

3. 서문3교(서울방향)

- 3.1 시설물 개요
- 3.2 자료수집 및 분석
- 3.3 현장조사
- 3.4 콘크리트 내구성조사
- 3.5 상태평가
- 3.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 3.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 3.8 종합결론

3. 서문3교(서울방향)

3.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매로 93-95, 391-2 (강매동)에 위치한 교량으로 총 연장 250.0m, 폭 12.3m로 시공되어 있다.

3.1.1 일반사항

【표 3.1.1】 서문3교(서울방향) 일반사항

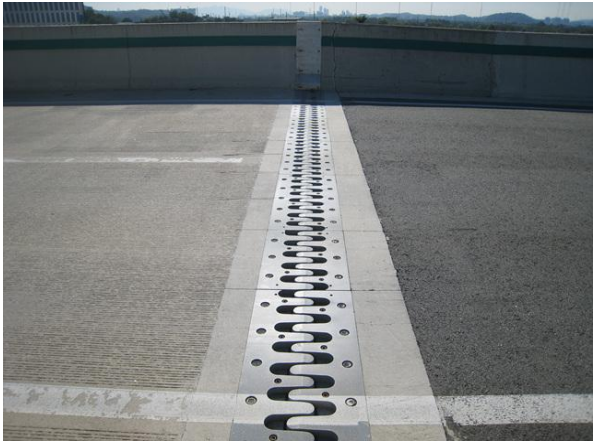
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2020-0000228		관리번호		-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 강매로 93-95, 391-2 (강매동)		준공년월일		2020. 11. 06	
시점이정		-		노 선 명		고속국도 17호선	
제원	연장	L=250.0m (50+2@75+50=250.0m)					
	폭	B=12.3m, 2차로					
구조 형식	상부	Steel Box		기초 형식	교 대	강관말뚝기초	
	하부	교대: 역T형, 교각: T형			교 각	복합말뚝기초	
교량받침		면진받침		신축이음		강평거요인트	
교차시설물		-		통과높이		5.0m	
부착시설내용		-		설계하중		DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설㈜		설 계 자		㈜다산건설턴트	
감 리 자		㈜동일기술공사		관리주체		서울문산고속도로주식회사	

