

20. 고양분기점 7교

- 20.1 시설물 개요
- 20.2 자료수집 및 분석
- 20.3 현장조사
- 20.4 콘크리트 내구성조사
- 20.5 상태평가
- 20.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 20.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 20.8 종합결론

20. 고양분기점 7교

20.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 218-5에 위치한 교량으로 총 연장 65.0m, 폭 8.7m로 시공되어 있다.

20.1.1 일반사항

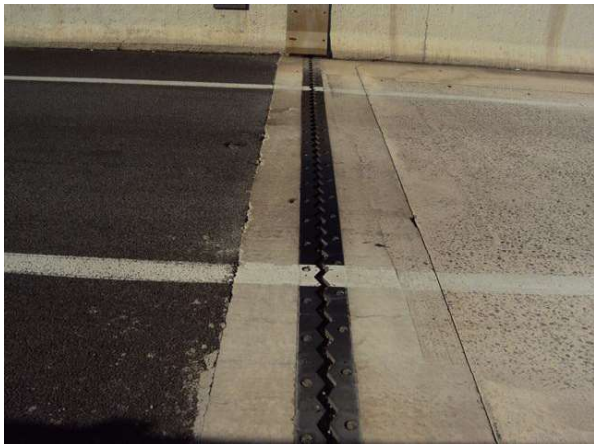
【표 20.1.1】 고양분기점 7교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000161	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 원당동 218-5	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=65.0m (65.0m)			
	폭	B=8.7m, 1차로			
구조 형식	상부	Steel Box	기초 형식	교 대	말뚝기초
	하부	교대: 역T형		교 각	-
교량받침		포트받침	신축이음	뉴모노셀조인트	
교차시설물		-	통과높이	5.3m	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)	관리주체	(주)다산컨설팅트	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	
					
측면 전경			상부 전경		

20.1.2 위치도 및 전경사진

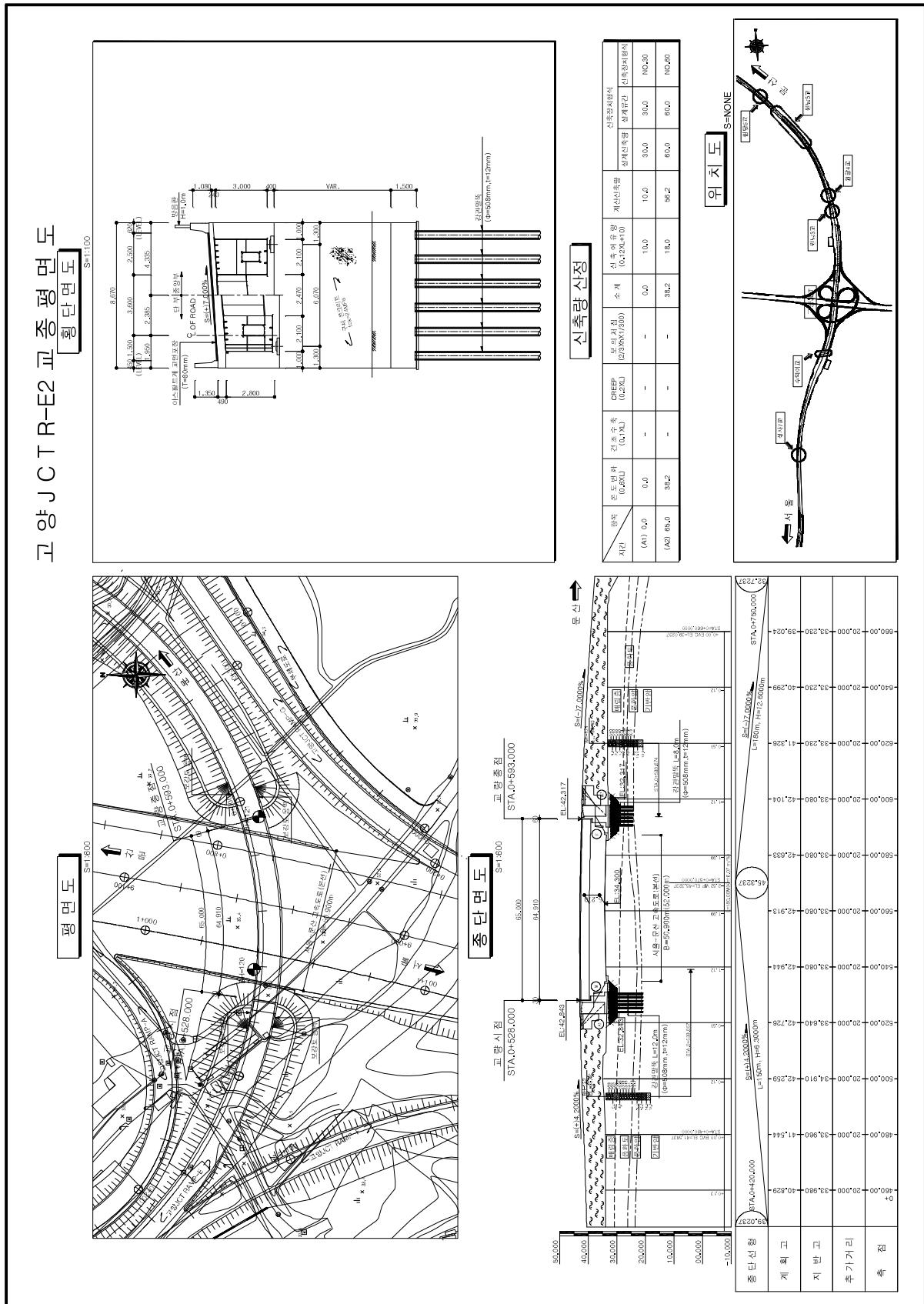


【그림 20.1.1】 위치도

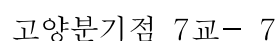
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
배수시설 전경	교대 전경

