

23. 원당천(R-C)교

[부천방향 확장부]

23.1 시설물 개요

23.2 자료수집 및 분석

23.3 현장조사

23.4 콘크리트 내구성조사

23.5 상태평가

23.6 종합평가 및 안전등급 지정

23.7 보수·보강 및 유지관리 방안

23.8 종합결론

23. 원당천(R-C)교(부천방향 확장부)

23.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 277-11에 위치한 교량으로 총 연장 200.0m, 폭 11.2m로 시공되어 있다.

23.1.1 일반사항

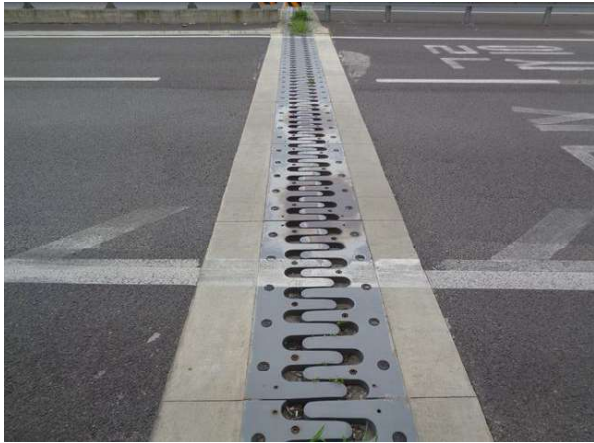
【표 23.1.1】 원당천(R-C)교(부천방향 확장부) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000115	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 원당동 277-11	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=200.0m(2@55+2@45=200.0m)			
	폭	B=11.2m			
구조 형식	상부	Steel Box	기초 형식	교 대	강관말뚝기초
	하부	교대: 역T형 교각: T형		교 각	강관말뚝기초
교량받침		포트받침	신축이음	평거조인트	
교차시설물		효릉천도로	통과높이	5.7m	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)	관리주체	(주)다산컨설턴트	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	
					
측면 전경			상부 전경		

23.1.2 위치도 및 전경사진

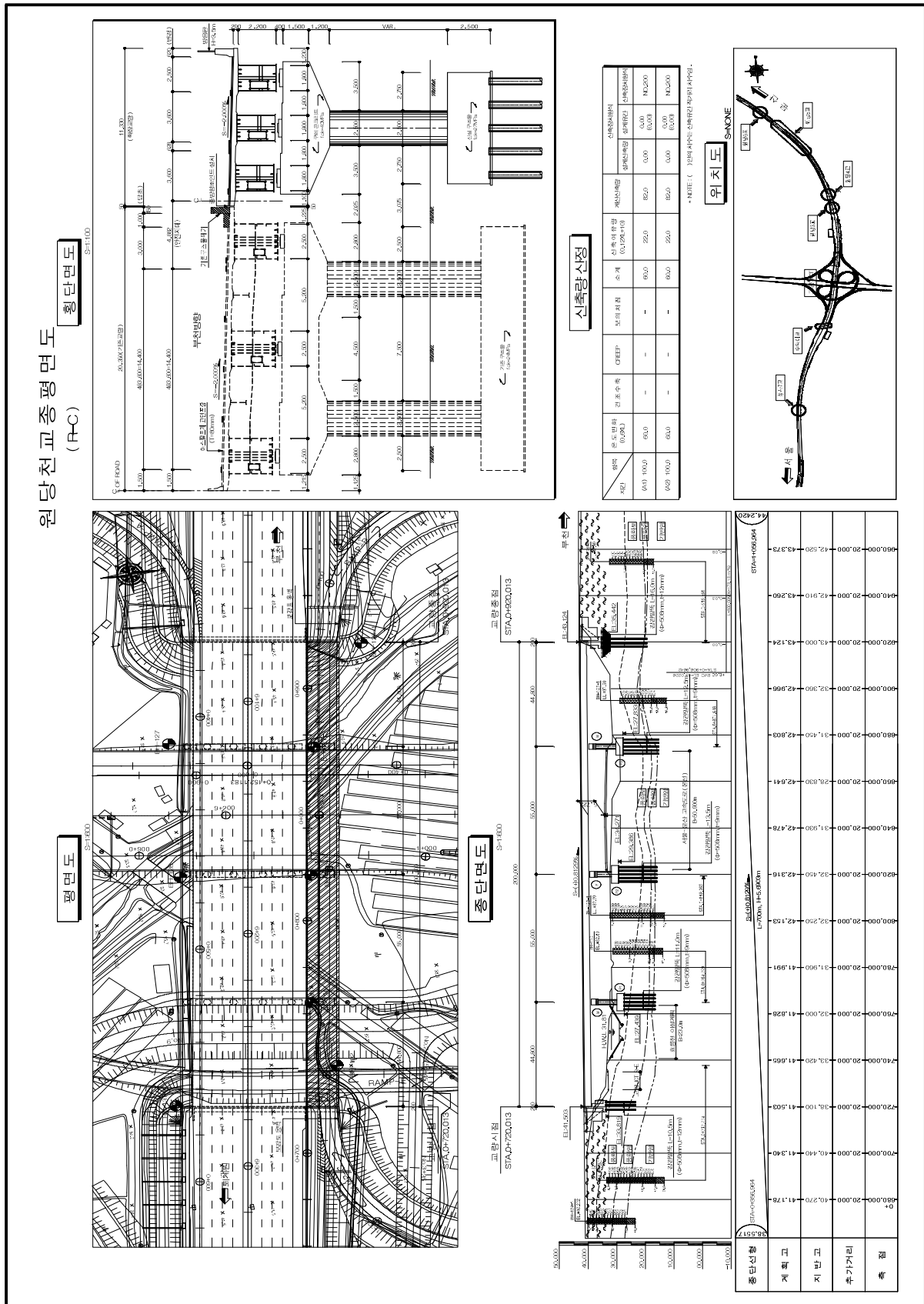


【그림 23.1.1】 위치도

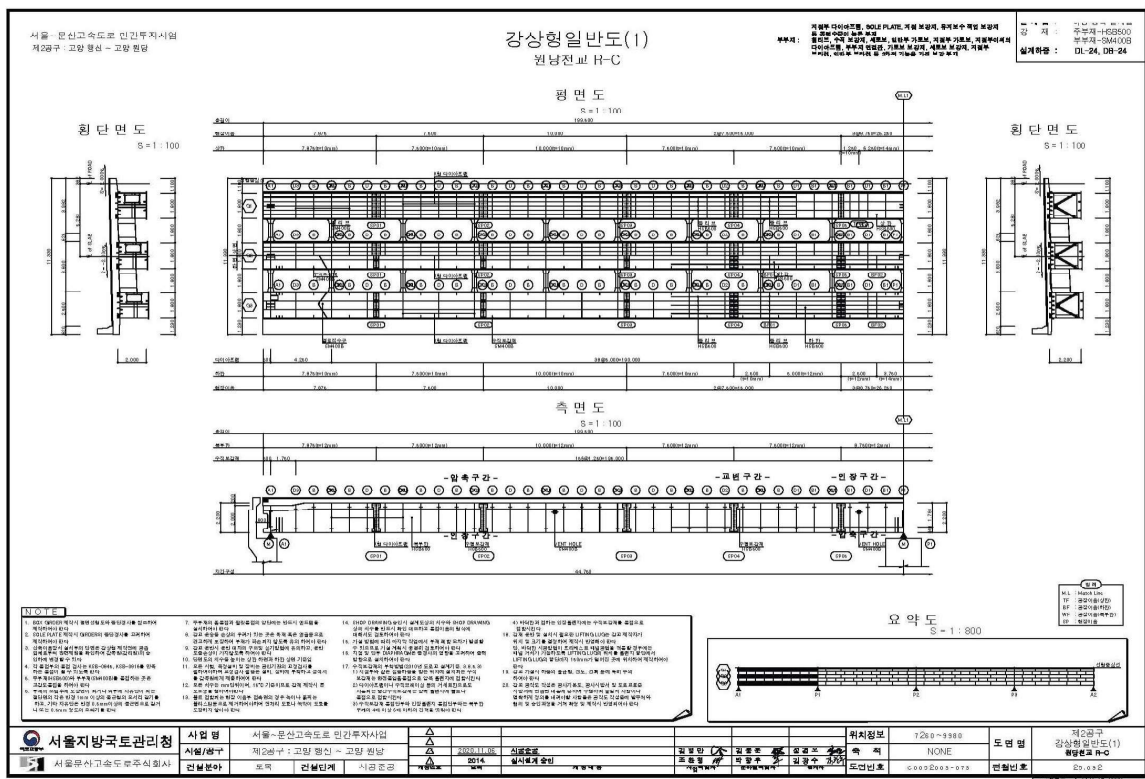
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 23.1.2】 부재별 현황

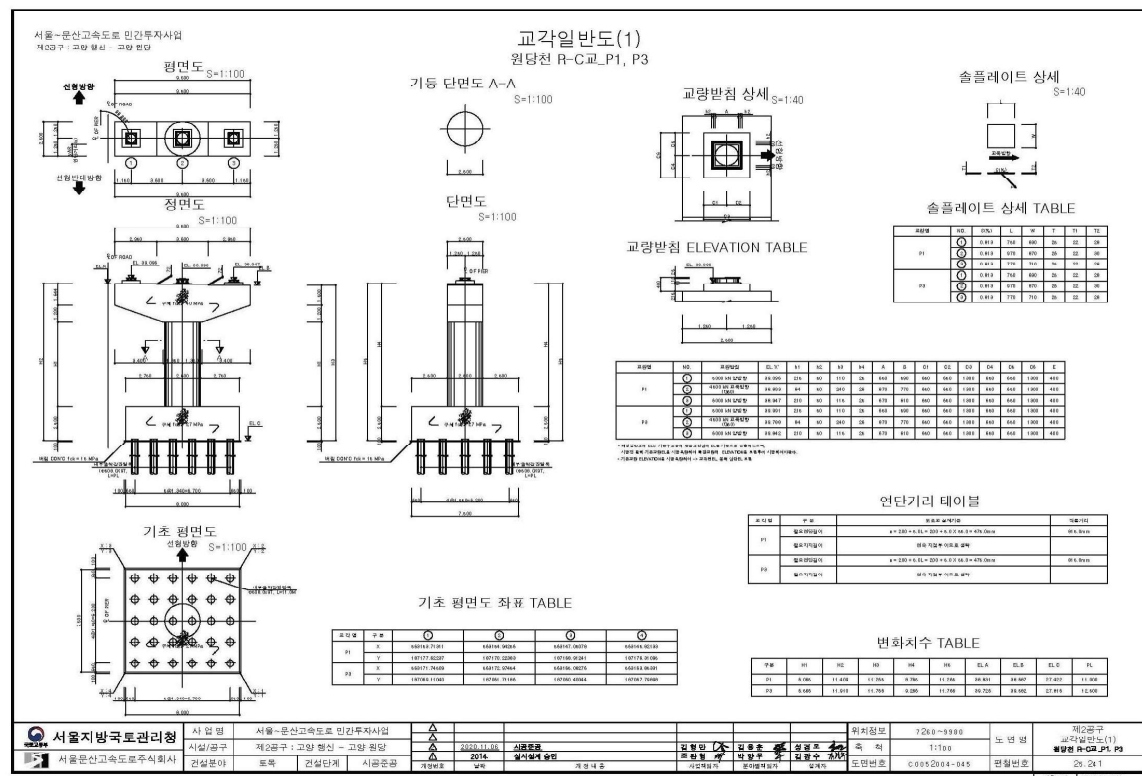
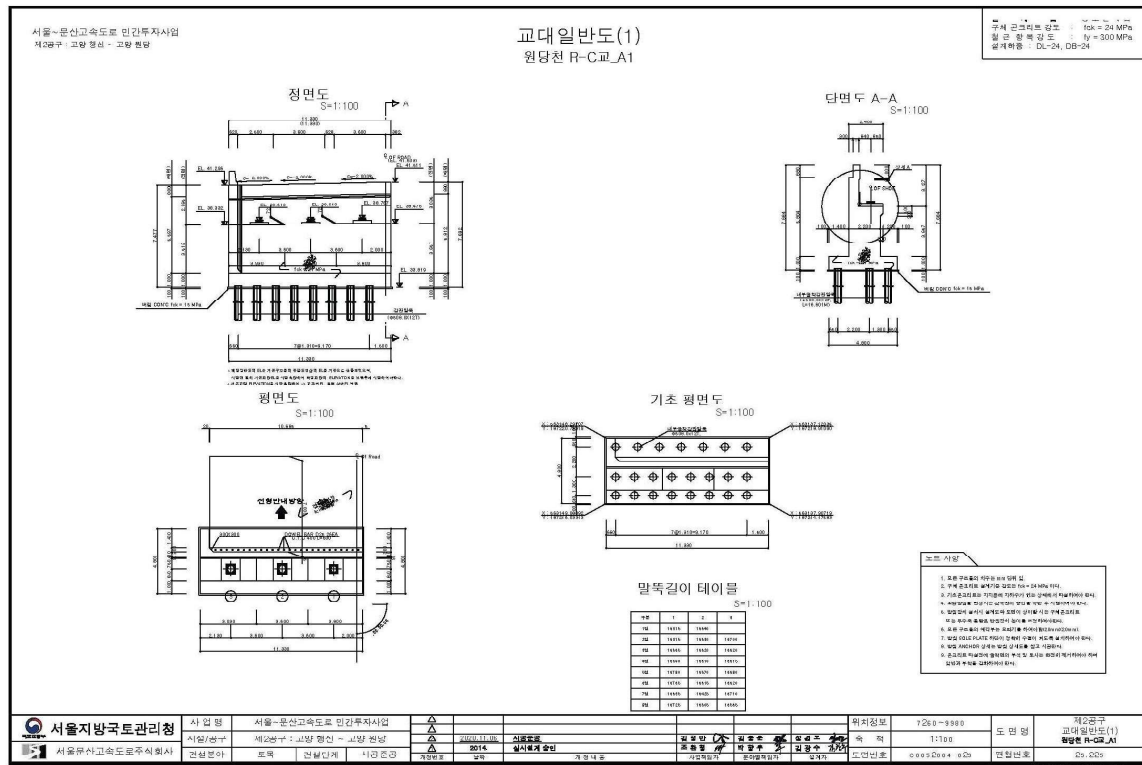
23.1.3 시설물 일반도



