 $\times 10^{-4}$
지반			
	모래	1.0×10^{-2} 이하	5.9 $\times 10^{-3}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	1.96 $\times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53 $\times 10^{-5}$
연암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	3.06 $\times 10^{-6} \sim 4.78 \times 10^{-6}$	3.9 $\times 10^{-6}$
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 $\times 10^{-6}$
I등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—	5.0 $\times 10^{-7}$
II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—	5.4 $\times 10^{-6}$
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 $\times 10^{-6}$
IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	3.06 $\times 10^{-6} \sim 4.78 \times 10^{-6}$	3.9 $\times 10^{-6}$
V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.4 $\times 10^{-5}$

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	원형계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
쌓기재	토사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암리벽	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
중화도	점토	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	점토	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 비닐구간 암반등급별 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	원형계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0 $\times 10^{-7}$
II등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4 $\times 10^{-6}$
III등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9 $\times 10^{-6}$
IV등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9 $\times 10^{-6}$
V등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4 $\times 10^{-6}$

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구분	V _c (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
	자갈	514	190	69	181	0.32
중화도	952	392	268	713	699	0.33
점토	1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연암	1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26
경암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

제3편 지반조사 결과

[illegible]

해 1~23.0mm, 다차의 복재면적(Open joint)와 비복재면적(Hair or Close crack)의 분포함

- 철근면으로부터 좌측, 0.1~0.66mm 구간에서 약 70%로 유지됨(가)
- 철근면으로부터 좌측, 30~40%의 수직 변형률에 0.1mm 구간에 고루 분포함
- 철근면 오른쪽 0.01mm의 부등 변형률에 0.1mm의 고지각을 이루고 있으며, 철근면 왼쪽 0.01mm의 부등 변형률은 270%의 고지각을 이루고 있음

■ TB-3

가측조건		계산조건		비계산조건	
Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram

4.4 동적특성 분석
2014 지반조사(단상조사) 결과

경도 분기	경도 분기	경도 분기
		
30°-40°경도의 열의 수세	40°-60°경도의 열의 수세	60°-80°경도의 열의 수세 (Aburatsubo)
		
경도의 분기	경도의 분기	경도의 분기
		
경도의 분기	경도의 분기	경도의 분기
		

TB-4		외사출입기		외사출입기	
Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram
구분	출입기	JH Fisher's JO	JH Fisher's JO	JH Fisher's JO	구분
TB-4	전원기	38/156148, 01	23/11089, 14	18/343359, 33	41
	외사출입기	40/163150, 83	24/17652, 12	-	14
	여사출입기	37/158142, 26	23/325616, 28	23/102111, 7	27

 서울고속도로주식회사

4.4 동적특성 분석							
①-2 지질단위(단위)							
계호	*측정 구간(노드)에 의해 구분하여 지질학적단위(지. E ₁ , E ₂ , E ₃)로 나열 *노드번호에 의해 구분한 계층을 기준으로 주요구조의 연관관계 분석						
○ 시험결과							
①B-2							
계호	구분 (m)	V ₁ (m/s)	V ₂ (m/s)	분포율 (%)	굴곡률 (1/m)	탄성계수 (MPa)	지질단위 (M/M)
계호	0.3~0.7	989	375	0.0	2.78E+02	1.28E+03	18.0
계호	7.0~7.9	1,103	511	0.363	5.33E+02	1.45E+03	1.77E+03

[illegible]

Table 1. Comparison of the results of the 2003 and 2009 monitoring data for the 1000 m ² plots in the 45 experimental fields.								
Field no.	Plot no.	Crop	Soil depth (cm)	2003		2009		UCGS
				Mean	SD	Mean	SD	
TB-1	1	Rice	2.0	12.5	2.01	N/P	87.7	66.7
	2		4.0	13.5	2.63	N/P	95.7	78.2
TB-2	1	Rice	2.0	12.5	2.65	N/P	86.8	68.2
	2		4.0	13.5	2.65	N/P	98.6	82.1

[illegible]

○ 지층별 결과분석

구분	연상		중상	
	변리	평균	변리	평균
$\log_2(\text{MPa})$	4.3~13.3	9.5	6.1~11.5	10.0
$q(\text{MPa})$	40.4~126.1	80.0	57.9~118.5	85.3

○ 과압입시의 원형공극도시험의 압도주수와 실시시점 압축공극비를 비교한 결과 평균펙상비 $e_0=0.506$ 의 직선으로 분석되며, 지층 두께를 적용한 값도 연상에서 40.4~126.1MPa, 중상에서 57.9~118.5MPa로 분석됨

○ 시험결과 및 적용률 검토

시험종류	국문	가문	부사법	
			TIB-5	TIB-7
바른	한국어/조선말	2,945명	2,89	2,82
틀린	한국어/조선말	3,016명	0.05	0.27
연성률(%)	한국어/조선말	121여	1.82	3.43
바른	한국어/조선	491여		

포항항 개항/포항	405/28/4세기		
-----------	------------	--	--

•본문상 조물지 적용성 검토 결과, 엔크리프 및 포항을 기준에 대부분 만족하는 것으로 나타났다
 -기후·지질결과, 포항을 표준으로 기준에 미달율이 부족하므로 시공시 선택 사용되어야 함

다. 구조계산서

1. 설계조건

1) 교량저원

- (1) 교량명 : 고양JC R-H교
 (2) 교량등급 : 1등급 (03-24 및 24-24 적용)
 (3) 교량형식 : Steel 박스커틀리교
 (4) 교량연장 : 59,900 ≒ 59,999 m
 (5) 교량폭 : B = 8.670 m
 (6) Girder 세팅 : B = 2.000 m H = 3.000 m
 (7) 사각(Skew) : 90.000 °
 (8) 곡률반경(R) : 좌측 = 200,000 m 중앙 = 100 m 우측 = 100 m
 (9) 설계속도 : 60.000 km/h
 (10) 사용재료 및 물리적 특성치

① 강재

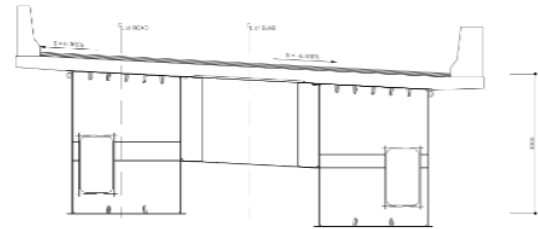
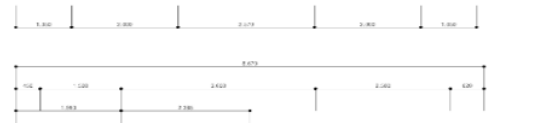
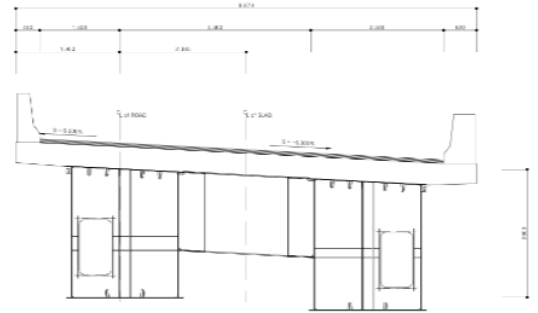
• 시공재료

주부재	HSB500(상판, 하판, 복부판, 상부종리보, 하부종리보, 수평보강재, 지점부 다이어그램, 지점보강재, 슬라브라이트)
부부재	SM400B(지점부의 다이어그램, 수직보강재, 횡리보, 세로보, 일인부 가로보, 시점부 가로보)
강재 탄성계수 (E _s)	205,000 N/mm ²
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000 N/mm ²

