

22. 원당천(R-A)교

[퇴계원방향 확장부]

22.1 시설물 개요

22.2 자료수집 및 분석

22.3 현장조사

22.4 콘크리트 내구성조사

22.5 상태평가

22.6 종합평가 및 안전등급 지정

22.7 보수·보강 및 유지관리 방안

22.8 종합결론

22. 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)

22.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 249-9에 위치한 교량으로 총 연장 200.0m, 폭 4.1m로 시공되어 있다.

22.1.1 일반사항

【표 22.1.1】 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000114	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 원당동 249-9	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=200.0m(2@55+2@45=200.0m)			
	폭	B=4.1m			
구조 형식	상부	Steel Box	기초 형식	교 대	강관말뚝기초
	하부	교대: 역T형 교각: T형		교 각	직접기초 강관말뚝기초
교량받침		포트받침	신축이음	강팽거쥔인트	
교차시설물		효릉천도로	통과높이	5.8	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설㈜	관리주체	㈜다산건설터트	
감 리 자		㈜동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	
					
측면 전경			상부 전경		

22.1.2 위치도 및 전경사진

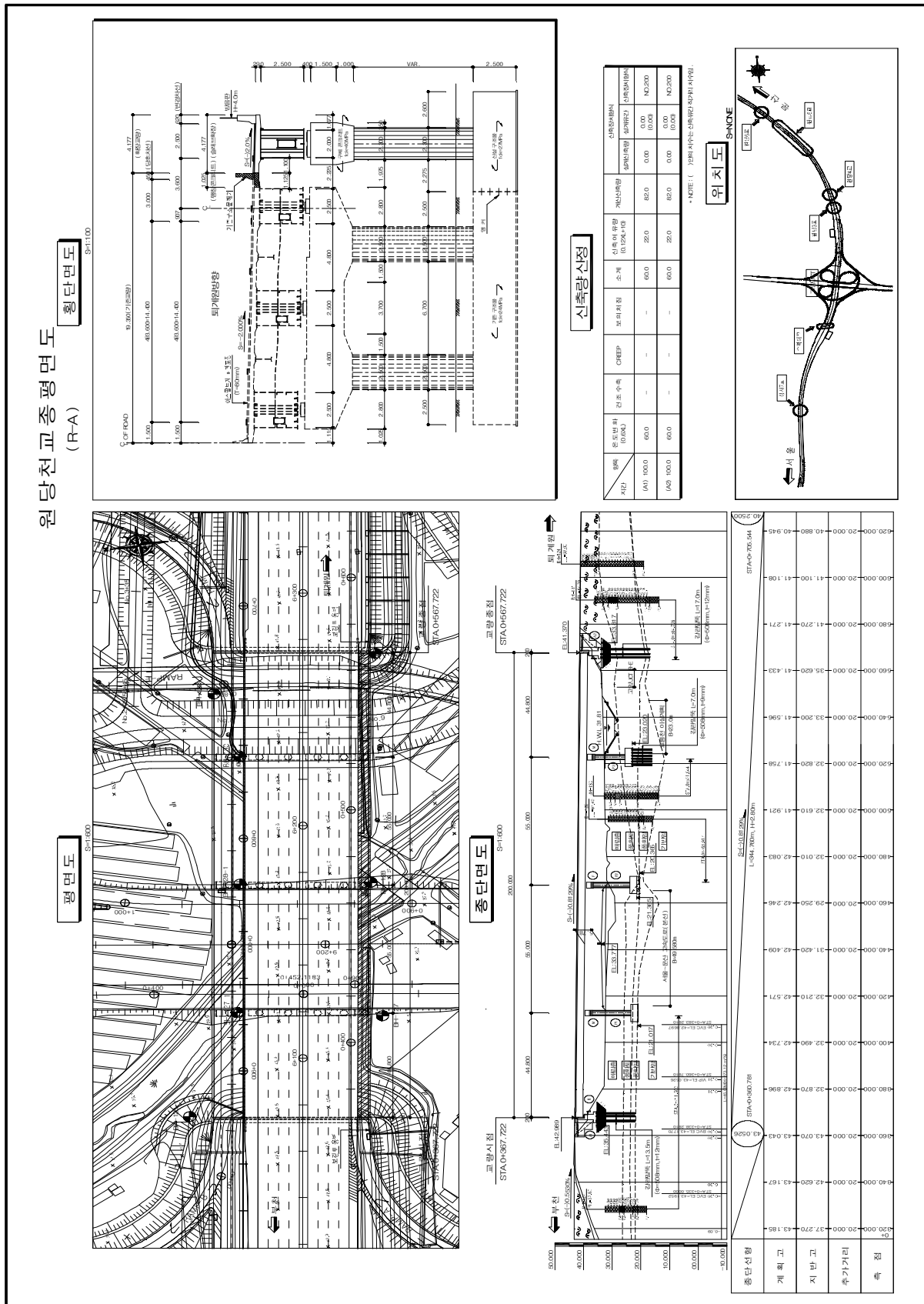


【그림 5.1.1】 위치도

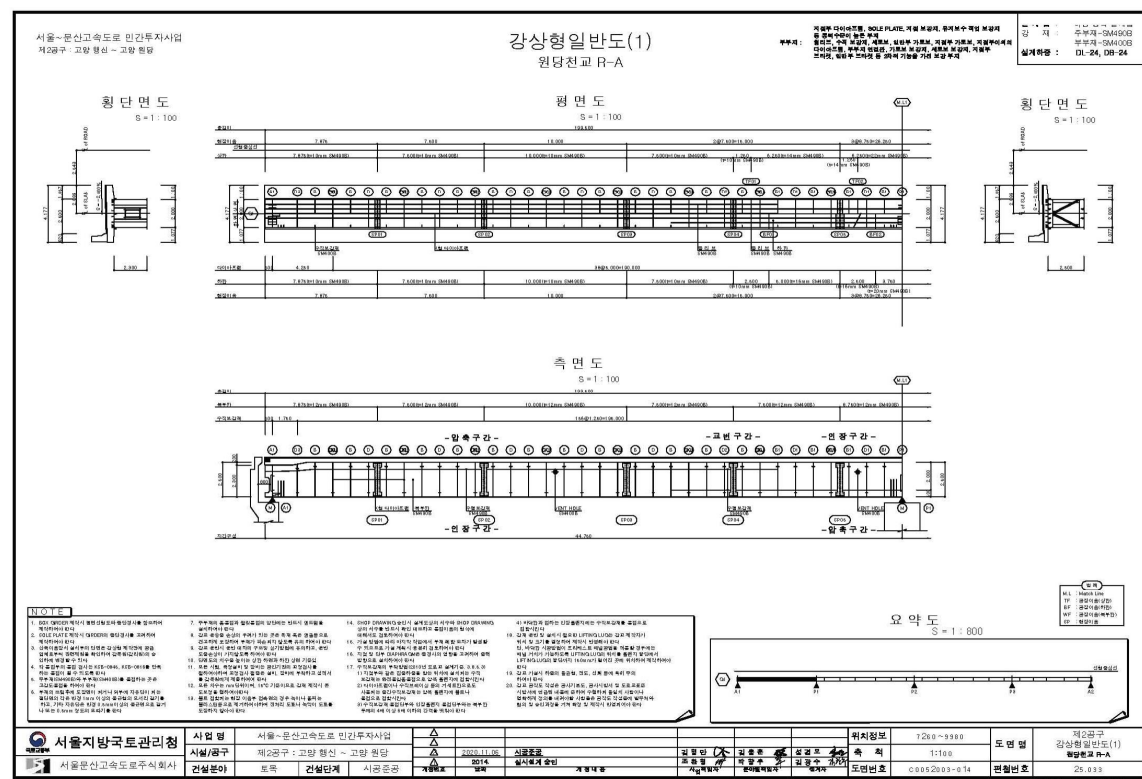
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 22.1.2】 부재별 현황

