

2. 행주산성JCT R-B교

- 2.1 시설물 개요
- 2.2 자료수집 및 분석
- 2.3 현장조사
- 2.4 콘크리트 내구성조사
- 2.5 상태평가
- 2.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 2.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 2.8 종합결론

2. 행주산성JCT R-B교

2.1 시설물의 개요

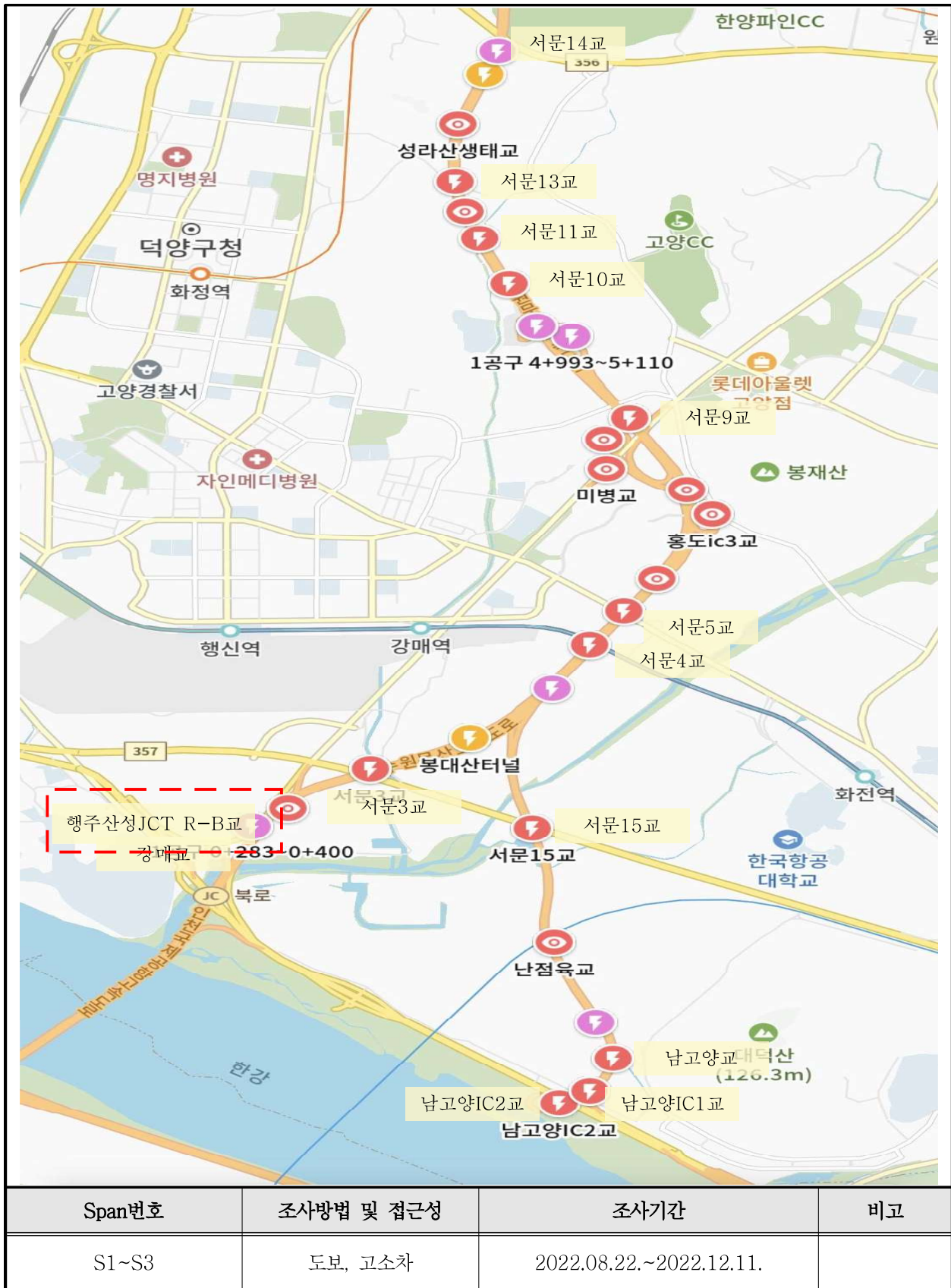
본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 행주로 54-90(강매동)에 위치한 교량으로 총 연장 110.0m, 폭 5.0m로 시공되어 있다.

2.1.1 일반사항

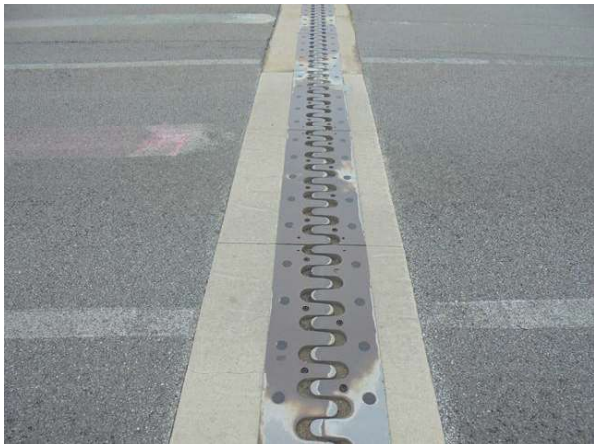
【표 2.1.1】 행주산성JCT R-B교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000235		관리번호		-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 행주로 54-90 (강매동)		준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		-		노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=110.0m (35+40+35=110.0m)					
	폭	B=5.0m, 1차로					
구조 형식	상부	Steel Box		기초 형식	교 대	강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형, 교각: T형			교 각	복합말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		강평거요인트	
교차시설물		-		통과높이		-	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)		관리주체		(주)다산컨설팅트	
감 리 자		(주)동일기술공사		관리주체		서울문산고속도로주식회사	
							
측면 전경				상부 전경			

2.1.2 위치도 및 전경사진

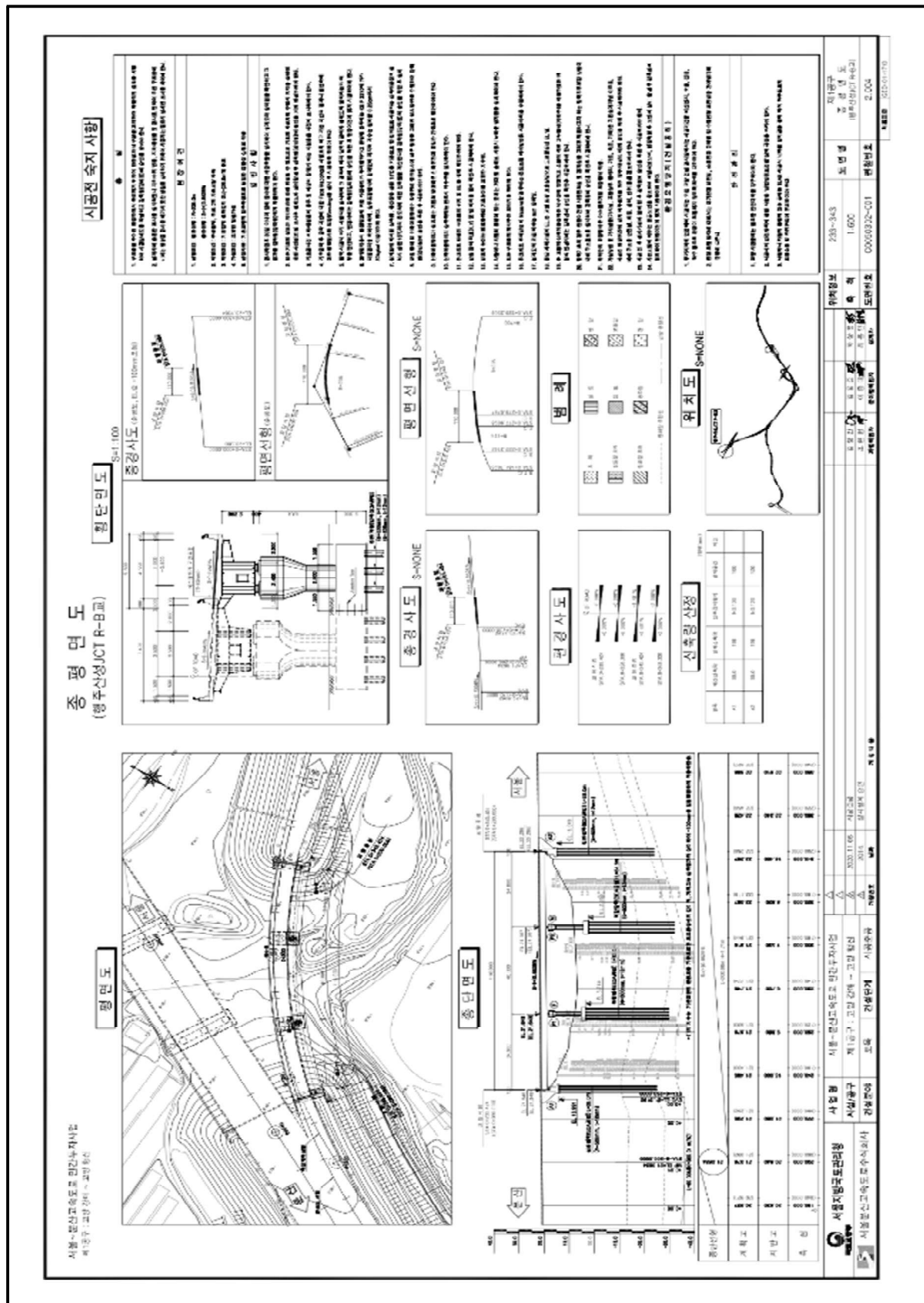


【그림 2.1.1】 위치도

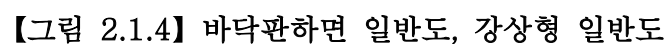
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