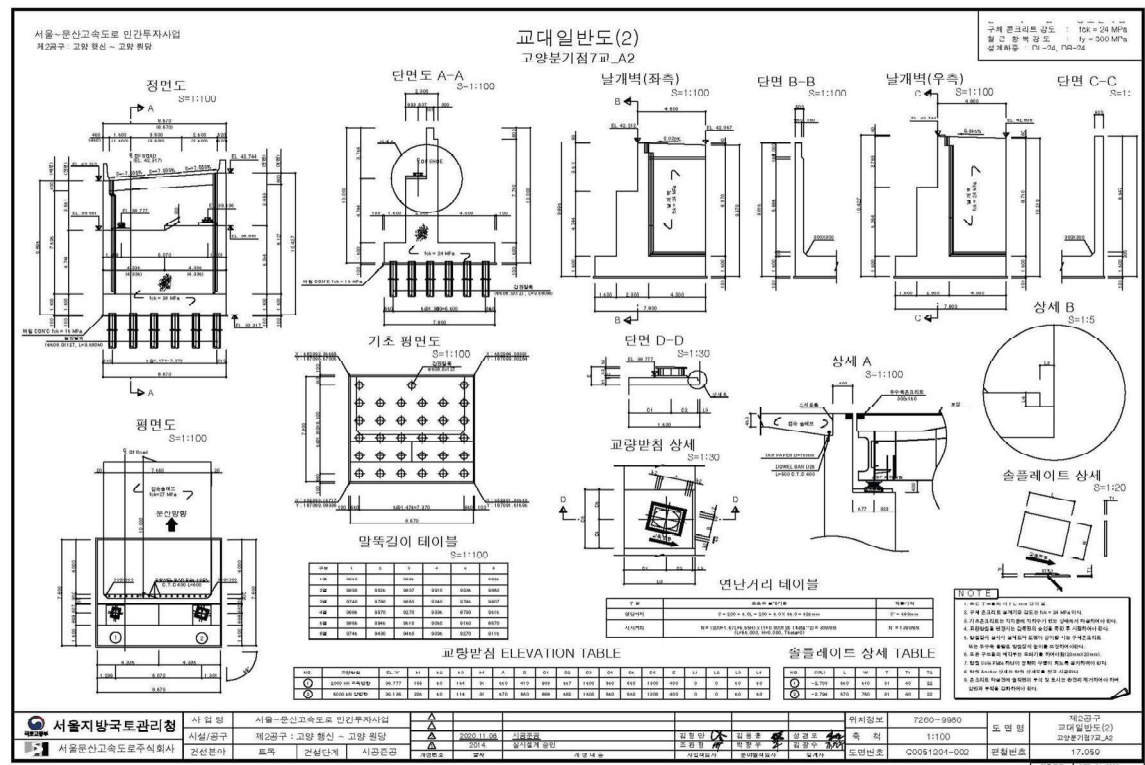
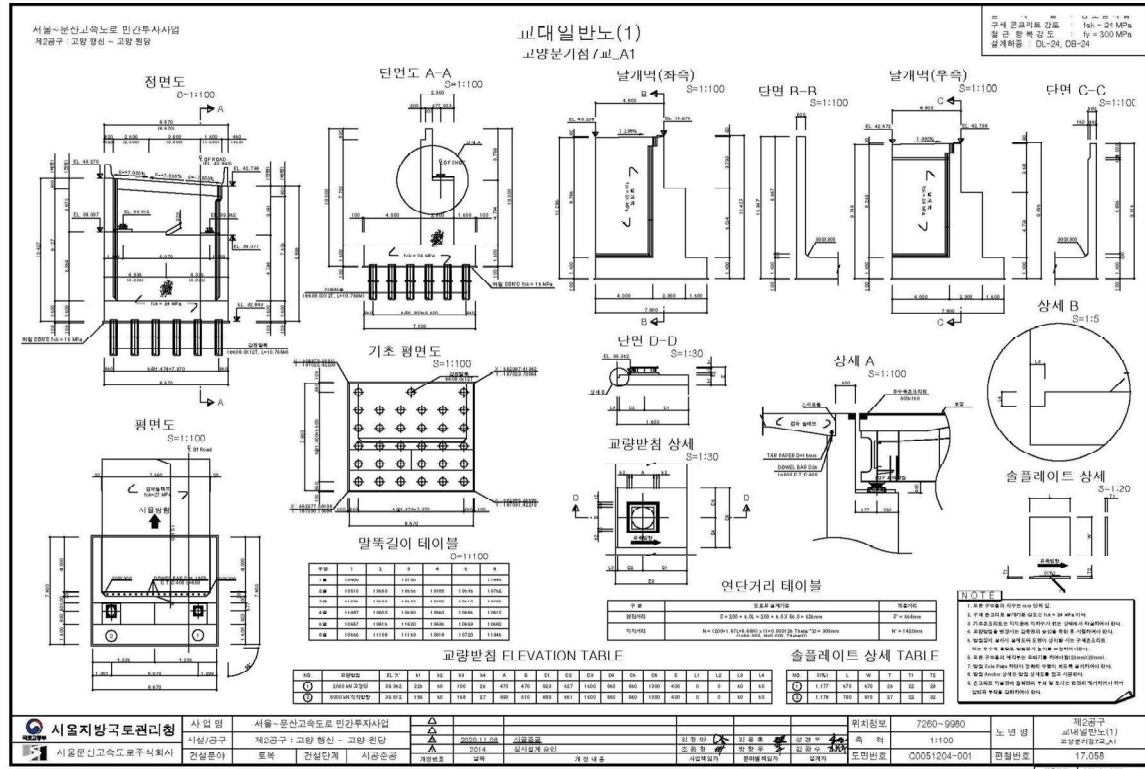
【그림 20.1.2】 부재별 현황

