19. 서문15교

19.1 시설물 개요
19.2 자료수집 및 분석
19.3 현장조사
19.4 콘크리트 내구성조사
19.5 상태평가
19.6 종합평가 및 안전등급 지정
19.7 보수·보강 및 유지관리 방안
19.8 종합결론

19. 서문15교

19.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 대덕로 158-121 (현천동)에 위치한 교량으로 총 연장 876.0m, 폭 21.0m로 시공되어 있다.

19.1.1 일반사항

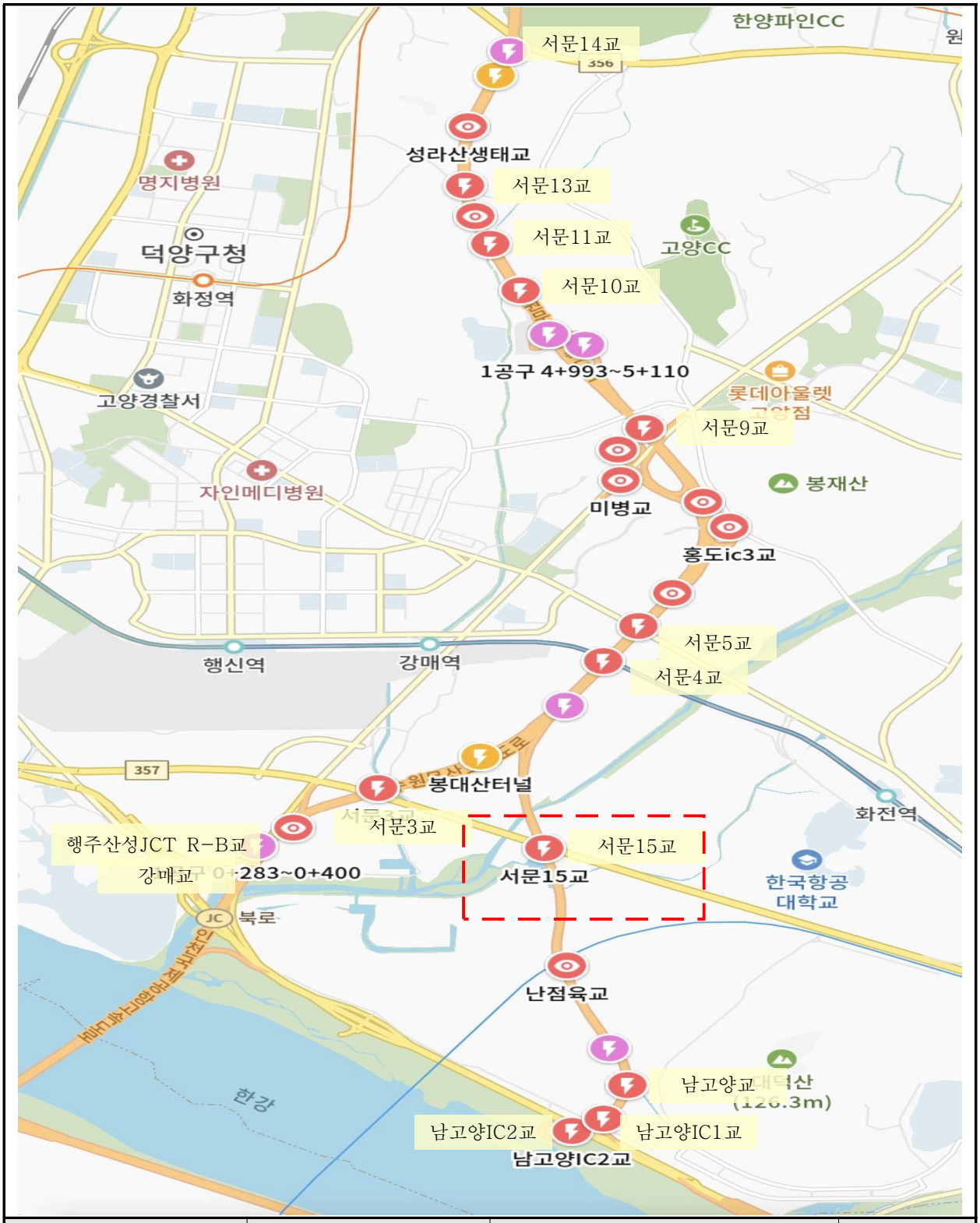
【표 19.1.1】 서문15교 일반사항

구 분		내 용	구 분		내 용
시설물번호		BR2020-0000234	관리번호		-
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 대덕로 158-121 (현천동)	준공년월일		2020. 11. 06
시점이정		-	노 선 명		고속국도 17호선
제원	연장	L=876.0m (4@50+45+2@50+45+50+2@75+50+2@50+3@45≒876m)			
	폭	B=21.0m, 4차로			
구조형식	상부	Bicon + Steel Box	기초형식	교 대	A1 : 강관말뚝기초 A2 : 직접기초
	하부	교대: 역T형, 교각: T형		교 각	P1~P9,P12,P13,P15,P16 : 강관말뚝기초 P10,P11,P14 : 현장타설말뚝
교량받침		면진받침	신축이음		강핑거죠인트
교차시설물		-	통과높이		-
부착시설내용		-	설계하중		DB-24/DL-24
시 공 자		지에스건설㈜	설 계 자		㈜다산컨설턴트
감 리 자		㈜동일기술공사	관리주체		서울문산고속도로주식회사

측면 전경

상부 전경

19.1.2 위치도 및 전경사진



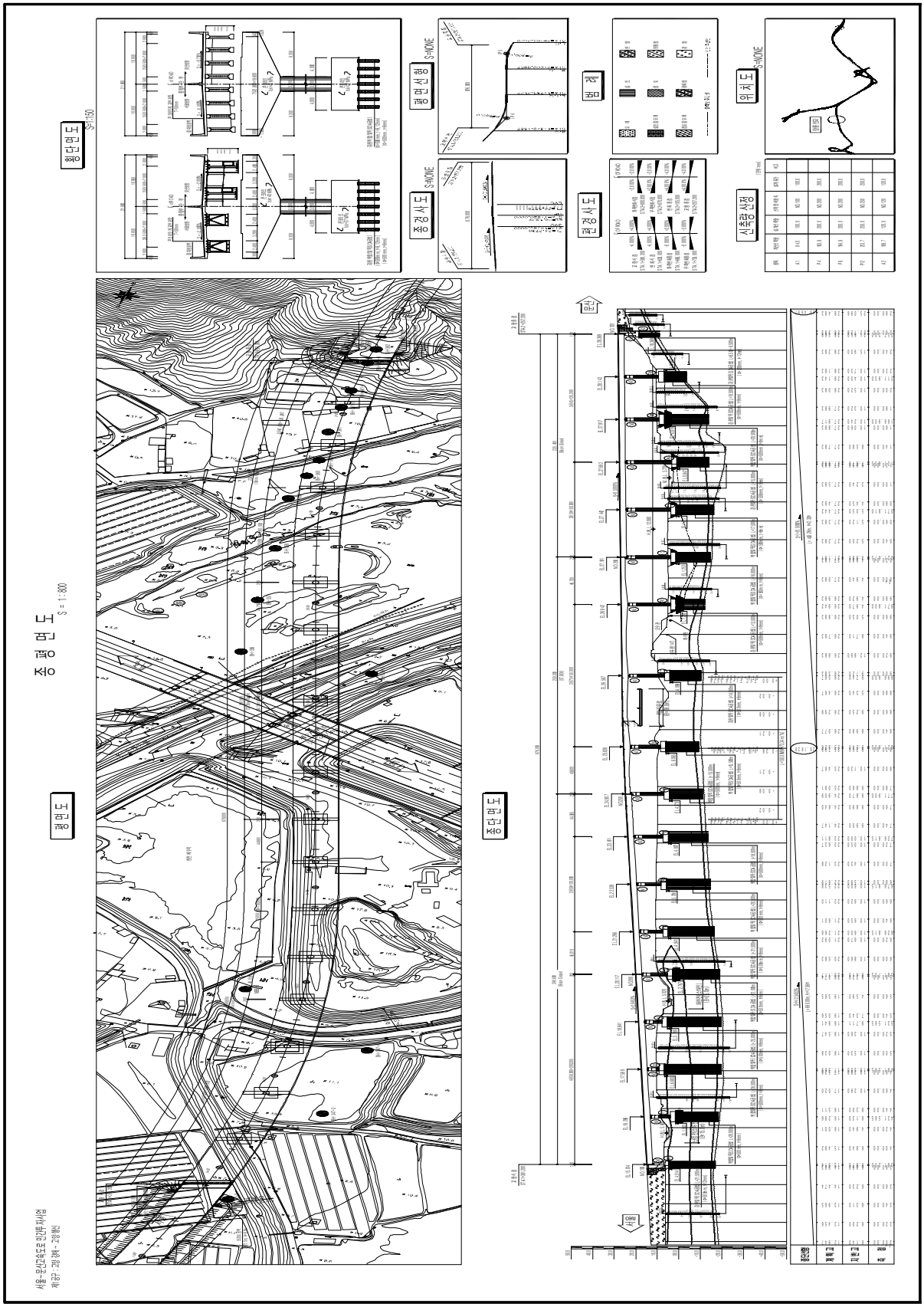
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S17	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	

【그림 19.1.1】 위치도

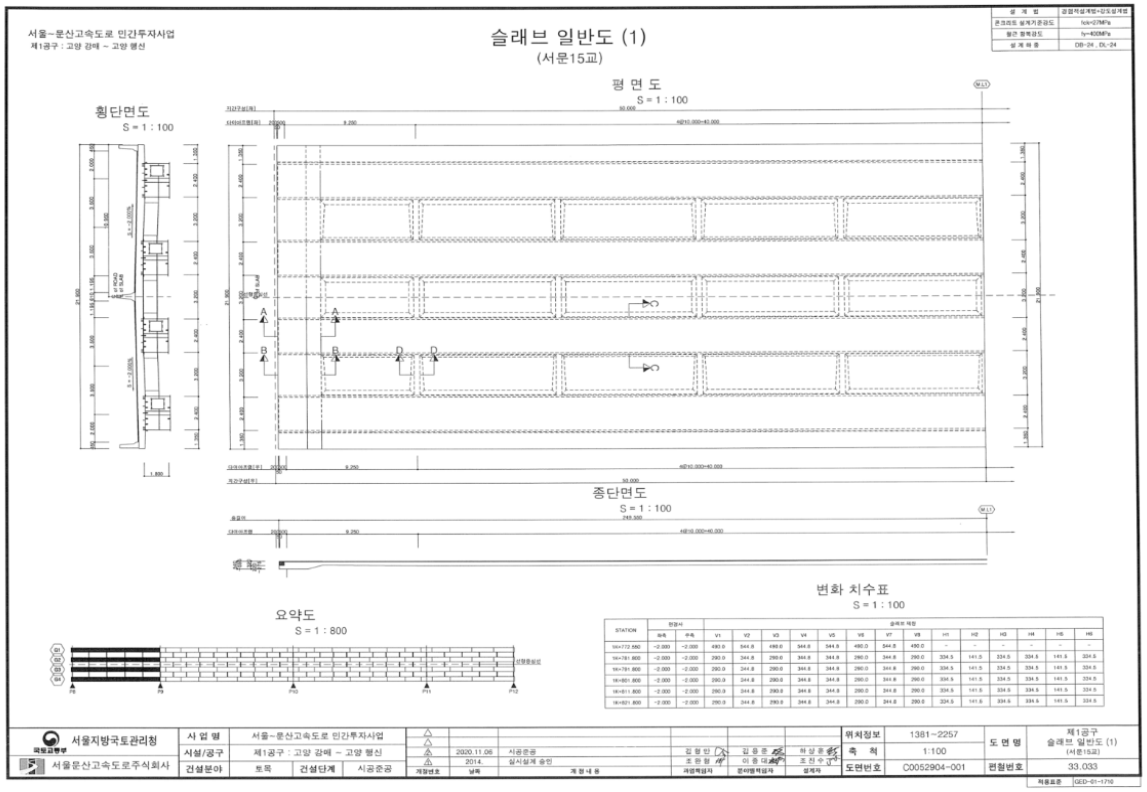
교면포장 전경	신축이음 전경
거더 전경	바닥판하면 전경
교대 전경	교각 전경

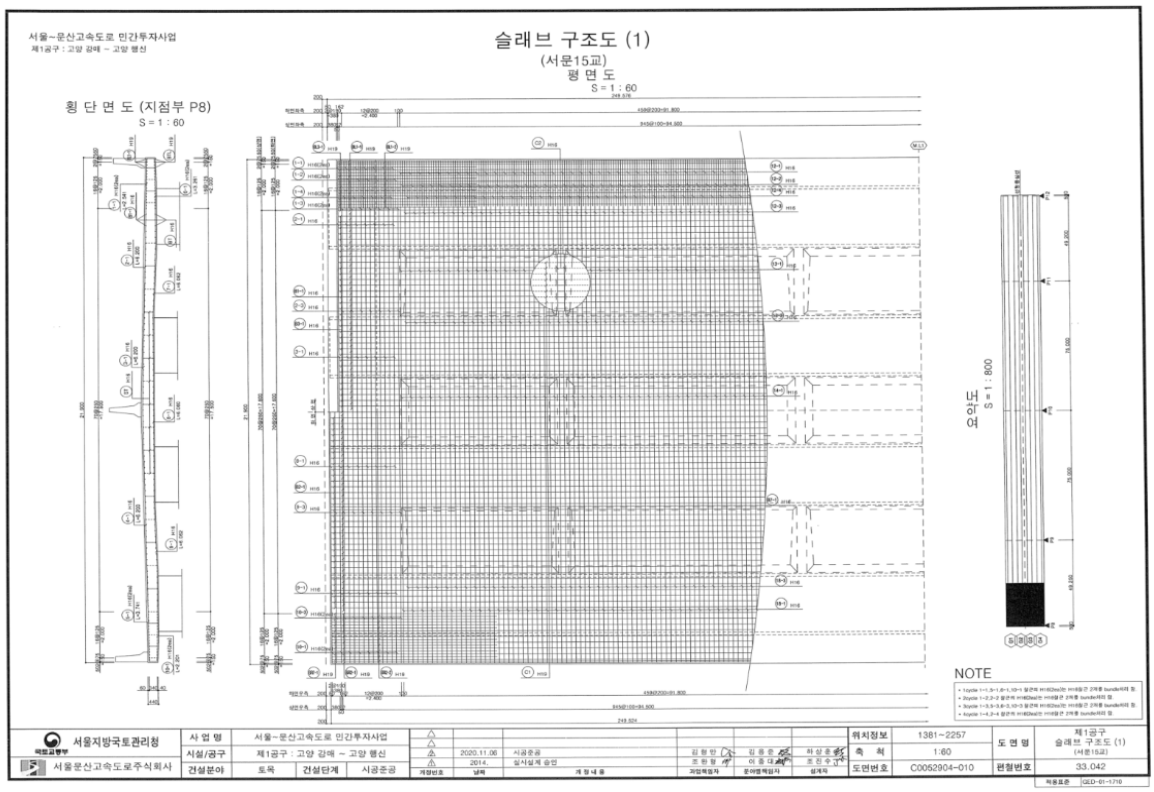
【그림 19.1.2】 부재별 현황

19.1.3 시설물 일반도

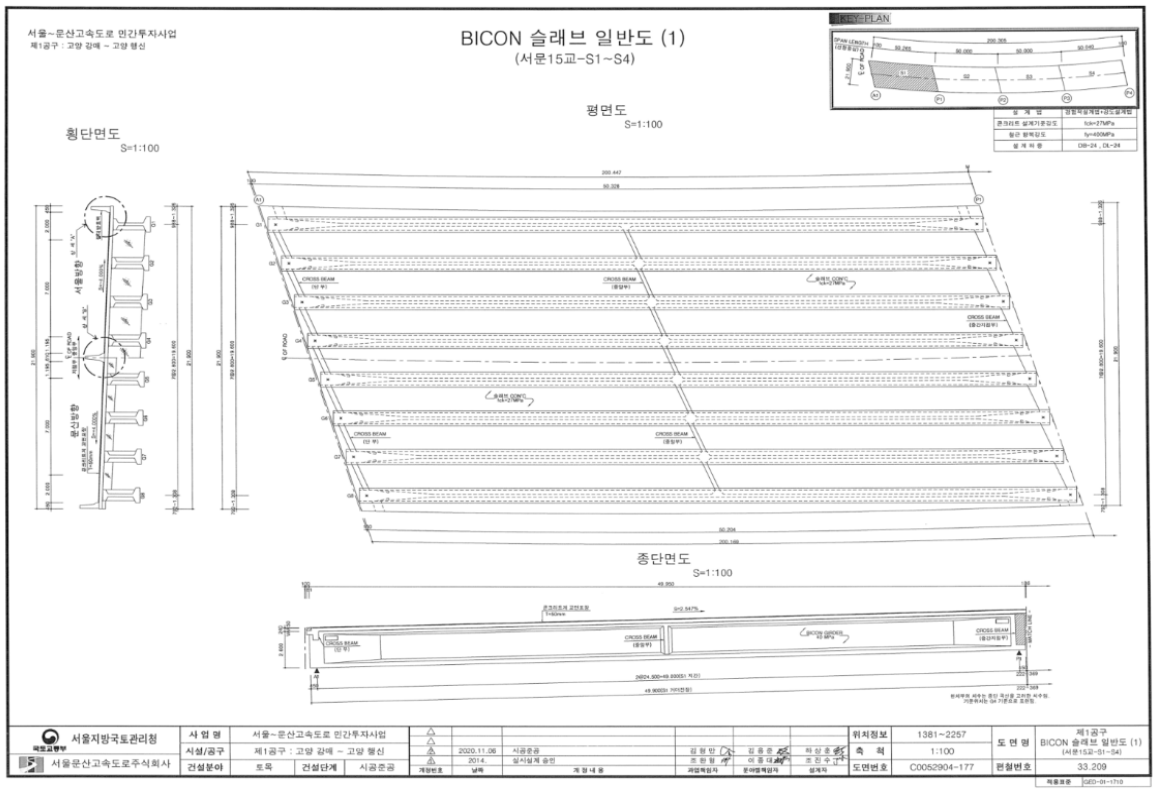


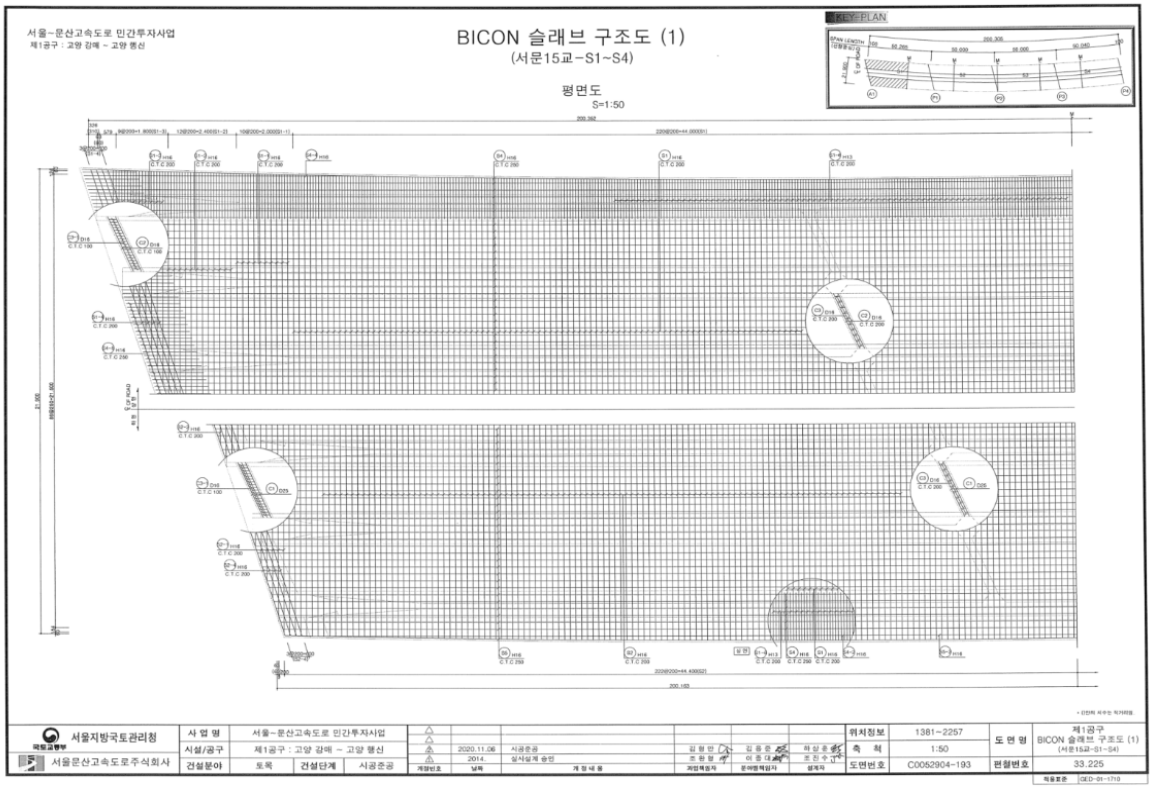
【그림 19.1.3】 평면 및 종단면도



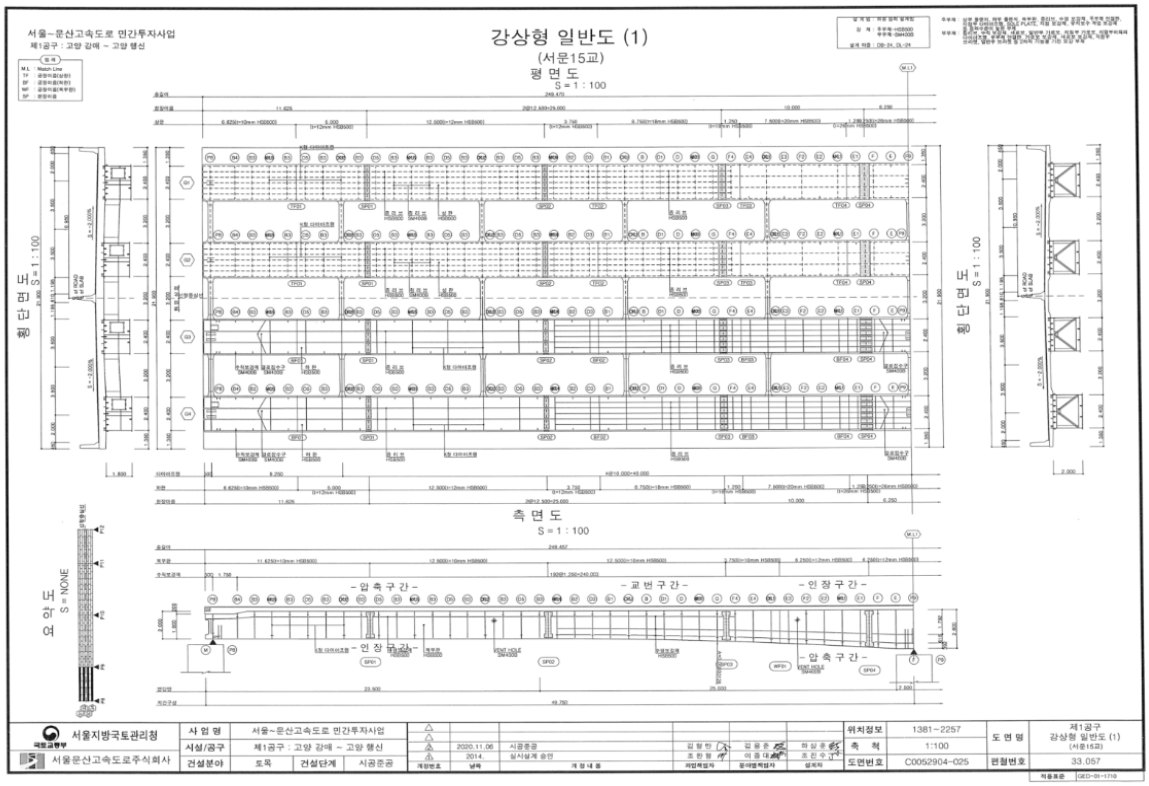


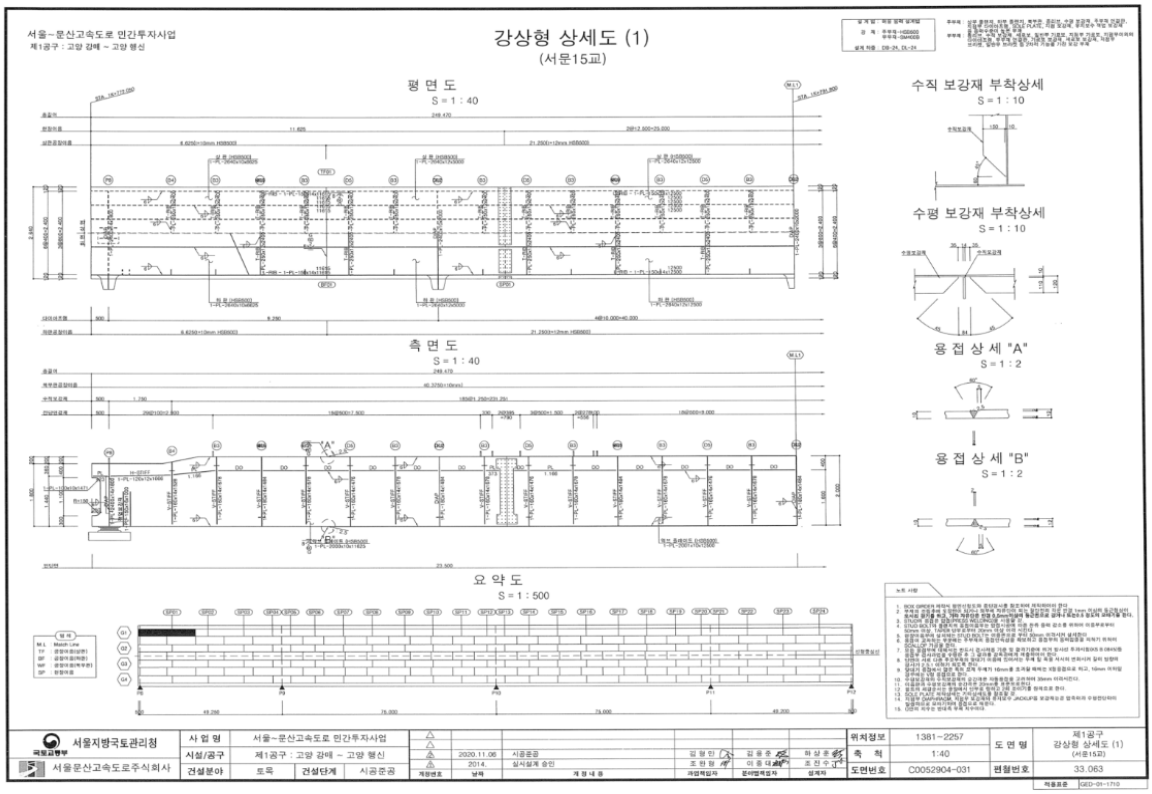
【그림 19.1.4】 바닥판하면 일반도 및 구조도(STB)



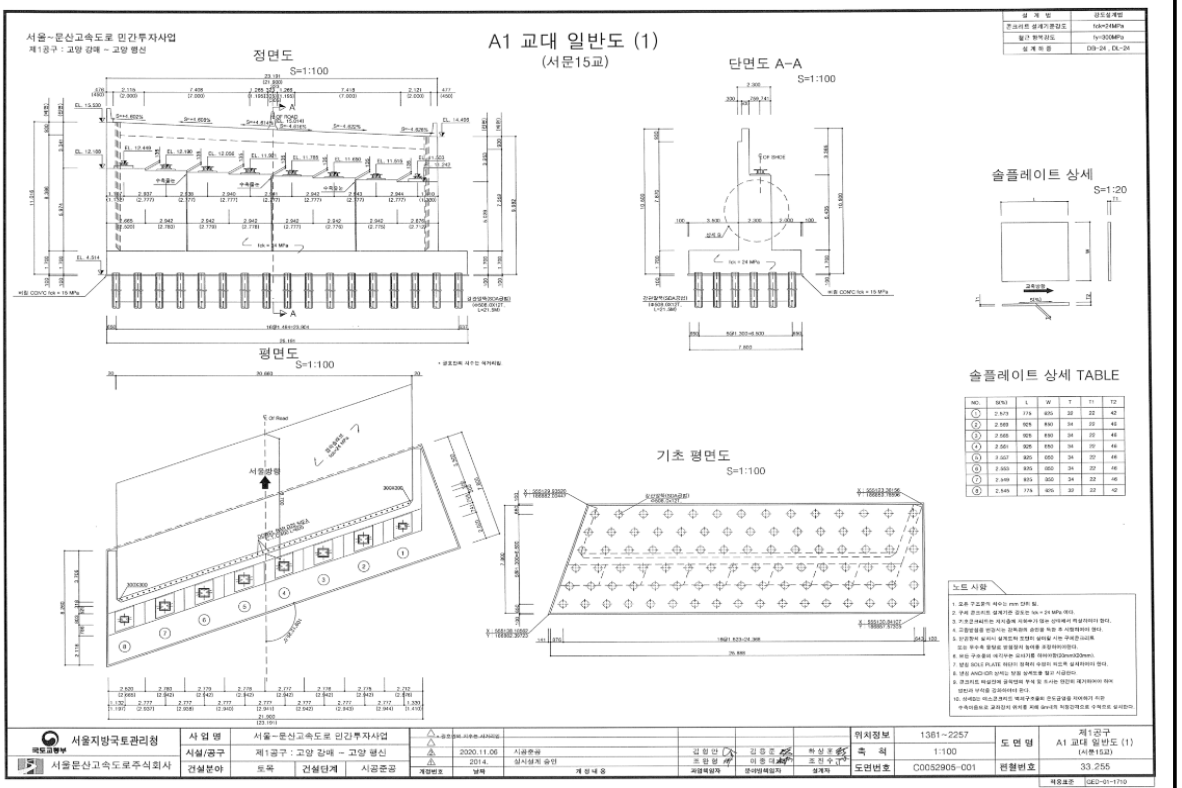


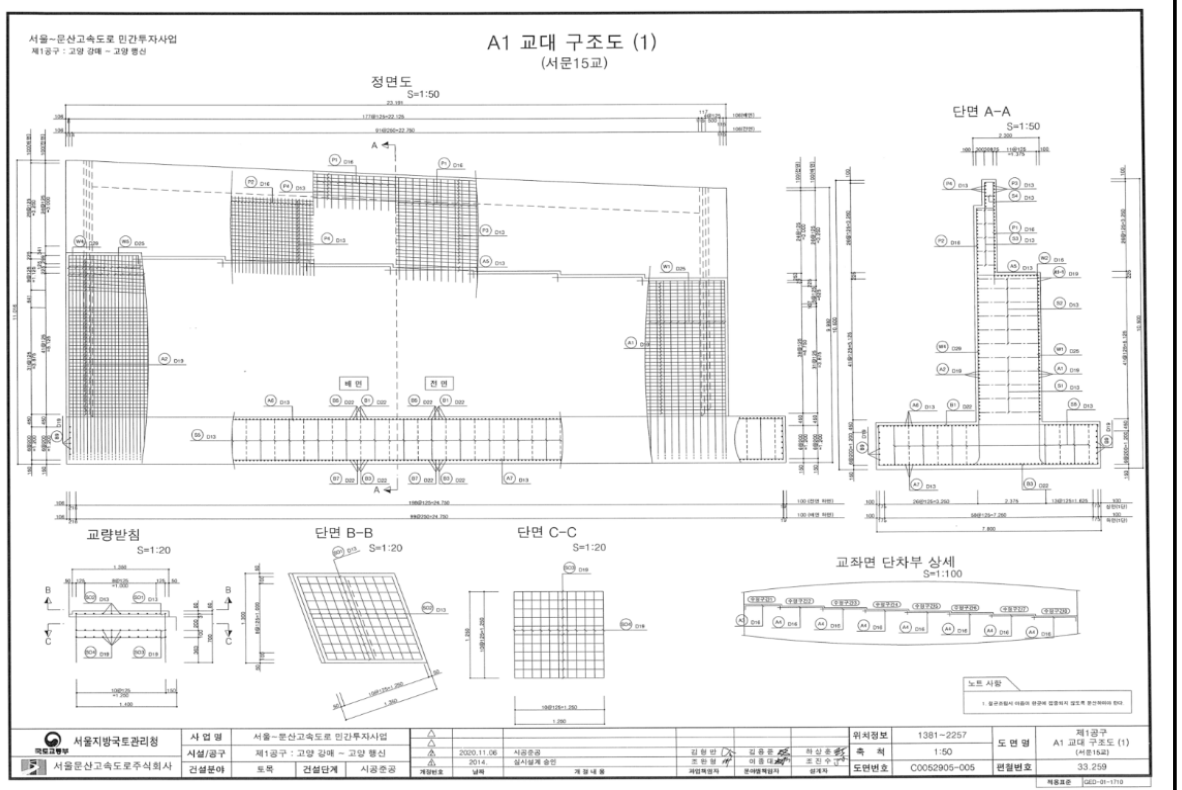
【그림 19.1.5】 바닥판하면 일반도 및 구조도(BICON)