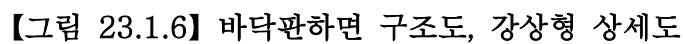
【그림 23.1.3】 평면 및 종단면도

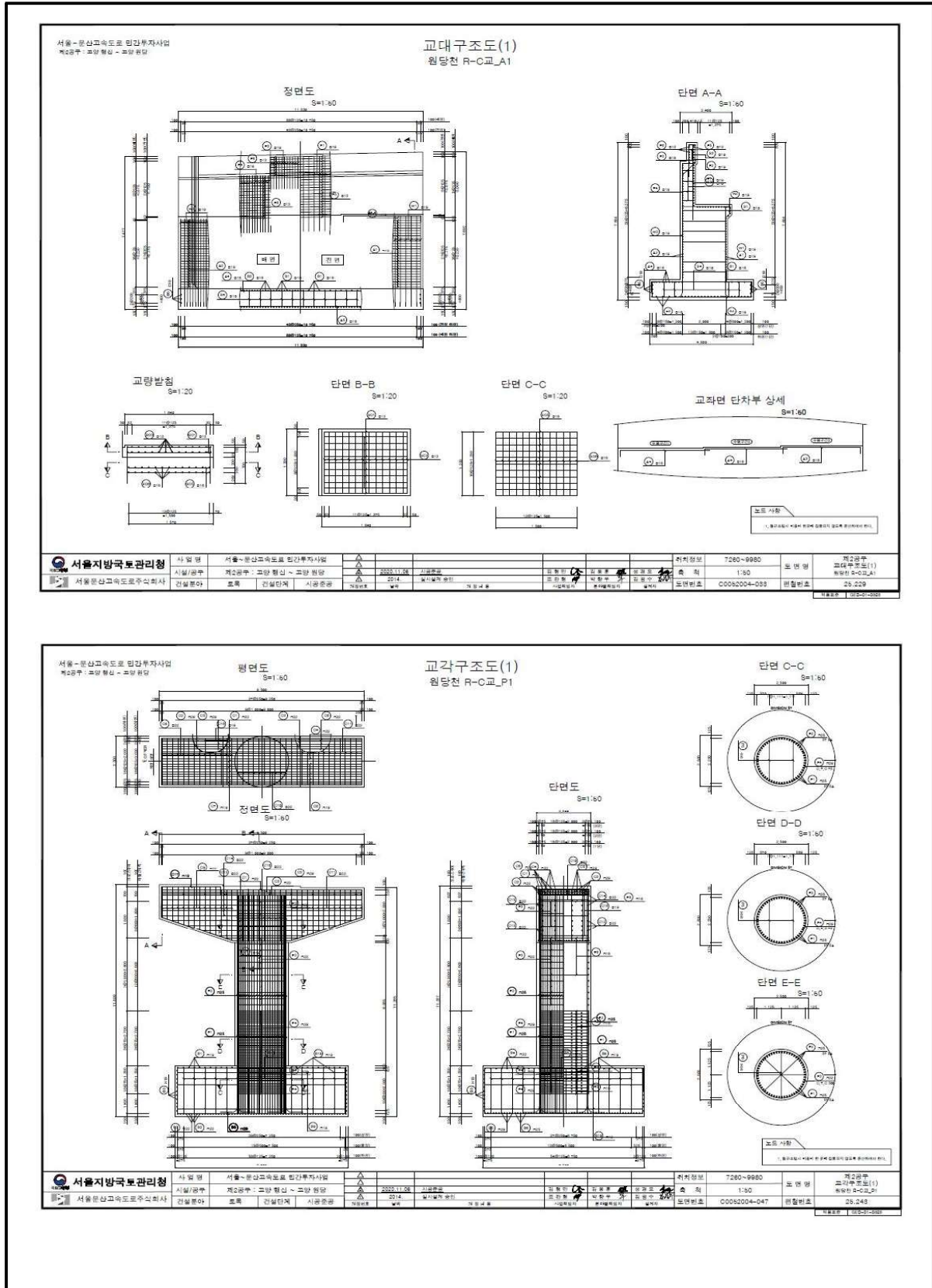


원당천(R-C)교(부천방향 확장부)-7



【그림 23.1.5】 교대 일반도





【그림 23.1.7】 교대 및 교각 구조도

23.2 자료수집 및 분석

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

23.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

[illegible]

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.2 토사층의 설계지반정수 산정

[illegible]

제 4 편 성과분석 및 설계지반정수

○ Cohesionless soils(Pile Design and Construction Practice(M.J. Tomlinson, 1993))

[illegible]

SM 서울~부산고속도로 민간투자사업

2) 경합식에 의한 강도계수 산정(N값 이용)

ϕ 의 최대 안정성($\lambda_{\max}(\Phi)$)		→ Durium은 안정성		$d = \sqrt{133} \approx 11.5$
$\phi = 0^\circ, \quad c = \frac{2\sqrt{2}}{3}$		→ Durium	→ Murrelet	$d = 3.5074 \approx 3.5$
→ Durium	$\lambda_{\max}(\Phi) = \frac{3}{2}$	→ Peak	→ Peak	$d = 3.5 \approx 3.5$
→ Totipotency	$\lambda_{\max}(\Phi) = \frac{3}{2}$	→ Totipotency	→ Totipotency	$d = 3.5074 \approx 3.5$
→ Otsaki	$\lambda_{\max}(\Phi) = \frac{3}{2}$	→ Otsaki	→ Otsaki	$d = 3.5074 \approx 3.5$

② Otsaki를 적용한 전제적/비전제적 안정성				
비 전제적	전제적	Peak	Durium	Otsaki
비 전제적	전제적	8.0	81.0	88.0
				481.0 → 488.0

③ Otsaki를 적용한 전제적/비전제적 안정성				
비 전제적	전제적	Peak	Durium	Otsaki
비 전제적	전제적	7	39.3	28.1
비 전제적	전제적	7	75.9	28.1
비 전제적	전제적	10	27.2	30.0
비 전제적	전제적	38	39.9	38.4
				38.4
				42.6
				261.6 → 42.6

3) 제1항과 제2항				
④ Otsaki를 적용한 안정성				
$\phi = 0^\circ, \quad c = \frac{2\sqrt{2}}{3}$	$\lambda_{\max}(\Phi)$	$\lambda_{\max}(\Phi)$	$\lambda_{\max}(\Phi)$	$\lambda_{\max}(\Phi)$
TP-1	전제적	1.5	19.3	17.8
TP-2	전제적	1.5	19.3	17.8

⑤ Otsaki를 적용한 안정성				
$\phi = 0^\circ, \quad c = \frac{2\sqrt{2}}{3}$	$\lambda_{\max}(\Phi)$	$\lambda_{\max}(\Phi)$	$\lambda_{\max}(\Phi)$	$\lambda_{\max}(\Phi)$
TP-2	전제적	3.0	38.4	28.1

4

[illegible]

SM 서울~부산고속도로 민간투자사업

2.2.3 전정계수 및 포아송비 산정

구분	FIS, M. D.		J. Kim, S. Kim	
	(Shanghai of Ocean Engineering)	(2015년)	안영환 (2015)	정지현 (2015)
노출률 (%)	15.0~18.2	0.20~0.40	10.0~20.0	0.20~0.40
노출률 범위	17.3~27.6	0.25~0.40	-	-
공해율 (%)	24.5~50.0	0.30~0.45	10.0~30.0	0.30~0.40
공해율 범위	18.8~47.2	0.30	8.0~30.0	0.30~0.40
노출률 대공해율	41~59.7	0.20	2.0~5.0	-
노출률 대공해율	70.7~44.4	0.30~0.50	10.0~5.0	0.40~0.50
노출률 대공해율 범위	30.0~100.0	0.30~0.60	50.0~100	-
노출률 대공해율 범위	69.0~17.3	0.10~0.35	100~100	0.30~0.40

○) 노출률, 반출률, 공해율, 노출률 대 공해율 범위 (M. D., 1980)				
노출률 (exposure)	15 ~ 60		0.1~0.3	
반출률 (removal)	5 ~ 12		0.1~0.25	
노출률 대 공해율	20 ~ 30			
노출률 대 공해율 범위	15 ~ 40			
노출률 대 공해율 범위	30 ~ 60		0.1~0.25	
노출률 대 공해율 범위	60 ~ 80			
노출률 대 공해율 범위	80 ~ 100			
노출률 대 공해율 범위	100 ~ 200		0.3~0.4	

제4편 성과분석 및 설계지반정수

○N값을 이용한 변형계수(MPa)

[illegible]

서울~부산고속도로 민간투자사업

6) 변형계수 및 포아송비 측정 결과

[illegible]

제4편 성과부선 및 설계지바정수

■ 다경토사의 평균 전단강도 H_{avg} [illegible]

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 자반특성 분석

개요 • 문헌 및 기관사례에 의한 특수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 특수계수 산정