20.1.3 시설물 일반도

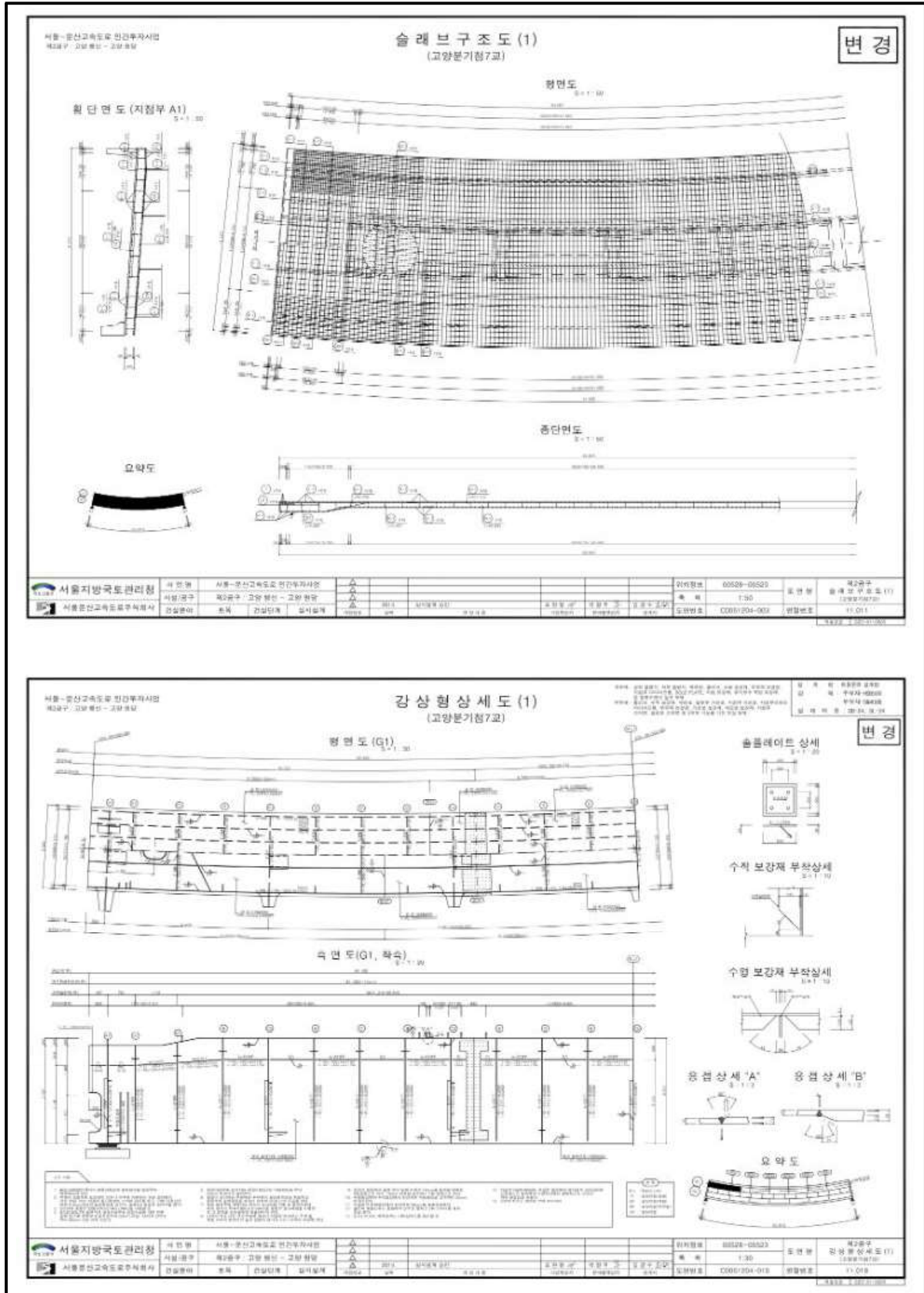


【그림 20.1.3】 평면 및 종단면도

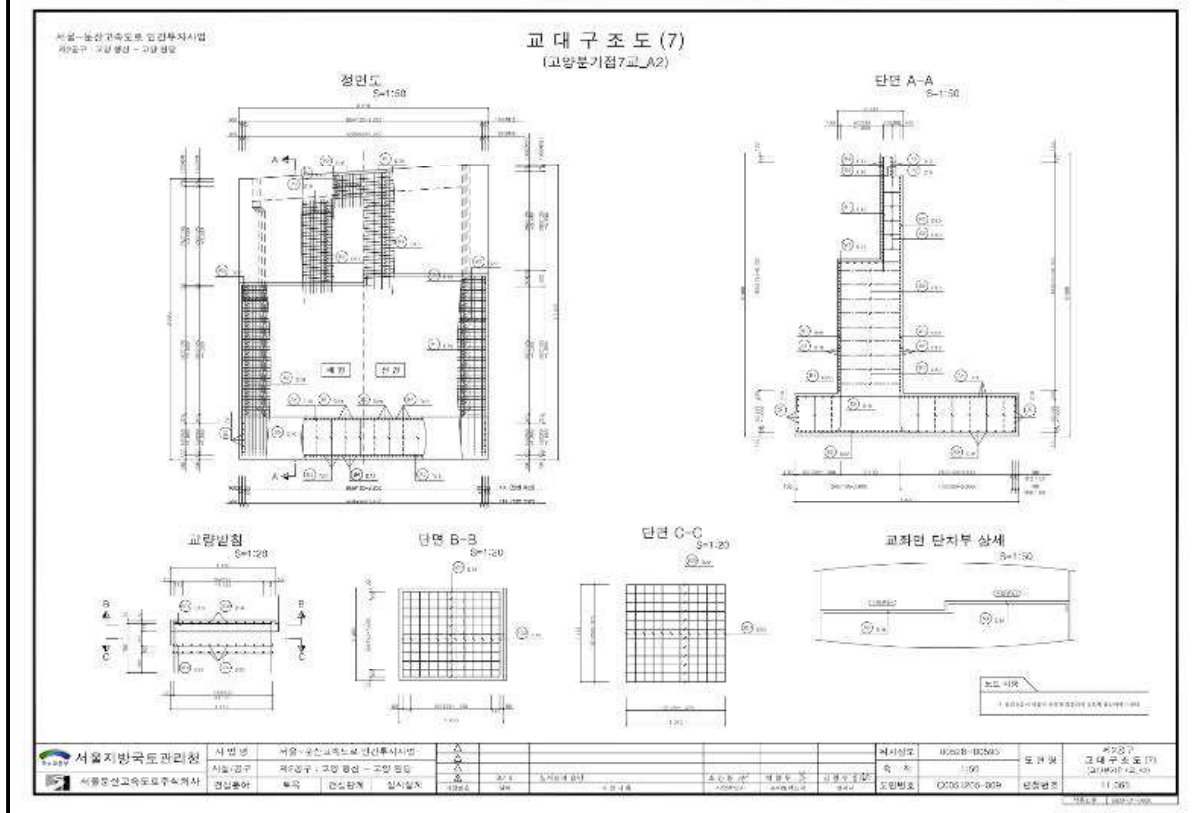




【그림 20.1.5】 교대 일반도



【그림 20.1.6】 바닥판하면 구조도, 강상형 상세도



【그림 20.1.7】 교대 구조도

20.2 자료수집 및 분석

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

20.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제4권 성과분석 및 설계지반정수

제 2 장 설계지반정수 산정

[illegible]

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.2 토사층의 설계지반정수 산정

[illegible]

제4편 성과분석 및 설계지반정수

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

Soil type, permeability & consistency	σ_{vm} (kN/m ²)	σ_{vm} (kN/m ²)	SC (%)
Loose gravel with fine sand content	18.0~19.0	8.0	28.0~30.0
Medium dense gravel with fine sand content	19.0~21.0	10.0	30.0~35.0
Dense to very dense gravel with low sand content	20.0~21.0	11.0	36.0~40.0
Loose well-graded sandy gravel	19.0~20.0	10.0	38.0~40.0
Medium-dense well-graded sandy gravel	19.0~21.0	11.0	40.0~46.0
Dense well graded sandy gravel	20.0~22.0	12.0	38.0~45.0
Loose clayey sandy gravel	19.0~21.0	10.0	28.0~30.0
Medium-dense clayey sandy gravel	19.0~21.0	11.0	30.0~35.0
Dense to very dense clayey sandy gravel	21.0~22.0	12.0	36.0~42.0
Medium-dense fine to medium sand	20.0~21.0	11.0	38.0~40.0
Dense-medium dense coarse to fine sand	20.0~21.0	11.0	36.0~39.0
Medium to very dense coarse to fine sand	21.0~22.0	12.0	35.0~45.0
Dense fine and silt sand	19.0~21.0	7.0	29.0~30.0
Medium-dense fine and silt sand	19.0~21.0	8.0	30.0~35.0
Dense to very dense fine and silt sand	19.0~21.0	10.0	35.0~40.0

수위변동범위 (수위변동률, 2000)					
수위변동범위	σ_{vm} (kN/m ²)	σ_{vm} (kN/m ²)	σ_{vm} (kN/m ²)	수위변동률 (%)	
수위 변동	17.0~10.0	0.00~100.0	25~30	20.0~40.0	0.5
수위 침하	29.0~22.0	100.0~1,000.0	30~35	100.0~200.0	0.1~0.4

토질조사 방법 (관측지점별, 2000)		■ 수위변동 범위 (수위변동률, 2000)	
수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위	수위변동률 (%)	수위변동범위	수위변동률 (%)
수위 변동	20.0~40.0	수위 변동	20.0~40.0
수위 침하	0.1~0.4	수위 침하	0.1~0.4

수위변동범위

제4편 성과분석 및 설계지반정수

○N값을 이용한 변형계수(MPa)

[illegible]

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

5) 변형계수 및 포아송비 산정 결과

[illegible]

제 4 편 성과분석 및 설계지반정수

* 다결정소자의 평균 전단강도 μ_{Hurry} [illegible]

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

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

○ 문헌자료

구분	투수계수(cm/s)	토질	투수계수(cm/s)	관입의 상태	특	정	투수계수(cm/s)
GW	1.0×10^{-2} 이하	SC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	관입 깊이가 매우 얇은 상태	높은 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^2$
GP	1.0×10^{-2} 이하	ML	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$				
GM	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	관입 깊이가 보통인 상태	보통 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GC	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	OL	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$				
SW	1.0×10^{-2} 이하	MH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	관입 깊이가 매우 얇은 상태	약간 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-3}$
SP	1.0×10^{-2} 이하	CH	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$				
SM	$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	관입 깊이가 깊음	물투수성	일반	1.0×10^{-3} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분	분류	시험결과	지
배달층	전도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	5.4×10^{-4}
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	1.2×10^{-2}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	6.6×10^{-4}
회색층	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	6.6×10^{-4}
	자갈	1.0×10^{-2} 이하	5.9×10^{-3}
점토층	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$
점토층	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	5.0×10^{-7}
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	5.4×10^{-6}
점토층	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	1.8×10^{-6}
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	3.9×10^{-4}
점토층	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	1.8×10^{-6}
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	3.9×10^{-4}
점토층	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	1.8×10^{-6}
	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	3.9×10^{-4}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	탄성계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
배달층	토사	18.0	15.0	28.0	—	—
	암반	20.0	0.0	35.0	—	—
회색층	모래	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
	자갈	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
점토층	점토	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
	점토	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
점토층	점토	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
	점토	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30

2.7.2 파일기반 암반등급별 설계지반정수

구분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	탄성계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
II등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
III등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
IV등급	24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

구분	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
암	47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구분	V _s (m/s)	V _p (m/s)	G _s (MPa)	E _r (MPa)	K _s (MPa)	v _s
배달층	488	180	62	164	161	0.33
	645	200	68	190	317	0.40
회색층	480	170	52	140	156	0.35
	514	190	69	181	168	0.32
점토층	952	382	268	713	699	0.33
	1,144	544	562	1,539	1,262	0.30
점토층	1,834	954	2,164	5,504	3,822	0.26
	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062	0.24

국토교통부

90

제 3 편 지반조사 결과

TB-2

0 1 2 3 4

[illegible]

서울문산고속도로주식회사

 Springer

158

 서울고속도로주식회사 서울~울산고속도로 민간투자사업

4.4 동적특성 분석												
4.4.1 차량 정진(정진대역)												
계호	+정진 (정진폭 0.1mm)을 적용하여 차량 동적특성(정진대역: 0.5~4Hz)을 공로구간에서 모든 차량구간을 적용하여 구조구간의 동적특성 분석											
○ 시계열 그래프												
■ TB-2												
구분	진폭 (mm)	V_x (mm/s)	V_y (mm/s)	동적변위 (mm)	동적응력 (MPa)	가속도 (mm/s ²)						
부하대	0.3~0.8	888	375	0.400	2.78E+02	2.78E+02						
변위	7.0~7.8	1,103	511	0.363	5.33E+02	1.45E+03						
변위	7.9~12.7	1,881	980	0.314	2.28E+03	5.99E+03						
경	12.7~20.3	2,323	1,277	0.284	4.95E+03	1.07E+04						
경					8.23E+03	25.0						
■ TB-3												
구분	진폭 (mm)	V_x (mm/s)	V_y (mm/s)	동적변위 (mm)	동적응력 (MPa)	가속도 (mm/s ²)						
부하대	0.4~0.11	884	408	0.387	3.66E+02	9.20E+02						
변위	11.0~15.5	1,195	577	0.345	6.35E+02	1.47E+03						
경					8.23E+03	25.0						

15.5~18.	
----------	--

0.316

0~2.68.