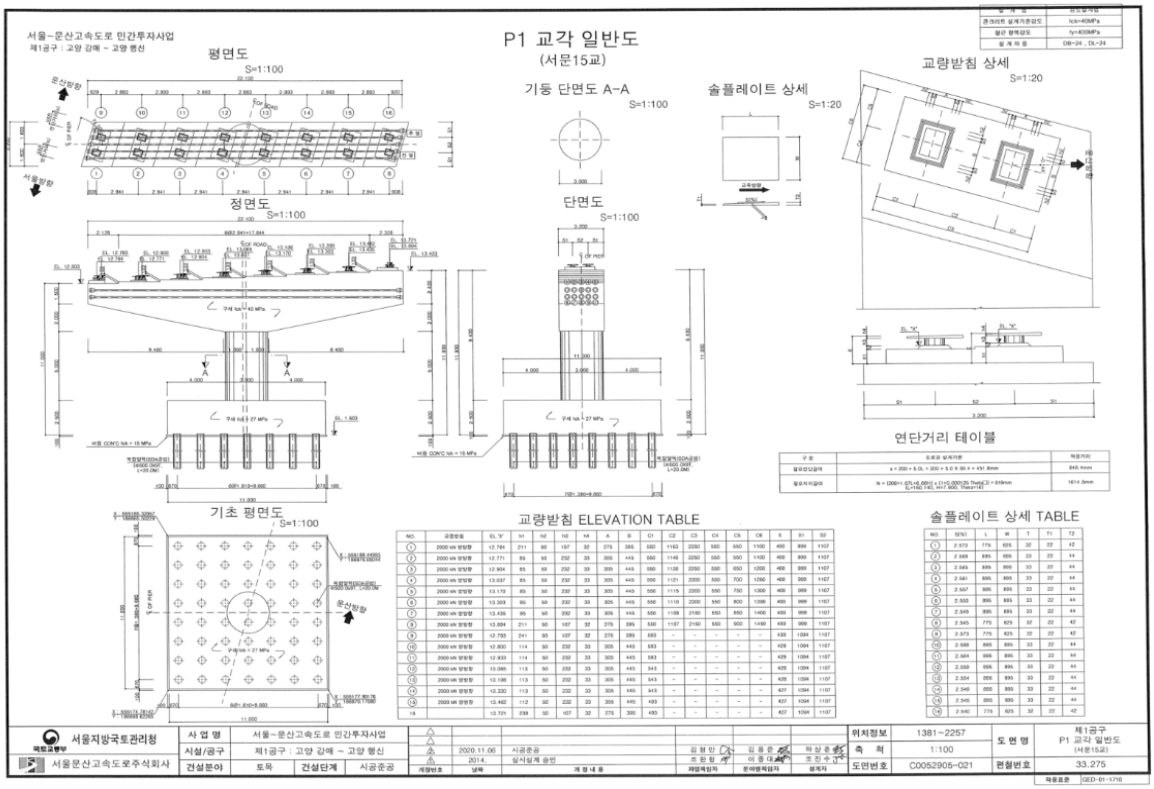


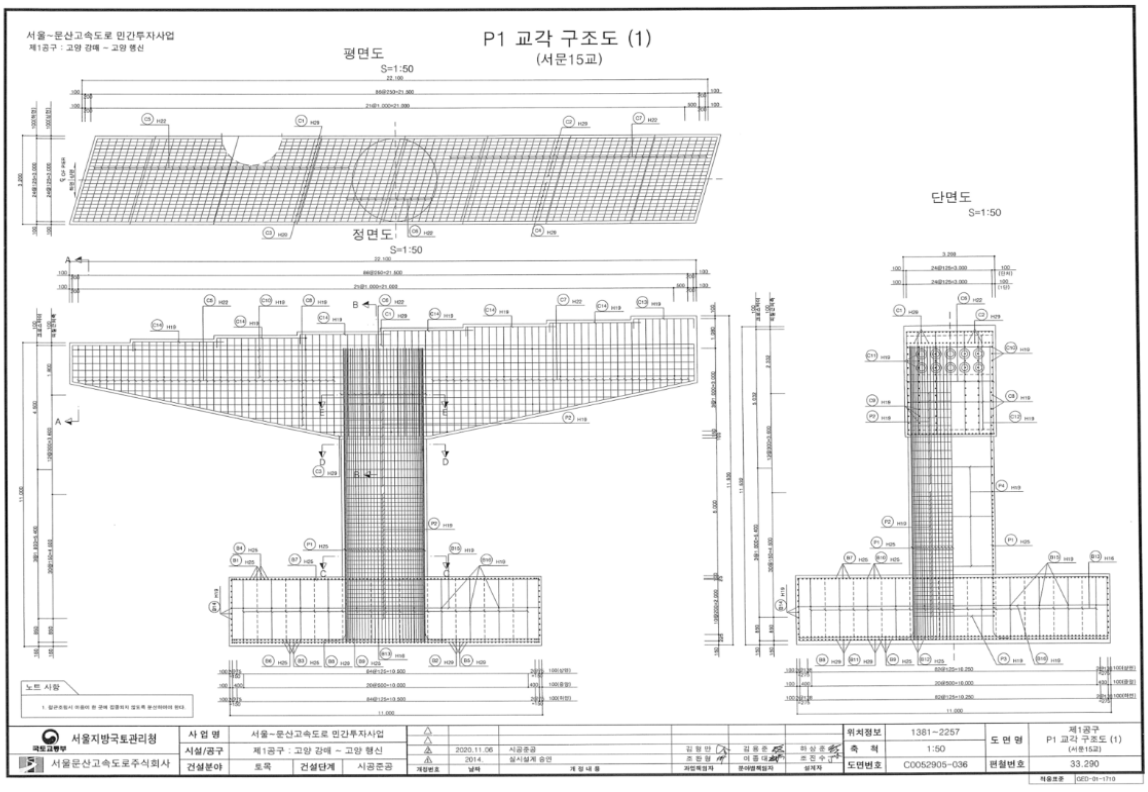
【그림 19.1.6】 강상형 일반도 및 상세도(STB)



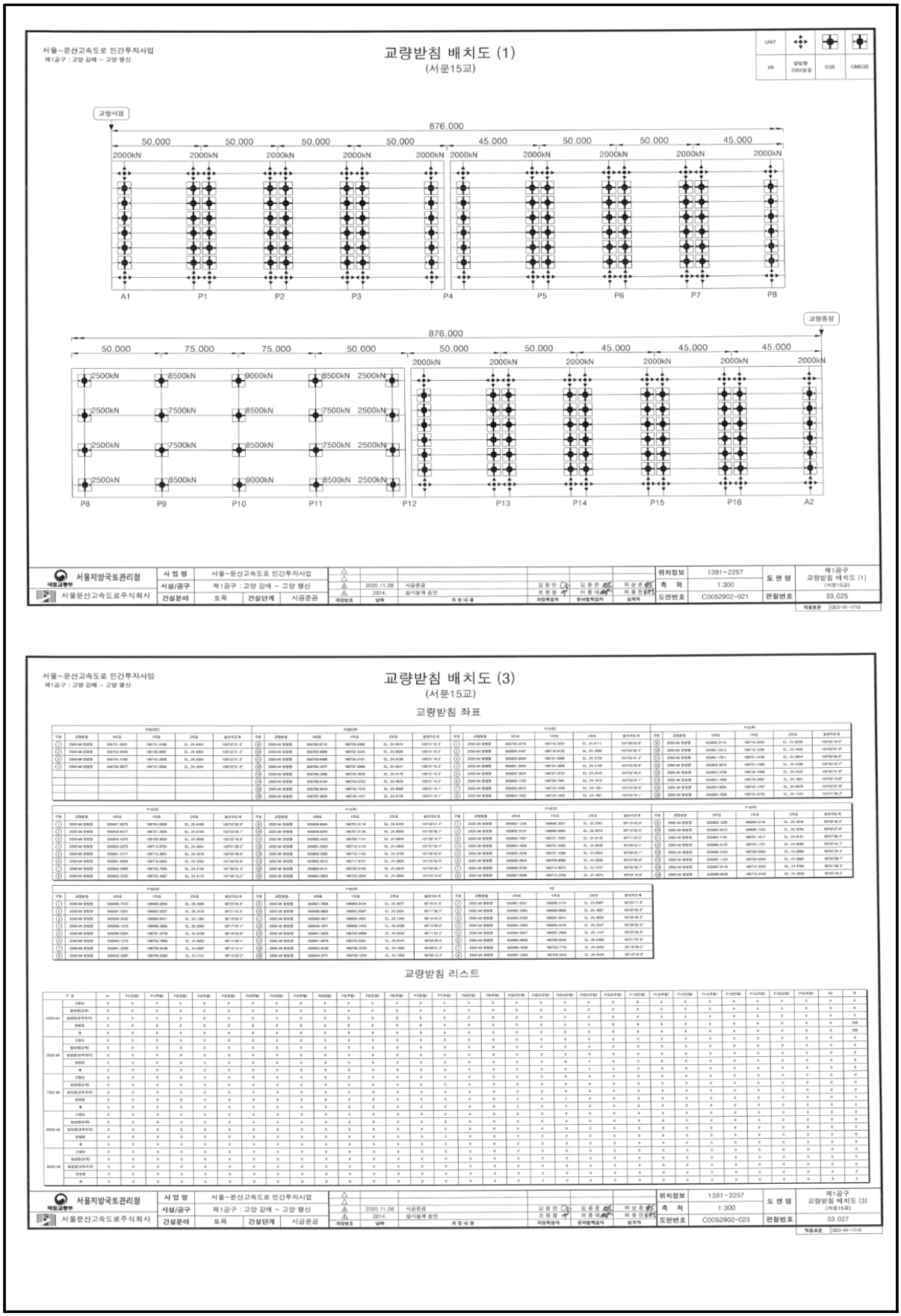


【그림 19.1.7】 교대 일반도 및 구조도





【그림 19.1.8】 교각 일반도 및 구조도



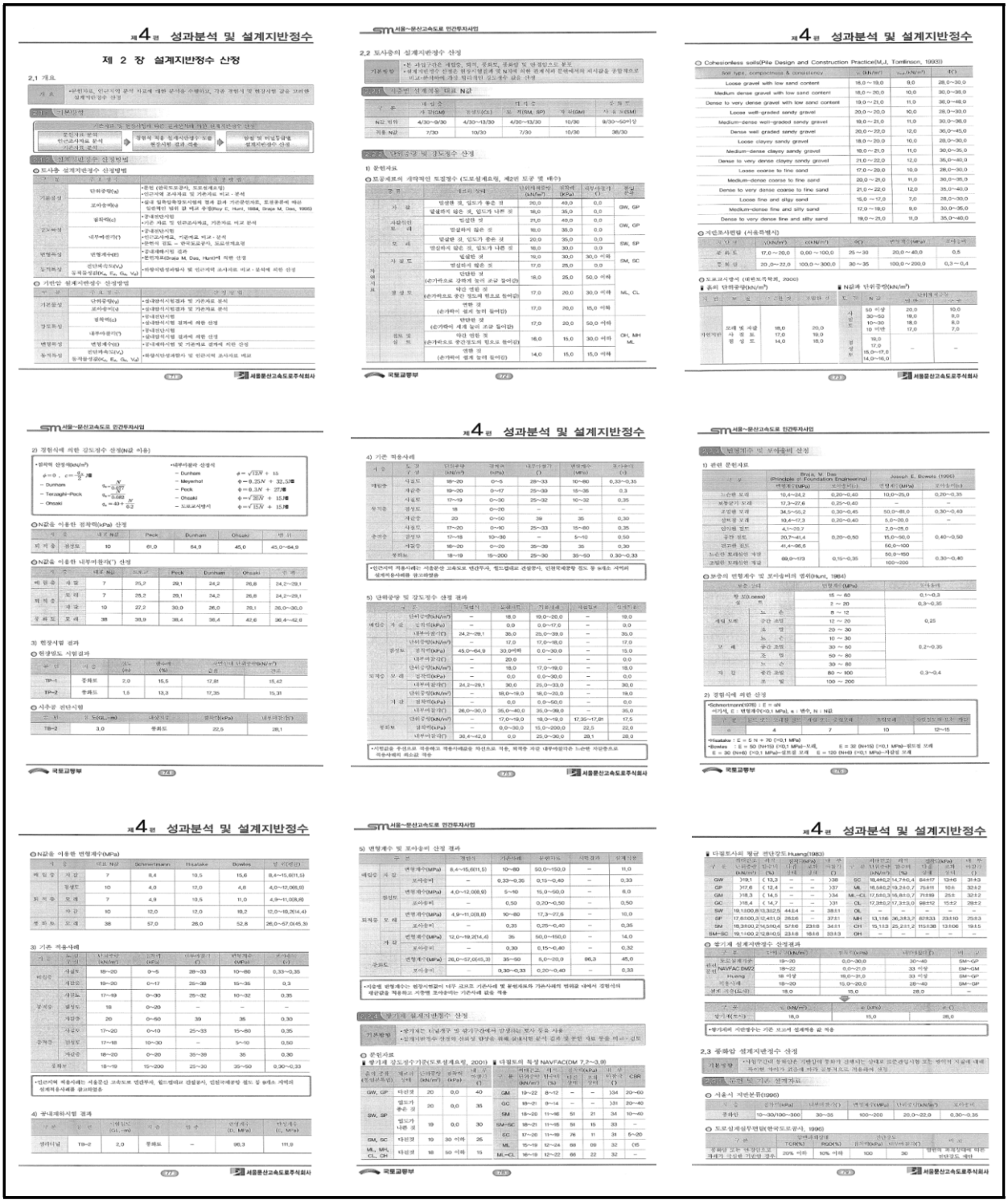
【그림 19.1.9】 교량받침 배치도

19.2 자료수집 및 분석

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

19.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



○ 한국지반공학회 학술발표회 자료

구 분		단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	비 고
사면안정 학술발표회	1996	21	30	35	–
	2001	20	30	35	–
	2003	19,5	20	36	사암, 셰일 등
		20	10	30	편 암
학술발표회	2003	21	30	35	편마암
범 위		19,5~21	10~30	30~36	–

○ 기존 적용사례

구 분	단위중량(kN/m³)	점 착 력(kPa)	내부마찰각(°)	변형계수(MPa)	포아송비
풍화암	20~22	28~50	30~33	50~350	0,30~0,31

•인근지역 적용사례는 서울문산 고속도로 민간투자, 월드컵대교 건설공사, 인천국제공항 철도 등 9개소 지역의 설계적용사례를 참고하였음

○ 현장시험결과

공 번	점 착 력(kPa)	내부마찰각(°)	변형계수(MPa)
TB-3	31,1	31,4	156,1

2.3.2 풍화암 설계지반정수 산정

○ 단위중량 및 포아송비

구 분	경험식	문헌자료	적용사례	시험 결과	설계적용
단위중량(kN/m³)	–	19,5~22,0	20,0~22,0	–	20,0
포아송비(ν)	–	0,20~0,45	0,30~0,31	–	0,30

○ 전단강도 및 변형계수

구 분	경험식	문헌자료	적용사례	시험 결과	설계적용
점착력(kPa)	–	10,0~300	20~50	31,1	30,0
내부마찰각 (°)	) 39,5	30,0~36,0	30~33	31,4	31,0
변형계수(MPa)	–	200	50,0~350,0	156,1	150,0

•풍화암의 단위중량 및 포아송비는 문헌자료 및 기존사례의 평균값 적용
•풍화암의 강도정수는 시추공 전단시험 값, 변형계수는 공내재하시험 값 적용

2.4 기반암 설계지반정수 산정

기본방향	•기반암의 설계지반정수는 지표지질조사시 선정된 구조구 및 구조물 위치에 대한 특성을 고려하여 산정 •전 구간에 분포하는 암종이 편마암류로 분류되어 지반특성에 따른 구조물별로 산정

2.4.1 문헌 및 기존자료 분석

1) 관련문헌자료

○도로설계 실무편람에 제시된 강도정수

암 석 종 류 (강도)	암 반 파 쇄 상 태 (NX 규격 시추조사시)		암반의 강도정수	
	T.C.R(%)	R.Q.D(%)	φ (°)	C (kPa)
풍화암 또는 연·경암으로 파쇄가 심한 경우	20% 이하	10% 이하	30°	100
	20~30%	10~25%	33°	130
강한 풍화암으로서 파쇄가 거의 없는 경우와 대부분의 연·경암	40~50%	25~35%	35°	150
	70% 이상	40~50%	40°	200

○서울시 기준에 의한 지반정수 산정

구분(지반)	단위중량 γ (kN/m³)	내부마찰각 φ (°)	변형계수 E_s (MPa)	포아송비 ν
연 암	23~25	30~40	200~400	0,25~0,30
보통암	24~26	35~40	400~1,000	0,25
경 암	25~27	35~45	1,000~4,000	0,20

2) 기존 적용사례

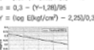
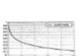
구 분		단위중량(kN/m³)	점 착 력(kPa)	내부마찰각(°)	변형계수(MPa)	포아송비
터널구간	I등급	27	4,200	44~45	18,000	0,21
	II등급	26	3,500	41~42	13,000~15,000	0,22
	III등급	25	2,000~2,200	37	4,000~6,000	0,24
	IV등급	24	800~900	34	1,000	0,25
	V등급	23	400	33	500	0,26

•인근지역 적용사례는 서울문산 고속도로 민간투자, 월드컵대교 건설공사, 인천국제공항 철도 등 9개소 지역의 설계적용사례를 참고하였음

2.4.2 경험식에 의한 검토

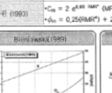
○ 제안자별 경험식

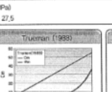
▮ 단위중량 및 포아송비

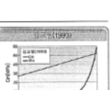
구 분	Tsuchiya (1984)	김교원 (1993)
산정방법	•추정식, 기존사례 등을 이용하여 단위중량과 포아송비를 산정	
산 정 식	γ_t (kN/m³) = [2.0+(Y−1.28)/14.3] × 10 ν = 0.3 − (Y−1.28)/95 여기서, Y = (log E(kgf/cm²) − 2.25)/0.35 	ν = −0.17 Ln(RMR')+0.9 

▮ 점착력 및 내부마찰각

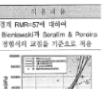
점착력 경험식	관 계 경 험 식
•Bieniawski (1989)	•$C_m = -0.051 + 0.008R - 3.346 \times 10^{-5}RMR^2$ •$\phi_m = -0.086 + 0.7891RMR - 0.0031\,RMR^2$
•Trueman (1988)	•$C_m = 0.25\,e^{0.05\,RMR}$ (Mpa) •$\phi_m = 0.5RMR + 5$
•김교원 (1993)	•$C_m = 2\,e^{0.06\,RMR'}$ (MPa) •$\phi_m = 0.25(RMR') + 27.5$







▮ 변형계수

변형계수 경험식	관 계 경 험 식	적 용 내 용
•Bieniawski (1978)	$E_m = 2RMR-100$(GPa) ; RMR > 57	•경계 RMR=57에 대하여 Bieniawski과 Serafim & Pereira 경험식의 교점을 기준으로 적용
•Serafim & Pereira (1983)	$E_m = 10^{(RMR-10)/40}$(GPa) ; RMR ≤ 57	
•김교원 (1993)	$E_m = 3\,e^{0.07RMR'}$(GPa) – RMR' : 총RMR에서 지하수 상태 및 절리방향 보정을 제외	
•Aydan (1997)	$E_m = 0.0097\,RMR^{3.54}$ (MPa)	
•Mohammad (1997)	$E_m = 0.582\,RMR + 0.183$ (GPa)	

○ 경험식에 의한 산정결과

▮ 단위중량 및 포아송비

구 분		대표RMR	단위중량(kN/m³) Tsuchiya (1984)	단위중량(kN/m³) 김교원 (1993)	포아송비(ν) Tsuchiya (1984)	포아송비(ν) 김교원 (1993)
터널구간	I등급	81	26,3	–	0,21	0,15
	II등급	64	25,5	–	0,22	0,19
	III등급	53	24,8	–	0,23	0,22
	IV등급	36	23,8	–	0,24	0,29
	V등급	10	22,1	–	0,27	0,49

▮ 점착력 및 내부마찰각

구 분		대표RMR	점착력(kPa) Bieniawski (1989)	Truman (1988)	김교원 (1993)	내부마찰각(φ) Bieniawski (1989)	Truman (1988)	김교원 (1993)
터널구간	I등급	81	377	14,349	14,098	43	46	48
	II등급	64	324	6,133	3,618	38	37	44
	III등급	53	279	3,539	1,501	33	32	41
	IV등급	36	194	1,512	385	24	23	37
	V등급	10	26	412	48	7	10	30

▮ 변형계수

구 분		대표RMR	변형계수(MPa) Bieniawski(1978) & Serafim & Pereira(1983)	김교원(1993)	Aydan(1977)
터널구간	I등급	81	65,000	93,300	55,300
	II등급	64	28,000	28,300	24,000
	III등급	53	11,800	13,100	12,300
	IV등급	36	4,400	3,900	3,100
	V등급	10	1,000	600	–

2.4.3 현장 및 실내시험 결과 검토

○ 공내재하시험 결과

구 분	공 번	시험심도 (GL.-m)	지 층	암 종	RMR	변형계수 (D, MPa)	탄성계수 (E, MPa)
터널구간	TB-2	11,0	연 암	화강암질 편마암	IV	980,3	1,166,2
	TB-3	17,0	연 암	화강암질 편마암	IV	598,9	908,3

○실내시험 결과

구분	공번	심도 (m)	지층	RMR	단위중량 (kN/m³)	탄성파속도(m/s) P파	탄성파속도(m/s) S파	일축강도 (MPa)	탄성계수 (MPa)	포아송비
터널구간	HTB-1	16,3~16,4	연암	IV	26,65	2,832	1,511	47,10	50,759	0,19
	TB-1	23,2~23,4	경암	III	27,32	3,215	1,802	42,24	53,119	0,21
	TB-2	13,1~13,3	경암	III	27,44	3,012	1,495	73,50	70,884	0,18
	TB-3	21,6~21,8	경암	III	28,93	3,067	1,732	73,46	68,416	0,18
	TB-4	20,9~21,1	경암	III	27,08	3,831	1,855	100,39	79,951	0,16
	TB-5	18,8~19,0	경암	III	27,08	2,724	1,256	69,82	63,800	0,19
	TB-6	8,8~9,0	연암	IV	26,90	2,688	1,305	97,85	82,344	0,16
	TB-7	21,2~21,4	경암	III	27,14	3,412	1,631	57,39	52,647	0,21

2.4.4 설계지반정수 산정결과

○ 단위중량 및 포아송비

구 분	지 층	단위중량(kN/m³) 적용사례	경험식	시험결과	적 용	포아송비(ν) 적용사례	경험식	시험결과	적 용
터널구간	I등급	27	26,3	–	27,0	0,21	0,15~0,21	–	0,21
	II등급	26	25,5	–	26,0	0,22	0,19~0,22	–	0,22
	III등급	25	24,8	26,65~26,90	25,0	0,24	0,22~0,23	0,16~0,19	0,24
	IV등급	24	23,8	27,08~28,93	24,0	0,25	0,24~0,29	0,16~0,21	0,25
	V등급	23	22,1	–	23,0	0,26	0,27~0,49	–	0,26

•단위중량 시험값은 편차가 크므로 적용사례값을 적용
•포아송비 경험식은 편차가 크고 실내시험값은 과대평가된 경향으로 보이므로 적용사례의 최소값을 안전측으로 적용

○ 점착력 및 내부마찰각

구 분	지 층	점착력(kPa) 적용사례	경험식	적 용	내부마찰각(φ) 적용사례	경험식	적 용
터널구간	I등급	4,200	375~14,349	4,200	44~45	43~48	44
	II등급	3,500	324~6,133	3,500	41~42	37~44	41
	III등급	2,000~2,200	279~3,539	2,000	37	32~41	37
	IV등급	800~900	194~1,512	800	34	23~37	34
	V등급	400	26~412	400	33	7~30	33

•경험식에 의한 강도정수 값은 편차가 크므로, 안전측으로 적용사례의 최소값을 적용

○ 변형계수

구 분	지 층	변형계수(MPa) 적용사례	경험식	시험결과	적 용
터널구간	I등급	18,000	55,300~93,300	–	18,000
	II등급	13,000~15,000	24,000~28,300	–	13,000
	III등급	4,000~6,000	11,800~13,100	–	4,000
	IV등급	1,000	3,100~4,400	599~980	1,000
	V등급	500	600~1,000	–	500

•변형계수는 경험식의 편차가 크므로 시험값의 평균값 또는 적용사례의 최소값을 안전측으로 적용

2.5 불연속체 설계지반정수 산정

•암반비탈면은 주로 불연속면을 따라 거동하게 되는데 이러한 불연속면의 전단강도는 암반의 전단강도와는 달리 대상 비탈면의 불연속면 형상, 거칠기(Roughness), 충전물(Filling material), 연장성(Persistency) 등에 의해 좌우됨
•설계강도정수 산정은 시추코어에 대한 절리면 전단시험 및 암석시험, 지표지질조사(암반의 불연속면 특성) 및 기존문헌자료 등을 비교 검토하여 암반 절리면에 대한 강도정수 산정

2.5.1 문헌자료

○ 여러 암석에 대한 기본마찰각 (Barton, 1973)

암 석 명	기본마찰각(ϕ_b)	암 석 명	기본마찰각(ϕ_b)
각 섬 암	32	화강암 (조립질)	31~35
현 무 암	31~38	석 회 암	33~40
역 암	35	편 암	31
백 악	30	사 암	25~35
백 운 암	27~31	셰 일	27
편마암 (편암질)	23~29	미 사 암	27~31
화강암 (세립질)	29~35	점 판 암	25~30

주) 작은 값은 일반적으로 젖은 암석표면에 대해 시험하여 얻은 것임

○ Rock Slope Engineering, E.Hoek & J.W.Bray

암 석 명			내부마찰각(°)	점착력(MPa)	비 고
점착력이 없는 물질	발파 / 파쇄 암석	현 무 암 백 악 화 강 암 석 회 암 사 암 셰 일	40,0 ~ 50,0 30,0 ~ 40,0 45,0 ~ 50,0 35,0 ~ 40,0 35,0 ~ 45,0 30,0 ~ 35,0	–	–
점착력이 있는 물질	암 석	견고한 화성암 변 성 암 견고한 퇴적암 연약한 퇴적암	35,0 ~ 45,0 30,0 ~ 40,0 35,0 ~ 45,0 25,0 ~ 35,0	35,7 ~ 56,1 20,4 ~ 40,8 10,2 ~ 30,6 1,0 ~ 20,4	(화강암, 현무암, 반암) (규암, 편마암, 점판암) (석회암, 백운석, 사암) (사암, 석탄, 백악, 셰일)