	
측면 전경	상부 전경

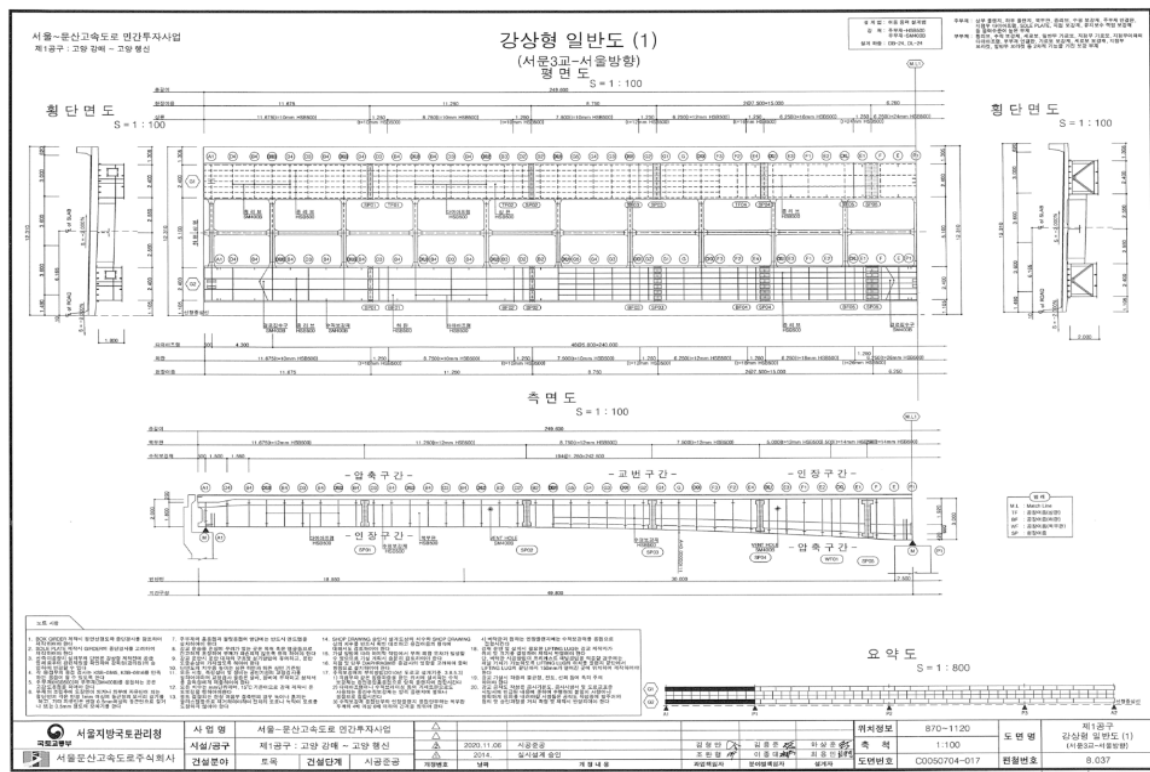
3.1.2 위치도 및 전경사진



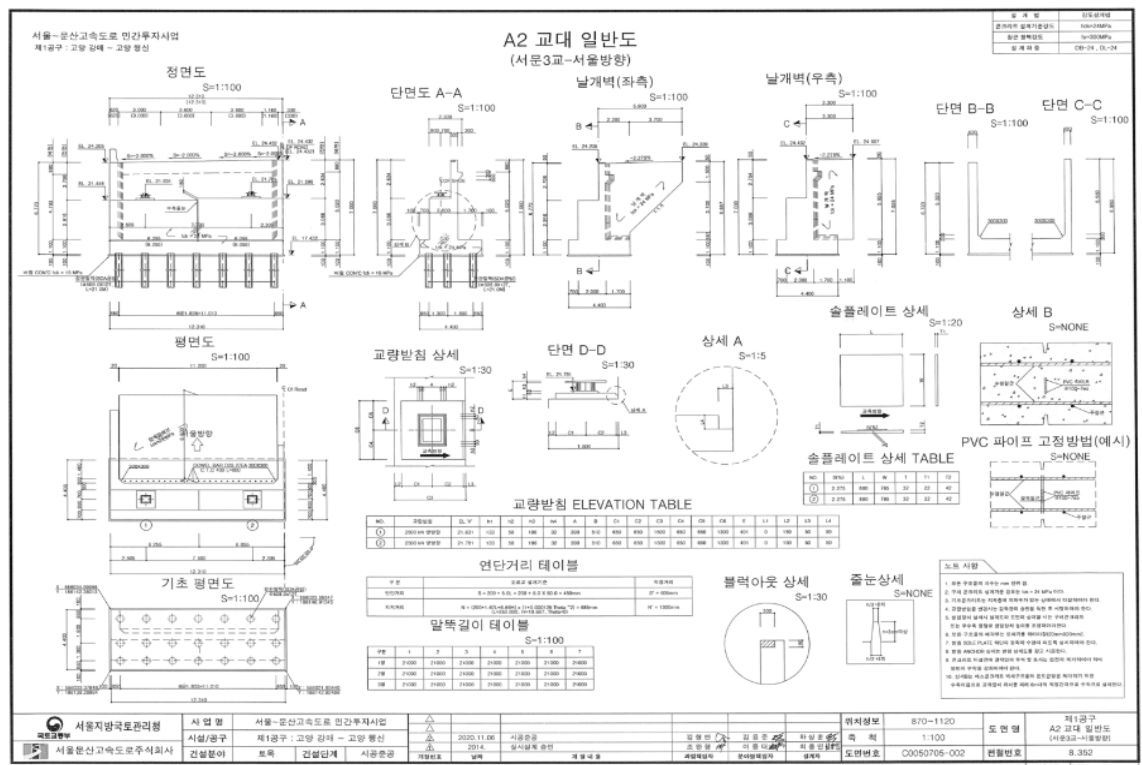
【그림 3.1.1】 위치도

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

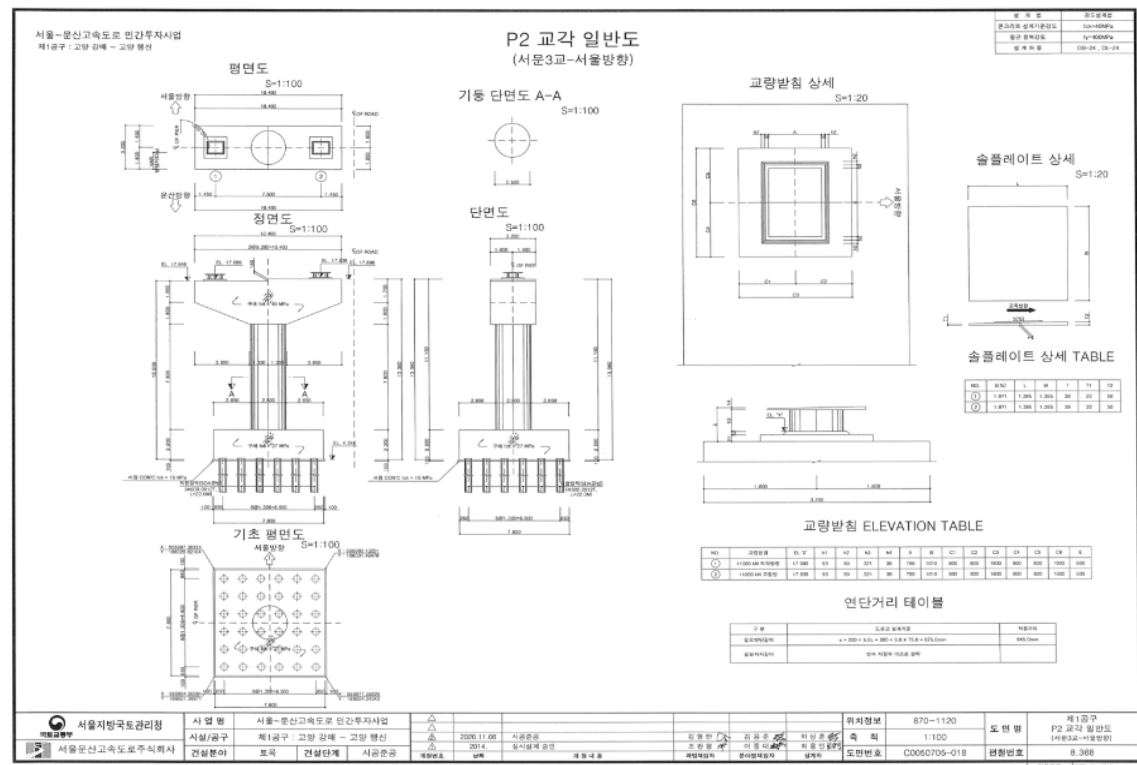
【그림 3.1.2】 부재별 현황



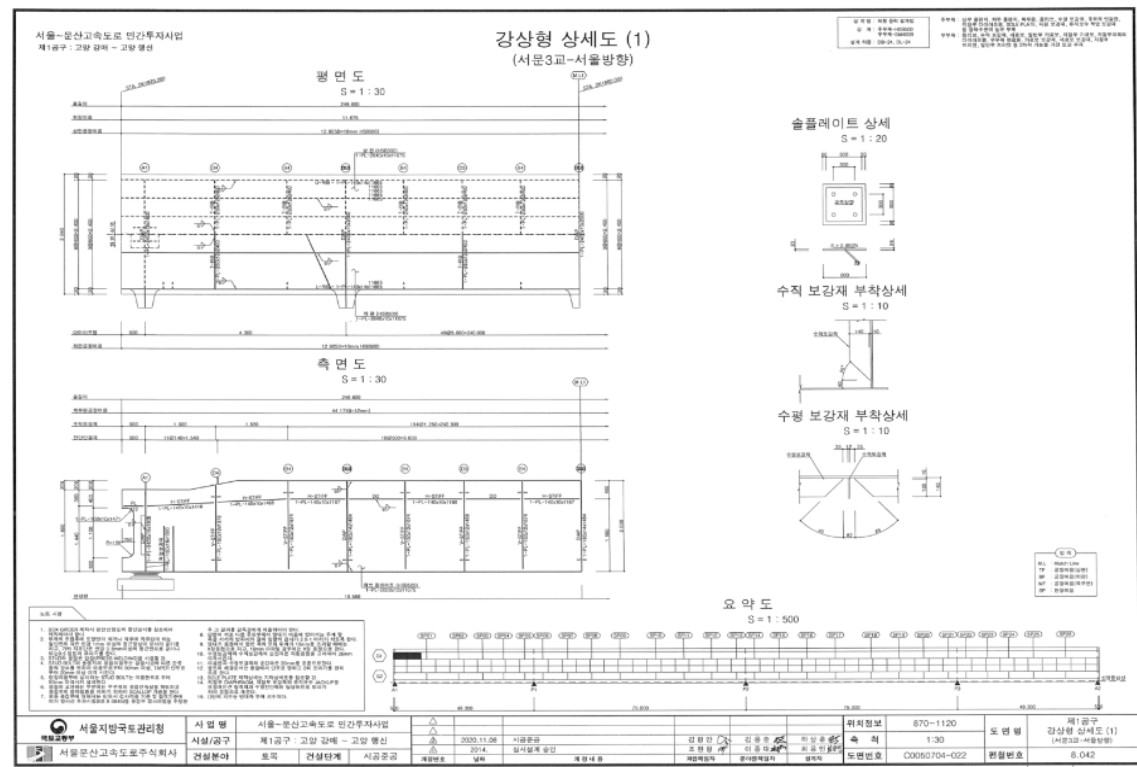
【그림 3.1.4】 바닥판하면 일반도, 강상형 일반도



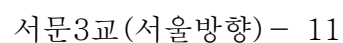
【그림 3.1.5】 교대 일반도

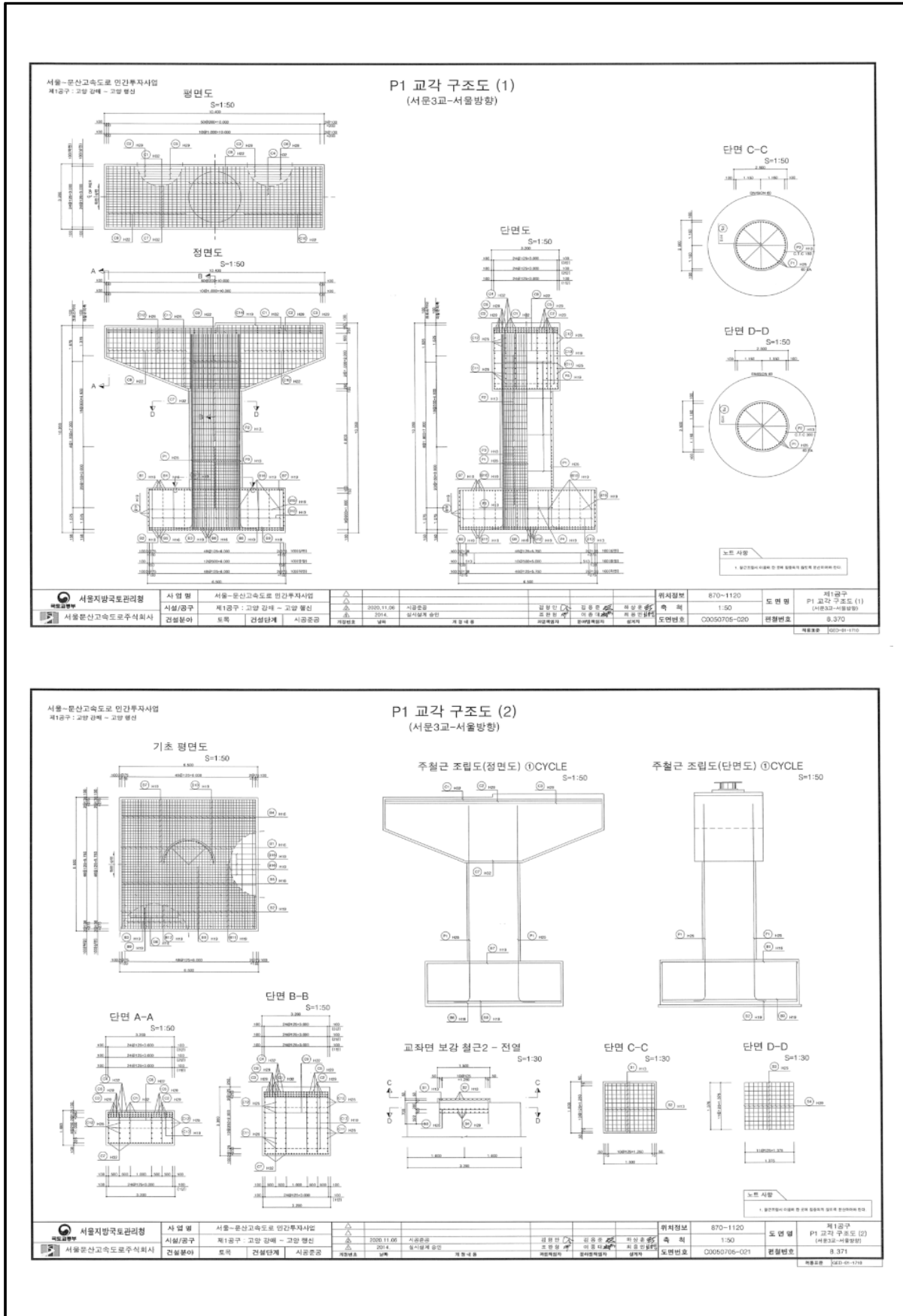


【그림 3.1.6】 교각 일반도



【그림 3.1.7】 바닥판하면 구조도, 강상형 상세도





【그림 3.1.9】 교각 구조도

3.2 자료수집 및 분석

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

3.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

2.1 개요

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정에 필요한 지형, 지질, 지반정수 등 설계지반정수 산정에 필요한 자료를 수집하고, 이를 토대로 설계지반정수 산정 방법을 검토하고, 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.2 설계지반정수 산정 방법

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.3 설계지반정수 산정 결과

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 결과를 산정한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

2.1 개요

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정에 필요한 지형, 지질, 지반정수 등 설계지반정수 산정에 필요한 자료를 수집하고, 이를 토대로 설계지반정수 산정 방법을 검토하고, 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.2 설계지반정수 산정 방법

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.3 설계지반정수 산정 결과

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 결과를 산정한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

2.1 개요

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정에 필요한 지형, 지질, 지반정수 등 설계지반정수 산정에 필요한 자료를 수집하고, 이를 토대로 설계지반정수 산정 방법을 검토하고, 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.2 설계지반정수 산정 방법

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.3 설계지반정수 산정 결과

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 결과를 산정한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

2.1 개요

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정에 필요한 지형, 지질, 지반정수 등 설계지반정수 산정에 필요한 자료를 수집하고, 이를 토대로 설계지반정수 산정 방법을 검토하고, 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.2 설계지반정수 산정 방법

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.3 설계지반정수 산정 결과

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 결과를 산정한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

2.1 개요

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정에 필요한 지형, 지질, 지반정수 등 설계지반정수 산정에 필요한 자료를 수집하고, 이를 토대로 설계지반정수 산정 방법을 검토하고, 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.2 설계지반정수 산정 방법

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.3 설계지반정수 산정 결과

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 결과를 산정한다.

제4편 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

2.1 개요

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정에 필요한 지형, 지질, 지반정수 등 설계지반정수 산정에 필요한 자료를 수집하고, 이를 토대로 설계지반정수 산정 방법을 검토하고, 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.2 설계지반정수 산정 방법

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 방법을 산정한다.

2.3 설계지반정수 산정 결과

본 과업대상 구간은 설계지반정수 산정 결과를 산정한다.

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.4.2 경험식에 의한 검토

7. 문제		Tsuchiya (1984)	국고진 (1993)
실험방법		• 주별의 기온사태 등을 이용하여 단위강수량 모야매를 선정 $n = (N/n) = [2.01 \times (1000/14.3)] \times 10$ $n = 0.3 - N(1,280.56)$ 여기서, $Y = \log (Cmg/cm^2) - 2.25(0.35$	$n = 0.17 \log (1000) + 0.9$
실험 결과			

점착력 및 내부마찰각	
점착력의 정전기	기 계 계
• Blomquist (1985)	$C_{ad} = -0.051 + 0.008R - 3.248 \times 10^{-6} \text{ (Tons)}^2$ $\phi_{ad} = -0.086 + 0.789 \text{ (Tons)} - 0.0031 \text{ (Tons)}^2$
• Tsunashima (1988)	$C_{ad} = 0.25 e^{0.005 \text{ (Mpa)}}$ $\phi_{ad} = 0.58 \text{ (Mpa)} + 5$
• 정구원 (1993)	$C_{ad} = 2 e^{0.001 \text{ (MPa)}}$ $\phi_{ad} = 0.25 \text{ (MPa)} + 27.5$

Figure 1 consists of three line graphs showing the growth of *E. coli* over time at different temperatures. The y-axis for all graphs is CFU (Colony Forming Units) on a logarithmic scale from 10 to 100. The x-axis is time in minutes (min) from 0 to 120.

- Left Graph:** Compares growth at 10°C (solid line) and 37°C (dashed line). The 37°C curve shows a much faster increase in CFU, reaching approximately 100 CFU by 120 minutes, while the 10°C curve reaches about 10 CFU.
- Middle Graph:** Compares growth at 10°C (solid line), 20°C (dashed line), and 37°C (dotted line). The 37°C curve is the steepest, followed by 20°C, and then 10°C.
- Right Graph:** Similar to the middle graph, but with a shaded region indicating the lag phase for the 10°C curve, where CFU remains near 10 for the first 60 minutes before increasing.

연구자: 경험	관계식	비고
Broniowski (1978)	$E_m = 28R^{0.8} - 100 \text{ (GPa)}$; $RMR > 57$	• 공식 $RMR=57$에 대하여 Broniowski의 Serafim & Pereira 경험식의 교집합 기준으로 적용
Serafim & Pereira (1963)	$E_m = 10 (30R - 300)^{0.5} \text{ (GPa)}$; $RMR = 57$	
교토대 (1963)	$E_m = 3 \text{ GPa}$ - RMR^* : 층RMR에서 지반 상태 및 불균질성 보정 계수	
Aslan (1967)	$E_m = 0.039 \cdot RMR^{3.81} \text{ (GPa)}$	
Mohammad (1967)	$E_m = 0.52 \cdot RMR + 0.183 \text{ (GPa)}$	

국토교통부

제 4 편 성과분석 및 설계지반정수

변형계수

구분	연평균치(μm/s)			
	강원도비	경원시	시도교차	기타
1 등강	18,000	55,300~93,300	-	18,000
2 등강	13,000~15,000	24,000~28,300	-	13,000
3 등강	4,000~6,000	11,800~13,100	-	4,000
4 등강	1,000	3,100~4,400	599~980	1,000
5 등강	500	600~1,000	-	500

*연평균치: 강원도비, 경원시비, 시도교차비, 기타비

100

5. **불연속적 설계지반층상 산정**

· 불연속적인 지반 불연속층을 여러 지층으로 세어 이층단 불연속적인 연속층은 앞층의 연속층으로 삼고 다음 층을 이층단 불연속적인 지층으로 보았, 이를 *가층(Geol. layer)*, *중간지층(intermediate layer)*, *단층지층(fault layer)*으로 세어 계층화함

· 불연속지층상 산정용 *사유층(say layer)*에 대해 *필터링*을 하고 *사유지층*, *지층지층*(지층지층)의 불연속지층상 계층화한것으로 층을 비교 검토하여 일반 산정법에 대한 검토도구 산정

2. **지반 연속성**

· 지반 연속성에 대한 기본가설(Barton, 1973)

삼각형

남성		여성	
구분	기초자료(%)	구분	기초자료(%)
국립	32	과경인 (조경인)	39~36
민	31~38	학	33~40
영	35	관	31
영	39	사	38
복	27~31	관	27
관비서 (관비서)	23~29	역	27~31
화장사 (화장사)	29~35	일	25~30

한 치 변

한 치		나무표기		금사리(MP)		비고	
정착하여 있는 물줄	발파 결과 정착 사	원 과 사 계	부 위 결 정 인	40.0 ~ 50.0 30.0 ~ 40.0 45.0 ~ 50.0 35.0 ~ 40.0 35.0 ~ 45.0 30.0 ~ 35.0		-	
정착하여 있는 물줄	발파 결과 정착 사	원 과 사 계	부 위 결 정 인	35.0 ~ 45.0 30.0 ~ 40.0 40.0 ~ 50.0 35.0 ~ 40.0 35.0 ~ 45.0 30.0 ~ 35.0	35.7 ~ 56.1 20.4 ~ 40.8		(하당암, 횡두암, 법암) (상암, 연사암, 정국암) (하당암, 횡두암, 법암)

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.6 기타 설계지반정수 산정

개요	· 타발치단경과함몰사를 통한 지층분리 단정분석도를 분석 · 지층분리도 계산된 층상분리성을 상반분석 및 경합사와 비교 분석하여 계층권 결정
① 전단파 속도(V_s) 결정의 선정방법	