• 허용응력 (MPa) (단: 도설 제 3.3.2.1)

강종	SS 400 SM 400 SM 400A	SS 400 SM 400	SM 400Y SM 520 SM 400	SM 570 SM 570	HSB500	HSB600	HSB800
응력종류	판두께 (mm)	40 이하	140	190	215	270	
축방향 인장응력	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)	230	270
인장응력	75 초과 100 이하			195 (215)	250 (270)		380

2. 단면가정



구조계산 CHECK LIST

4. 단면별 응력검토결과

단면별 응력 (단위: MPa) 검토

< Girder - 1 >

구분	좌측 상판				우측 상판			
	좌측 상판	우측 상판	비율	결과	좌측 상판	우측 상판	비율	결과
단면 1	88.262	299.000	30	O.K.	-65.243	230.000	28	O.K.
단면 2	114.223	299.000	38	O.K.	-107.670	230.000	47	O.K.
단면 3	116.075	171.067	68	O.K.	-100.190	230.000	50	O.K.
단면 4	124.181	171.067	73	O.K.	-176.490	230.000	77	O.K.
단면 5	139.938	171.067	82	O.K.	-200.191	230.000	87	O.K.
단면 6	144.899	171.067	85	O.K.	-189.076	230.000	82	O.K.
SP 1	139.000	299.000	46	O.K.	-125.492	230.000	55	O.K.
SP 2	124.181	171.067	73	O.K.	-176.490	230.000	77	O.K.
SP 3	141.577	171.067	83	O.K.	-185.013	230.000	80	O.K.
SP 4	141.626	171.067	83	O.K.	-185.056	230.000	80	O.K.
SP 5	124.186	171.067	73	O.K.	-176.389	230.000	77	O.K.
SP 6	139.893	299.000	46	O.K.	-125.319	230.000	54	O.K.

구분	좌측 상판 (100 %)				좌측 상판					
	좌측 상판				좌측 상판					
	좌측 상판	좌측 상판	비율	좌측 상판	좌측 상판	좌측 상판	좌측 상판	좌측 상판	좌측 상판	
단면 1	65.929	135.000	49	O.K.	0.326	27	0.321	27	O.K.	
단면 2	67.162	135.000	42	O.K.	0.325	27	0.399	33	O.K.	
단면 3	42.619	135.000	32	O.K.	0.560	47	0.820	68	O.K.	
단면 4	34.956	135.000	26	O.K.	0.594	50	0.656	55	O.K.	
단면 5	18.954	135.000	14	O.K.	0.689	57	0.777	65	O.K.	
단면 6	9.302	135.000	7	O.K.	0.722	60	0.681	57	O.K.	
SP 1	53.803	135.000	40	O.K.	0.373	31	0.457	38	O.K.	
SP 2	34.956	135.000	26	O.K.	0.594	50	0.656	55	O.K.	
SP 3	12.020	135.000	9	O.K.	0.693	58	0.655	55	O.K.	
SP 4	13.312	135.000	10	O.K.	0.695	58	0.657	55	O.K.	
SP 5	36.470	135.000	27	O.K.	0.600	50	0.661	55	O.K.	
SP 6	54.056	135.000	40	O.K.	0.376	31	0.457	38	O.K.	

< Girder - 2 >

		좌측 상판				우측 상판			
구분		좌측 상판		비율	결과	우측 상판		비율	결과
		좌측 상판	우측 상판			좌측 상판	우측 상판		
단면 1	84.812	299.000	28	O.K.	-60.728	230.000	26	O.K.	
단면 2	107.831	299.000	36	O.K.	-98.292	230.000	43	O.K.	
단면 3	110.705	171.067	65	O.K.	-184.327	230.000	80	O.K.	
단면 4	118.868	171.067	69	O.K.	-187.217	230.000	73	O.K.	
단면 5	134.774	171.067	79	O.K.	-180.812	230.000	83	O.K.	
단면 6	139.800	171.067	82	O.K.	-180.584	230.000	79	O.K.	
SP 1	132.061	299.000	44	O.K.	-116.019	230.000	50	O.K.	
SP 2	118.674	171.067	69	O.K.	-186.844	230.000	73	O.K.	
SP 3	136.568	171.067	80	O.K.	-176.537	230.000	77	O.K.	
SP 4	136.575	171.067	80	O.K.	-176.583	230.000	77	O.K.	
SP 5	118.868	171.067	69	O.K.	-187.217	230.000	73	O.K.	
SP 6	132.539	299.000	44	O.K.	-116.704	230.000	51	O.K.	

구분	좌측 상판 (100 %)				우측 상판				
	배 부 리								
	좌측상판	우측상판	비율	판정	비율	판정	비율	판정	
단면 1	61.089	135.000	45	O.K.	0.285	24	0.274	23	O.K.
단면 2	66.990	135.000	42	O.K.	0.309	26	0.361	30	O.K.
단면 3	43.722	135.000	32	O.K.	0.524	44	0.747	62	O.K.
단면 4	36.774	135.000	27	O.K.	0.557	46	0.603	50	O.K.
단면 5	20.703	135.000	15	O.K.	0.644	54	0.712	59	O.K.
단면 6	9.647	135.000	7	O.K.	0.674	56	0.622	52	O.K.
SP 1	53.690	135.000	40	O.K.	0.353	29	0.413	34	O.K.
SP 2	35.617	135.000	26	O.K.	0.551	46	0.596	50	O.K.
SP 3	12.128	135.000	9	O.K.	0.645	54	0.597	50	O.K.
SP 4	13.432	135.000	10	O.K.	0.647	54	0.599	50	O.K.
SP 5	36.774	135.000	27	O.K.	0.557	46	0.603	50	O.K.
SP 6	53.815	135.000	40	O.K.	0.350	30	0.416	35	O.K.

1. 설계 조건

1) 일반 사항

- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
(2) 상부 형식 : STEEL BOX
(3) 교량 등급 : 1 등교
(4) 교대 총 폭 : B = 8.670 M
(5) 교대 중노이 : H = 12.090 M
(6) 기초 형식 : 직립기초
(7) SKEM : 90.00°

2) 하중

- (1) 콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
(2) 모래층의 단위중량 : $\gamma_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ (투사) [도로교 설계기준 제3편 P380]
(3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
(4) 과차 하중 : $q_1 = 10.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 상부 고정하중 반력 : $R_d = 471.782 \text{ kN/m}$
(6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 158.683 \text{ kN/m}$
(7) 교대발설 매설계수 : $f_s = 0.050$

3) 지반 조건

- (1) 모래층의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
(2) 기초지반의 N치 : $N = 50.000$
(3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 42.386^\circ$ ($\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$)
(4) 기초지반의 점착력 : $C = 500.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 기초지반의 최대 허용지하력 : $Q_a = 600.000 \text{ kN/m}^2$
(6) 기초지반의 매설계수 : $\mu = 0.600$; $\tan \phi_b = 0.60$, $C_b = 0$: 말뚝 콘크리트
(7) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도계수 $\times$ 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 우형도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사용재료강도

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_c = 28000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
(2) 철근의 유효 길이(90300) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