○ 충전물을 포함하고 있는 불연속면의 전단강도

암 석 명	설 명	최대강도 c'(kPa)	최대강도 φ (°)	잔류강도 c'(kPa)	잔류강도 φ (°)	시 험 자
현무암	점토화된 현무암질 각력암, 점토에서 현무암까지의 함유량 변화가 큼	240,0	42,0	–	–	Ruiz, Camargo, Midea &Nieble [109]
벤토나이트	백악내의 벤토나이트층 얇은 층상 삼축시험	15,0 90,0~120,0 60,0~100,0	7,5 12,0~17,0 9,0~13,0	–	–	Link[110] Sinclair & Brooker[111]
벤토나이트질 셰일	삼축시험 직접전단시험	0,0~270,0	8,5~29,0	30,0	8,5	Sinclair & Brooker[111]
점토	과압밀, 미끄러짐면, 절리 및 소규모 전단면	0,0~180,0	12,0~18,5	0,0~3,0	10,5~16,0	Skempton & Petley[112]
점토셰일	삼축시험	60,0	32,0	–	–	Sinclair & Brooker[111]
점토셰일	성층면	–	–	0,0	19,0~25,0	Leussink & Muller-Kirchenbauer[113]
석탄층암석	점토 분쇄암층, 두께 1,0~2,5cm	11,0~13,0	16,0	0,0	11,0~11,5	Stimpson & Walton[114]
백운석	변질된 셰일층, 두께 약 15cm	41,0	14,5	22,0	17,0	Pigot & Mackenzie[115]
섬록암, 화상섬록암 및 반암	점토 충전물(점토 2% PI=17%)	0,0	26,5	–	–	Brawner[116]
화강암 /편마암	점토 충전물이 있는 단층, 사질양토로 된 단층 충전물과 함께 익회된 구조적 전단대, 편암질 및 파쇄된 화강암, 풍화된 암석 및 충전물	0,0~100,0 50,0~242,0	24,0~25,0 40,0~42,0	–	–	Rocha[105] Nose[117] Evdokimov & Sapegin[118]
경사암	층리면내 1~2mm의 점토	–	–	0,0	21,0	Drozd[119]
석회암	6mm의 점토층 1~2mm의 점토 충전물 1mm이하의 점토 충전물	100,0 50,0~200,0	13,0~14,0 17,0~21,0	0,0	13,0	Krsmanovic등[120], Krsmanovic & Popovic[121]
석회암, 이회암 및 갈탄	층상의 갈탄층 갈탄~이회암 접촉면	80,0 100,0	38,0 10,0	–	–	Salas & Uriel[122]
석회암	이회질 절리, 두께 2cm	0,0	25,0	0,0	15,0~24,0	Bernaix[123]
갈탄	갈탄과 그 하부에 있는 점토사이의 층	14,0~30,0	15,0~17,5	–	–	Schultze[124]
몬모릴로나이트 점토	백악내에 있는 8cm의 벤토나이트 (몬모릴로나이트)점토 사이의 층	360,0 16,0~20,0	14,0 7,5~11,5	80,0	11,0	Eurenius[125] Underwood[126]
편암, 규암 및 규산질편암	10~15cm 두께의 점토충전물 얇은 점토를 가진 성층구조 두꺼운 점토를 가진 성층구조	30,0~80,0 610,0~740,0 380,0	32,0 41,0 31,0	–	–	Serafim & Guerreiro[127]
점판암	세밀한 판상 및 변질상태	50,0	33,0	–	–	Goates, Mcrorie &Stubbins[128]
석영/고령토/연망간석	혼합시료에 대한 삼축시험	42,0~90,0	36,0~38,0	–	–	

○ 암종별 Basic Friction Angle φ (Barton, 1982)

구 분	현무암	역 암	편마암	화강암	사 암	셰 일
마찰각(°)	31,0 ~ 38,0	35,0	23,0 ~ 29,0	29,0 ~ 35,0	25,0 ~ 35,0	27,0

○ 불연속면을 고려한 암반의 전단강도정수(D.C. Wyllie, 1992)

구 분	암 종	내부마찰각(°)	비 고
Low-friction Rocks	편암(백운모 함유), 셰일, 대리석	20,0 ~ 27,0	–
Medium-friction Rocks	27,0 ~ 34,0	–	–
사암, 백악, 편마암, 슬레이트	–	–	–

2.5.2 시험결과 분석

○ 절리면 전단시험 결과

구분	공 번	심도(m)	점착력(kPa) 최대	점착력(kPa) 잔류	마찰각(°) 최대	마찰각(°) 잔류	JRC	JCS (MPa)	Ks (Mpa/mm)	Kn (Mpa/mm)
성라터널	TB-3	22,9~23,3	132,0	47,0	44,0	39,1	18~20	92,0	2,824	4,151
	TB-5	14,6~15,0	96,0	59,0	40,3	34,7	14~16	84,0	2,351	3,993

2.5.3 불연속체 설계지반정수 산정

암 종	점착력(kPa) 기존문헌	실내시험	설계적용	내부마찰각(°) 기존문헌	실내시험	설계적용
편마암	–	47,0~59,0	47,0	–	34,7~39,1	34,0

•불연속면의 강도정수는 절리면 전단시험 결과의 잔류강도(c, φ)최소값을 적용

2.6 기타 설계지반정수 산정

2.6.1 동적 지반특성 분석

개 요	•하향식탄성파탐사를 통한 지층별 탄성파속도를 분석 •시험결과로 계산된 동적물성치를 상관분석 및 경험식과 비교·분석하여 적용값 산정

○ 전단파 속도(V_s) 경험적 산정방법

N값에 의한 전단파속도 경험 추정식

•표준관입시험치(N)와의 관계로 제안된 대표적 전단파속도(V_s) 경험적 추정식은 다음과 같음
•Imai, Yoshimura(1970) $V_s = 76 \times N^{0.33}$　• Imai(1982) $V_s = 97.0 \times N^{0.314}$
•Okamoto(1989) $V_s = 125 \times N^{0.3}$　• Oba, Toriumi(1990) $V_s = 84 \times N^{0.31}$
– 동전단계수 : $G_d = \rho \cdot V_s^2$
– 동탄성계수 : $E_d = 2G_d \cdot (1 + \nu_d)$
– 동체적계수 : $K_d = E_d / 3(1 - 2\nu_d)$　여기서, ρ=γ/g, γ=단위중량, g=9.81 m/sec

○ 시험결과 및 상관분석

구 분		하향식탄성파 V_p(m/s)	하향식탄성파 V_s(m/s)	경험식 V_s(m/s)	적용 V_s(m/s)	비 고
매립층		–	–	144,4~224,1	180	–
퇴적층	점토	–	–	162,5~249,4	200	–
	모래	–	–	144,4~224,1	170	–
	자갈	–	–	162,5~249,4	190	–
풍화토		919~984	375~408	252,4~372,3	392	–
풍화암		1,103~1,185	511~577	276,4~404,2	544	–
연 암		1,786~1,881	927~980	–	954	4등급
경 암		2,168~2,323	1,192~1,277	–	1,235	3등급

○ 설계지반정수 산정

구 분		V_p (m/s)	V_s (m/s)	G_d (MPa)	E_d (MPa)	K_d (MPa)	ν_d
매립층		498	180	62	164	161	0,33
퇴적층	점토	645	200	68	190	317	0,40
	모래	480	170	52	140	156	0,35
	자갈	514	190	69	181	168	0,32
풍화토		952	392	268	713	699	0,33
풍화암		1,144	544	592	1,539	1,282	0,30
연 암		1,834	954	2,184	5,504	3,822	0,26
경 암		2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0,24

분석결과	•내진해석 설계지반정수는 대표 시추공에서 수행한 DHT 결과의 평균값을 준용하여 적용

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

개 요	•문헌 및 기존사례에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

◎ 문헌자료

토 질	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하
GP	1.0×10^{-2} 이하
GM	1.0×10^{-6}~1.0×10^{-3}
GC	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}
SW	1.0×10^{-3} 이하
SP	1.0×10^{-3} 이하
SM	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}

토 질	투수계수(cm/s)
SC	1.0×10^{-8} ~1.0×10^{-6}
ML	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-3}
CL	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}
OL	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-4}
MH	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-4}
CH	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}
OH	1.0×10^{-6}~1.0×10^{-6}

일반의 상태	특 징	투수계수(cm/s)
균열 간격이 매우 좁은 상태	높은 투수성 암반	1.0×10^{-2}~1.0×10^{2}
균열 간격이 보통인 상태	보통 투수성 암반	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}
균열 간격이 매우 넓은 상태	약간 투수성 암반	1.0×10^{-9}~1.0×10^{-5}
균열 간격이 없을때	불투수성 암반	1.0×10^{-9} 이상

◎ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구 분		문헌자료	시험결과	적 용
매립층		1.0×10^{-5} ~1.0×10^{-2}	–	5.4×10^{-4}
퇴적층	점토	1.0×10^{-8}~1.0×10^{-6}	–	1.2×10^{-7}
	모래	1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	–	6.6×10^{-4}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	–	5.9×10^{-3}
풍화토		1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	1.96×10^{-4}~3.08×10^{-4}	2.4×10^{-4}
풍화암		1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-5}
연 암		1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	3.06×10^{-6}~4.76×10^{-6}	3.9×10^{-6}
경 암		1.0×10^{-9}~1.0×10^{-5}	1.28×10^{-6}~2.49×10^{-6}	1.9×10^{-6}
I등급		1.0×10^{-9}~1.0×10^{-5}	–	5.0×10^{-7}
II등급		1.0×10^{-9}~1.0×10^{-5}	–	5.4×10^{-6}
III등급		1.0×10^{-9}~1.0×10^{-5}	1.28×10^{-6}~2.49×10^{-6}	1.9×10^{-6}
IV등급		1.0×10^{-5}~1.0×10^{-2}	3.06×10^{-6}~4.76×10^{-6}	3.9×10^{-6}
V등급		1.0×10^{-9}~1.0×10^{-2}	–	6.4×10^{-5}

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 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비 (ν)	k(cm/s)
쌓기재	토 사	18.0	15.0	28.0	–	–	–
	암미력	20.0	0.0	35.0	–	–	–
매립층	자 갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33	5.4×10^{-4}
퇴적층	점성토	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50	1.2×10^{-7}
	모 래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35	6.6×10^{-4}
	자 갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32	5.9×10^{-3}
풍화토		17.5	22.0	28.0	45.0	0.33	2.4×10^{-4}
풍화암		20.0	30.0	31.0	150.0	0.30	4.5×10^{-5}

2.7.2 터널구간 암반등급별 설계지반정수

구 분	단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비 (ν)	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^{-5}
IV등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-5}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

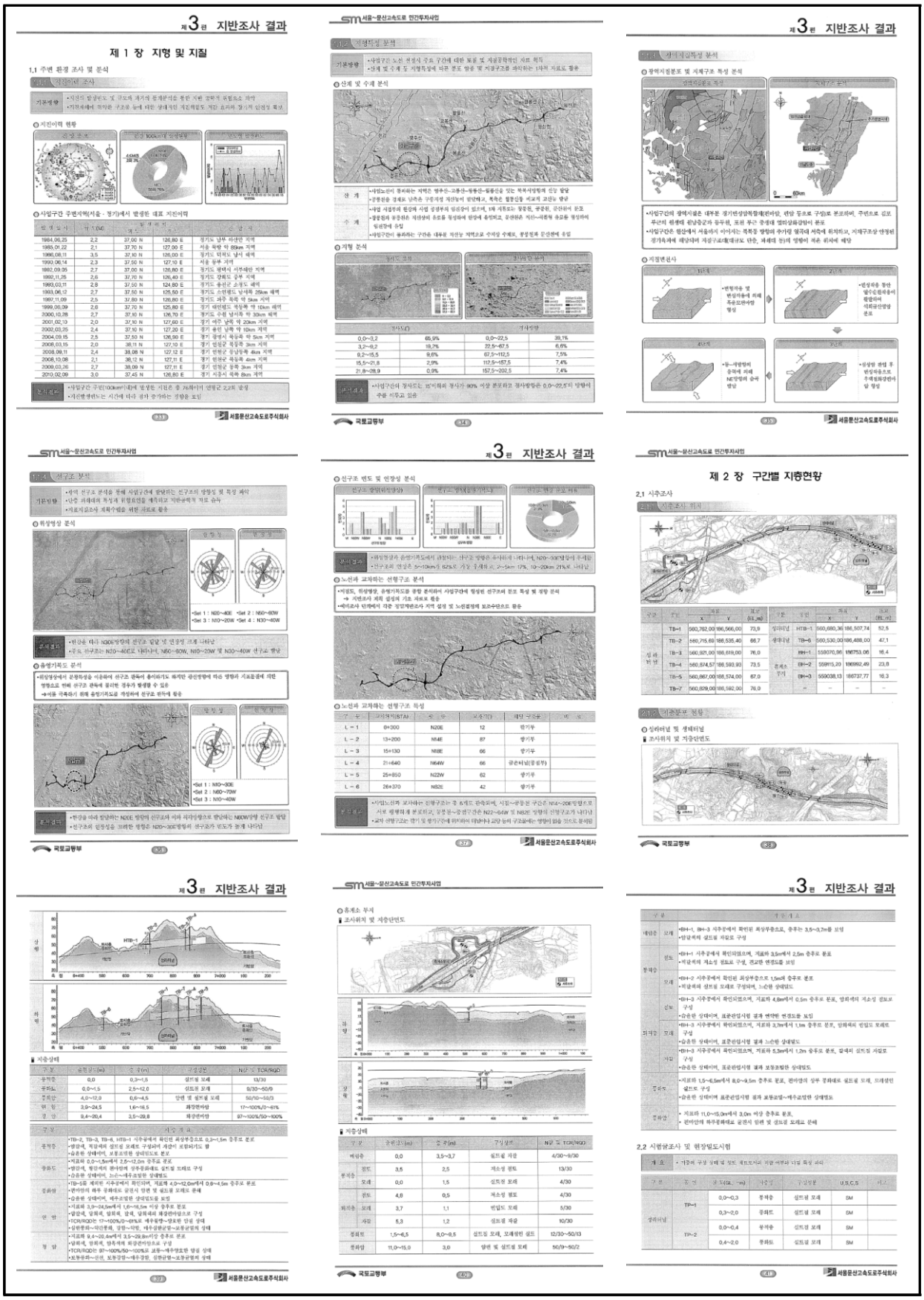
암 종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구 분		V_p (m/s)	V_s (m/s)	G_d (MPa)	E_d (MPa)	K_d (MPa)	υ_d
매립층		498	180	62	164	161	0.33
퇴적층	점토	645	200	68	190	317	0.40
	모래	480	170	52	140	156	0.35
	자갈	514	190	69	181	168	0.32
풍화토		952	392	268	713	699	0.33
풍화암		1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연 암		1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.26
경 암		2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부 90

나. 지반 및 지질 조사보고서



○ 현장밀도시험 결과

구 분	공 번	심 도 (GL, -m)	구성성분	불교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	불교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	교란상태 습윤단위중량 (kN/m³)	교란상태 건조단위중량 (kN/m³)	L값
성라터널	TP-1	2,0	풍화토	17,81	15,42	14,18	12,28	1,256
	TP-2	1,5	풍화토	17,35	15,31	13,62	12,02	1,274

분석결과	•불교란시료의 습윤단위중량 : 17,35~17,81kN/m³, 건조단위중량 : 15,31~15,42kN/m³ •L값 : 1,256~1,274의 범위로 나타남

2.3 표준관입시험

개 요	•시추작업과 병행하여 지층의 교란시료를 채취하여 육안분류로 토질을 분류하고, 지층의 상대밀도와 연경도 파악으로 지층을 분류함

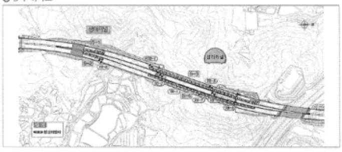
구 분	지 층		N값	상대밀도	U.S.C.S
터널구간	붕적층		13/60	보통조밀	SM
	풍화토		9/30~50/9	느슨~매우조밀	SM
	풍화암		50/10~50/3	매우조밀	-
휴게소부지	붕적층	점토	13/30	보통견고	CL
		모래	4/30	느슨	SM
	퇴적층	점토	4/30	연약	CL
		모래	5/30	느슨	SP
		자갈	10/30	느슨	GM
	풍화토		12/30~50/13	보통조밀~매우조밀	SM
	풍화암		50/9~50/2	매우조밀	SM

분석결과	•토사구간은 붕적층(점토, 모래), 퇴적층(점토, 모래, 자갈), 풍화토, 풍화암의 지층으로 분포 •붕적층은 N값 4/30~13/30회/cm, 퇴적층은 N값 4/30~10/30의 분포를 보임

제 3 장 물리탐사

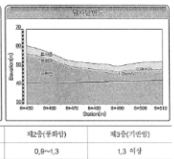
3.1 굴절법탄성파탐사

○ 탐사 위치도



○ 탐사 결과

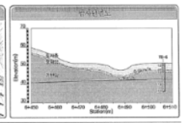
▮ S-1



구 분	제1층(토사)	제2층(풍화암)	제3층(기반암)
탄성파속도(km/s)	0,9 이하	0,9~1,3	1,3 이상
평균두께 및 출현심도(m)	3,35	1,36	GL.-4,71 출현

•본 탐사결과, 토사층의 두께는 2,87~3,99m, 풍화암층의 두께는 1,13~1,68m, 기반암층의 출현심도는 지표하 4,03~5,61m 하부에서 나타남
•S-1 측선의 토사층의 평균 두께는 3,35m, 풍화암층의 평균 두께는 1,36m, 기반암층의 평균 출현심도는 GL.-4,71m로 분석되었음

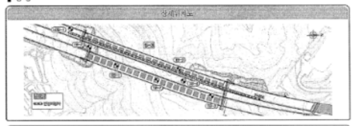
▮ S-2

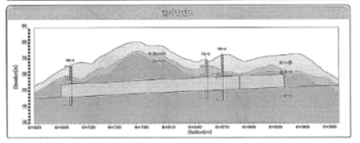


구 분	제1층(토사)	제2층(풍화암)	제3층(기반암)
탄성파속도(km/s)	0,9 이하	0,9~1,3	1,3 이상
평균두께 및 출현심도(m)	3,16	0,92	GL.-4,09 출현

•본 탐사결과, 토사층의 두께는 2,29~4,03m, 풍화암층의 두께는 0,52~1,20m, 기반암층의 출현심도는 지표하 2,81~5,21m 하부에서 나타남
•S-2 측선의 토사층의 평균 두께는 3,16m, 풍화암층의 평균 두께는 0,92m, 기반암층의 평균 출현심도는 GL.-4,09m로 분석되었음

▮ S-3

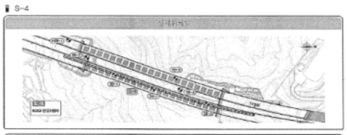


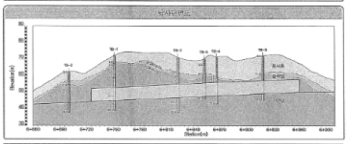


구 분	제1층(토사)	제2층(풍화암)	제3층(기반암)
탄성파속도(km/s)	0,9 이하	0,9~1,3	1,3 이상
평균두께 및 출현심도(m)	6,67	2,93	GL.-9,60 출현

•본 탐사결과, 토사층의 두께는 2,78~10,86m, 풍화암층의 두께는 0,95~5,92m, 기반암층의 출현심도는 지표하 4,45~13,60m 하부에서 나타남
•S-3 측선의 토사층의 평균 두께는 6,67m, 풍화암층의 평균 두께는 2,93m, 기반암층의 평균 출현심도는 GL.-9,60m로 분석되었음

▮ S-4





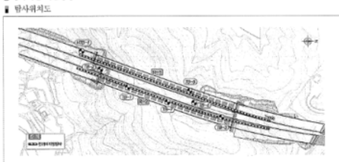
구 분	제1층(토사)	제2층(풍화암)	제3층(기반암)
탄성파속도(km/s)	0,9 이하	0,9~1,3	1,3 이상
평균두께 및 출현심도(m)	7,80	2,32	GL.-10,11 출현

•본 탐사결과, 토사층의 두께는 2,98~13,49m, 풍화암층의 두께는 0,61~5,28m, 기반암층의 출현심도는 지표하 5,64~15,54m 하부에서 나타남
•S-4 측선의 토사층의 평균 두께는 7,80m, 풍화암층의 평균 두께는 2,32m, 기반암층의 평균 출현심도는 GL.-10,11m로 분석되었음

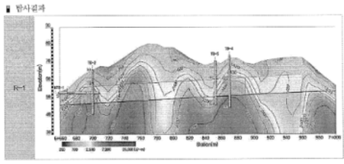
3.2 전기비저항탐사

○ 성라터널 서울방향

▮ 탐사위치도



▮ 탐사결과

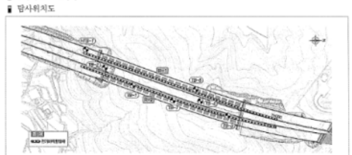


▮ 분석결과

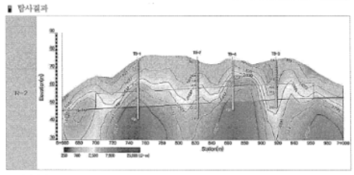
•본 탐사는 성라터널(서울방향)에서 수행하였으며, STA. 6+660~7+000 구간에서 전극간격 10m로 하여 전기비저항 탐사를 수행함
•탐사구간의 전반적인 전기비저항값은 200~20,000Ω-m의 범위로 나타나고 있음
•탐사결과 터널 계획고 부근 STA.6+710~6+730, STA.6+840~6+850구간에서 1,400Ω-m이하의 상대적으로 낮은 저비저항 이상대가 나타나고 있어 파쇄대로 의심되는 구간임
•STA.6+910~6+960 구간에서 터널 계획고 하부까지 상대적으로 낮은 전기비저항 분포를 보이는데, 이는 암반의 지질구조 변화에 의한 소규모 파쇄대의 영향으로 분석됨

○ 성라터널 문산방향

▮ 탐사위치도



▮ 탐사결과



▮ 분석결과

•본 탐사는 성라터널(문산방향)에서 수행하였으며, STA. 6+660~7+000 구간에서 전극간격 10m로 하여 전기비저항 탐사를 수행함
•탐사구간의 전반적인 전기비저항값은 250~23,000Ω-m의 범위로 나타나고 있음
•터널 시점부인 STA. 6+720~6+730 구간에서 터널 종점부인 STA. 6+950~6+970 구간에서 상대적으로 낮은 1,400Ω-m 이하의 전기비저항 분포를 보이고 있음
•STA. 6+900~6+920 구간의 터널 계획고 상부에서 주변부 보다 낮은 전기비저항 분포를 보이나, TB-3 시추공의 결과를 보아 암질 상태는 양호할 것으로 분석됨

제 4 장 현장조사 및 시험

4.1 강도 및 변형특성 분석

4.1.1 공내재하시험

개 요	•지층별 변형계수 및 탄성계수를 측정하여 기초 지지력, 침하검토 및 안정 해석시 입력 자료로 활용 •점성토 : LLT, 풍화암 및 연암 : Elastmeter-II, 연암~경암 : Goodman Jack 시험기로 수행

○ 시험결과

구 분	공 번	시험심도 (GL.-m)	지 층	암 종	변형계수 (D, MPa)	탄성계수 (E, MPa)
성라터널	TB-2	2,0	풍화토	-	96,3	111,9
	TB-2	11,0	연 암	화강편마암	980,3	1,166,2
	TB-3	13,0	풍화암	-	156,1	231,1
	TB-3	17,0	연 암	화강편마암	598,9	908,3

○ 결과분석

구분	변형계수(D,MPa)			탄성계수(E,MPa)		
	풍화토	풍화암	연 암	풍화토	풍화암	연 암
성라터널	96,3	156,1	598,9~980,3	111,9	231,1	908,3~1,166,2

분석결과	•풍화토의 변형계수는 96,3MPa, 풍화암은 156,1MPa,연암은 598,9~980,3MPa에 해당하나 암질상태에 따라 편차가 큼

4.1.2 공내전단시험

개 요	•풍화대층에 대한 비탈면의 안정성 해석을 위한 설계지반정수 자료로 활용 → 풍화대의 원지반 점착력(C)과 내부마찰각(Ø) 측정

○ 시험결과

구 분	공 번	심 도(GL.-m)	대상지층	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
성라터널	TB-2	3,0	풍화토	22,5	28,1
	TB-3	12,0	풍화암	31,1	31,4

○ 결과분석

구분	점착력(c, kPa)		마찰각(Ø, °)	
	풍화토	풍화암	풍화토	풍화암
성라터널	22,5	31,1	28,1	31,4

분석결과	•시험결과 점착력(c)는 풍화토 22,5kPa, 풍화암 31,1kPa로 산정되며, 마찰각(Ø)은 풍화토 28,1°, 풍화암 31,4°로 나타남

4.2 수리 및 투수특성 분석

4.2.1 지하수위 분포

개 요	•사업구간내 시추공에 대한 지하수위 분포현황을 파악하기 위해 지하수위 측정 •시추조사 완료후 1일이 경과한 후 수위를 측정하여 안정수위를 주상도에 기재

○ 터널구간

공 번	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m	공 번	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m	공 번	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m
TB-1	7,4	66,5	TB-4	15,5	58,0	TB-7	17,6	58,4
TB-2	6,1	60,6	TB-5	6,8	60,2	-	-	-
TB-3	17,0	59,0	TB-6	3,6	43,5	-	-	-

○ 기타구간(휴게소 부지)

공 번	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m	공 번	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m	공 번	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m
BH-1	3,2	13,2	BH-2	6,6	17,2	BH-3	3,5	12,8

○ 결과분석

구 분	지하수위 GL.-m	지하수위 EL.+m
터널구간	3,6~17,6	43,5~66,5
기타구간(휴게소 부지)	3,2~6,6	12,8~17,2

분석결과	•지하수위 측정결과 터널구간 GL.- 3,5~17,6m, 기타구간 : GL.- 3,2~6,6m 범위로 분포

4.2.2 투수시험

개 요	•조사구간내 풍화대의 투수성 파악하기 위하여 4회 수행 •지반의 투수성을 파악하기 위해 변수위 투수법을 적용하여 투수시험 수행

○ 시험결과

구 분	공 번	시험구간 (GL.-m)	지 층	통일분류	투수계수 k(cm/s)	지하수위 (GL.-m)
성라터널	TB-1	2,0 ~ 3,0	풍화토	SM	$1,95\times10^{-4}$	7,4
	TB-2	2,0 ~ 3,0	풍화토	SM	$3,08\times10^{-4}$	6,1
	TB-3	12,0 ~ 13,0	풍화암	-	$4,53\times10^{-5}$	17,0
	TB-4	8,0 ~ 9,0	풍화토	SM	$2,07\times10^{-4}$	15,5

○ 결과분석

구 분	풍화토	풍화암
성라터널	$1,96\times10^{-4}$ ~ $3,08\times10^{-4}$cm/s	$4,53\times10^{-5}$cm/s

4.2.3 수압시험

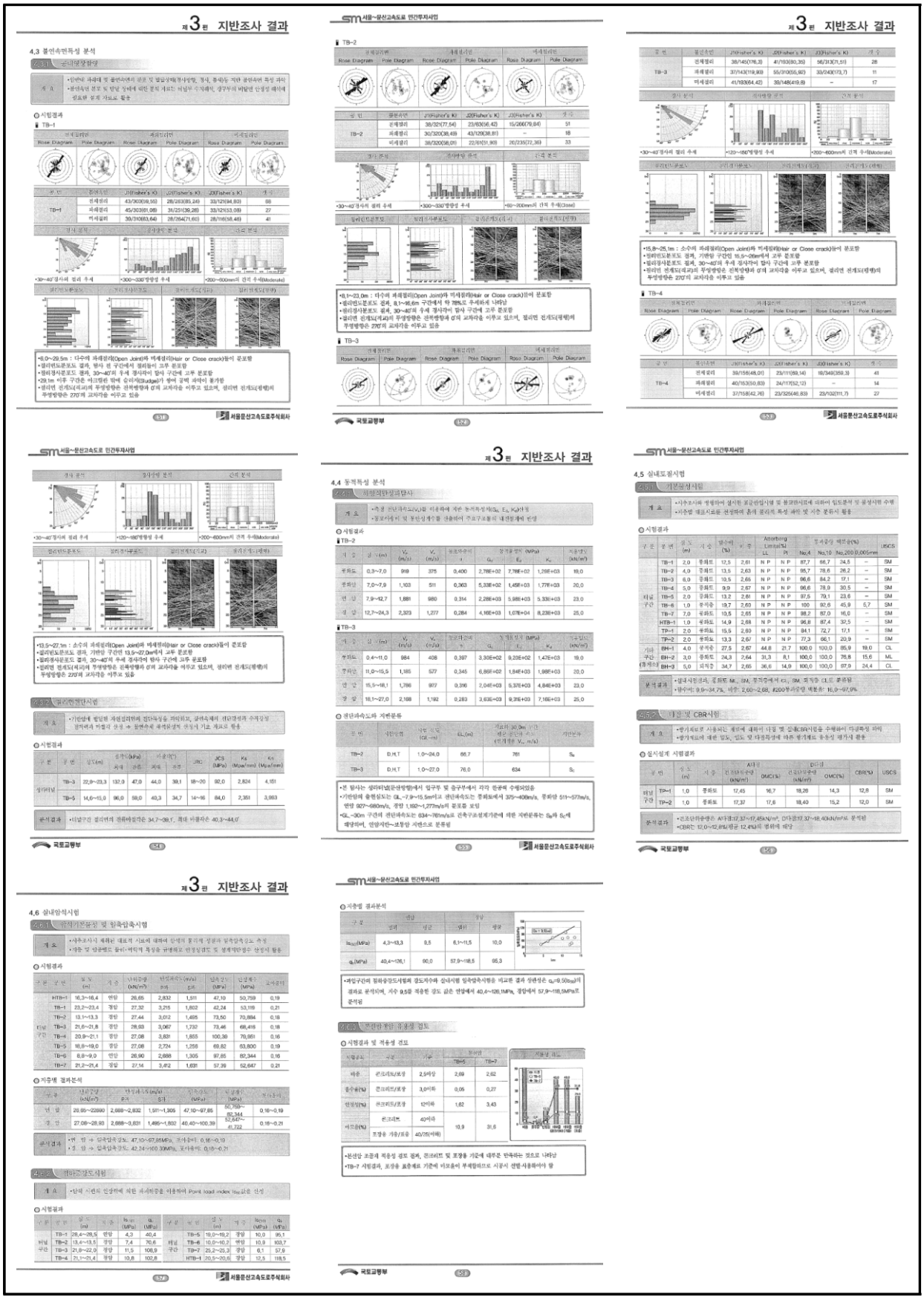
개 요	•터널구간에 분포하는 기반암의 투수특성 및 Lugeon 계단을 파악하기 위해 시추조사와 병행하여 실시

○ 시험결과

구 분	공 번	심 도(GL.-m)	대상암반	투수계수 (k, cm/s)	Lugeon 값	Flow type
성라터널	TB - 1	7,0 ~ 12,0	연 암	$3,06\times10^{-6}$	0,11	Dilation
	TB - 2	16,0 ~ 21,0	경 암	$1,28\times10^{-6}$	0,08	Dilation
	TB - 3	20,0 ~ 25,0	경 암	$2,49\times10^{-6}$	0,04	Dilation
	TB - 6	6,0 ~ 11,0	연 암	$4,76\times10^{-6}$	0,14	Dilation

○ 결과분석

구 분	투수계수(cm/s) 연 암	투수계수(cm/s) 경 암	평균 Lugeon 연 암	평균 Lugeon 경 암
성라터널	$3,06\times10^{-6}$~$4,76\times10^{-6}$	$1,28\times10^{-6}$~$2,49\times10^{-6}$	0,11~0,14	0,04~0,08