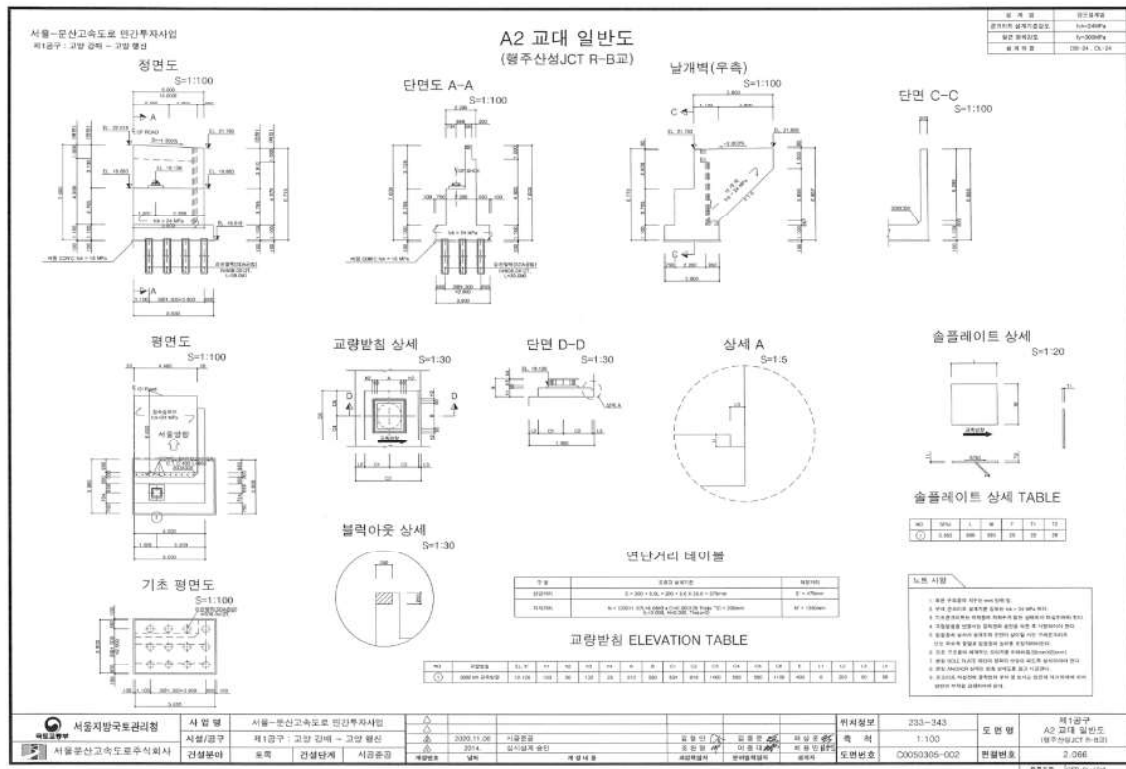
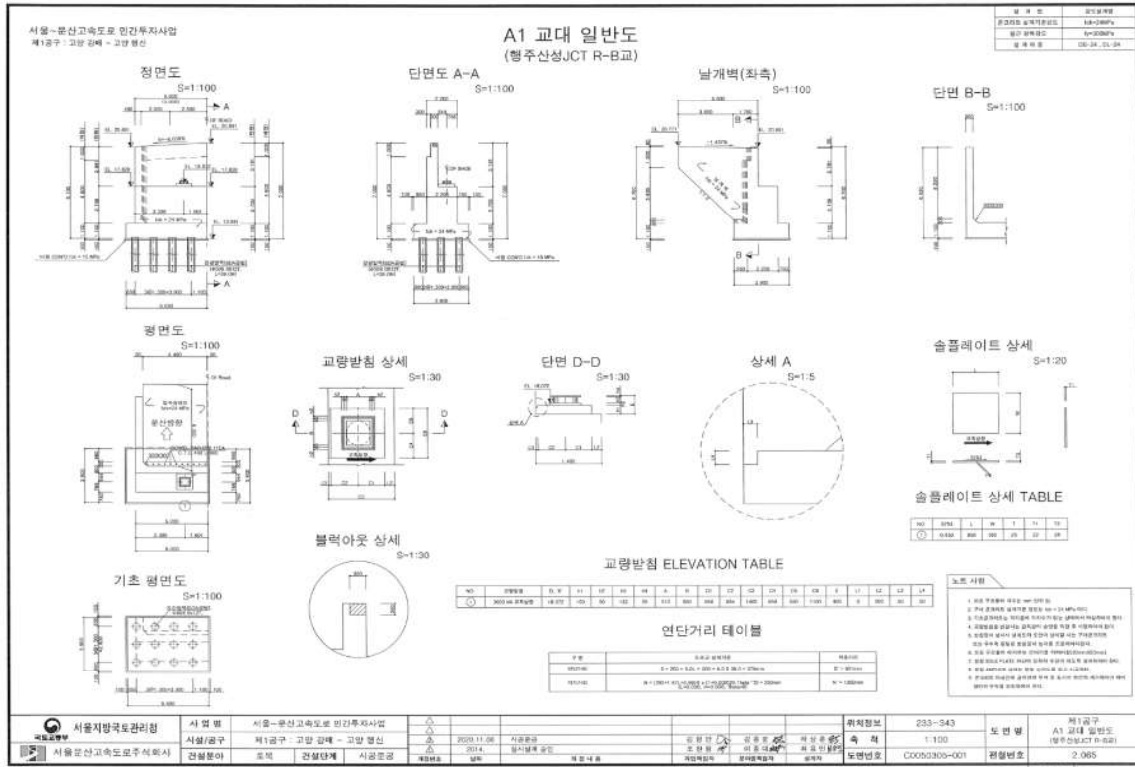
【그림 2.1.2】 부재별 현황