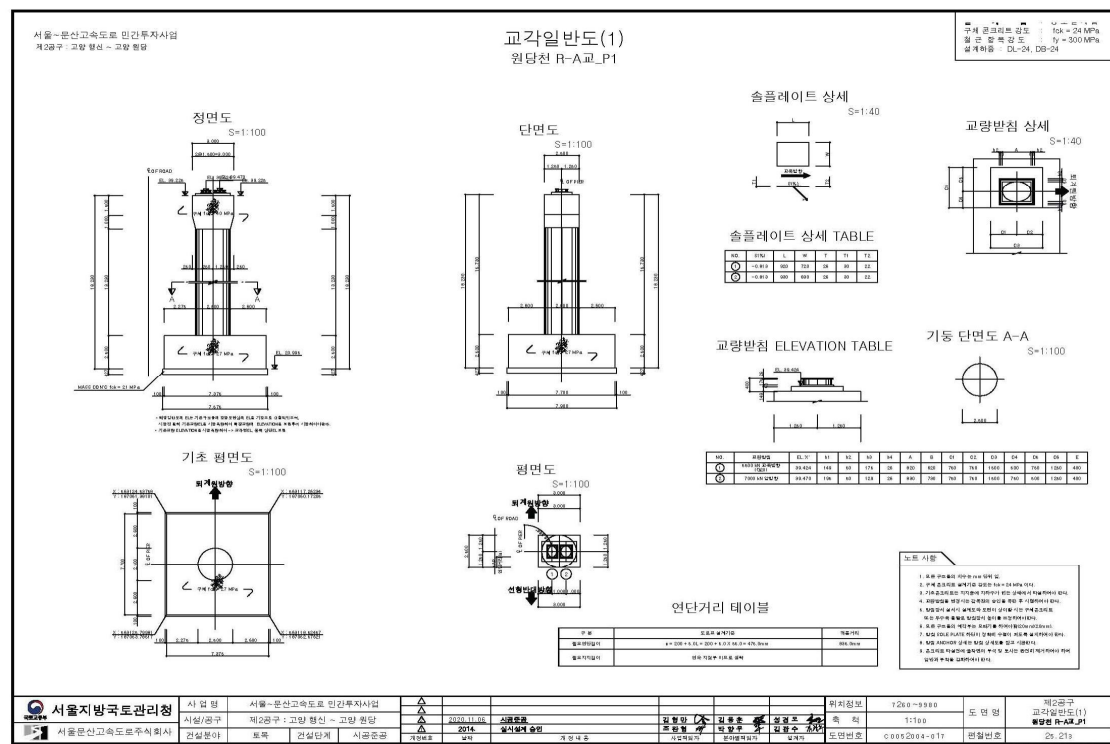
22.1.3 시설물 일반도



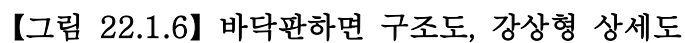
【그림 22.1.3】 평면 및 종단면도

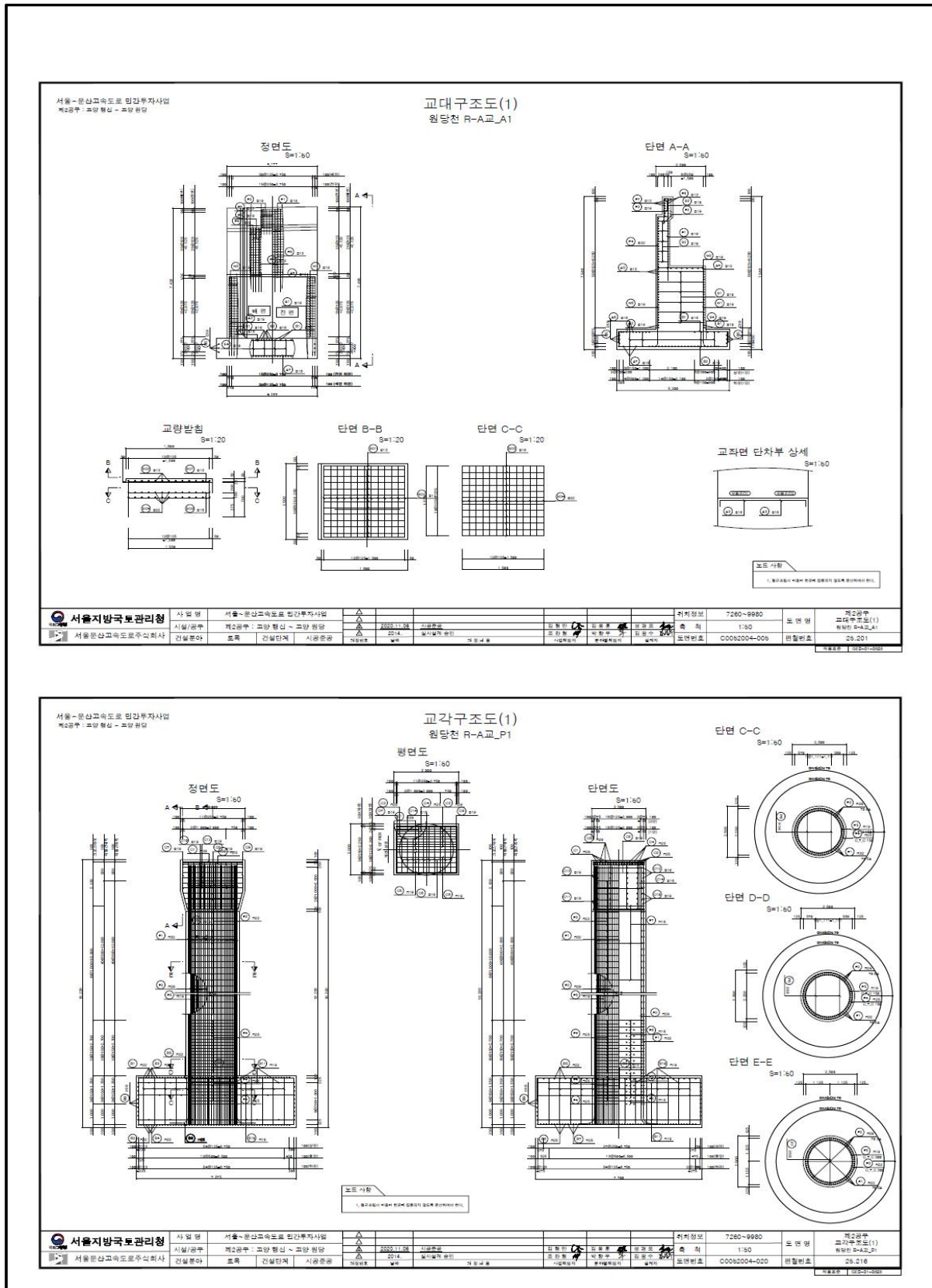


원당천 (R-A) 교(퇴계원방향 확장부) - 7



원당천 (R-A) 교(퇴계원방향 확장부) - 8





【그림 22.1.7】 교대, 교각 구조도

22.2 자료수집 및 분석

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

22.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

[illegible]

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

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분	문헌자료	시험결과	비고
퇴적층			
	1등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
	II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	—
	III등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
퇴적층			
	IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
	V등급	1.0×10^{-2} 이하	—
	VI등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
동화도	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
정화암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-5}
연암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
경암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
I등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—	5.0×10^{-7}
II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—	5.4×10^{-6}
III등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.4×10^{-5}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구분	내외경장(kN/m ²)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	원형계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
쌓기재	토사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암리석	20.0	0.0	35.0	—	—
배설층	자갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	정성토	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
퇴적층	모래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	자갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
동화도	정화암	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	정화암	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 비닐구간 암반등급별 설계지반정수

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

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
정화암	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
	원토	645	200	68	190	0.40
	모래	480	170	52	140	0.35
	자갈	514	190	69	181	0.32
동화도	952	392	268	713	699	0.33
정화암	1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연암	1,834	954	2,184	5,504	3,622	0.26
경암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

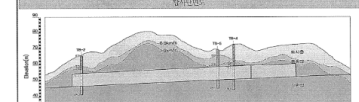
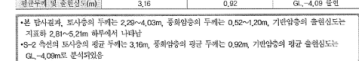
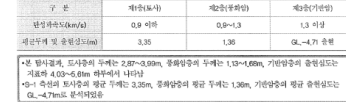
제3편 지반조사 결과

계호	-검토의 범위 토질 및 지반 조사지점-지반조사지점 목록 보기					
구분	도면	위도 (N, E, W)	구분명	구분자분	U.S.C.S	비고
상하터널	TP-1	0.0~0.3	부속물	설치된 보	SM	
		0.3~2.0	중하부	설치된 보	SM	
	TP-2	0.0~0.4	부속물	설치된 보	SM	
		0.4~2.0	중하부	설치된 보	SM	

제3편 지반조사 결과

제 3 장 물리탐사

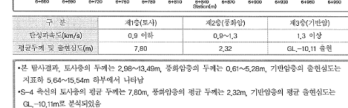
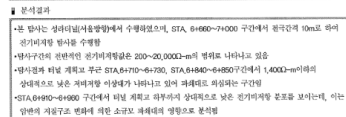
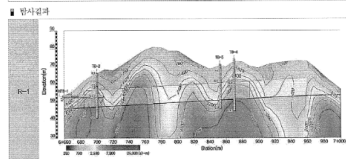
3.1 굴절법탄성파탐사



두께는 0.5

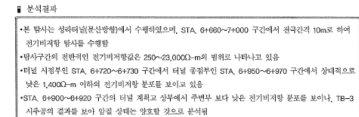
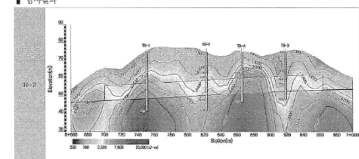
제3편 지반조사 결과

3.2 전기비저항탐사



제3편 지반조사 결과

① 성리터널 문산방향



제3편 지반조사 결과

4.1 강도 및 변형특성 분석

4.2 수리 및 투수특성 분석

○ 연세대학교

공 연	시각수위		공 연	시각수위		공 연	시각수위	
	GL-m	EL-m		GL-m	EL-m		GL-m	EL-m
TB-1	7.4	66.5	TB-4	15.5	58.0	TB-7	17.6	58.4
TB-2	8.1	60.6	TB-5	6.8	60.2	-	-	-
TB-3	17.0	59.0	TB-6	3.6	43.5	-	-	-

◎ 기타구간(휴게소 부지)

◎ 결과분석

구분	기타구간	
	GL~0	EL~0
타원구간	3.6~17.6	43.5~66.5
기타구간 (후계소 부지)	3.2~6.6	12.8~17.2

본결과표 : *지하수위 측정결과 타원구간 GL~ 3.6~17.6m, 기타구간 : GL~ 3.2~6.6m 범위로 분포

114

분석결과 28.1%, 종파일 31.4%로 나타남

 서울~문산고속도로 민간투자사업

◎ 시험결과

◎ 결과분석

424

04555555

○ 결과분석

구분	투수계수(cm/s)		점도 Lupeon	
	현상	경상	현상	경상
성리탄	$3.05 \times 10^{-4} \sim 4.75 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-5}$	0.11~0.14	0.04~0.08

50

제3편 지반조사 결과

TR-3	전세절리	38/14
	과세절리	37/14

절결 방법	30°~60°경사각의 절결 수			30°~100°경사각의 절결 수			100°~600m의 절결 수		
	절결 방향	절결 횡단선	절결 횡단선	절결 방향	절결 횡단선	절결 횡단선	절결 방향	절결 횡단선	절결 횡단선
기존 방법	절결 방향	201/1548(9.3)	201/1548(9.3)	201/1548(9.3)	절결 방향	201/1548(9.3)	201/1548(9.3)	절결 방향	201/1548(9.3)
	절결 횡단선	36/1548(48.0)	23/1198(14.0)	23/1198(14.0)	절결 횡단선	36/1548(48.0)	23/1198(14.0)	절결 횡단선	36/1548(48.0)
	절결 횡단선	60/1548(39.0)	24/1175(2.1)	24/1175(2.1)	절결 횡단선	60/1548(39.0)	24/1175(2.1)	절결 횡단선	60/1548(39.0)
	절결 횡단선	37/1548(2.4)	23/1355(48.3)	23/1355(48.3)	절결 횡단선	37/1548(2.4)	23/1355(48.3)	절결 횡단선	37/1355(48.3)
본 방법	절결 방향	201/1548(9.3)	201/1548(9.3)	201/1548(9.3)	절결 방향	201/1548(9.3)	201/1548(9.3)	절결 방향	201/1548(9.3)
	절결 횡단선	36/1548(48.0)	23/1198(14.0)	23/1198(14.0)	절결 횡단선	36/1548(48.0)	23/1198(14.0)	절결 횡단선	36/1548(48.0)
	절결 횡단선	60/1548(39.0)	24/1175(2.1)	24/1175(2.1)	절결 횡단선	60/1548(39.0)	24/1175(2.1)	절결 횡단선	60/1548(39.0)
	절결 횡단선	37/1548(2.4)	23/1355(48.3)	23/1355(48.3)	절결 횡단선	37/1548(2.4)	23/1355(48.3)	절결 횡단선	37/1355(48.3)

 서울문산고속도로주식회사 서울~문산고속도로 민간투자사업[illegible]

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1) 교량제원

- (1) 교량명 : 서울판산
- (2) 교량등급 : 1등급 (DS-24 및 DS-24 적용)
- (3) 교량형식 : Steel 박스기둥교
- (4) 교량연장 : $45,000 + 55,000 + 55,000 + 45,000 = 200,000$ mm
- (5) 교량폭도 : B = 4.100 m
- (6) Girder 제원 : B = 2.000 m H = 2.500 m
- (7) 사각(Skew) : 90.00°
- (8) 곡률반경(R) : 좌측 = 100 m 중앙 = 100 m 우측 = 100 m
- (9) 설계속도 : 100.000 km/h
- (10) 사용재료 및 물리적 특성치

① 강재

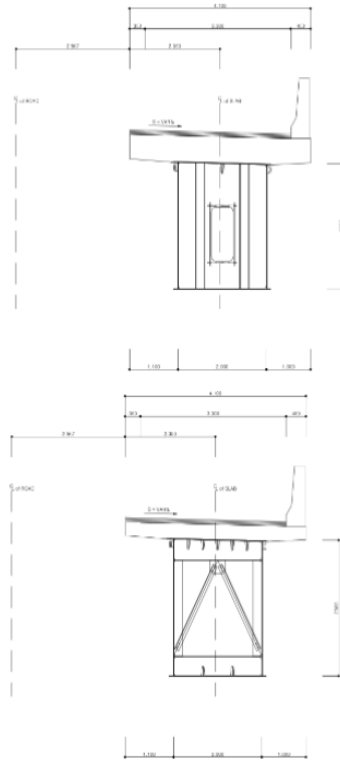
• 사용재료

주부재	SM490CB(상판, 하판, 복부판, 상부측리브, 하부측리브, 수평보강재, 지점부 디아프램, 지점보강재, 슬랩레이프)
부부재	SM490CB(지점부의 디아프램, 수직보강재, 종리브, 일반부 가로보, 지점부 가로보)
강재 탄성계수 (E _s)	205,000,000 N/m ²
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000,000 N/m ²

• 허용응력 (MPa)

강종	SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
종방향 인장응력 인장응력	140 40 초과 75 이하 75 초과 100 이하	190 175 (190)	215 200 (215) 195 (215)	270 260 (270) 250 (270)	230	270	380

2. 단면가령



10. 사용성경로

10.1 피로검토 (☞ 도.설 3.3.4.1)

가) 물리반복횟수

도로의 종류	통행량 주부재		통행량 부재	비고
	트럭하중	차선하중	트럭하중	
고속도로, 국도 주요도로	2 백만	50 만	2 백만 이상	
기타 도로	10 만	10 만	50 만	

나) 허용응력 범위 (MPa)

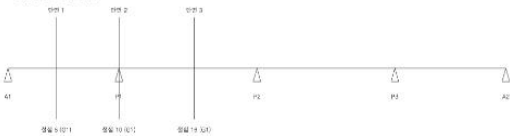
강종	다차차 골조구조				단차차 골조구조			
	10 만회	50 만회	200 만회	200 만회이상	10 만회	50 만회	200 만회	200 만회이상
A	442	260	168	168	351	203	168	168
B	344	203	126	112	274	161	112	112
B'	274	161	101	84	218	126	77	77
C	250	147	91	70	196	112	70	53
				84*			84*	77*
D	196	112	70	49	154	91	56	35
E	154	91	56	31	119	70	42	16
E'	112	64	40	18	84	49	28	9
F	105	64	40	18	84	49	28	9

주 : *는 거더 복부판과 플랜지의 수직보강재 용접의 경우

다) 피로조사위치 및 물리반복의 설정

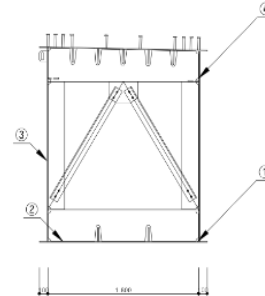
철근콘크리트 교량의 내구성위기에 큰 영향을 미치는 인장응력 및 교차응력이 발생하는 상재부에 대하여 피로검토를 수행한다.