◎ 문헌자료

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

◎ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 선정 결과

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

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.13 토사 및 기반암의 설계지반정수

구분	신약재량 (kg/㎡)	입작량 (kg/㎡)	배후작량 (kg/㎡)	면적계수 (㎡/㎡)	포아수비 (%)	k(cm/s)
양기재	20.0	15.0	26.0	—	—	—
양미재	18.0	0.0	35.0	—	—	—
배필증	자갈	0.0	35.0	11.0	0.33	5.4×10^{-4}
	월질토	17.0	15.0	0.0	0.50	1.2×10^{-3}
퇴적층	모래	18.0	0.0	30.0	10.0	6.6×10^{-4}
	자갈	5.9	0.0	36.0	14.0	5.9×10^{-3}
광학토	27.5	22.0	28.0	45.0	0.33	2.4×10^{-4}
중회산	10.0	30.0	31.0	150.0	0.30	4.5×10^{-4}

2.7.2 디널구간 암반등급별 설계지반정수

구분	나일론 66 (kN/m ²)	결착력 (kPa)	나일론-강 [°]	탄성계수 (MPa)	코어 수비 (s)	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

2.7.8 음인수치 설계지반정수

임상	강도(kPa)	내부압강기(%)
편마찰	47.0	34.0

2.1.4 기타 실제치만정수

구분		V ₁ (m/s)	V ₂ (m/s)	G ₁ (MPa)	E ₁ (MPa)	K ₁ (MPa)	u ₁
외계종	배합종	488	180	62	164	181	0.33
	철도	646	206	68	190	317	0.40
	모래	480	170	52	140	156	0.38
	자갈	514	190	69	181	168	0.32
통과도	통과인	952	392	208	713	699	0.30
	현안	1,144	544	592	1,539	1,282	0.33
	계합	1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.28
	계합	2,246	1,235	3,183	9,459	6,082	0.24
	계합						

제 3 편 지반조사 결과

5	2
---	---

TB-3

구속 조건만		개재 조건만		개재 조건만	
Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram
개	폐	개	폐	개	폐
방향	방향각	219(94.8)°	229(Fisher's) 8.0	229(Fisher's) 8.0	개
	반대방향	33(29.7) 5.4	23(83.6) 4.0	15(266.7) 8.6	51
T1P-2	개방향	30(730.8) 4.9	43(120.8) 8.1		18
	반대방향	38(203.6) 0.1	20(151.3) 3.0	26(232.7) 3.9	33

개방향		반대 방향	
*330°~330°까지 열려 수평	*330°~330°까지 열려 수평	*330°~330°까지 열려 수평	*330°~330°까지 열려 수평

열려 방향 분포도	반대 방향 분포도	열려 방향 분포도	반대 방향 분포도 (열려)

개=330도: 개방향(Open direction) 반대방향(Hair or Close direction)은 반모양
 *방향각은 229도, 330도, 330도(반대방향) 순서에서 17.7%, 10.4%, 14.1%이다. 반모양
 *열려 방향분포도: 330, 300도의 두개 열려방향이 51% 개방향을 이루고 있으며, 열려만 존재(26방향)가 18%이다. 반모양은 330방향의 열려방향이 33% 개방향을 이루고 있음

T1P-3

개재 조건만		개재 조건만		개재 조건만	
Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram	Rose Diagram	Pole Diagram

Downloaded from ascelibrary.org by University of California, San Diego on 06/01/15. Copyright ASCE, For All Rights Reserved, No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from ASCE.

 서울~문산고속도로 민간투자사업

4. 동북북향 분석												
4.1. 하역설(단상회로)조사												
자료	*점 전위(전압)과 V ₀ 를 이용하여 계산된 동북북향(단상회로) E ₁ , E ₂ 와 점 전위(전압)의 동북북향을 이용하여 주요구조물에 대한 동북북향 분석											
○ 하역설												
T10-3												
구분	지점 (m)	V ₀ (mV)	V ₁ (mV)	동북북향 (mV)	동북북향 (mV)	지점 전위 (mV)						
				E ₁	E ₂	K ₀						
주철도	0.9~7.0	988	378	0.278E+02	7.798E+02	1.398E+03						
철골집	7.0~7.0	988	911	0.360	1.458E+03	1.778E+03						
지점	7.9~42.7	1,883	660	0.334	2.288E+03	5.538E+03						
정 건물	12.3~24.3	2,303	1,277	0.284	4.958E+03	1.078E+04						
					8.238E+03	25.0						
T10-9												
구분	지점 (m)	V ₀ (mV)	V ₁ (mV)	동북북향 (mV)	동북북향 (mV)	지점 전위 (mV)						
				E ₁	E ₂	K ₀						
주철도	0.4~11.0	984	488	0.397	3.308E+02	3.828E+02						
정 건물	11.0~15.5	1,885	577	0.345	6.898E+02	1.988E+03						
지점	15.5~18.1	1,768	897	0.336	2.04E+03	5.378E+03						
					4.848E+03	23.0						

기 수	18.1~27.0	2,168	1,192	0,283	3.63E+03	9.31E+03	7.16E+03	25.0
-----	-----------	-------	-------	-------	----------	----------	----------	------

2008年10月

구분	단위	시험 속도 (dL/min)	$\text{EL}(\text{m})$	계산 결과 수 (민장률 $\%_m$)	기타비고
TB-2	D.H.T	1.0-24.0	88.7	788	ϕ_8
TB-3	D.H.T	1.0-27.0	76.0	634	ϕ_8

*본 결과는 1974년(1975년)시험결과를 일괄표기 할 중, 본조사 기간 중본의 변화없음
 *기원전 1000년(기.전.1000)부터 기.후.1000년까지의 문화로서는 375-400년, 중엽 511-577년, 후엽 927-980년, 초기 1180-1277년의 문화를 포함
 * ϕ_8 : 50m 구간이 변화치로써 634-760m에 연속구간이제정된 바와 관련되므로 ϕ_8 에 해당되며, 일괄표기 하였으나 본문을

99

특고		기타조각의 병행처리 실험(조각크기 10mm 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하)											
실험결과		기타조각의 병행처리 실험(조각크기 10mm 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하, 100도 이하)											
구분	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건	병행 실험 조건		
기타조각	TH-1	2.0	병행	25.5	2.1	N	N	P	87.7	66.7	24.5	—	SM
	TH-2	4.0	병행	3.5	2.63	N	N	P	87.7	78.6	26.2	—	SM
	TH-3	6.0	병행	3.5	2.63	N	N	P	87.7	78.6	26.2	—	SM
	TH-4	8.0	병행	3.5	2.63	N	N	P	87.7	78.6	26.2	—	SM
	TH-5	10.0	병행	3.9	2.67	N	N	P	86.6	79.8	30.5	—	SM
	TH-6	12.0	병행	3.82	2.61	N	N	P	85.8	79.1	23.6	—	SM
	TH-7	14.0	병행	3.87	2.60	N	N	P	80.0	80.6	45.8	5.7	SM
	TH-8	16.0	병행	2.85	2.56	N	N	P	86.2	87.0	—	—	SM
	TH-9	18.0	병행	2.49	2.68	N	N	P	86.4	87.4	30.5	—	SM
	TH-10	20.0	병행	15.5	2.60	N	N	P	84.1	72.7	1.1	—	SM
본조각	TH-1	2.0	병행	3.5	2.67	N	N	P	73.9	66.1	—	—	SM
	TH-2	4.0	병행	2.75	2.51	N	N	P	80.0	100.0	100.0	90.0	100.0
	TH-3	6.0	병행	2.43	2.64	N	N	P	81.1	100.0	100.0	79.8	100.0
	TH-4	8.0	병행	2.47	2.65	38.8	14.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	TH-5	10.0	병행	2.47	2.65	38.8	14.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

구분	시점 (m)	A11 중간 수직 하중 (kN/m ²)		D-2 최대 수직 하중 (kN/m ²)		CER ₁₀	USC3
		CMC1 ₁	CMC2 ₁	CMC1 ₂	CMC2 ₂		
타입	T=1	17.45	16.7	18.28	14.3	12.8	SM
	T=2	17.37	17.7	18.40	15.2	12.2	SM

③ **기상열 결빙 분석**

구분	연간	월간	일일	평균
$t_{eq}(^{\circ}\text{C/Day})$	4.7~43.3	9.5	6.1~19.5	10.0
$q(\text{MJ/m}^2)$	40.4~106.1	59.0	57.9~105.3	59.3

·여과구간의 결빙종단점(종단 결빙구간)과 결빙시점 일괄적으로 분석을 필요한 결빙 종단점(종단 결빙구간)은 결빙구간의 시작 종료점의 결빙 종단점은 연평균 결빙구간 40.4~106.1MJ/m², 결빙종점 57.9~105.3MJ/m²로 분석됨

④ **부하량 분석 결과 검토**

시정량	구분	연간	월간	일일
부하량	연간(연간)	2,949	2,89	2,62
중량(중량)	연간(연간)	3,04	0.05	0.27
연간(연간)	연간(연간)	12.1	1.62	3.43
연간(연간)	연간(연간)	40.4		
부하량	연간(연간)	40.4(29.4)	10.9	3.5

•TB-7 사일결과, 로켓을 표준체로 거꾸에 마모율이 부족함하므로 시공시 선별 사용되어야 함

국토교통부

158

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1) 교량제원

- (1) 교량명 : 서울남북
(2) 교량등급 : 1등급 (03-24 및 20-24 적용)
(3) 교량종식 : Steel 박스기다교
(4) 교량인장 : $45,000 + 55,000 + 55,000 + 45,000 = 200,000$ N
(5) 교량폭원 : $B = 4.100$ m
(6) Order 제원 : $B = 2.000$ m $H = 2.500$ m
(7) S.A. 각(Skew) : 90.000°
(8) 곡률반경(R) : 좌측 = 900 m 중앙 = 900 m 우측 = 900 m
(9) 설계속도 : 100.000 km/h
(10) 사용자 및 물리적 특성

① 강재

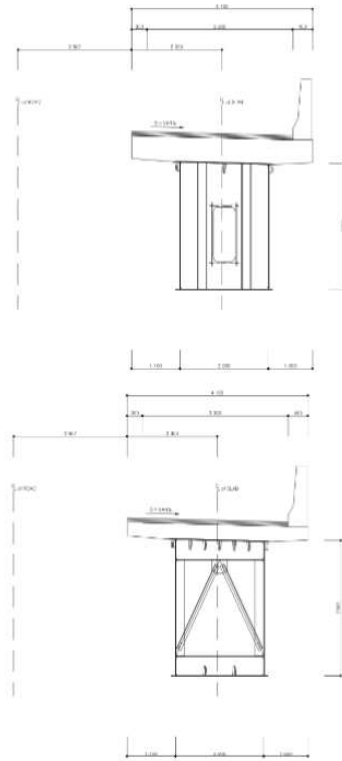
• 사용재료

주부재	SM490B(상판, 하판, 복판, 상부측리브, 하부측리브, 수평보강재, 지점부 디아프램, 지점보강재, 슬랩에이프)
부부재	SM490B(지점부의 디아프램, 수직보강재, 용리브, 일반부 가로보, 지점부 가로보)
강재 탄성계수 (E_s)	206,000 N/mm ²
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000 N/mm ²

• 허용응력 (MPa)

		(단위: MPa)					
		강종	SM 400 SM 400 SM 400	SM 430 SM 430 SM 430	SM 490C SM 520 SM 490	SM 570 SM 570 SM 570	HSB500 HSB600 HSB800
응력종류	판두께(mm)						
축방향 인장응력 인장응력	40 이하	140	190	215	270		
	40 초과 75 이하		175 (190)	200 (215)	260 (270)	230	270
	75 초과 100 이하	130	195 (190)	230 (270)			380

2. 단면가공



10. 사용성검토

10.1 피로검토 (단위: MPa)

가) 응력변폭률

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

나) 응력변폭률 범위 (MPa)

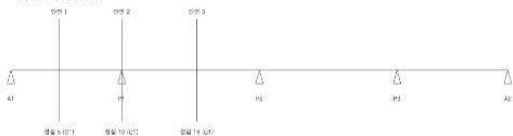
응 력 변 수	다차적 경로구조					단차적 경로구조				
	10 만회	50 만회	200 만회	200 만회이상	10 만회	50 만회	200 만회	200 만회이상		
A	442	260	168	168	351	233	168	168		
B	344	203	125	112	274	161	112	112		
B'	274	161	101	84	218	126	77	77		
C	250	147	91	70	196	112	70	53		
				84*			84*	77*		
D	196	112	70	49	154	91	56	35		
E	154	91	56	31	119	73	42	16		
E'	112	64	40	18	84	49	28	9		
F	105	64	63	56	84	63	49	42		

주 : *는 기타 복판과 플랜지의 수직보강재 응력의 경우

다) 피로조각 및 응력변폭률의 설정

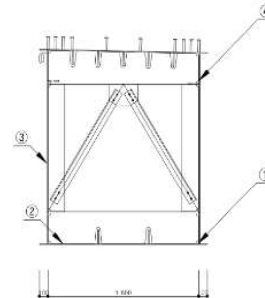
활하중에 의한 도면상의 변형변위가 큰 단면에서 인장응력 및 교차응력이 발생하는 상세부에 대하여 피로검토를 수행 한다.