서문15교- 18

다. 구조계산서 및 내진설계

2. 설 계 조 건

- 교 량 명 : 창릉천교_SEG1
- 교량형식 : Bicon 교
- 교량등급 : 1등급 적용

2.1 기본제원

(1) 슬래브 전장 : 50.000 m
(2) 거 더 전 장 : 49.900 m
(3) 설 계 지 간 : 49.000 m
(4) 교 량 폭 원 : 21.900 m
(5) 횡 단 면 도 : 슬래브 일반도 참조
(6) 종 단 면 도 : 슬래브 일반도 참조

2.2 주요재료

2.2.1 바닥판

(1) 콘 크 리 트 Fcks = 27 MPa
Ecks = 8,500 × (fck+8)^1/3 = 27804 MPa (※s f= 8)
(2) 철근(SD400) Fyb = 400 MPa
Esb = 2.0 × 10^5 MPa

2.2.2 Bicon 거더

(1) 콘크리트(사용 하중 시)
- 설계기준강도 : Fck = 40 MPa
- 탄 성 계 수 : Ecks = 8,500 × (fck+8)^1/3 = 30891 MPa (※s f= 8)
(2) 콘크리트(PS강재 긴장 시)
- 설계기준강도 : Fci = 0.8 × fck = 32 MPa
- 탄 성 계 수 : Ecks = 8,500 × (fck+8)^1/3 = 29070 MPa (※s f= 8)
(3) 철근(SD300)
- 항 복 강 도 : Fby = 300 MPa
- 탄 성 계 수 : Ebs = 2.0 × 10^5 MPa
(4) PS 강연선(KS D 7002 SWPC 7B, 저릴렉세이션 강재)
- 직 경 : Dpt = 15.2 mm
- 단 면 적 : Apt = 138.7 mm^2
- 극 한 강 도 : Fput = 1900 MPa
- 항 복 강 도 : Fpyt = 1600 MPa
- 탄 성 계 수 : Ept = 2.0 × 10^5 MPa
(5) PS 강봉(KS D 3505, 저릴렉세이션 강재)
- 직 경 : Dpc = 40 mm
- 단 면 적 : Apc = 1257 mm^2
- 극 한 강 도 : Fpuc = 1050 MPa
- 항 복 강 도 : Fpyc = 950 MPa
- 탄 성 계 수 : Epc = 2.00 × 10^5 MPa
(6) 쉬스규격

구 분	단위	강 연 선						강 봉
PS강재 개수	개,mm	7	10	11	13	16	19	40
쉬스관 내경	mm	65	75	75	85	85	100	50
쉬스관 외경	mm	70	80	80	90	90	105	55
곡률마찰계수(μ)	/rad	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-
파상마찰계수(κ)	/m	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.008

2.2.3 탄성계수비

(1) 거더콘크리트와 PS 강봉의 탄성계수비(nc) = Epc / Eck = 200000 / 30891 = 6.474
(2) 거더콘크리트와 PS 강연선의 탄성계수비(nt) = Ept / Eck = 200000 / 30891 = 6.474
(3) 거더콘크리트와 바닥판콘크리트의 탄성계수비(ns) = Ecks / Eck = 27804 / 30891 0.900

2.3 허용응력

2.3.1 바닥판 콘크리트

- 허용압축응력 : 0.4 × fcks = 10.8 MPa
- 허용인장응력 : 0.5√(Fck) = 2.60 MPa(부착된 철근을 갖는 부재)

2.3.2 거더 콘크리트

(1) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전의 일시적 응력
- 허용압축응력 : 0.60 × fci = 19.2 MPa
- 허용인장응력 : 1.41 MPa 0.25×√fci
(2) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력
- 허용압축응력 : 0.45 × fck = 18.0 MPa
- 허용인장응력 : 0.5 × √fck = 3.16 MPa
(3) 균열응력 : 0.63 × √fck = 3.98 MPa
(4) 정착부의 지압응력
- 긴장재 정착 직후 : fcr = 0.7 × fci ×√(Ab'/Ab - 0.2) ≤ 1.10 × fci
- 프리스트레스 손실 발생 후 : fcr = 0.5 × fck ×√(Ab'/Ab) ≤ 0.90 × fck

2.3.3 PS 강연선

(1) 긴장시 최대응력 : MIN (0.94 × fpyt , 0.8 × fput) = 1504 MPa
(2) 정착 후 정착부에서의 허용응력 : MIN (0.74 × fput , 0.82 × fpyt)= 1312 MPa
(3) 사용하중 상태에서의 허용응력 : MIN (0.74 × fput , 0.82 × fpyt)= 1312 MPa

2.3.4 PS 강봉

(1) 긴장시 최대응력 : MIN (0.94 × fpyc , 0.8 × fpuc) = 840 MPa
(2) 정착 후 정착부에서의 허용응력 : MIN (0.74 × fput , 0.82 × fpyt)= 777 MPa
(3) 사용하중 상태에서의 허용응력 : MIN (0.74 × fput , 0.82 × fpyt)= 777 MPa

2.4 설계하중

2.4.1 고정하중(단위중량)

(1) 철근콘크리트 : 25000 N/m^2
(2) 프리스트레스트 콘크리트 : 25000 N/m^2
(3) PS강연선 : 11.01 N/m
(4) PS강봉 : 102.1 N/m
(5) 무근콘크리트 포장 : 23500 N/m^3

2.4.2 활하중

(1) 적용하중 : 1등급 적용
(2) 충격계수
i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 49) = 0.160 ≤ 0.300
(3) 군중하중 : 바닥판 설계 시 : 5000 N/m^2
거더 설계 시 : 3500 N/m^2

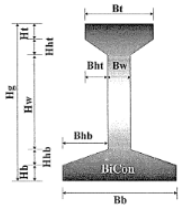
2.5 활하중에 대한 허용처짐

L / 800 = 0.0613 m

3. 단 면 가 정

3.1 단면제원

(1) 바닥판 두께(sh) : 240 mm
(2) 거더 단면



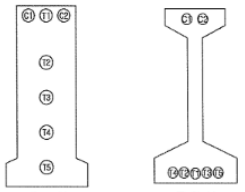
Bicon 단면제원

Hg	2600 mm
Ht	200 mm
Hb	300 mm
Hht	150 mm
Hhb	200 mm
Hw	1750 mm
Bt	800 mm
Bb	1100 mm
Bw	200 mm
Bht	300 mm
Bhb	450 mm

(3) 종간가로보수 : 1 EA
(4) 단부블록크기 : 700 mm

3.2 PS 강연선 및 PS강봉 배치

(1) 단면 배치



< 단 부 > < 중 앙 부 >

단위 : mm

		PS 강봉		PS 강연선				
		C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
직경,가닥수		40mm	40mm	7EA	16EA	16EA	16EA	16EA
쉬스관외경		55mm	55mm	70mm	90mm	90mm	90mm	90mm
초기긴장력		-625kN	-625kN	1250kN	3300kN	3300kN	3300kN	3300kN
단부 좌표	Y	-105mm	105mm	0mm	0mm	0mm	0mm	0mm
	Z	2475mm	2475mm	2475mm	1750mm	1250mm	750mm	250mm
중앙부 좌 표	Y	-105mm	105mm	0mm	-150mm	150mm	-300mm	300mm
	Z	2475mm	2475mm	115mm	125mm	125mm	125mm	125mm

※ 좌표의 기준 원점은 거더의 하단 중심점.

11. 응력검토

11.1 G1거더 응력산출

1) G1거더 중앙부 응력검토

▷ 유효율 : 0.829

하중 단계		바닥판		거더		PS 강재		비고
		상연	하연	상연	하연	강봉	강선	
1	fsw	-	-	13.805	-10.571	-	-	
2	fps	-	-	-11.709	28.268	408.505	-1223.622	
계		-	-	2.096	17.698	408.505	-1223.622	
응력 검토		-	-	-1.410	±19.200	±777.00	±1312.00	
		-	-	O.K	O.K	O.K	O.K	
3	fbl	-	-	7.329	-5.282	43.525	-30.302	
4	fal	1.247	1.001	1.113	-1.844	6.282	-11.027	
5	fll	2.413	1.937	2.153	-3.569	12.156	-21.336	
6	fsh	0.108	0.047	0.052	-0.675	0.113	4.145	
7	fcr	0.469	0.206	0.229	-2.944	0.493	18.081	
8	frgb	-0.036	-0.033	-0.036	0.004	-0.223	0.011	
9	frgs	0.043	0.019	0.021	-0.268	0.045	1.644	
계		4.243	3.178	12.956	3.119	470.896	-1262.407	
응력 검토		10.800	-2.598	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00	
		O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	

(+):압축, (-):인장

2) PS 강재 긴장시 응력검토

구 분		C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수	(EA)			7	16	16	16	16
P_{cr}	(kN)	-513.491	-513.491	998.364	2859.032	2607.080	2730.424	±2854.967
A_p	(m^2)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00222	0.00222	0.00222	±0.0022
fps	(MPa)	-408.505	-408.505	1028.287	1288.316	1174.784	1230.364	±1286.485
응 력 검 토		±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.000
		O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

11.2 G2~G7거더 응력산출

1) G2~G7거더 중앙부 응력검토

▷ 유효율 : 0.834

하중 단계		바닥판		거더		PS 강재		비고
		상연	하연	상연	하연	강봉	강선	
1	fsw	-	-	13.805	-10.571	-	-	
2	fps	-	-	-11.709	28.268	408.505	-1223.622	
계		-	-	2.096	17.698	408.505	-1223.622	
응력 검토		-	-	-1.410	19.200	±777.00	±1312.00	
		-	-	O.K	O.K	O.K	O.K	
3	fbl	-	-	8.761	-6.314	52.024	-36.220	
4	fal	1.214	0.965	1.072	-1.927	6.005	-11.547	
5	fll	1.962	1.559	1.732	-3.114	9.707	-18.666	
6	fsh	0.091	0.034	0.037	-0.658	0.025	4.048	
7	fcr	0.382	0.140	0.156	-2.753	0.104	16.926	
8	frgb	-0.034	-0.031	-0.035	0.004	-0.212	0.016	
9	frgs	0.037	0.014	0.015	-0.267	0.010	1.642	
계		3.651	2.680	13.834	2.668	476.167	-1267.424	
응력 검토		10.800	-2.598	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00	
		O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	

(+):압축, (-):인장

2) 내측거더 강선 응력검토(사용하중 상태)

구 분		C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수	(EA)			7	16	16	16	16
P_{cr}	(kN)	-513.491	-513.491	998.364	2859.032	2607.080	2730.424	2854.967
A_p	(m^2)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00222	0.00222	0.00222	0.00222
fps	(MPa)	-408.505	-408.505	1028.287	1288.316	1174.784	1230.364	1286.485
응 력 검 토		±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00
		O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

11.3 G8거더 응력산출

1) G8거더 중앙부 응력검토

▷ 유효율 : 0.831

하중 단계		바닥판		거더		PS 강재		비고
		상연	하연	상연	하연	강봉	강선	
1	fsw	-	-	13.805	-10.571	-	-	
2	fps	-	-	-11.709	28.268	408.505	-1223.622	
계		-	-	2.096	17.698	408.505	-1223.622	
응력 검토		-	-	-1.410	19.200	±777.00	±1312.00	
		-	-	O.K	O.K	O.K	O.K	
3	fbl	-	-	7.891	-5.687	46.860	-32.625	
4	fal	1.242	0.991	1.101	-1.914	6.192	-11.458	
5	fll	2.379	1.899	2.110	-3.667	11.864	-21.955	
6	fsh	0.096	0.039	0.043	-0.665	0.060	4.068	
7	fcr	0.420	0.167	0.186	-2.852	0.257	17.523	
8	frgb	-0.035	-0.032	-0.035	0.004	-0.216	0.014	
9	frgs	0.039	0.016	0.017	-0.266	0.024	1.637	
계		4.143	3.081	13.410	2.651	473.547	-1266.398	
응력 검토		10.800	-2.598	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00	
		O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	

(+):압축, (-):인장

2) 내측거더 강선 응력검토(사용하중 상태)

구 분		C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수	(EA)			7	16	16	16	16
P_{cr}	(kN)	-513.491	-513.491	998.364	2859.032	2607.080	2730.424	2854.967
A_p	(m^2)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00222	0.00222	0.00222	0.00222
fps	(MPa)	-408.505	-408.505	1028.287	1288.316	1174.784	1230.364	1286.485
응 력 검 토		±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00
		O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

12.2 크리프에 의한 처짐

(1) 바닥판 타설전 Bicon 거더 크리프 계수 (Φ_b, t' = 30 일, t = 90 일, RH = 70%)

$\Phi_b(t-t') = \Phi_0 \times \beta_d(t-t')$

$\Phi o = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t')$

$\Phi_{RH} = 1 + (1 - 0.01 \times RH) / 0.1 \times \sqrt[3]{h} = 1.47$

여기서,h = 2 ×Ac × EA / u × EA

= (2 ×거더단면적(mm^2) ×거더갯수) / (거더단면둘레(mm) ×거더갯수)

= 259.443 mm

$\beta(f_{cm}) = 16.8 / \sqrt{f_{cm}} = 2.425$

여기서, $f_{cm} = f_{ck} + 8 =$ 48

$\beta(t') = 1 / \{ 0.1 + (t')^{0.2} \} = 1 / \{ 0.1 + (30)^{0.2} \} =$ 0.48

$\beta_d(t-t') = [(t-t') / \{ \beta_H + (t-t') \}]^{0.3} =$ 0.48

여기서, $\beta_H = 1.5 [1 + (0.012 RH)^{18}]h + 250 =$ 656 일 < 1500 일

$\Phi_0 = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t')$

= 1.47 ×2.425 ×0.482 = 1.718

$\therefore \Phi_b(t, t') = \Phi_0 \times \beta_d(t-t')$

= 1.718 × 0.48 = 0.825

(2) 바닥판 타설후 Bicon 거더 크리프 계수 (Φ_b, t' = 90 일, t = 10000 일, RH = 70%)

$\Phi_f(t-t') = \Phi_0 \times \beta_d(t-t')$

$\Phi o = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t')$

$\Phi_{RH} = 1 + (1 - 0.01 \times RH) / 0.1 \times \sqrt[3]{h}$ 1.22

여기서,h = 2 ×Ac × EA / u × EA

= (2 ×거더단면적(m^2) ×거더갯수) / (거더단면둘레(m) ×거더갯수)

= 259.443

$\beta(f_{cm}) = 16.8 / \sqrt{f_{cm}} = 2.425$

여기서, $f_{cm} = f_{ck} + 8 =$ 48

$\beta(t') = 1 / \{ 0.1 + (t')^{0.2} \} = 1 / \{ 0.1 + (90)^{0.2} \} =$ 0.39

$\beta_d(t-t') = [(t-t') / \{ \beta_H + (t-t') \}]^{0.3} =$ 0.98

여기서, $\beta_H = 1.5 [1 + (0.012 RH)^{18}]h + 250 =$ 656 일 < 1500 일

$\Phi_0 = \Phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t')$

= 1.22 ×2.425 ×0.391 = 1.157

$\therefore \Phi_f(t, t') = \Phi_0 \times \beta_d(t-t')$

= 1.157 × 0.98 = 1.134

(3) G1 거더

1) 바닥판 타설전에 생기는 처짐

$\delta_{s1} = \Phi_b \times (\delta_{ds} + \delta_{ps})$ (Φ_b = 0.825)

= 0.825 × (75.90 + -124.49) = -40.08 mm

2) 바닥판 타설후에 생기는 처짐

$\delta_{s2} = \Phi_1 \times (\delta_{ds} + \delta_{d1} + \delta_{d2} + \delta_{pe})$ (Φ_1 = 1.134)

= 1.134 × (75.90 + 39.27 + 9.21 + -114.32)

= 11.41 mm

(4) G2-G7 거더

1) 바닥판 타설전에 생기는 처짐

$\delta_{s1} = \Phi_b \times (\delta_{ds} + \delta_{ps})$ (Φ_b = 0.825)

= 0.825 × (75.90 + -124.49) = -40.08 mm

2) 바닥판 타설후에 생기는 처짐

$\delta_{s2} = \Phi_1 \times (\delta_{ds} + \delta_{d1} + \delta_{d2} + \delta_{pe})$ (Φ_1 = 1.134)

= 1.134 × (75.90 + 46.94 + 9.34 + -114.32)

= 20.25 mm

12.3 처짐의 합계

(단위:mm)

구 분	G1 거더	G2-G7 거더	G8 거더	비 고
프리스트레스 도입직후	-48.58	-48.58	-48.58	$\delta_{ds}+\delta_{ps}$
바닥판 타설 전	-88.67	-88.67	-88.67	
바닥판 타설 후	-49.39	-41.72	-46.38	$\delta_{ds}+\delta_{ps}+\delta_{d1}+\delta_{d2}$
고정하중 작용시	-18.62	-1.98	-15.43	$\delta_{ds}+\delta_{d1}+\delta_{d2}+\delta_{ps}+\delta_{s1}+\delta_{s2}$
활하중에 의한 처짐량	17.82	15.78	18.47	

12.4 활하중에 의한 처짐 검토

▷ 허용처짐(δ_a) = L / 800 = 49 / 800 = 61.25 mm

(1) G1 거더

δv = 17.82 < δa = 61.25 ---------- O.K

(2) G2-G7 거더

δv = 15.78 < δa = 61.25 ---------- O.K

(3) G8 거더

δv = 18.47 < δa = 61.25 ---------- O.K

13. 휨강도의 검토

13.1 거더

1) 극한모멘트 (Factored Moment)

Mu = 1.3 MD + 2.15 ML = 28702740.0 N·m

2) 단면 제원

b = 2600.0 mm (압축 플랜지의 폭)

dp = 2716.0 mm

Ap1 = 0.009848 m^2 = 9848 mm^2 (강연선 총면적)

Ap2 = 0.002514 m^2 = 2514 mm^2 (강봉 총면적)

Fck = 27 MPa (슬래브 콘크리트 강도)

Fck = 40 MPa (빔 콘크리트 강도)

Fput = 1900 MPa (극한인장강도)

Fpyt = 1600 MPa (항복강도)

Fpuc = 1050 MPa (극한인장강도)

Fpyc = 950 MPa (항복강도)

3) 계수 산정

rp1 = 0.28 (0.40-응력제거강재, 0.28-저릴렉세이션강재, 0.55-강봉)

β1 = 0.85 - [0.007 × (Fck - 28)] = 0.857

ρp1 = Ap / (b × dp) = 0.001295

rp2 = 0.55 (0.40-응력제거강재, 0.28-저릴렉세이션강재, 0.55-강봉)

β2 = 0.85 - [0.007 × (Fck - 28)] = 0.857

ρp2 = Ap / (b × dp) = 0.000331

4) PS강재의 응력계산(Fps) (도로교설계기준, 2010, p.4-127)

• 철근을 배치하지 않았거나, 배치됐더라도 그 영향을 무시할 수 있는 경우

Fps = Fput ×[1 - (rp1/β1) × ρp1 × (Fput / Fck)] = 1843.4 MPa

5) 해석단면 결정

a = (Ap×Fps) / (0.85×Fck×b) = 282.5 mm

슬래브 두께 : 240.0 mm < 282.5 mm ---------- 플랜지단면

6) 최대 PS 강재량 검토

강재지수(qp) = ρp × Fps / Fck = 0.088

qp (=0.088) < 0.36 × β1 (=0.309) ---------- O.K

7) 극한 저항 모멘트 검토

Φ · Mn = Φ [Apw × Fps × dp × (1 - 0.59 × Apw × Fps / (bo × dp × Fck))

'+ 0.85 × Fck (b - bo) × t × (dp - 0.5 t)] = 38526.68 kN·m

Φ · Mn (=38526.676) > Mu (=28702.74) ---------- O.K

8) 균열 모멘트 검토

1.2 · Mcr = Zbo × (0.5 × √Fck + fbe - fd) = -34129.527 kN·m

fpe = 23.426 MPa

fd = Md1 / Zbo = -10.571 MPa

Zbo = Ico/Ybo = -0.777 m^3

1.2 · Mcr (=-34129.52) < Φ · Mn (=38526.676) ---------- O.K

14. 전단 검토

14.1 수직 전단 검토

14.1.1 G1 거더

▷ 전단력이 가장 크게 발생하는 지점부에서 검토

외측거더 지점부 단면력

구 분	V(kN)	M(kN·m)
자 중	725.88	5.54
합성전	371.88	1.49
합성후	218.17	11.19
활하중	399.89	28.16

(1) 극한전단력

Vu = 1.3 D + 2.15 (L + I) + 1.3CF + 1.7H + 1.3Q = 2570.5 kN

(2) 콘크리트가 부담하는 전단강도 Vc (도로교설계기준, 2010, p.4-76)

- Vc는 Vci 또는 Vcw 중에서 작은 값으로 한다.

1) 전단강도 Vci (휨 전단강도)

Vci = 0.05 × √Fck × bw × d + Vd + (Vi × Mcr) / Mmax

Mcr = Zbo × (0.5 × √Fck + fpe - fd) = 12448.8 kN·m

fpe = 23.426 MPa

fd = Md1 / Zbo = 10.571 MPa

Zbo = Ico/Ybo = 0.777 m3

Mmax = 1.3 × (Md2+Md3) + 2.15 × Ml = 77.03 kN·m

d = 2600 - (2475 + 1,750 + 1,250 + 750) / 4 = 1043.75 mm

- d를 0.8H보다 작게 취해서는 안된다.

1,043.75 mm < 0.8 × H = 2080 mm ∴ d = 2080.00 mm

Vd = 725.88 kN

Vi = 1.3 × (Vd2+Vd3) + 2.15 × Vl = 1626.83 kN

- Vci는 0.14√Fck × bw × d 보다 작아서는 안된다.

Vci = 264169.73 kN > 0.14 √fck × bw × d = 1473.37 kN

∴ Vci = 264169.73 kN

2) 전단강도 Vcw(복부 전단강도)

Vcw = (0.29 × √fck + 0.3 × fpc) × bw × d + V = 10558647 N = 10558.65 kN

fpc = Pe1 / Ac = 10221881 / 1010953 = 10.111 MPa

Vp = Pe2 ×sinΘ (Vp : 수직분력) = 9194900 × 0.2675 = 2459191.20 N

∴ Vc = min [Vci, Vcw]= 10558.6 kN

3) øVc = 0.80 × 10558.6 = 8446.9 kN

1/2 øVc = 4,223.459 kN

∴ Vu < 1/2øVc, 전단 철근 불필요

2. 해석결과 요약

▣ 말뚝 안정성검토 및 응력검토

구 분			허용값	발생값	비 고
교축방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1068.140	959.692	O.K
		허용인발력(kN/EA)	305.618	-	O.K
		휨 응력(MPa)	140.000	107.659	O.K
		전단응력(MPa)	80.000	4.475	O.K
		수평변위(mm)	15.000	4.953	O.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1602.210	1263.220	O.K
		허용인발력(kN/EA)	458.427	-	O.K
		휨 응력(MPa)	210.000	156.587	O.K
		전단응력(MPa)	120.000	12.836	O.K
		수평변위(mm)	15.000	8.007	O.K
교축직각방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1068.140	1030.092	O.K
		허용인발력(kN/EA)	305.618	-	O.K
		휨 응력(MPa)	140.000	102.583	O.K
		전단응력(MPa)	80.000	2.115	O.K
		수평변위(mm)	15.000	2.342	O.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1602.210	1323.325	O.K
		허용인발력(kN/EA)	458.427	-	O.K
		휨 응력(MPa)	210.000	157.897	O.K
		전단응력(MPa)	120.000	11.614	O.K
		수평변위(mm)	15.000	7.245	O.K

▣ 단면 설계

단면위치		깊이 (mm)	피복 (mm)	Req.As (mm²)	Use.As (mm²)	Mu(kN.m)	ΦMn(kN.m)	안전도	비 고
기초	교축방향	2500.0	150.0	59952.652	102269.900	46035.166	77363.101	1.681	O.K
	교직-지점부	2500.0	150.0	69233.339	111777.600	52849.359	84044.634	1.590	O.K

▣ 사용성 검토

단면위치		안정응력(fs)	허용응력(fsa)	철근간격(S)	최대간격(Sa)	비 고
기초	교축방향	162.386	180.000	123.596	146.205	O.K
	교직-지점부	163.374	180.000	126.437	143.272	O.K

3. 설 계 조 건

3.1 일 반 사 항

1) 구 조 형 식 : T형 교각
2) 상 부 형 식 : STEEL BOX GIRDER + Bicon GIRDER
3) 교 량 등 급 : 1 등교
4) 기 초 형 식 : 말뚝기초

3.2 하 중

1) 철근콘크리트의 단위중량 : γc = 25 kN/m³ [도로교 설계기준 2.1.2]
2) 기초지반의 단위중량 : γs2 = 20 kN/m³ [도로교설계요령 제2권 P366]
3) 교량받침 마찰계수 : fs = 0.05

3.3 지 반 조 건

1) 기초지반의 N치 : N = 15
2) 기초지반의 내부마찰각 : φ2 = 30 ° : 15 + √15N
3) 기초지반의 점착력 : C = 0 kN/m²
4) 기초지반의 마찰계수 : μ = 0.364 ; TAN(⅔ · Φ2) : 흙과 콘크리트
5) 지반 기속도 계수 : A = 0.154 ; 위험도 계수 x 지진구역계수
   - 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
   - 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.11

3.4 사 용 재 료 강 도

1) 콘크리트 설계기준 강도 : fck = 두부보: 40 MPa
   기둥: 40 MPa
   기초: 27 MPa
   - 탄성계수 : Ec = 두부보: 30891 MPa
   기둥: 30891 MPa
   기초: 27804 MPa
   [도로교 설계기준 2.3.3]
2) 철근의 항복 강도(SD400) : fy = 두부보: 400 MPa
   기둥: 400 MPa
   기초: 400 MPa
   - 탄성계수 : Es = 200000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]

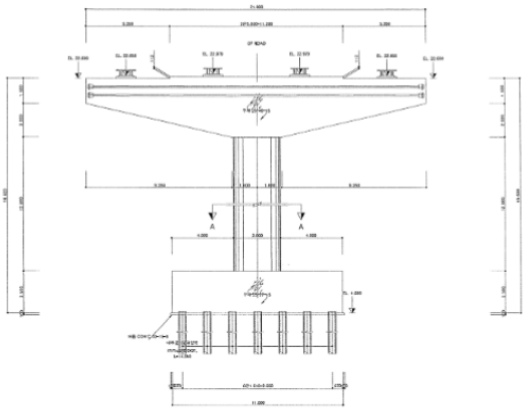
3.5 설 계 방 법

1) 안 정 성 검 토 : 허용응력 설계법
2) 단 면 설 계 : 극한강도 설계법

3.6 참 고 문 헌

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

4. 단 면 가 정



3) 기둥단면 검토

① 축력최대 : (부재 13, UL001)

【 편형기둥 : 하부 , 1/7 】

㉮ 설계조건 및 단면가정

fck=40MPa, fy=400MPa, k1=0.77, Φc=0.70, θ=-90.000도(종량축각도)

D(mm)	피복(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,885	54200.926	2593.627	47.9

㉯ 철근비 검토

Ag = 7068583.47 mm² , Ast = 92505.60 mm² , Puse = 0.01309
- 1단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d1 = 100.000 mm
- 2단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d2 = 129.000 mm
ρmin (= 0.0050) ≤ ρuse (= 0.0131) ≤ ρmax (= 0.0600) ∴ O.K
ρmin = 0.010 x Aeff / Ag , Aeff = Pu / {Φ0.80(0.85*fck+0.01*fy)} = 2547035.996 mm²
Aeff는 ≥ ½Ag (= 3534291.735 mm²)이어야 하므로 3534291.735 mm² 를 적용.

㉰ 평형하중 산정

cb = 600 / (600 + fy) x d = 1731.21 mm, ab = k1 x cb = 1326.11 mm
Cc = 0.85 x 40.0 x 3013894.220 = 102472.403 kN, ∑Csi = 13976.888 kN, ∑Tsi = 10617.852 k
Pb = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 kN
Mb = Cc x 1394.655 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100975.517 kN.m
eb > e → 압축 파괴 (eb = Mb/Pb = 954.116 mm, e = Mu/Pu = 47.852 mm)

㉱ 공칭강도 산정

- 반복시산법을 이용하여 c = 3773.44 mm, a = k1 x c = 2890.45 mm 를 사용.
Cc = 0.85 x 40.0 x 6986182.312 = 237530.199 kN
∑Csi = 25558.670 kN, ∑Tsi = 0.000 kN
Pn = 237530.199 + 25558.670 - 0.000 = 263088.869 kN
Mn = Cc x 1462.300 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 12587.598 kN.m
- 편심오차 : | e - Mn/Pn(=47.845) | = 0.0067 ≤ 0.010 ∴ 허용오차 만족

㉲ 강도감소계수(Φ) 산정

dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 mm
c = 3773.437 mm, a = k1 x c = 2890.453 mm
εy = fy / Es = 400.00 / 200000.00 = 0.0020
εt = 0.00300 x (dt-c) / c = 0.00300 x (2900.00-3773.44) / 3773.44 = -0.00069
εt ≤ εy 이므로 압축지배단면이며, Φ = 0.70 를 적용한다.

㉳ 축방향력 및 휨에 대한 검토

MaxPn = 0.80 x {0.85 fck*(Ag-Ast) + fy*Ast} = 219351.110 kN < Pn = 263088.869 kN
ΦPn = 0.70 x 219351.110 = 153545.777 kN ≥ Pu = 54200.926 kN ∴ O.K
ΦMn = ΦPn x 0.048 = 7347.485 kN.m ≥ Mu = 2593.627 kN.m ∴ O.K

② 모멘트최대 : (부재 13, UL014)
【 원형기둥 : 하부 , 2/7 】

㉮ 설계조건 및 단면가정
fck=40MPa, fy=400MPa, k1=0.77, Φc=0.70, θ=-41.449도(중립축각도)

D(mm)	피복(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,885	37691.077	37544.949	996.1

㉯ 철근비 검토
Ag = 7068583.47 mm² , Ast = 92505.60 mm² , Puse = 0.01309
- 1단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d1 = 100.000 mm
- 2단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d2 = 129.000 mm
ρmin (= 0.0050) ≤ ρuse (= 0.0131) ≤ ρmax (= 0.0600) ∴ O.K
ρmin = 0.010 x Aeff / Ag , Aeff = Pu / {Ψ0.80(0.85*fck+0.01*fy)} = 1771197.227 mm²
Aeff는 ≥ ½Ag (= 3534291.735 mm²)이어야 하므로 3534291.735 mm² 를 적용.