11/11/2011

표준 모형의 진입각도 및 결합 상수				
● 표준 모형의 $W^\pm$ 및 Z^0 의 페르미온 결합 전단차수(α_F) 결정 후 추정되는 다른 값들				
● Yukawa, Weinberg(1973)	$V_d = 125 \text{ GeV}$	● Imai(1982)	$V_d = 87 \text{ GeV}^{0.99}$	
● Okada, Yoshimura(1993)	$V_d = 125 \pm 4 \text{ GeV}$	● Oda, Toriumi(1993)	$V_d = 84 \pm 4 \text{ GeV}$	
● 표준대칭: $G_2 = SU(2)_C$				
● 대칭성 깨: $E_6 = SU_3 \times (1 + u_2)$				
● 대칭성 깨: $K_2 = SU(3) \times (1 - 2u_2)$				
여기서 V_d : 단위질량, 125 GeV : 단위질량, g : 단위 질량/sec				
● 시뮬레이션 및 실험 분석				
기준	시뮬레이션		실험	
	$V_d(\text{GeV})$	$V_d(\text{GeV})$	$V_d(\text{GeV})$	$V_d(\text{GeV})$

배심원	—
-----	---

구분	단위	2014년	2015년	2016년	2017년
인원수	명	144,642,241	180	—	—
예산	천원	102,542,643	200	—	—
회계	천원	144,642,241	170	—	—
회계	천원	102,542,643	190	—	—
주요사업	천원	910-084	375-420	282,4-372,3	362
공공기관	천원	1,103-1,186	811-977	276,4-404,2	544
민·위	천원	1,796-1,881	927-980	—	954
민·위	천원	2,918-2,323	1,192-1,277	—	1,235

※ 세제지원예산 산정

$r = \frac{r}{R}$	V_D
0	0
0.1	0.0000
0.2	0.0000
0.3	0.0000
0.4	0.0000
0.5	0.0000
0.6	0.0000
0.7	0.0000
0.8	0.0000
0.9	0.0000
1.0	0.0000

구분	V_0 (mPa)	V_1 (mPa)	G_0 (MPa)	E_0 (MPa)	K_0 (MPa)
비밀도	988	180	62	964	181
탄성률	445	200	68	190	317
가소성	480	120	52	146	159
가소성	514	190	69	181	168
탄성률	952	332	268	713	690
비밀도	1,144	544	580	1,538	1,282
탄성률	1,834	664	2,184	5,504	3,822
가소성	2,248	1,235	3,813	6,466	6,062

Duke University Press

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

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

○ 문헌자료

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

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구 분	문헌자료	시험결과	비 고
퇴적층			
	메입층	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	—
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—
퇴적층	자갈	1.0×10^{-2} 이하	—
	중회토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$
	중회암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}
	연 암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.78 \times 10^{-6}$
	경 암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$
	I등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—
	II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	—
	III등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$
	IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.78 \times 10^{-6}$
	V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구 분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
쌓기재	토 사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암리벽	20.0	0.0	35.0	—	—
메입층	자 갈	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	점토	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
퇴적층	모 래	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	자 갈	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
중회토	중회토	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	중회암	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 비닐구간 암반등급별 설계지반정수

구 분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I 등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
II 등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
III 등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
IV 등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V 등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

암 종	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
편마암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구 분	V _c (m/s)	V _s (m/s)	G _u (MPa)	E _u (MPa)	K _u (MPa)	v _u
메입층	488	180	62	164	181	0.33
	원토	645	200	68	190	0.40
	모래	480	170	52	140	0.35
퇴적층	자갈	514	190	69	181	0.32
	중회토	952	392	268	713	0.33
중회암	1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
	연 암	1,834	954	2,184	5,504	3.622
경 암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

구분	전 단 품 격 별 부 판 (100 %)				합 승 품 격 결 보				
	작품종류	리뷰종류	비율	판정	상인	비율	점인	비율	판정
단편 1	51,136	135,000	38	0. K	0.213	18	0.198	16	0. K
단편 2	17,597	135,000	13	0. K	0.373	31	0.653	54	0. K
단편 3	21,543	135,000	16	0. K	0.332	28	0.663	55	0. K
단편 4	32,843	135,000	24	0. K	0.107	16	0.478	40	0. K
단편 5	43,320	135,000	32	0. K	0.142	12	0.198	16	0. K
단편 6	51,928	135,000	38	0. K	0.290	24	0.731	61	0. K
단편 7	58,265	135,000	43	0. K	0.554	46	0.636	53	0. K
단편 8	53,895	135,000	40	0. K	0.940	78	0.922	77	0. K
단편 9	60,369	135,000	45	0. K	1.094	91	1.026	85	0. K
단편 10	59,758	135,000	44	0. K	0.241	20	0.403	34	0. K
단편 11	51,836	135,000	38	0. K	0.197	16	0.246	20	0. K
단편 12	41,365	135,000	31	0. K	0.263	22	0.451	38	0. K
단편 13	29,468	135,000	22	0. K	0.366	31	0.658	55	0. K
단편 14	17,444	135,000	13	0. K	0.396	33	0.741	62	0. K
단편 15	50,056	135,000	37	0. K	0.217	18	0.296	25	0. K
단편 16	60,305	135,000	45	0. K	0.236	20	0.333	28	0. K
단편 17	67,860	135,000	50	0. K	0.519	43	0.607	51	0. K
단편 18	72,652	135,000	54	0. K	0.689	57	0.699	58	0. K
단편 19	65,895	135,000	49	0. K	1.005	84	0.958	80	0. K
단편 20	66,672	135,000	49	0. K	1.093	91	1.015	85	0. K
SP 1	23,710	135,000	18	0. K	0.338	28	0.550	46	0. K
SP 2	26,485	135,000	20	0. K	0.243	20	0.553	46	0. K
SP 3	45,707	135,000	34	0. K	0.156	13	0.431	36	0. K
SP 4	55,260	135,000	41	0. K	0.496	41	0.584	49	0. K
SP 5	53,794	135,000	40	0. K	0.752	63	0.733	61	0. K
SP 6	58,282	135,000	43	0. K	0.762	63	0.749	62	0. K
SP 7	61,662	135,000	46	0. K	0.379	32	0.511	43	0. K
SP 8	47,733	135,000	35	0. K	0.184	15	0.248	21	0. K
SP 9	25,786	135,000	19	0. K	0.367	31	0.668	56	0. K
SP 10	31,750	135,000	24	0. K	0.304	25	0.614	51	0. K
SP 11	54,230	135,000	40	0. K	0.183	15	0.202	17	0. K
SP 12	70,317	135,000	52	0. K	0.589	49	0.583	49	0. K
SP 13	64,574	135,000	48	0. K	0.823	69	0.781	65	0. K
SP 14	64,572	135,000	48	0. K	0.823	69	0.781	65	0. K
SP 15	70,322	135,000	52	0. K	0.559	47	0.583	49	0. K
SP 16	54,232	135,000	40	0. K	0.183	15	0.202	17	0. K
SP 17	31,756	135,000	24	0. K	0.304	25	0.614	51	0. K
SP 18	25,782	135,000	19	0. K	0.367	31	0.668	56	0. K
SP 19	47,731	135,000	35	0. K	0.184	15	0.248	21	0. K
SP 20	61,661	135,000	46	0. K	0.379	32	0.511	43	0. K
SP 21	58,265	135,000	43	0. K	0.762	63	0.749	62	0. K
SP 22	53,780	135,000	40	0. K	0.752	63	0.733	61	0. K
SP 23	55,251	135,000	41	0. K	0.496	41	0.584	49	0. K
SP 24	45,705	135,000	34	0. K	0.156	13	0.431	36	0. K
SP 25	26,486	135,000	20	0. K	0.243	20	0.553	46	0. K
SP 26	23,708	135,000	18	0. K	0.338	28	0.550	46	0. K

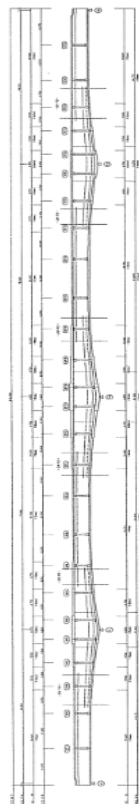
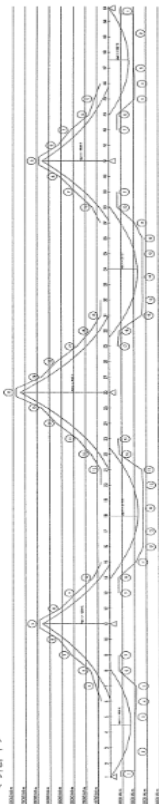
< Girder - 2 >

구분	활성응력검토 (100 %)							
	상부 플랜지				하부 플랜지			
	작용응력	허용응력	비율	판정	작용응력	허용응력	비율	판정
단면 1	79,116	299,000	26	0.K	-53,602	230,000	23	0.K
단면 2	82,248	136,400	60	0.K	-183,043	230,000	80	0.K
단면 3	76,237	136,400	56	0.K	-183,350	230,000	80	0.K
단면 4	51,370	136,400	38	0.K	-148,582	230,000	65	0.K
단면 5	59,087	299,000	20	0.K	-70,903	230,000	31	0.K
단면 6	-86,482	230,000	38	0.K	151,125	196,727	77	0.K
단면 7	-138,790	230,000	60	0.K	177,287	263,171	67	0.K
단면 8	-202,089	230,000	88	0.K	200,558	228,844	88	0.K
단면 9	-216,183	230,000	94	0.K	210,217	230,000	91	0.K
단면 10	-56,403	264,500	21	0.K	113,092	246,560	46	0.K
단면 11	67,082	299,000	22	0.K	-72,161	230,000	31	0.K
단면 12	70,849	171,067	41	0.K	-137,236	230,000	60	0.K
단면 13	97,152	171,067	57	0.K	-179,566	230,000	78	0.K
단면 14	105,993	171,067	62	0.K	-195,571	230,000	85	0.K
단면 15	84,721	299,000	28	0.K	-91,427	230,000	40	0.K
단면 16	-44,180	230,000	19	0.K	96,973	263,171	37	0.K
단면 17	-118,480	230,000	52	0.K	157,603	263,171	60	0.K
단면 18	-144,648	230,000	63	0.K	147,417	230,000	64	0.K
단면 19	-200,190	230,000	87	0.K	195,362	230,000	85	0.K
단면 20	-210,167	230,000	91	0.K	201,811	230,000	88	0.K
SP 1	76,473	136,400	56	0.K	-165,459	230,000	72	0.K
SP 2	62,387	136,400	46	0.K	-164,668	230,000	72	0.K
SP 3	-54,288	264,500	21	0.K	111,791	196,727	57	0.K
SP 4	-131,306	230,000	57	0.K	170,708	263,171	65	0.K
SP 5	-176,014	230,000	77	0.K	175,018	230,000	76	0.K
SP 6	-173,472	230,000	75	0.K	173,349	230,000	75	0.K
SP 7	-94,678	230,000	41	0.K	145,743	263,171	55	0.K
SP 8	73,197	299,000	24	0.K	-80,644	230,000	35	0.K
SP 9	98,981	171,067	58	0.K	-182,582	230,000	79	0.K
SP 10	85,874	171,067	50	0.K	-171,801	230,000	75	0.K
SP 11	44,568	299,000	15	0.K	-46,484	230,000	20	0.K
SP 12	-122,883	230,000	53	0.K	128,616	230,000	56	0.K
SP 13	-175,953	230,000	77	0.K	171,048	230,000	74	0.K
SP 14	-175,953	230,000	77	0.K	171,047	230,000	74	0.K
SP 15	-122,880	230,000	53	0.K	128,613	230,000	56	0.K
SP 16	44,569	299,000	15	0.K	-46,484	230,000	20	0.K
SP 17	85,875	171,067	50	0.K	-171,804	230,000	75	0.K
SP 18	96,980	171,067	58	0.K	-182,587	230,000	79	0.K
SP 19	73,196	299,000	24	0.K	-80,645	230,000	35	0.K
SP 20	-94,681	230,000	41	0.K	145,745	263,171	55	0.K
SP 21	-173,474	230,000	75	0.K	173,352	230,000	75	0.K
SP 22	-176,016	230,000	77	0.K	175,021	230,000	76	0.K
SP 23	-131,305	230,000	57	0.K	170,708	263,171	65	0.K
SP 24	-54,286	264,500	21	0.K	111,789	196,727	57	0.K
SP 25	62,388	136,400	46	0.K	-164,674	230,000	72	0.K
SP 26	76,473	136,400	56	0.K	-165,465	230,000	72	0.K