• 피로조각 단면위치



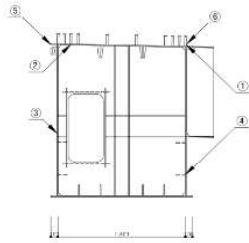
본 교량의 주부재에 속하는 C(지점부)구조물에서 트럭하중 2차선 이상 자선하중 50만회 분 대하여 검토 하는 것으로 한다.

단면 I



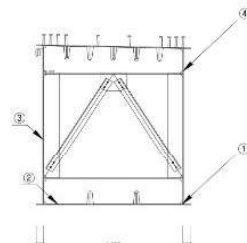
구분	상세	응력 분수	f _{sr} (MPa)		비고
			08 하중	09 하중	
①	플랜지와 복판간의 교차 응력 집중부	B	126	203	
②	인장측 플랜지와 디아프램의 플랫 응력부	C	91	147	
③	복판간의 수직 보강재의 교차 응력 집중부	E	90	91	
④	수평보강재 플랫 응력부	E	56	91	

단면 1-1



구분	상 세	분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
			DB 하중	DL 하중	
①	물받지와 복부판의 연속 골뎨 골상부	B	126	203	
②	인상측 물받지와 디아메르점의 골뎨 골상부	F	63	84	전단파괴됨
③	복부판에 부착된 가로보 연결부 거셋과 용접 골상부	C	91	147	
④	수평보강재 용접 골상부	E	55	91	
⑤	인상측 물받지에 부착된 가로보 거셋과 용접 골상부	E	55	91	
⑥	스터드에 연결한 연결측 플레이트	C	91	147	

단면 1-1



구분	상 세	분 류	f _{sr} (MPa)		비 고
			DB 하중	DL 하중	
①	물받지와 복부판의 연속 골뎨 골상부	B	126	203	
②	인상측 물받지와 디아메르점의 골뎨 골상부	C	91	147	
③	복부판에 부착된 가로보 연결부 거셋과 용접 골상부	E	55	91	
④	수평보강재 용접 골상부	E	55	91	

라) 설계피로응력

- 구조요소에 대한 피로검토

여기서, Δf : 설계피로응력범위 (최대응력과 최소응력의 차)
 $\Delta M = M_{max} - M_{min}$ (4.4 과, 4.5 조항을 적용하여 산출)
 I_v : 합성후 단면의 단면2차 모멘트
 y : 합성후 단면 도심으로부터의 거리

단면 1-1

구분	ΔM (kN·m)		I_v (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	56.261	C	91	147	O.K.
③				622.2	26.087	28.567	E	55	91	O.K.
④				33.5	0.956	1.047	E	55	91	O.K.

단면 1-1

구분	ΔM (kN·m)		I_v (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	52.687	B	126	203	O.K.
②				1075.9	25.734	52.687	C	91	147	O.K.
③	3270.048	6720.461	1.367E+11	230.1	5.504	11.311	E	55	91	O.K.
④				915.1	15.520	40.117	E	55	91	O.K.
⑤				1082.9	25.901	53.231	E	55	91	O.K.
⑥				1075.9	25.734	52.687	C	91	147	O.K.

단면 1-1

구분	ΔM (kN·m)		I_v (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	62.885	B	126	203	O.K.
②	4772.982	6007.752	1.735E+11	1816.2	25.372	31.936	E	55	91	O.K.
④				33.5	0.930	1.170	E	55	91	O.K.

- 전도에 대한 피로검토 - 복부판과 복부판의 횡방향부에 대한 전도피로검토

- 이 부위의 피로상태를 주는 'F'이며, 검토 단면은 전단력이 가장 큰 절점 21을 설정 하였음

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

여기서, $\Delta \sigma$: 설계전도피로응력범위 (최대응력과 최소응력의 차)

$\Delta S = S_{max} - S_{min}$ (4.4 과, 4.5 조항을 적용하여 산출)

Q : 용접선 하측 물받지의 용단면의 종방향에 관한

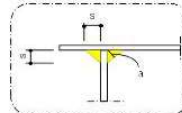
단면 1차 모멘트 (mm³) = $A(mm^2) \cdot y(mm)$

$y = Y_{vsu}(1) - tu(1)/2$

I_v : 합성후 단면의 단면2차 모멘트

Σa : 용접 선상의 각두께의 합 (mm) = $4EA \cdot \sqrt{2}$

s : 용접 종횡 치수 (mm)



- 상부 물받지와 복부판

구 분	ΔS (kN)	tu (mm)	B (mm)	A (mm ²)	Y_{vsu} (mm)	Q (mm ³)	I_v (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 물받지와 복부판

구 분	ΔS (kN)	tu (mm)	B (mm)	A (mm ²)	Y_{vsu} (mm)	Q (mm ³)	I_v (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

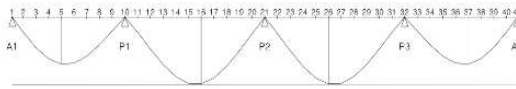
10.2 차점 검토

승강차점률 포함한 승하차에 의한 각 위치별 최대 차점률 (전산 OUTPUT 결과) (단위: mm)

< Girder 1 >

(단위: mm)

차점NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
차점량	0.000	-6.943	-14.084	-19.209	-21.619	-21.221	-18.046	-12.836	-6.458	0.000
차점NO.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
차점량	-7.017	-14.706	-21.574	-27.478	-30.620	-30.836	-28.075	-22.712	-15.571	-7.623
차점NO.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
차점량	0.000	-7.626	-15.573	-22.714	-28.077	-30.837	-30.620	-27.477	-21.572	-14.706
차점NO.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
차점량	-7.015	0.000	-6.459	-12.838	-18.047	-21.224	-21.651	-19.211	-14.084	-6.943
차점NO.	41									
차점량	0.000									



● 허용 차점률

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

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

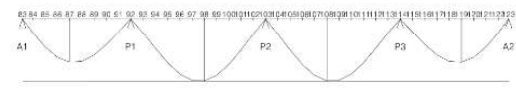
지간 길이 L = 44,250 m

$$\delta 4 = 21.651 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

< Girder 3 >

(단위: mm)

차점NO.	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
차점량	0.000	-6.731	-13.670	-18.659	-21.070	-20.638	-17.559	-12.502	-6.300	0.000
차점NO.	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
차점량	-6.841	-14.326	-21.307	-26.767	-29.834	-30.049	-27.364	-22.145	-15.190	-7.448
차점NO.	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
차점량	0.000	-7.449	-15.191	-22.146	-27.366	-30.049	-29.834	-26.767	-21.306	-14.329
차점NO.	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
차점량	-6.840	0.000	-6.301	-12.503	-17.560	-20.639	-21.071	-18.660	-13.670	-6.731
차점NO.	123									
차점량	0.000									



● 허용 차점률

지간 길이 L = 44,250 m

$$\delta 1 = 21.670 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

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

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

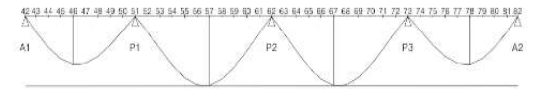
지간 길이 L = 44,250 m

$$\delta 4 = 21.671 \text{ mm} < \delta a = L / 500 = 44.3 \text{ m} / 500 = 88.50 \text{ mm} \quad \text{O.K}$$

< Girder 2 >

(단위: mm)

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



● 허용 차점률

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. 노면(CAMBER)

< Girder 1 >

(단위: mm)

차점 번호	현상점 고정하중		현상점 고정하중	승하차량				비고
	Steel	Concrete		곡률 제거시	현상 제거시	1차 고정하중 제거시	2차 고정하중 제거시	
	(1)	(2)		(3)	(1)-(3) 현재	(4)-(1)	(5)-(2)	
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	13.670	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	13.680	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	5.50	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	5.680	11.130	1.840	18.650	12.970	1.840	0.000	
13	10.540	20.100	3.410	34.350	23.510	3.410	0.000	
14	14.430	27.650	4.780	46.960	32.430	4.780	0.000	
15	16.510	31.900	5.570	54.380	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	P2
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	
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	16.500	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	P3
29	10.540	20.090	3.410	34.040	23.500	3.410	0.000	
30	5.680	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	
33	1.510	3.090	0.550	5.50	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	13.680	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	A2
38	13.670	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	

< Girder 2 >

(단위 : mm)

종단면적	합성재 고정하중		합성재 고정하중	소용량				비고
	Steel	Concrete		공칭재하시	현상거치시	1차 고정하중재하시	2차 고정하중재하시	
	(1)	(2)		(3)	(1)-(3)차	(4)-(1)	(5)-(2)	
42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	A1
43	5.390	10.590	2.210	18.290	12.900	2.210	0.000	
44	10.540	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	44.360	31.250	5.350	0.000	
48	9.640	19.050	3.900	32.580	22.960	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	16.530	31.800	6.470	54.900	38.270	6.470	0.000	
57	16.590	31.770	6.470	54.830	38.210	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	38.210	6.470	0.000	
68	16.530	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	32.580	22.960	3.900	0.000	
77	13.100	25.900	5.350	44.360	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	10.540	21.080	4.380	36.100	25.460	4.380	0.000	
81	5.390	10.590	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

2. 해석 방법별 특성 및 반침 물성치

1) 내진해석

- POT 반침 적용시 내진해석.

- 반침은 NLLINK로 (표 POT 반침 물성치)와 같이 모델링 하였다.
- 해석시 5% 감쇠비를 적용하고 Ritz Vector 해석 수행, 질량참여율이 90% 넘도록 50차 모드 까지 고려 하였다.
- 지진하중은 지반계수 S에 (내진해석시 S=1.2), 가속도계수 A=0.154g 에 해당하는 응답스펙트럼을 사용하였다.
- 해석은 다중모드 응답스펙트럼 방법을 사용하였다.