2.1.3 시설물 일반도

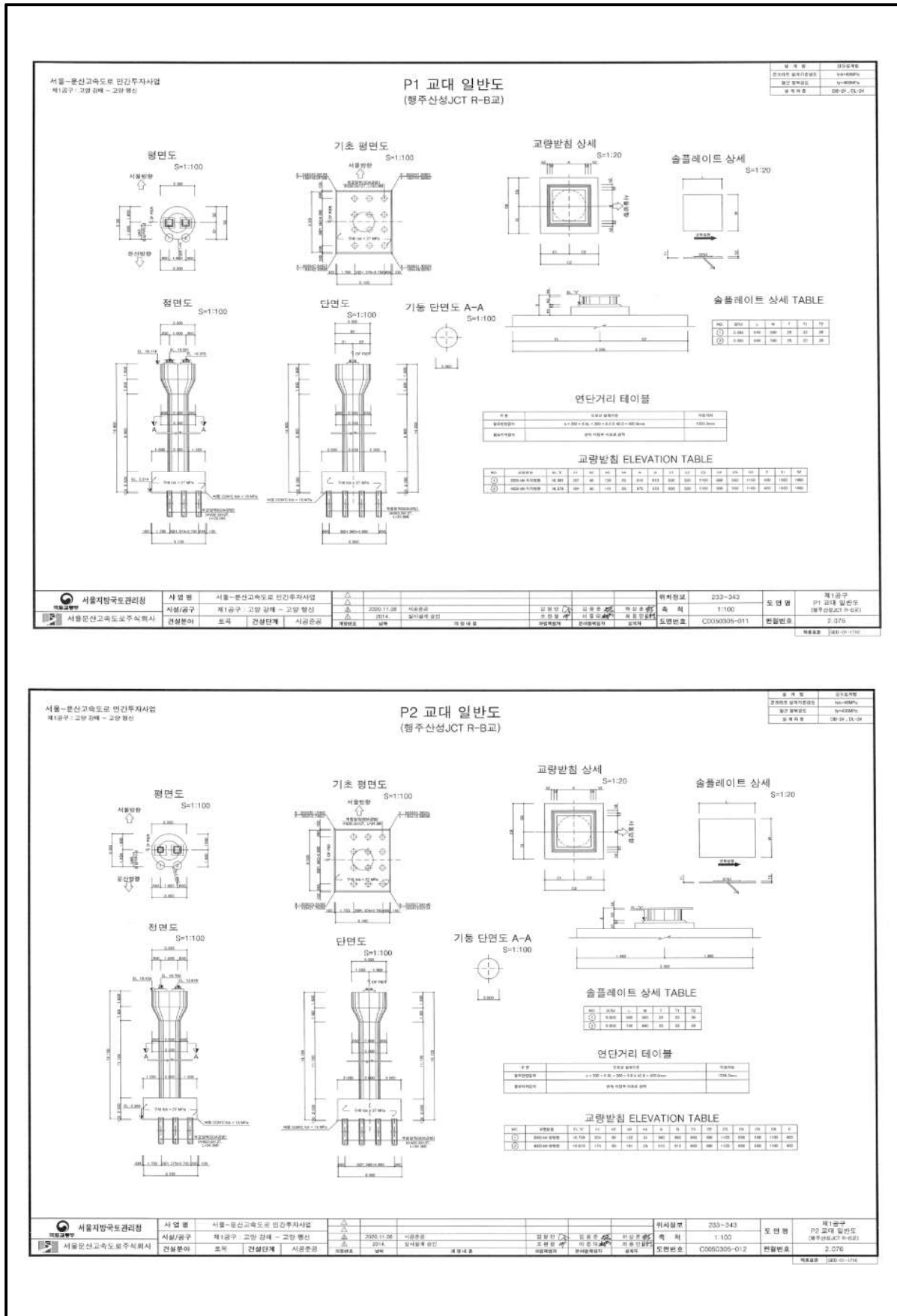


【그림 2.1.3】 평면 및 종단면도

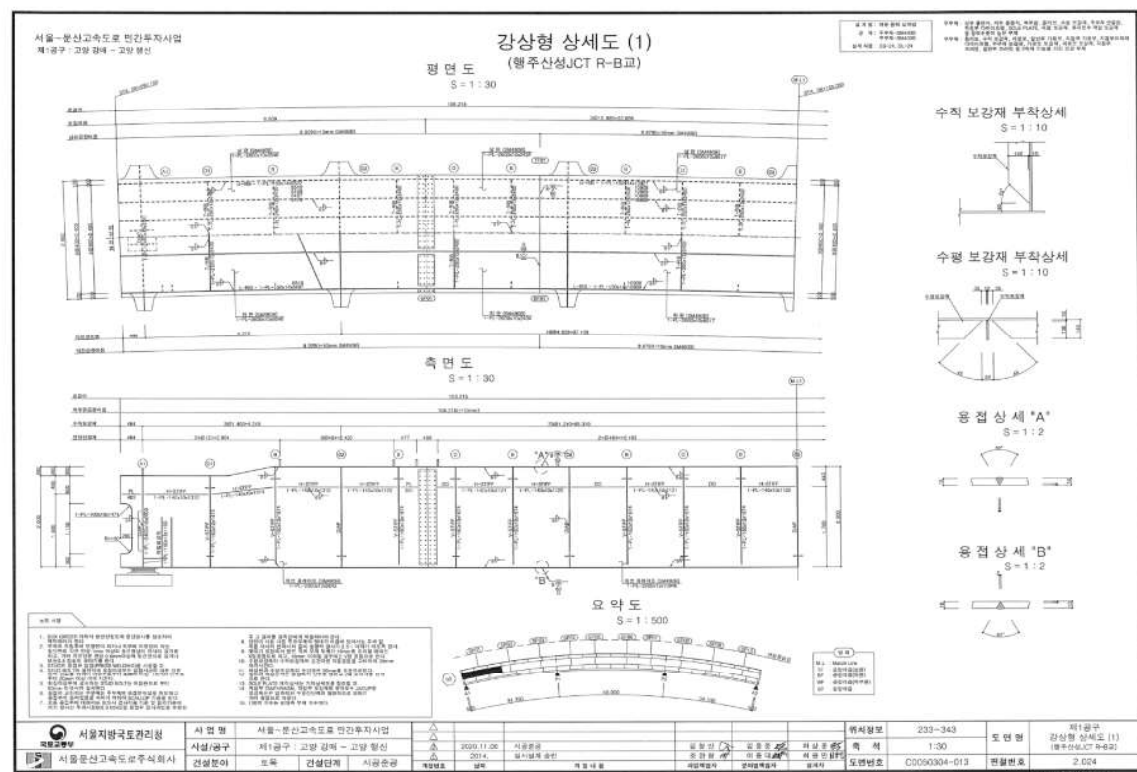




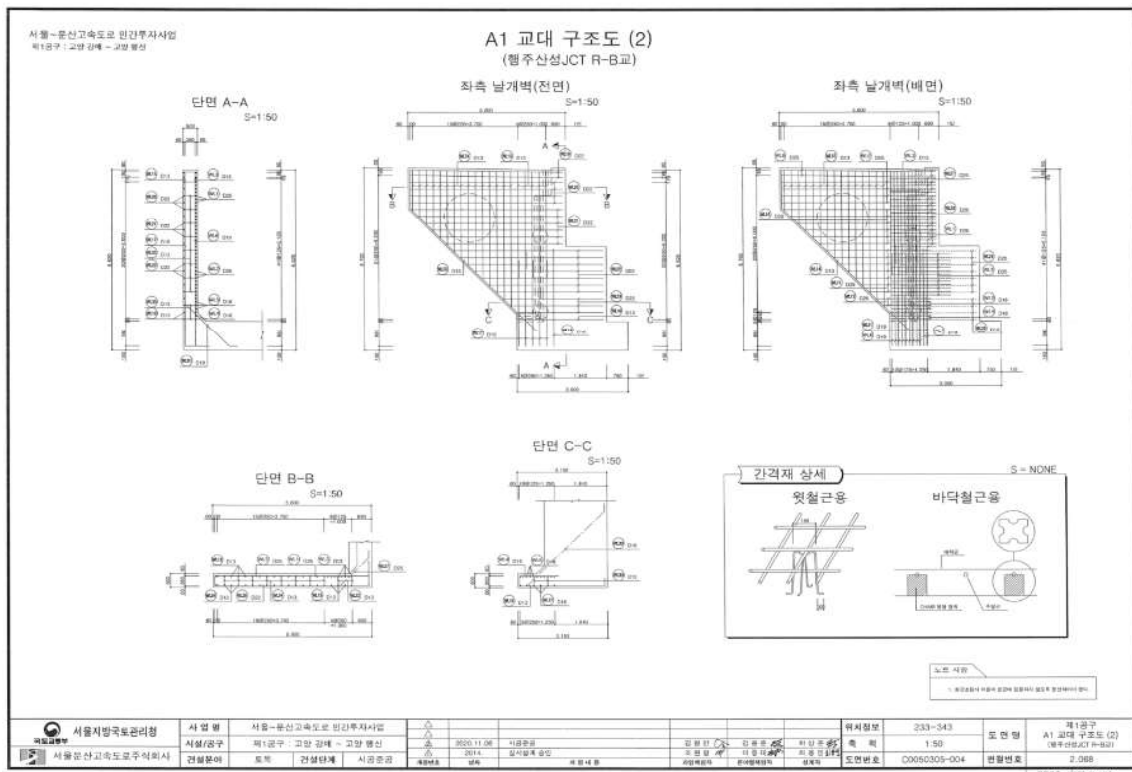
【그림 2.1.5】 교대 일반도



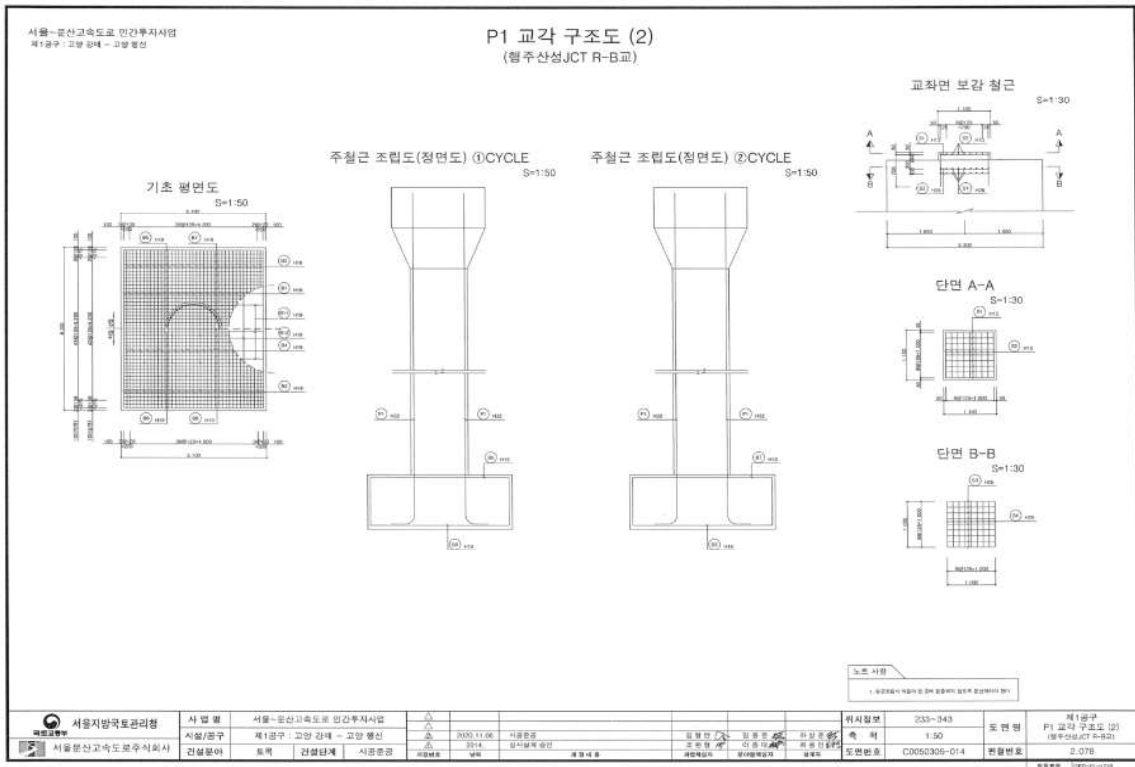
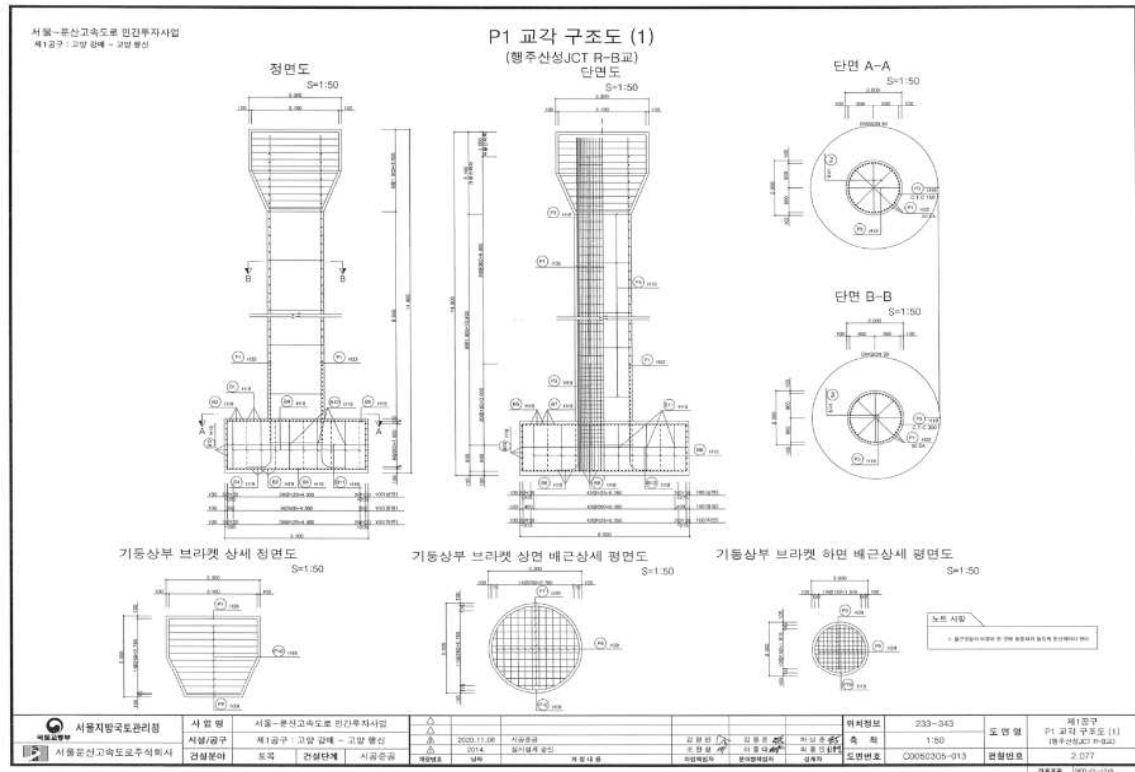
【그림 2.1.6】 교각 일반도