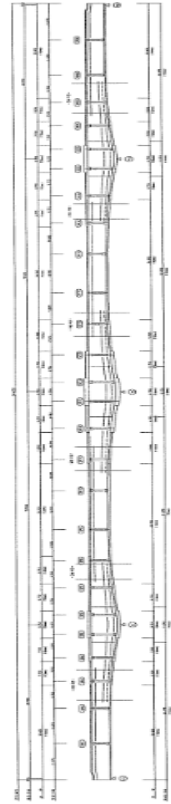
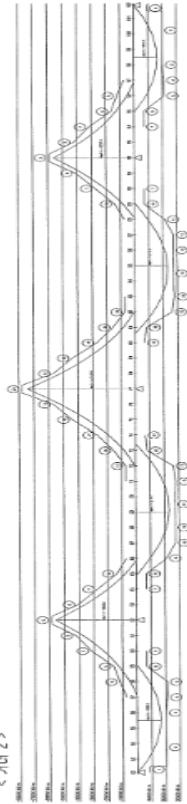
구분	전 단 응 력 검 토 (100 %)				활 성 응 력 검 토				
	복 부 관				활 성 응 력 검 토				
	작용응력	허용응력	비율	판정	상면	비율	래면	비율	판정
단면 1	49,514	135,000	37	0. K	0.205	17	0.189	16	0. K
단면 2	17,922	135,000	13	0. K	0.381	32	0.651	54	0. K
단면 3	21,576	135,000	16	0. K	0.338	28	0.661	55	0. K
단면 4	32,807	135,000	24	0. K	0.201	17	0.476	40	0. K
단면 5	43,125	135,000	32	0. K	0.141	12	0.197	16	0. K
단면 6	51,883	135,000	38	0. K	0.289	24	0.738	61	0. K
단면 7	59,178	135,000	44	0. K	0.556	46	0.646	54	0. K
단면 8	56,292	135,000	42	0. K	0.946	79	0.942	78	0. K
단면 9	61,023	135,000	45	0. K	1.088	91	1.040	87	0. K
단면 10	58,966	135,000	44	0. K	0.236	20	0.401	33	0. K
단면 11	51,461	135,000	38	0. K	0.196	16	0.244	20	0. K
단면 12	41,507	135,000	31	0. K	0.286	22	0.451	38	0. K
단면 13	29,822	135,000	22	0. K	0.371	31	0.658	55	0. K
단면 14	17,515	135,000	13	0. K	0.401	33	0.740	62	0. K
단면 15	49,994	135,000	37	0. K	0.217	18	0.295	25	0. K
단면 16	59,713	135,000	44	0. K	0.233	19	0.331	28	0. K
단면 17	66,892	135,000	50	0. K	0.511	43	0.604	50	0. K
단면 18	73,449	135,000	54	0. K	0.692	58	0.707	59	0. K
단면 19	67,383	135,000	50	0. K	1.007	84	0.971	81	0. K
단면 20	68,187	135,000	51	0. K	1.090	91	1.025	85	0. K
SP 1	73,110	135,000	54	0. K	0.344	29	0.547	46	0. K
SP 2	26,270	135,000	19	0. K	0.247	21	0.550	46	0. K
SP 3	44,998	135,000	33	0. K	0.153	13	0.434	36	0. K
SP 4	54,614	135,000	40	0. K	0.490	41	0.584	49	0. K
SP 5	56,118	135,000	42	0. K	0.758	63	0.752	63	0. K
SP 6	59,690	135,000	44	0. K	0.764	64	0.764	64	0. K
SP 7	60,795	135,000	45	0. K	0.372	31	0.509	42	0. K
SP 8	46,741	135,000	35	0. K	0.180	15	0.243	20	0. K
SP 9	25,438	135,000	19	0. K	0.370	31	0.666	55	0. K
SP 10	31,547	135,000	23	0. K	0.307	26	0.613	51	0. K
SP 11	53,691	135,000	40	0. K	0.180	15	0.189	17	0. K
SP 12	68,804	135,000	51	0. K	0.545	45	0.573	48	0. K
SP 13	67,007	135,000	50	0. K	0.832	69	0.799	67	0. K
SP 14	67,007	135,000	50	0. K	0.832	69	0.800	67	0. K
SP 15	68,804	135,000	51	0. K	0.545	45	0.573	48	0. K
SP 16	53,694	135,000	40	0. K	0.180	15	0.189	17	0. K
SP 17	31,562	135,000	23	0. K	0.307	26	0.613	51	0. K
SP 18	25,428	135,000	19	0. K	0.370	31	0.666	55	0. K
SP 19	46,738	135,000	35	0. K	0.180	15	0.243	20	0. K
SP 20	60,749	135,000	45	0. K	0.372	31	0.509	42	0. K
SP 21	59,654	135,000	44	0. K	0.764	64	0.763	64	0. K
SP 22	56,137	135,000	42	0. K	0.759	63	0.752	63	0. K
SP 23	54,608	135,000	40	0. K	0.490	41	0.584	49	0. K
SP 24	44,996	135,000	33	0. K	0.153	13	0.434	36	0. K
SP 25	26,256	135,000	19	0. K	0.247	21	0.550	46	0. K
SP 26	73,107	135,000	54	0. K	0.344	29	0.547	46	0. K

4.9 단면 2인도

< 거대 1 >



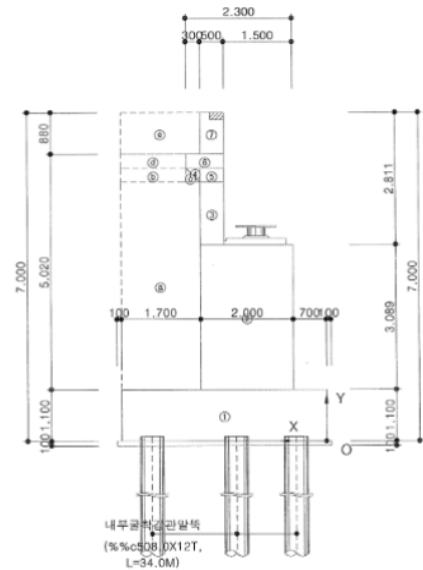
< 거대 2 >



1. 설계 조건

- 1) 일반 사항
 - (1) 구조 형식 : 역T형 교대
 - (2) 상부 형식 : STEEL BOX
 - (3) 교량 등급 : 1 등교
 - (4) 교대 총 폭 : B = 12.780 M
 - (5) 교대 총 높이 : H = 7.000 M
 - (6) 기초 형식 : 말뚝기초
 - (7) SKEW : 90.000°
- 2) 하중
 - (1) 활하중의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
 - (2) 고정하중의 단위중량 : $\gamma_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ (토사) [도로설계요령 제3편 P380]
 - (3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
 - (4) 과재하중 : $q_l = 10.000 \text{ kN/m}$
 - (5) 상부 고정하중 반력 : $R_d = 203.723 \text{ kN/m}$
 - (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 112.980 \text{ kN/m}$
 - (7) 교량방형 마찰계수 : $f_s = 0.050$
- 3) 지반 조건
 - (1) 고정하중의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
 - (2) 기초지반의 N치 : $N = 7.000$
 - (3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 25.247^\circ$ ($\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$)
 - (4) 기초지반의 점착력 : $c = 0.000 \text{ kN/m}^2$
 - (5) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.303$; $\tan(\phi_2 - \phi_1)$; 흙과 콘크리트
 - (6) 지반 가속도 계수
 - 내진 등급 : I 등급
 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
 - 지진 구역 : I 구역
 - 지진구역 계수 : 0.110
- 4) 사용재료강도
 - (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_c = 29500.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
 - (2) 철근의 항복 강도(SD300) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
- 5) 설계 방법
 - (1) 안전 설계 : 허용응력 설계법
 - (2) 단면 설계 : 극한강도 설계법
- 6) 참고 문헌
 - (1) 도로교 설계기준 (2010)
 - (2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
 - (3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
 - (4) 도로설계 편람 (2008)
 - (5) 도로설계 요령 (2009)
 - (6) 강구조 편람 (1995)
 - (7) 강도로교 상세부 설계지침 (2006)

2. 단면 가정



※ 교량방형 반력 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
고정하중	1315.635	1287.945	2603.580
활하중	614.250	829.640	1443.890

※ 지진하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교축방향	205.400	205.200	410.600
적각방향	204.400	204.400	408.800

■ 결과 요약

■ 압축 안전검토 및 응력검토

	구분	현상값	합계값	비고
평상시	현상지점 (kN/EA)	1632.677	774.923	0.0
	현상반력 (kN/EA)	1095.361	-	0.0
	활중력 (MPa)	125	93.344	0.0
	전단응력 (MPa)	72	12.697	0.0
	수평변위 (mm)	15	11.192	0.0
지진시	현상지점 (kN/EA)	2449.016	791.069	0.0
	현상반력 (kN/EA)	1643.041	-	0.0
	활중력 (MPa)	189	98.305	0.0
	전단응력 (MPa)	108	15.952	0.0
	수평변위 (mm)	15	7.923	0.0

■ 단면 휨 설계

단면위치	길이	dc	Req. As	사	사용철근량	f _{yk}	σ _{yk}	안전도	비고
		H(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)		
천면지점	1100	150	96.887	1940.4	23.453	463.002	19.741	0.0	
후면지점	1100	100	1035.95	1940.4	262.154	487.742	1.861	0.0	
벽체 : H=5.900	2000	100	806.953	1588.8	389.748	785.041	1.963	0.0	
총벽	500	100	1852.86	1940.4	182.555	190.861	1.046	0.0	
좌측날개	A(T=450 mm)	450	60	1647.63	2026.8	158.767	193.863	1.221	0.0
	B(T=450 mm)	450	60	1694.63	2026.8	162.216	193.863	1.195	0.0
	C(T=450 mm)	450	60	484.542	1146	47.747	111.507	2.335	0.0
	D(T=620 mm)	620	80	1099.19	2026.8	149.094	271.388	1.82	0.0
우측날개	A(T=620 mm)	620	80	2949.82	4053.6	377.193	527.371	1.398	0.0
	B(T=620 mm)	620	80	1016.17	2292	137.99	305.759	2.216	0.0
	C(T=620 mm)	620	80	2055.21	3096.8	275.083	408.448	1.485	0.0

■ 사용성 검토

구분	인장응력 (fs)	허용응력 (fsa)	불균일강도 (S)	최대강도 (Sq)	비고	
현상지점	8.287	150	125	7602.202	0.0	
후면지점	83.227	150	125	719.953	0.0	
벽체 : H=5.900	72.393	150	125	857.811	0.0	
총벽	123.746	150	125	410.134	0.0	
좌측날개	A(T=450 mm)	122.347	150	250	514.929	0.0
	B(T=450 mm)	127.486	150	250	494.171	0.0
	C(T=450 mm)	65.04	150	250	968.638	0.0
	D(T=620 mm)	81.224	150	250	775.631	0.0
우측날개	A(T=620 mm)	104.541	150	125	584.542	0.0
	B(T=620 mm)	66.81	150	125	942.973	0.0
	C(T=620 mm)	100.306	150	125	612.595	0.0

■ 결과 요약

■ 압축 안전검토 및 응력검토

구분		역종각	발생량	비고
평상시	허용지치치(kN/EA)	1219.225	765.666	0.0
	허용인발력(kN/EA)	510.591	-	0.0
	활중력(MPa)	133	92.613	0.0
	전단응력(MPa)	76	12.26	0.0
	수평변위(mm)	15	10.806	0.0
지진시	허용지치치(kN/EA)	1828.838	781.752	0.0
	허용인발력(kN/EA)	765.887	-6.727	0.0
	활중력(MPa)	199.5	95.197	0.0
	전단응력(MPa)	114	15.39	0.0
	수평변위(mm)	15	7.644	0.0

■ 단면 휨 설계

단면위치	길이	dc	Req. As	As	As/req	σsk	σsk	안전도	비고
	H(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(%)	(N/mm ²)	(N/mm ²)		
현면지점	1100	150	100.373	1940.4	24.296	463.002	19.056	0.0	
후면지점	1100	100	1059.87	1940.4	268.16	487.742	1.819	0.0	
벽체 : H=5.900	2000	100	808.877	1588.8	390.674	785.041	1.968	0.0	
총벽	500	100	1875.04	1940.4	184.662	190.861	1.034	0.0	
좌측날개	D(T=620 mm)	620	80	1243.53	2026.8	168.334	271.388	1.612	0.0
	A(T=620 mm)	620	80	2839.04	4053.6	375.823	527.371	1.403	0.0
	B(T=620 mm)	620	80	903.773	2292	122.918	305.759	2.487	0.0
	C(T=620 mm)	620	80	1983	3096.8	265.686	408.448	1.537	0.0
우측날개	A(T=450 mm)	450	80	1879.25	2026.8	170.886	183.526	1.075	0.0
	B(T=450 mm)	450	80	1923	2026.8	174.501	183.526	1.052	0.0
	C(T=450 mm)	450	80	1402.93	2026.8	128.676	183.526	1.426	0.0

■ 사용성 검토

구분	인장응력 (fs)	허용응력 (fsa)	불균일강도 (S)	최대강도 (Sq)	비고	
현상지점	8.6	150	125	7325.426	0.K	
후면지점	84.944	150	125	700.831	0.K	
벽체 : H=5.900	72.393	150	125	857.811	0.K	
총벽	125.24	150	125	402.545	0.K	
좌측날개벽	D(T=620 mm)	91.896	150	250	685.561	0.K
	A(T=620 mm)	104.049	150	125	588.107	0.K
	B(T=620 mm)	60.033	150	125	1049.426	0.K
	C(T=620 mm)	96.966	150	125	639.476	0.K
우측날개벽	A(T=450 mm)	138.067	150	250	401.626	0.K
	B(T=450 mm)	144.285	150	250	377.045	0.K
	C(T=450 mm)	106.18	150	250	572.917	0.K