반침종류	해 석 시 입 력 값	설 명	적용위치	비고
POT 고정단	NAME=POTFX TYPE=GAP	NLLink type	P3	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
POT 일방향 (교축)	NAME=POTM1 TYPE=GAP	NLLink type	A1, A2, P1, P3	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		
POT 일방향 (교식)	NAME=POTM2 TYPE=GAP	NLLink type	P3	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=1E+08 CE=0	교축방향 강성		
POT 양방향	NAME=POTM TYPE=GAP	NLLink type	A1, A2, P1, P3	
	DOF=U1 KE=1E+08 CE=0	수직강성		
	DOF=U2 KE=0 CE=0	교축방향 강성		

< Girder 3 >

(단위 : mm)

종단면적	합성재 고정하중		합성재 고정하중	소용량				비고
	Steel	Concrete		공칭재하시	현상거치시	1차 고정하중재하시	2차 고정하중재하시	
	(1)	(2)		(3)	(1)-(3)차	(4)-(1)	(5)-(2)	
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	47.970	34.100	6.590	0.000	
87	14.680	29.090	6.980	50.750	36.070	6.980	0.000	
88	13.080	25.900	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	34.150	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	19.430	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	19.430	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	34.150	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	25.900	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	47.970	34.100	6.590	0.000	
121	10.530	21.110	5.060	36.500	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

3. 지진하중 (응답스펙트럼)

1) 탄성지진응답계수

구분	적용 계수	비고
구역계수 (Z)	0.110	지진 구역 Ⅰ
지진원도계수 (D)	1.400	내진등급 Ⅰ등급 (재현주기 1000년)
가속도계수 (A)	0.154	A = Z * I

2) 시방계수

구분	적용 계수	비고
지반계수 (S)	1.200	지반등급 Ⅱ

3) 탄성지진응답계수(Ca) 선정

③ T ≤ 4.0 sec

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

③ T > 4.0 sec

$$C_a = (3 \times A \times S) / T^{4/3}$$

여기서, T : 교량의 주기

The graph plots the seismic response coefficient (Ca) on the y-axis (ranging from 0.00 to 0.45) against the period (T) in seconds on the x-axis (ranging from 0.0 to 10.0). The curve begins at a value of 0.4 when T is 0 and decreases rapidly, following a power-law decay. By T=1.0, Ca is approximately 0.25. The curve continues to decrease more gradually, reaching a value of about 0.05 at T=10.0 seconds.

원당천(R-C) 교(부천방향 확장부) - 20

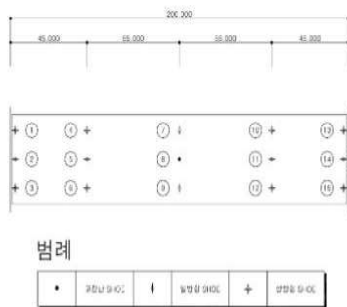
4) 탄성지진응답계수

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
0.0000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.1000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.2000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.3000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.4000	0.1540	1.2000	0.3850	3.7769	
0.5000	0.1540	1.2000	0.3520	3.4533	
0.6000	0.1540	1.2000	0.3117	3.0581	
0.7000	0.1540	1.2000	0.2813	2.7594	
0.8000	0.1540	1.2000	0.2573	2.5244	
0.9000	0.1540	1.2000	0.2379	2.3338	
1.0000	0.1540	1.2000	0.2218	2.1755	
1.1000	0.1540	1.2000	0.2081	2.0415	
1.2000	0.1540	1.2000	0.1964	1.9265	
1.3000	0.1540	1.2000	0.1862	1.8264	
1.4000	0.1540	1.2000	0.1772	1.7383	
1.5000	0.1540	1.2000	0.1692	1.6602	
1.6000	0.1540	1.2000	0.1621	1.5903	
1.7000	0.1540	1.2000	0.1557	1.5273	
1.8000	0.1540	1.2000	0.1499	1.4702	
1.9000	0.1540	1.2000	0.1446	1.4181	
2.0000	0.1540	1.2000	0.1397	1.3705	
2.1000	0.1540	1.2000	0.1352	1.3266	
2.2000	0.1540	1.2000	0.1311	1.2861	
2.3000	0.1540	1.2000	0.1273	1.2485	
2.4000	0.1540	1.2000	0.1237	1.2136	
2.5000	0.1540	1.2000	0.1204	1.1810	
2.6000	0.1540	1.2000	0.1173	1.1505	
2.7000	0.1540	1.2000	0.1144	1.1220	
2.8000	0.1540	1.2000	0.1116	1.0951	
2.9000	0.1540	1.2000	0.1090	1.0698	
3.0000	0.1540	1.2000	0.1066	1.0459	
3.2000	0.1540	1.2000	0.1021	1.0018	
3.4000	0.1540	1.2000	0.0981	0.9621	
3.6000	0.1540	1.2000	0.0944	0.9262	
3.8000	0.1540	1.2000	0.0911	0.8934	
4.0000	0.1540	1.2000	0.0880	0.8633	
4.2500	0.1540	1.2000	0.0805	0.7900	
4.5000	0.1540	1.2000	0.0746	0.7321	

주기 (sec)	가속도 계수	지반 계수	탄성지진 응답계수	탄성지진 가속도 (m/sec ²)	비고
4.7500	0.1540	1.2000	0.0684	0.6811	
5.0000	0.1540	1.2000	0.0648	0.6361	
5.2500	0.1540	1.2000	0.0608	0.5960	
5.5000	0.1540	1.2000	0.0571	0.5602	
5.7500	0.1540	1.2000	0.0536	0.5280	
6.0000	0.1540	1.2000	0.0508	0.4988	
6.2500	0.1540	1.2000	0.0482	0.4724	
6.5000	0.1540	1.2000	0.0457	0.4483	
6.7500	0.1540	1.2000	0.0435	0.4263	
7.0000	0.1540	1.2000	0.0414	0.4062	
7.2500	0.1540	1.2000	0.0395	0.3876	
7.5000	0.1540	1.2000	0.0378	0.3705	
7.7500	0.1540	1.2000	0.0361	0.3546	
8.0000	0.1540	1.2000	0.0347	0.3399	
8.2500	0.1540	1.2000	0.0333	0.3263	
8.5000	0.1540	1.2000	0.0320	0.3135	
8.7500	0.1540	1.2000	0.0307	0.3016	
9.0000	0.1540	1.2000	0.0296	0.2905	
9.2500	0.1540	1.2000	0.0286	0.2801	
9.5000	0.1540	1.2000	0.0276	0.2703	
9.7500	0.1540	1.2000	0.0266	0.2611	
10.0000	0.1540	1.2000	0.0257	0.2524	
15.0000	0.1540	1.2000	0.0150	0.1470	
20.0000	0.1540	1.2000	0.0102	0.1002	

5. 내진 해석결과

5.1 받침 배치도



5.2 받침 수평력 검토

위 치	방 향		종량 (kN)	지진시 작용 수평력(kN)				지진시 작용 수평력 (kN)				판정	비고
	NO.	Type		교속배식		교직배식		교속배식		교직배식			
				교속	교직	교속	교직	교속	교직	교속	교직		
A1	1	상방향	2000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
	2	교속배식	2000G42	0	218	0	701	0	1,043	OK	OK		
	3	상방향	2000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
	4	상방향	5000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
P1	5	교속배식	4500G42	0	726	0	2,328	0	2,340	OK	OK		
	6	상방향	5000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
P2	7	교직배식	5000G50	2,529	0	783	0	3,250	0	0	OK	OK	
	8	교직인	4500G60	2,547	991	779	3,280	3,510	3,510	OK	OK		
	9	교직배식	5000G50	2,618	0	814	0	3,250	0	0	OK	OK	
P3	10	상방향	5000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
	11	교속배식	4500G42	0	668	0	2,120	0	2,340	OK	OK		
	12	상방향	5000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
A2	13	상방향	2000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	
	14	교속배식	2000G42	0	188	0	604	0	1,043	OK	OK		
	15	상방향	2000M	0	0	0	0	0	0	0	OK	OK	

5.3 받침 변위 검토

위 치	분 류		용량 (kN)	지진시 작용 변위(mm)				지진시 허용 변위 (mm)				판정		비고
	NO.	Type		교속배식		교직배식		교속		교직		교속	교직	
				교속	교직	교속	교직	교속	교직					
A1	1	상방향	2000M	25	0	8	0	50	20	OK	OK			
	2	교속배식	2000G42	24	0	7	0	50	0	OK	OK			
P1	3	상방향	2000M	25	0	8	0	50	20	OK	OK			
	4	상방향	5000M	25	1	7	2	50	20	OK	OK			
	5	교속배식	4500G42	22	0	7	0	50	0	OK	OK			
	6	상방향	5000M	22	1	7	2	50	20	OK	OK			
P2	7	교직배식	5000G50	0	1	0	3	0	20	OK	OK			
	8	교직배식	4500G60	0	0	0	0	0	0	OK	OK			
	9	교직배식	5000G50	0	1	0	3	0	20	OK	OK			
P3	10	상방향	5000M	22	1	7	2	50	20	OK	OK			
	11	교속배식	4500G42	22	0	7	0	50	0	OK	OK			
	12	상방향	5000M	22	1	7	2	50	20	OK	OK			
A2	13	상방향	2000M	25	0	8	0	50	20	OK	OK			
	14	교속배식	2000G42	24	0	7	0	50	0	OK	OK			

5.4 부재력 해석 결과

1) 교각하단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교목방향 지진력 작용시				교목 직각방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교목	교각	교목	교각	교목	교각	교목	교각	
P1	P1B	6.21	4,799	322	614	42	47	27,336	32	2,384	
P2	P2B	5.21	62,187	76	2,310	29	198	34,119	17	3,484	
P3	P3B	7.21	5,175	389	638	47	45	26,233	35	2,380	

2) 교각상단 부재력

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	교목방향 지진력 작용시				교목 직각방향 지진력 작용시				비고
			모멘트 (kN·m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN·m)		전단력 (kN)		
			교목	교각	교목	교각	교목	교각	교목	교각	
P1	P1T	6.21	2,112	178	556	35	47	15,846	3	2,569	
P2	P2T	5.21	54,737	49	2,893	16	83	22,123	28	3,471	
P3	P3T	7.21	2,298	214	544	40	39	14,862	7	2,363	

5.5 부재력 하중조합 (적용 부재력)

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

1) 교각하단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교목	교각	교목	교각	교목	교각	교목	교각	
P1	P1B	6.71	4,813	8,535	623	817	1,487	27,433	216	2,597	
P2	P2B	5.21	62,247	10,314	7,827	1,074	19,827	34,143	2,430	5,493	
P3	P3B	7.21	5,187	8,289	637	761	1,594	26,353	230	2,394	

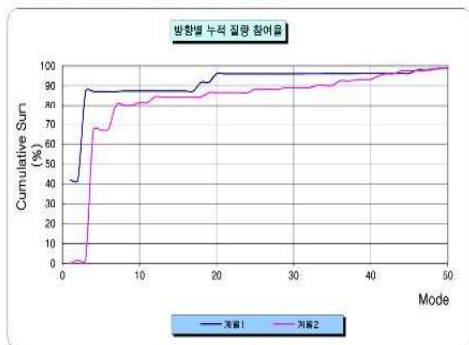
2) 교각상단 하중조합

교 각	부 재 No.	높 이 (m)	COM1				COM2				비고
			모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		모멘트 (kN-m)		전단력 (kN)		
			교목	교각	교목	교각	교목	교각	교목	교각	
P1	P1T	6.71	2,126	4,931	558	802	631	15,899	176	2,570	
P2	P2T	5.21	54,762	6,630	7,901	1,058	10,504	22,116	2,394	5,476	
P3	P3T	7.21	2,238	4,674	566	746	731	14,927	176	2,365	

Mode	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X MASS(%)	SUM(%)	TRAN-Y MASS(%)	SUM(%)	TRAN-Z MASS(%)	SUM(%)
42	0.032	194.504	35.056	0.330	96.137	1.124	96.021	0.002	74.721
43	0.038	222.027	39.480	0.320	96.137	0.008	96.029	9.975	84.696
44	0.039	238.541	37.965	0.324	96.141	1.497	97.558	3.101	84.797
45	0.021	330.063	47.852	0.320	96.141	0.006	97.512	8.065	82.882
46	0.017	351.197	57.406	1.759	97.910	0.006	97.518	0.013	82.885
47	0.016	432.620	64.079	0.327	97.917	0.006	97.554	1.090	84.801
48	0.011	550.632	86.259	0.159	98.000	0.963	98.467	0.002	84.893
49	0.010	641.633	102.151	0.715	98.604	0.192	98.679	0.000	84.893
50	0.007	918.023	146.790	0.301	98.800	0.003	98.683	0.923	85.818

▷ 횡방향 누적 질량 참여율

교각의 해석결과 방향별 누적 질량 참여율의 합이 90% 이상 임을 확인하여 본 해석에 교각의 동적거동을 충분히 구현하고 있음을 확인하였다.