%8.18~97.9%

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

시·군·구		12월 31일 기준		2019년 12월 31일 기준		2020년 12월 31일 기준		2021년 12월 31일 기준	
구분	인구 (만)	시군 면적 (km ²)	인구 밀도 (명/km ²)	인구 증감률 (%)	인구 증감률 (명/10만명)	인구 증감률 (%)	인구 증감률 (명/10만명)	인구 증감률 (%)	인구 증감률 (명/10만명)
대전시	799.1	10,540.0	75.8	1.0	10.0	799.1	10,540.0	75.8	1.0
유성구	17.3	17.3	1,000	1.0	10.0	17.3	17.3	1,000	1.0
유성구	17.3	17.3	1,000	1.0	10.0	17.3	17.3	1,000	1.0

54

55

15

$$\textcircled{2} \lambda_1 = \frac{25-30}{2} = -\frac{5}{2}, \quad \lambda_2 = \frac{25+30}{2} = \frac{55}{2}$$

○ 이송률 결과분석

구분	원단	경관	면선	평균
$H_{90}(A/m^2)$	43.4~83.3	8.5	6.1~11.5	10.0
$q_{90}(A/m^2)$	42.4~126.1	89.0	57.9~118.9	95.3

·이송률 결과의 질속률중요도의별 결과치와 상대치율 일률률중요치율은 비교한 결과 원단중은 q_{90} 50m의 결과로 분석되나, 지속 속은 적용한 결과 값은 전체에서 42.4~42.8, 126.1, 정정에서 57.9~118.9, 126.1로 분석되

•TB-7 시험결과, !

고승이 부

57

 서울고속도로주식회사

（三）

59

다. 구조계산서

1. 설계 조건

1) 교량 제원

- (1) 교량 명 : 고양JCT R-E2교
- (2) 교량 등급 : 1등급 (05-24 별 05-24 적용)
- (3) 교량 형식 : Steel 박스거다교
- (4) 교량 전장 : 65,000 = 53,000 +
- (5) 교량 폭원 : B = 8.672 m
- (6) Girder 제원 : B = 2.100 m H = 3,000 mm
- (7) 사각 (Girder) : 90,000
- (8) 곡률반경 (R) : 좌측 = 0 m 중앙 = 0 m 우측 = 150,000 m
- (9) 설계 속도 : 60.000 km/h
- (10) 사용재료 및 골리지 특성치

① 강재

• 사용재료

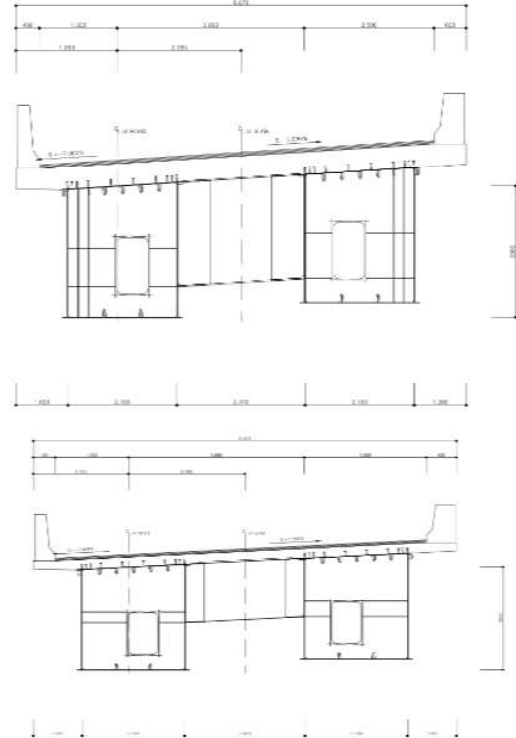
주부재	HSB500(상판, 하판, 복판, 상부중립부, 하부중립부, 수평보강재, 지점부 다이어그램, 지점보강재, 슬라베이트)
부부재	SM400B(지점부 다이어그램, 수직보강재, 형라브, 세로보, 원인부 가로보, 시점부 가로보)
강재 탄성계수 (E_s)	205,000 MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000 MPa

• 허용응력 (MPa)

(단도 설계 3.3.2.1)

종류	판두께 (mm)	강종	SS 400 SM 400 SM 400	SM 400 SM 400 SM 400	SM 400 SM 400 SM 400	SM 570 SM 570 SM 570	HSB500 HSB500 HSB500	HSB500 HSB500 HSB500
축방향 인장응력	40 이하	140	190	215	270			
축방향 인장응력	40 초과 75 이하		175 (190)	200 (215)	260 (270)	230	270	380
휨 인장응력	75 초과 100 이하	130	195 (215)	230 (270)				

2. 단면가정



구조계산 CHECK LIST

4. 단면별 응력검토결과

최대응력 (단면) : 허용응력 범위

< Girder - 1 >

구분	합응력검토 (100%)							
	상부 플랜지				하부 플랜지			
	작용응력	허용응력	비율	판정	작용응력	허용응력	비율	판정
단면 1	88.836	299.000	30	O.K.	-65.141	230.000	29	O.K.
단면 2	80.514	162.400	50	O.K.	-150.080	230.000	65	O.K.
단면 3	194.505	264.500	74	O.K.	-189.287	230.000	82	O.K.
단면 4	218.180	264.500	82	O.K.	-189.217	230.000	82	O.K.
단면 5	211.535	264.500	80	O.K.	-171.404	230.000	75	O.K.
SP 1	141.131	264.500	53	O.K.	-131.895	230.000	57	O.K.
SP 2	192.421	264.500	73	O.K.	-164.953	230.000	72	O.K.
SP 3	208.029	264.500	79	O.K.	-168.320	230.000	73	O.K.
SP 4	208.029	264.500	79	O.K.	-168.316	230.000	73	O.K.
SP 5	192.410	264.500	73	O.K.	-164.943	230.000	72	O.K.
SP 6	140.974	264.500	53	O.K.	-131.726	230.000	57	O.K.

구분	전단응력검토 (100 %)				합응력검토				
	복판								
	작용응력	허용응력	비율	판정	상판	내륜	외륜	비율	판정
단면 1	73.183	135,000	54	O.K.	0.362	32	0.377	31	O.K.
단면 2	67.782	135,000	50	O.K.	0.498	41	0.678	56	O.K.
단면 3	48.203	135,000	36	O.K.	0.668	56	0.805	67	O.K.
단면 4	21.791	135,000	16	O.K.	0.705	59	0.702	58	O.K.
단면 5	5.809	135,000	4	O.K.	0.641	53	0.557	46	O.K.
SP 1	62.425	135,000	46	O.K.	0.495	42	0.543	45	O.K.
SP 2	45.346	135,000	34	O.K.	0.642	54	0.627	52	O.K.
SP 3	18.257	135,000	14	O.K.	0.632	53	0.554	46	O.K.
SP 4	18.042	135,000	13	O.K.	0.636	53	0.553	46	O.K.
SP 5	45.704	135,000	33	O.K.	0.641	53	0.626	52	O.K.
SP 6	62.339	135,000	46	O.K.	0.497	41	0.541	45	O.K.