5) 설계 방법

- (1) 안전성 평가 : 허용응력 설계법
(2) 단면 설계 : 극한상태 설계법

6) 참고 문헌

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

4. 안정 검토

1) 허용응력 및 조합

① 작용하중 조합표 : 『한국건설 진조』

구분	수직력	수평력	작용거리		모멘트	
			X(n)	Y(n)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)
1. 교대구체(중상시)	777.585	-	3.551	3.574	2840.264	-
2. 교대구체(지진시)	777.585	58.897	3.551	3.574	2840.264	220.054
3. 모래층(중상시)	690.540	-	6.137	6.928	4238.181	-
4. 모래층(지진시)	690.540	53.172	6.137	6.928	4238.181	368.393
5. 배면토압(중상시)	-	396.115	-	4.030	-	1596.347
6. 배면토압(지진시)	-	458.968	-	6.045	-	2774.462
7. 모래층-상재하중	36.000	32.764	6.000	6.045	216.000	196.056
8. 상부 고정하중반력	471.782	-	3.120	-	1471.960	-
9. 상부 활하중반력	158.683	-	3.120	-	495.091	-
10. 교대발설매설력	-	23.589	-	8.522	-	203.393
11. 상부토압력	-	147.800	-	8.522	-	1274.384

② 허용조합

구분	구분	V(kN)	H(kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)
COMB 1	교대하중+활하중+토압(1+3+5+7)	1504.428	428.980	7294.445	1794.405
COMB 2	교대하중+활하중+토압(1+3+5+7)	1504.428	428.980	7294.445	1794.405
COMB 3	교대하중+토압+지진하중(2+4+6)	1468.428	572.037	7078.445	3362.500
COMB 4	교대하중+활하중+토압(1+3+5+7+8+9)	2134.893	428.980	9261.496	1794.405
COMB 5	교대하중+활하중+토압(1+3+5+7+8+9)	2134.893	428.980	9261.496	1794.405
COMB 6	교대하중+토압+지진하중(2+4+6+8+11)	1940.210	719.537	8650.425	4637.293

참) COMB 1,2,3 : COMB 4,5,6, 상부하중 배제시(가설시) : 상부하중 배제시
가설시의 활하중은 디자인계(로물러)를 건설기준의 하중을 통한.

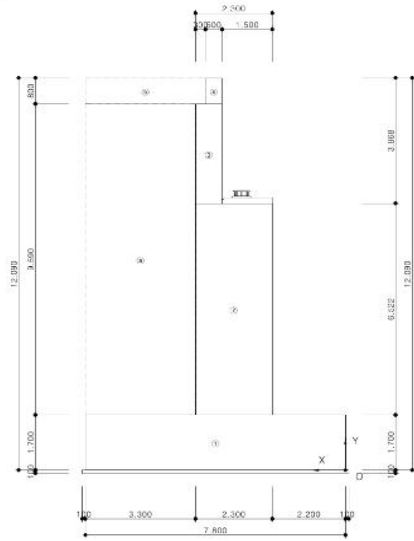
2) 전도에 대한 안정

- 직접기초에 작용하는 하중과 활하중이 작용하는 부지는 불성지에서는 배면단 중심으로부터 배면단 폭의 1/60이나, 지반시에는 배면단 폭의 1/30이내에 있어야 한다. [도로교 설계기준 5.6.2]
- 평상시 전도에 대한 저항모멘트는 전도모멘트의 2.0배 이상이어야 한다.
- 지진시 전도에 대한 저항모멘트는 전도모멘트의 1.5배 이상이어야 한다.

구분	M ₁ (kN.m)	M ₂ (kN.m)	V(kN)	S.F	e(n)	항복력(n)	비고
COMB 1	7294.445	1794.405	1504.428	4.065	0.244	1.300	O.K
COMB 2	7294.445	1794.405	1504.428	4.065	0.244	1.300	O.K
COMB 3	7078.445	3362.500	1468.428	2.105	1.370	2.600	O.K
COMB 4	9261.496	1794.405	2134.893	5.151	0.402	1.300	O.K
COMB 5	9261.496	1794.405	2134.893	5.151	0.402	1.300	O.K
COMB 6	8650.425	4637.293	1940.210	1.844	1.853	2.600	O.K

참) B : 기초의 폭인 (7.800m), M = M₁-M₂, e = B/2 - M/V
S.F = M₁ / M₂ ≥ 2.00 (불성지), ≥ 1.50 (지진시)

2. 단면 가정



※ 교량단면 연직 적재표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교대하중	3152.708	937.641	4090.348
활하중	1126.075	249.704	1375.779

※ 지진하중 적재표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교대방향	640.711	640.711	1281.422
직각방향	0.000	629.914	629.914

$H = R \times A \times S$ R : 교량단면의 고정하중 반력, A : 가속도계수(=0.154), S : 지반계수(=1.000)
교대방향 $H = \sum R_a \times A \times S$ $\sum R_a$: 교대의 전체 고정하중 반력
교대방향 $H = \sum R_t \times A \times S$ $\sum R_t$: 상부구조의 전체 고정하중 반력

3) 활동에 대한 안정

- 직접기초배면단에서의 전단지반반력은 배면단 아래 기초지반의 허용전단저항력 이내에 있어야 한다.
[도로교 설계기준 5.6.2]

$$H_v = C_v + V \tan \phi_v$$

H_v : 기초지반 지반과의 사이에 작용하는 전단 저항력(kN)

C_b : 기초지반과 지반과의 부착력(kN/m²)

ϕ_b : 기초지반과 지반과의 마찰각(degree)

A' : 기초지반의 유효재하중(n²)

V : 기초지반에 작용하는 연직하중(kN), 다만 부력을 뺀 것으로 한다.

구분	V(kN)	H _v (kN)	H(kN)	S.F	허용안전율	비고
COMB 1	1504.428	902.657	428.980	2.135	1.500	O.K
COMB 2	1504.428	902.657	428.980	2.135	1.500	O.K
COMB 3	1468.428	881.057	572.037	1.540	1.200	O.K
COMB 4	2134.893	1280.936	428.980	2.957	1.500	O.K
COMB 5	2134.893	1280.936	428.980	2.957	1.500	O.K
COMB 6	1940.210	1464.125	719.537	1.617	1.200	O.K

참) $\tan \phi_b = 0.600$, $C_b = 0$, 말뚝 콘크리트 [도로교 설계기준 502-22]

$S.F = H_v / H \geq 1.50$ (불성지), ≥ 1.20 (지진시)

4) 지지력에 대한 안정

- 직접기초 배면단에서의 연직지반반력은 기초 배면단 아래 지지지반의 허용연직지지력 이내에 있어야 한다.
[도로교 설계기준 5.6.2]

구분	V(kN)	M ₁ (kN.m)	e(n)	Q _{min} (kN)	Q _{max} (kN)	Q _a (kN)	비고
COMB 1	1504.428	5500.040	0.244	225.391	156.559	1275.070	O.K
COMB 2	1504.428	5500.040	0.244	225.391	156.559	1275.070	O.K
COMB 3	1468.428	3715.536	1.370	386.595	0.000	1912.625	O.K
COMB 4	2134.893	7467.081	0.402	358.417	188.991	1275.070	O.K
COMB 5	2134.893	7467.081	0.402	358.417	188.991	1275.070	O.K
COMB 6	1940.210	3913.112	1.853	641.334	0.000	1912.625	O.K

참) B : 기초의 폭인 (7.800m), M = M₁-M₂, e = B/2 - M/V

- 하중의 작용위치와 지반 특성에 있는 경우 (사다리꼴 분포)

$$Q_{max} = \frac{V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right), Q_{min} = \frac{V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

- 지반반력의 작용점(x = 3×[B/2-e])이 B/2보다 큰 경우 → COMB 1,2,4,5

- 하중의 작용위치와 지반 특성에 있는 경우 (삼각형 분포)

$$Q_{max} = \frac{2V}{Lx}$$

- 지반반력의 작용점(x = 3×[B/2-e])이 B/2보다 작은 경우 → COMB 3,6

지반의 허용연직지지력 산정용 『불성지표』를 참조.