㉰ 평형하중 산정
cb = 600 / (600 + fy) x d = 1731.21 mm, ab = k1 x cb = 1326.11 mm
Cc = 0.85 x 40.0 x 3013894.220 = 102472.403 kN, ∑Csi = 13976.888 kN, ∑Tsi = 10617.852 k
Pb = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 kN
Mb = Cc x 1394.655 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100975.517 kN.m
eb < e → 인장 파괴 (eb = Mb/Pb = 954.116 mm, e = Mu/Pu = 996.123 mm)

㉱ 공칭강도 산정
- 반복시산법을 이용하여 c = 1686.97 mm, a = k1 x c = 1292.22 mm 를 사용.
Cc = 0.85 x 40.0 x 2913066.154 = 99044.249 kN
∑Csi = 13720.870 kN, ∑Tsi = 11400.013 kN
Pn = 99044.249 + 13720.870 - 11400.013 = 101365.107 kN
Mn = Cc x 1396.428 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100972.720 kN.m
- 편심오차 : |e - Mn/Pn(=996.129)| = 0.0060 ≤ 0.010 ∴ 허용오차 만족

㉲ 강도감소계수(Φ) 산정
dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 mm
c = 1686.974 mm, a = k1 x c = 1292.222 mm
εy = fy / Es = 400.00 / 200000.00 = 0.0020
εt = 0.00300 x (dt-c) / c = 0.00300 x (2900.00-1686.97) / 1686.97 = 0.00216
εy < εt < 0.00500 이므로 변화구간단면이며, Φ = 0.71 를 적용한다.
Φ = 0.700 + (0.0022-0.0020) x (0.850-0.700) / (0.00500-0.00200) = 0.708

㉳ 축방향력 및 휨에 대한 검토
MaxPn = 0.80 x {0.85 fck*(Ag-Ast) + fy*Ast} = 219351.110 kN ≥ Pn = 101365.107 kN
ΦPn = 0.71 x 101365.107 = 71752.117 kN ≥ Pu = 37691.077 kN ∴ O.K
ΦMn = ΦPn x 0.996 = 71473.935 kN.m ≥ Mu = 37544.949 kN.m ∴ O.K

③ 탄성설계 : (부재 13, UL022)
【 원형기둥 : 하부 , 3/7 】

㉮ 설계조건 및 단면가정
fck=40MPa, fy=400MPa, k1=0.77, Φc=1.00, θ=69.951도(중립축각도)

D(mm)	피복(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,885	30152.862	71152.445	2360

㉯ 철근비 검토
Ag = 7068583.47 mm² , Ast = 92505.60 mm² , Puse = 0.01309
- 1단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d1 = 100.000 mm
- 2단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d2 = 129.000 mm
ρmin (= 0.0050) ≤ ρuse (= 0.0131) ≤ ρmax (= 0.0600) ∴ O.K
ρmin = 0.010 x Aeff / Ag , Aeff = Pu / {Ψ0.80(0.85*fck+0.01*fy)} = 1416957.801 mm²
Aeff는 ≥ ½Ag (= 3534291.735 mm²)이어야 하므로 3534291.735 mm² 를 적용.

㉰ 평형하중 산정
cb = 600 / (600 + fy) x d = 1731.21 mm, ab = k1 x cb = 1326.11 mm
Cc = 0.85 x 40.0 x 3013894.220 = 102472.403 kN, ∑Csi = 13976.888 kN, ∑Tsi = 10617.852 k
Pb = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 kN
Mb = Cc x 1394.655 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100975.517 kN.m
eb < e → 인장 파괴 (eb = Mb/Pb = 954.116 mm, e = Mu/Pu = 2359.724 mm)

㉱ 공칭강도 산정
- 반복시산법을 이용하여 c = 916.63 mm, a = k1 x c = 702.14 mm 를 사용.
Cc = 0.85 x 40.0 x 1258972.508 = 42805.065 kN
∑Csi = 9175.352 kN, ∑Tsi = 20888.666 kN
Pn = 42805.065 + 9175.352 - 20888.666 = 31091.752 kN
Mn = Cc x 1436.329 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 73367.829 kN.m
- 편심오차 : |e - Mn/Pn(=2359.720)| = 0.0044 ≤ 0.010 ∴ 허용오차 만족

㉳ 축방향력 및 휨에 대한 검토
MaxPn = 0.80 x {0.85 fck*(Ag-Ast) + fy*Ast} = 219351.110 kN ≥ Pn = 31091.752 kN
ΦPn = 1.00 x 31091.752 = 31091.752 kN ≥ Pu = 30152.862 kN ∴ O.K
ΦMn = ΦPn x 2.360 = 73367.966 kN.m ≥ Mu = 71152.445 kN.m ∴ O.K

④ 편심최대 : (부재 13, UE014)
【 원형기둥 : 하부 , 5/7 】

㉮ 설계조건 및 단면가정
fck=40MPa, fy=400MPa, k1=0.77, Φc=0.70, θ=-41.391도(중립축각도)

D(mm)	피복(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,885	28645.218	37281.496	1302

㉯ 철근비 검토
Ag = 7068583.47 mm² , Ast = 92505.60 mm² , Puse = 0.01309
- 1단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d1 = 100.000 mm
- 2단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d2 = 129.000 mm
ρmin (= 0.0050) ≤ ρuse (= 0.0131) ≤ ρmax (= 0.0600) ∴ O.K
ρmin = 0.010 x Aeff / Ag , Aeff = Pu / {Ψ0.80(0.85*fck+0.01*fy)} = 1346109.868 mm²
Aeff는 ≥ ½Ag (= 3534291.735 mm²)이어야 하므로 3534291.735 mm² 를 적용.

㉰ 평형하중 산정
cb = 600 / (600 + fy) x d = 1731.21 mm, ab = k1 x cb = 1326.11 mm
Cc = 0.85 x 40.0 x 3013894.220 = 102472.403 kN, ∑Csi = 13976.888 kN, ∑Tsi = 10617.852 k
Pb = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 kN
Mb = Cc x 1394.655 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100975.517 kN.m
eb < e → 인장 파괴 (eb = Mb/Pb = 954.116 mm, e = Mu/Pu = 1301.491 mm)

㉱ 공칭강도 산정
- 반복시산법을 이용하여 c = 1395.21 mm, a = k1 x c = 1068.73 mm 를 사용.
Cc = 0.85 x 40.0 x 2258625.757 = 76793.276 kN
∑Csi = 12104.325 kN, ∑Tsi = 15328.578 kN
Pn = 76793.276 + 12104.325 - 15328.578 = 73569.022 kN
Mn = Cc x 1409.672 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 95748.941 kN.m
- 편심오차 : |e - Mn/Pn(=1301.484)| = 0.0066 ≤ 0.010 ∴ 허용오차 만족

㉲ 강도감소계수(Φ) 산정
dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 mm
c = 1395.213 mm, a = k1 x c = 1068.733 mm
εy = fy / Es = 400.00 / 200000.00 = 0.0020
εt = 0.00300 x (dt-c) / c = 0.00300 x (2900.00-1395.21) / 1395.21 = 0.00324
εy < εt < 0.00500 이므로 변화구간단면이며, Φ = 0.76 를 적용한다.
Φ = 0.700 + (0.0032-0.0020) x (0.850-0.700) / (0.00500-0.00200) = 0.762

㉳ 축방향력 및 휨에 대한 검토
MaxPn = 0.80 x {0.85 fck*(Ag-Ast) + fy*Ast} = 219351.110 kN ≥ Pn = 73569.022 kN
ΦPn = 0.76 x 73569.022 = 56043.434 kN ≥ Pu = 28645.218 kN ∴ O.K
ΦMn = ΦPn x 1.301 = 72940.029 kN.m ≥ Mu = 37281.496 kN.m ∴ O.K

⑤ 모멘트최대 : (부재 13, UL002)
【 원형기둥 : 하부 , 6/7 】

㉮ 설계조건 및 단면가정
fck=40MPa, fy=400MPa, k1=0.77, Φc=0.70, θ=-90.000도(중립축각도)

D(mm)	피복(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,885	48200.514	42989.061	891.9

㉯ 철근비 검토
Ag = 7068583.47 mm² , Ast = 92505.60 mm² , Puse = 0.01309
- 1단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d1 = 100.000 mm
- 2단 : H29 - 72EA (As=46252.800 mm²), d2 = 129.000 mm
ρmin (= 0.0050) ≤ ρuse (= 0.0131) ≤ ρmax (= 0.0600) ∴ O.K
ρmin = 0.010 x Aeff / Ag , Aeff = Pu / {Ψ0.80(0.85*fck+0.01*fy)} = 2265061.748 mm²
Aeff는 ≥ ½Ag (= 3534291.735 mm²)이어야 하므로 3534291.735 mm² 를 적용.

㉰ 평형하중 산정
cb = 600 / (600 + fy) x d = 1731.21 mm, ab = k1 x cb = 1326.11 mm
Cc = 0.85 x 40.0 x 3013894.220 = 102472.403 kN, ∑Csi = 13976.888 kN, ∑Tsi = 10617.852 k
Pb = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 kN
Mb = Cc x 1394.655 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100975.517 kN.m
eb > e → 압축 파괴 (eb = Mb/Pb = 954.116 mm, e = Mu/Pu = 891.880 mm)

㉱ 공칭강도 산정
- 반복시산법을 이용하여 c = 1797.84 mm, a = k1 x c = 1377.14 mm 를 사용.
Cc = 0.85 x 40.0 x 3166259.063 = 107652.808 kN
∑Csi = 14387.837 kN, ∑Tsi = 9337.770 kN
Pn = 107652.808 + 14387.837 - 9337.770 = 112702.875 kN
Mn = Cc x 1392.111 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100516.535 kN.m
- 편심오차 : |e - Mn/Pn(=891.872)| = 0.0078 ≤ 0.010 ∴ 허용오차 만족

㉲ 강도감소계수(Φ) 산정
dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 mm
c = 1797.839 mm, a = k1 x c = 1377.145 mm
εy = fy / Es = 400.00 / 200000.00 = 0.0020
εt = 0.00300 x (dt-c) / c = 0.00300 x (2900.00-1797.84) / 1797.84 = 0.00184
εt ≤ εy 이므로 압축지배단면이며, Φ = 0.70 를 적용한다.

㉳ 축방향력 및 휨에 대한 검토
MaxPn = 0.80 x {0.85 fck*(Ag-Ast) + fy*Ast} = 219351.110 kN ≥ Pn = 112702.875 kN
ΦPn = 0.70 x 112702.875 = 78892.013 kN ≥ Pu = 48200.514 kN ∴ O.K
ΦMn = ΦPn x 0.892 = 70362.186 kN.m ≥ Mu = 42989.061 kN.m ∴ O.K

⑥ 편심최대 : (부재 13, UE020)
【 편심기둥 : 하부 , 7/7 】

㉮ 설계조건 및 단면가정

fck=40MPa, fy=400MPa, k1=0.77, Φc=0.70, θ=-59.361도(중립축각도)

D(mm)	피복(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2.885	33878.851	51232.88	1512

㉯ 철근비 검토

Ag = 7068583.47 ㎟ , Ast = 92505.60 ㎟ , Puse = 0.01309
- 1단 : H29 - 72EA (As=46252.800 ㎟), d1 = 100.000 ㎜
- 2단 : H29 - 72EA (As=46252.800 ㎟), d2 = 129.000 ㎜
ρmin (= 0.0050) ≤ ρuse (= 0.0131) ≤ ρmax (= 0.0600) ∴ O.K
ρmin = 0.010 x Aeff / Ag , Aeff = Pu / {Ψ0.80(0.85*fck+0.01*fy)} = 1592051.269 ㎟
Aeff는 ≥ ½Ag (= 3534291.735 ㎟)이어야 하므로 3534291.735 ㎟ 를 적용.

㉰ 평형하중 산정

cb = 600 / (600 + fy) x d = 1731.21 ㎜, ab = k1 x cb = 1326.11 ㎜
Cc = 0.85 x 40.0 x 3013894.220 = 102472.403 kN, ∑Csi = 13976.888 kN, ∑Tsi = 10617.852 k
Pb = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 kN
Mb = Cc x 1394.655 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 100975.517 kN.m
ab < e → 인장 파괴 (ab = Mb/Pb = 954.116 ㎜, e = Mu/Pu = 1512.238 ㎜)

㉱ 공칭강도 산정

- 반복시산법을 이용하여 c = 1244.17 ㎜, a = k1 x c = 953.04 ㎜ 를 사용.
Cc = 0.85 x 40.0 x 1930595.787 = 65640.257 kN
∑Csi = 11226.432 kN, ∑Tsi = 17126.530 kN
Pn = 65640.257 + 11226.432 - 17126.530 = 59740.158 kN
Mn = Cc x 1417.481 + ∑(Csi*di) + ∑(Tsi*di) = 90340.933 kN.m
- 편심오차 : |e - Mn/Pn(=1512.231)| = 0.0066 ≤ 0.010 ∴ 허용오차 만족

㉲ 강도감소계수(Φ) 산정

dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 ㎜
c = 1244.173 ㎜, a = k1 x c = 953.037 ㎜
εy = fy / Es = 400.00 / 200000.00 = 0.0020
εt = 0.00300 x (dt-c) / c = 0.00300 x (2900.00-1244.17) / 1244.17 = 0.00399
εy < εt < 0.00500 이므로 변화구간단면이며, Φ = 0.80 를 적용한다.
Φ = 0.700 + (0.0040-0.0020) x (0.850-0.700) / (0.00500-0.00200) = 0.800

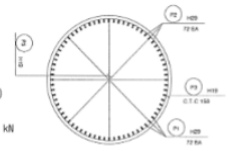
㉳ 축방향력 및 휨에 대한 검토

MaxPn = 0.80 x {0.85 fck*(Ag-Ast) + fy*Ast} = 219351.110 kN ≥ Pn = 59740.158 kN
ΦPn = 0.80 x 59740.158 = 47770.009 kN ≥ Pu = 33878.851 kN ∴ O.K
ΦMn = ΦPn x 1.512 = 72239.615 kN.m ≥ Mu = 51232.880 kN.m ∴ O.K

10.4 상시 전단설계

(1) 기둥에 발생하는 최대전단력 : ULB14 MAX, 『기둥부재력 집계』 참조

교축방향 V = 1711.893 kN
교축직각방향 V = 0.000 kN
합성전단력 V = 1711.893 kN
축방향력 P = 37691.077 kN



(2) 공칭전단력 Vn = Vc + Vs (Φ = 0.80)

Vn = Vmax / Φ = 1711.893 / 0.80 = 2139.866 kN

(3) 압축부재에 의한 콘크리트 전단 Vc 및 필요철근 전단 Vs

① 인장철근들의 도심과 압축연단까지의 d
h = 3000.000 ㎜ d' = 114.652 ㎜
Zs = ∑(인장철근들의 면적 x 거리) / ∑(면적)
= 866.629 ㎜
d = h/2 + Zs
= 3000.000/2 + 866.629
= 2366.629 ㎜

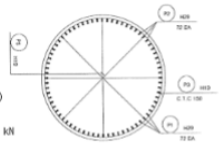
② 압축부재의 콘크리트 전단력 Vc
Vc = 1/6 x (1 + Nu / 14Ag) x √(fck) x b x d
= 1/6 x { 1 + 37691.077 x 1000 / (14 x 7068583.471) } x √40.0
x 3000.000 x 2366.629
= 10334.354 kN

③ 필요철근 전단력 Vs
Vc/2 = 5167.177 kN ≥ Vn ≤ Vc = 10334.354 ∴ 전단 철근 필요 없음

10.5 지진시 전단설계

(1) 기둥에 발생하는 최대전단력 : ULB22 MAX, 『기둥부재력 집계』 참조

교축방향 V = 3928.787 kN
교축직각방향 V = 1439.099 kN
합성전단력 V = 4184.062 kN
축방향력 P = 30152.862 kN



(2) 공칭전단력 Vn = Vc + Vs (Φ = 1.00)

Vn = Vmax / Φ = 4184.062 / 1.00 = 4184.062 kN

(3) 압축부재에 의한 콘크리트 전단 Vc 및 필요철근 전단 Vs

① 인장철근들의 도심과 압축연단까지의 d
h = 3000.000 ㎜ d' = 114.652 ㎜
Zs = ∑(인장철근들의 면적 x 거리) / ∑(면적)
= 866.629 ㎜
d = h/2 + Zs
= 3000.000/2 + 866.629
= 2366.629 ㎜

② 압축부재의 콘크리트 전단력 Vc
Vc = 1/6 x (1 + Pu / 14Ag) x √(fck) x b x d
= 1/6 x { 1 + 30152.862 x 1000 / (14 x 7068583.471) } x √40.0
x 3000.000 x 2366.629
= 9764.271 kN

③ 필요철근 전단력 Vs
Vc/2 = 4882.136 kN ≥ Vn ≤ Vc = 9764.271 ∴ 전단 철근 필요 없음

10.6 기둥의 횡방향 철근 간격 검토

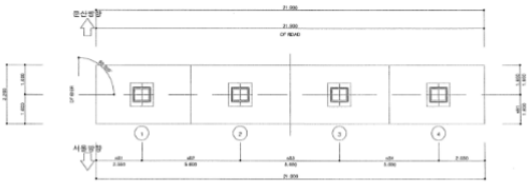
① 단부구역과 소성힌지구역의 심부구속 철근의 설치 [도로교설계기준 6.8.3.2]
캔틸레버로 거동하는 기둥의 하단과 골조로 거동하는 기둥의 하단과 상단을 단부구역으로 한다
단부구역의 길이는 기둥의 최대 단면치수, 기둥 순높이의 1/6,
450㎜ 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.
- 기둥의 최대단면치수 D = 3000.0 ㎜
- 기둥 순높이의 1/6 = 12600.0 / 6 = 2100.0 ㎜
∴ 3000.0 ㎜ = 3.000 m

② 단부구역 및 소성힌지구역의 횡방향철근의 간격 [도로교설계기준 6.8.3.3]
횡방향철근의 간격은 부재최소단면치수의 1/4, 축방향 철근지름의 6배 이하이어야 한다.
- 기둥의 최소단면치수 D / 4 = 3000.0 / 4 = 750.0 ㎜
- 축방향 철근지름 6 x d = 6 x 29.0 = 174.0 ㎜
∴ 174.0 ㎜ = 0.174 m

③ 심부구속 및 단부구역의 횡방향 철근의 설치 [도로교설계기준 6.8.3.3]
심부구속 및 단부구역의 횡방향 철근은 인접부재와의 연결면으로부터 기둥 치수의
0.5배까지 연장해서 설치해야 하나 그 길이가 380 ㎜ 작아서는 안된다.
- 기둥 치수의 0.5배 이상 연장 : 0.5 x D = 1500.0 ㎜
∴ 1500.0 ㎜ = 1.500 m

④ 단부구역 이외의 위치에서 겹침이음 적용시 횡방향 철근의 간격 [도로교설계기준 6.8.3.3]
- 기둥의 최소단면치수 D / 4 = 3000.0 / 4 = 750.0 ㎜
- 100.0 ㎜
∴ 750.0 ㎜ = 0.750 m

13. 교량 받침부 검토



13.1 받침 연단거리 검토

① 필요 연단거리

- 거더의 경간길이가 100m 이하이므로 S = 200 + 5.0L

S = 200 + 5.0 x 75.000 = 575.000 mm

② 실제 연단거리

구 분	필요연단	받침 규격		연단거리	비 고
		교축방향	직각방향		
1	575.000	610.000	810.000	1295.000	O.K
2	575.000	595.000	795.000	1302.500	O.K
3	575.000	595.000	795.000	1302.500	O.K
4	575.000	610.000	810.000	1295.000	O.K

13.2 최소 받침지지 길이 검토

① 최소 받침지지 길이

: 연속 지점부 이므로 생략된다.

13.3 교량받침 수직력, 수평력 검토

구 분	수직력			수평력		
	허용값	상부반력	비 고	허용값	탄성지진력	비 고
SHOE 1	9000.000	8255.083	O.K	920.000	878.170	O.K
SHOE 2	8500.000	7579.472	O.K	910.000	794.563	O.K
SHOE 3	8500.000	7732.319	O.K	910.000	794.386	O.K
SHOE 4	9000.000	8216.236	O.K	920.000	879.499	O.K

탄성지진력은 응답수정계수(R = 1.0)를 고려한 값이어 내진장치 불필요

13.4 교량받침 보강 철근 검토

① 교량받침에 작용하는 하중

구 분	수직력	수평력		보강범위(mm)		비 고
		교축방향	직각방향	교축방향	직각방향	
1	8255.083	655.572	660.278	2410.000	3160.000	
2	7579.472	558.248	597.416	2395.000	3297.500	
3	7732.319	559.319	597.283	2395.000	3297.500	
4	8216.236	651.843	661.277	2410.000	3160.000	

탄성지진력은 응답수정계수(R = 1.0)를 고려한 값

② 교량받침 하면 보강철근

구 분	교축방향			직각방향		
	필요철근량	사용철근량	비 고	필요철근량	사용철근량	비 고
1	12814.382	15201.000	O.K	12840.527	15201.000	O.K
2	11523.014	15201.000	O.K	11740.612	15201.000	O.K
3	11698.792	15201.000	O.K	11909.703	15201.000	O.K
4	12750.500	15201.000	O.K	12902.915	15201.000	O.K

③ 교량받침 콘크리트 보강철근

구 분	교축방향			직각방향		
	필요철근량	사용철근량	비 고	필요철근량	사용철근량	비 고
1	3642.068	5574.800	O.K	3668.212	5574.800	O.K
2	3101.378	5574.800	O.K	3318.977	5574.800	O.K
3	3107.327	5574.800	O.K	3318.237	5574.800	O.K
4	3621.349	5574.800	O.K	3673.764	5574.800	O.K

13.5 교량받침 하면 보강 : 교량받침 4

① 교량받침에 작용하는 하중

- 연직하중 : 최대반력

P = 8216.236 kN

- 교축방향 수평하중 : 탄성지진력, 온도변화의 영향

Hx1 = 5966.251 x 0.050 / 1.15 = 259.402 kN

Hx2 = 866.951 / 1.33 = 651.843 kN

☞ 수평력은 Hx1, Hx2 중 큰 값인 651.843 kN을 적용한다.

- 교축직각방향 수평하중 : 탄성지진력, 풍하중의 영향

B/D = 21.900 / 4.360 = 5.023 [1≤ B/D< 8]

W1 = [4.0 - 0.2 x (21.900 / 4.360)] x 4.360 = 13.1 kN/m ≥ 6.0 이므로

Hy1 = 13.060 x 150.000 / 2 / 4EA / 1.25 = 195.900 kN

Hy2 = 879.499 / 1.33 = 661.277 kN

☞ 수평력은 Hy1, Hy2 중 큰 값인 661.277 kN을 적용한다.

② 연직하중에 대한 보강

b1x = 610.000 mm b1y = 810.000 mm

b2x = 1600.000 mm b2y = 2550.000 mm

bcx = 2 x b2x = 3200.000 mm > 5 x b1x = 3050.000 mm

bcy = 2 x b2y = 5100.000 mm > 5 x b1y = 4050.000 mm

Asx1 = 1/4 x (1 - b1x/bcx) x P/fsa

= 1/4 x (1 - 610.000/3050.000) x 8216.236 x 10^3 /180.000

= 9129.151 mm^2

Asy1 = 1/4 x (1 - b1y/bcy) x P/fsa

= 1/4 x (1 - 810.000/4050.000) x 8216.236 x 10^3 /180.000

= 9129.151 mm^2

③ 수평하중에 대한 보강

Asx2 = Hx/fsa

= 651.843 x 10^3 / 180.000

= 3621.349 mm^2

Asy2 = Hy/fsa

= 661.277 x 10^3 / 180.000

= 3673.764 mm^2

④ 철근 보강 범위

- 교축직각방향 철근보강 범위

Bxo = b1x + b2y = 610.000 + 2550.000 = 3160.000 mm

- 교축방향 철근보강 범위

Byo = b1y + b2x = 810.000 + 1600.000 = 2410.000 mm

⑥ 철근량 산정

- 교축직각방향

Asy = Asy1 + Asy2 = 9129.151 + 3673.764 = 12802.915 mm^2

Bxo = 3160.000 mm 범위내에서 H25 - 30 EA

As = 506.700 x 30 = 15201.000 mm^2 ∴ O.K

- 교축방향

Asx = Asx1 + Asx2 = 9129.151 + 3621.349 = 12750.500 mm^2

Byo = 2410.000 mm 범위내에서 H25 - 30 EA

As = 506.700 x 30 = 15201.000 mm^2 ∴ O.K

13.6 교량받침 콘크리트 보강 : 교량받침 4

① 교축직각방향

As2 = Hy/fsa = 661.277 x 10^3 / 180.000 = 3673.764 mm^2

사용철근 : H13 - 22 EA + H13 - 22 EA

As = 126.700 x 22 + 126.700 x 22 = 5574.800 mm^2 ∴ O.K

② 교축방향

As1 = Hx/fsa = 651.843 x 10^3 / 180.000 = 3621.349 mm^2

사용철근 : H13 - 22 EA + H13 - 22 EA

As = 126.700 x 22 + 126.700 x 22 = 5574.800 mm^2 ∴ O.K

2. 설계대상 교량

2.1 설계조건

2.1.1 상부형식

: BEAM + STEEL BOX GIRDER

2.1.2 교량 총연장

: 4@50.0 + 45.0+2@50.0+45.0 + 50.0+2@75.0+50.0 + 2@50.0+3@45.0 = 876.000m

2.1.3 교 폭

: 21.900 m

2.1.4 하부형식

: T형 교각

(콘크리트 fck=40 MPa)

2.1.5 교각기초형식

: 내부굴착강관말뚝

2.1.6 내진설계상수

(1) 내진등급 : 내진 I 등급교

(2) 지진구역계수 : 0.11

(3) 위험도계수 : I = 1.4

(4) 가속도계수 : A = 0.154

(5) 지반계수 : S = 2 (지반종류 3 , 지진격리교량)

(6) 응답수정계수

(7) 고유치 해석방법 : Ritz Vectors 해석법

(8) MODE 조합방법 : C.Q.C방법

(9) 받침형식 : EQS 면진받침

2.2. 참고문헌

(1) 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2010년)

(2) 콘크리트 구조설계기준 (건설교통부, 2007년)

(3) 도로설계요령 (한국도로공사, 2002년)

(4) 설계 실무 자료집 (한국도로공사, 1996년)

6.2 받침 부재력 하중조합 (UNIT:kN)

구 분		받침	용량	COMBO 1		COMBO 2		R	허용 전단력	판정	비고
				교축	교직	교축	교직				
A1	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEQS	2000	235.4	160.7	234.9	251.8	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEQS	2000	235.3	163.3	234.4	254.5	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEQS	2000	235.1	174.4	233.7	259.3	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEQS	2000	234.6	175.0	232.4	260.4	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEQS	2000	234.4	164.5	231.4	257.9	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEQS	2000	233.7	171.5	229.1	263.7	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
P1-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	222.7	136.4	144.1	222.4	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	218.7	135.5	134.9	220.7	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	222.1	134.1	148.5	219.9	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	222.3	134.4	149.0	220.7	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	218.6	136.5	134.2	223.0	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	221.3	137.9	138.7	225.5	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P1-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	223.3	135.1	139.8	224.6	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	219.3	133.7	130.6	222.9	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	222.9	131.2	144.7	221.7	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	223.6	130.7	146.9	222.2	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	220.7	132.7	134.5	224.3	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	227.2	134.6	151.8	226.8	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P2-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	229.7	139.6	147.4	224.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	228.2	138.4	146.6	224.5	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	229.9	137.3	154.3	224.5	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	230.8	137.3	157.4	224.8	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	229.7	138.5	151.3	225.3	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	231.1	139.0	151.7	225.7	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P2-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	231.0	134.8	148.1	224.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	228.4	134.0	143.4	224.7	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	230.8	133.1	153.5	224.7	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	231.8	133.2	156.8	224.9	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	230.9	134.3	151.4	225.4	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	232.3	134.4	151.8	225.6	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P3-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	227.1	127.9	143.4	233.5	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	219.2	126.1	121.1	232.5	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	221.4	126.1	130.3	231.9	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	222.0	125.9	132.1	232.0	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	223.0	125.5	133.2	232.7	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	228.0	127.2	145.8	234.0	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P3-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	227.1	118.1	142.5	231.7	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	220.6	117.8	124.7	231.5	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	221.7	122.1	130.4	232.4	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	222.2	121.6	131.9	232.4	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	220.7	117.7	124.9	231.9	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	227.6	118.1	144.0	232.4	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P4-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEQS	2000	230.1	166.8	217.3	305.2	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEQS	2000	226.6	167.5	205.6	304.4	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEQS	2000	230.8	166.0	219.4	302.6	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEQS	2000	231.8	166.1	222.9	302.9	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEQS	2000	231.2	167.0	220.8	304.1	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEQS	2000	231.6	167.2	222.2	305.5	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
P4-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEQS	2000	228.4	131.6	211.6	258.9	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEQS	2000	224.1	132.5	197.1	259.8	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEQS	2000	221.5	133.7	188.5	260.9	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEQS	2000	218.0	133.6	176.7	261.2	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEQS	2000	217.5	132.0	175.3	260.3	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEQS	2000	220.3	130.8	184.7	259.2	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
P5-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	236.5	101.6	136.0	228.3	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	233.2	101.7	128.9	228.5	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	233.5	101.9	131.8	228.7	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	234.5	101.9	135.3	228.6	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	236.8	101.6	141.0	228.2	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	238.0	101.6	141.4	227.9	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P5-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	235.8	102.4	134.5	228.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	233.3	102.2	129.9	228.8	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	233.7	102.1	133.2	228.6	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	235.1	102.1	137.9	228.4	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	236.0	101.8	138.8	227.8	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	237.0	101.3	138.4	227.3	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P6-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	238.7	128.2	134.9	230.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	234.0	128.7	123.3	231.2	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	234.6	129.8	127.3	231.9	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	233.7	129.6	124.3	232.1	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	231.6	128.3	115.0	231.8	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	235.8	127.7	125.5	231.7	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P6-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	239.3	127.8	137.7	231.4	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	233.4	128.3	122.0	231.8	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	233.5	129.5	124.4	232.4	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	233.0	129.5	122.8	232.5	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	230.9	128.2	113.6	232.1	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	234.7	127.5	122.4	232.0	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P7-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	236.5	124.3	155.2	255.6	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	234.7	124.3	153.4	255.8	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	232.9	124.1	149.6	255.8	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	233.1	124.1	150.4	256.0	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	235.5	124.2	156.0	256.1	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	237.0	124.5	157.0	256.2	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P7-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	235.6	124.5	153.0	256.0	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	234.5	124.4	153.7	256.1	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	232.3	125.0	148.2	256.3	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	232.6	124.8	149.2	256.5	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	235.4	124.7	156.4	256.5	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	236.8	124.6	156.5	256.5	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P8-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEQS	2000	227.4	160.1	208.2	319.5	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEQS	2000	221.8	160.2	189.4	319.5	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEQS	2000	219.5	160.4	181.7	319.5	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEQS	2000	225.3	160.4	201.1	319.6	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEQS	2000	229.2	160.4	214.1	319.4	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEQS	2000	232.8	160.4	226.1	319.3	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
P8-R	B1	OMEQS	2500	252.8	126.4	251.3	259.1	0.8	330.0	OK	
	B2	OMEQS	2500	248.0	129.7	235.3	261.6	0.8	330.0	OK	
	B3	OMEQS	2500	252.0	129.7	248.5	262.1	0.8	330.0	OK	
	B4	OMEQS	2500	253.4	125.5	253.0	260.7	0.8	330.0	OK	
P9	B1	EQS	8500	864.2	315.0	549.8	676.1	1.0	910.0	OK	
	B2	EQS	7500	862.6	340.4	492.3	713.3	1.0	900.0	OK	
	B3	EQS	7500	851.1	342.1	453.9	713.8	1.0	900.0	OK	
	B4	EQS	8500	857.2	318.7	525.8	677.0	1.0	910.0	OK	
P10	B1	EQS	9000	871.9	447.4	578.8	878.2	1.0	920.0	OK	
	B2	EQS	8500	742.5	411.2	381.1	794.6	1.0	910.0	OK	
	B3	EQS	8500	743.9	412.2	385.4	794.4	1.0	910.0	OK	
	B4	EQS	9000	867.0	454.2	561.4	879.5	1.0	920.0	OK	
P11	B1	EQS	8500	700.2	316.2	469.1	712.6	1.0	910.0	OK	
	B2	EQS	7500	695.6	342.6	351.6	746.3	1.0	900.0	OK	
	B3	EQS	7500	693.4	343.3	342.9	746.8	1.0	900.0	OK	
	B4	EQS	8500	696.0	318.1	452.0	713.5	1.0	910.0	OK	
P12-L	B1	OMEQS	2500	252.8	142.4	251.2	292.4	0.8	330.0	OK	
	B2	OMEQS	2500	252.6	145.7	250.4	294.1	0.8	330.0	OK	
	B3	OMEQS	2500	253.0	145.2	251.8	287.8	0.8	330.0	OK	
	B4	OMEQS	2500	253.3	141.5	252.9	282.7	0.8	330.0	OK	
P12-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEQS	2000	231.5	144.3	221.8	343.2	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEQS	2000	230.3	148.5	217.9	344.1	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEQS	2000	232.0	153.1	223.4	345.2	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEQS	2000	233.8	152.7	229.7	344.8	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEQS	2000	234.4	147.8	231.6	343.1	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEQS	2000	234.6	142.5	232.2	341.7	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
P13-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	262.0	108.2	172.5	268.7	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	260.4	108.1	171.5	268.3	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	259.2	110.3	169.4	268.6	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	257.7	110.0	164.3	268.3	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	254.0	107.4	150.1	267.4	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	252.6	106.0	141.4	267.2	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P13-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	262.5	106.8	172.6	268.4	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	260.9	110.3	171.4	269.0	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	259.7	112.0	169.3	269.0	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	258.2	111.5	164.4	268.6	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	254.7	109.3	150.8	267.8	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	252.3	106.6	138.6	267.1	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P14-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	259.4	113.2	173.1	242.9	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	254.7	117.0	162.0	243.9	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	248.7	117.5	144.2	243.8	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	248.1	117.4	142.0	243.6	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	249.6	117.6	145.1	243.5	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	255.0	116.1	158.7	243.0	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	