< Girder - 2 >

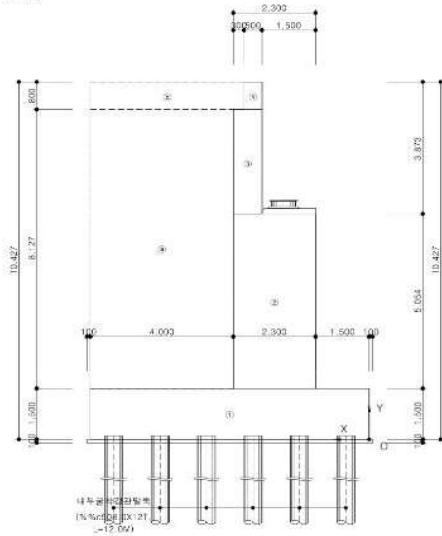
구분	합응력검토 (100%)							
	상부 플랜지				하부 플랜지			
	작용응력	허용응력	비율	판정	작용응력	허용응력	비율	판정
단면 1	93.927	299.000	31	O.K.	-74.454	230.000	32	O.K.
단면 2	89.229	162.400	55	O.K.	-169.169	230.000	74	O.K.
단면 3	207.045	264.500	78	O.K.	-204.564	230.000	89	O.K.
단면 4	232.345	264.500	88	O.K.	-204.373	230.000	89	O.K.
단면 6	225.541	264.500	85	O.K.	-178.913	230.000	78	O.K.
SP 1	153.280	264.500	58	O.K.	-146.269	230.000	64	O.K.
SP 2	204.427	264.500	77	O.K.	-177.801	230.000	77	O.K.
SP 3	221.235	264.500	84	O.K.	-175.224	230.000	76	O.K.
SP 4	221.224	264.500	84	O.K.	-175.214	230.000	76	O.K.
SP 5	204.384	264.500	77	O.K.	-177.762	230.000	77	O.K.
SP 6	153.297	264.500	58	O.K.	-146.309	230.000	64	O.K.

구분	전 단 응 력 검 토 (100 %)				합 성 응 력 검 토				
	복 부 판								
	작용응력	허용응력	비율	판정	작용	비율	허용	판정	
단면 1	85.455	135.000	63	O.K	0.495	42	0.505	42	O.K
단면 2	70.350	135.000	52	O.K	0.573	48	0.813	68	O.K
단면 3	48.234	135.000	36	O.K	0.740	62	0.919	77	O.K
단면 4	22.062	135.000	16	O.K	0.798	67	0.816	68	O.K
단면 6	5.573	135.000	4	O.K	0.725	61	0.607	51	O.K
SP 1	62.437	135.000	46	O.K	0.552	46	0.618	52	O.K
SP 2	45.110	135.000	33	O.K	0.705	59	0.709	59	O.K
SP 3	18.761	135.000	14	O.K	0.710	60	0.600	50	O.K
SP 4	18.639	135.000	14	O.K	0.719	60	0.599	50	O.K
SP 5	44.933	135.000	33	O.K	0.708	59	0.708	59	O.K
SP 6	62.241	135.000	46	O.K	0.549	46	0.617	51	O.K

1. 설계 조건

- 1) 일반 사항
- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
 - (2) 상부 형식 : STEEL BOX
 - (3) 교량 등급 : 1 등급
 - (4) 교대 총 폭 : B = 5.670 m
 - (5) 교대 총 높이 : H = 10.427 m
 - (6) 기층 형식 : 알록기층
 - (7) SKEW : 90.000°
- 2) 하중
- (1) 콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도표규 설계기준 2.1.2]
 - (2) 아스팔트층의 단위중량 : $\gamma_{sl} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ (보시) [도표규 설계기준 제3편 P380]
 - (3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
 - (4) 과차 하중 : $q_1 = 10.000 \text{ kN/m}^2$
 - (5) 상부 교량하중 반력 : $R_d = 554.873 \text{ kN/m}$
 - (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 170.461 \text{ kN/m}$
 - (7) 교량하중 계수 : $f_s = 0.052$
- 3) 지반 조건
- (1) 아스팔트층의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
 - (2) 기초지반의 마찰 : $\mu = 3.000$
 - (3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 21.708^\circ$ ($\phi_2 = 15^\circ + \frac{1}{2} \phi_1$)
 - (4) 기초지반의 굴곡력 : $C = 17.000 \text{ kN/m}^2$
 - (5) 기초지반의 굴곡계수 : $\mu = 0.258$; $\tan(\phi_2 + \phi_2) : \text{충과 콘크리트}$
 - (6) 지반 가압도 계수 : $A = 0.154$; 안전도계수 $\times$ 지반가압계수
 - 나란 등급 : 1 등급 - 위험도 계수 : 1.400 [도표규 설계기준 6.3.1]
 - 사선 구역 : 1 구역 - 사선구역 계수 : 0.110
- 4) 사용 재료 강도
- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
 - 방설계수 : $E_c = 26896.000 \text{ MPa}$ [도표규 설계기준 2.3.3]
 - (2) 철근의 항복 강도(S500) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
 - 항설계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도표규 설계기준 2.3.3]
- 5) 설계 방법
- (1) 안전성 검토 : 허용응력 설계법
 - (2) 단면 설계 : 극한강도 설계법
- 6) 참고 문헌
- (1) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
 - (2) 도표규 설계기준 : 국토해양부 (2010)
 - (3) 도로설계 편람 : 국토해양부 (2000)
 - (4) 도로설계 요령 : 한국도로공사 (2002)

2. 단면 가정



* 교량하중 안전 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교정하중	461.222	4349.529	4810.751
활하중	295.501	1211.008	1477.807

* 지진하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교축방향	741.100	741.100	1482.201
직각방향	740.855	0.000	740.855

$H = R \times A \times S$ R : 교량발설의 교정하중 반력, A : 가속도계수($=0.154$), S : 지반계수($=1.000$)
 교축직각방향 $H = \sum R_a \times A \times S$ $\sum R_a$: 교대의 전체 교정하중 반력
 교축방향 $H = \sum R_l \times A \times S$ $\sum R_l$: 상부구조의 전체 교정하중 반력

4. 안전 검토

1) 하중검제 및 조합

① 직각하중 집계표 : 『하중기준 참조』

구분	수직적	수평적	작용거리		모멘트	
			X(m)	Y(m)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)
1. 교대구체(중상시)	654.942	-	3.288	3.038	2153.165	-
2. 교대구체(지진시)	654.942	50.431	3.288	3.038	2153.165	153.203
3. 첫차음향(중상시)	718.960	-	5.786	5.991	4156.648	-
4. 첫차음향(지진시)	718.960	55.380	5.786	5.991	4156.648	331.641
5. 배면트럭(중상시)	-	294.636	-	3.476	-	1024.063
6. 배면트럭(지진시)	-	341.385	-	5.213	-	1779.826
7. 첫차음향(중상시)	43.000	28.257	5.650	5.213	242.950	147.318
8. 상부 교정하중반력	555.240	-	2.393	-	1328.689	-
9. 상부 활하중반력	169.576	-	2.393	-	406.753	-
10. 교정하중반력	-	27.762	-	6.964	-	193.336
11. 상부중성력	-	-	-	6.964	-	-

② 하중조합

구분	구분	V(kN)	H(kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)
COMB 1	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7)	1416.902	322.895	5555.753	1171.381
COMB 2	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7)	1416.902	322.895	5555.753	1171.381
COMB 3	교정하중+토압+지진하중(2+4+6)	1373.902	447.179	5312.813	2254.670
COMB 4	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7+8+9)	2142.118	322.895	8291.205	1171.381
COMB 5	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7+8+9)	2142.118	322.895	8291.205	1171.381
COMB 6	교정하중+토압+지진하중(2+4+6+8+1)	1929.142	447.179	7641.522	2254.670

註) COMB 1,2,3 : COMB 4,5,6 : 상부하중 배제하중(가설시) : 상부하중 배제하중
 가설시의 활하중은 다른가계(도표규)를 건설기준의 하중을 적용.