3. 설계 조건

3.1 일반 사항

- 1) 구조 형식 : T형 교각
- 2) 상부 형식 : STEEL BOX
- 3) 교량 등급 : 1 등교
- 4) 구조 형식 : 말뚝교

3.2 하중

- 1) 콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- 2) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20 \text{ kN/m}^3$ [도로교설계요령 제2편 P306]
- 3) 교량하중 마찰계수 : $f_s = 0.05$

3.3 차방 조건

- 1) 기초지반의 배치 : $N = 9$
- 2) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 26.619^\circ$: $15 + \sqrt{15K}$
- 3) 기초지반의 점착력 : $C = 0 \text{ kN/m}^2$
- 4) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.32$: $\text{TAN}(\frac{1}{2} \phi_2)$: 흙과 콘크리트
- 5) 차방 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도 계수 $\times$ 지진구역계수
 - 내진 등급 : 1 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
 - 지진 구역 : 1 구역 - 지진구역 계수 : 0.11

3.4 사용 재료 강도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{dk} =$ 두부분 : 40 MPa
기초 : 40 MPa
기초 : 27 MPa
- 탄성계수 : $E_c =$ 두부분 : 31879.1 MPa
기초 : 31879.1 MPa
기초 : 28693.4 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도(SD400) : $f_y =$ 두부분 : 400 MPa
기초 : 400 MPa
기초 : 400 MPa
- 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

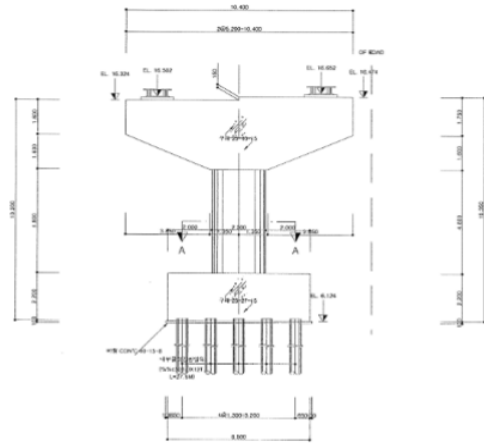
3.5 설계 방법

- 1) 안전성 검토 : 허용응력 설계법
- 2) 단면 설계 : 극한강도 설계법

3.6 참고 문헌

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

4. 단면 가정



2. 해석결과 요약

① 말뚝 안전성검토 및 응력검토

구분	항목	허용값	발생값	비고
교축방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1296.670	
		허용안발력(kN/EA)	941.933	0.K
		흙 응력(MPa)	140.000	89.888 0.K
		전단응력(MPa)	80.000	3.673 0.K
		수평변위(mm)	15.000	8.659 0.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1930.005	
		허용안발력(kN/EA)	1412.900	0.K
		흙 응력(MPa)	210.000	125.743 0.K
		전단응력(MPa)	120.000	9.277 0.K
		수평변위(mm)	15.000	12.323 0.K
교축직각방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1296.670	
		허용안발력(kN/EA)	941.933	0.K
		흙 응력(MPa)	140.000	106.300 0.K
		전단응력(MPa)	80.000	5.372 0.K
		수평변위(mm)	15.000	12.655 0.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1930.005	
		허용안발력(kN/EA)	1412.900	-33.039 0.K
		흙 응력(MPa)	210.000	124.069 0.K
		전단응력(MPa)	120.000	7.585 0.K
		수평변위(mm)	15.000	10.089 0.K

② 단면 설계

단면위치	깊이(mm)	피복(mm)	P_{req}, A_{sc} (mm ²)	A_{sc}, A_{sp} (mm ²)	M_u (kN.m)	ϕM_u (kN.m)	안전도	비고
두 부분	좌측대안보	3200.0	100.0	45804.473	51975.000	-	-	1.135 0.K
	우측대안보	3200.0	100.0	45818.424	51975.000	-	-	1.134 0.K
	좌측대안보수평	3200.0	100.0	1987.319	8952.600	2092.165	9385.947	4.496 0.K
	우측대안보수평	3200.0	100.0	1988.324	8952.600	2093.222	9385.947	4.494 0.K
	교량발침1	2302.6	100.0	298.214	51975.000	196.003	33829.555	171.928 0.K
	교량발침2	2302.6	100.0	290.530	51975.000	213.303	36480.280	171.026 0.K
	교축방향	2200.0	150.0	14114.015	25798.200	9506.724	17239.393	1.810 0.K
	교축-지점부	2200.0	150.0	16086.061	34353.600	10848.051	22909.699	2.110 0.K
	기초							
	교축-지점부	2200.0	150.0	16086.061	34353.600	10848.051	22909.699	2.110 0.K

③ 사용성 검토

단면위치	연장방향(f_s)	허용응력(f_{sa})	결근간격(S)	최대간격(S_q)	비고
두 부분	좌측대안보	158.972	180.000	128.000	285.371 0.K
	우측대안보	165.307	180.000	128.000	286.387 0.K
	좌측대안보수평	77.952	180.000	228.571	800.236 0.K
	우측대안보수평	77.991	180.000	228.571	799.726 0.K
	교량발침1	8.801	180.000	128.000	7158.459 0.K
	교량발침2	11.242	180.000	128.000	5004.174 0.K
기초	교축방향	153.698	180.000	122.642	161.118 0.K
	교축-지점부	140.182	180.000	127.451	214.270 0.K

④ 기둥의 단면 설계

① 기둥 상단

단면위치	P_{use}	P_u (kN)	ϕP_n (kN)	안전도	비고
교축방향	축력최대	0.006	26804.528	99693.575	3.719 0.K
	모멘트최대	0.006	18145.860	90628.556	4.994 0.K
	탄성설계	0.006	14516.688	55431.371	3.818 0.K
	편심최대	0.006	13790.854	75559.640	5.479 0.K
	축력최대	0.006	26804.528	99693.575	3.719 0.K
교축직각방향	모멘트최대	0.006	22432.639	53065.454	2.407 0.K
	탄성설계	0.006	14516.688	25177.084	1.734 0.K
	편심최대	0.006	17214.839	47051.164	2.733 0.K
	축력최대	0.006	26804.528	99693.575	3.719 0.K
	모멘트최대	0.006	18145.860	44123.829	2.432 0.K
합성부재역	탄성설계	0.006	14516.688	18176.495	1.252 0.K
	편심최대	0.006	13790.854	29342.838	2.128 0.K
	모멘트최대	0.006	22432.639	53062.807	2.406 0.K
	편심최대	0.006	17214.839	40291.835	2.341 0.K
	축력최대	0.006	26804.528	99693.575	3.719 0.K

② 기둥 하단

단면위치	P_{use}	P_u (kN)	ϕP_n (kN)	안전도	비고
교축방향	축력최대	0.006	27570.292	99693.575	3.616 0.K
	모멘트최대	0.006	18882.171	92583.897	4.903 0.K
	탄성설계	0.006	15105.737	59663.695	3.884 0.K
	편심최대	0.006	14350.450	77895.292	5.428 0.K
	축력최대	0.006	27570.292	99693.575	3.616 0.K
교축직각방향	모멘트최대	0.006	23198.403	55795.551	2.405 0.K
	탄성설계	0.006	15105.737	27151.810	1.797 0.K
	편심최대	0.006	13595.163	35811.731	2.634 0.K
	축력최대	0.006	27570.292	99693.575	3.616 0.K
	모멘트최대	0.006	18882.171	46704.739	2.473 0.K
합성부재역	탄성설계	0.006	15105.737	19560.901	1.298 0.K
	편심최대	0.006	14350.450	30939.047	2.156 0.K
	모멘트최대	0.006	23198.403	55771.817	2.404 0.K
	편심최대	0.006	13595.163	35709.313	2.627 0.K
	축력최대	0.006	27570.292	99693.575	3.616 0.K

5. 설계대상 교량재원 및 설계상수

5.1 교량형식 : STEEL BOX 교

5.2 해석 대상 교량 총연장 : 50.000 + 2@75.000 + 50.000 = 250.000 m

5.3 교 폭 :

5.4 교각형식 : T형교각

5.5 교각기초형식 : 말뚝기초

5.6 내진설계상수

- (1) 내진등급 : 내진 1 등급교
- (2) 지진구역계수 : 0.11
- (3) 위험도계수 : I = 1.4
- (4) 가속도계수 : A = 0.154
- (5) 지반계수 : S = 2 (지반종류 3, 지진력리교량)
- (6) 응답수정계수
- (7) 고유진 해석방법 : Ritz Vectors 해석법
- (8) MODE 조합방법 : C.Q.C방법
- (9) 변형형식 : EQS 연진발달

5.7 해석방법

- (1) 해석방법 선정 : 시간이력해석법
- (2) 모드조합방법 : CQC방법

5.8 해석모델

- (1) 사용프로그램 : SAP 2000
- (2) 모델링 : Frame요소사용
- (3) 절단선정 : 자동절단 인력 및 추가사하량 결정변환

9. 내진해석결과

9.1 방점 지진력

9.1 방재 지진력

(UNIT:KN)

구분	R	교축방향		교각방향		Combo1		Combo2		평균지진력 비대역	비고	
		교축	교각	교축	교각	교축	교각	교축	교각			
A1	B1	0.8	178.0	1.5	97.9	203.9	256.7	78.4	188.4	255.4	280	OK
	B2	0.8	178.0	1.7	97.4	203.9	256.5	78.5	187.7	255.5	280	OK
	B1	1.0	646.1	3.7	63.1	554.3	665.0	189.9	256.9	555.4	680	OK
	B2	1.0	645.9	3.5	65.1	553.9	665.4	189.6	258.9	554.9	680	OK
P2	B1	1.0	735.3	2.2	40.3	824.1	747.4	249.4	260.9	824.8	840	OK
	B2	1.0	735.5	2.3	39.2	823.4	747.3	249.3	259.9	824.1	840	OK
P3	B1	1.0	606.2	1.8	51.3	579.0	621.6	175.2	233.2	579.5	680	OK
	B2	1.0	606.7	1.7	50.5	577.6	621.9	175.0	232.5	578.1	680	OK
A2	B1	0.8	178.0	1.2	107.4	202.8	260.3	77.5	200.3	254.0	280	OK
	B2	0.8	178.0	1.1	107.5	202.8	260.3	77.4	200.4	253.9	280	OK

9.2 방점 변위

(UNIT:mm)

구분	R	교축방향		교각방향		Combo1		Combo2		평균 지진 변위	비고
		교축	교각	교축	교각	교축	교각	교축	교각		
A1	B1	60.9	0.0	0.7	22.1	61.1	6.7	19.0	22.1	120	OK
	B2	60.9	0.0	0.7	22.1	61.1	6.7	19.0	22.2	120	OK
P1	B1	58.6	0.0	0.5	43.1	58.7	13.0	18.1	43.1	90	OK
	B2	58.5	0.0	0.5	43.1	58.7	12.9	18.1	43.1	90	OK
P2	B1	55.3	0.0	0.5	68.0	55.5	20.4	17.1	68.0	90	OK
	B2	55.3	0.0	0.5	67.9	55.5	20.4	17.1	67.9	90	OK
P3	B1	51.9	0.0	0.6	47.1	52.0	14.1	16.2	47.1	90	OK
	B2	51.9	0.0	0.6	47.0	52.1	14.1	16.2	47.0	90	OK
A2	B1	61.0	0.0	0.8	21.0	61.2	6.3	19.1	21.0	120	OK
	B2	61.0	0.0	0.8	21.0	61.2	6.3	19.1	21.0	120	OK

9.3 교각 코팅부 변위

(UNIT:mm)

구분	R	교축방향		교각방향		COM1		COM2		비고
		교축	교각	교축	교각	교축	교각	교축	교각	
P1		3.5	0.0	0.0	3.8	3.5	1.2	1.1	3.8	
P2		11.8	0.0	0.0	12.8	11.8	3.9	3.6	12.8	
P3		15.8	0.0	0.0	17.1	15.8	5.1	4.7	17.1	

9.4 교각상단 단면력 (Unit : Kn.m)

구분	교축방향				교각방향			
	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력
P1	1769.80	4.02	12881.84	20.07	5.21	1448.39	35.10	12788.85
P2	2121.41	5.23	23023.87	20.51	2.57	1830.55	22.12	23588.92
P3	1642.95	4.60	19441.86	17.65	2.53	1452.02	21.19	19800.85

9.5 교각하단 지중조립 (Unit : Kn.m)

구분	Combo1				Combo2			
	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력
P1	1.771	439	12.382	3.851	536	1.450	3.750	12.775
P2	2.122	554	20.831	6.197	639	1.832	6.288	20.595
P3	1.544	440	19.448	5.883	495	1.453	5.854	19.695

9.6 교각상단 단면력 (Unit : Kn.m)

구분	교축방향				교각방향			
	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력
P1	1953.30	29.98	3391.82	22.19	5.16	1363.69	12.30	6775.73
P2	1989.28	4.11	6665.34	24.25	1.80	1912.87	6.42	10160.05
P3	1547.08	9.29	6291.48	27.33	1.49	1287.66	6.05	8800.49