행주산성JCT R-B교- 10



【그림 2.1.8】 교대 구조도



【그림 2.1.9】 교각 구조도

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

계	요
•	문헌 및 기존사료에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

○ 문헌자료

구	분	투수계수(cm/s)	토	질	투수계수(cm/s)	일반의 상태	특	정	투수계수(cm/s)
GW		1.0×10^{-2} 이하	SC		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균일 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		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균일 간격이 보통인 상태	보통 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
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		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균일 간격이 매우 넓은 상태	약간 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$
SP		1.0×10^{-2} 이하	CH		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$				
SM		$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균일 간격이 있음	물투수성	일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분		분류자료	시험결과	비고
필적층	배토층	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	5.4×10^{-4}
	전도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	-	1.2×10^{-7}
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	6.6×10^{-4}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	-	5.9×10^{-3}
외곽층	중화도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
	중화암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-6}
	연암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$	3.9×10^{-6}
	경암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	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	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
	IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$	3.9×10^{-6}
	V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	6.4×10^{-3}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구	분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
배	필층	도	18.0	15.0	28.0	—	—
		암	20.0	0.0	35.0	—	—
외	곽층	자	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
		갈	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
외	곽층	모	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
		래	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
중	화도	자	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
		갈	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 파일구간 암반등급별 설계지반정수

구	분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I	등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
		28.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
II	등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
		24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V	등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암	종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편	암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구	분	V_s (m/s)	V_p (m/s)	G_u (MPa)	E_r (MPa)	K_u (MPa)	ν_r	
배	필층	488	180	62	164	161	0.33	
		645	200	68	190	317	0.40	
외	곽층	480	170	52	140	156	0.35	
		514	190	69	181	168	0.32	
중화도		952	382	268	713	699	0.33	
중화암		1,144	544	582	1,539	1,282	0.30	
연		1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26	
경		2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24	

국토교통부

90

제3편 지반조사 결과

공	예
---	---

TABLE 2
continued[illegible]

2 서울문산고속도로주식회사

▶ **서음문산고속도로주식회사**

 서울~문산고속도로 민간투자사업

4.5 실내토질시험

4 동적특성 분석

가) 차량의 동적특성

차종	이차원 2차원(2D)을 이용하여 차량 동적특성(Stiffness, K_{spr} , K_{shock})					
	-공로로부터의 모든 동적변수들 산출되어 구조물로부터 전달되는 변형					

○ 차량변위

ITB-2						
이차원	V_x (mm)	V_y (mm)	변위변형률	변위변형률 (MPa)	변위변형률 (MPa)	변위변형률 (MPa)
	V_x	V_y	ϵ_{xx}	ϵ_{yy}	ϵ_{zz}	ϵ_{xy}
부하조건	0.3~0.9	989	375	0.400	2.78E+02	7.79E+02
						1.50E+03
						19.0
변위	7.0~0.9	1,103	511	0.384	2.58E+02	1.65E+03
						1.77E+03
						20.0
변위	7.3~4.2	1,381	661	0.363	2.29E+02	5.99E+03
						1.53E+03
						23.0
변위	12.3~04.3	2,323	1,277	0.284	4.95E+03	1.07E+04
						8.22E+03
						25.0

ITB-3						
이차원	V_x (mm)	V_y (mm)	변위변형률	변위변형률 (MPa)	변위변형률 (MPa)	변위변형률 (MPa)
	V_x	V_y	ϵ_{xx}	ϵ_{yy}	ϵ_{zz}	ϵ_{xy}
부하조건	0.4~0.10	844	408	0.397	3.30E+02	1.02E+02
						1.47E+03
						19.0
변위	11.0~0.5	1,185	577	0.345	6.89E+02	1.39E+03
						1.53E+03
						20.0

1. 1000

	1998	1999
--	------	------

4.5.2 다짐 및 CBR시험

구분	11.1~27.0	2.198	1.932	0.283	3.63E+01	0.93E+03	7.18E+03	25.0
○ 전단강도 및 재료특성								
구분	전단강도 (MPa)	전단강도 (MPa)	EL(m)	가압강도 50 MPa 인장강도 50 MPa (단위강도 σ_u, σ_t)	구분강도			
TB-2	0.1 T	1.0~0.6 L	65.7	78	S _u			
TB-3	0.1 T	1.0~27.0	76.0	634	D ₃₅			

* 본 말뚝은 설계최대하중상태에서 구공 및 구공부에서 지반 반력률 2%를 초과하였음
 * 가압강도 및 인장강도 : TB-2 : 78.0~93.0MPa, TB-3 : 634~670MPa, 동하중 : 513~579MPa,
 인장 : 680~720MPa, 전단강도 : TB-2 : 0.1T~0.6L, TB-3 : 0.1T~0.6L, 구공부 전단강도 : 0.1T~0.6L,
 구공 : 36M, 구공부 인장강도 : 36M, 구공부 전단강도 : 36M
 * 구공 : 전단강도 및 인장강도 모두 36M으로 통일함
 * 구공 : 전단강도 및 인장강도 모두 36M으로 통일함

10.3-10.5

Journal of Management Education 36(7) 809-824

[illegible]

0-0.21

*19~7 : 서팅결과, 포장을 표준체로 가운에 아모음이 부착됨이므로 시공시 전반 사용해야 함

 서울문산고속도로주식회사

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1) 교량제원

- (1) 교량명 : 북로 JCT R-B
- (2) 교량등급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)
- (3) 교량형식 : Steel 박스기다교
- (4) 교량연장 : 35,000 + 40,000 + 35,000 = 110,000 m
- (5) 교량폭원 : B (기준) = 7,900 mm
B (확장) = 5,800 mm
- (6) Girder 제원 : B = 2,400 ~ 3,000 mm H = 2,200 mm
- (7) 사각(Skew) : 90.000 °
- (8) 곡률반경(R) : 선형중심 = 174,000 m
- (9) 설계속도 : 50,000 km/h
- (10) 사용재료 및 물리적 특성치

① 상세

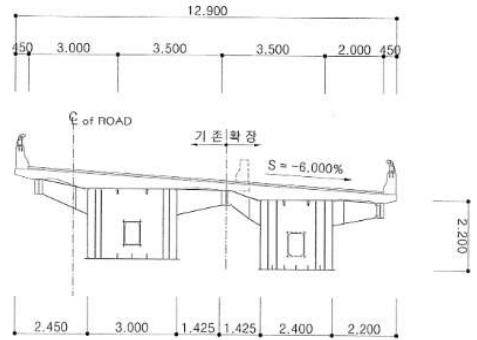
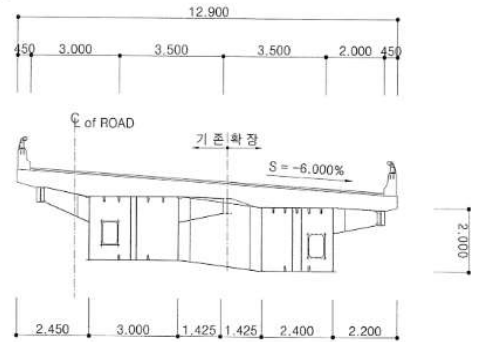
• 사용재료

주부재	SM490B(상판, 하판, 복부판, 상부플라이브, 하부플라이브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 스퀘어라이프)
부부재	SM400B(지점부의 다이아프램, 수직보강재, 플라이브, 세로보, 일반부 가로보, 지점부 가로보)
강재 탄성계수 (E_s)	205,000 MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000 MPa

• 허용응력 (MPa) (도로교 설계기준 3.3.2.1)

종류	단위	SS-400	SM-400	SM-490	SM-570	HSB500	HSB600	HSB800
축방향 인장응력	40 이하	140	190	215	270			
축방향 인장응력	40 초과 75 이하			200 (215)	260 (270)	230	270	380
축방향 인장응력	75 초과 100 이하			195 (215)	250 (270)			

2. 단면가령



1. 설계조건

1) 일반사항

- (1) 구조형식 : 역T형 교대
- (2) 상부형식 : STEEL BOX
- (3) 교량등급 : 1 등급
- (4) 교대폭원 : B = 5,000 mm
- (5) 교대폭원 : H = 7,000 mm
- (6) 기초형식 : 말뚝기초
- (7) SKEW : 90.000 °

2) 하중

- (1) 활중콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25,000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- (2) 활중철근의 단위중량 : $\gamma_{st} = 20,000 \text{ kN/m}^3$ (토사) [도로교 설계기준 제3편 P380]
- (3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20,000 \text{ kN/m}^3$
- (4) 교통하중 : $q_1 = 10,000 \text{ kN/m}$
- (5) 상부 교량하중 반력 : $R_d = 319,603 \text{ kN/m}$
- (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 210,431 \text{ kN/m}$
- (7) 교량설계 마찰계수 : $f_s = 0.050$