2) 전도에 대한 안전

- 알록기층 이므로 불필요 : 『10. 알록기층』 참조

3) 활중에 대한 안전

- 알록기층 이므로 불필요 : 『10. 알록기층』 참조

4) 지지력에 대한 안전

- 알록기층 이므로 불필요 : 『10. 알록기층』 참조

5) 활하중에서의 작용하중 산정

① 활하중의 작용하중 계산

$$\sum W = \sum W_1 - \sum W_2$$

$$e = \text{활하중선} (= 3.605) - \sum W / \sum V$$

$$W_0 = \sum W \times e$$

* 활하중의 계산

구분	거리(m)	분수	거리 분수	단위(m)
1. 길	0.650	6.000	3.900	-
2. 길	1.950	6.000	11.700	-
3. 길	3.250	6.000	19.500	-
4. 길	4.550	6.000	27.300	-
5. 길	5.850	6.000	35.100	-
6. 길	7.150	3.000	21.450	-
계	-	33.000	118.950	3.605

② 하중조합별 작용력

구분	구분	V(kN)	H(kN)	e(m)	M ₀ (kN.m)
COMB 1	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7)	12284.540	2799.500	-0.196	-2407.770
COMB 2	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7)	12284.540	2799.500	-0.196	-2407.770
COMB 3	교정하중+토압+지진하중(2+4+6)	11911.730	3877.042	0.658	7837.919
COMB 4	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7+8+9)	18572.163	2799.500	0.281	5218.778
COMB 5	교정하중+활하중+토압(1+3+5+7+8+9)	18572.163	2799.500	0.281	5218.778
COMB 6	교정하중+토압+지진하중(2+4+6+8+1)	16725.651	3877.042	0.817	13664.855

註) COMB 1,2,3 : 상부하중 배제하중(가설시) COMB 4,5,6 : 상부하중 배제하중

각 작용력별 교대의 폭폭 5.670 m를 고려한 결과값임.

20.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 금회 점검은 최초의 정밀안전점검 이다. 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 3회를 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 20.2.1】 고양분기점 7교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	고양분기점 7교의 손상현황으로는 방호벽 델리네이트 파손, 접속부 파손, 신축이음 차수판 볼트체결불량, 후타재 균열, 후타재 파손, 교량받침 무수축물탈 파손, Plate부식, 교대 토사 및 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡, 외부충격에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	고양분기점 7교의 손상현황으로는 방호벽 델리네이트 파손, 접속부 파손, 신축이음 차수판 볼트체결불량, 후타재 균열, 후타재 파손, 교량받침 무수축물탈 파손, Plate부식, 교대 토사 및 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공미흡, 외부충격에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 배수시설의 현재 손상 등 상태는 양호하나 포장부의 원활한 배수를 위하여 주기적인 정비가 요망된다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 신축이음 차수판 볼트체결 불량, 후타재 파손, 후타재 균열(cw=0.3mm미만) - 교량받침 받침물탈 파손, plate부식 - 교대 토사 및 폐콘크리트 퇴적	양호

20.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

20.2.4 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	○ 외관조사결과 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.	

20.2.5 시설물 보수 이력

【표 20.2.2】 고양분기점 7교 보수이력사항

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

20.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 20.2.3】 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.			

20.3 현장조사

20.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 도로 및 사다리를 이용하여 정밀조사를 실시하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1	도보 및 사다리	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

【사진 20.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

20.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 고양분기점 7교는 총 1경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=65.0m 폭 8.7m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 20.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 일부 구간에서 망상균열이 확인되었다.

【표 20.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	7.50	2
합계	7.50	2

	
바닥판 하면 S1 망상균열(1.5×2.0)	바닥판 하면 S1 망상균열(1.5×3.0)
	
바닥판 하면 S1 상태양호	바닥판 하면 S1 상태양호

【사진 20.3.3】 바닥판하면 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 건조수축으로 인한 망상균열이 발생한 것으로 조사되었고, 조사된 손상은 시설물의 사용성에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 2열로 시공되었으며, 도보로 외관조사를 실시하였다



【사진 20.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 거더외부에서 부식이 확인되었고, 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 20.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		부식 (㎡/개소)	
거더 외부	S1	0.03	1
거더 내부	S1	—	—
합계		0.03	1

	
거터외부 S1-G1 부식(0.1×0.3)	거터외부 S1-G2 상태양호
	
거터내부 S1-G1 상태양호	거터내부 S1-G2 상태양호

【사진 20.3.5】 거터 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거터외부에 발생한 부식은 외부 우수유입에 의한 부식으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 지속적인 우수유입에 의한 손상의 증가로 내구성 저하 등을 방지하기 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거터내부는 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 등의 역할을 하는 가로보는 STEEL로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 20.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 20.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분		상태양호	
가로보	S1	—	—
합계		—	—

	
가로보 상태양호	가로보 상태양호
	
가로보 상태양호	가로보 상태양호

【사진 20.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 가로보에 대한 금회 안전점검 결과 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 고양분기점 7교 교대는 역T으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 20.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 토사 및 폐콘크리트 퇴적, 박리, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 20.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		표면열화 및 박리 (㎡/개소)		토사 및 폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—	6.00	1	0.20	1	0.06	1
A2	2.00	1	0.75	1	6.00	1	—	—	—	—
합계	2.00	1	0.75	1	12.00	2	0.20	1	0.06	1

	
교대 A1 박리(6.0×1.0)	교대 A1 파손(6.0×1.0)
	
교대 A1 토사 및 폐콘크리트 퇴적(6.0×1.0)	교대 A1 토사 및 폐콘크리트 퇴적(6.0×1.0)
	
교대 A2 토사 및 폐콘크리트 퇴적(6.0×1.0)	교대 A2 토사 및 폐콘크리트 퇴적(6.0×1.0)

【사진 20.3.9】 교대 손상현황

	
교대 A2 균열(Cw=0.3mm미만)	교대 A2 표면열화 및 박리(1.5×0.5)

【사진 20.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

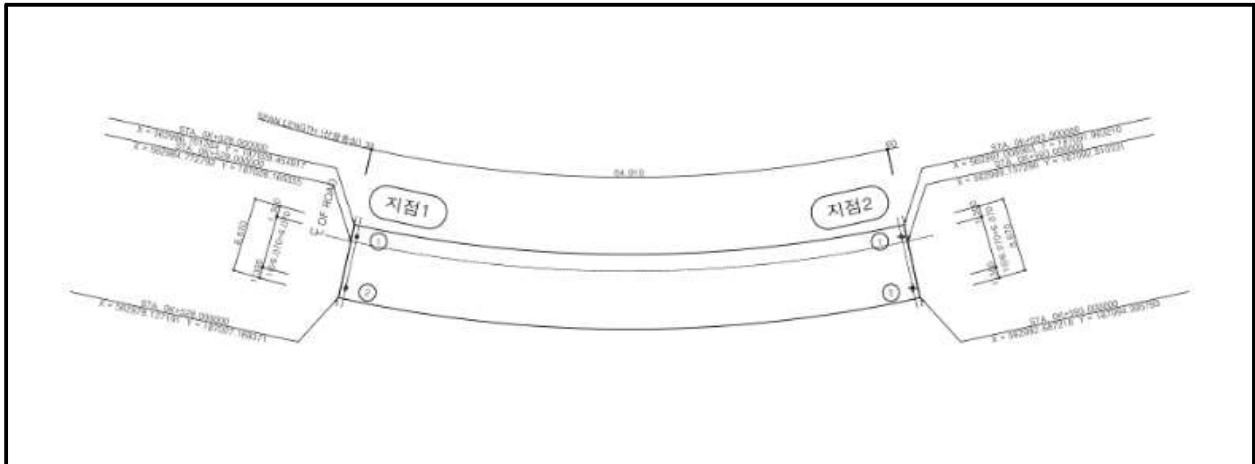
4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 건조수축, 시공미흡, 외부 우수유입, 열화, 외부 충격 등으로 인한 균열(Cw=0.3mm미만), 토사 및 폐콘크리트 퇴적, 표면열화 및 박리, 파손, 박리 등의 손상이 확인되었고, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 정비, 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 고양분기점 7교의 받침은 포트받침으로 총 4기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 20.3.1】 교량받침 배치도



【사진 20.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 금회 조사된 손상으로 Plate부식, 받침물탈 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 20.3.5】 교량반침 현장조사 결과

구분	Plate부식 (개소)		반침몰탈 파손 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
A2	2.00	2	0.09	1
합계	2.00	2	0.09	1