P14-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	258.8	107.5	174.1	239.6	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	254.7	109.8	164.6	240.3	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	249.7	110.5	149.9	240.4	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	248.2	109.8	145.1	240.0	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	252.4	108.0	157.1	239.3	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	257.2	106.8	168.7	238.9	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P15-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	275.8	106.2	175.4	229.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	271.3	112.6	165.1	232.2	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	269.9	117.0	162.7	234.3	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	272.6	117.9	171.8	235.4	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	275.9	115.0	180.6	235.4	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	278.9	108.9	186.3	233.9	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P15-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	274.4	108.5	173.8	230.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	269.2	111.6	161.2	232.2	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	268.0	116.5	159.5	234.3	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	269.2	116.4	163.4	234.9	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	272.6	111.4	172.8	233.9	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	275.7	110.1	178.5	233.1	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P16-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	271.0	120.6	179.2	227.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	266.0	119.8	167.1	228.3	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	260.8	119.3	152.1	228.6	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	264.5	119.4	164.7	228.5	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	268.7	120.0	176.7	227.6	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	272.0	120.5	183.0	226.3	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P16-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EQS	2000	271.1	125.5	183.4	228.3	1.0	310.0	OK	
	B3	EQS	2000	266.2	124.8	171.7	228.4	1.0	310.0	OK	
	B4	EQS	2000	260.5	124.1	155.1	228.3	1.0	310.0	OK	
	B5	EQS	2000	263.9	123.7	166.3	227.4	1.0	310.0	OK	
	B6	EQS	2000	267.9	123.7	177.7	226.1	1.0	310.0	OK	
	B7	EQS	2000	271.0	123.7	183.6	224.2	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
A2	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEQS	2000	234.0	145.3	230.3	273.4	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEQS	2000	234.6	143.8	232.3	267.8	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEQS	2000	234.9	143.9	233.3	262.9	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEQS	2000	235.2	142.8	234.3	259.6	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEQS	2000	235.5	140.7	235.2	257.9	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEQS	2000	235.6	139.7	235.6	257.1	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	

6.4 받침 변위 하중조합 (UNIT:mm)

구 분		받침	용량	COMBO 1		COMBO 2		받침허용변위	판정	비고
				교축	교직	교축	교직			
A1	B1	DISK	2000	57.8	20.2	30.5	34.0	160	OK	
	B2	OMEQS	2000	56.7	20.1	29.2	34.2	160	OK	
	B3	OMEQS	2000	55.8	20.0	28.1	34.5	160	OK	
	B4	OMEQS	2000	55.3	19.9	27.3	34.7	160	OK	
	B5	OMEQS	2000	55.2	20.1	26.5	35.0	160	OK	
	B6	OMEQS	2000	55.5	20.3	25.9	35.3	160	OK	
	B7	OMEQS	2000	56.2	20.7	25.4	35.6	160	OK	
	B8	DISK	2000	57.1	21.2	24.5	36.2	160	OK	
P1-L	B1	DISK	2000	55.8	30.8	28.1	57.9	160	OK	
	B2	EQS	2000	54.6	30.5	27.2	57.9	120	OK	
	B3	EQS	2000	53.7	30.3	26.4	58.0	120	OK	
	B4	EQS	2000	53.2	30.3	25.7	58.2	120	OK	
	B5	EQS	2000	53.2	30.3	25.1	58.4	120	OK	
	B6	EQS	2000	53.5	30.5	24.7	58.6	120	OK	
	B7	EQS	2000	54.2	30.9	24.3	58.9	120	OK	
	B8	DISK	2000	55.1	31.3	23.8	59.3	160	OK	
P1-R	B1	DISK	2000	55.6	28.1	25.3	57.8	160	OK	
	B2	EQS	2000	54.4	27.8	24.4	57.8	120	OK	
	B3	EQS	2000	53.6	27.7	23.5	57.9	120	OK	
	B4	EQS	2000	53.1	27.7	22.9	58.1	120	OK	
	B5	EQS	2000	53.0	27.7	22.3	58.2	120	OK	
	B6	EQS	2000	53.3	27.9	22.0	58.4	120	OK	
	B7	EQS	2000	54.0	28.2	21.7	58.6	120	OK	
	B8	DISK	2000	55.1	28.6	21.8	58.9	160	OK	
P2-L	B1	DISK	2000	57.2	24.5	25.6	47.2	160	OK	
	B2	EQS	2000	56.0	24.3	24.8	47.2	120	OK	
	B3	EQS	2000	55.1	24.1	23.9	47.3	120	OK	
	B4	EQS	2000	54.6	24.1	23.2	47.4	120	OK	
	B5	EQS	2000	54.5	24.1	22.7	47.5	120	OK	
	B6	EQS	2000	54.8	24.3	22.3	47.7	120	OK	
	B7	EQS	2000	55.5	24.5	21.9	48.0	120	OK	
	B8	DISK	2000	56.7	24.9	22.2	48.3	160	OK	
P2-R	B1	DISK	2000	57.0	21.4	23.3	46.4	160	OK	
	B2	EQS	2000	55.8	21.2	22.5	46.4	120	OK	
	B3	EQS	2000	54.9	21.1	21.6	46.5	120	OK	
	B4	EQS	2000	54.4	21.1	20.9	46.6	120	OK	
	B5	EQS	2000	54.3	21.1	20.3	46.7	120	OK	
	B6	EQS	2000	54.8	21.3	20.6	46.9	120	OK	
	B7	EQS	2000	55.8	21.5	21.1	47.1	120	OK	
	B8	DISK	2000	57.1	21.8	21.7	47.3	160	OK	

P3-L	B1	DISK	2000	55.8	23.0	22.6	52.3	160	OK	
	B2	EQS	2000	54.6	22.8	21.8	52.4	120	OK	
	B3	EQS	2000	53.7	22.7	20.9	52.4	120	OK	
	B4	EQS	2000	53.2	22.6	20.2	52.5	120	OK	
	B5	EQS	2000	53.1	22.7	19.8	52.7	120	OK	
	B6	EQS	2000	53.7	22.8	20.1	52.8	120	OK	
	B7	EQS	2000	54.6	23.0	20.5	53.0	120	OK	
	B8	DISK	2000	55.9	23.3	21.3	53.2	160	OK	
P3-R	B1	DISK	2000	55.4	20.2	20.4	52.3	160	OK	
	B2	EQS	2000	54.2	20.1	19.4	52.3	120	OK	
	B3	EQS	2000	53.4	20.0	18.9	52.4	120	OK	
	B4	EQS	2000	53.1	20.0	19.1	52.4	120	OK	
	B5	EQS	2000	53.3	20.1	19.3	52.5	120	OK	
	B6	EQS	2000	53.8	20.1	19.6	52.6	120	OK	
	B7	EQS	2000	54.7	20.3	20.0	52.7	120	OK	
	B8	DISK	2000	56.0	20.4	20.9	52.9	160	OK	
P4-L	B1	DISK	2000	52.7	18.3	22.0	45.3	160	OK	
	B2	OMEQS	2000	51.8	18.1	21.7	45.4	160	OK	
	B3	OMEQS	2000	51.2	18.0	21.6	45.4	160	OK	
	B4	OMEQS	2000	51.1	18.0	21.8	45.5	160	OK	
	B5	OMEQS	2000	51.2	18.1	22.0	45.6	160	OK	
	B6	OMEQS	2000	51.6	18.2	22.2	45.8	160	OK	
	B7	OMEQS	2000	52.3	18.3	22.6	45.9	160	OK	
	B8	DISK	2000	53.5	18.6	23.5	46.2	160	OK	
P4-R	B1	DISK	2000	58.9	10.3	25.7	28.5	160	OK	
	B2	OMEQS	2000	57.4	10.3	24.3	28.5	160	OK	
	B3	OMEQS	2000	56.3	10.3	23.1	28.5	160	OK	
	B4	OMEQS	2000	55.6	10.3	22.3	28.5	160	OK	
	B5	OMEQS	2000	55.3	10.3	21.6	28.5	160	OK	
	B6	OMEQS	2000	55.4	10.3	21.1	28.5	160	OK	
	B7	OMEQS	2000	56.1	10.3	21.1	28.5	160	OK	
	B8	DISK	2000	57.2	10.3	22.1	28.5	160	OK	
P5-L	B1	DISK	2000	58.5	15.3	23.0	44.0	160	OK	
	B2	EQS	2000	57.2	15.2	21.9	44.0	120	OK	
	B3	EQS	2000	56.3	15.2	20.9	44.0	120	OK	
	B4	EQS	2000	55.7	15.1	20.1	44.1	120	OK	
	B5	EQS	2000	55.4	15.1	19.6	44.1	120	OK	
	B6	EQS	2000	55.8	15.2	20.2	44.2	120	OK	
	B7	EQS	2000	56.7	15.2	21.3	44.2	120	OK	
	B8	DISK	2000	58.0	15.3	22.6	44.4	160	OK	
P5-R	B1	DISK	2000	57.9	15.1	20.9	44.3	160	OK	
	B2	EQS	2000	56.6	15.1	19.7	44.3	120	OK	
	B3	EQS	2000	55.8	15.1	19.3	44.3	120	OK	
	B4	EQS	2000	55.4	15.1	19.0	44.3	120	OK	
	B5	EQS	2000	55.5	15.1	19.6	44.4	120	OK	
	B6	EQS	2000	56.0	15.1	20.6	44.4	120	OK	
	B7	EQS	2000	56.9	15.1	21.7	44.4	120	OK	
	B8	DISK	2000	58.1	15.1	23.1	44.5	160	OK	

P6-L	B1	DISK	2000	59.5	17.6	20.5	48.8	160	OK	
	B2	EQS	2000	58.2	17.6	19.8	48.8	120	OK	
	B3	EQS	2000	57.3	17.7	19.3	48.9	120	OK	
	B4	EQS	2000	57.1	17.7	19.7	48.9	120	OK	
	B5	EQS	2000	57.2	17.7	20.4	48.9	120	OK	
	B6	EQS	2000	57.7	17.7	21.3	49.0	120	OK	
	B7	EQS	2000	58.6	17.7	22.4	49.0	120	OK	
	B8	DISK	2000	59.9	17.7	23.7	49.0	160	OK	
P6-R	B1	DISK	2000	59.4	18.8	20.6	49.8	160	OK	
	B2	EQS	2000	58.2	18.8	19.9	49.8	120	OK	
	B3	EQS	2000	57.5	18.8	19.9	49.8	120	OK	
	B4	EQS	2000	57.3	18.8	20.5	49.7	120	OK	
	B5	EQS	2000	57.4	18.8	21.3	49.7	120	OK	
	B6	EQS	2000	57.9	18.8	22.2	49.7	120	OK	
	B7	EQS	2000	58.9	18.8	23.3	49.8	120	OK	
	B8	DISK	2000	60.1	18.8	24.6	49.8	160	OK	
P7-L	B1	DISK	2000	56.0	21.9	20.1	62.5	160	OK	
	B2	EQS	2000	54.9	21.9	19.8	62.4	120	OK	
	B3	EQS	2000	54.1	21.9	19.6	62.4	120	OK	
	B4	EQS	2000	53.9	21.9	20.2	62.4	120	OK	
	B5	EQS	2000	54.0	21.9	21.0	62.4	120	OK	
	B6	EQS	2000	54.6	21.9	22.0	62.4	120	OK	
	B7	EQS	2000	55.5	22.0	23.0	62.5	120	OK	
	B8	DISK	2000	56.7	22.0	24.0	62.5	160	OK	
P7-R	B1	DISK	2000	56.0	22.2	20.2	62.7	160	OK	
	B2	EQS	2000	54.9	22.2	19.8	62.6	120	OK	
	B3	EQS	2000	54.1	22.2	19.8	62.6	120	OK	
	B4	EQS	2000	53.9	22.2	20.4	62.6	120	OK	
	B5	EQS	2000	54.1	22.2	21.2	62.6	120	OK	
	B6	EQS	2000	54.6	22.2	22.2	62.6	120	OK	
	B7	EQS	2000	55.5	22.2	23.2	62.6	120	OK	
	B8	DISK	2000	56.7	22.2	24.2	62.7	160	OK	
P8-L	B1	DISK	2000	37.8	18.3	14.5	48.6	160	OK	
	B2	OMEQS	2000	36.8	18.3	13.7	48.6	160	OK	
	B3	OMEQS	2000	36.0	18.2	13.1	48.6	160	OK	
	B4	OMEQS	2000	35.5	18.2	12.9	48.6	160	OK	
	B5	OMEQS	2000	35.4	18.2	13.0	48.6	160	OK	
	B6	OMEQS	2000	35.6	18.2	13.3	48.6	160	OK	
	B7	OMEQS	2000	36.3	18.2	14.0	48.6	160	OK	
	B8	DISK	2000	37.2	18.2	14.8	48.6	160	OK	
P8-R	B1	OMEQS	2500	84.1	13.2	29.8	32.6	160	OK	
	B2	OMEQS	2500	84.0	13.4	29.5	33.2	160	OK	
	B3	OMEQS	2500	84.2	13.4	30.4	33.2	160	OK	
	B4	OMEQS	2500	84.5	13.2	31.4	32.6	160	OK	

P9	B1	EQS	8500	63.3	11.7	22.7	30.8	120	OK	
	B2	EQS	7500	63.4	11.8	23.2	31.1	120	OK	
	B3	EQS	7500	63.6	11.8	24.0	31.1	120	OK	
	B4	EQS	8500	63.8	11.7	24.8	30.8	120	OK	
P10	B1	EQS	9000	56.3	14.7	19.9	41.4	120	OK	
	B2	EQS	8500	56.3	14.8	20.1	41.6	120	OK	
	B3	EQS	8500	56.3	14.8	20.3	41.6	120	OK	
	B4	EQS	9000	56.4	14.7	20.7	41.4	120	OK	
P11	B1	EQS	8500	6.9	3.2	3.5	9.4	120	OK	
	B2	EQS	7500	6.7	3.2	2.8	9.4	120	OK	
	B3	EQS	7500	6.6	3.2	2.6	9.4	120	OK	
	B4	EQS	8500	6.7	3.2	3.4	9.4	120	OK	
P12-L	B1	OMEQS	2500	35.3	5.5	19.1	10.7	160	OK	
	B2	OMEQS	2500	35.2	5.3	19.1	10.0	160	OK	
	B3	OMEQS	2500	35.3	5.3	19.0	10.0	160	OK	
	B4	OMEQS	2500	35.3	5.5	18.9	10.7	160	OK	
P12-R	B1	DISK	2000	38.2	24.1	31.3	74.9	160	OK	
	B2	OMEQS	2000	37.5	24.0	30.0	74.6	160	OK	
	B3	OMEQS	2000	36.8	24.0	28.4	74.5	160	OK	
	B4	OMEQS	2000	36.4	24.0	26.8	74.5	160	OK	
	B5	OMEQS	2000	36.0	24.0	25.3	74.5	160	OK	
	B6	OMEQS	2000	35.7	23.9	23.9	74.5	160	OK	
	B7	OMEQS	2000	35.6	23.9	23.0	74.4	160	OK	
	B8	DISK	2000	36.4	24.0	23.4	74.8	160	OK	
P13-L	B1	DISK	2000	66.9	16.2	34.5	43.6	160	OK	
	B2	EQS	2000	65.2	16.2	32.9	43.4	120	OK	
	B3	EQS	2000	63.8	16.2	31.2	43.4	120	OK	
	B4	EQS	2000	62.8	16.2	29.6	43.4	120	OK	
	B5	EQS	2000	62.4	16.2	28.3	43.4	120	OK	
	B6	EQS	2000	62.5	16.2	27.3	43.4	120	OK	
	B7	EQS	2000	63.1	16.2	26.6	43.4	120	OK	
	B8	DISK	2000	64.1	16.2	26.6	43.5	160	OK	
P13-R	B1	DISK	2000	66.6	14.6	33.3	43.1	160	OK	
	B2	EQS	2000	64.9	14.5	31.7	43.0	120	OK	
	B3	EQS	2000	63.5	14.5	30.0	42.9	120	OK	
	B4	EQS	2000	62.5	14.5	28.3	42.8	120	OK	
	B5	EQS	2000	62.1	14.5	27.1	42.7	120	OK	
	B6	EQS	2000	62.2	14.4	26.2	42.6	120	OK	
	B7	EQS	2000	62.8	14.4	25.5	42.6	120	OK	
	B8	DISK	2000	63.8	14.4	25.4	42.6	160	OK	
P14-L	B1	DISK	2000	63.8	14.6	28.3	35.9	160	OK	
	B2	EQS	2000	62.0	14.6	26.3	35.8	120	OK	
	B3	EQS	2000	60.6	14.6	24.5	35.7	120	OK	
	B4	EQS	2000	59.7	14.6	23.2	35.7	120	OK	
	B5	EQS	2000	59.3	14.6	22.1	35.6	120	OK	
	B6	EQS	2000	59.4	14.6	21.2	35.6	120	OK	
	B7	EQS	2000	60.2	14.6	21.2	35.6	120	OK	
	B8	DISK	2000	61.9	14.6	22.9	35.5	160	OK	

P14-R	B1	DISK	2000	63.6	13.5	27.2	35.0	160	OK	
	B2	EQS	2000	61.8	13.5	25.2	34.9	120	OK	
	B3	EQS	2000	60.3	13.4	23.4	34.8	120	OK	
	B4	EQS	2000	59.3	13.4	21.8	34.7	120	OK	
	B5	EQS	2000	58.9	13.3	20.4	34.5	120	OK	
	B6	EQS	2000	59.3	13.3	20.5	34.4	120	OK	
	B7	EQS	2000	60.5	13.3	21.7	34.3	120	OK	
	B8	DISK	2000	62.2	13.3	23.5	34.2	160	OK	
P15-L	B1	DISK	2000	75.9	15.8	30.9	40.9	160	OK	
	B2	EQS	2000	73.8	15.7	28.4	40.7	120	OK	
	B3	EQS	2000	72.2	15.7	26.1	40.5	120	OK	
	B4	EQS	2000	71.3	15.7	24.7	40.3	120	OK	
	B5	EQS	2000	71.5	15.6	25.4	40.2	120	OK	
	B6	EQS	2000	72.2	15.6	26.4	40.0	120	OK	
	B7	EQS	2000	73.4	15.5	27.8	39.9	120	OK	
	B8	DISK	2000	75.3	15.5	29.9	39.7	160	OK	
P15-R	B1	DISK	2000	75.7	15.6	30.5	40.1	160	OK	
	B2	EQS	2000	73.7	15.5	28.0	39.8	120	OK	
	B3	EQS	2000	72.2	15.4	26.1	39.6	120	OK	
	B4	EQS	2000	71.5	15.4	25.4	39.3	120	OK	
	B5	EQS	2000	71.7	15.3	26.3	39.1	120	OK	
	B6	EQS	2000	72.4	15.2	27.4	38.9	120	OK	
	B7	EQS	2000	73.7	15.2	28.8	38.6	120	OK	
	B8	DISK	2000	75.5	15.1	30.9	38.4	160	OK	
P16-L	B1	DISK	2000	73.2	8.2	27.5	20.1	160	OK	
	B2	EQS	2000	71.4	8.1	25.9	19.9	120	OK	
	B3	EQS	2000	70.4	8.0	25.4	19.7	120	OK	
	B4	EQS	2000	70.1	8.0	25.9	19.7	120	OK	
	B5	EQS	2000	70.3	7.9	26.8	19.6	120	OK	
	B6	EQS	2000	70.9	7.9	27.8	19.5	120	OK	
	B7	EQS	2000	72.2	8.0	29.4	19.5	120	OK	
	B8	DISK	2000	74.0	8.0	31.6	19.3	160	OK	
P16-R	B1	DISK	2000	73.1	11.0	27.7	19.6	160	OK	
	B2	EQS	2000	71.3	10.7	26.1	19.4	120	OK	
	B3	EQS	2000	70.4	10.5	26.1	19.2	120	OK	
	B4	EQS	2000	70.1	10.4	26.6	19.1	120	OK	
	B5	EQS	2000	70.2	10.3	27.0	19.0	120	OK	
	B6	EQS	2000	70.8	10.4	28.0	19.0	120	OK	
	B7	EQS	2000	72.1	10.5	29.6	18.9	120	OK	
	B8	DISK	2000	73.8	10.7	31.8	18.7	160	OK	
A2	B1	DISK	2000	82.6	10.7	31.5	20.4	160	OK	
	B2	OMEQS	2000	80.9	10.3	30.4	19.8	160	OK	
	B3	OMEQS	2000	80.2	10.0	31.3	19.5	160	OK	
	B4	OMEQS	2000	79.9	9.8	32.2	19.2	160	OK	
	B5	OMEQS	2000	80.1	9.7	33.4	19.0	160	OK	
	B6	OMEQS	2000	81.1	9.7	35.4	18.8	160	OK	
	B7	OMEQS	2000	82.6	9.8	37.8	18.6	160	OK	
	B8	DISK	2000	84.5	9.9	40.9	18.4	160	OK	

7. 하부구조 내진해석 결과

7.1 교각하단 부재력

(Unit : Kn.m)

구 분	교축방향								
	교축전단력	교각전단력	교축모멘트	교각모멘트	교축전단력	교각전단력	교축모멘트	교각모멘트	
P1	3,706	797	15,158	5,491	1,176	3,102	6,954	28,639	
P2	3,847	476	10,905	3,434	942	2,187	3,759	17,365	
P3	3,010	624	14,385	3,461	922	2,906	4,890	24,585	
P4	3,322	311	35,243	3,077	459	3,363	4,943	43,158	
P5	3,342	538	16,148	3,588	1,005	3,486	3,173	40,631	
P6	4,120	425	19,596	4,497	672	3,123	3,629	40,807	
P7	3,642	546	20,170	5,426	974	3,433	4,971	51,144	
P8	3,160	412	41,578	3,932	393	3,037	4,854	46,450	
P9	4,166	448	52,238	5,372	707	3,251	8,267	55,140	
P10	3,774	410	51,279	5,376	516	3,432	7,194	62,999	
P11	3,605	516	62,512	8,176	552	3,609	5,659	64,408	
P12	2,847	363	49,989	6,978	517	2,983	7,799	53,626	
P13	3,570	409	31,990	4,903	816	3,557	8,193	67,374	
P14	3,681	529	33,899	6,692	659	3,395	7,167	59,441	
P15	3,492	513	24,522	6,396	666	3,140	7,120	48,908	
P16	3,532	592	23,847	6,514	817	3,139	8,753	50,840	

7.2 교각하단 부재력 하중조합

(Unit : Kn.m)

구 분	Combo1				Combo2			
	교축전단력	교각전단력	교축모멘트	교각모멘트	교각전단력	교축모멘트	교각모멘트	
P1	4,059	1,728	17,244	14,082	2,287	3,341	11,501	30,286
P2	4,130	1,132	12,033	8,643	2,096	2,330	7,031	18,395
P3	3,286	1,495	15,852	10,837	1,825	3,093	9,205	25,624
P4	3,460	1,320	36,726	16,024	1,455	3,457	15,516	44,081
P5	3,643	1,584	17,100	15,777	2,008	3,647	8,017	41,707
P6	4,321	1,362	20,675	16,739	1,906	3,251	9,505	42,156
P7	3,935	1,576	21,662	20,769	2,067	3,597	11,022	52,772
P8	3,278	1,323	43,034	17,667	1,341	3,161	17,328	47,630
P9	4,378	1,473	54,718	21,914	1,957	3,385	23,938	56,752
P10	3,929	1,439	53,438	24,276	1,648	3,555	22,578	64,611
P11	3,771	1,598	64,209	27,498	1,634	3,764	24,413	66,861
P12	3,002	1,258	52,328	23,066	1,371	3,092	22,795	55,720
P13	3,815	1,476	34,438	25,115	1,887	3,660	17,788	68,845
P14	3,879	1,547	36,049	24,724	1,753	3,554	17,336	61,508
P15	3,752	1,455	26,658	21,068	1,913	3,294	14,476	50,827
P16	3,777	1,533	26,473	21,766	1,876	3,316	15,907	52,795

19.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 금회 점검은 최초의 정밀안전점검이다. 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 19.2.1】 서문15교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	서문15교(서울방향)의 주요 손상현황으로는 바닥판하면 균열부백태, 배수시설 배수관연결불량, 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡 등에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	서문15교(서울방향)의 주요 손상현황으로는 바닥판하면 균열부백태, 교대 신축이음 하부 누수 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사시 배수시설 배수관 연결 불량이 보수된 것이 확인되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡 등에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	바닥판 하면 균열부백태 신축이음 하부 누수	양호

19.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

19.2.4 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	○금회 점검에서는 시설물의 하중 변화 여부, 신규손상 발생 여부, 비파괴 시험 등에 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.	

19.2.5 시설물 보수 이력

【표 19.2.2】 서문15교 보수이력사항

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

19.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 19.2.3】 내진설계 여부 확인

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

19.3 현장조사

19.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S17	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	

작업전경

작업전경

연단거리 측정

비파괴시험

【사진 19.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

19.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 서문15교는 총 10경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=876.0m 폭 21.0m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.

바닥판하면 전경(Bicon)

바닥판하면 전경(STB)

【사진 19.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 망상균열, 백태, 균열부백태, 누수흔적, 파손, 재료분리 등의 손상이 확인되었다.

【표 19.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.05	1
S4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S8	–	–	–	–	0.40	1	–	–	–	–	–	–
S9	37.50	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	0.06	1	–	–	–	–	–	–	–	–

【표 19.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과(계속)

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S14	-	-	-	-	2.90	17	0.30	1	-	-	-	-
S15	-	-	-	-	14.04	61	-	-	-	-	-	-
S16	-	-	-	-	-	-	0.60	2	-	-	-	-
S17	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	1	-	-
합계	37.50	3	0.06	1	17.34	79	0.90	3	0.30	1	0.05	1

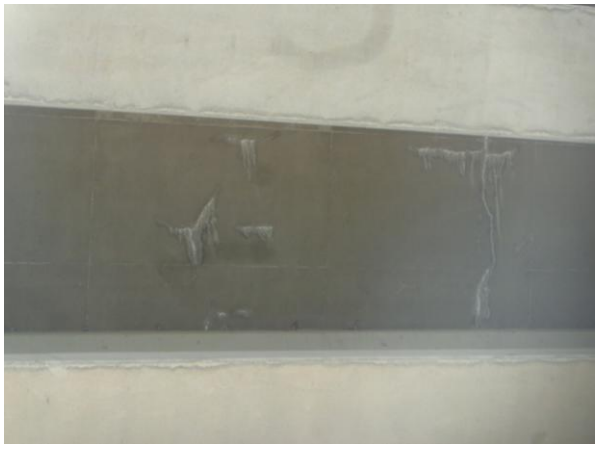
바닥판 하면 S3 재료분리(0.1×0.5)

바닥판 하면 S8 균열부백태(0.2×2.0)

바닥판 하면 S9 망상균열(5.0×2.5 ×2EA)

바닥판 하면 S10 백태(0.3×0.2)

【사진 19.3.3】 바닥판하면 전경

바닥판 하면 S14 균열부백태(0.2×1.0 ×7EA)	바닥판 하면 S15 균열부백태(0.2×1.0 ×12EA)
	
바닥판 하면 S15 균열부백태(0.2×1.0 ×3EA)	바닥판 하면 S17 파손(1.5×0.2)

【사진 19.3.3】바닥판하면 전경 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 망상균열, 파손, 재료분리는 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 백태, 균열부백태, 누수흔적은 손상부 수분침투, 우수유입, 교면포장 방수층 손상 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 필요하고 추후 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

나. 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 S1~S8, S13~17구간은 Bicon 거더 8열, S9~S12는 S.T. BOX 4열로 시공되었으며, 도보 및 고소차를 이용한 외관조사를 실시하였다.