- 피로조사 단면위치



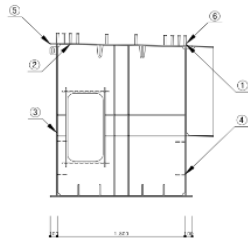
본 교량은 주가선도로에 속하는 C제하중로구조로서 트럭하중 2백만회와 차선하중 50만회에 대하여 검토 하는 것으로 한다.

단면 I



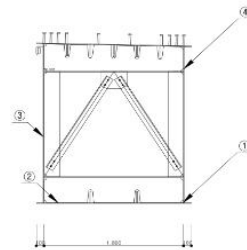
구분	상세	응력 분포	f _{sr} (MPa)		비고
			DB 하중	CL 하중	
① 플랜지와 복부판의 연속 용접 부분		B	126	203	
② 인장측 플랜지와 디아프램의 용접 부분		C	91	147	
③ 복부판에 부착된 가로보 연결용 거셋과 용접 부분		E	55	91	
④ 수평보강재 용접 부분		E	55	91	

단면 11



구분	상 세	분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
			DB 하중	DL 하중	
①	플랜지와 복부판의 연속 플릿 용접부	B	126	203	
②	인상속 플랜지와 다이아프램의 플릿 용접부	C	91	147	
③	복부판에 부착된 가로보 연결용 거셋판 용접 끝부분	E	56	91	
④	수평보강재 용접 끝부분	E	56	91	
⑤	인상속 플랜지에 부착된 가로보 거셋판 용접 끝부분	E	56	91	
⑥	스터드에 연결한 인장속 플랜지부	C	91	147	

단면 11



구분	상 세	분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
			DB 하중	DL 하중	
①	플랜지와 복부판의 연속 플릿 용접부	B	126	203	
②	인상속 플랜지와 다이아프램의 플릿 용접부	C	91	147	
③	복부판에 부착된 가로보 연결용 거셋판 용접 끝부분	E	56	91	
④	수평보강재 용접 끝부분	E	56	91	

라) 설계피로응력

· 교요면들에 대한 피로검토

여기서, Δf : 설계피로응력범위 (최대응력과 최소응력의 차)

$$\Delta f = \frac{\Delta M}{I_y} \cdot y$$

$\Delta M = M_{max} - M_{min}$ (4.4 과, 피로해중 적분범위 참조)
 I_y : 합성후 단면의 단면2차 모멘트
 y : 합성후 단면 도심으로부터의 거리

단면 11

구분	ΔM (kN·m)		I_y (mm ⁴)	y (mm)	Δf (MPa)		분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
	DB 하중	DL 하중			DB 하중	DL 하중		DB 하중	DL 하중	
①					1816.2	51.376	B	126	203	O.K.
②	4907.438	5374.057	1.735E+11		1816.2	51.376	C	91	147	O.K.
③					922.2	26.087	E	56	91	O.K.
④					33.8	0.956	E	56	91	O.K.

단면 11

구분	ΔM (kN·m)		I_y (mm ⁴)	y (mm)	Δf (MPa)		분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
	DB 하중	DL 하중			DB 하중	DL 하중		DB 하중	DL 하중	
①					1075.9	25.734	B	126	203	O.K.
②					1075.9	25.734	C	91	147	O.K.
③	3270.048	6720.461	1.307E+11		230.1	5.504	E	56	91	O.K.
④					816.1	19.520	E	56	91	O.K.
⑤					1082.9	25.901	E	56	91	O.K.
⑥					1075.9	25.734	C	91	147	O.K.

단면 11

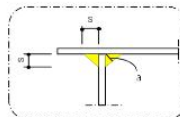
구분	ΔM (kN·m)		I_y (mm ⁴)	y (mm)	Δf (MPa)		분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
	DB 하중	DL 하중			DB 하중	DL 하중		DB 하중	DL 하중	
①					1816.2	49.968	B	126	203	O.K.
②	4772.982	6007.752	1.735E+11		1816.2	49.968	C	91	147	O.K.
③					922.2	25.372	E	56	91	O.K.
④					33.8	0.930	E	56	91	O.K.

· 견도에 대한 피로검토 - 플랜지와 복부판의 용접종류에 대한 견도피로검토

여 부위의 피로상세방주는 'F'이며, 검토 단면은 전단력이 가장 큰 절점 21 을 설정 하였음

$$\Delta \sigma = \frac{\Delta S \cdot Q}{I_y \cdot \Sigma a}$$

여기서, $\Delta \sigma$: 설계견도피로응력범위 (최대응력과 최소응력의 차)
 $\Delta S = S_{max} - S_{min}$ (4.4 과, 피로하중 작용방위 참조)
 Q : 용접선 연속 플랜지의 용단면의 종방향에 관한 단면 1차 모멘트 (mm³ = A(mm²) · y(mm)
 $y = Y_{vu}(1) - tu(1)/2$
 I_y : 합성후 단면의 단면2차 모멘트
 Σa : 플릿 분할의 적두께의 합 (mm) = 4EA · s · $\sqrt{2}$
 s : 플릿 용접 치수 (mm)



- 상부 플랜지와 복부판

구분	ΔS (k)	tu (mm)	B (mm)	A (mm ²)	Y_{vu} (mm)	Q (mm ³)	I_y (mm ⁴)	s (mm)	Σa (mm)	$\Delta \sigma$ (MPa)	σ_{sr} (MPa)	비고
DB하중	1244.054	14	2000	28000	1075	2.990E+07	1.379E+11	6	17.0	15.9	63	OK
DL하중	1554.354									19.9	84	OK

- 하부 플랜지와 복부판

구분	ΔS (k)	tu (mm)	B (mm)	A (mm ²)	Y_{vu} (mm)	Q (mm ³)	I_y (mm ⁴)	s (mm)	Σa (mm)	$\Delta \sigma$ (MPa)	σ_{sr} (MPa)	비고
DB하중	1244.054	18	2000	36000	1157	4.133E+07	1.379E+11	6	17.0	22.0	63	OK
DL하중	1554.354									27.4	84	OK

10.2 차점 검토

속가하중을 포함한 동하중에 의한 각 위치별 최대 차점량 (전산 OUTPUT 참조) (단 : mm, 3.2.3)

< Girder 1 >

(단위 : mm)

점선NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
차 점 량	0.000	-6.943	-14.084	-19.209	-21.679	-21.221	-18.045	-12.836	-6.458	0.000
점선NO.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
차 점 량	-7.017	-14.706	-21.574	-27.478	-30.620	-30.836	-28.075	-22.712	-15.571	-7.623
점선NO.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
차 점 량	0.000	-7.625	-15.573	-22.714	-28.077	-30.837	-30.620	-27.477	-21.572	-14.705
점선NO.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
차 점 량	-7.015	0.000	-6.459	-12.838	-18.047	-21.224	-21.681	-19.211	-14.084	-6.943
점선NO.	41									
차 점 량	0.000									



◆ 역용 차점량

지간 길이 L = 44.250 m

$$\delta 1 = 21.679 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 55.000 m

$$\delta 2 = 30.836 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 55.0 \text{ m} / 500 = 110.00 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 55.000 m

$$\delta 3 = 30.837 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 55.0 \text{ m} / 500 = 110.00 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 44.250 m

$$\delta 4 = 21.681 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

< Girder 3 >

(단위 : mm)

점선NO.	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
차 점 량	0.000	-6.731	-13.670	-18.659	-21.070	-20.638	-17.559	-12.502	-6.300	0.000
점선NO.	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
차 점 량	-6.841	-14.326	-21.507	-26.767	-29.834	-30.049	-27.364	-22.145	-15.190	-7.448
점선NO.	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
차 점 량	0.000	-7.449	-15.191	-22.146	-27.366	-30.049	-29.834	-26.767	-21.506	-14.329
점선NO.	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
차 점 량	-6.840	0.000	-6.301	-12.503	-17.560	-20.639	-21.071	-18.660	-13.670	-6.731
점선NO.	123									
차 점 량	0.000									



◆ 역용 차점량

지간 길이 L = 44.250 m

$$\delta 1 = 21.070 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 55.000 m

$$\delta 2 = 30.049 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 55.0 \text{ m} / 500 = 110.00 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 55.000 m

$$\delta 3 = 30.049 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 55.0 \text{ m} / 500 = 110.00 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 44.250 m

$$\delta 4 = 21.071 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

< Girder 2 >

(단위 : mm)

점선NO.	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
차 점 량	0.000	-6.639	-13.491	-18.432	-20.831	-20.411	-17.364	-12.370	-6.246	0.000
점선NO.	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
차 점 량	-6.775	-14.166	-21.063	-26.468	-29.512	-29.730	-27.068	-21.906	-15.035	-7.385
점선NO.	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
차 점 량	0.000	-7.385	-15.035	-21.905	-27.068	-29.729	-29.512	-26.467	-21.062	-14.166
점선NO.	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
차 점 량	-6.775	0.000	-6.246	-12.370	-17.363	-20.411	-20.831	-18.432	-13.490	-6.638
점선NO.	82									
차 점 량	0.000									



◆ 역용 차점량

지간 길이 L = 44.250 m

$$\delta 1 = 20.831 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 55.000 m

$$\delta 2 = 29.730 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 55.0 \text{ m} / 500 = 110.00 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 55.000 m

$$\delta 3 = 29.729 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 55.0 \text{ m} / 500 = 110.00 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

지간 길이 L = 44.250 m

$$\delta 4 = 20.831 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

11. 쇠줄 (CAMBER)

< Girder 1 >

(단위 : mm)