	
교량반침 A2-Sh2 반침몰탈 파손(0.3×0.3)	교량반침 A2-Sh1 Plate부식(1EA)
	
교량반침 A1-Sh1 상태양호	교량반침 A1-Sh2 상태양호

【사진 20.3.11】 교량반침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

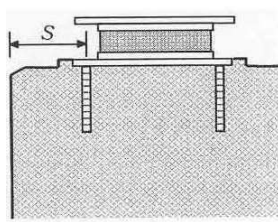
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

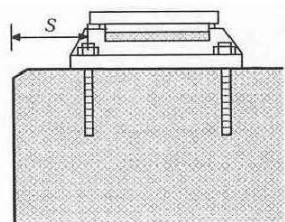
- 교량반침에 발생한 반침몰탈 파손, Plate부식은 시공초기 외부 충격, 외부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 지속적인 우수유입에 의한 손상의 증가로 내구성 저하 등을 방지하기 위한 단면보수, 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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 20.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 20.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=65.0m) : $200 + 5 \times 65.0 = 525(\text{mm})$

【표 20.3.6】연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
		Sh1	Sh2	
A1	525	640	542	O.K
A2	525	692	618	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 20.3.13】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 20.3.7】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	29.4	30.6	0.000012	65.0	22.9	23.9	
A2	고정단						
1) 조사당시 온도 : 9.4 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울)) 2) 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)							

【표 20.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	15(A1)	65.0	35.0	22.9	23.9	±50	O.K
	SH2	15(A1)	65.0	35.0	22.9	23.9	±50	O.K
A2	고정단							
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.

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



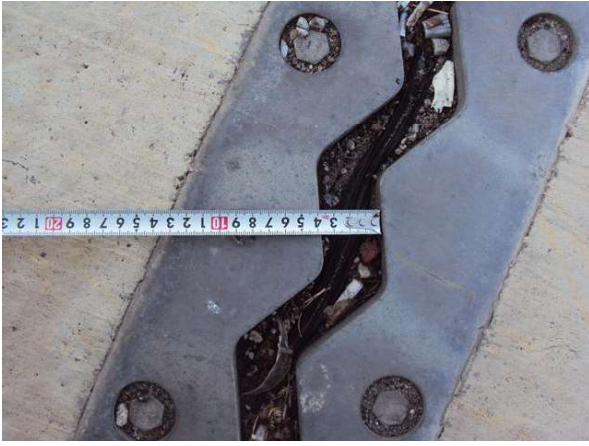
【사진 20.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 후타재 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 후타재 파손, 차수판 볼트 체결불량, 여유량 부족 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 20.3.9】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		차수판 볼트 체결불량 (개소)		여유량 부족 (개소)	
A1 (EXP J1)	4.00	10	0.02	1	2.00	2	1.00	1
A2 (EXP J2)	4.80	12	—	—	—	—	—	—
합계	8.80	22	0.02	1	2.00	2	1.00	1

	
신축이음 A1 여유량 부족(1EA)	신축이음 A1 후타재 파손(0.1×0.2)
	
신축이음 A1 차수판 볼트 체결불량(2EA)	신축이음 A2 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)

【사진 20.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

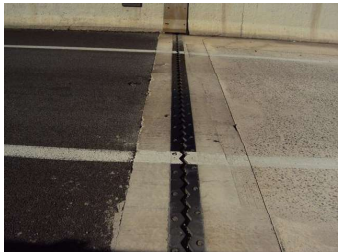
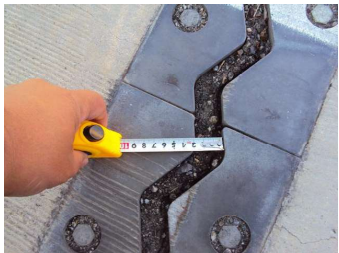
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(Cw=0.3mm미만), 후타재 파손, 차수판 볼트 체결불량, 여유량 부족 등의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격, 시공미흡 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수, 신축이음 재설치 등의 보수를 실시하고 주기적인 안전점검을 통하여 손상의 재발생 여부 등을 확인하는 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. 18. 기온 적용: 9.4℃(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 9.4^{\circ}\text{C} = 30.6^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-20.0^{\circ}\text{C} - (9.4^{\circ}\text{C}) = 29.4^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="3">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교	-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	RC, PSC교	-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																

【사진 20.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 20.3.10】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	29.4	30.6	0.000012	65.0	22.9	23.9	38.0	30.0	60.0	
A2	고정단									
1) 조사당시 온도 : 9.4 $^{\circ}C$ (조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 고양시(기상청 자료 : 서울)) 2) 검토온도 : -20 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (한랭지방)										

【표 20.3.11】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜) ④	신축 여유량(㎜)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①-③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	22.9	23.9	38.0	60	-0.9	14.1	N.G
	바닥판	22.9	23.9	30.0	-	-	6.1	O.K
	거더	22.9	23.9	60.0	-	-	36.1	O.K
A2		고정단						
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축시 A1 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.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

- 고양분기점 7교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.



【사진 20.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 포트홀, 접속부 포장 파손 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 20.3.12】 교면포장 현장조사 결과

구분	포트홀 (㎡/개소)		접속부 포장 파손 (㎡/개소)	
S1	0.05	2	0.50	1
합계	0.05	2	0.50	1

	
교면포장 S1 포트홀(0.2×0.2)	교면포장 S1 포트홀(0.1×0.1)
	
교면포장 S1(A1) 접속부 포장 파손(0.5×1.0)	교면포장 S1 상태현황

【사진 20.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 포트홀, 접속부 포장 파손 등의 손상은 시공미흡, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 접속부 포장 파손의 경우 갓길 측에 위치하여 주행성에 문제는 없으나, 부재의 사용성 확보차원의 단면보수가 필요하고, 포트홀 손상은 지속적인 차량의 반복 통행하중에 의해 손상 진전시 차량의 주행성에 영향을 미칠것으로 판단되어 아스콘 패칭 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 고양분기점 7교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 20.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 20.3.13】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소)	
S1	4.00	4
합계	4.00	4

	
배수시설 S1 배수구 막힘(1EA)	배수시설 S1 배수구 막힘(1EA)
	
배수시설 S1 배수구 막힘(1EA)	배수시설 S1 배수구 막힘(1EA)

【사진 20.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 배수시설의 배수구에 발생한 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 2차 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 20.3.21】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상), 델리네이트 파손, 접속부 파손 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 20.3.14】 방호벽 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm이상) (m/개소)		델리네이트 파손 (개소)		접속부 파손 (m/개소)	
S1	2.00	1	2.00	2	0.20	1
합계	2.00	1	2.00	2	0.20	1

	
방호벽 S1 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상)	방호벽 S1 텔리네이트 파손(1EA)
	
방호벽 S1 텔리네이트 파손(1EA)	방호벽 S1(A1) 접속부 파손(0.2×1.0)

【사진 20.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상), 텔리네이트 파손, 접속부 파손 등의 경우, 건조수축, 외부충격, 시공초기 성토부 지반안정 침하에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 시설물의 내구성 확보차원의 주입보수, 단면보수 등의 유지관리가 필요하다.

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 본 교량은 교대 A1에 콘크리트 점검계단, A2에 철제 점검계단 등의 점검시설이 설치 되어 있는 상태이다.



【사진 20.3.23】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검시설 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, A1에 콘크리트 점검계단 유실이 확인되었다.