3) 지반조건

- (1) 말뚝설치의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35,000^\circ$
- (2) 기초지반의 내지 : $H = 6,000$
- (3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 24,487^\circ$ ($\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$)
- (4) 기초지반의 점착력 : $C = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- (5) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.200$; $1/\text{AN}(\phi_1, \phi_2)$: 흙과 콘크리트
- (6) 지반 거동계수 : $A = 0.154$; 위험도계수 $\times$ 지반구역계수
- 내진 등급 : 1 등급 = 위험도계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지반 구역 : 1 구역 = 지반구역계수 : 0.110

4) 사용재료강도

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24,000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_c = 27,849,000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
- (2) 철근의 항복 강도 (SD300) : $f_y = 300,000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_s = 200,000,000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

5) 설계방법

- (1) 한계상태 설계법 : 허용응력 설계법
- (2) 단면 설계 : 극한강도 설계법

6) 참고문헌

- (1) 도로교 설계기준 (2010)
- (2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
- (3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
- (4) 도로설계 편람 (2008)
- (5) 도로설계 요약 (2009)
- (6) 강구조 편람 (1995)
- (7) 강도론과 상세부 설계지침 (2006)

■ 결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 축력검토

구분	하중값	말뚝값	비고
평상시	하중지치력 (kN/EA)	1859.15	687.09 0.K
	하중인발력 (kN/EA)	279.959	- 0.K
	축력 (MPa)	126	81.188 0.K
	전단응력 (MPa)	72	9.005 0.K
	수평변위 (mm)	15	13.353 0.K
지진시	하중지치력 (kN/EA)	2788.72	704.737 0.K
	하중인발력 (kN/EA)	400.438	-78.652 0.K
	축력 (MPa)	189	90.581 0.K
	전단응력 (MPa)	108	12.498 0.K
	수평변위 (mm)	15	10.443 0.K

■ 단면 풀 설계

단면위치	길이	dc	Req. As	사용량 As	ft	φft	안전도	비고	
	H(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(kN.s)	(kN.m)			
전면지반	1100	150	307.624	1940.4	74.345	463.002	6.228	0.K	
후면지반	1100	100	450.214	1940.4	114.425	487.742	4.263	0.K	
벽체 : H=5,900	2200	100	936.259	1588.8	499.723	846.069	1.693	0.K	
음벽	800	100	940.885	1588.8	148.772	278.668	1.874	0.K	
파괴설계법	D(T=500 mm)	500	80	1139.12	2026.8	119.567	209.368	1.751	0.K
	A(T=500 mm)	500	80	2582.06	4053.6	264.038	403.331	1.528	0.K
	B(T=500 mm)	500	80	926.354	1588.8	97.603	165.427	1.695	0.K
	C(T=500 mm)	500	80	1464.54	2292	132.83	235.823	1.542	0.K

■ 사용성 검토

구분		인장응력(fs)	회전응력(fms)	굴관각(S)	최대관각(Sq)	비고
전면지반		27.023	150	125	2331.365	0.K
후면지반		40.704	150	125	1547.749	0.K
벽체 : H=5.900		80.93	150	125	743.067	0.K
음벽		101.230	150	125	547.86	0.K
파괴설계법	D(T=500 mm)	83.925	150	250	750.668	0.K
	A(T=500 mm)	94.761	150	125	662.287	0.K
	B(T=500 mm)	87.554	150	125	719.445	0.K
	C(T=500 mm)	96.986	150	125	635.71	0.K

3. 설계 조건

3.1 일반 사항

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

3.2 하중

- 1) 활중콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- 2) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{so} = 20 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계요령 제2편 P366]
- 3) 교량방위 대물계수 : $f_b = 0.05$

3.3 차 방 조건

- 1) 기초지반의 폭차 : $B = 4$
- 2) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 22.746^\circ$: $15^\circ + \sqrt{15}$
- 3) 기초지반의 점착력 : $c = 0 \text{ kN/m}^2$
- 4) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.271$: $\tan(\phi_2 - \phi_2)$: ϕ_2 : ϕ_2 콘크리트
- 5) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도 계수 x 지반구역계수
 - 내진 등급 : I 등급
 - 위험도 계수 : 1.4
 - 지반 구역 : I 구역
 - 지반구역 계수 : 0.11

3.4 사용 재료 광도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{ck} =$ 두부보 : 40 MPa
기둥 : 40 MPa
기초 : 27 MPa
- 탄성계수 : $E_c =$ 두부보 : 31879.1 MPa
기둥 : 31879.1 MPa
기초 : 20939.4 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도(SD400) : $f_y =$ 두부보 : 400 MPa
기둥 : 400 MPa
기초 : 400 MPa
- 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

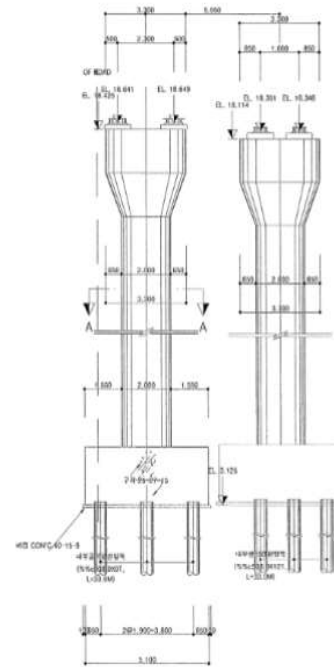
3.5 설계 방법

- 1) 안전 설계 : 허용응력 설계법
- 2) 단면 설계 : 극한강도 설계법

3.6 참고 문헌

- (1) 도로교 설계기준 (2010)
- (2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
- (3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
- (4) 도로설계 편람 (2008)
- (5) 도로설계 요령 (2009)
- (6) 강구조 연람 (1995)
- (7) 강도교 상하부 설계지침 (2006)

4. 단면 가정



2. 해석결과 요약

■ 말뚝 안전성검토 및 응력검토

구분		하중조건	말뚝강도	비고
교축방향	평상시	하중지하역(kN/EA)	1557.000	633.782
		하중인발력(kN/EA)	1032.453	-
		점단응력(MPa)	140.000	42.638
		전단응력(MPa)	80.000	0.324
		수평변위(mm)	15.000	0.693
	지진시	하중지하역(kN/EA)	2335.500	1533.093
		하중인발력(kN/EA)	1548.680	-540.854
		점단응력(MPa)	210.000	143.859
		전단응력(MPa)	120.000	10.953
		수평변위(mm)	15.000	13.196
교축직각방향	평상시	하중지하역(kN/EA)	1557.000	1200.236
		하중인발력(kN/EA)	1032.453	147.0981288
		점단응력(MPa)	140.000	124.367
		전단응력(MPa)	80.000	3.309
		수평변위(mm)	15.000	7.076
	지진시	하중지하역(kN/EA)	2335.500	572.185
		하중인발력(kN/EA)	1548.680	-
		점단응력(MPa)	210.000	53.833
		전단응력(MPa)	120.000	3.336
		수평변위(mm)	15.000	4.019

■ 기둥의 단면 설계

단면위치	P_{use}	P_u (kN)	ϕP_n (kN)	안전도	비고
교축방향	축력최대	0.013	9189.323	77662.727	8.451
	모멘트최대	0.013	5750.463	77662.727	13.505
	탄성설계	0.013	4423.433	5300.791	1.198
	편심최대	0.013	3981.089	77662.727	19.508
교축직각방향	축력최대	0.013	9189.323	77662.727	8.451
	모멘트최대	0.013	5750.463	19734.276	3.432
	탄성설계	0.013	4423.433	42489.324	9.606
	편심최대	0.013	3981.089	13580.815	3.411
평상시무재하	축력최대	0.013	9189.323	77662.727	8.451
	모멘트최대	0.013	5750.463	19722.603	3.430
	탄성설계	0.013	4423.433	5145.191	1.163
	편심최대	0.013	3981.089	13570.498	3.409

■ 단면 설계

단면위치		길이 (mm)	피복 (mm)	$\rho_{eq,As}$ (mm ²)	$U_{eq,As}$ (mm ²)	M_u (kN.m)	ϕM_n (kN.m)	안전도	비 고
기 초	교축방향	2000.0	150.0	9814.818	11746.500	6117.555	7308.386	1.200	0.K
	교축-지중부	2000.0	150.0	3036.567	13465.500	1905.447	8380.259	4.400	0.K

■ 사용응력 검토

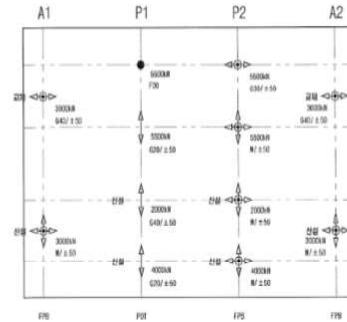
단면위치		연중응력 (fs)	허용응력 (fse)	불균간격 (S)	최대간격 (Sq)	비 고
기 초	교축방향	105.339	180.000	124.360	396.396	0.K
	교축-지중부	23.273	180.000	127.660	2707.011	0.K

1. 설계조건

상부구조형식	구조형식	Steel Box GIRDER교	
	교형내진등급	1등급	
	지간	35,000 + 40,000 + 35,000 = 110,000m	
	폭원	12,900 m	
하부구조형식	교각형식	T형	
	기초형식	말뚝기초	
사용재료	교각 콘크리트 (fck)	27, 40 MPa	
	교대 콘크리트 (fck)	24 MPa	
재료특성	콘크리트 단위중량(q_c)	25.0 kN/m ³	
	아스팔트 단위중량(q_a)	23.0 kN/m ³	
가속도계수(A)	지진구역계수	0.11 (I)	
	위험도계수	1.4 (1000년 재발주기)	
	가속도계수(A)	지진구역계수 × 위험도계수 = 0.154 g	
지반계수(S)	지반종류	III	
	지반계수	S = 1.5 (내진), S = 2.0 (연진)	
응답수정계수	구조부재	항복시 (설계기준) R	탄성가동시 R
	기둥 (단주)	3.0	1.0
	연결	상부구조와 교대	0.8
		상부구조와 교각	1.0
		기초	3.0 / 2 = 1.5
해석방법	* POT + FPB 반점은 4개의 인공지진파를 이용하여 시간이력해석 방법을 수행함.		