점선 번호	형상정 고형하중		한계하중 고정하중	속하중				비고
	Steel	Concrete		공칭 재하시	현장 거하시	1차 고정하중 재하시	2차 고정하중 재하시	
	(1)	(2)		(1)-(3) 한계	(4)-(1)	(5)-(2)	(6)-(3)	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A1
2	5.380	10.730	1.980	18.090	12.710	1.980	0.000	
3	10.630	21.140	3.910	35.680	25.050	3.910	0.000	
4	13.870	27.560	5.090	46.520	32.650	5.090	0.000	
5	14.680	29.140	5.360	49.180	34.500	5.360	0.000	
6	13.080	25.980	4.730	43.790	30.710	4.730	0.000	
7	9.620	19.120	3.430	32.170	22.550	3.430	0.000	
8	5.300	10.600	1.870	17.770	12.470	1.870	0.000	
9	1.510	3.090	0.550	5.550	3.640	0.550	0.000	
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P1
11	1.790	3.330	0.530	5.650	3.860	0.530	0.000	
12	5.880	11.130	1.840	18.650	12.970	1.840	0.000	
13	10.540	20.100	3.410	34.050	23.510	3.410	0.000	
14	14.430	27.650	4.780	46.960	32.430	4.780	0.000	
15	16.610	31.900	5.570	54.080	37.470	5.570	0.000	
16	16.570	31.870	5.570	54.010	37.440	5.570	0.000	
17	14.330	27.570	4.780	46.880	32.350	4.780	0.000	
18	10.390	19.980	3.410	33.780	23.390	3.410	0.000	
19	5.730	11.010	1.840	18.580	12.850	1.840	0.000	
20	1.690	3.250	0.530	5.470	3.780	0.530	0.000	
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P2
22	1.690	3.250	0.530	5.470	3.780	0.530	0.000	
23	5.730	11.010	1.840	18.580	12.850	1.840	0.000	
24	10.390	19.980	3.410	33.780	23.390	3.410	0.000	
25	14.330	27.570	4.780	46.880	32.350	4.780	0.000	
26	16.570	31.870	5.570	54.010	37.440	5.570	0.000	
27	16.600	31.900	5.570	54.070	37.470	5.570	0.000	
28	14.430	27.650	4.780	46.960	32.430	4.780	0.000	
29	10.540	20.090	3.410	34.040	23.500	3.410	0.000	
30	5.880	11.130	1.840	18.650	12.970	1.840	0.000	
31	1.790	3.330	0.530	5.650	3.860	0.530	0.000	
32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P3
33	1.510	3.090	0.550	5.550	3.640	0.550	0.000	
34	5.300	10.600	1.870	17.770	12.470	1.870	0.000	
35	9.620	19.120	3.430	32.170	22.550	3.430	0.000	
36	13.080	25.980	4.730	43.790	30.710	4.730	0.000	
37	14.670	29.140	5.360	49.170	34.500	5.360	0.000	
38	13.870	27.560	5.090	46.520	32.650	5.090	0.000	
39	10.630	21.140	3.910	35.680	25.050	3.910	0.000	
40	5.380	10.730	1.980	18.090	12.710	1.980	0.000	
41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A2

< Girder 2 > (단위 : mm)

줄 번호	합성전 고정하중		합성후 고정 하중	속류량				비고
	Steel	Concrete		공칭 저각시	현장 거치시	1차 고정하중 재하시	2차 고정하중 재하시	
	(1)	(2)	(3)	(1)-(3) 누계	(4)-(1)	(5)-(2)	(6)-(3)	
42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A1
43	5.390	10.890	2.210	18.290	12.900	2.210	0.000	
44	10.840	21.080	4.380	36.100	25.460	4.380	0.000	
45	13.890	27.480	5.710	47.080	33.190	5.710	0.000	
46	14.700	29.060	6.030	49.790	35.090	6.030	0.000	
47	13.100	25.900	5.350	44.350	31.250	5.350	0.000	
48	9.640	19.050	3.900	32.590	22.950	3.900	0.000	
49	5.310	10.540	2.130	17.980	12.670	2.130	0.000	
50	1.520	3.070	0.620	5.210	3.690	0.620	0.000	
51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P1
52	1.800	3.300	0.640	5.740	3.940	0.640	0.000	
53	5.890	11.070	2.190	19.150	13.260	2.190	0.000	
54	10.550	20.020	4.010	34.580	24.030	4.010	0.000	
55	14.450	27.560	5.580	47.590	33.140	5.580	0.000	
56	16.630	31.800	6.470	54.900	38.270	6.470	0.000	
57	16.590	31.770	6.470	54.830	38.240	6.470	0.000	
58	14.350	27.490	5.570	47.410	33.060	5.570	0.000	
59	10.410	19.910	4.000	34.320	23.910	4.000	0.000	
60	5.740	10.950	2.170	18.860	13.120	2.170	0.000	
61	1.690	3.210	0.630	5.530	3.840	0.630	0.000	
62	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P2
63	1.690	3.210	0.630	5.530	3.840	0.630	0.000	
64	5.740	10.950	2.170	18.860	13.120	2.170	0.000	
65	10.410	19.910	4.000	34.320	23.910	4.000	0.000	
66	14.350	27.490	5.570	47.410	33.060	5.570	0.000	
67	16.590	31.770	6.470	54.830	38.240	6.470	0.000	
68	16.630	31.800	6.470	54.900	38.270	6.470	0.000	
69	14.450	27.560	5.580	47.590	33.140	5.580	0.000	
70	10.550	20.020	4.010	34.580	24.030	4.010	0.000	
71	5.890	11.070	2.190	19.150	13.260	2.190	0.000	
72	1.800	3.300	0.640	5.740	3.940	0.640	0.000	
73	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P3
74	1.520	3.070	0.620	5.210	3.690	0.620	0.000	
75	5.310	10.540	2.130	17.980	12.670	2.130	0.000	
76	9.640	19.050	3.900	32.590	22.950	3.900	0.000	
77	13.100	25.900	5.350	44.350	31.250	5.350	0.000	
78	14.700	29.060	6.030	49.790	35.090	6.030	0.000	
79	13.890	27.480	5.710	47.080	33.190	5.710	0.000	
80	10.840	21.080	4.380	36.100	25.460	4.380	0.000	
81	5.390	10.890	2.210	18.290	12.900	2.210	0.000	
82	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A2

< Girder 3 > (단위 : mm)

줄 번호	합성전 고정하중		합성후 고정 하중	속류량				비고
	Steel	Concrete		공칭 저각시	현장 거치시	1차 고정하중 재하시	2차 고정하중 재하시	
	(1)	(2)	(3)	(1)-(3) 누계	(4)-(1)	(5)-(2)	(6)-(3)	
83	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A1
84	5.380	10.710	2.580	18.570	13.290	2.580	0.000	
85	10.530	21.110	5.070	36.510	26.180	5.070	0.000	
86	13.570	27.510	6.590	47.070	34.100	6.590	0.000	
87	14.680	29.090	6.980	50.750	36.070	6.980	0.000	
88	13.080	25.930	6.240	45.250	32.170	6.240	0.000	
89	9.620	19.090	4.620	33.330	23.710	4.620	0.000	
90	5.300	10.570	2.590	18.460	13.160	2.590	0.000	
91	1.510	3.080	0.780	5.370	3.860	0.780	0.000	
92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P1
93	1.790	3.320	0.850	5.960	4.170	0.850	0.000	
94	5.880	11.100	2.740	19.720	13.840	2.740	0.000	
95	10.530	20.050	4.880	35.460	24.930	4.880	0.000	
96	14.430	27.590	6.670	48.990	34.260	6.670	0.000	
97	16.600	31.830	7.670	56.100	39.500	7.670	0.000	
98	16.570	31.800	7.660	56.030	39.450	7.660	0.000	
99	14.330	27.510	6.650	48.490	34.160	6.650	0.000	
100	10.390	19.930	4.850	35.170	24.780	4.850	0.000	
101	5.730	10.980	2.710	19.420	13.690	2.710	0.000	
102	1.690	3.230	0.830	5.750	4.060	0.830	0.000	
103	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P2
104	1.690	3.230	0.830	5.750	4.060	0.830	0.000	
105	5.730	10.980	2.710	19.420	13.690	2.710	0.000	
106	10.390	19.930	4.850	35.170	24.780	4.850	0.000	
107	14.330	27.510	6.650	48.490	34.160	6.650	0.000	
108	16.570	31.800	7.660	56.030	39.450	7.660	0.000	
109	16.600	31.830	7.670	56.100	39.500	7.670	0.000	
110	14.430	27.590	6.670	48.990	34.260	6.670	0.000	
111	10.530	20.050	4.880	35.460	24.930	4.880	0.000	
112	5.880	11.100	2.740	19.720	13.840	2.740	0.000	
113	1.790	3.320	0.850	5.960	4.170	0.850	0.000	
114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P3
115	1.510	3.080	0.780	5.370	3.860	0.780	0.000	
116	5.300	10.570	2.590	18.460	13.160	2.590	0.000	
117	9.620	19.090	4.620	33.330	23.710	4.620	0.000	
118	13.080	25.930	6.240	45.250	32.170	6.240	0.000	
119	14.680	29.090	6.970	50.740	36.060	6.970	0.000	
120	13.570	27.510	6.590	47.070	34.100	6.590	0.000	
121	10.530	21.110	5.060	36.800	26.170	5.060	0.000	
122	5.380	10.710	2.580	18.570	13.290	2.580	0.000	
123	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A2

1. 설계조건

상부구조형식	구 조 형 식	Steel Box GIRDER교		
	교량연계등급	1등급		
	지 간	45,000 + 2@55,000 + 45,000 = 200,000 m		
	폭	19.350(기존교량) + 4.100(확장교량) = 23.450 m		
하부구조형식	교 각 형 식	π형(기존) + T형(확장)		
	기 초 형 식	직접 + 말뚝기초		
사 용 재 료	콘크리트 (fck)	27 Mpa		
	콘크리트 (fck)	27 Mpa		
재 료 특 성	콘크리트 단위중량(ρ_c)	25.0 kN/m ³		
	아스팔트 단위중량(ρ_a)	23.0 kN/m ³		
가 속 도 계 수(A)	지진구역계수	0.11 (Ⅰ)		
	위험도 계수	1.4 (1000년 재현주기)		
	가 속 도 계 수 (A)	지진구역계수 × 위험도 계수 = 0.154 g		
지 반 계 수 (S)	지 반 종 류	Ⅱ		
	지 반 계 수	S = 1.2 (내진설계)		
윤 활 수 정 계 수	구 조 부 재	합복식 (설계기준) R	단성거동시 R	
	기둥 (단 수)	3.0	1.0	
	연결	상부구조와 교대	0.8	0.8
		상부구조와 교각	1.0	1.0
	기 조	3.0 / 2 = 1.5	1.0	
해 석 방 법	* POT 방점은 등단스펙트럼을 이용하여 다중모드 등단스펙트럼 방법을 수행함.			

2. 해석 방법별 특성 및 방점 물성치

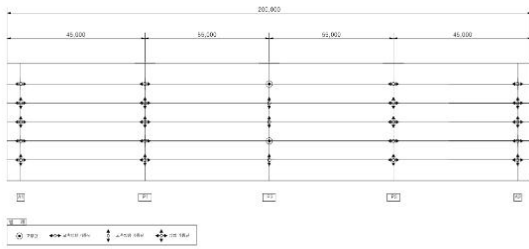
1) 내진해석

- POT 방점 적용시 내진해석.
- * 방점은 NLLINK로 (표 POT 방점 물성치)와 같이 모델링 하였다.
- * 해석시 5% 감쇠비를 적용하고 RHz Vector 해석 수행, 절령형이율 90% 넘도록 50차 모드까지 고려 하였다.
- * 지진하중은 지반계수 S에 (내진해석시 S=1.2), 가속도계수 A=0.154g 에 해당하는 등단스펙트럼을 사용하였다.
- * 해석은 다중모드 등단스펙트럼 방점물 사용하였다.