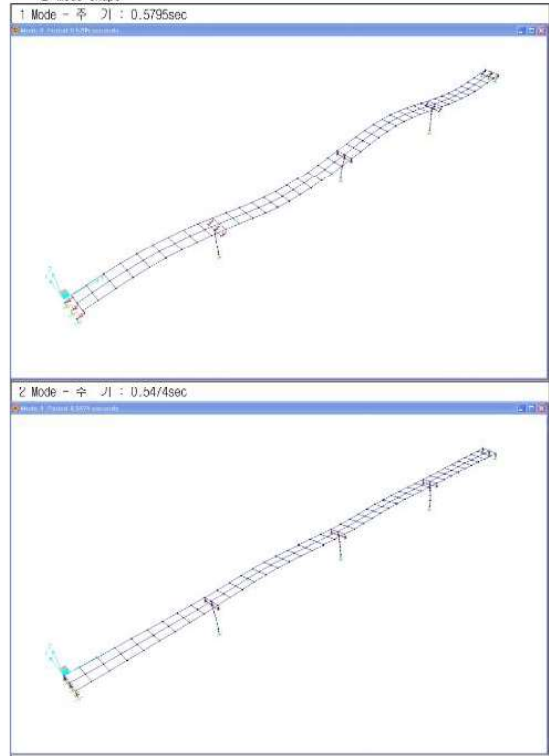


5.8 질량참여율

◎ 질량참여율

Mode No	Period (sec)	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	TRAN-X MASS(%)	SUM(%)	TRAN-Y MASS(%)	SUM(%)	TRAN-Z MASS(%)	SUM(%)
1	0.676	9.296	1.480	41.884	41.884	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.555	19.551	1.679	0.122	41.986	1.040	1.040	0.000	0.000
3	0.579	19.843	1.726	45.598	87.603	0.009	1.048	0.000	0.000
4	0.547	11.478	1.697	0.321	87.994	66.275	66.373	0.000	0.000
5	0.464	13.542	2.150	0.000	87.994	0.019	66.397	0.008	0.009
6	0.460	13.970	2.229	0.320	87.994	0.005	67.852	0.000	0.000
7	0.436	14.338	2.282	0.320	87.994	12.399	80.221	0.000	0.000
8	0.544	19.249	2.904	0.243	87.927	0.000	80.221	0.000	0.000
9	0.363	20.705	3.295	0.320	87.927	0.000	80.221	39.406	59.465
10	0.266	23.430	3.728	0.320	87.927	1.310	81.531	0.000	59.465
11	0.254	26.889	4.280	0.320	87.927	0.004	81.535	0.000	59.465
12	0.255	30.624	4.874	0.320	87.927	2.832	84.367	0.000	59.465
13	0.199	31.575	5.025	0.320	87.927	0.000	84.367	0.000	59.465
14	0.185	34.318	5.462	0.321	87.928	0.000	84.367	0.000	59.465
15	0.171	36.696	5.838	0.320	87.928	0.005	84.373	0.000	59.465
16	0.161	38.061	6.217	0.320	87.928	0.001	84.374	0.000	59.465
17	0.159	39.478	6.283	0.352	87.980	0.000	84.374	0.000	59.465
18	0.149	42.137	6.708	4.385	91.736	0.000	84.374	0.000	59.465
19	0.145	43.403	6.908	0.320	91.736	2.093	86.466	0.000	59.465
20	0.136	46.110	7.329	4.284	95.998	0.000	86.466	0.000	59.465
21	0.134	48.839	7.455	0.320	95.998	0.000	86.472	0.000	59.465
22	0.132	47.567	7.570	0.320	95.998	0.000	86.472	0.001	59.466
23	0.130	48.364	7.697	0.320	95.998	0.000	86.472	0.000	59.466
24	0.110	57.245	8.111	0.320	95.998	0.002	86.473	0.000	59.466
25	0.106	57.836	8.221	0.320	95.998	1.834	88.328	0.000	59.468
26	0.104	60.463	8.623	0.324	96.002	0.000	88.328	0.000	59.466
27	0.100	62.838	9.069	0.320	96.002	0.000	88.328	0.253	59.719
28	0.091	69.824	10.954	0.320	96.002	0.000	88.328	0.000	59.719
29	0.086	71.301	11.948	0.320	96.002	0.546	88.854	0.000	59.719
30	0.076	80.989	12.877	0.320	96.002	0.000	88.854	0.000	59.719
31	0.074	84.742	13.487	0.320	96.002	0.122	89.241	0.001	59.720
32	0.073	86.561	13.775	0.313	96.016	0.003	89.244	0.000	59.720
33	0.069	90.849	14.469	0.320	96.016	1.012	90.256	0.000	59.720
34	0.066	95.071	15.131	0.371	96.086	0.000	90.256	0.005	59.725
35	0.064	96.408	15.062	0.320	96.086	0.000	90.256	0.004	60.809
36	0.051	122.511	19.498	0.320	96.086	2.430	92.487	0.000	60.809
37	0.046	128.376	20.432	0.320	96.086	0.001	92.487	8.664	74.473
38	0.046	130.531	21.730	0.323	96.089	0.215	92.722	0.007	74.480
39	0.042	148.577	23.647	0.324	96.092	0.505	93.226	0.001	74.481
40	0.039	161.306	25.673	0.320	96.092	0.005	93.211	0.233	74.714
41	0.034	182.622	28.065	0.314	96.100	1.605	94.876	0.005	74.719

◎ Mode Shape



23.2.2 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 23.2.1】 원당천(R-C)교(부천방향 확장부) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	원당천(R-C)교(부천방향 확장부)는 현장조사 및 분석 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 시설물의 전반적인 안정성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로 판단된다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	원당천(R-C)교(부천방향 확장부)는 현장조사 및 분석 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 시설물의 전반적인 안정성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로 판단된다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 상태양호	양호

23.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

23.2.4 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.	

23.2.5 시설물 보수 이력

【표 23.2.2】 원당천(R-C) 교(부천방향 확장부) 보수이력사항

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

23.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 23.2.3】 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.			

23.3 현장조사

23.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

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

【사진 23.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

23.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 원당천(R-C) 교(부천방향 확장부)는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=200.0m 폭 11.2m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



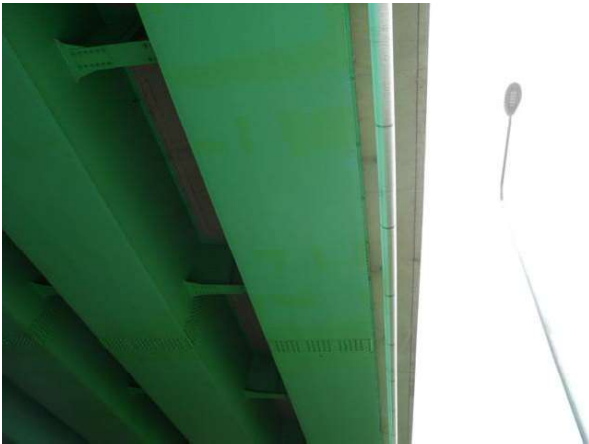
【사진 23.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

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

	
바닥판 하면 S1 상태양호	바닥판 하면 S2 상태양호
	
바닥판 하면 S3 상태양호	바닥판 하면 S4 상태양호

【사진 23.3.3】 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 3열로 시공되었으며, 도보 및 고소작업차로 현장조사를 실시하였다



【사진 23.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.2】 거더 현장조사 결과

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

	
거더외부 S1 상태양호	거더외부 S2 상태양호
	
거더내부 S1 상태양호	거더내부 S4 상태양호

【사진 23.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

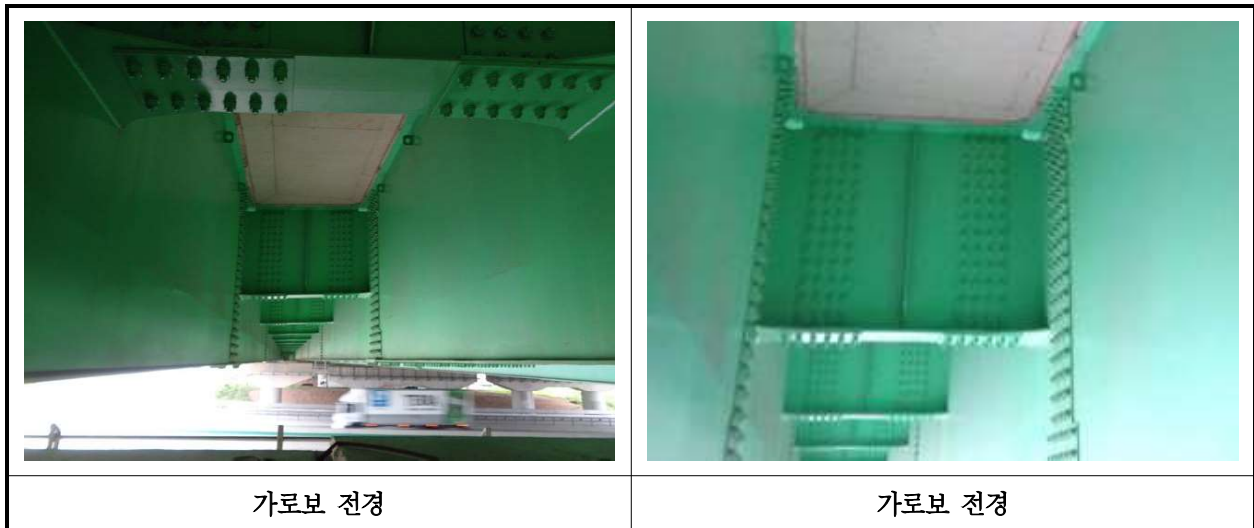
4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