5. 내진 해석결과

5.1 발침 배치도

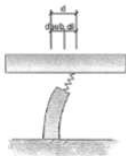


5.2 발침 수평력 검토

위 치	NO.	종 류 Type	용량 (kN)	지진시 작용 수평력(kN)				지진시 허용 수평력 (kN)		판정		비고
				교각에서		교각에서		교각		교각		
				교각	교각	교각	교각	교각	교각	교각	교각	
A1	1	교각방향	3000G40	229	564	229	1,086	1,560	1,560	OK	OK	
	2	방향량	3000M	229	92	229	144	450	450	OK	OK	
	3	교각단	550G30	767	616	707	1,687	2,145	2,145	OK	OK	
	4	교각방향	550G320	556	0	720	0	1,430	0	OK	OK	
	5	교각방향	2000G40	928	0	996	0	1,040	0	OK	OK	
	6	교각방향	4000G20	631	0	1,006	0	1,040	0	OK	OK	
P2	7	교각방향	550G30	300	967	319	1,409	2,150	2,150	OK	OK	
	8	방향량	5500M	348	8	437	8	825	825	OK	OK	
	9	방향량	2000M	122	84	72	125	300	300	OK	OK	
	10	방향량	4000M	291	159	137	296	675	675	OK	OK	
A2	11	교각방향	3000G40	229	560	229	956	1,560	1,560	OK	OK	
	12	방향량	3000M	229	89	229	134	450	450	OK	OK	

5.6 변위해석결과

- 지진시에 상부구조의 교대 혹은 연결하는 상부구조간의 충돌에 의한 주요 구조부재의 손상을 방지하기 위하여 내진성능이 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위하여 상부구조의 단부에는 여유간격을 설치하여야 한다.
- 상부구조의 여유간격은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 안된다.
『도로교설계기준, 6.4.8』



$$\Delta L_1 = d + \Delta L_s + \Delta L_c + 0.4 \Delta L_t$$

여기서, ΔL_1 : 상부구조의 여유간격
 d : 지반에 대한 상부구조의 총변위 ($d_s + d_{sa}$)
 ΔL_s : 콘크리트 건조수축에 의한 이동량
 ΔL_c : 콘크리트 크리프에 의한 이동량
 ΔL_t : 온도변위에 의한 이동량

① 상부구조 총변위

교각	종류	상부구조 (mm)		비고
		교각방향 해석시	교각직각방향 해석시	
A1	41	34.1	16.7	
A2	51	31.3	14.4	

• 여유간격 산정

- 지진시 상부구조 교대의 총변위 총합하는 경우 건조수축과 크리프의 변위는 총합하려는 변위와 반대방향으로 거동하기 때문에 건조수축과 크리프의 변위량은 상부구조의 여유간격 감소 요인으로 작용하므로 방충벽 이동량 및 산출유량보다 상부구조의 여유간격을 크게 확보하기 위해서는 건조 및 크리프에 의한 이동은 원호된 것으로 보고 상부구조의 여유간격을 산정한다.

③ 교대1 여유간격

$$d = 34.1 \text{ mm}$$

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

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

$$L = 35.0 \text{ m}$$

$$\Delta L_t = 0.4 \times L = \pm 14 \text{ mm}$$

$$\therefore d_s = 34.1 + 0.4 \times 14.0 = 39.69 \text{ mm}$$

따라서 교대1의 여유간격은 39.7mm 이상 확보해야 함.

④ 교대2 여유간격

$$d = 31.3 \text{ mm}$$

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

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

$$L = 75.0 \text{ m}$$

$$\Delta L_t = 0.4 \times L = \pm 30 \text{ mm}$$

$$\therefore d_s = 31.3 + 0.4 \times 60.0 = 55.323 \text{ mm}$$

따라서 교대2의 여유간격은 55.4mm 이상 확보해야 함.

2.2.2 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 2.2.1】 행주산성JCT R-B교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	상태 양호	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	상태 양호	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	상태 양호	양호

2.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

2.2.4 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.	

2.2.5 시설물 보수 이력

【표 2.2.2】 행주산성JCT R-B교 보수이력사항

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

2.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 2.2.3】 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.			

2.3 현장조사

2.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보를 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~S3	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
제원조사		제원조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 2.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

2.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 행주산성JCT R-B교는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=110.0m 폭 5.0m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 2.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—

	
바닥판 하면 상태양호	바닥판 하면 상태양호

【사진 2.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 거더 내·외부의 경우 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.2】 거더외부 현장조사 결과

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

【표 2.3.3】 거더내부 현장조사 결과

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

	
거더외부 상태양호	거더외부 상태양호
	
거더외부 상태양호	거더내부 상태양호

【사진 2.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 등의 역할을 하는 가로보 및 세로보는 강재로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 고소작업차를 통한 근접 조사를 실시하였다.



【사진 2.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.4】 가로보 현장조사 결과

구분		상태양호	
가로보	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
세로보	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
합계		—	—

	
가로보 상태양호	가로보 상태양호
	
가로보 상태양호	세로보 상태양호

【사진 2.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 행주산성JCT R-B교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 폭 0.3mm 미만의 망상균열, 누수흔적, 체수 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 2.3.5】 교대 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		누수흔적, 체수 (㎡/개소)	
A1	0.25	1	0.60	1	—	—
A2	—	—	—	—	2.60	2
합계	0.25	1	0.60	1	2.60	2

	
A1 누수흔적 (0.3m×2.0m)	A1 망상균열 (0.5m×0.5m)
	
A2 체수 (1.0m×2.0m)	A2 누수흔적 (0.3m×2.0m)

【사진 2.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

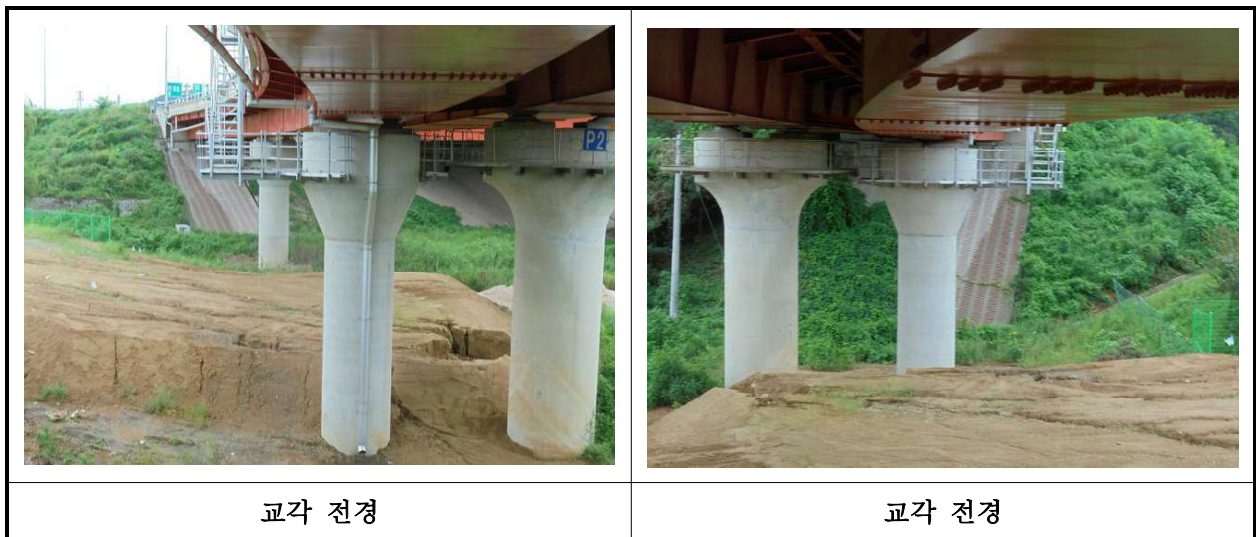
4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 체수가 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 행주산성JCT R-B교의 교각은 T형으로 구성되어 있으며, 복합말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 망상균열이 조사되었다.

【표 2.3.6】 교각 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
P1	23.20	2
P2	12.40	2
합계	35.60	4

	
P1 망상균열(10.4m×1.0m) - 금회	P1 망상균열(10.4m×1.0m) - 22년 상반기
	
P2 망상균열(10.4m×1.0m) - 금회	P2 망상균열(10.4m×1.0m) - 22년 상반기

【사진 2.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

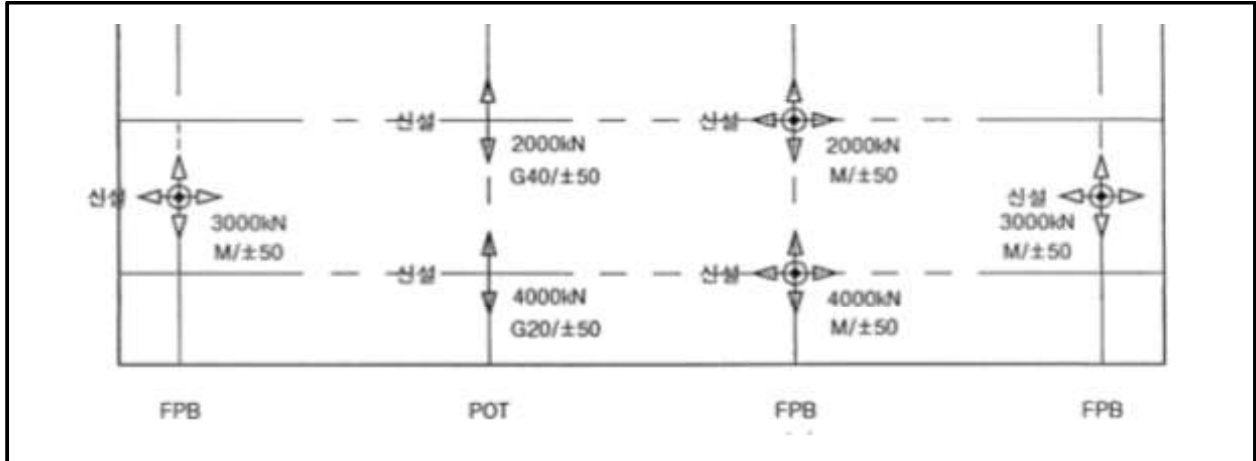
4) 검토의견

- 교각에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 및 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 행주산성JCT R-B교의 받침은 포트받침으로 총 6기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 2.3.1】 교량받침 배치도



【사진 2.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 받침콘크리트 재료분리가 확인되었다.