방점종류	해석시 입력값	설 명	적용위치	비고
POT 교대간	NAME=POTFIX TYPE=GAP	NLink type	A1, A2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
POT 일방향 (교축)	NAME=POTIM1 TYPE=GAP	NLink type	P1, P2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
POT 일방향 (교차)	NAME=POTM2 TYPE=GAP	NLink type	P1, P2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
POT 양방향	NAME=POTM TYPE=GAP	NLink type	P1, P2	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		

5. 내진 해석결과

5.1 발침 배치도



5.2 발침 수평력 검토

위 치	발 침 NO.	Type	용량 (kN)	지진시 작용 수평력(kN)				지진시 허용 수평력 (kN)				판정		비고
				교축방향		교차방향		교축방향		교차방향				
				교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차			
A1	1	교축방향	4500G60	0	206	0	696	0	2,925	OK	OK	기준		
	2	상방향	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	3	상방향	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	4	교축방향	1600G60	0	270	0	860	0	1,248	OK	OK			
	5	상방향	1600M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
P1	6	교축방향	8000G60	0	1,298	0	4,310	0	5,200	OK	OK	기준		
	7	상방향	8000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	8	상방향	8000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	9	교축방향	3500G30	0	311	0	1,031	0	1,365	OK	OK			
	10	상방향	4000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
P2	11	교축단	9000F50	2,544	1,574	690	5,232	5,850	5,850	OK	OK	기준		
	12	교차방향	8000G60	2,692	0	824	0	5,200	5,200	OK	OK			
	13	교차방향	8000G30	2,594	0	737	0	3,120	3,120	OK	OK			
	14	교축단	3500F50	1,782	383	1,546	1,269	1,820	1,820	OK	OK			
	15	교차방향	4000G40	1,601	0	1,521	0	2,080	0	OK	OK			
P3	16	교축방향	9000G60	0	1,000	0	3,315	0	5,850	OK	OK	기준		
	17	상방향	8000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	18	상방향	8000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	19	교축방향	3500G30	0	257	0	849	0	1,365	OK	OK			
	20	상방향	4000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
A2	21	교축방향	3000G40	0	187	0	886	0	1,860	OK	OK	기준		
	22	상방향	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	23	상방향	3000M	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	24	교축방향	1600G60	0	245	0	779	0	1,248	OK	OK			
	25	상방향	1600M	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 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차	
P1L	P11B	7.20	10,379	44	801	9	23	16,624	7	2,116	기준
P1H	P12B	7.35	10,800	40	819	8	31	22,860	9	3,282	기준
P1	P13B	7.55	5,164	28	437	4	13	12,333	4	1,359	신설
P2L	P21B	7.55	57,068	19	3,760	6	149	18,327	13	2,427	기준
P2R	P22B	7.55	60,926	21	4,110	6	94	25,855	14	3,928	기준
P2	P23B	7.55	41,876	14	2,833	4	123	14,107	12	1,607	신설
P3L	P31B	7.55	7,710	39	739	10	35	9,344	14	1,405	기준
P3R	P32B	7.55	7,971	36	740	9	64	14,151	12	1,569	기준
P3	P33B	7.55	3,582	22	377	5	26	8,175	12	1,951	신설

2) 교각상단 부재력

교 각	부 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	
P1L	P11T	7.20	3,565	51	649	10	27	10,941	5	2,001	기준
P1R	P12T	7.55	3,773	43	678	8	26	20,211	4	5,155	기준
P1	P13T	7.55	1,615	11	300	3	16	5,046	2	1,257	신설
P2L	P21T	7.55	25,641	19	3,716	6	55	11,567	18	2,317	기준
P2R	P22T	7.55	26,559	16	4,069	6	64	22,841	12	3,806	기준
P2	P23T	7.55	18,452	10	2,797	2	50	6,358	8	1,511	신설
P3L	P31T	7.55	2,787	46	619	9	32	5,035	7	1,342	기준
P3R	P32T	7.55	2,889	40	635	8	32	12,275	6	2,493	기준
P3	P33T	7.55	1,215	13	289	3	25	2,430	4	995	신설

5.3 발침 변위 검토

위 치	발 침 NO.	Type	용량 (kN)	지진시 작용 변위(mm)				지진시 허용 변위 (mm)				판정		비고
				교축방향		교차방향		교축방향		교차방향		교축	교차	
				교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차			
A1	1	교축방향	4500G50	153	0	32	0	150	0	OK	OK	기준 신설		
	2	상방향	3000M	101	0	31	1	150	50	OK	OK			
	3	상방향	3000M	100	0	30	1	150	50	OK	OK			
	4	교축방향	1600G60	100	0	30	0	150	0	OK	OK			
	5	상방향	1600M	100	0	31	0	150	50	OK	OK			
P1	6	교축방향	8000G50	84	0	25	0	100	0	OK	OK	기준		
	7	상방향	8000M	82	2	25	6	100	50	OK	OK			
	8	상방향	8000M	81	2	24	7	100	50	OK	OK			
	9	교축방향	3500G30	86	0	26	0	100	0	OK	OK			
	10	상방향	4000M	86	0	26	0	100	50	OK	OK			
P1	11	교축단	9000F50	0	0	0	0	0	0	OK	OK	신설		
	12	교차방향	8000G50	0	2	0	7	0	50	OK	OK			
	13	교차방향	8000G30	0	2	0	8	0	50	OK	OK			
	14	교축단	3500F40	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	15	교차방향	4000G40	0	0	0	1	0	50	OK	OK			
P1	16	교축방향	9000G50	94	0	29	0	100	0	OK	OK	기준		
	17	상방향	8000M	90	1	28	4	100	50	OK	OK			
	18	상방향	8000M	91	2	27	5	100	50	OK	OK			
	19	교축방향	3500G30	94	0	26	0	100	0	OK	OK			
	20	상방향	4000M	94	0	29	0	100	50	OK	OK			
A2	21	교축방향	3000G40	155	0	32	0	150	0	OK	OK	신설		
	22	상방향	3000M	101	0	31	1	150	50	OK	OK			
	23	상방향	3000M	100	0	30	0	150	50	OK	OK			
	24	교축방향	1600G60	100	0	30	0	150	0	OK	OK			
	25	상방향	1600M	100	0	31	0	150	50	OK	OK			

5.5 부재력 하중조합 (적용 부재력)

- COM1 : 종방향축 방향으로부터 구한 지진력에 횡방향축의 방향으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 - ◆ C1-1 1.0x종축방향에 의한 종방향 부재력 + 0.3x횡축방향에 의한 종방향 부재력
 - ◆ C1-2 1.0x종축방향에 의한 종방향 부재력 + 0.3x횡축방향에 의한 종방향 부재력
- COM2 : 횡방향축 방향으로부터 구한 지진력에 종방향축의 방향으로부터 구한 지진력의 30%를 합한 경우.
 - ◆ C2-1 0.3x종축방향에 의한 종방향 부재력 + 1.0x횡축방향에 의한 종방향 부재력
 - ◆ C2-2 0.3x종축방향에 의한 종방향 부재력 + 1.0x횡축방향에 의한 종방향 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	
P1L	P11B	7.20	10,386	5,031	803	644	3,137	16,638	217	2,118	기준
P1H	P12B	7.55	10,810	6,896	822	993	3,271	22,872	255	3,285	기준
P1	P13B	7.55	5,167	3,723	439	412	1,562	12,340	135	1,360	신설
P2L	P21B	7.55	57,113	5,517	3,766	734	17,270	18,332	1,148	2,429	기준
P2R	P22B	7.55	60,954	7,777	4,114	1,185	19,372	25,862	1,247	3,930	기준
P2	P23B	7.55	41,912	4,216	2,837	486	12,685	14,112	682	1,608	신설
P3L	P31B	7.55	7,720	2,843	744	431	2,346	9,356	236	1,407	기준
P3R	P32B	7.55	7,981	4,282	743	777	2,425	14,161	234	2,561	기준
P3	P33B	7.55	3,590	2,474	380	320	1,101	8,181	123	1,953	신설

2) 교각상단 하중조합

			COM1				COM2				비고
교 각	부 재 No.	높 이 [m]	모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차	
P1L	P11T	7.20	3,573	3,333	650	610	1,296	10,956	199	2,204	기준
P1H	P12T	7.55	3,780	6,107	679	955	1,158	20,221	206	5,158	기준
P1	P13T	7.55	1,619	1,525	300	380	501	5,050	92	1,258	신설
P2L	P21T	7.55	25,658	3,489	3,721	701	7,747	11,572	1,130	2,319	기준
P2H	P22T	7.55	29,578	6,866	4,072	1,148	8,231	22,846	1,233	5,808	기준
P2	P23T	7.55	18,467	1,617	2,799	458	5,586	5,361	847	1,512	신설
P3L	P31T	7.55	2,796	1,556	621	411	686	5,048	195	1,345	기준
P3H	P32T	7.55	2,999	3,722	637	756	939	12,987	197	2,406	기준
P3	P33T	7.55	1,222	742	270	301	389	2,434	85	996	신설

5.6 코핑 상단 변위

고 각	부 제 No.	높 이 (m)	코핑상단변위(mm)				비고
			COM1		COM2		
			교축	교직	교축	교직	
P1L	P111	7.20	16	5	5	17	기준
P1R	P121	7.55	16	5	5	17	기준
P1	P13T	7.55	12	7	4	22	신설
P2L	P21T	7.55	88	5	26	18	기준
P2R	P22T	7.55	87	5	26	18	기준
P2	P23T	7.55	98	7	30	23	신설
P3L	P31T	7.55	8	2	2	7	기준
P3R	P32T	7.55	8	2	2	7	기준
P3	P33T	7.55	6	3	2	10	신설