21.2.2 시설물 점검이력

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

【표 21.2.1】 고양분기점 11교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	고양분기점 11교의 주요 손상현황으로는 교대 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 시공미흡에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	고양분기점 11교의 주요 손상현황으로는 교대 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 시공미흡에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 교대 폐콘크리트 퇴적	양호

21.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

21.2.4 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.	

21.2.5 시설물 보수 이력

【표 21.2.2】 고양분기점 11교 보수이력사항

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

21.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 21.2.3】 내진설계 여부 확인

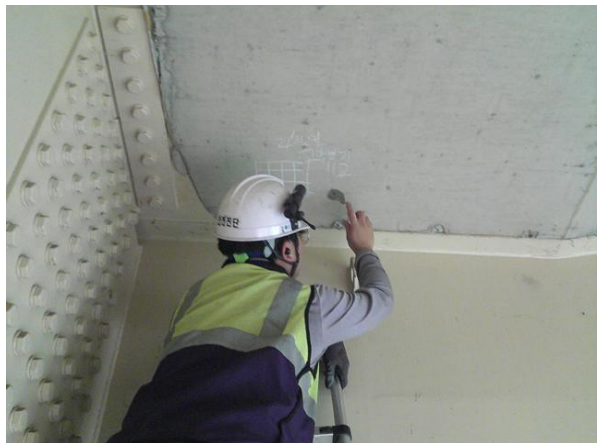
검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	—	—
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

21.3 현장조사

21.3.1 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	도보 및 사다리	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

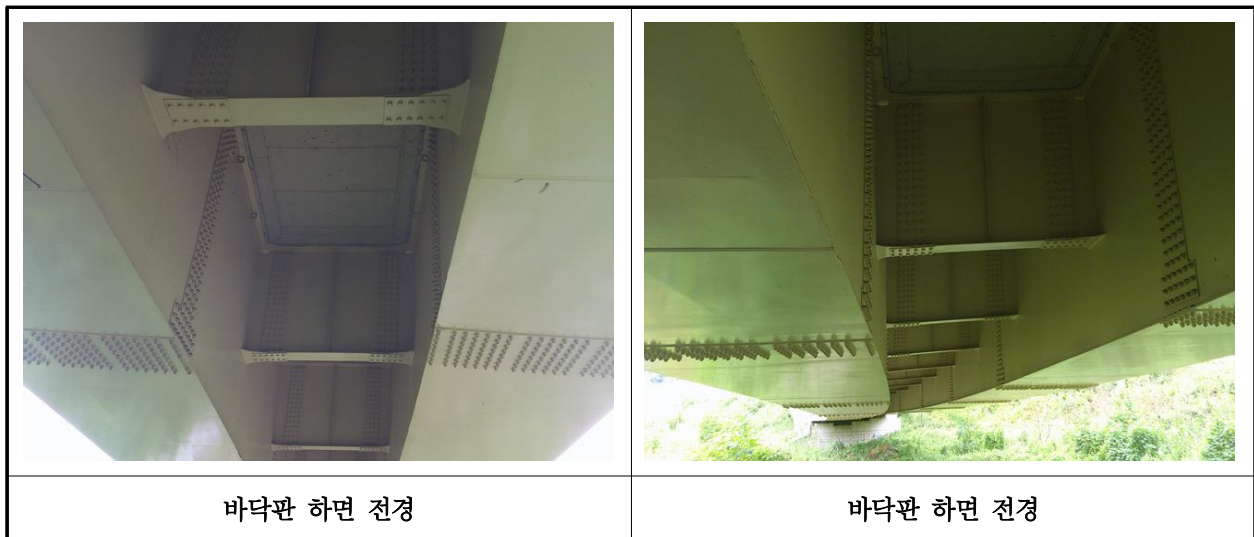
【사진 21.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

21.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 고양분기점 11교는 총 1경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=60.0m 폭 8.7m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 사다리로 근접조사를 실시하였다.



【사진 21.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 균열부백태, 백태 등의 손상이 조사되었다.

【표 21.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열부백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	0.12	4	0.09	1
합계	0.12	4	0.09	1

	
바닥판 하면 S1 균열부백태(0.1×0.3 x4EA)	바닥판 하면 S1 균열부백태(0.1×0.3 x4EA)
	
바닥판 하면 S1 백태(0.3×0.3)	바닥판 하면 S1 백태(0.3×0.3)

【사진 21.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판 하면의 현장조사 결과, 균열부 우수유입, 습기흡착에 의한 균열부백태, 백태가 조사되었으며, 시설물의 안전성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되나 내구성확보 차원의 백태보수 등의 보수를 실시하고, 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 2열로 시공되었으며, 도보로 현장조사를 실시하였다



【사진 21.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 거더외부의 경우 도장긫힘, 변형의 손상이 확인되었고, 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 21.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		도장긫힘 (㎡/개소)		변형 (㎡/개소)	
거더 외부	S1	0.10	1	0.03	1
거더 내부	S1	—	—	—	—
합계		0.10	1	0.03	1

	
S1-G1 도장균함 (0.2×0.5)	S1-G1 도장균함 (0.2×0.5)
	
S1-G1 변형 (0.1×0.3)	S1-G1 변형 (0.1×0.3)

【사진 21.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

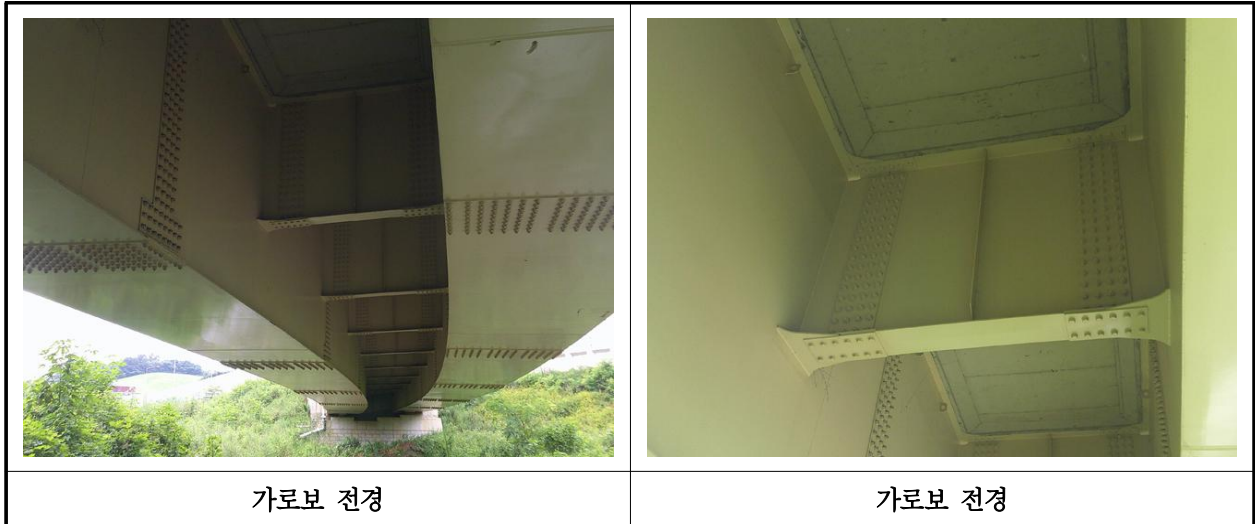
4) 검토의견

- 거더외부에 발생한 도장균함, 변형은 시공 초기 외부 충격에 의한 균함으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었다, 손상부는 강우시 부재의 부식 등의 진전을 유발할 수 있으므로 채도장 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 실시하는 것이 바람직하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 21.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 21.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분		상태양호	
가로보	S1	—	—
합계		—	—

	
가로보 상태양호	가로보 상태양호
	
가로보 상태양호	가로보 상태양호

【사진 21.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 가로보의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 교양분기점 11교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 A1 직접기초, A2 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보 및 사다리를 이용한 근접조사를 실시하였다.