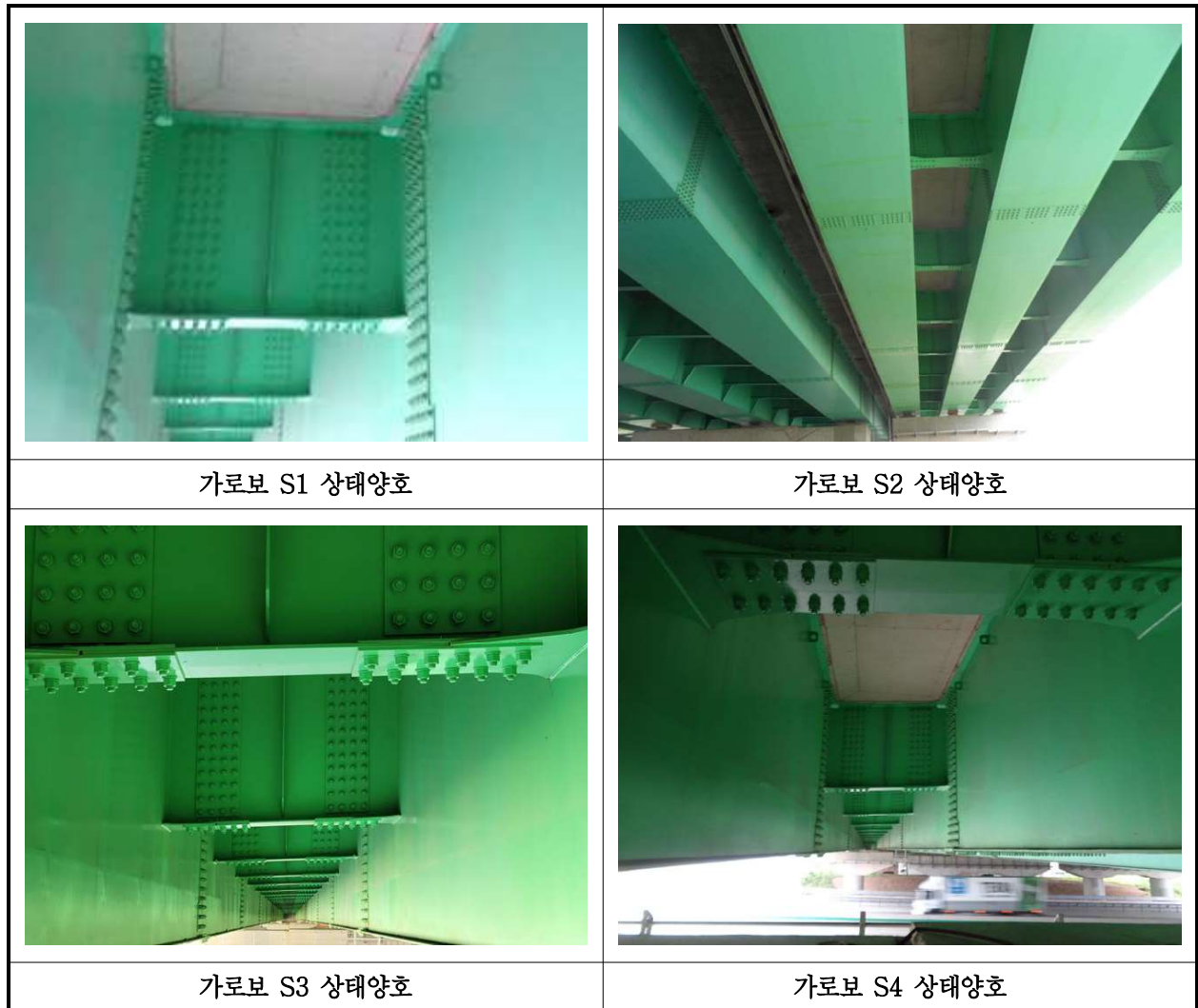
【사진 23.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.3】 가로보 현장조사 결과

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



【사진 23.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 박리의 손상이 확인되었다.

【표 23.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	박리 (㎡/개소)	
A1	4.00	1
A2	—	—
합계	4.00	1

	
교대 A1 박리(2.0×2.0)	교대 A1 박리(2.0×2.0)
	
교대 A1 박리(2.0×2.0)	교대 A1 박리(2.0×2.0)

【사진 23.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음, 배수시설 및 외부 우수유입으로 인한 박리가 확인되었고, 손상부는 신축이음, 배수시설과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 이에 단면보수 등의 조치가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.5】 교각 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
합계	—	—

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

【사진 23.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

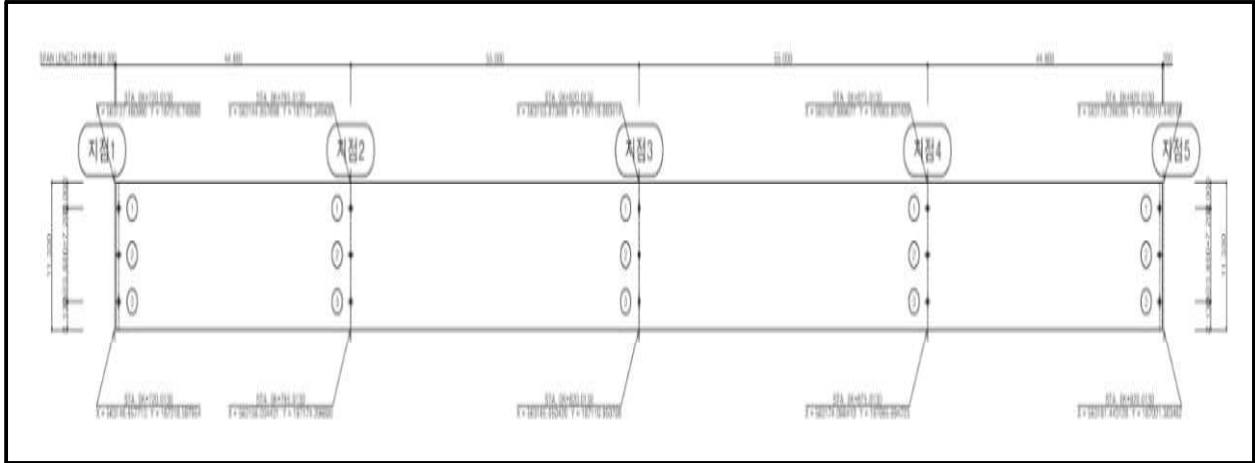
4) 검토의견

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

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 원당천(R-C) 교(부천방향 확장부)의 받침은 포트받침으로 총 15기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 23.3.1】 교량받침 배치도



【사진 23.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.6】 교량받침 현장조사 결과

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



【사진 23.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

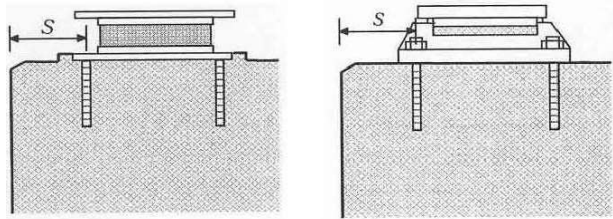
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

5) 연단거리 검토

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



(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 23.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 23.3.14】 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 23.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)			검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	
A1		425	500	510	510	O.K
P1	A1측	475	870	870	870	O.K
	A2측	475	880	870	880	O.K
P2	A1측	475	870	880	875	O.K
	A2측	475	890	890	885	O.K
P3	A1측	475	890	870	875	O.K
	A2측	475	890	885	885	O.K
A2		425	520	510	560	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 23.3.15】교량받침 이동량 측정

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

【표 23.3.8】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팽창 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 23.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	40(A1)	140	60	56.2	15.8	± 100	OK
	SH2	40(A1)	140	60	56.2	15.8	± 100	OK
	SH3	40(A1)	140	60	56.2	15.8	± 100	OK
P1	SH1	5(A2)	95	105	30.9	8.7	± 100	OK
	SH2	5(A2)	95	105	30.9	8.7	± 100	OK
	SH3	5(A2)	95	105	30.9	8.7	± 100	OK
P2	SH1,2	고정단						
P3	SH1	10(A2)	110	90	30.9	8.7	± 100	OK
	SH2	10(A2)	110	90	30.9	8.7	± 100	OK
	SH3	10(A2)	110	90	30.9	8.7	± 100	OK
A2	SH1	30(A2)	130	70	56.2	15.8	± 100	OK
	SH2	30(A2)	130	70	56.2	15.8	± 100	OK
	SH3	30(A2)	130	70	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.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 강평거조인트로 시공된 상태이다.



【사진 23.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 토사 퇴적의 손상이 확인되었다.

【표 23.3.10】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	토사퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	2.50	1
A2 (EXP J2)	—	—
합계	2.50	1

	
신축이음 A1 토사퇴적(L=2.50m)	신축이음 A1 후타재 상태양호
	
신축이음 A2 상태양호	신축이음 A2 후타재 상태양호

【사진 23.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음의 현장조사 결과, 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 토사퇴적의 손상이 발생하였고, 신축이음 장치의 원활한 가동을 위하여 주기적인 정비를 통한 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. 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><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><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></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}																			
소요 신축량																							

【사진 23.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	46.8	13.2	0.000012	100.0	56.2	15.8	80.0	80.0	100.0	
A2	46.8	13.2	0.000012	100.0	56.2	15.8	85.0	210.0	250.0	

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

【표 23.3.12】 신축이음 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①-③)	최대 신장시 (③-②)	
A2	신축이음	56.2	15.8	80.0	200	63.8	64.2	O.K
	바닥판	56.2	15.8	80.0	-	-	64.2	O.K
	거더	56.2	15.8	100.0	-	-	84.2	O.K
A2	신축이음	56.2	15.8	85.0	200	58.8	69.2	O.K
	바닥판	56.2	15.8	210.0	-	-	194.2	O.K
	거더	56.2	15.8	250.0	-	-	234.2	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.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.13】 교면포장 현장조사 결과

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

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

【사진 23.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.14】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 토사퇴적 (개소)	
S1	11.00	11
S2	19.00	19
S3	19.00	19
S4	14.00	14
합계	63.00	63

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

【사진 23.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.23】 방호벽 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.15】 방호벽 현장조사 결과

구분	방호벽 파손 (㎡/개소)		방음벽 파손 (개소)	
S1	0.04	1	1.00	1
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
합계	0.04	1	1.00	1

	
방호벽 S1 접속부 파손(0.2×0.2)	방호벽 S1 방음벽 파손(1EA)
	
방호벽 S1 상태양호	방호벽 S2 상태양호

【사진 23.3.24】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 P1~3에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 23.3.25】 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 23.3.16】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
합계	—	—

	
점검시설 상태양호	점검로 상태양호

【사진 23.3.26】 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.

23.3.3 현장조사 총괄표

【표 23.3.17】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		상태양호	—	—	—	
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	
	거더내부	상태양호	—	—	—	
가로보		상태양호	—	—	—	
교대		박리	m ²	4.00	1	
교각		상태양호	—	—	—	
교량받침		상태양호	—	—	—	
신축이음		토사퇴적	m	2.50	1	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		배수구 토사퇴적	EA	63.00	63	
방호벽	방호벽 파손		m ²	0.04	1	
	방음벽 파손		EA	1.00	1	
점검시설		상태양호	—	—	—	

23.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

23.4 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.

23.4.1 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 23.4.1】 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

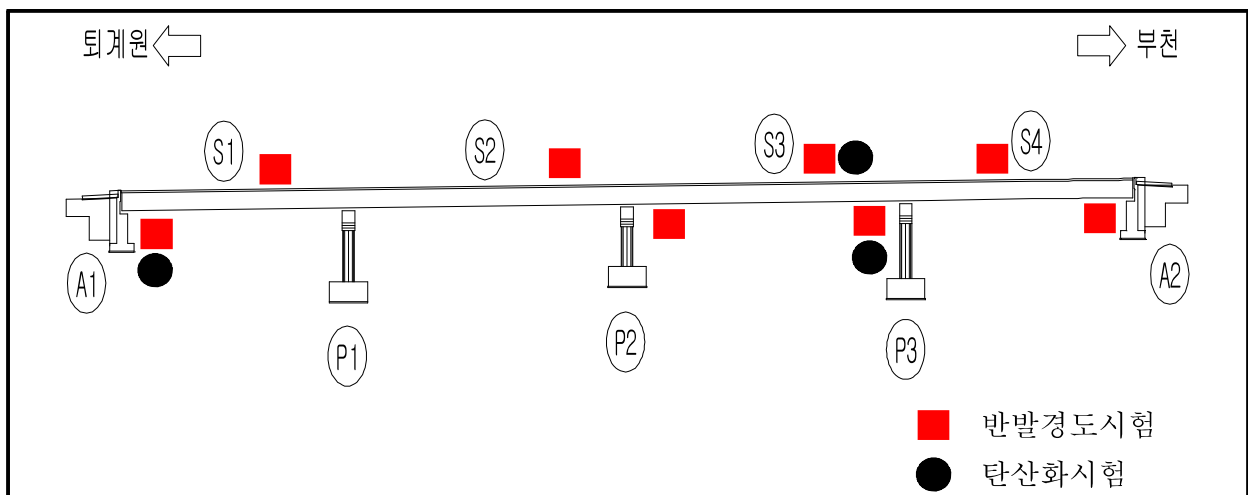
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

23.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 8개소)를 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 23.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.0	27.1	28.6	0.67	27.0	
	S2	바닥판	46.1	27.2	28.7			
	S3	바닥판	46.3	27.3	28.8			
	S4	바닥판	46.0	27.1	28.6			

【표 23.4.3】 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	24.2	27.0	0.67	24.0	
	A2	교대	45.8	26.9	28.5			

【표 23.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P2	교각	48.8	41.2	49.3	0.67	40.0	
	P3	교각	48.0	40.4	48.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~28.8MPa, 하부구조(교대) 24.2~28.5MPa,
하부구조(교각) 40.4~49.3MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0
MPa, 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.