5.7 질량참여율

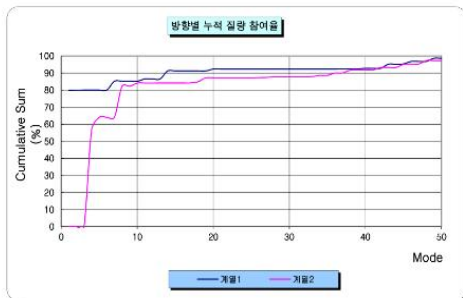
◎ 질량참여율

Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
				MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	1.556	4.038	0.643	79.359	79.359	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.654	9.606	1.529	0.025	79.384	0.001	0.001	0.000	0.000
3	0.550	11.429	1.819	0.004	80.047	0.036	0.037	0.000	0.000
4	0.527	11.915	1.896	0.000	80.047	0.043	56.880	0.043	0.043
5	0.467	13.442	2.150	0.000	80.047	7.349	64.229	0.011	0.054
6	0.402	15.614	2.465	0.000	80.047	0.067	64.296	0.002	0.055
7	0.365	16.325	2.598	0.148	80.196	0.000	64.296	0.000	0.055
8	0.366	17.170	2.733	0.000	80.196	16.086	80.381	0.025	0.081
9	0.360	17.973	2.861	0.000	80.196	0.003	80.385	0.000	0.081
10	0.325	19.331	3.077	0.000	80.196	1.900	82.285	0.008	0.089
11	0.269	21.014	3.344	1.302	81.518	0.000	82.285	0.000	0.089
12	0.269	21.039	3.348	0.004	81.522	0.004	82.289	0.003	0.092
13	0.264	21.372	3.401	0.000	81.522	0.017	82.306	0.004	0.097
14	0.272	23.134	3.682	4.594	86.116	0.000	82.306	0.000	0.097
15	0.266	23.567	3.754	0.001	86.117	0.000	82.306	0.001	0.097
16	0.260	24.173	3.847	0.000	86.117	0.021	82.327	54.229	54.323
17	0.242	25.941	4.129	0.000	86.117	0.016	82.343	0.000	54.324
18	0.226	27.852	4.433	0.000	86.117	0.704	83.047	1.331	55.655
19	0.214	29.319	4.666	0.000	86.117	2.279	85.326	0.004	55.658
20	0.205	30.657	4.871	1.104	87.221	0.000	85.326	0.000	55.658
21	0.191	32.821	5.224	0.003	87.224	0.000	85.326	0.000	55.658
22	0.183	34.269	5.454	0.001	87.225	0.000	85.326	0.000	55.658
23	0.157	38.918	6.253	0.000	87.225	0.005	85.331	0.000	55.658
24	0.146	43.117	6.860	0.000	87.225	0.000	85.331	0.000	55.658
25	0.140	44.867	7.141	0.005	87.230	0.002	85.333	0.000	55.659
26	0.136	45.568	7.252	0.000	87.230	0.194	85.527	0.000	55.665
27	0.125	48.386	7.763	0.000	87.230	0.059	85.586	0.004	55.669
28	0.109	48.893	7.750	0.000	87.230	0.009	85.595	0.004	55.673
29	0.104	50.477	8.034	0.000	87.231	0.008	85.603	0.001	55.674
30	0.103	51.017	8.100	0.000	87.231	0.013	85.616	0.003	55.677
31	0.119	53.009	8.437	0.000	87.231	0.000	85.616	0.010	55.687
32	0.107	58.950	9.382	0.000	87.231	0.012	85.628	0.050	55.736
33	0.097	64.562	10.275	0.000	87.231	0.150	85.778	0.007	55.743
34	0.095	65.807	10.473	0.000	87.231	0.679	86.457	0.036	55.779
35	0.090	69.471	11.057	0.000	87.231	0.058	86.515	1.013	56.793
36	0.086	71.599	11.411	0.000	87.231	1.300	87.815	0.003	56.796
37	0.076	83.147	13.233	0.053	87.284	0.052	87.867	0.003	56.799
38	0.072	86.756	13.808	0.004	87.288	1.658	89.473	0.017	56.817
39	0.069	91.032	14.489	0.000	87.288	0.145	89.618	5.780	62.597
40	0.066	94.646	15.063	0.000	87.288	0.003	89.621	0.004	62.601
41	0.062	101.913	16.220	0.000	87.288	0.004	89.625	13.008	75.608

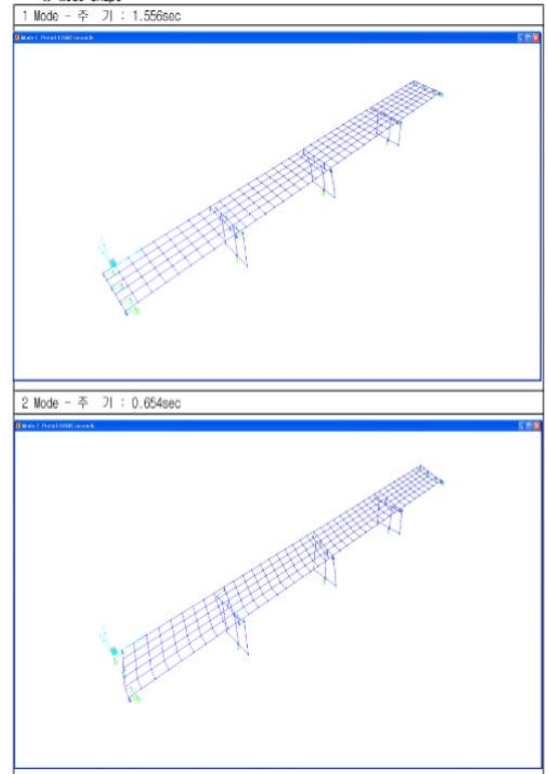
Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
				MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
42	0.054	115.397	18.365	0.001	92.739	1.385	94.124	1.120	76.728
43	0.049	127.405	20.277	2.383	95.122	0.000	94.124	0.006	76.734
44	0.045	138.615	22.061	0.003	95.125	0.016	94.140	9.594	86.328
45	0.034	182.880	29.106	0.182	95.307	1.701	95.841	0.220	86.548
46	0.034	185.944	29.694	1.450	96.757	0.003	95.844	0.278	86.826
47	0.033	190.156	30.264	0.031	96.788	0.001	95.845	4.406	91.251
48	0.018	340.060	54.269	0.007	96.794	2.008	97.853	0.089	91.340
49	0.016	392.037	62.006	1.820	98.614	0.000	97.853	0.000	91.343
50	0.016	403.420	64.205	0.007	98.621	0.002	97.855	2.789	94.132

▷ 방향별 누적 질량 참여율

교류차 발생결과 방향별 유출 질량 참여율의 합이 90%에 이를 확인하여 본 해석이 교량의 동적거동을 충분히 구현하고 있음을 확인하였다.



◎ Mode Shape



22.2.2 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 22.2.1】 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)의 주요 손상현황으로는 교량받침 받침몰탈 균열, 몰탈파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축에 의한 손상으로, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다,	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)의 주요 손상현황으로는 교량받침 받침몰탈 균열, 몰탈파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축에 의한 손상으로, 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다,	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 교량받침 받침몰탈 균열(cw=0.3mm미만), 받침몰탈 파손	양호

22.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

22.2.4 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.	

22.2.5 시설물 보수 이력

【표 22.2.2】 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부) 보수이력사항

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

22.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 22.2.3】 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.			

22.3 현장조사

22.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~4	고소차, 사다리	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
비파괴시험		비파괴시험	

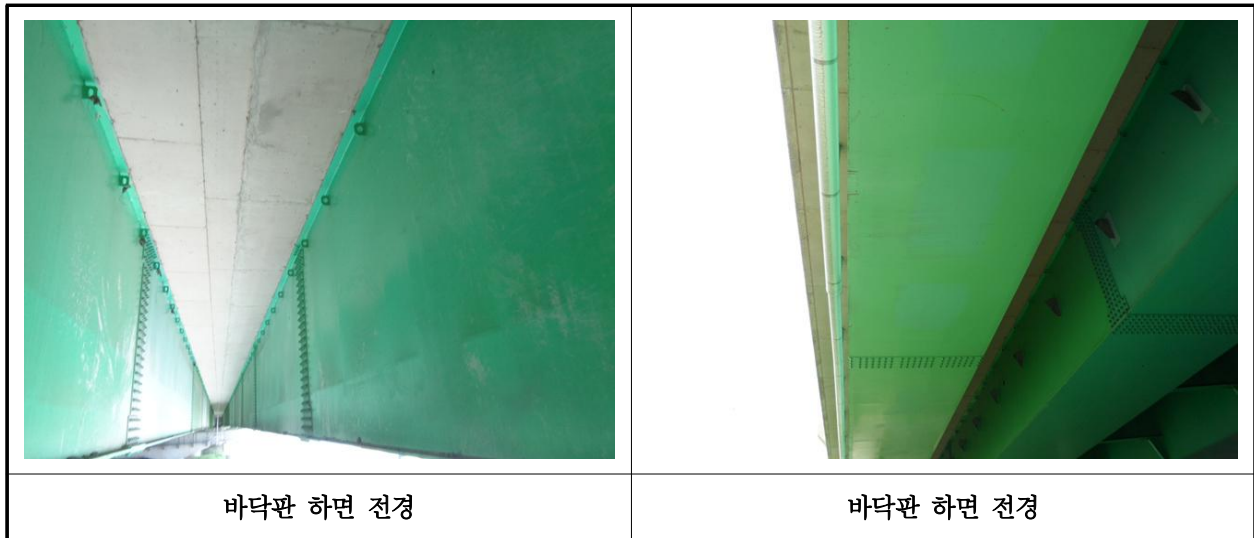
【사진 22.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

22.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 원당천(R-A) 교(퇴계원방향 확장부)는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=200.0m 폭 4.1m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



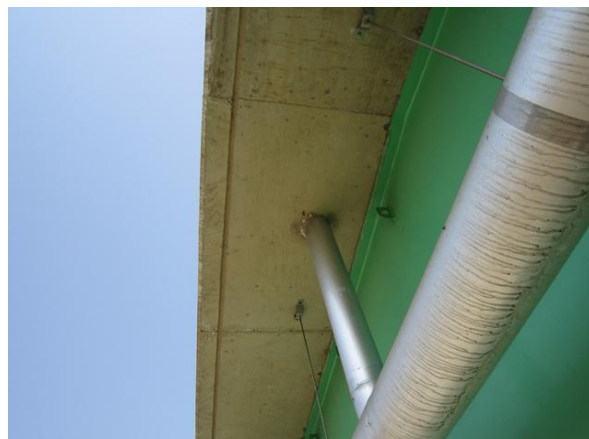
【사진 22.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

	
바닥판 하면 S3 상태양호	바닥판 하면 S4 상태양호
	
바닥판 하면 S2 상태양호	바닥판 하면 S4 상태양호

【사진 22.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 22.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		상태양호	
거더 외부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
거더 내부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
합계		—	—

	
거더외부 S4 상태양호	거더외부 S3 상태양호
	
거더내부 S1 상태양호	거더내부 S4 상태양호

【사진 22.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

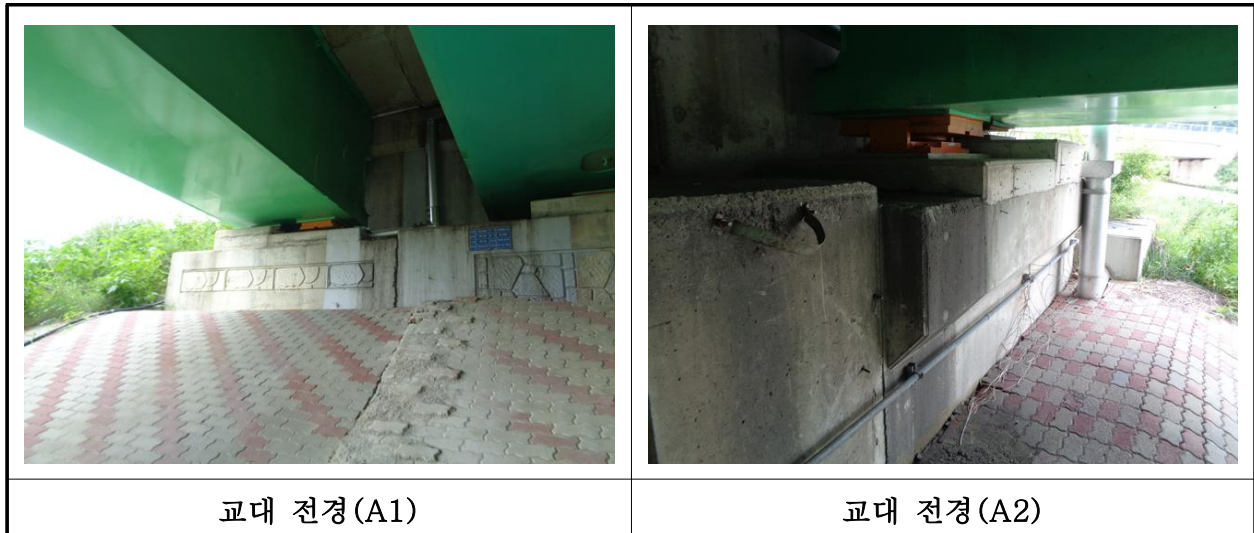
4) 검토의견

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

다. 교대

1) 부재의 개요

- 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 22.3.6】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.3】 교대 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 22.3.7】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교각

1) 부재의 개요

- 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)의 교각은 T형으로 구성되어 있으며, 직접기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 22.3.8】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.4】 교각 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
합계	—	—