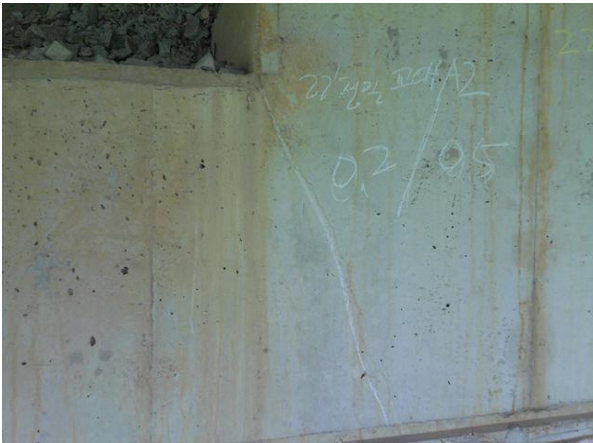
【사진 21.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만, 이상), 균열부백태, 법면 토사유실, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 21.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		법면 토사유실 (m/개소)		마감불량 (개소)	
A1	0.50	1	3.00	2	0.06	2	9.00	1	—	—	42.00	42
A2	—	—	—	—	—	—	9.00	1	2.00	1	—	—
합계	0.50	1	3.00	2	0.06	2	18.00	2	2.00	1	42.00	42

	
교대 A2 균열(Cw=0.3mm미만)	교대 A1 균열(Cw=0.3mm이상)
	
교대 A1 균열(Cw=0.3mm이상)	교대 A1 균열부백태(0.1×0.3)
	
교대 A1 균열부백태(0.1×0.3)	교대 A1 마감볼량(42EA)

【사진 21.3.9】 교대 손상현황

	
교대 A1 폐콘크리트 퇴적(1.5×6.0)	교대 A2 폐콘크리트 퇴적(1.5×6.0)
	
교대 A2 법면 토사유실(L=2.00, T=0.5m)	교대 A2 법면 토사유실(L=2.00, T=0.5m)

【사진 21.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

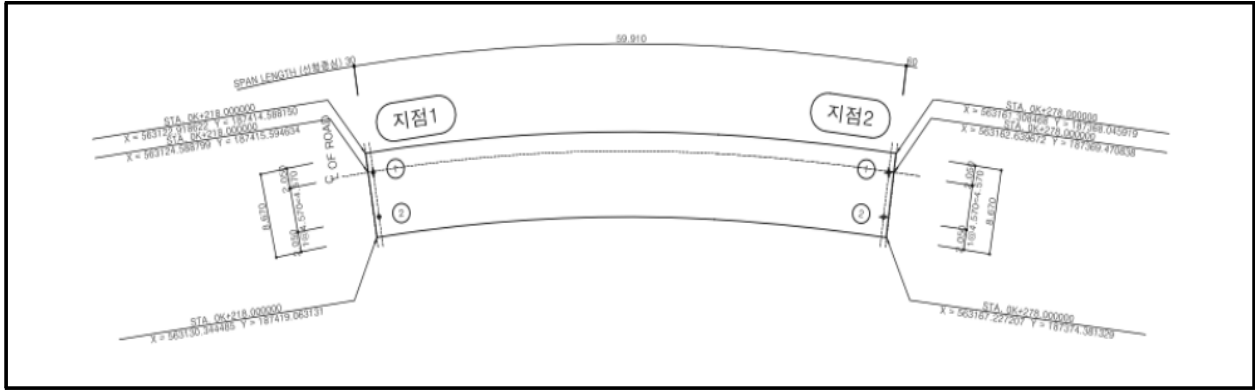
4) 검토의견

- 교대에 건조수축, 시공미흡, 외부 우수유입, 다짐불량 등으로 인한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만, 이상), 균열부백태, 법면 토사유실 폐콘크리트 퇴적, 마감불량 등의 손상이 확인되었고, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 정비 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 고양분기점 11교의 받침은 포트받침으로 총 4기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 21.3.1】 교량받침 배치도



【사진 21.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 금회 조사된 손상으로 받침몰탈 박리, 편기 등의 손상이 확인되었다.

【표 21.3.5】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 박리 (㎡/개소)		편기 (개소)		여유량 부족 (개소)	
A1	0.02	1	1.00	1	—	—
A2	—	—	2.00	2	2.00	2
합계	0.02	1	3.00	3	2.00	2

	
교량받침 A1-Sh2 받침몰탈 박리(0.1×0.3)	교량받침 A1-Sh1 편기(1.0cm)
	
교량받침 A2-Sh1,2 여유량 부족(2EA)	교량받침 A2-Sh1,2 편기(1.5cm)

【사진 21.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

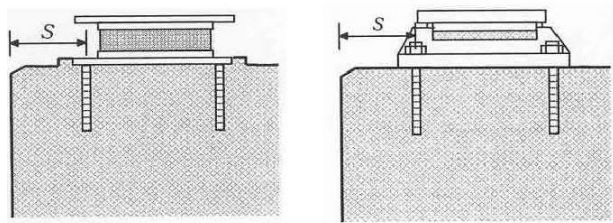
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 받침본체에서 발생된 받침몰탈 박리는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 시 단면보수 등의 일괄보수가 필요할 것으로 판단되며, 받침 여유량 부족의 경우 프리세팅 오류, 설계시 예상 못한 교대의 변위(토압에 의한 교대의 회전변위), 온도에 따른 상부구조의 회전(사교의 특성) 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 교대 및 교량받침에 대한 프리세팅 및 주기적인 계측을 실시하며, 그에 따른 보수대책을 수립하는 것이 필요하다.
- 받침본체에서 발생된 편기의 경우 시공시 교량 구배 등에 의한 것으로 판단되며, 편기 허용 수치 이내인 것으로 확인된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 21.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 21.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 21.3.6】 연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
		Sh1	Sh2	
A1	500	600	610	O.K
A2	500	640	640	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 21.3.13】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 21.3.7】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	고정단						
A2	29.4	30.6	0.000012	60.0	21.2	22.0	
1) 조사당시 온도 : 9.4 $^{\circ}C$ (조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울)) 2) 검토온도 : -20 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (한랭지방)							

【표 21.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	고정단							—
A2	SH1	45(A2)	95	5	21.2	22.0	±50	N.G
	SH2	45(A2)	95	5	21.2	22.0	±50	N.G
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