9.7 교각상단 하중조합 (Unit : Kn.m)

구분	Combo1				Combo2			
	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력	교축단면력	교각단면력
P1	1.665	439	3.996	2.655	504	1.373	1.210	6.782
P2	1.057	548	6.687	3.072	592	1.814	2.012	10.167
P3	1.548	395	6.293	2.667	466	1.290	1.893	8.909

3.2.2 시설물 점검이력

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

【표 3.2.1】 서문3교(서울방향) 점검이력사항

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

3.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

3.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 현장조사결과 기 손상인 하부구조 균열(폭0.3mm미만) 및 백태, 플레이트 들뜸 및 부식, 후타재 균열 및 접속부 이격 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기점검은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

3.2.5 시설물 보수 이력

【표 3.2.2】 서문3교(서울방향) 보수이력사항

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

3.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 3.2.3】 내진설계 여부 확인

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

3.3 현장조사

3.3.1 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~S4	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

【사진 3.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

3.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향)는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=250.0m 폭 12.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 폭 0.3mm미만 균열 및 망상균열, 백태, 파손 및 철근노출, 물끓기흠 미제거 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		백태 (m/개소)		파손 및 철근노출 (m/개소)		물끓기흠 미제거 (m/개소)	
S1	2.50	1	35.00	5	0.80	2	—	—	1.50	2
S2	—	—	15.00	2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	75.00	10	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	20.00	3	—	—	0.20	1	—	—
합계	2.50	1	145.00	20	0.80	2	0.20	1	1.50	2

	
S1 망상균열 (2.5m×3.0m×2EA)	S1 물뚫기흙 미제거 (0.5m)
	
S1 백태 (0.2m×2.0m×2EA)	S1 균열 (0.2mm/2.5m)
	
S3 망상균열 (2.5m×3.0m×2EA)	S3 망상균열 (2.5m×3.0m×2EA)

【사진 3.3.3】 바닥판하면 손상현황

	-
S4 파손 및 철근노출 (0.2m×1.0m)	-

【사진 3.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면에 0.3mm미만 균열 및 망상균열이 조사 되었고, 균열의 경우 초기 건조수축, 온도 변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 추정되며, 균열부 외부 수유입에 의한 백태, 시공시 외부 충격에 의한 파손 및 철근노출, 시공 미흡에 의한 물끊기홈 미제거 등의 손상이 조사되었다. 손상부는 표면처리, 단면보수, 정비 등의 하자보수가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box 거더는 2열로 시공되었으며, 도보 및 고소작업차로 현장조사를 실시하였다



【사진 3.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.2】 거더외부 현장조사 결과

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

【표 3.3.3】 거더내부 현장조사 결과

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

	
거더외부 상태양호	거더외부 상태양호
	
거더내부 상태양호	거더내부 상태양호

【사진 3.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 3.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.4】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

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

	
가로보 상태양호	가로보 및 세로보 상태양호
	
가로보 및 세로보 상태양호	가로보 및 세로보 상태양호

【사진 3.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

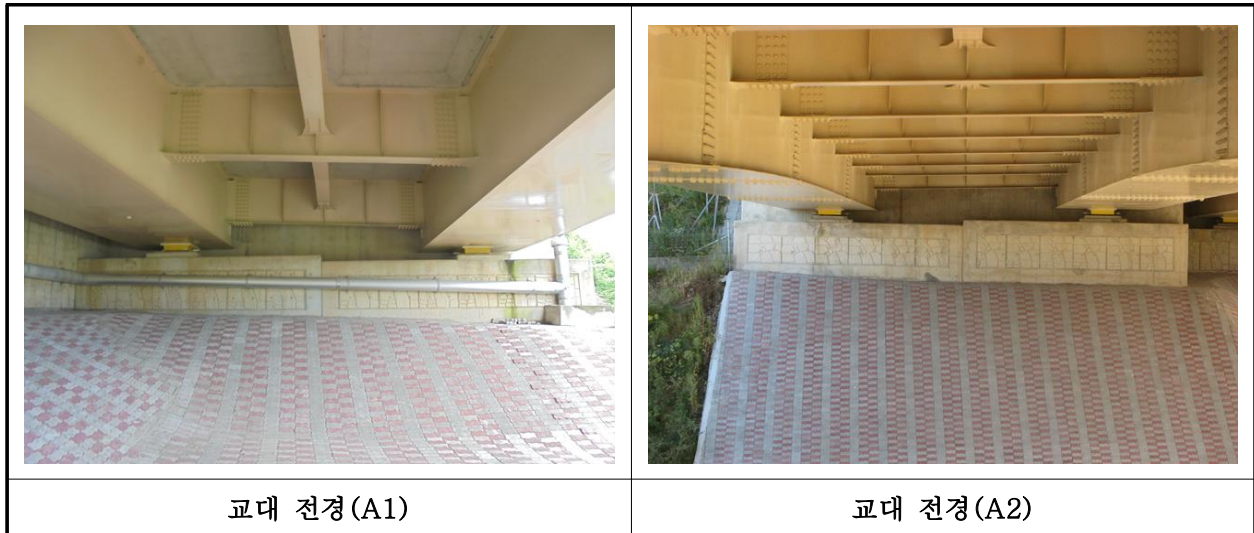
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 폭 0.3mm 미만 균열, 법면 토사유실이 조사되었다.

【표 3.3.5】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		법면 토사유실 (㎡/개소)	
A1	—	—	9.00	1
A2	4.00	2	5.00	1
합계	4.00	2	14.00	2

	
A1 범면 토사유실	A1 범면 토사유실
	
A2 범면 토사유실	A2 균열(폭 0.2mm)
	
A2 균열(폭 0.2mm)	A2 균열(폭 0.2mm)

【사진 3.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

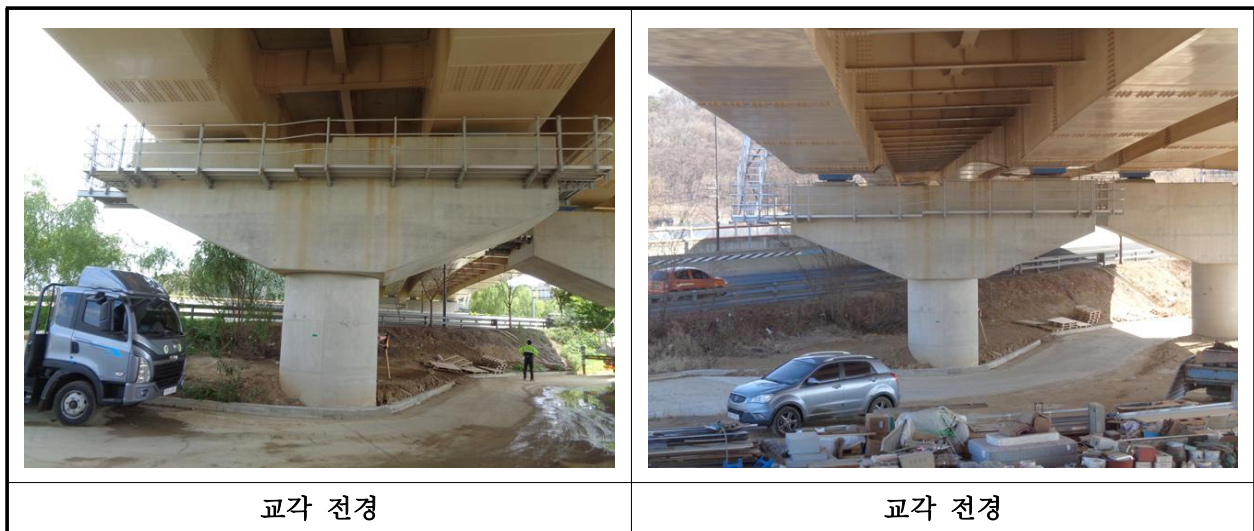
4) 검토의견

- 교대에 폭 0.3mm미만의 균열이 조사되었고, 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 법면 토사유실의 경우 식생공 등의 보수가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향)의 교각은 T형으로 구성되어 있으며, 복합말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기 손상인 폭 0.3mm미만 균열 및 망상균열이 조사되었다.

【표 3.3.6】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	—	—	2.00	1
P2	3.00	1	—	—
P3	—	—	—	—
합계	3.00	1	2.00	1

	
P1 망상균열 (2.0m×1.0m)	P2 코핑부 균열 (0.2mm/3.0m)

【사진 3.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

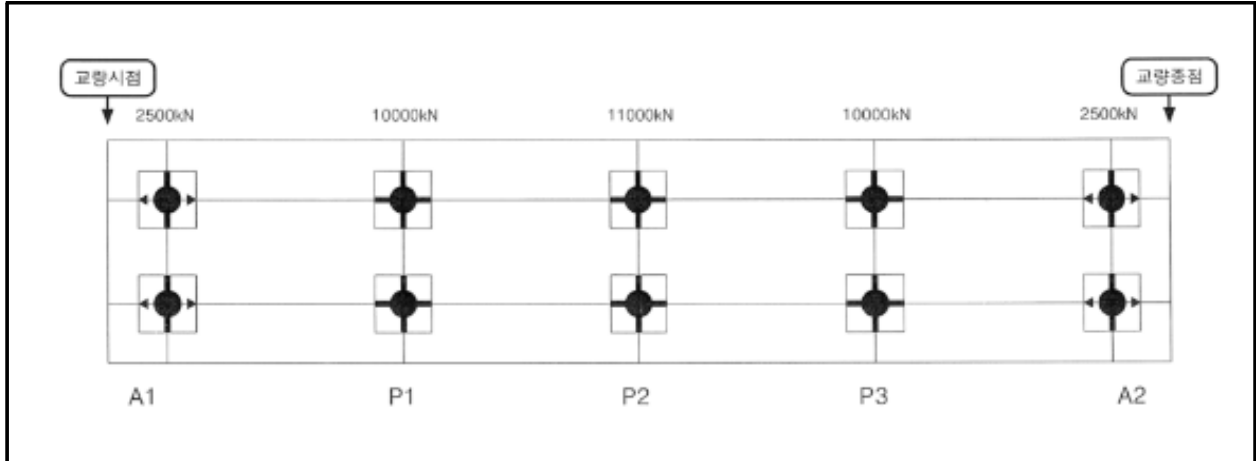
4) 검토의견

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

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향)의 받침은 면진받침으로 총 10기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 3.3.1】 교량받침 배치도



【사진 3.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 받침물탈 균열이 조사되었다.

【표 3.3.7】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침물탈 균열 (m/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	0.20	1
P3	2.40	12
A2	—	—
합계	2.60	13

	
P2-Sh1 받침물탈 균열 (0.2mm/0.2m)	P3-Sh1 받침물탈 균열 (0.2mm/0.2m)
	
P3-Sh1 받침물탈 균열 (0.2mm/0.2m)	P3-Sh2 받침물탈 균열 (0.2mm/0.2m)

【사진 3.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

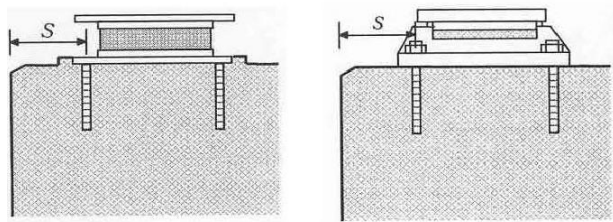
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 받침물탈에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로 현재 하자보수 만료전이므로 표면처리 등의 하자보수가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 3.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 3.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200 + 5 \times 75.0 = 575(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$

【표 3.3.8】 연단거리 측정 결과

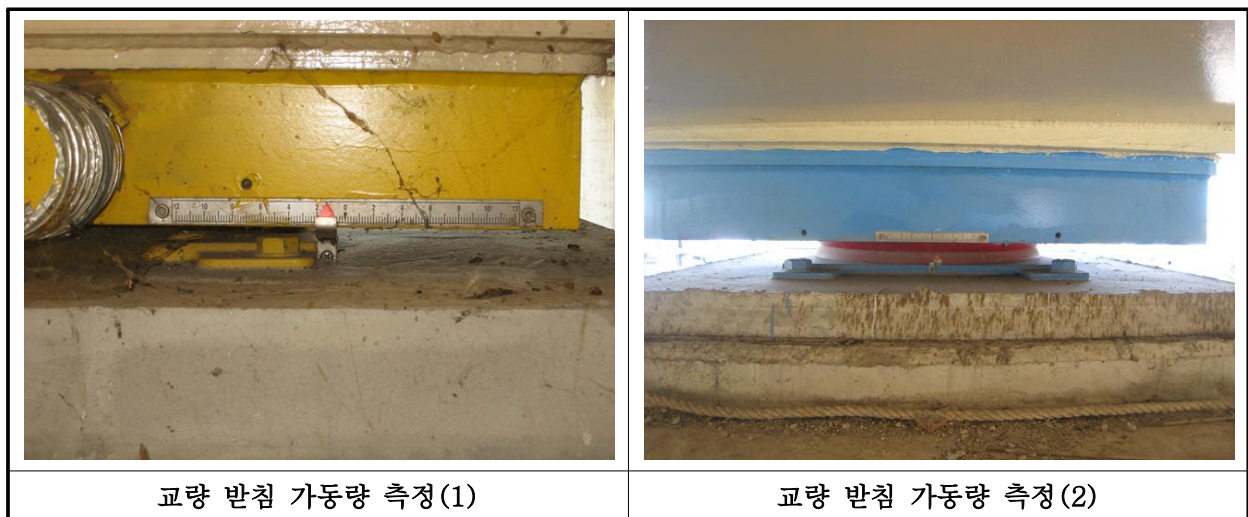
구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	600	600	O.K
P1	A1측	575	990	990	O.K
	A2측	575	990	990	O.K
P2	A1측	575	945	945	O.K
	A2측	575	945	945	O.K
P3	A1측	575	990	990	O.K
	A2측	575	990	990	O.K
A2		450	605	605	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