	
교각 P1 코핑부 상태양호	교각 P1 기둥부 상태양호
	
교각 P3 코핑부 상태양호	교각 P3 기둥부 상태양호

【사진 22.3.9】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

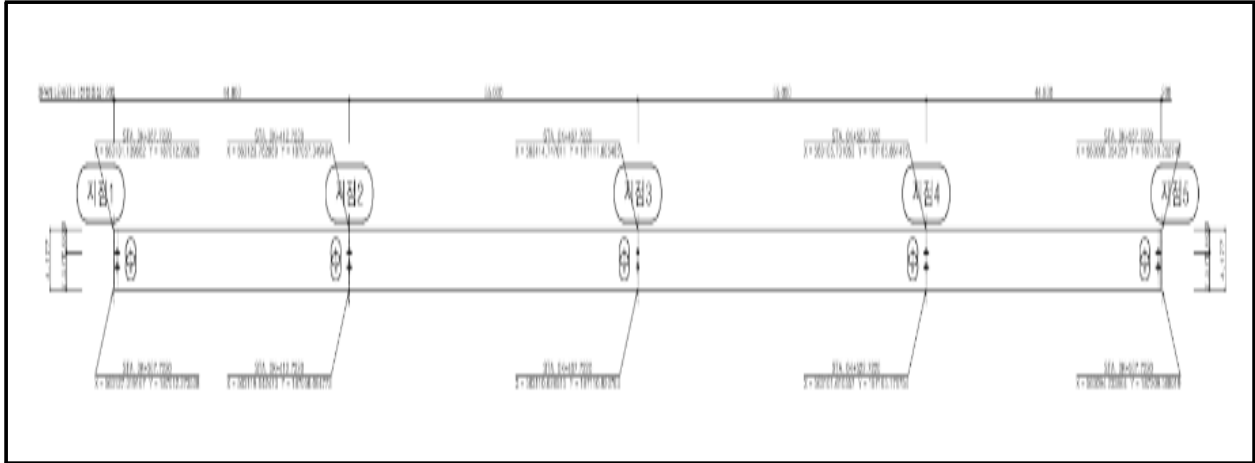
4) 검토의견

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

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)의 받침은 포트받침으로 총 10기가 설치되어 있으며, 받침 장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 22.3.1】 교량받침 배치도



【사진 22.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 받침 몰탈 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 받침몰탈 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 22.3.5】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침몰탈 파손 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	—	—	—	—
P2	0.10	1	0.02	1
P3	—	—	—	—
A2	—	—	—	—
합계	0.10	1	0.02	1

교량받침 P2-Sh1 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만)	교량받침 P2-Sh1 받침몰탈 파손(0.2×1.0)

【사진 22.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

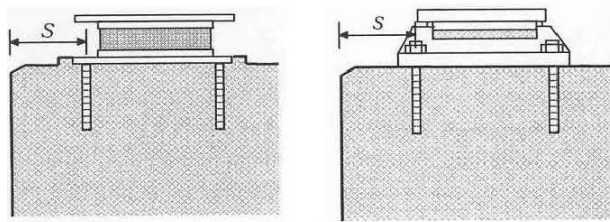
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교량받침에서 발생한 받침몰탈 균열(Cw=0.3mm미만), 받침몰탈 파손은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 해당 부재의 내구성 확보차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 받침몰탈 파손의 경우 고정단에 발생한 손상으로 단면보수를 시행하고 지속적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다.

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 5.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 22.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200 + 5 \times 55.0 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45.0 = 425(\text{mm})$

【표 22.3.6】연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		425	445	450	O.K
P1	A1측	475	850	855	O.K
	A2측	475	860	860	O.K
P2	A1측	475	880	890	O.K
	A2측	475	885	890	O.K
P3	A1측	475	900	870	O.K
	A2측	475	890	890	O.K
A2		425	520	520	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 22.3.13】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 22.3.7】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	46.8	13.2	0.000012	100.0	56.2	15.8	
P1	46.8	13.2	0.000012	55.0	30.9	8.7	
P2	고정단						
P3	46.8	13.2	0.000012	55.0	30.9	8.7	
A2	46.8	13.2	0.000012	100.0	56.2	15.8	
1) 조사당시 온도 : 26.8°C (조사일 : 2022년 08월 22일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울))							
2) 검토온도 : $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)							

【표 22.3.8】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	15(A1)	115	85	56.2	15.8	± 100	OK
	SH2	15(A1)	115	85	56.2	15.8	± 100	OK
P1	SH1	11(A1)	111	89	30.9	8.7	± 100	OK
	SH2	11(A1)	111	89	30.9	8.7	± 100	OK
P2	SH1,2	고정단						
P3	SH1	0	100	100	30.9	8.7	± 100	OK
	SH2	0	100	100	30.9	8.7	± 100	OK
A2	SH1	18(A2)	118	82	56.2	15.8	± 100	OK
	SH2	18(A2)	118	82	56.2	15.8	± 100	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 $\leq$ 실측 받침 가동여유량 $\Rightarrow$ O.K								

② 교량받침 이동량 검토의견

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

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 강평거조인트로 시공된 상태이다.



【사진 22.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.9】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1 (EXP J1)	—	—
A2 (EXP J2)	—	—
합계	—	—

	
신축이음 A1 본체 상태양호	신축이음 A1 후타재 상태양호
	
신축이음 A2 본체 상태양호	신축이음 A2 후타재 상태양호

【사진 22.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법		비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5} , α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																					
	소요 신축량	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2022. 08. 22. 기온 적용: 26.8℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-26.8℃ = 13.2℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(26.8℃) = 46.8℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2">강교</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></tbody></table>		교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	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 (/℃)																		
강교		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 22.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 22.3.10】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	46.8	13.2	0.000012	100.0	56.2	15.8	85.0	170.0	145.0	
A2	46.8	13.2	0.000012	100.0	56.2	15.8	85.0	200.0	65.0	

1) 조사당시 온도 : 26.8℃(조사일 : 2022년 08월 22일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울))
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 22.3.11】 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)	
A2	신축이음	56.2	15.8	85.0	200	58.8	69.2	O.K
	바닥판	56.2	15.8	170.0	-	-	154.2	O.K
	거더	56.2	15.8	145.0	-	-	129.2	O.K
A2	신축이음	56.2	15.8	85.0	200	58.8	69.2	O.K
	바닥판	56.2	15.8	200.0	-	-	184.2	O.K
	거더	56.2	15.8	65.0	-	-	49.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$								

6) 신축거동상태 검토의견

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

사. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 22.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.12】 교면포장 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

	
교면포장 S1 상태양호	교면포장 S2 상태양호
	
교면포장 S3 상태양호	교면포장 S4 상태양호

【사진 22.3.18】 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.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 22.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.13】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 토사퇴적 (개소)	
S1	12.00	12
S2	17.00	17
S3	18.00	18
S4	17.00	17
합계	64.00	64

	
배수시설 S1 배수구 토사퇴적	배수시설 S2 배수구 토사퇴적
	
배수시설 S3 배수구 토사퇴적	배수시설 S4 배수관 상태양호

【사진 22.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 22.3.21】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.14】 방호벽 현장조사 결과

구분	접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	0.15	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	0.15	1
합계	0.30	2

	
방호벽 S1 접속부 파손(0.1×1.5)	방호벽 S4 접속부 파손(0.1×1.5)
	
방호벽 S2 상태양호	방호벽 S3 상태양호

【사진 22.3.22】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 A1,2 콘크리트 점검계단, P1~3에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 22.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 22.3.15】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
점검시설 상태양호	점검시설 상태양호

【사진 22.3.24】 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.

22.3.3 현장조사 총괄표

【표 22.3.16】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		상태양호	—	—	—	
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	
	거더내부	상태양호	—	—	—	
교대		상태양호	—	—	—	
교각		상태양호	—	—	—	
교량받침		받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.10	1	
		받침몰탈 파손	m ²	0.02	1	
신축이음		상태양호	—	—	—	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		배수구 토사퇴적	EA	64.00	64	
방호벽		접속부 파손	m ²	0.30	2	
점검시설		상태양호	—	—	—	

22.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

22.4 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.

22.4.1 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 22.4.1】 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	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	

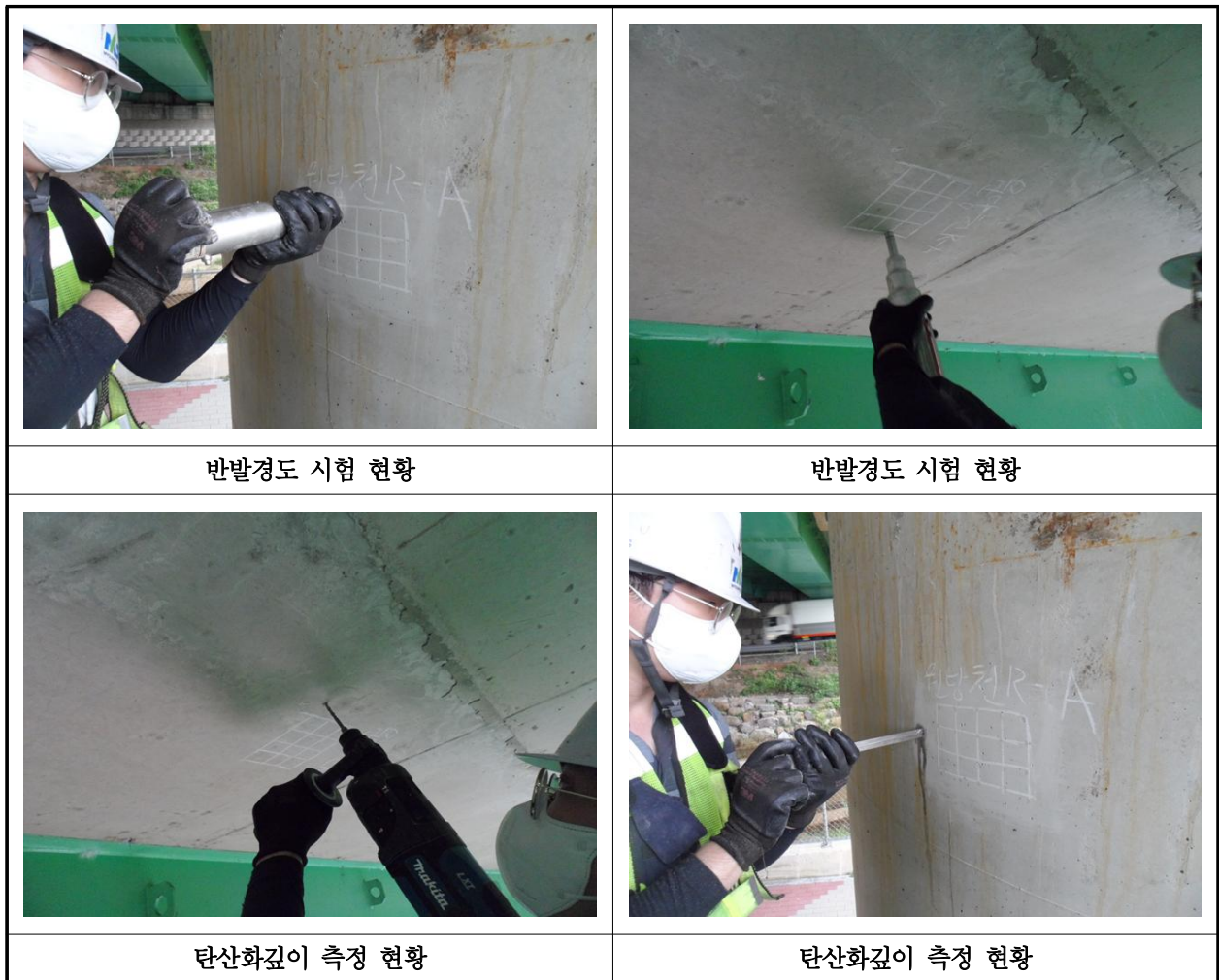
주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