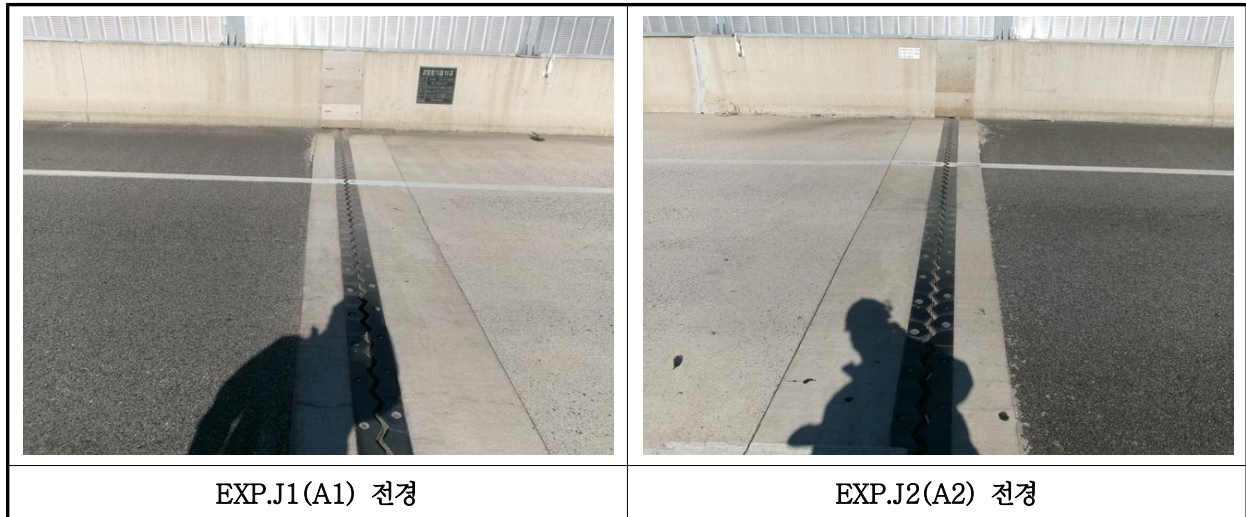
② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 온도변화에 따른 신장시 가동여유량을 확보하지 못하고 있는 것으로 확인되었으며, 이는 프리세팅 오류, 설계시 예상 못한 교대의 변위(토압에 의한 교대의 회전변위), 온도에 따른 상부구조의 회전(사교의 특성) 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 교대 및 교량받침에 대한 주기적인 계측을 실시하며, 그에 따른 보수대책을 수립하는 것이 필요하다.

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 21.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 금회 점검에서 이물질 퇴적이 확인되었다.

【표 21.3.9】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	이물질 퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	3.00	2
A2 (EXP J2)	1.50	1
합계	4.50	3

	
신축이음 A1 이물질 퇴적(L=1.50m x2EA)	신축이음 A2 이물질 퇴적(L=1.50m)
	
신축이음 A1 후타재 상태양호	신축이음 A2 후타재 상태양호

【사진 21.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 이물질 퇴적의 경우, 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 것으로 판단되며, 신축이음 장치의 원활한 가동을 위한 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2022. 10. 18. 기온 적용: 9.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-9.4℃ = 30.6℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(9.4℃) = 29.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 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 21.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 21.3.10】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선행창 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	고정단									
A2	29.4	30.6	0.000012	60.0	21.2	22.0	35.0	35.0	55.0	
1) 조사당시 온도 : 9.4 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울)) 2) 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)										

【표 21.3.11】 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		고정단						
A2	신축이음	21.2	22.0	35.0	60	3.8	13.0	O.K
	바닥판	21.2	22.0	35.0	—	—	13.0	O.K
	거더	21.2	22.0	55.0	—	—	33.0	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ 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

- 고양분기점 11교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.



【사진 21.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 전면적으로 양호한 상태로 확인되었다.

【표 21.3.12】 교면포장 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

	
교면포장 상태양호	교면포장 상태양호
	
교면포장 접속도로 상태양호	교면포장 접속도로 상태양호

【사진 21.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 고양분기점 11교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 21.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

【표 21.3.13】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

	
배수시설 상태양호	배수시설 상태양호

【사진 21.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

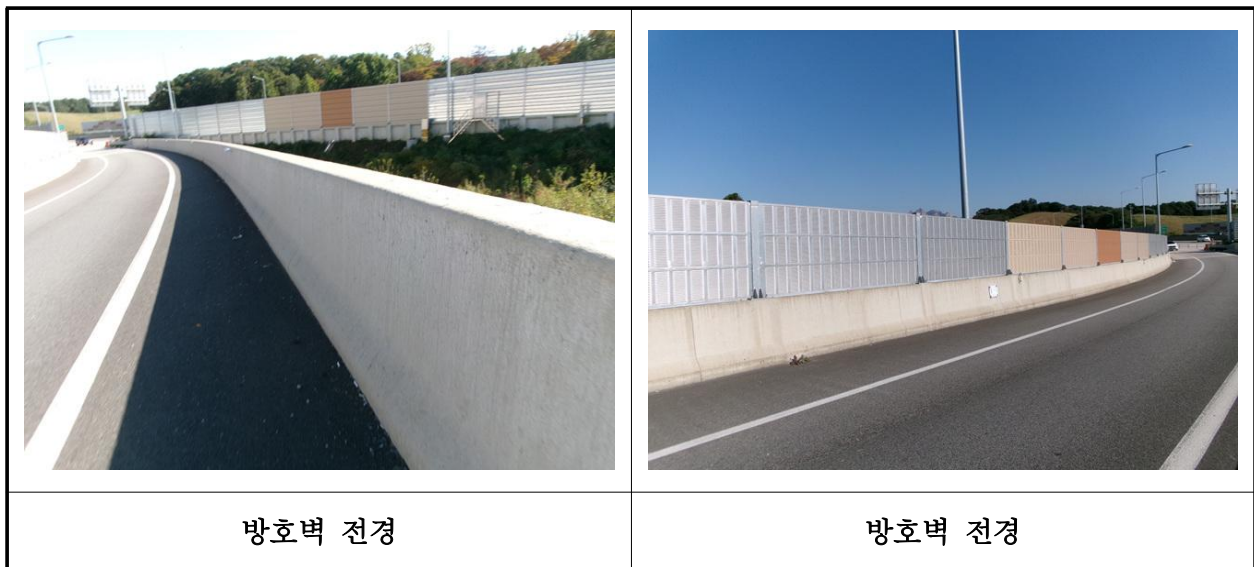
4) 검토의견

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

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



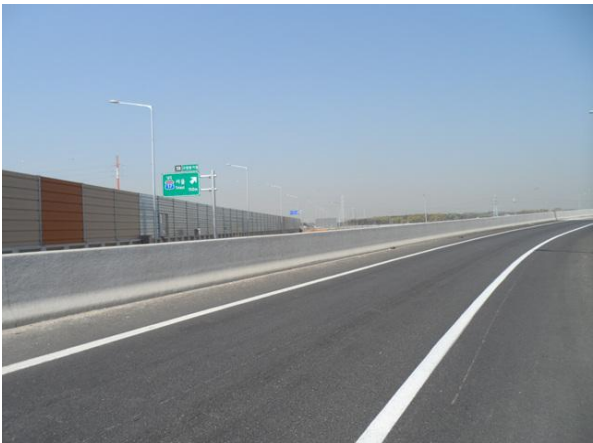
【사진 21.3.21】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 균열($Cw=0.3\text{mm}$ 이상) 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 21.3.14】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm이상) (m/개소)	
S1	3.00	3
합계	3.00	3

	
방호벽 S1 균열 (Cw=0.3mm이상)	방호벽 S1 균열 (Cw=0.3mm이상)
	
방호벽 상태양호	방음벽 상태양호

【사진 21.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 인한 균열 (Cw=0.3mm이상)의 손상이 확인되었고, 부재의 내구성 확보 차원의 주입보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 교대 A2에 콘크리트 점검계단이 설치되어 있고, 교대 A1에는 별도의 점검심설은 설치되어있지 않은 상태이다.