【표 2.3.7】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)	
A1	0.02	1
P1	—	—
P2	—	—
A2	—	—
합계	0.02	1

	
A1-Sh1 받침콘크리트 재료분리 (0.1m×0.2m)-금회	A1-Sh1 받침콘크리트 재료분리 (0.1m×0.2m)-21년 하반기

【사진 2.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

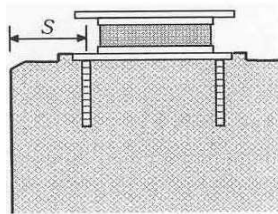
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

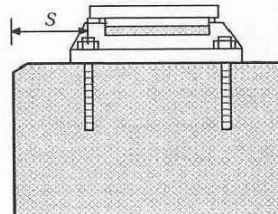
- 받침콘크리트에서 발생한 재료분리는 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 손상으로 하자담보 만료기간전에 단면보수 등의 하자보수가 필요 할 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

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 2.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 2.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200 + 5 \times 35.0 = 375(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=40.0m) : $200 + 5 \times 40.0 = 400(\text{mm})$

【표 2.3.8】연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		375	500		O.K
P1	A1측	375	600	500	O.K
	A2측	400	600	600	O.K
P2	A1측	400	650	570	O.K
	A2측	375	650	600	O.K
A2		375	500		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 2.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 2.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	45.4	14.6	0.000012	35.0	19.1	6.1	
P1	고정단						
P2	45.4	14.6	0.000012	40.0	21.8	7.0	
A2	45.4	14.6	0.000012	75.0	40.9	13.1	
1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 2.3.10】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동 여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	18	68	32	19.1	6.1	±50	O.K
P1	고정단							
P2	SH1	0	50	50	21.8	7.0	±50	O.K
	SH2	0	50	50			±50	O.K
A2	SH1	15	65	35	40.9	13.1	±50	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

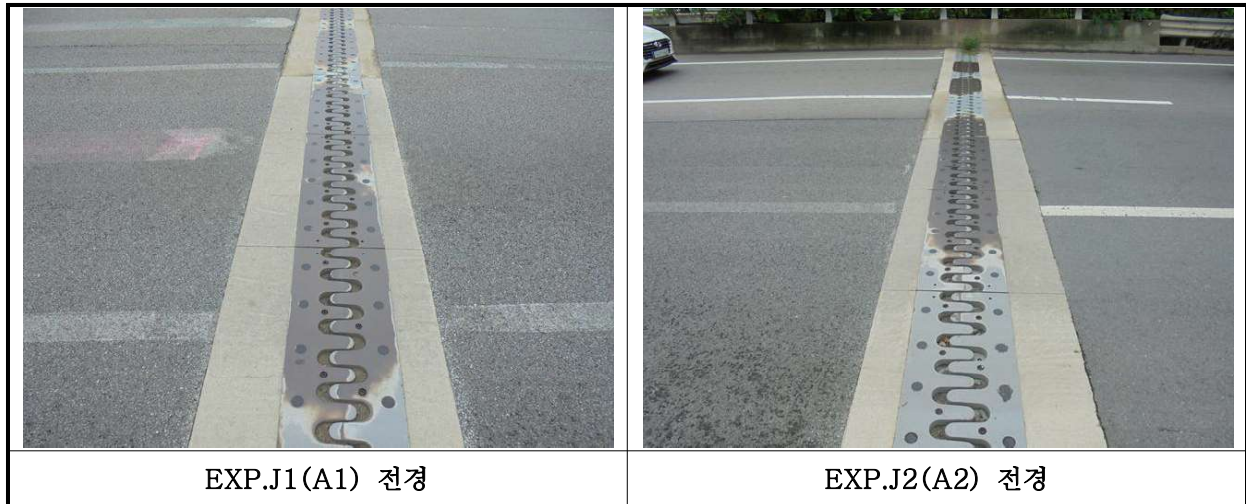
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 모두 강평거조인트로 시공된 상태이다.



【사진 2.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm이상), 하부누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 2.3.11】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재균열 (m/개소)		하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	1.40	6	—	—
A2 (EXP J2)	2.40	8	1.00	1
합계	3.80	14	1.00	1

	
A1 후타재 균열(0.3mm/0.25m×4EA)	A2 하부 누수(1.0m)
	
A2 하부 누수(1.0m)	A2 하부 누수(1.0m)

【사진 2.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 경미한 손상이나, 하자보수 만료전이므로 주입보수 등의 보수가 필요할 것으로 사려되며, 신축이음 하부 누수의 경우 손상의 진전시 신축이음 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다, 신축이음은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법		비고																	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5} , α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																			
	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2022. 08. 23. 기온 적용: 25.3℃(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 25.3^{\circ}\text{C} = 14.6^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-20.0^{\circ}\text{C} - (25.3^{\circ}\text{C}) = 45.4^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선판창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="3">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>		교량형식		보통지방	한랭지방	선판창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교	-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}
교량형식		보통지방	한랭지방	선판창계수 α (/℃)																
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	RC, PSC교	-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																

【사진 2.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.12】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선판창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	45.4	14.6	0.000012	35.0	19.1	6.1	53.0	100.0	142.0	
A2	45.4	14.6	0.000012	75.0	40.9	13.1	60.0	98.0	93.0	
1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)										

【표 2.3.13】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 싹출유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	19.1	6.1	53.0	100	27.9	46.9	O.K
	바닥판			100.0	-	-	93.9	O.K
	거더			142.0	-	-	135.9	O.K
A2	신축이음	40.9	13.1	60.0	120	19.1	46.9	O.K
	바닥판			98.0	-	-	84.9	O.K
	거더			93.0	-	-	79.9	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.14】 교면포장 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—

	
교면포장 상태양호	교면포장 상태양호
	
교면포장 상태양호	교면포장 상태양호

【사진 2.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 행주산성JCT R-B교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 2.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.15】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—

	
배수구 상태 양호 - 금회	배수구 상태 양호 - 21년 하반기
	
배수관 상태 양호	배수관 상태 양호

【사진 2.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 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.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.16】 난간 및 연석 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
합계	—	—

	
난간 및 연석 상태양호	난간 및 연석 상태양호
	
난간 및 연석 상태양호	난간 및 연석 상태양호

【사진 2.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 난간 및 연석은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 행주산성JCT R-B교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



점검통로 전경

【사진 2.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.17】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
합계	—	—

	
점검로 상태양호	점검로 상태양호

【사진 2.3.26】 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.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

2.3.3 현장조사 총괄표

【표 2.3.18】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		상태양호	—	—	—	
거더	외부	상태양호	—	—	—	
	내부	상태양호	—	—	—	
가로보 및 세로보		상태양호	—	—	—	
교대		망상균열	m ²	0.25	1	
		누수흔적	m ²	0.60	1	
		누수흔적, 체수	m ²	2.60	2	
교각		망상균열	m ²	35.60	4	
교량받침		재료분리	m ²	0.02	1	
신축이음		후타재 균열	m	3.80	14	
		하부 누수	m ²	1.00	1	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		상태양호	—	—	—	
방호벽		상태양호	—	—	—	
점검시설		상태양호	—	—	—	

2.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

2.4 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.

2.4.1 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 2.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 힘	50m 마다	연장 50m마다	3	3	3	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

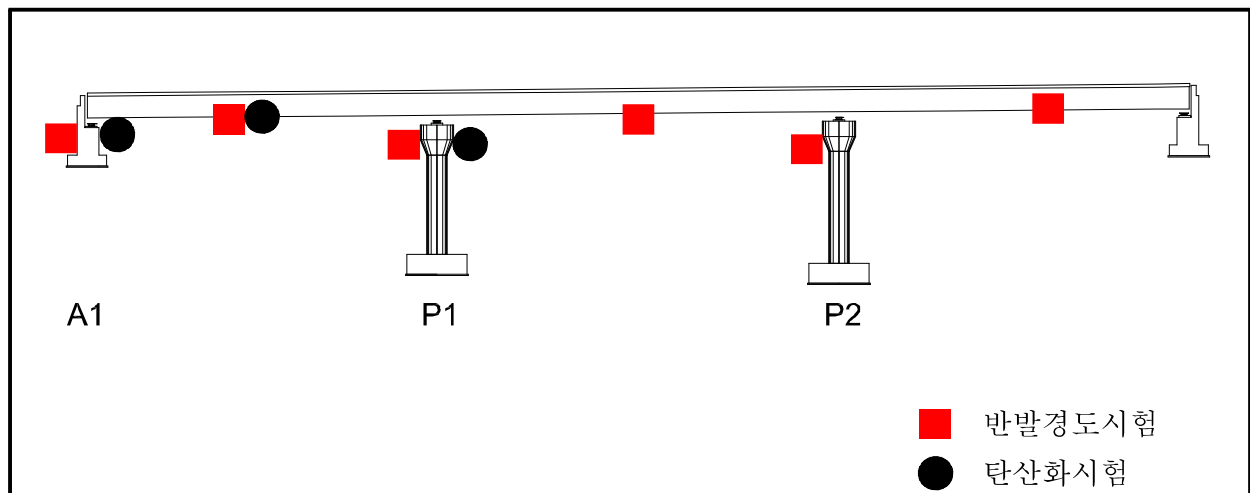
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

2.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 2.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.7	27.7	28.9	0.67	27.0	
	S2	바닥판	47.0	27.9	29.1			
	S3	바닥판	46.1	27.2	28.7			

【표 2.4.3】 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	43.5	24.9	27.4	0.67	24.0	

【표 2.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	49.1	41.5	49.7	0.67	40.0	
	P2	교각	48.9	41.3	49.4			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.2~29.1MPa, 하부구조(교대) 24.9~27.4 MPa, 하부구조(교각) 41.3~49.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단 된다.