Bicon 거더 전경	Bicon거더 전경
S.T.B 거더외부 전경	S.T.B 거더내부 전경

【사진 19.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, Bicon 거더에 박리, 재료분리가 조사되었고, ST. BOX 거더의 경우 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 19.3.2】 거더 현장조사 결과(Bicon)

구분		박리 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
Bicon 거더	S1	–	–	–	–
	S2	–	–	–	–
	S3	–	–	–	–
	S4	–	–	–	–
	S5	–	–	0.20	1
	S6	–	–	–	–
	S7	–	–	0.26	2
	S8	–	–	–	–
	S13	0.16	3	0.24	1
	S14	–	–	–	–
	S15	–	–	–	–
	S16	–	–	–	–
	S17	–	–	–	–
합계		0.16	3	0.70	4

【표 19.3.3】 거더외부 현장조사 결과(S.T.B)

구분		상태양호	
거더 외부	S9	–	–
	S10	–	–
	S11	–	–
	S12	–	–
합계		–	–

【표 19.3.4】 거더내부 현장조사 결과(S.T.B)

구분		상태양호	
거더 내부	S9	–	–
	S10	–	–
	S11	–	–
	S12	–	–
합계		–	–

거더 S5 G1 재료분리(1.0×0.2)	거더 S7 G4 재료분리(0.7×0.2)
거더 S13 G1 박리(0.1×0.4)	거더 S13 G1 박리(0.1×0.4)
거더 S13 G8 박리(0.4×0.2)	거더 S13 G8 재료분리(1.2×0.2)

【사진 19.3.5】 거더 손상현황

STB 거더외부 상태양호	STB 거더외부 상태양호
STB 거더내부 상태양호	STB 거더내부 상태양호

【사진 19.3.5】 거더 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- Bicon 거더에 발생한 박리, 재료분리는 초기 건조수축, 온도변화, 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- ST. BOX 거더는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 강재(S.T.B구간)와 콘크리트(Bicon구간)로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 고소차를 통한 근접조사를 실시하였다.

가로보 전경(Bicon)	가로보 전경(Bicon)	가로보 전경(STB)

【사진 19.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 콘크리트부에 국부적인 재료분리가 조사되었으며, 강재 가로보는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 19.3.5】 가로보 현장조사 결과(Bicon)

구분		재료분리 (㎡/개소)	
가로보	S1	-	-
	S2	-	-
	S3	0.16	2
	S4	0.40	1
	S5	-	-
	S6	-	-
	S7	-	-
	S8	-	-
	S13	-	-
	S14	-	-
	S15	-	-
	S16	-	-
	S17	-	-
합계		0.56	3

【표 19.3.6】 가로보 현장조사 결과(S.T.B)

구분		상태양호	
가로보	S9	-	-
	S10	-	-
	S11	-	-
	S12	-	-
합계		-	-

가로보 S3 G6~7 재료분리(0.2×0.6, 0.1×0.4)

가로보 S3 G6~7 재료분리(0.2×0.6, 0.1×0.4)

가로보 상태양호(STB)

가로보 상태양호(STB)

【사진 19.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- Bicon 거더 구간 가로보에 발생한 재료분리는 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- STB 거더 구간의 가로보는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 서문15교 교대는 A1 강관말뚝기초, A2 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

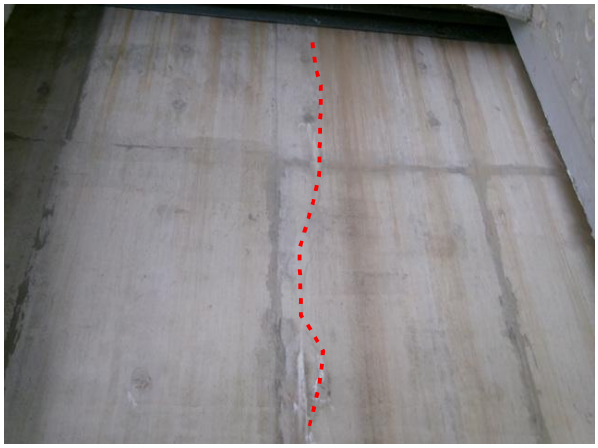
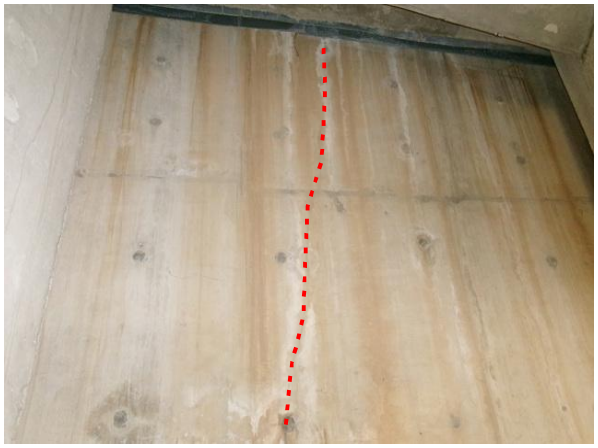
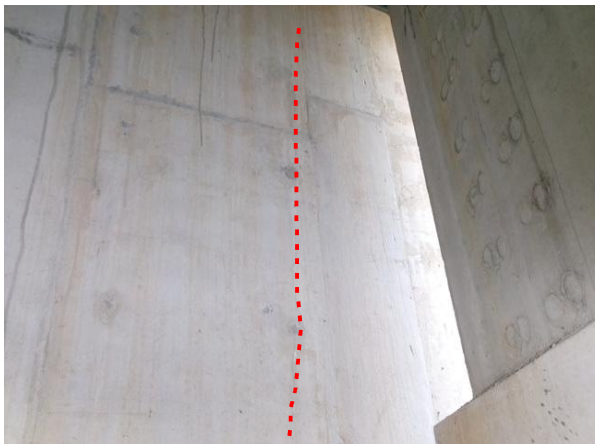
【사진 19.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(0.3㎜이상), 망상균열, 백태, 균열부백태가 조사되었다.

【표 19.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
A1	10.00	5	3.00	1	0.06	3	0.50	4
A2	7.00	4	-	-	0.03	1	0.10	1
합계	17.00	9	3.00	1	0.09	4	0.60	5

	
교대 A1 흉벽 균열(Cw=0.3㎜이상)	교대 A1 흉벽 균열(Cw=0.3㎜이상)
교대 A1 흉벽 균열부백태(0.1×1.0)	교대 A1 흉벽 균열부백태(0.2×1.5)
	
교대 A1 흉벽 균열(Cw=0.3㎜이상)	교대 A1 흉벽 균열부백태(0.1×0.5)

【사진 19.3.9】 교대 손상현황

교대 A1 흉벽 망상균열(1.5×2.0)	교대 A2 흉벽 백태(0.1×0.3 ×2EA)
교대 A2 흉벽 균열부백태(0.2×0.5)	교대 A2 흉벽 백태(0.1×0.3)

【사진 19.3.9】 교대 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 대한 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투 등에 의한 균열(0.3㎜이상), 망상균열, 백태, 균열부백태가 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 서문15교의 교각은 T형 16기로, 기초는 복합말뚝 및 강관말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 외관조사는 도보 및 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교각 전경(P3)

교각 전경(P9)

【사진 19.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

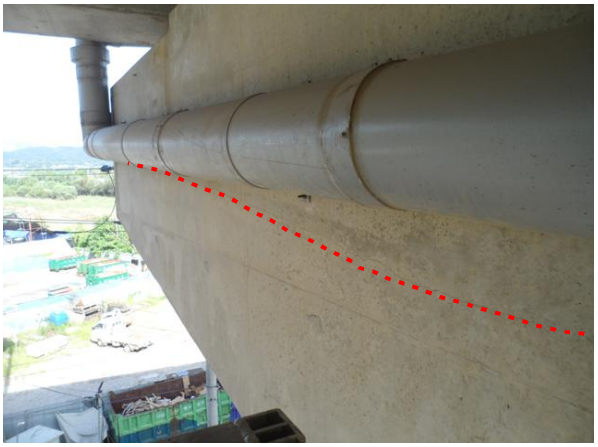
- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 박리가 조사되었다.

【표 19.3.8】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)	
P1	-	-	-	-	37.50	1	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	1.00	2	84.00	4	0.50	2
P5	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	37.50	1	-	-
P8	-	-	6.00	4	10.50	3	-	-
P9	-	-	-	-	48.00	4	-	-
P10	-	-	-	-	-	-	-	-
P11	-	-	-	-	-	-	-	-
P12	-	-	-	-	9.00	2	-	-
P13	-	-	-	-	-	-	-	-
P14	-	-	-	-	-	-	-	-
P15	23.00	2	-	-	-	-	-	-
P16	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	23.00	2	7.00	6	226.50	15	0.50	2

P1 코핑부 망상균열(15.0×2.5)	P4 코핑부 균열(Cw=0.3㎜이상)
P4 코핑부 망상균열(15.0×2.5)	P4 코핑부 박리(0.5×0.5)
P8 코핑부 균열(Cw=0.3㎜이상)	P8 코핑부 망상균열(1.0×1.5)

【사진 19.3.11】 교각 손상현황

P8 코핑부 망상균열(3.0×1.5)	P9 기둥부 망상균열(4.0×3.0)
	
P12 코핑부 망상균열(3.0×1.5)	P12 코핑부 균열(Cw=0.3㎜미만)

【사진 19.3.11】 교각 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

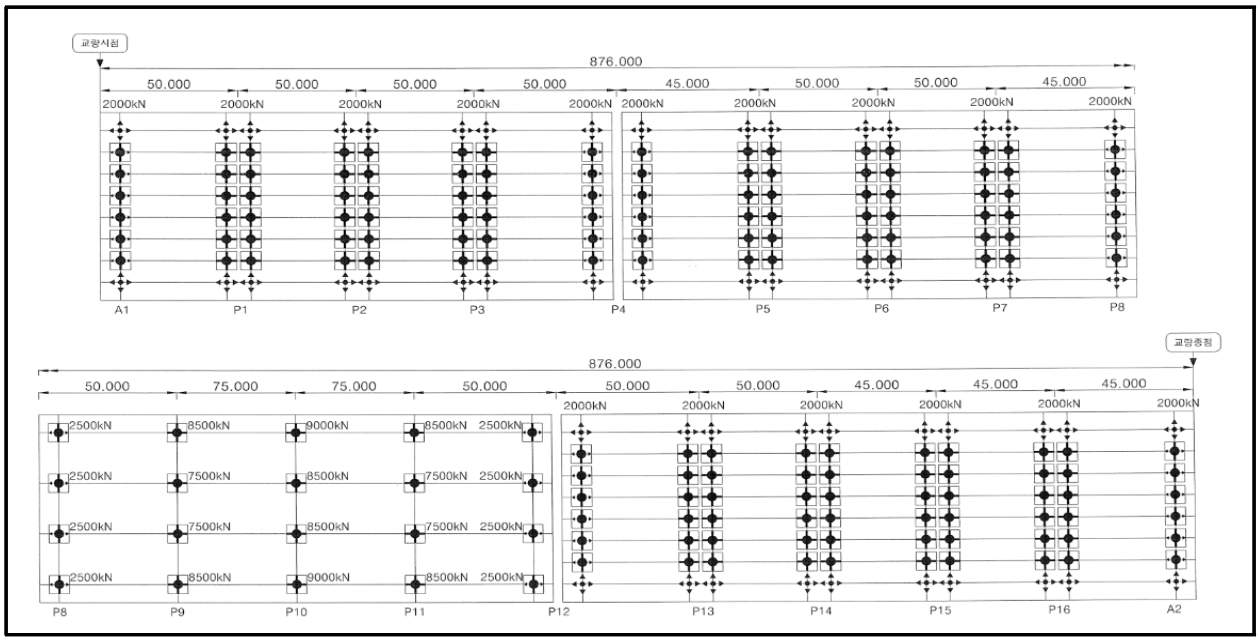
4) 검토의견

- 교각에 대한 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 균열(0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 박리가 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 서문15교의 받침은 면진받침으로 총 228기(EQS 및 OMEQS 176기, DISK받침 52기)가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 19.3.1】 교량받침 배치도

면진받침 전경(EQS)

면진받침 전경(OMEQS)

면진받침 전경(DISK)

【사진 19.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침의 현장조사 결과 받침몰탈 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 재료분리, 파손, 받침부식, 고정핀 미제거 등이 조사되었다.

【표 19.3.9】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		받침몰탈 망상균열 (㎡/개소)		받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 망상균열 (㎡/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		받침콘크리트 파손 (㎡/개소)		받침부식 (개소)		고정핀 미제거 (개소)	
A1	0.80	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	24.0	24
P1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P4	12.9	43	–	–	–	–	0.90	2	0.89	5	–	–	–	–	48.0	48
P5	2.40	8	–	–	0.60	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P8	5.40	18	–	–	–	–	–	–	0.88	6	–	–	2.00	2	24.0	24
P9	0.30	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P12	8.40	28	0.05	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	1	24.0	24
P13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A2	6.30	21	–	–	–	–	–	–	–	–	0.04	1	–	–	24.0	24
합계	36.50	123	0.05	1	0.60	2	0.90	2	1.77	11	0.04	1	3.00	3	144.0	144

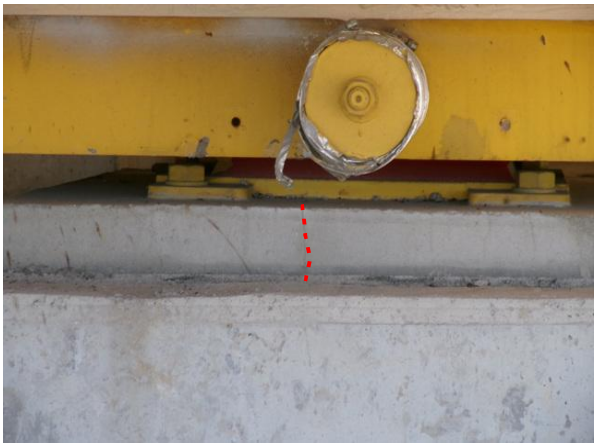
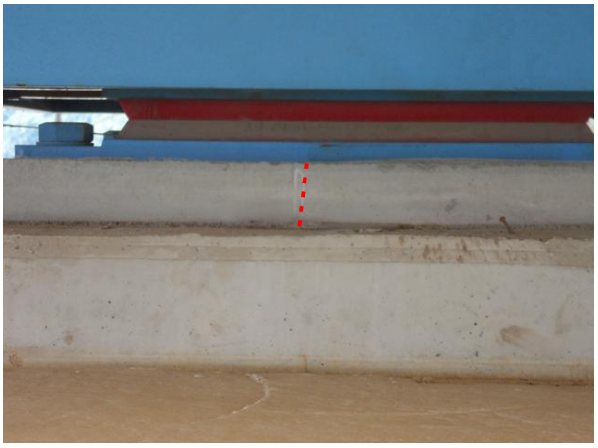
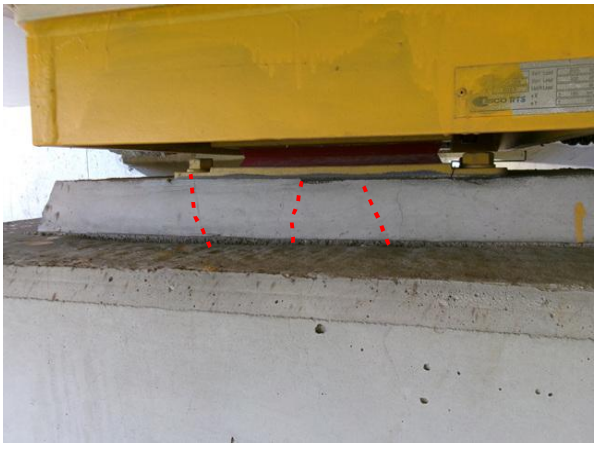
A1-Sh5 받침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)

A1-Sh7 고정핀 미제거

【사진 19.3.13】 교량받침 손상현황

A2-Sh6 받침콘크리트 파손(0.2×0.2)	P4-Sh1 받침콘크리트 망상균열(1.5×0.3)
P4-Sh3 받침콘크리트 재료분리(1.0×0.2)	P4-Sh11 받침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)
P5-Sh4 받침콘크리트 균열(Cw=0.3㎜미만)	P8-Sh1 받침 플레이트 부식(1EA)

【사진 19.3.13】 교량받침 손상현황 (계속)

P8-Sh1 반침콘크리트 재료분리(1.0×0.1)	P8-Sh8 반침 플레이트 부식(1EA)
	
P8-Sh12 반침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)	P9-Sh2 반침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)
	
P12-Sh1 반침몰탈 균열(Cw=0.3㎜미만)	P12-Sh12 반침몰탈 망상균열(0.5×0.1)

【사진 19.3.13】 교량반침 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

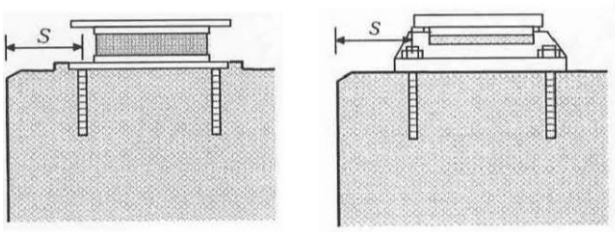
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 받침몰탈 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 재료분리, 파손, 받침부식, 고정핀 미제거가 조사되었으며, 조사된 손상은 부재의 내구성 확보를 위하여 표면처리, 단면보수, 재도장, 정비 등을 실시하는 것이 필요하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 19.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정	받침장치 연단거리 측정

【사진 19.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45.0 = 425(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×60.0 = 450(㎜)
- 거더 경간길이(L=75.0m) : 200+5×61.0 = 575(㎜)

【표 19.3.10】 연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)								검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	
			Sh9	Sh10	Sh11	Sh12	Sh13	Sh14	Sh15	Sh16	
A1		450	580	480	480	480	480	480	480	580	O.K
P1	A1측	450	840	810	810	810	810	810	810	840	O.K
	A2측	450	960	930	930	930	930	930	930	960	O.K
P2	A1측	450	950	910	910	910	910	910	910	950	O.K
	A2측	450	960	920	920	920	920	920	920	960	O.K
P3	A1측	450	950	910	910	910	910	910	910	950	O.K
	A2측	450	960	930	930	930	930	930	930	960	O.K
P4	A1측	450	870	830	830	830	830	830	830	870	O.K
	A2측	425	850	850	850	850	850	850	850	850	O.K
P5	A1측	425	970	940	940	940	940	940	940	970	O.K
	A2측	450	970	950	950	950	950	950	950	970	O.K
P6	A1측	450	980	960	960	960	960	960	960	980	O.K
	A2측	450	980	960	960	960	960	960	960	980	O.K
P7	A1측	450	970	950	950	950	950	950	950	970	O.K
	A2측	425	970	950	950	950	950	950	950	970	O.K
P8	A1측	425	940	770	770	770	770	770	770	940	O.K
	A2측	450	800	800	800	800					O.K
P9	A1측	450	1350	1350	1350	1350					O.K
	A2측	575	1350	1350	1350	1350					O.K
P10	A1측	575	1340	1340	1340	1340					O.K
	A2측	575	1340	1340	1340	1340					O.K
P11	A1측	575	1340	1340	1340	1340					O.K
	A2측	450	1340	1340	1340	1340					O.K
P12	A1측	450	800	800	800	800					O.K
	A2측	450	770	690	690	690	690	690	690	770	O.K
P13	A1측	450	970	940	940	940	940	940	940	970	O.K
	A2측	450	980	950	950	950	950	950	950	980	O.K
P14	A1측	450	990	950	950	950	950	950	950	980	O.K
	A2측	425	1050	950	950	950	950	950	950	1050	O.K
P15	A1측	425	970	940	940	940	940	940	940	980	O.K
	A2측	425	990	960	960	960	960	960	960	990	O.K
P16	A1측	425	980	950	950	950	950	950	950	980	O.K
	A2측	425	980	930	930	930	930	930	930	980	O.K
A2		425	650	610	610	610	610	610	610	950	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.

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 19.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방, 강교), -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

【표 19.3.11】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	24.4	25.6	0.00001	100	24.4	25.6	
P1	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P2	고정단						
P3	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P4(A1)	24.4	25.6	0.00001	100	24.4	25.6	
P4(A2)	24.4	25.6	0.00001	95	23.2	24.3	
P5	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P6	고정단						
P7	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P8(A1)	24.4	25.6	0.00001	95	23.2	24.3	
P8(A2)	29.4	30.6	0.000012	125	44.1	45.9	
P9	45.4	14.6	0.000012	75	40.9	13.1	
P10	고정단						
P11	45.4	14.6	0.000012	75	40.9	13.1	
P12(A1)	29.4	30.6	0.000012	125	44.1	45.9	
P12(A2)	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1	
P13	40.4	9.6	0.00001	67.5	27.3	6.5	
P14	40.4	9.6	0.00001	17.5	7.1	1.7	
P15	40.4	9.6	0.00001	27.5	11.1	2.6	
P16	40.4	9.6	0.00001	72.5	29.3	7.0	
A2	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1	

1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울) - P1~3, 5~7, 9~11, 13~16
9.4℃(조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 서울) - A1, A2, P4, P8, P12
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방, 강교), -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 19.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	30(A2)	130	190	24.4	25.6	±160	O.K
	SH2	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH3	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH4	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH5	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH6	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH7	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH8	30(A2)	130	190			±160	O.K
P1	SH1	10(A2)	150	170	20.2	4.8	±160	O.K
	SH2	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH3	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH4	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH5	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH6	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH7	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH8	10(A2)	150	170			±160	O.K
	SH9	10(A2)	190	210			±160	O.K
	SH10	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH11	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH12	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH13	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH14	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH15	10(A2)	110	130			±120	O.K
	SH16	10(A2)	150	170			±160	O.K
P2	고정단							
P3	SH1	10(A2)	170	150	20.2	4.8	±160	O.K
	SH2	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH3	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH4	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH5	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH6	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH7	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH8	10(A2)	170	150			±160	O.K
	SH9	10(A2)	170	150			±160	O.K
	SH10	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH11	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH12	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH13	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH14	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH15	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH16	10(A2)	170	150			±160	O.K

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

【표 19.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P4(A1)	SH1	20(A1)	140	180	24.4	25.6	±160	O.K
	SH2	20(A1)	140	180			±160	O.K
	SH3	20(A1)	140	180			±160	O.K
	SH4	20(A1)	140	180			±160	O.K
	SH5	20(A1)	140	180			±160	O.K
	SH6	20(A1)	140	180			±160	O.K
	SH7	20(A1)	140	180			±160	O.K
	SH8	20(A1)	140	180			±160	O.K
P4(A2)	SH9	30(A2)	130	190	23.2	24.3	±160	O.K
	SH10	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH11	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH12	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH13	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH14	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH15	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH16	30(A2)	130	190			±160	O.K
P5	SH1	5(A2)	155	165	20.2	4.8	±160	O.K
	SH2	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH3	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH4	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH5	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH6	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH7	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH8	5(A2)	155	165			±160	O.K
	SH9	5(A2)	155	165			±160	O.K
	SH10	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH11	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH12	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH13	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH14	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH15	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH16	5(A2)	155	165			±160	O.K
P6	고정단							
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

【표 19.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P7	SH1	5(A2)	155	165	20.2	4.8	±160	O.K
	SH2	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH3	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH4	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH5	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH6	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH7	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH8	5(A2)	155	165			±160	O.K
	SH9	5(A2)	175	185			±160	O.K
	SH10	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH11	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH12	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH13	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH14	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH15	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH16	5(A2)	155	165			±160	O.K
P8(A1)	SH1	40(A1)	120	200	23.2	24.3	±160	O.K
	SH2	40(A1)	120	200			±160	O.K
	SH3	40(A1)	120	200			±160	O.K
	SH4	40(A1)	120	200			±160	O.K
	SH5	40(A1)	120	200			±160	O.K
	SH6	40(A1)	120	200			±160	O.K
	SH7	40(A1)	120	200			±160	O.K
	SH8	40(A1)	120	200			±160	O.K
P8(A2)	SH9	10(A2)	150	170	44.1	45.9	±160	O.K
	SH10	10(A2)	150	170			±160	O.K
	SH11	10(A2)	150	170			±160	O.K
	SH12	10(A2)	150	170			±160	O.K
P9	SH1	10(A1)	130	110	40.9	13.1	±120	O.K
	SH2	10(A1)	130	110			±120	O.K
	SH3	10(A1)	130	110			±120	O.K
	SH4	10(A1)	130	110			±120	O.K
P10	고정단							
P11	SH1	10(A2)	130	110	40.9	13.1	±120	O.K
	SH2	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH3	10(A2)	130	110			±120	O.K
	SH4	10(A2)	130	110			±120	O.K

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

【표 19.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P12(A1)	SH1	30(A1)	130	190	44.1	45.9	±160	O.K
	SH2	30(A1)	130	190			±160	O.K
	SH3	30(A1)	130	190			±160	O.K
	SH4	30(A1)	130	190			±160	O.K
P12(A2)	SH5	30(A2)	130	190	28.7	30.1	±160	O.K
	SH6	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH7	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH8	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH9	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH10	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH11	30(A2)	130	190			±160	O.K
	SH12	30(A2)	130	190			±160	O.K
P13	SH1	5(A2)	155	165	27.3	6.5	±160	O.K
	SH2	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH3	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH4	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH5	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH6	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH7	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH8	5(A2)	155	165			±160	O.K
	SH9	5(A2)	155	165			±160	O.K
	SH10	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH11	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH12	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH13	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH14	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH15	5(A2)	115	125			±120	O.K
	SH16	5(A2)	155	165			±160	O.K
P14	SH1	0	160	160	7.1	1.7	±160	O.K
	SH2	0	120	120			±120	O.K
	SH3	0	120	120			±120	O.K
	SH4	0	120	120			±120	O.K
	SH5	0	120	120			±120	O.K
	SH6	0	120	120			±120	O.K
	SH7	0	120	120			±120	O.K
	SH8	0	160	160			±160	O.K
	SH9	0	160	160			±160	O.K
	SH10	0	120	120			±120	O.K
	SH11	0	120	120			±120	O.K
	SH12	0	120	120			±120	O.K
	SH13	0	120	120			±120	O.K
	SH14	0	120	120			±120	O.K
	SH15	0	120	120			±120	O.K
	SH16	0	160	160			±160	O.K

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

【표 19.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P15	SH1	0	160	160	11.1	2.6	±160	O.K
	SH2	0	120	120			±120	O.K
	SH3	0	120	120			±120	O.K
	SH4	0	120	120			±120	O.K
	SH5	0	120	120			±120	O.K
	SH6	0	120	120			±120	O.K
	SH7	0	120	120			±120	O.K
	SH8	0	160	160			±160	O.K
	SH9	0	160	160			±160	O.K
	SH10	0	120	120			±120	O.K
	SH11	0	120	120			±120	O.K
	SH12	0	120	120			±120	O.K
	SH13	0	120	120			±120	O.K
	SH14	0	120	120			±120	O.K
	SH15	0	120	120			±120	O.K
	SH16	0	160	160			±160	O.K
P16	SH1	5(A1)	155	165	29.3	7.0	±160	O.K
	SH2	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH3	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH4	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH5	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH6	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH7	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH8	5(A1)	155	165			±160	O.K
	SH9	5(A1)	155	165			±160	O.K
	SH10	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH11	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH12	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH13	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH14	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH15	5(A1)	115	125			±120	O.K
	SH16	5(A1)	155	165			±160	O.K
A2	SH1	35(A1)	125	195	28.7	30.1	±160	O.K
	SH2	35(A1)	125	195			±160	O.K
	SH3	35(A1)	125	195			±160	O.K
	SH4	35(A1)	125	195			±160	O.K
	SH5	35(A1)	125	195			±160	O.K
	SH6	35(A1)	125	195			±160	O.K
	SH7	35(A1)	125	195			±160	O.K
	SH8	35(A1)	125	195			±160	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P4, P8, P12, A2 강핑거조인트로 시공된 상태이다.

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J2(P4) 전경

EXP.J3(P8) 전경

EXP.J4(P12) 전경

EXP.J5(A2) 전경

【사진 19.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3㎜미만), 파손, 이물질퇴적, 하부 누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 19.3.13】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		하부 누수 (m/개소)		여유량 부족 (개소)	
A1 (EXP J1)	2.70	9	–	–	2.50	2	0.50	1	1.00	1
P4 (EXP J2)	5.40	27	–	–	2.00	1	–	–	1.00	1
P8 (EXP J3)	3.00	15	–	–	–	–	–	–	1.00	1
P12 (EXP J4)	1.80	9	0.02	1	1.50	1	–	–	1.00	1
A2 (EXP J5)	3.30	11	–	–	1.00	1	0.50	1	–	–
합계	16.20	71	0.02	1	7.00	5	1.00	2	4.00	4

A1 유간 이물질퇴적(L=1.5m)	A1 후타재 균열(Cw=0.3㎜미만)
P4 후타재 균열(Cw=0.3㎜미만)	P8 후타재 균열(Cw=0.3㎜미만)
P12 후타재 파손(0.1×0.2)	A2 하부 누수(L=0.5m)

【사진 19.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 주행차량의 윤하중 및 충격, 시공미흡 등에 의한 후타재 균열(0.3㎜미만), 파손, 이물질퇴적, 하부 누수가 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수, 정비(재설치) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방, 강교), −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ ⊿lt = ⊿T · α · L
여기서, ⊿lt : 온도변화에 의한 이동량
⊿T : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10−5, α(콘크리트): 1.0×10−5
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2022. 10. 18. 기온 적용: 9.4℃(일평균)
강교 △T(신장시) : 40.0℃−9.4℃ = 30.6℃
△T(수축시) : −20.0℃−(9.4℃) = 29.4℃
RC교 △T(신장시) : 35.0℃−9.4℃ = 25.6℃
△T(수축시) : −15.0℃−(9.4℃) = 24.4℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</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></td></tr>
</table>

【사진 19.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 19.3.14】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	24.4	25.6	0.00001	100	24.4	25.6	107	115	155	
P4	24.4	25.6	0.00001	195	47.6	49.9	166	165	440	
P8	24.4	25.6	0.00001	95	23.2	24.3	146	215	290	
	29.4	30.6	0.000012	125.0	44.1	45.9				
P12	29.4	30.6	0.000012	125.0	44.1	45.9	190	165	290	
	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1				
A2	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1	83	155	205	

1) 조사당시 온도 : 9.4℃(조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 서울)
2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방, 강교), -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 19.3.15】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	24.4	25.6	107	100	-31.40	81.40	N.G
	바닥판			115	-	-	89.4	O.K
	거더			155	-	-	129.4	O.K
P4	신축이음	47.6	49.9	166	200	-13.60	116.10	N.G
	바닥판			165	-	-	115.1	O.K
	거더			440	-	-	390.1	O.K
P8	신축이음	67.3	70.2	146	200	-13.30	75.80	N.G
	바닥판			215	-	-	144.8	O.K
	거더			290	-	-	219.8	O.K
P12	신축이음	72.8	76.0	190	250	-12.80	114.00	N.G
	바닥판			165	-	-	89.0	O.K
	거더			290	-	-	214.0	O.K
A2	신축이음	28.7	30.1	83	120	8.30	52.90	O.K
	바닥판			155	-	-	124.9	O.K
	거더			205	-	-	174.9	O.K

주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축시 A1, P4, P8, P12 신축이음에서 여유량이 부족한 것으로 나타났으며, 이는 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 서문15교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 LMC 포장(T=50㎜)으로 되어있다.