【사진 21.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검통로 조사결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 21.3.15】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A2	—	—
합계	—	—

	
점검시설 상태양호	점검시설 상태양호

【사진 21.3.24】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

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.

21.3.3 현장조사 총괄표

【표 21.3.16】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		균열부백태	m ²	0.12	4	
		백태	m ²	0.09	1	
거더	거더외부	도장긁힘	m ²	0.10	1	
		변형	m ²	0.03	1	
	거더내부	상태양호	—	—	—	
가로보		상태양호	—	—	—	
교대		균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
		균열(0.3mm이상)	m	3.00	2	
		균열부백태	m ²	0.06	2	
		마감미흡	EA	42.00	42	
		페콘크리트 퇴적	m ²	18.00	2	
		범면 토사유실	m	2.00	1	
교량받침		받침몰탈 박리	m ²	0.02	1	
		여유량 부족	EA	2.00	2	
		편기	EA	3.00	3	
신축이음		이물질퇴적	m	4.50	3	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		상태양호	—	—	—	
방호벽		균열(0.3mm이상)	m	3.00	3	
점검시설		상태양호	—	—	—	

21.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

21.4 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.

21.4.1 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 21.4.1】 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	2	2	2	2	
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

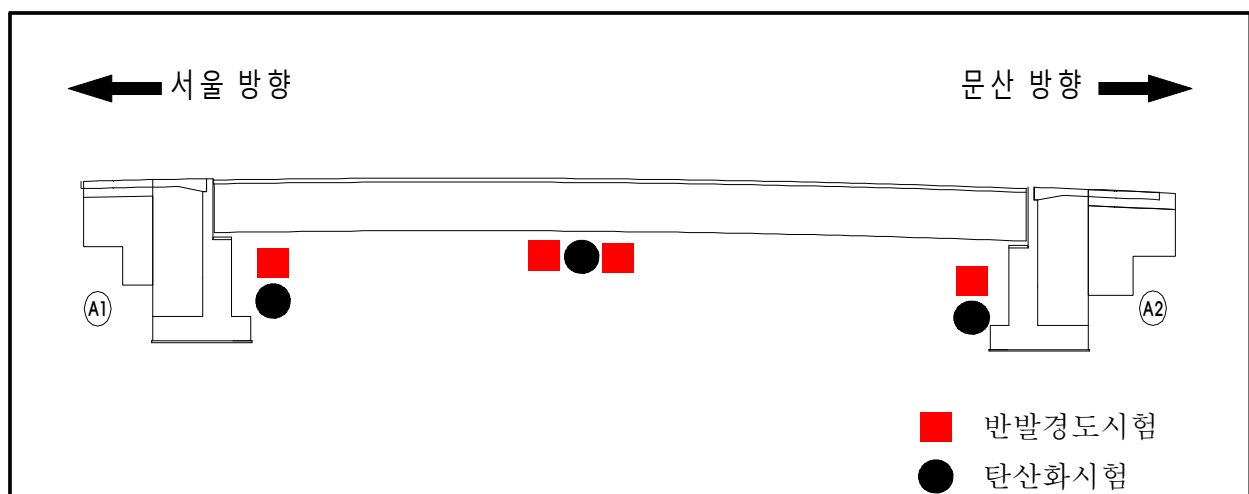
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 21.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 21.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

21.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 21.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.1	27.2	28.7	0.67	27.0	
	S1	바닥판	46.5	27.5	28.8			

【표 21.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	42.7	24.3	27.0	0.67	24.0	
	A2	교대	43.2	24.7	27.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.2~28.8MPa, 하부구조(교대) 24.3~27.3 MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도
저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에
따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 21.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.8	27.0	100.6 ~ 106.8
하부구조	교대	24.3 ~ 27.3	24.0	101.1 ~ 113.6

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 21.4.5】 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	40.0	39.0	0.71	100년이상	a
하부구조	A1 교대	0.50	100.0	99.5	0.35	100년이상	a
	A2 교대	1.00	100.0	99.0	0.71	100년이상	a

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

【표 21.4.6】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0	39.0	
하부구조	0.5~1.0	99.0~99.5	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 21.4.7】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2~28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.3~27.3	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		39.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		99.0~99.5	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.

21.5 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.

21.5.1 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 21.5.1】 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	b	b	a	a	a	c	b	c	c	q	a	a
	A2								b	c	a	q	—	a
평균			0.200	0.200	0.100	0.100	0.100	0.400	0.200	0.400	0.250	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.040	0.005	0.007	0.003	0.008	0.018	0.036	0.050	—	0.004	0.003
													0.210	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.210) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 21.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
고양분기점 11교	0.210	B	60	1	60	1.000	0.210
합계(Σ)			60	1	60	1.000	0.210
1. 평가지수 =							0.210
2. 상태평가결과 =							B

21.5.2 기 점검 결과와의 비교

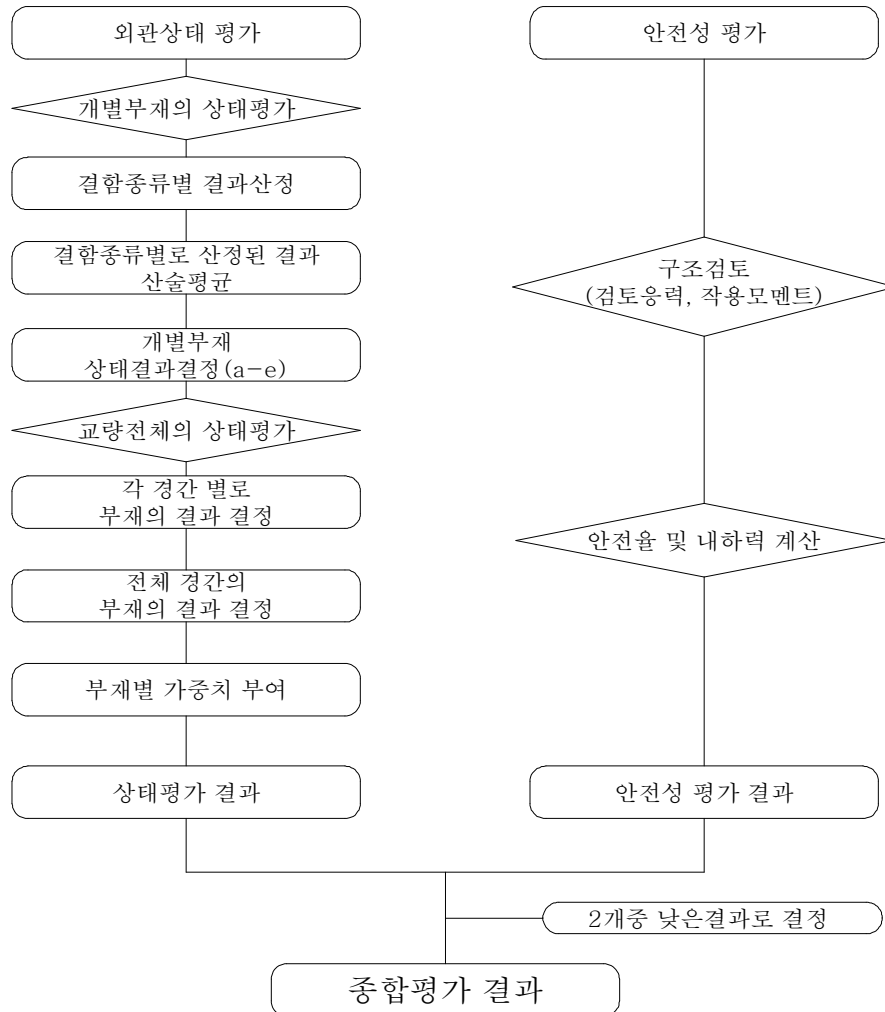
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