【표 2.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.2~29.1	27.0	100.7~107.8
하부구조	교대	24.9~27.4	24.0	103.8~114.2
	교각	41.3~49.4	40.0	103.3~123.5

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 2.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판	2.0	40.0	38.0	1.41	100년이상	a
하부구조	A1 홍벽	4.0	100.0	96.0	2.83	100년이상	a
	P1 코핑부	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.0~4.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비 고
상부구조	2.0	38.0	
하부구조	3.0~4.0	96.0~97.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 2.4.8】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2~29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.9~27.4	24.0	
		교각	41.3~49.4	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		96.0~97.0	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.

2.5 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 외관조사방도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

2.5.1 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 2.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	a	a	a	a	a	a	b	b	b	q	a	a
S2	P1	STB	a	a	a	a	a	a	—	a	b	q	—	a
S3	P2	STB	a	a	a	a	a	a	—	a	b	q	—	—
	A2								c	a	b	q	—	—
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.300	0.125	0.200	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.027	0.011	0.040	—	0.004	0.003
													0.140	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.140) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 2.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
행주산성JCT R-B교	0.140	B	110	1	110	1.000	0.140
합계(Σ)			110	1	110	1	0.140
1. 평가지수 =							0.140
2. 상태평가결과 =							B

2.5.2 기 점검 결과와의 비교

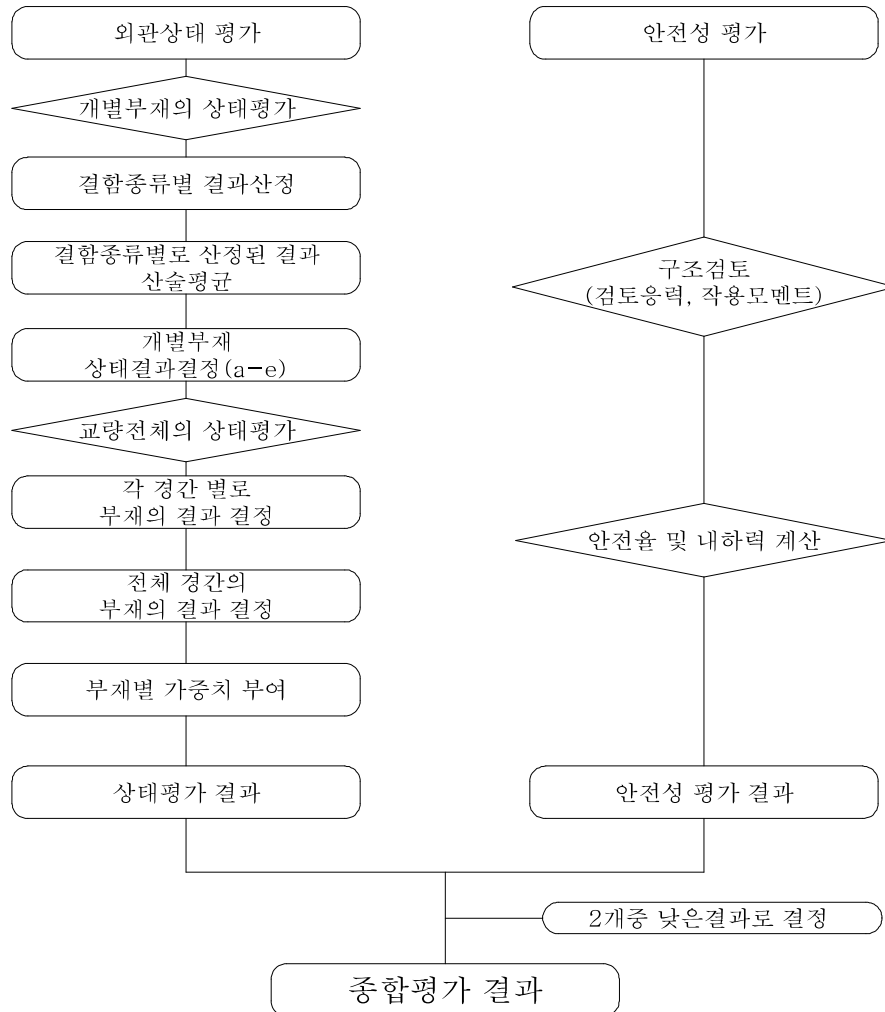
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.6.1 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 2.6.1】 종합평가 결과 산정절차

2.6.2 종합평가 결과

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

【표 2.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
행주산성JCT R-B교	0.140	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

2.6.3 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 2.6.2】 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

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.7.1 보수·보강 방안

【표 2.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	외부	—	—	—	—	—
	내부	—	—	—	—	—
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	망상균열	m ²	0.25	1	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	0.60	1	표면처리	하자
	누수흔적, 체수	m ²	2.60	2	표면처리	하자
교각	망상균열	m ²	35.60	4	표면처리	하자
교량받침	재료분리	m ²	0.02	1	단면보수	하자
신축이음	후타재 균열	m	3.80	14	표면처리	하자
	하부 누수	m ²	1.00	1	교체	하자
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

2.7.2 개략공사비

【표 2.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	망상균열	표면처리	0.25	0.38	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	0.60	0.90	m²	—	—	하자
	누수흔적, 체수	표면처리	2.60	3.90	m²	—	—	하자
교각	망상균열	표면처리	35.60	53.40	m²	—	—	하자
교량받침	재료분리	단면보수	0.02	0.03	m²	—	—	하자
신축이음	후타재 균열	표면처리	3.80	1.42	m	—	—	하자
	하부 누수	교체	1.00	1.50	m²	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)		0						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

2.7.3 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.

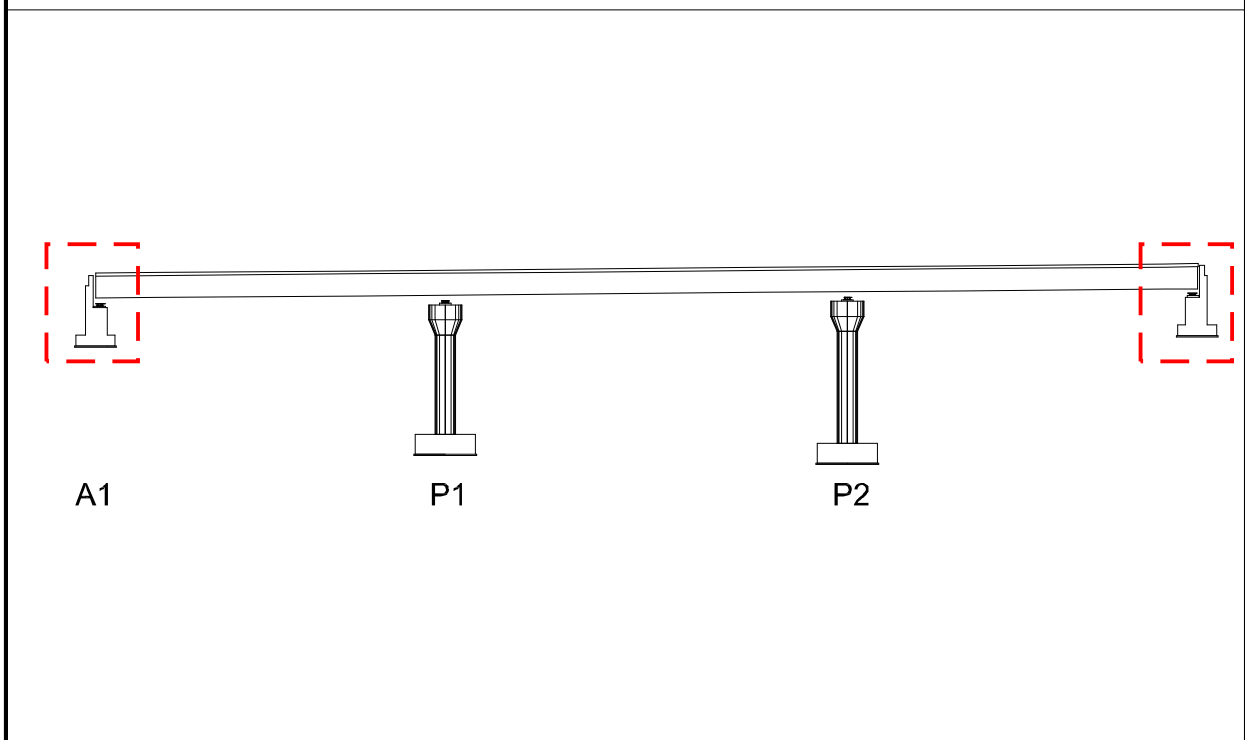
【표 2.7.3】 중점유지관리 항목

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 교대 망상균열 및 누수흔적 등 - 진전 여부확인



2.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 행주로 54-90(강매동)에 위치한 교량으로 총 연장 110.0m, 폭 5.0m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

2.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 체수가 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 및 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 받침콘크리트에서 발생한 재료분리는 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 손상으로 하자담보 만료기간전에 단면보수 등의 하자보수가 필요 할 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 경미한 손상이나, 하자보수 만료전이므로 주입보수 등의 보수가 필요할 것으로 사려되며, 신축이음 하부 누수의 경우 손상의 진전시 신축이음 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다, 신축이음은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

- 배수구는 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.

10) 방호벽

- 난간 및 연석은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.2~29.1MPa, 하부구조(교대) 24.9~27.4MPa, 하부구조(교각) 41.3~49.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.0~4.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 행주산성JCT R-B교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 행주산성JCT R-B교에 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 상태」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.

2.8.2 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.

2.8.3 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.