【표 23.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.8	27.0	100.2 ~ 106.5
하부구조	교대	24.2 ~ 28.5	24.0	101.0 ~ 118.7
	교각	40.4 ~ 48.0	40.0	101.1 ~ 123.1

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 23.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S3 바닥판	1.00	40.00	39.00	0.71	100년이상	a
하부구조	A1 교대	0.50	100.00	99.50	0.35	100년이상	a
	P3 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 23.4.7】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 23.4.8】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.2~28.5	24.0	
		교각	40.4~48.0	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.

23.5 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 현장조사방도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

23.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 ‘A등급’으로 산정되었다.

【표 23.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	a	a	a	a	c	c	b	a	a	q	—	a
S2	P1	STB	a	a	a	a	c	a	—	a	a	q	—	—
S3	P2	STB	a	a	a	a	c	a	—	a	a	q	a	—
S4	P3	STB	a	a	a	a	c	a	—	a	a	q	—	a
	A2								a	a	a	q	—	—
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.400	0.175	0.150	0.100	0.100	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.007	0.012	0.004	0.014	0.009	0.020	—	0.004	0.003
													0.115	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.115) < 0.130$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 23.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
원당천(R-C)교 (부천방향 확장부)	0.115	A	200	1	200	1.000	0.115
합계(Σ)			200	1	200	1.000	0.115
1. 평가지수 =							0.115
2. 상태평가결과 =							A

23.5.2 기 점검 결과와의 비교

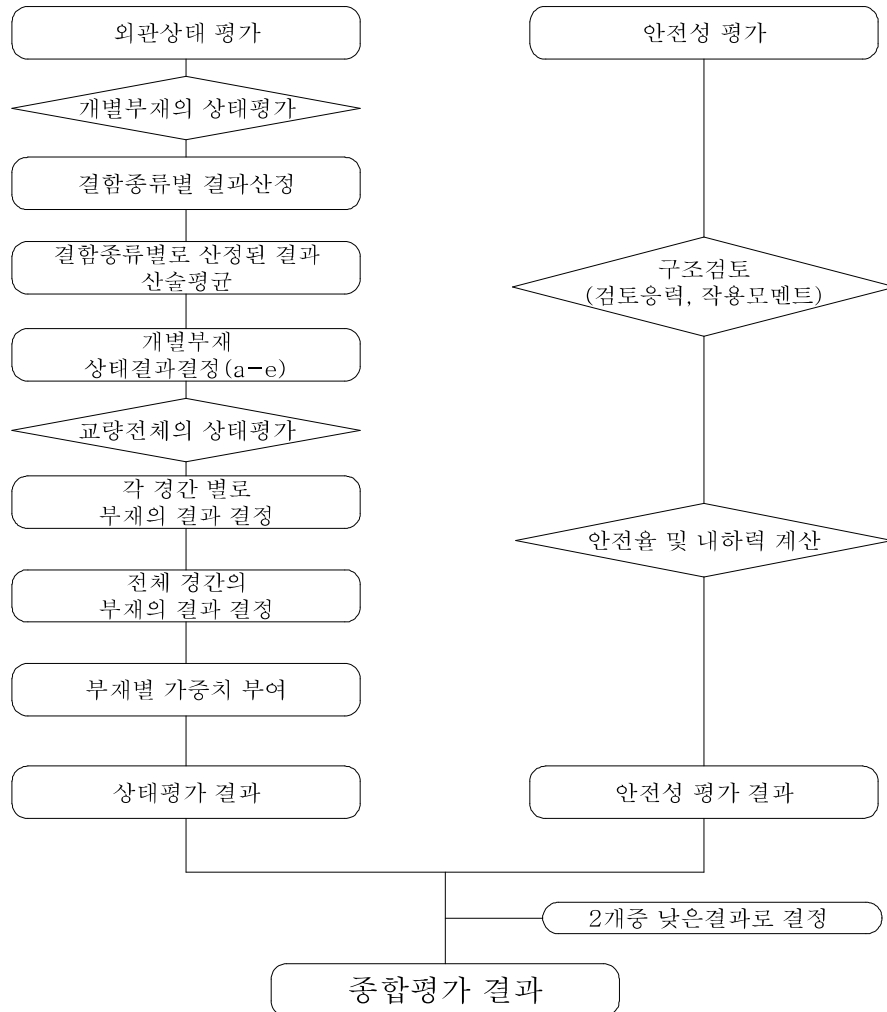
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

23.6 종합평가 및 안전등급 지정

23.6.1 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 23.6.1】 종합평가 결과 산정절차

23.6.2 종합평가 결과

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

【표 23.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
원당천(R-C) 교 (부천방향 확장부)	0.115	A	—	—	A
종합평가	•문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 로 평가됨 •종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

23.6.3 안전등급 지정

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

【표 23.6.2】 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

23.7 보수·보강 및 유지관리방안

23.7.1 보수·보강 방안

【표 23.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면		상태양호	—	—	—	—	—
거더	거더외부	상태양호	—	—	—	—	—
	거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보		상태양호	—	—	—	—	—
교대		박리	m²	4.00	1	단면보수	하자
교각		상태양호	—	—	—	—	—
교량받침		상태양호	—	—	—	—	—
신축이음		토사퇴적	m	2.50	1	정비	하자
교면포장		상태양호	—	—	—	—	—
배수시설		배수구 토사퇴적	EA	63.00	63	정비	하자
방호벽		방호벽 파손	m²	0.04	1	단면보수	하자
		방음벽 파손	EA	1.00	1	정비	하자
점검시설		상태양호	—	—	—	—	—

23.7.2 개략공사비

【표 23.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	박리	단면보수	4.00	6.00	m²	—	—	하자
신축이음	토사퇴적	정비	2.50	3.75	m	—	—	하자
배수시설	배수구 토사퇴적	정비	63.00	63.00	EA	—	—	하자
방호벽	방호벽 파손	단면보수	0.04	0.06	m²	—	—	하자
	방음벽 파손	정비	1.00	1.00	EA	—	—	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.

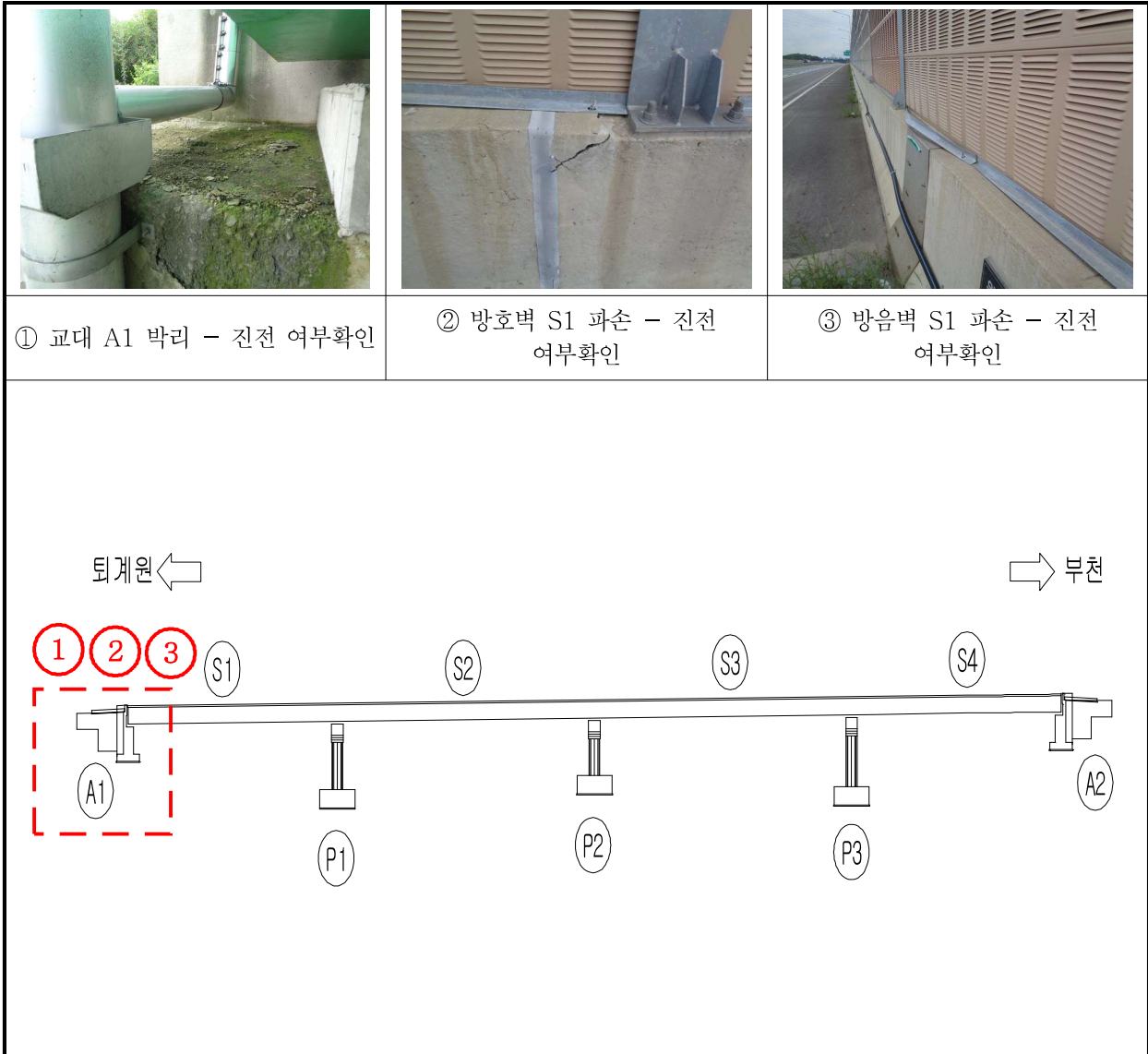
23.7.3 유지관리방안

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 23.7.3】 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



23.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 277-11에 위치한 교량으로 총 연장 200.0m, 폭 11.2m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

23.8.1 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) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음, 배수시설 및 외부 우수유입으로 인한 박리가 확인되었고, 손상부는 신축이음, 배수시설과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 이에 단면보수 등의 조치가 요구된다.

5) 교각

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

6) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 해당 부재는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음의 현장조사 결과, 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 토사퇴적의 손상이 발생하였고, 신축이음 장치의 원활한 가동을 위하여 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

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

10) 방호벽

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

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~28.8MPa, 하부구조(교대) 24.2~28.5MPa, 하부구조(교각) 40.4~49.3MPa 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-C)교(부천방향 확장부)의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.115, 상태평가 점수는 “A”로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 원당천(R-C)교(부천방향 확장부)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「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.

23.8.2 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.

23.8.3 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.