21.6 종합평가 및 안전등급 지정

21.6.1 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 21.6.1】 종합평가 결과 산정절차

21.6.2 종합평가 결과

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

【표 21.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
고양분기점 11교	0.210	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

21.6.3 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 21.6.2】 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

21.7 보수·보강 및 유지관리방안

21.7.1 보수·보강 방안

【표 21.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면		균열부백태	m ²	0.12	4	백태보수	하자
		백태	m ²	0.09	1	백태보수	하자
거더	거더외부	도장긁힘	m ²	0.10	1	재도장	하자
		변형	m ²	0.03	1	주의관찰	하자
	거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보		상태양호	—	—	—	—	—
교대		균열 (0.3mm미만)	m	0.50	1	표면처리	하자
		균열 (0.3mm이상)	m	3.00	2	주입보수	하자
		균열부백태	m ²	0.06	2	백태보수	하자
		마감미흡	EA	42.00	42	정비	하자
		폐콘크리트 퇴적	m ²	18.00	2	정비	하자
		범면 토사유실	m	2.00	1	정비	하자
교량받침		받침물탈 박리	m ²	0.02	1	단면보수	하자
		여유량 부족	EA	2.00	2	프리세팅	하자
		편기	EA	3.00	3	주의관찰	하자
신축이음		이물질퇴적	m	4.50	3	정비	하자
교면포장		상태양호	—	—	—	—	—
배수시설		상태양호	—	—	—	—	—
방호벽		균열 (0.3mm이상)	m	3.00	3	주입보수	하자
점검시설		상태양호	—	—	—	—	—

21.7.2 개략공사비

【표 21.7.2】 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		균열부백태	백태보수	0.12	0.18	m ²	—	—	하자
		백태	백태보수	0.09	0.14	m ²	—	—	하자
가터	외부	도장긁힘	재도장	0.10	0.15	m ²	—	—	하자
		변형	주의관찰	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
교대		균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m ²	—	—	하자
		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	4.50	m	—	—	하자
		균열부백태	백태보수	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
		마감미흡	정비	42.00	42.00	EA	—	—	하자
		폐콘크리트 퇴적	정비	18.00	27.00	m ²	—	—	하자
		범면 토사유실	정비	2.00	3.00	m	—	—	하자
교량받침		받침몰탈 박리	단면보수	0.02	0.03	m ²	—	—	하자
		여유량 부족	프리세팅	2.00	2.00	EA	—	—	하자
		편기	주의관찰	3.00	3.00	EA	—	—	하자
신축이음		이물질퇴적	정비	4.50	6.75	m	—	—	하자
방호벽		균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	4.50	m	—	—	하자
개략 공사비 (천원)		구 분	1순위		2순위			3순위	
		순공사비	—		—			—	
		재경비 (순공사비의 50%)	—		—			—	
		합계	—		—			—	
개략공사비 총계(천원)			—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

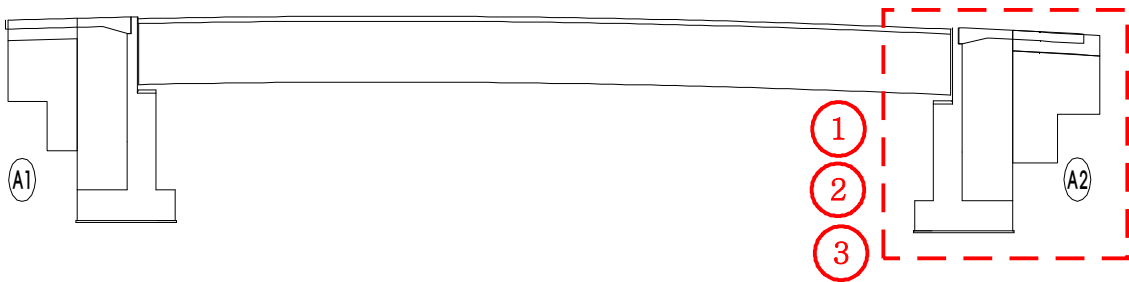
21.7.3 유지관리방안

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 21.7.3】 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 교량받침 A2-SH1,2 여유량 부족 - 주기적인 여유량 측정	② 교량받침 A2-SH1,2 편기 - 진전 여부확인	③ 하부구조 균열(0.3mm 이상) 및 균열부백태 - 진전 여부확인
← 서울 방향 문산 방향 → 		

21.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 1060-9에 위치한 교량으로 총 연장 60.0m, 폭 8.7m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

21.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 균열부 우수유입, 습기흡착에 의한 균열부백태, 백태가 조사되었으며, 시설물의 안전성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되나 내구성 확보 차원의 백태보수 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부에 발생한 도장긫힘, 변형은 시공 초기 외부 충격에 의한 긫힘으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었다, 손상부는 강우시 부재의 부식 등의 진전을 유발할 수 있으므로 재도장 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보

- 가로보의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 건조수축, 시공미흡, 외부 우수유입, 다짐불량 등으로 인한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만, 이상), 균열부백태, 법면 토사유실 페콘크리트 퇴적, 마감불량 등의 손상이 확인되었고, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수, 정비 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

5) 교량받침

- 받침본체에서 발생한 받침몰탈 박리는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 시 단면보수 등의 일괄보수가 필요할 것으로 판단되며, 받침 여유량 부족의 경우 프리세팅 오류, 설계시 예상 못한 교대의 변위(토압에 의한 교대의 회전변위), 온도에 따른 상부구조의 회전(사교의 특성) 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 교대 및 교량받침에 대한 프리세팅 및 주기적인 계측을 실시하며, 그에 따른 보수대책을 수립하는 것이 필요하다.
- 받침본체에서 발생한 편기의 경우 시공시 교량 구매 등에 의한 것으로 판단되며, 편기 허용 수치 이내인 것으로 확인된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 온도변화에 따른 신장시 가동여유량을 확보하지 못하고 있는 것으로 확인되었으며, 이는 프리세팅 오류, 설계시 예상 못한 교대의 변위(토압에 의한 교대의 회전변위), 온도에 따른 상부구조의 회전(사교의 특성) 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 교대 및 교량받침에 대한 주기적인 계측을 실시하며, 그에 따른 보수대책을 수립하는 것이 필요하다.

6) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 이물질 퇴적의 경우, 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 것으로 판단되며, 신축이음 장치의 원활한 가동을 위한 정비를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

8) 배수시설

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

9) 방호벽

- 방호벽에 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 인한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상)의 손상이 확인되었고, 부재의 내구성 확보 차원의 주입보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

10) 교량 점검시설

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

11) 공중이 이용하는 부위

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.2~28.8MPa, 하부구조(교대) 24.3~27.3MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)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 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 0.5~1.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 고양분기점 11교의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.210, 상태평가 점수는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 고양분기점 11교에 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.

21.8.2 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.

21.8.3 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.