【사진 3.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 3.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	45.4	14.6	0.000012	125.0	68.1	21.9	
P1	45.4	14.6	0.000012	75.0	40.9	13.1	
P2	고정단						
P3	45.4	14.6	0.000012	75.0	40.9	13.1	
A2	45.4	14.6	0.000012	125.0	68.1	21.9	
1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울)							
2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)							

【표 3.3.10】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	60	180	60	68.1	21.9	±120	O.K
	SH2	52	172	68			±120	O.K
P1	SH1	20	110	70	40.9	13.1	±90	O.K
	SH2	20	110	70			±90	O.K
P2		고정단						
P3	SH1	0	90	90	40.9	13.1	±90	O.K
	SH2	0	90	90			±90	O.K
A2	SH1	55	175	65	68.1	21.9	±120	O.K
	SH2	50	170	70			±120	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

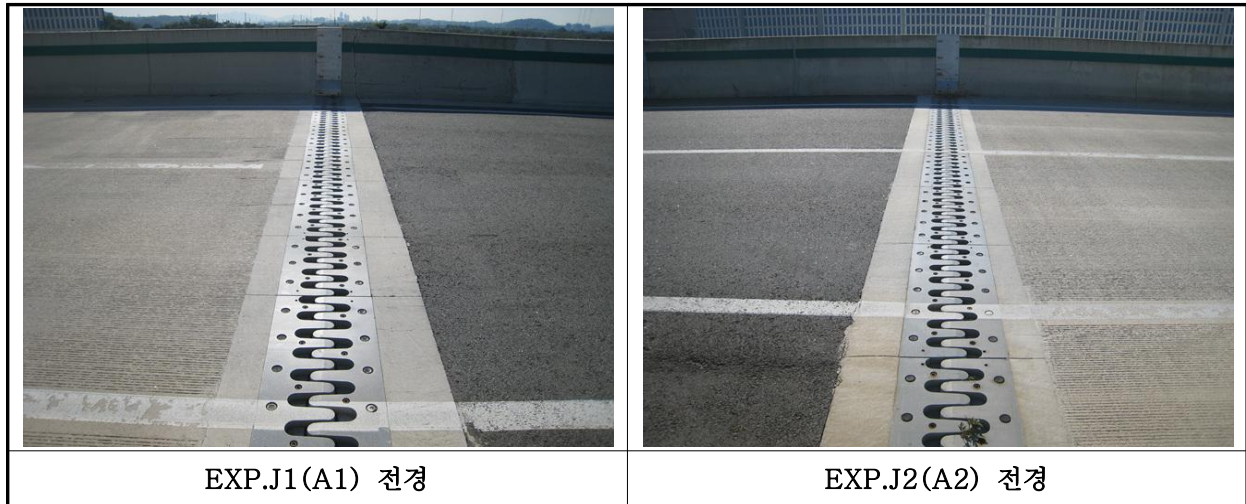
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2가 강팽거조인트로 시공된 상태이다.



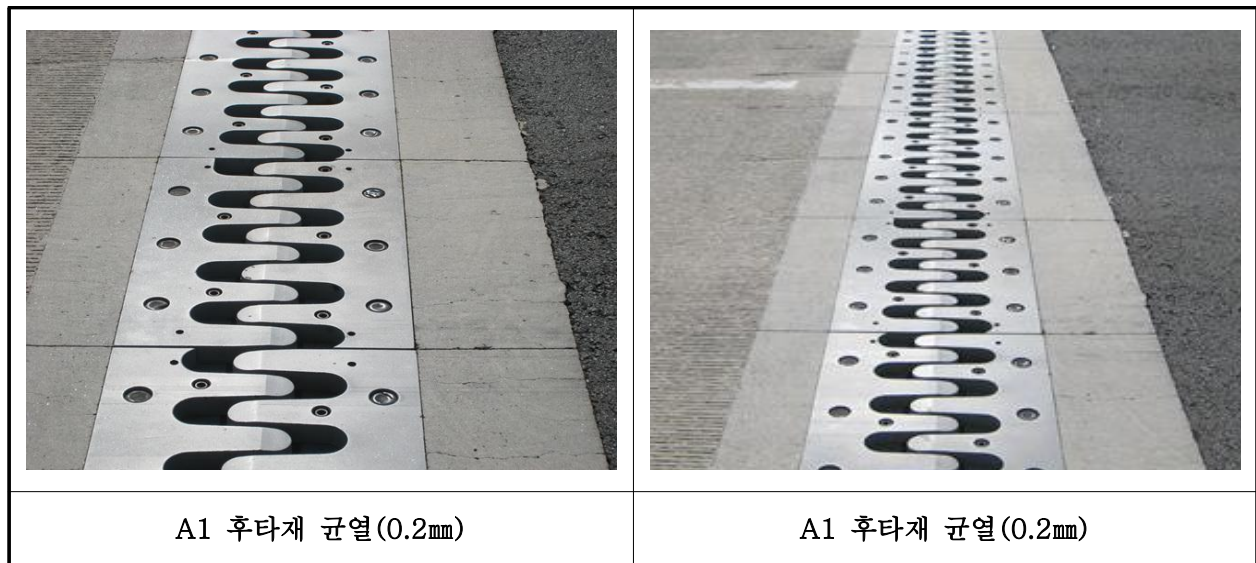
【사진 3.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만)이 확인되었다.

【표 3.3.11】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	2.40	12
A2 (EXP J2)	—	—
합계	2.40	12



【사진 3.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 경미한 손상이나, 하자보수 만료전 보수가 필요할 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2022. 10. 19. 기온 적용: 10.5℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-10.5℃ = 29.5℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(10.5℃) = 30.5℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 3.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 3.3.12】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.5	29.5	0.000012	125.0	45.8	44.3	53.0	100.0	142.0	
A2	30.5	29.5	0.000012	125.0	45.8	44.3	60.0	98.0	93.0	

1) 조사당시 온도 : 10.5℃(조사일 : 2022년 10월 19일, 평균온도, 서울)
 2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 3.3.13】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실효유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	45.8	44.3	90.0	150	14.3	45.8	O.K
	바닥판			105.0	-	-	60.8	O.K
	거더			110.0	-	-	65.8	O.K
A2	신축이음	45.8	44.3	70.0	150	34.3	25.8	O.K
	바닥판			83.0	-	-	38.8	O.K
	거더			50.0	-	-	5.8	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.



【사진 3.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.14】 교면포장 현장조사 결과

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

	
교면포장 상태양호	교면포장 상태양호

【사진 3.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

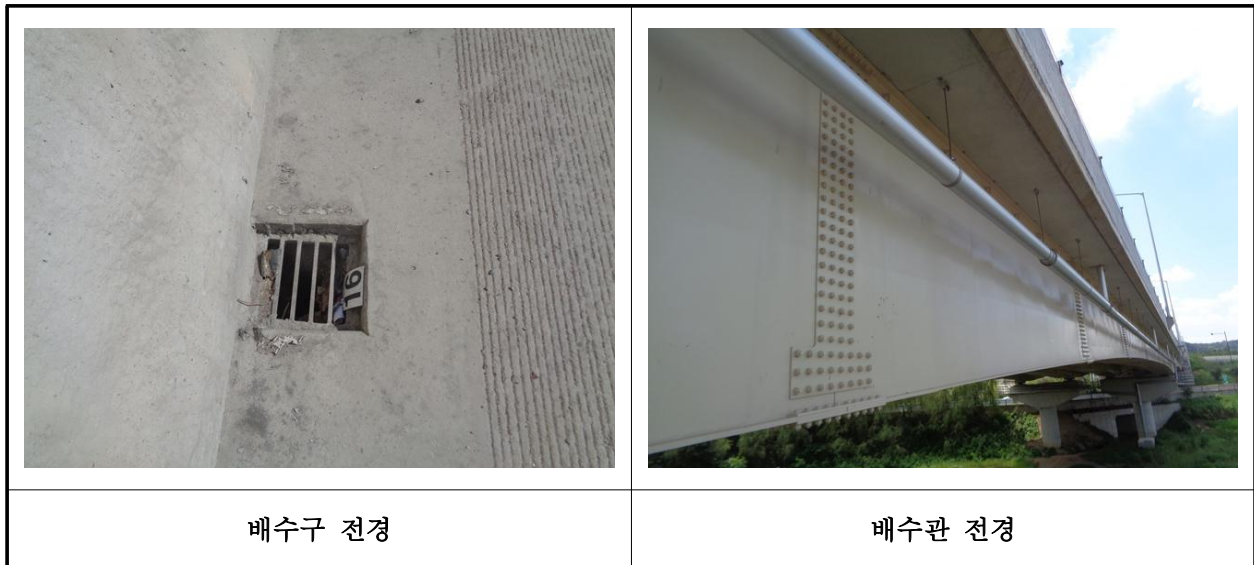
4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 3.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.15】 배수시설 현장조사 결과

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

	
배수관 상태 양호	배수관 상태 양호
	
배수구 상태 양호	배수구 상태 양호

【사진 3.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

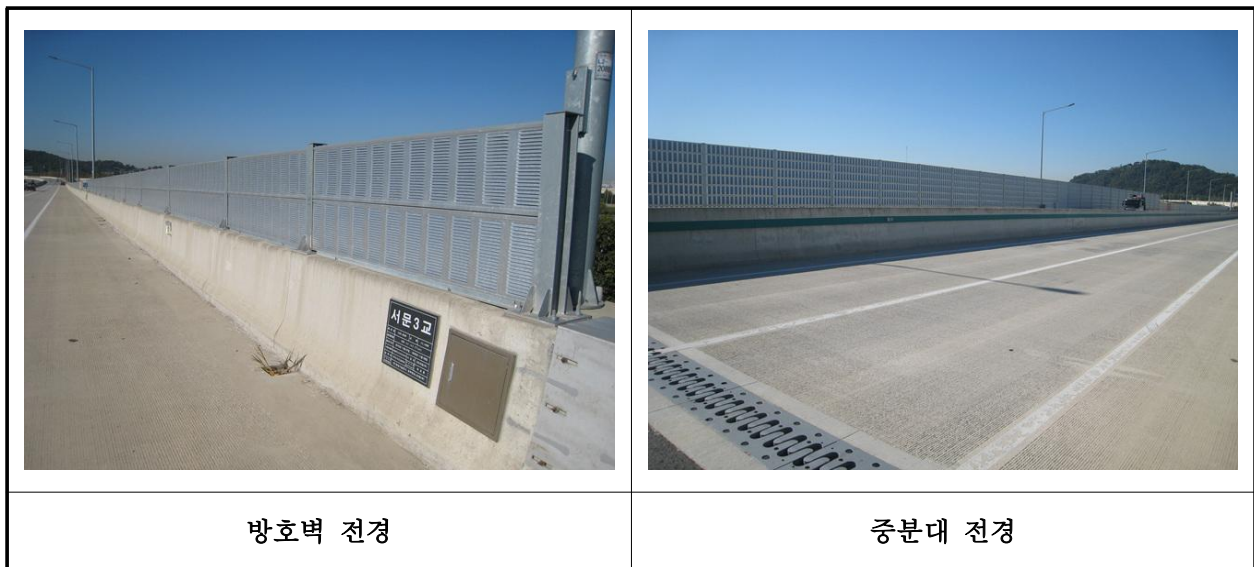
4) 검토의견

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

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

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



【사진 3.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만의 균열 및 파손이 확인되었다.

【표 3.3.16】 난간 및 연석 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	5.20	4	0.15	1
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
합계	5.20	4	0.15	1

	
S1 중분대 접속부 A1측 파손	S1 방호벽 균열(0.2mm)

【사진 3.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 난간 및 연석에 발생한 균열의 경우 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 표면처리 등의 보수가 필요하며, 파손의 경우 접속부 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다. 난간 및 연석은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 서문3교(서울방향)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~3에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



【사진 3.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.17】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
합계	—	—

	
점검로 상태양호	점검로 상태양호
	
점검로 상태양호	점검로 상태양호

【사진 3.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

다. 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.