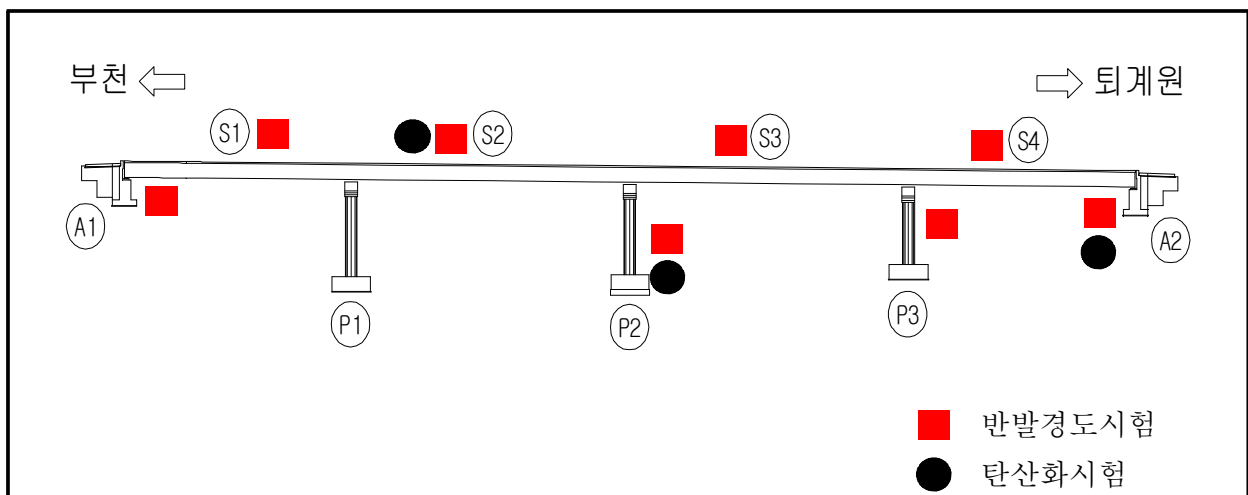
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 22.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 22.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

22.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 8개소)을 실시하였으며, 검토 결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 22.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	45.9	27.0	28.6	0.67	27.0	
	S2	바닥판	46.0	27.1	28.6			
	S3	바닥판	46.6	27.6	28.9			
	S4	바닥판	46.0	27.1	28.6			

【표 22.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	42.7	24.3	27.0	0.67	24.0	
	A2	교대	45.7	26.8	28.5			

【표 22.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P2	교각	48.3	40.7	48.5	0.67	40.0	
	P3	교각	48.0	40.4	48.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.9MPa, 하부구조(교대) 24.3~28.5 MPa, 하부구조(교각) 40.4~48.5MPa 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 22.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.9	27.0	100.1 ~ 107.1
하부구조	교대	24.3 ~ 28.5	24.0	101.1 ~ 118.6
	교각	40.4 ~ 48.5	40.0	101.1 ~ 121.2

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 설계피복으로 선정하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 22.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S2 바닥판 하면	1.00	40.00	39.00	0.71	100년이상	a
하부구조	A2 교대	0.50	100.00	99.50	0.35	100년이상	a
	P2 교대	1.00	100.00	99.00	0.71	100년이상	a

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

【표 22.4.7】 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 22.4.8】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.3~28.5	24.0	
		교각	40.4~48.5	40.0	
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.

22.5 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.

22.5.1 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 22.5.1】 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	q	a	c	c	a	a	a	q	-	-
S2	P1	STB	a	a	q	a	c	a	-	a	a	q	a	-
S3	P2	STB	a	a	q	a	c	a	-	c	a	q	-	a
S4	P3	STB	a	a	q	a	c	c	-	a	a	q	-	-
	A2								a	a	a	q	-	a
평균			0.100	0.100	-	0.100	0.400	0.250	0.100	0.160	0.100	-	0.100	0.100
가중치			18	25	-	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.025	-	0.007	0.012	0.005	0.009	0.014	0.020	-	0.004	0.003
													0.117	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.117) < 0.130$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 22.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
원당천(R-A)교 (퇴계원방향 확장부)	0.117	A	200	1	200	1.000	0.117
합계(Σ)			200	1	200	1.000	0.117
1. 평가지수 =							0.117
2. 상태평가결과 =							A

22.5.2 기 점검 결과와의 비교

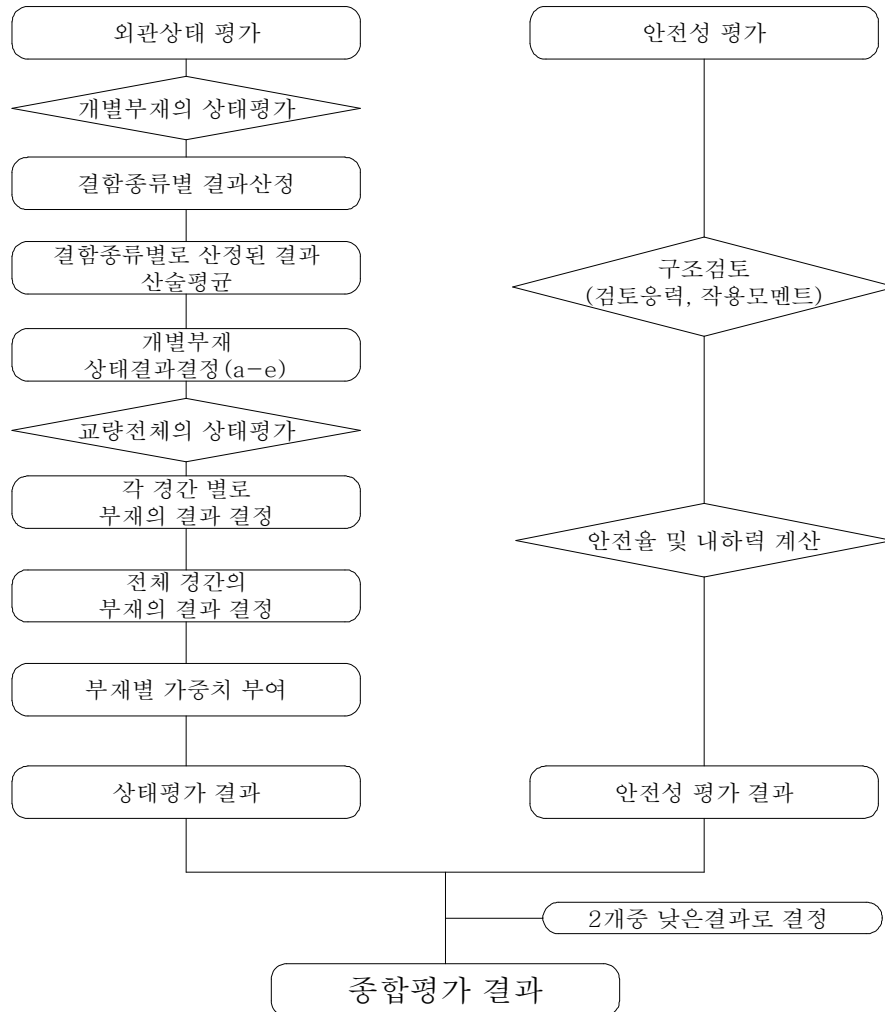
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

22.6 종합평가 및 안전등급 지정

22.6.1 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 22.6.1】 종합평가 결과 산정절차

22.6.2 종합평가 결과

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

【표 22.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
원당천(R-A)교 (퇴계원방향 확장부)	0.117	A	—	—	A
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 로 평가됨 •종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

22.6.3 안전등급 지정

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

【표 22.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

22.7 보수·보강 및 유지관리방안

22.7.1 보수·보강 방안

【표 22.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면		상태양호	—	—	—	—	—
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	—	—
	거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
교대		상태양호	—	—	—	—	—
교각		상태양호	—	—	—	—	—
교량받침		받침물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.10	1	표면처리	하자
		받침물탈 파손	m ²	0.02	1	단면보수	하자
신축이음		상태양호	—	—	—	—	—
교면포장		상태양호	—	—	—	—	—
배수시설		배수구 토사퇴적	EA	64.00	64	정비	하자
방호벽		접속부 파손	m ²	0.30	2	단면보수	하자
점검시설		상태양호	—	—	—	—	—

22.7.2 개략공사비

【표 22.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.10	0.04	m²	—	—	하자
	받침몰탈 파손	단면보수	0.02	0.03	m²	—	—	하자
배수시설	배수구 토사퇴적	정비	64.00	64.00	EA	—	—	하자
방호벽	접속부 파손	단면보수	0.30	0.45	m²	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

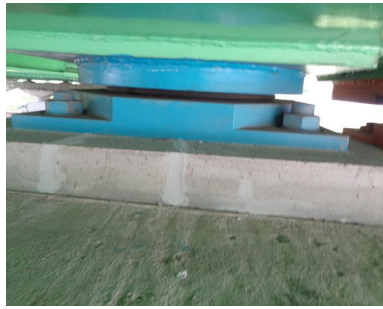
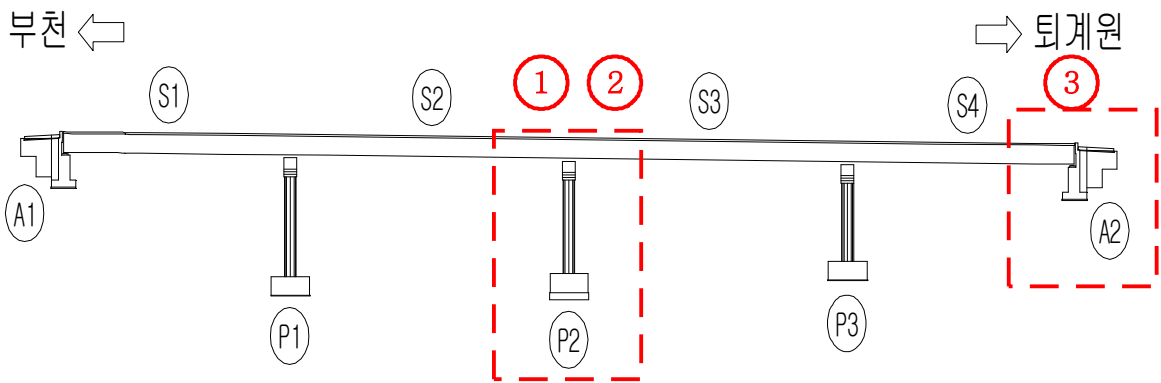
22.7.3 유지관리방안

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 22.7.3】 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 P2-SH1 받침몰탈 파손 - 진전 여부확인	② 교량받침 P2-SH1 받침몰탈 균열 (0.3mm 미만) - 진전 여부확인	③ 방호벽 S4 접속부 파손 - 진전 여부확인
		

22.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 249-9에 위치한 교량으로 총 연장 200.0m, 폭 4.1m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

22.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

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

2) Steel Box Girder

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

3) 교대

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

4) 교각

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

5) 교량받침

- 교량받침에서 발생한 받침몰탈 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 받침몰탈 파손은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 해당 부재의 내구성 확보차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 받침몰탈 파손의 경우 고정단에 발생한 손상으로 단면보수를 시행하고 지속적인 점검을 통하여 재손상 발생여부를 확인하는 등의 유지관리가 필요하다.

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

6) 신축이음장치

- 신축이음의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

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

8) 배수시설

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

9) 방호벽

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

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 27.0~28.9MPa, 하부구조(교대) 24.3~28.5MPa, 하부구조(교각) 40.4~48.5MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화 깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화 깊이는 0.5~1.0mm 로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.117, 상태평가 점수는 “A” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 원당천(R-A)교(퇴계원방향 확장부)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「문제점이 없는 최상의 상태」인 「A」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

22.8.2 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.

22.8.3 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.