교면포장 전경#1

교면포장 전경#2

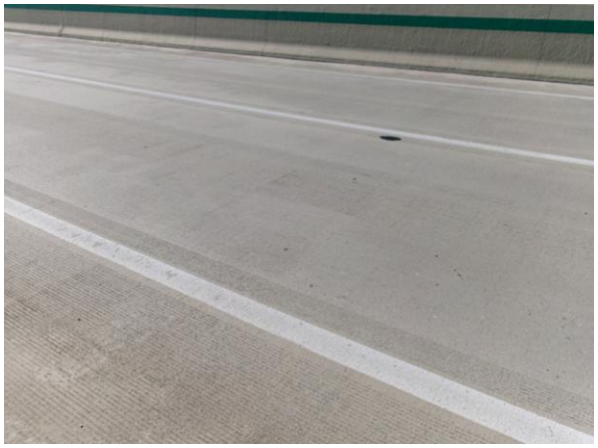
【사진 19.3.19】교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과 주행차로내 전반적인 망상균열이 조사되었다.

【표 19.3.16】교면포장 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	700.00	2
S2	700.00	2
S3	700.00	2
S4	700.00	2
S5	630.00	2
S6	700.00	2
S7	700.00	2
S8	630.00	2
S9	700.00	2
S10	1050.00	2
S11	1050.00	2
S12	700.00	2
S13	700.00	2
S14	700.00	2
S15	630.00	2
S16	630.00	2
S17	630.00	2
합계	12,250.00	34

	
S5 포장 망상균열(45.0×7.0)	S14 포장 망상균열(50.0×7.0)
S15 포장 망상균열(45.0×7.0)	S16 포장 망상균열(45.0×7.0)

【사진 19.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 차량의 윤하중, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 주행차로내 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 포장보수(재포장 등)를 실시하는 것이 필요하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 서문15교의 상부는 그레이팅 덮개로 마감된 배수구, 하부는 육교형 배수관이 시공되어있고, 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌·우측에 배수시설이 설치되어 있다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 19.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 누수, 막힘, 연결불량, 파손, 배수구 막힘이 조사되었다.

【표 19.3.17】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 누수 (개소/개소)		배수관 막힘 (개소/개소)		배수관 연결불량 (개소/개소)		배수관 파손 (개소/개소)		배수구 막힘 (개소/개소)	
S1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S5	–	–	1.00	1	–	–	–	–	–	–
S6	1.00	1	–	–	1.00	1	–	–	–	–
S7	2.00	2	–	–	–	–	–	–	5.00	5
S8	–	–	–	–	–	–	1.00	1	15.00	15
S9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S12	–	–	–	–	1.00	1	1.00	1	–	–
S13	–	–	–	–	–	–	–	–	4.00	4
S14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S17	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	1
합계	3.00	3	1.00	1	2.00	2	2.00	2	25.00	25

S5 배수관 막힘(1EA)	S6 배수관 누수(1EA)
S6 배수관 연결불량(누수)(5EA)	S7 배수구 막힘(5EA)
S7 배수관 누수(1EA)	S8 배수구 막힘(15EA)

【사진 19.3.22】 배수시설 손상현황

S8 배수관 파손(1EA)	S12 배수관 파손(1EA)
S13 배수구 막힘(4EA)	S17 배수구 막힘(1EA)

【사진 19.3.22】 배수시설 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수시설의 현장조사 결과 시공미흡, 차량통행에 의한 비산물퇴적 등에 의한 배수관 누수, 막힘, 연결불량, 파손, 배수구 막힘이 조사되었으며, 부재의 내구성 확보 및 2차손상 방지를 위한 정비(재설치) 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경

중분대 전경

【사진 19.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 파손이 조사되었다.

【표 19.3.18】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		균열(0.3㎜이상) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	34.20	34	-	-	-	-	-	-
S2	38.00	29	-	-	0.20	2	-	-
S3	55.50	42	-	-	-	-	-	-
S4	25.00	19	-	-	-	-	0.06	1
S5	18.00	13	-	-	-	-	-	-
S6	30.50	23	-	-	-	-	-	-
S7	28.50	20	-	-	-	-	0.03	1
S8	23.00	17	-	-	-	-	0.10	1
S9	58.50	31	-	-	-	-	-	-
S10	55.50	37	-	-	-	-	-	-
S11	34.50	23	-	-	-	-	-	-
S12	31.50	21	-	-	-	-	-	-
S13	3.00	2	-	-	-	-	-	-
S14	3.00	2	-	-	-	-	-	-
S15	3.00	2	1.50	1	-	-	-	-
S16	3.00	3	1.50	1	-	-	-	-
S17	3.00	2	-	-	-	-	-	-
합계	447.70	320	3.00	2	0.20	2	0.19	3

S1 방호벽 균열(Cw=0.3㎜미만)	S2 방호벽 균열부백태(0.1×1.0 ×2EA)
S2 중앙분리대 균열(Cw=0.3㎜미만)	S4 중앙분리대 파손(0.2×0.3)
S6 방호벽 균열(Cw=0.3㎜미만)	S7 방호벽 파손(0.1×0.3)

【사진 19.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

S8 중앙분리대 파손(0.1×1.0)	S13 중앙분리대 균열(Cw=0.3㎜미만)
S15 방호벽 균열(Cw=0.3㎜이상)	S16 방호벽 균열(Cw=0.3㎜미만)

【사진 19.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 파손이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 및 미관 확보 차원에서 표면처리, 주입보수, 단면보수 등을 실시하는 것이 필요하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 서문15교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, P4, P8, P12, A2에 강재+알루미늄 재질의 점검로가 설치되어 있다.

점검로 전경	점검로 전경

【사진 19.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.19】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	-	-
P4	-	-
P8	-	-
P12	-	-
A2	-	-
합계	-	-

P4 점검로 상태양호	P8 점검로 상태양호
P12 점검로 상태양호	A2 점검로 상태양호

【사진 19.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 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.

19.3.3 외관조사 총괄표

【표 19.3.20】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		망상균열	㎡	37.50	3	
		백태	㎡	0.06	1	
		균열부백태	㎡	17.34	79	
		누수흔적	㎡	0.90	3	
		파손	㎡	0.30	1	
		재료분리	㎡	0.05	1	
거더	Bicon	박리	㎡	0.16	3	
		재료분리	㎡	0.70	4	
	STB외부	상태양호	-	-	-	
	STB내부	상태양호	-	-	-	
가로보	Bicon	재료분리	㎡	0.56	3	
	STB	상태양호	-	-	-	
교대		균열(0.3㎜이상)	m	17.00	9	
		망상균열	㎡	3.00	1	
		백태	㎡	0.09	4	
		균열부백태	㎡	0.60	5	
교각		균열(0.3㎜미만)	m	23.00	2	
		균열(0.3㎜이상)	m	7.00	6	
		망상균열	㎡	226.50	15	
		박리	㎡	0.50	2	
교량받침		받침몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	36.50	123	
		받침몰탈 망상균열	㎡	0.05	1	
		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.60	2	
		받침콘크리트 망상균열	㎡	0.90	2	
		받침콘크리트 재료분리	㎡	1.77	11	
		받침콘크리트 파손	㎡	0.04	1	
		받침부식	EA	3.00	3	
		고정핀미제거	EA	144.0	144	

【표 19.3.20】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	16.20	71	
	후타재 파손	㎡	0.02	1	
	이물질퇴적	m	7.00	5	
	하부 누수	m	1.00	2	
	여유량 부족	EA	4.00	4	
교면포장	망상균열	㎡	12,250.0	34	
배수시설	배수관 누수	EA	3.00	3	
	배수관 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 연결불량	EA	2.00	2	
	배수관 파손	EA	2.00	2	
	배수구 막힘	EA	25.00	25	
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	447.70	320	
	균열(0.3㎜이상)	m	3.00	2	
	균열부백태	㎡	0.20	2	
	파손	㎡	0.19	3	
점검시설	상태양호	-	-	-	

19.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

19.4 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.

19.4.1 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 19.4.1】 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	15	15	15	15	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	4	2	4	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시
※ 연장별 조정비는 500m 이상으로 80%를 적용함

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

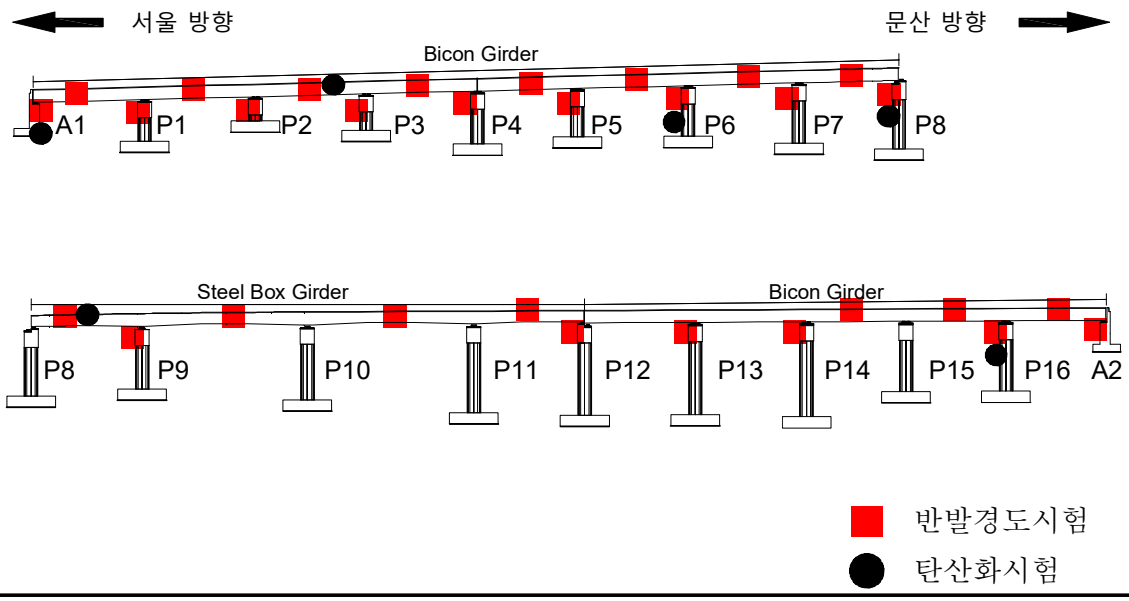
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황

【사진 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

19.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(각 15개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 19.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S3	바닥판	46.3	27.3	28.7	0.67	27.0	
	S5	바닥판	46.4	27.4	28.8			
	S7	바닥판	47.1	28.0	29.1			
	S9	바닥판	47.3	28.2	29.2			
	S10	바닥판	46.6	27.6	28.9			
	S11	바닥판	47.0	27.9	29.1			
	S12	바닥판	46.4	27.4	28.8			
	S17	바닥판	46.8	27.8	29.0			

【표 19.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
상부 구조	S1	거더	49.8	42.2	50.8	0.67	40.0	
	S2	거더	51.1	43.5	52.8			
	S4	거더	50.6	43.0	52.0			
	S6	거더	49.7	42.1	50.6			
	S8	거더	49.4	41.9	50.3			
	S15	거더	50.7	43.2	52.3			
	S16	거더	50.3	42.7	51.6			

【표 19.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	구체	43.9	25.3	27.6	0.67	24.0	
	A2	흉벽	42.6	24.1	27.0			

【표 19.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	50.0	42.5	51.2	0.67	40.0	
	P2	교각	49.8	42.2	50.8			
	P3	교각	49.4	41.9	50.3			
	P4	교각	49.4	41.9	50.3			
	P5	교각	49.6	42.1	50.6			
	P6	교각	49.6	42.0	50.5			
	P7	교각	49.7	42.1	50.6			
	P8	교각	48.8	41.2	49.3			
	P9	교각	50.0	42.5	51.2			
	P12	교각	49.6	42.1	50.6			
	P13	교각	50.2	42.7	51.5			
	P14	교각	49.2	41.7	50.0			
	P16	교각	49.9	42.3	51.0			

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.3~29.2MPa, 거더 41.9~52.8MPa, 하부구조 교대 24.1~27.6MPa, 교각 41.2~51.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 19.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.3~29.2	27.0	101.1～108.2
	거더	41.9~52.8	40.0	104.7～132.0
하부구조	교대	24.1~27.6	24.0	100.6～114.9
	교각	41.2~51.5	40.0	103.1～128.7

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 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 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 19.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S3 바닥판	2.0	40.0	38.0	1.41	100년이상	a
	S9 바닥판	1.5	40.0	38.5	1.06	100년이상	a
하부구조	A1 구체	1.0	100.0	99.0	0.71	100년이상	a
	P6 기둥부	0.5	100.0	99.5	0.35	100년이상	a
	P8 코핑부	1.5	100.0	98.5	1.06	100년이상	a
	P16 코핑부	1.5	100.0	98.5	1.06	100년이상	a

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 0.5~1.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 19.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	1.5~2.0	38.0~38.5	
하부구조	0.5~1.5	98.5~99.5	

② 기 점검결과와의 비교

■ 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 19.4.9】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판 하면	27.3~29.2	27.0	■설계강도 이상(양호)
		거더	41.9~52.8	40.0	
	하부구조	교대	24.1~27.6	24.0	
		교각	41.2~51.5	40.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		38.0~38.5	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		98.5~99.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

■ 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

19.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 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 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

19.5.1 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 19.5.1】 상태평가 결과표(Bicon)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	A1	Bicon	a	a	a	d	a	b	c	b	c	q	–	a
S2	P1	Bicon	a	a	a	d	a	b	–	a	b	q	–	–
S3	P2	Bicon	b	a	b	d	a	b	–	a	a	q	a	–
S4	P3	Bicon	a	a	b	d	a	c	–	a	a	q	–	–
S5	P4	Bicon	a	b	a	d	c	b	b	b	c	q	–	–
S6	P5	Bicon	a	a	a	d	c	b	–	b	a	q	–	–
S7	P6	Bicon	a	b	a	d	c	c	–	a	a	q	–	a
S8	P7	Bicon	b	a	a	d	c	c	–	a	b	q	–	–
S13	P12	Bicon	a	b	a	d	c	b	c	b	b	q	–	–
S14	P13	Bicon	b	a	a	d	a	b	–	a	a	q	–	–
S15	P14	Bicon	b	a	a	d	a	c	–	a	a	q	–	–
S16	P15	Bicon	a	a	a	d	a	c	–	a	b	q	–	–
S17	P16	Bicon	b	a	a	d	c	b	–	a	a	q	–	a
	A2								c	b	c	q	–	–
평균			0.138	0.123	0.115	0.700	0.238	0.277	0.350	0.136	0.193	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.025	0.025	0.006	0.049	0.007	0.006	0.032	0.012	0.039	–	0.004	0.003
													0.206	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.206) < 0.260

【표 19.5.2】 상태평가 결과표(STB)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S9	P8	STB	b	a	a	d	a	b	b	b	c	q	a	a
S10	P9	STB	b	a	a	d	a	b	–	b	b	q	–	–
S11	P10	STB	a	a	a	d	a	b	–	a	a	q	–	–
S12	P11	STB	a	a	a	d	c	b	–	a	a	q	–	–
평균			0.150	0.100	0.100	0.700	0.175	0.200	0.200	0.150	0.200	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.027	0.020	0.005	0.049	0.005	0.004	0.018	0.014	0.040	–	0.004	0.003
													0.189	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.189) < 0.260

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 19.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
서문15교(Bicon)	0.206	B	626.0	2	1,252	0.715	0.147
서문15교(STB)	0.189	B	250.0	2	500	0.285	0.054
합계(Σ)			876.0	4	1,752	1.000	0.201
1. 평가지수 =							0.201
2. 상태평가결과 =							B

19.5.2 기 점검 결과와의 비교

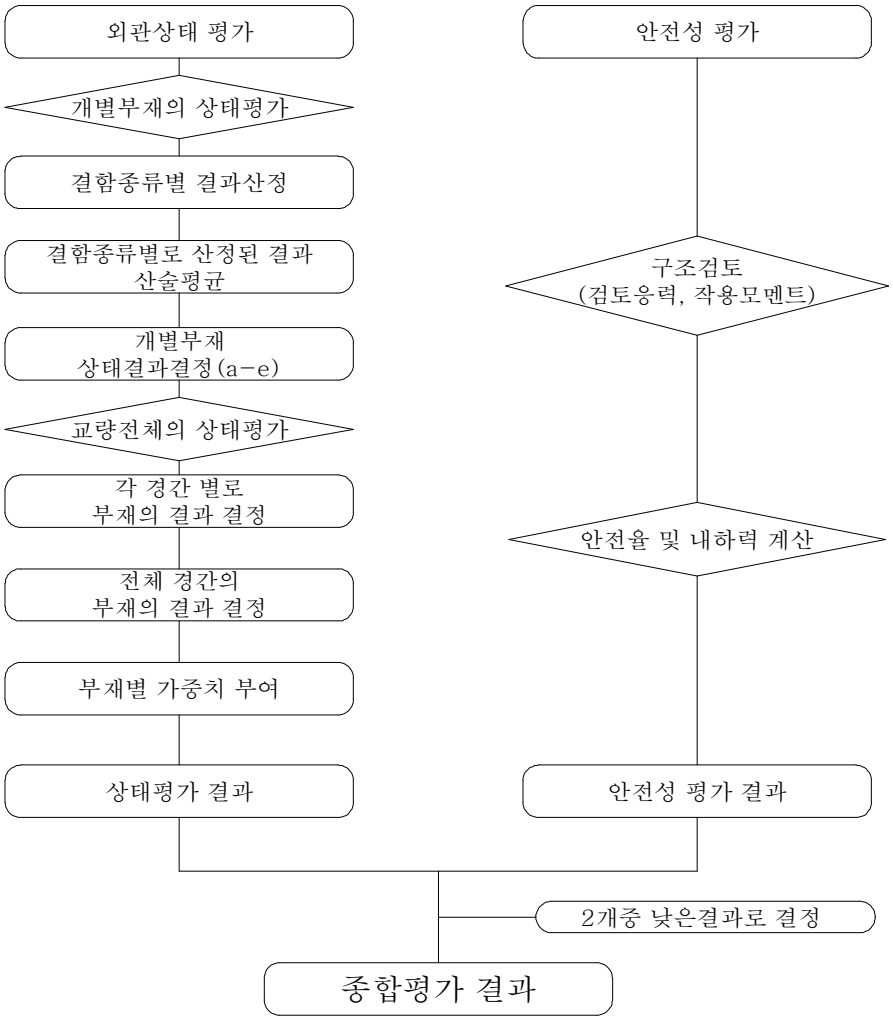
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

19.6 종합평가 및 안전등급 지정

19.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 19.6.1】 종합평가 결과 산정절차

19.6.2 종합평가 결과

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

【표 19.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
서문15교	0.201	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

19.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 **“B등급”** 으로 지정하였다.

【표 19.6.2】 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

19.7 보수·보강 및 유지관리방안

19.7.1 보수·보강 방안

【표 19.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면		망상균열	㎡	37.50	3	표면처리	하자
		백태	㎡	0.06	1	표면처리	하자
		균열부백태	㎡	17.34	79	표면처리	하자
		누수흔적	㎡	0.90	3	표면처리	하자
		파손	㎡	0.30	1	단면보수	하자
		재료분리	㎡	0.05	1	단면보수	하자
거더	Bicon	박리	㎡	0.16	3	단면보수	하자
		재료분리	㎡	0.70	4	단면보수	하자
	STB외부	상태양호	-	-	-	-	-
	STB내부	상태양호	-	-	-	-	-
가로보	Bicon	재료분리	㎡	0.56	3	단면보수	하자
	STB	상태양호	-	-	-	-	-
교대		균열(0.3㎜이상)	m	17.00	9	주입보수	하자
		망상균열	㎡	3.00	1	표면처리	하자
		백태	㎡	0.09	4	표면처리	하자
		균열부백태	㎡	0.60	5	표면처리	하자
교각		균열(0.3㎜미만)	m	23.00	2	표면처리	하자
		균열(0.3㎜이상)	m	7.00	6	주입보수	하자
		망상균열	㎡	226.50	15	표면처리	하자
		박리	㎡	0.50	2	단면보수	하자
교량받침		받침몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	36.50	123	표면처리	하자
		받침몰탈 망상균열	㎡	0.05	1	표면처리	하자
		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	0.60	2	표면처리	하자
		받침콘크리트 망상균열	㎡	0.90	2	표면처리	하자
		받침콘크리트 재료분리	㎡	1.77	11	단면보수	하자
		받침콘크리트 파손	㎡	0.04	1	단면보수	하자
		받침부식	EA	3.00	3	재도장	하자
		고정핀미제거	EA	144.0	144	정비	하자

【표 19.7.1】 손상별 보수·보강 방안 (계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	m	16.20	71	표면처리	하자
	후타재 파손	㎡	0.02	1	단면보수	하자
	이물질퇴적	m	7.00	5	정비(청소)	하자
	하부 누수	m	1.00	2	정비(재설치)	하자
	여유량 부족	EA	4.00	4	정비(재설치)	하자
교면포장	망상균열	㎡	12,250.0	34	균열보수 (재포장 등)	하자
배수시설	배수관 누수	EA	3.00	3	정비	하자
	배수관 막힘	EA	1.00	1	정비(청소)	하자
	배수관 연결불량	EA	2.00	2	정비	하자
	배수관 파손	EA	2.00	2	정비	하자
	배수구 막힘	EA	25.00	25	정비(청소)	하자
방호벽	균열(0.3㎜미만)	m	447.70	320	표면처리	하자
	균열(0.3㎜이상)	m	3.00	2	주입보수	하자
	균열부백태	㎡	0.20	2	표면처리	하자
	파손	㎡	0.19	3	단면보수	하자
점검시설	상태양호	–	–	–	–	–

19.7.2 개략공사비

【표 19.7.2】 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		망상균열	표면처리	37.50	56.25	㎡	-	-	하자
		백태	표면처리	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
		균열부백태	표면처리	17.34	26.01	㎡	-	-	하자
		누수흔적	표면처리	0.90	1.35	㎡	-	-	하자
		파손	단면보수	0.30	0.45	㎡	-	-	하자
		재료분리	단면보수	0.05	0.08	㎡	-	-	하자
거더	Bicon	박리	단면보수	0.16	0.24	㎡	-	-	하자
		재료분리	단면보수	0.70	1.05	㎡	-	-	하자
가로보	Bicon	재료분리	단면보수	0.56	0.84	㎡	-	-	하자
교대		균열(0.3㎜이상)	주입보수	17.00	25.50	m	-	-	하자
		망상균열	표면처리	3.00	4.50	㎡	-	-	하자
		백태	표면처리	0.09	0.14	㎡	-	-	하자
		균열부백태	표면처리	0.60	0.90	㎡	-	-	하자
교각		균열(0.3㎜미만)	표면처리	23.00	5.75	㎡	-	-	하자
		균열(0.3㎜이상)	주입보수	7.00	10.50	m	-	-	하자
		망상균열	표면처리	226.50	339.75	㎡	-	-	하자
		박리	단면보수	0.50	0.75	㎡	-	-	하자
교량받침		받침몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	36.50	9.13	㎡	-	-	하자
		받침몰탈 망상균열	표면처리	0.05	0.08	㎡	-	-	하자
		받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	0.60	0.15	㎡	-	-	하자
		받침콘크리트 망상균열	표면처리	0.90	1.35	㎡	-	-	하자
		받침콘크리트 재료분리	단면보수	1.77	2.66	㎡	-	-	하자
		받침콘크리트 파손	단면보수	0.04	0.06	㎡	-	-	하자
		받침부식	재도장	3.00	4.50	EA	-	-	하자
		고정핀미제거	정비	144.00	216.00	EA	-	-	하자

【표 19.7.2】 개략공사비 (계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	표면처리	16.20	4.05	㎡	-	-	하자
	후타재 파손	단면보수	0.02	0.03	㎡	-	-	하자
	이물질퇴적	정비(청소)	7.00	10.50	m	-	-	하자
	하부 누수	정비(재설치)	1.00	1.50	m	-	-	하자
	여유량 부족	정비(재설치)	4.00	4.00	EA	-	-	하자
교면포장	망상균열	균열보수 (재포장)	12250	18375	㎡	-	-	하자
배수시설	배수관 누수	정비	3.00	3.00	EA	-	-	하자
	배수관 막힘	정비(청소)	1.00	1.00	EA	-	-	하자
	배수관 연결불량	정비	2.00	2.00	EA	-	-	하자
	배수관 파손	정비	2.00	2.00	EA	-	-	하자
	배수구 막힘	정비(청소)	25.00	25.00	EA	-	-	하자
방호벽	균열(0.3㎜미만)	표면처리	447.70	111.93	㎡	-	-	하자
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	3.00	4.50	m	-	-	하자
	균열부백태	표면처리	0.20	0.30	㎡	-	-	하자
	파손	단면보수	0.19	0.29	㎡	-	-	하자

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	-	-	-
	재경비 (순공사비의 50%)	-	-	-
	합계	-	-	-
개략공사비 총계(천원)		-		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

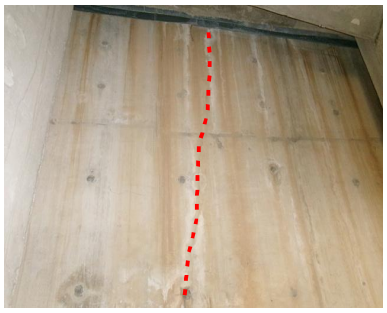
19.7.3 유지관리방안

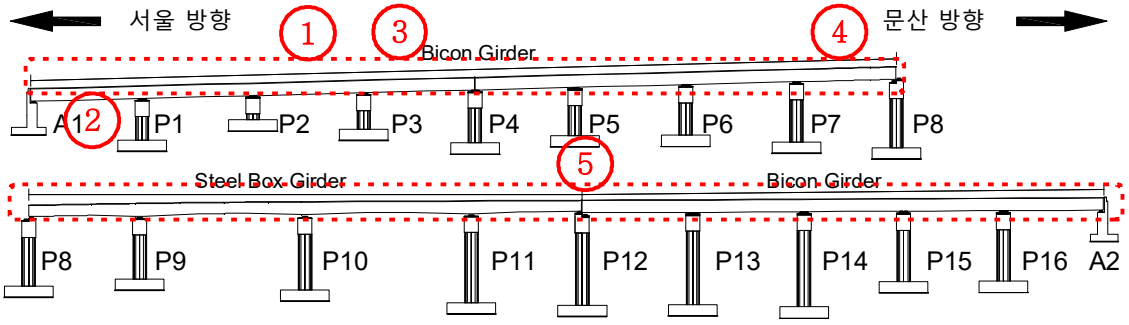
본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 19.7.3】 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 바닥판 하면 백태, 균열부백태 등 – 진전 여부확인		② 하부구조 균열(0.3㎜이상) – 진전 여부확인
③ 교면포장 망상균열 – 진전 여부확인	④ 배수관 및 배수구 누수, 막힘, 파손 등 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 수축여유량 부족 - 주기적인 계측 필요



19.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 대덕로 158-121 (현천동)에 위치한 교량으로 총 연장 876.0m, 폭 21.0m의 Bicon + Steel Box 거더 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

19.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 발생한 망상균열, 파손, 재료분리는 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 백태, 균열부백태, 누수흔적은 손상부 수분침투, 우수유입, 교면포장 방수층 손상 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 필요하고 추후 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

2) 거더

- Bicon 거더에 발생한 박리, 재료분리는 초기 건조수축, 온도변화, 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- ST. BOX 거더는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- Bicon 거더 구간 가로보에 발생한 재료분리는 다짐불량, 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- STB 거더 구간의 가로보는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 대한 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투 등에 의한 균열(0.3㎜이상), 망상균열, 백태, 균열부백태가 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 시공초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 균열(0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 박리가 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 받침몰탈 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 재료분리, 파손, 받침부식, 고정핀 미제거가 조사되었으며, 조사된 손상은 부재의 내구성 확보를 위하여 표면처리, 단면보수, 재도장, 정비 등을 실시하는 것이 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 주행차량의 윤하중 및 충격, 시공미흡 등에 의한 후타재 균열(0.3㎜미만), 파손, 이물질퇴적, 하부 누수가 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 표면처리, 단면보수, 정비(재설치) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었으나 수축시 A1, P4, P8, P12 신축이음에서 여유량이 부족한 것으로 나타났으며, 이는 시공시 프리세팅 오류 등이 원인인 것으로 추정된다. 따라서 신축이음 여유량 확보를 위한 재설치 등과 같은 보수가 필요하며, 수축시(겨울철) 이동량에 대한 주기적인 계측을 실시하는 것이 필요하다.

8) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 차량의 윤하중, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 주행차로내 망상균열이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 확보 차원에서 포장보수(재포장 등)를 실시하는 것이 필요하다.

9) 배수시설

- 배수시설의 현장조사 결과 시공미흡, 차량통행에 의한 비산물퇴적 등에 의한 배수관 누수, 막힘, 연결불량, 파손, 배수구 막힘이 조사되었으며, 부재의 내구성 확보 및 2차손상 방지를 위한 정비(재설치) 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽의 현장조사 결과 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입, 수분침투, 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 균열(0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 파손이 조사되었으며, 조사된 손상은 내구성 및 미관 확보 차원에서 표면처리, 주입보수, 단면보수 등을 실시하는 것이 필요하다.

11) 교량 점검시설

- 교대, 교각에 설치된 점검로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 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 바닥판하면 27.3~29.2㎫, 거더 41.9~52.8㎫, 하부구조 교대 24.1~27.6㎫, 교각 41.2~51.5㎫ 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 40.0㎫)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 0.5~1.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 서문15교의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.201인 “B”로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 서문15교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

19.8.2 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.

19.8.3 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.