3.3.3 현장조사 총괄표

【표 3.3.18】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		균열 (0.3mm미만)	m	2.50	1	
		망상균열	m ²	145.00	20	
		백태	m ²	0.80	2	
		파손 및 철근노출	m ²	0.20	1	
		물끓기흙 미제거	m ²	1.50	2	
거더	외부	상태양호	—	—	—	
	내부	상태양호	—	—	—	
가로보		상태양호	—	—	—	
교대		균열 (0.3mm미만)	m	4.00	2	
		법면 토사유실	m ²	14.00	2	
교각		균열 (0.3mm미만)	m	3.00	1	
		망상균열	m ²	2.00	1	
교량받침		받침물탈 균열	m	2.60	13	
신축이음		후타재 균열	m	2.40	12	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		상태양호	—	—	—	
난간 및 연석		균열 (0.3mm미만)	m	5.20	4	
		파손	m ²	0.15	1	
점검시설		상태양호	—	—	—	

3.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

3.4 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.

3.4.1 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 3.4.1】 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	5	5	5	5	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	1	1	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

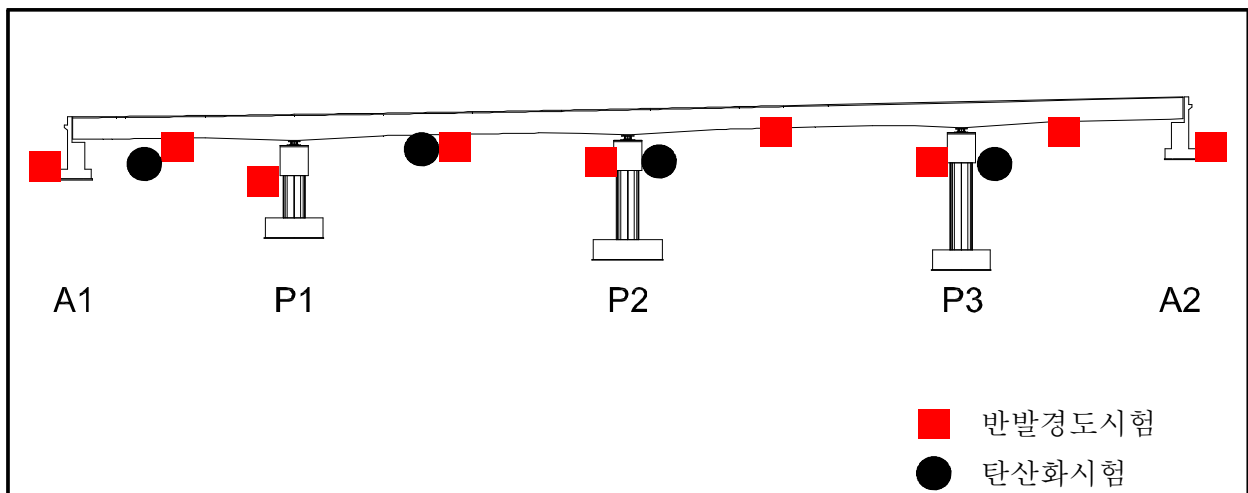
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

3.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 10개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.3	27.3	28.7	0.67	27.0	
	S1	바닥판	46.0	27.1	28.6			
	S2	바닥판	46.2	27.2	28.7			
	S3	바닥판	46.5	27.5	28.9			
	S4	바닥판	46.0	27.1	28.6			

【표 3.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	43.5	24.9	27.4	0.67	24.0	
	A2	교대	44.7	25.9	28.0			

【표 3.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	48.6	41.0	48.9	0.67	40.0	
	P2	교각	49.6	42.1	50.6			
	P3	교각	49.6	42.0	50.5			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~28.9MPa, 하부구조(교대) 24.9~28.0 MPa, 하부구조(교각) 41.0~50.6MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단 된다.

【표 3.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1~28.9	27.0	100.4 ~ 107.0
하부구조	교대	24.9~28.0	24.0	103.7 ~ 116.7
	교각	41.0~50.6	40.0	102.5 ~ 126.5

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 3.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S2 바닥판	3.0	40.0	37.0	2.12	100년이상	a
하부구조	P2 코핑부	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a
	P3 코핑부	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a

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

【표 3.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0	37.0	
하부구조	2.0~3.0	97.0~98.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 3.4.8】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~28.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.9~28.0	24.0	
		교각	41.0~50.6	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		97.0~98.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

3.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 현장조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2021. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

3.5.1 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 3.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	b	a	a	a	a	b	b	a	a	q	—	—
S2	P1	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	b	q	a	—
S3	P2	STB	b	a	a	a	a	a	—	b	b	q	—	a
S4	P3	STB	c	a	a	a	a	a	—	b	a	q	—	a
	A2								a	a	b	q	—	—
평균			0.250	0.100	0.100	0.100	0.100	0.125	0.150	0.140	0.160	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.045	0.020	0.005	0.007	0.003	0.003	0.014	0.013	0.032	—	0.004	0.003
													0.148	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.148) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 3.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
서문3교(서울방향)	0.148	B	250	2	500	1.000	0.148
합계(Σ)			250	2	500	1	0.148
1. 평가지수 =							0.148
2. 상태평가결과 =							B

3.5.2 기 점검 결과와의 비교

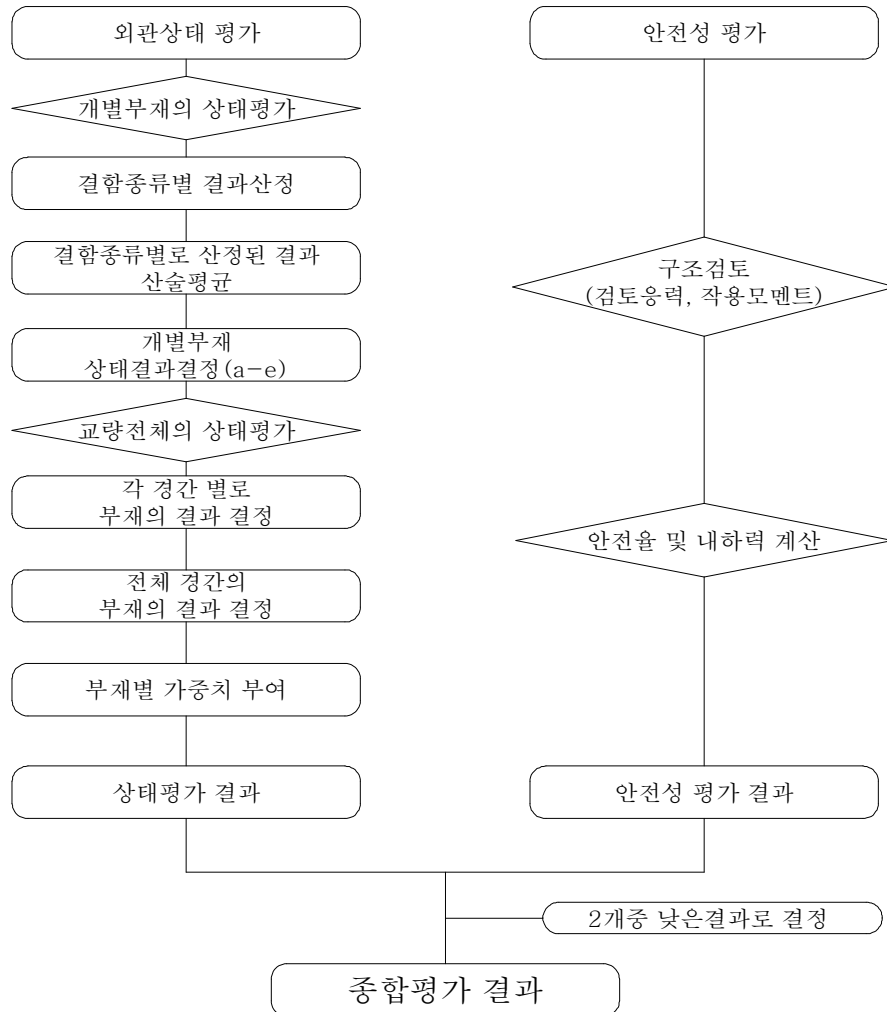
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

3.6 종합평가 및 안전등급 지정

3.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 3.6.1】 종합평가 결과 산정절차

3.6.2 종합평가 결과

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

【표 3.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
서문3교(서울방향)	0.148	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

3.6.3 안전등급 지정

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

【표 3.6.2】 안전등급 지정

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

3.7 보수·보강 및 유지관리방안

3.7.1 보수·보강 방안

【표 3.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면		균열 (0.3mm미만)	m	2.50	1	표면처리	하자
		망상균열	m ²	145.00	20	표면처리	하자
		백태	m ²	0.80	2	표면처리	하자
		파손 및 철근노출	m ²	0.20	1	단면보수+방청	하자
		물끓기흙 미제거	m ²	1.50	2	정비	하자
거더	외부	상태양호	—	—	—	—	—
	내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보		상태양호	—	—	—	—	—
교대		균열 (0.3mm미만)	m	4.00	2	표면처리	하자
		범면 토사유실	m ²	14.00	2	정비	하자
교각		균열 (0.3mm미만)	m	3.00	1	표면처리	하자
		망상균열	m ²	2.00	1	표면처리	하자
교량받침		받침몰탈 균열	m	2.60	13	표면처리	하자
신축이음		후타재 균열	m	2.40	12	표면처리	하자
교면포장		상태양호	—	—	—	—	—
배수시설		상태양호	—	—	—	—	—
난간 및 연석		균열 (0.3mm미만)	m	5.20	4	표면처리	하자
		파손	m ²	0.15	1	단면보수	하자
점검시설		상태양호	—	—	—	—	—

3.7.2 개략공사비

【표 3.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바퀴하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	145.00	217.50	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.80	1.20	m²	—	—	하자
	파손 및 철근노출	단면보수+방청	0.20	0.30	m²	—	—	하자
	물끓기흙 미제거	정비	1.50	2.25	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.00	1.50	m	—	—	하자
	법면 토사유실	정비	14.00	21.00	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.00	1.13	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	2.00	3.00	m²	—	—	하자
교량받침	받침물탈 균열	표면처리	2.60	3.90	m	—	—	하자
신축이음	후타재 균열	표면처리	2.40	0.90	m	—	—	하자
난간및연석	균열(0.3mm미만)	표면처리	5.20	1.95	m	—	—	하자
	파손	단면보수	0.15	0.22	m²	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

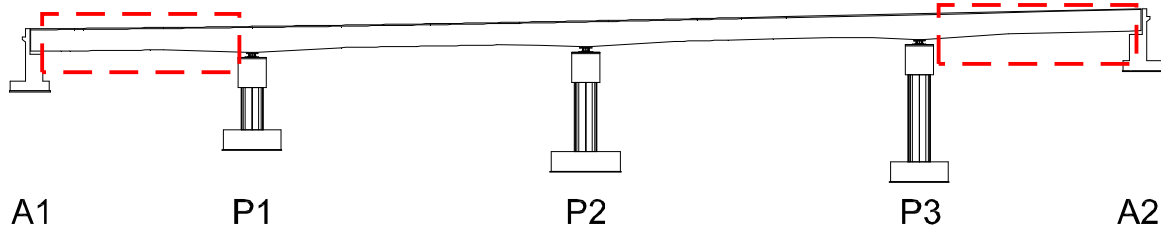
3.7.3 유지관리방안

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 3.7.3】 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 파손 및 철근노출, 백태 - 진전 여부확인		
		

3.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매로 93-95, 391-2 (강매동)에 위치한 교량으로 총 연장 250.0m, 폭 12.3m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

3.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 0.3mm미만 균열 및 망상균열이 조사 되었고, 균열의 경우 초기 건조수축, 온도 변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 추정되며, 균열부 외부 수유입에 의한 백태, 시공시 외부 충격에 의한 파손 및 철근노출, 시공 미흡에 의한 물끓기홈 미제거 등의 손상이 조사되었다. 손상부는 표면처리, 단면보수, 정비 등의 하자보수가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

3) 가로보 및 세로보

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

4) 교대

- 교대에 폭 0.3mm미만의 균열이 조사되었고, 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 법면 토사유실의 경우 식생공 등의 보수가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 판단된다.

5) 교각

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

6) 교량받침

- 받침몰탈에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로 현재 하자보수 만료전이므로 표면처리 등의 하자보수가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 경미한 손상이나, 하자보수 만료전 보수가 필요할 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

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

10) 방호벽

- 난간 및 연석에 발생한 균열의 경우 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 표면처리 등의 보수가 필요하며, 파손의 경우 접속부 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다. 난간 및 연석은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~28.9MPa, 하부구조(교대) 24.9~28.0MPa, 하부구조(교각) 41.0~50.6MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 서문3교(서울방향)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 서문3교(서울방향)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

3.8.2 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.

3.8.3 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.