【표 20.3.15】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	점검계단 유실 (개소)	
A1	10.00	10
A2	—	—
합계	10.00	10

	
A1 점검계단 유실(10EA)	A2 점검로 상태양호

【사진 20.3.24】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 점검시설에 발생한 A1 콘크리트 점검계단 유실은 시공미흡에 의한 고정 불량으로 발생한 손상으로 판단되며, 원활한 시설물의 유지관리를 위하여 점검계단 재설치 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

20.3.3 외관조사 총괄표

【표 20.3.16】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		망상균열	m ²	7.50	2	
거더	거더외부	부식	m ²	0.03	1	
	거더내부	상태양호	—	—	—	
가로보		상태양호	—	—	—	
교대		균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
		표면박리 및 열화	m ²	0.75	1	
		토사 및 폐콘크리트 퇴적	m ²	12.00	2	
		박리	m ²	0.20	1	
		파손	m ²	0.06	1	
교량받침		Plate부식	EA	2.00	2	
		받침몰탈 파손	m ²	0.09	1	
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	8.80	22	
		후타재 파손	m ²	0.02	1	
		여유량 부족	EA	1.00	1	
		차수관 볼트 체결불량	EA	2.00	2	
교면포장		포트홀	m ²	0.05	2	
		접속부 포장 파손	m ²	0.50	1	
배수시설		배수구 막힘	EA	4.00	4	
방호벽		균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	
		델리네이트 파손	m ²	2.00	2	
		접속부 파손	m ²	0.20	1	
점검시설		점검계단 유실	EA	10.00	10	

20.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

20.4 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.

20.4.1 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 20.4.1】 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	2	2	2	2	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

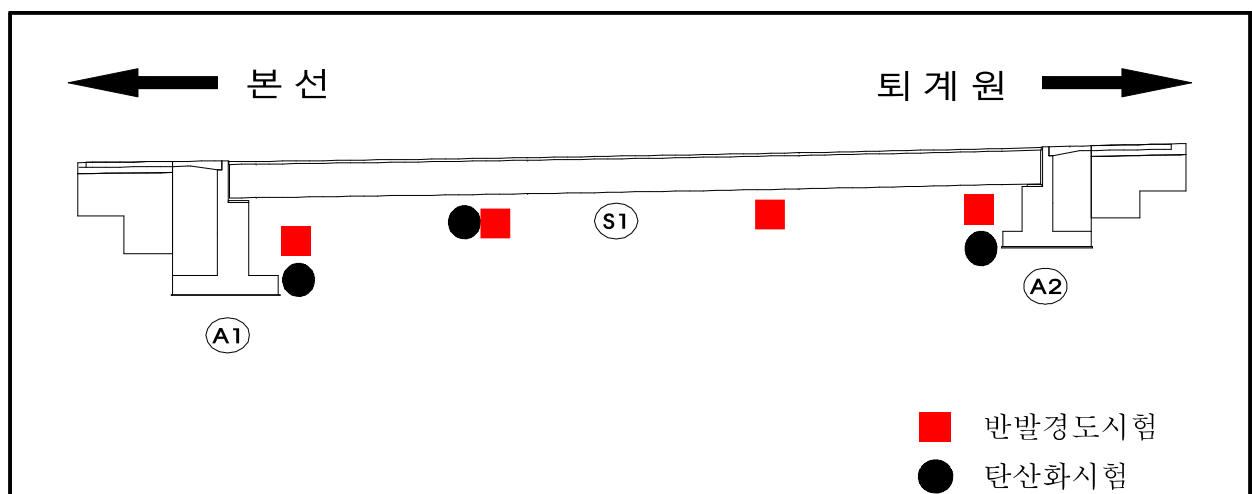
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 20.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 20.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

20.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 4개소)을 실시하였으며, 검토 결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 20.4.2】 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	28.8	0.67	27.0	
	S1	바닥판	45.9	27.0	28.6	0.67		

【표 20.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1	교대	42.6	24.1	27.0	0.67	24.0	
	A2	교대	43.2	24.7	27.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.8MPa, 하부구조(교대) 24.1~27.3 MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 20.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.4	27.0	100.1 ~ 106.5
하부구조	교대	24.1 ~ 27.3	24.0	100.6 ~ 113.6

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 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 20.4.5】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판하면	1.5	40.0	38.5	1.06	100년이상	a
하부구조	A1 교대	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a
	A2 교대	2.5	100.0	97.5	1.77	100년이상	a

탄산화 깊이에 대한 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~2.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 20.4.6】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.5	38.5	
하부구조	2.0~2.5	97.5~98.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 20.4.7】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.1~27.3	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		1.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		2.0~2.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

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

20.5.1 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 20.5.1】 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	b	a	b	c	c	b	a	b	q	a	a
	A2								b	b	b	q	-	a
평균			0.200	0.200	0.100	0.200	0.400	0.400	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			0.036	0.040	0.005	0.014	0.012	0.008	0.018	0.014	0.040	-	0.004	0.003
													0.194	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.194) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 20.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
고양분기점 7교	0.194	B	65	1	65	1.000	0.194
합계(Σ)			65	1	65	1.000	0.194
1. 평가지수 =							0.194
2. 상태평가결과 =							B

20.5.2 기 점검 결과와의 비교

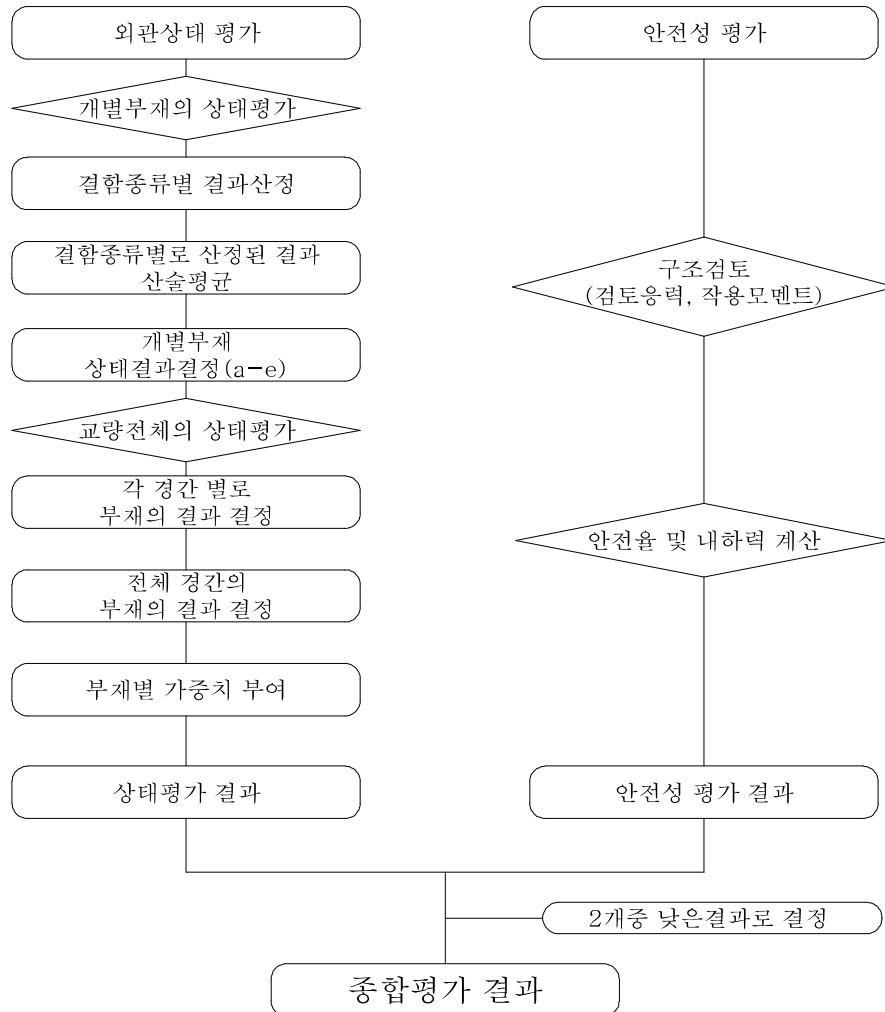
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

20.6 종합평가 및 안전등급 지정

20.6.1 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 20.6.1】 종합평가 결과 산정절차

20.6.2 종합평가 결과

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

【표 20.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
고양분기점 7교	0.194	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

20.6.3 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 20.6.2】 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

20.7 보수·보강 및 유지관리방안

20.7.1 보수·보강 방안

【표 20.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분		손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면		망상균열	m ²	7.50	2	표면처리	하자
거더	거더외부	부식	m ²	0.03	1	재도장	하자
	거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보		상태양호	—	—	—	—	—
교대		균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	표면처리	하자
		표면박리 및 열화	m ²	0.75	1	단면보수	하자
		토사 및 폐콘크리트 퇴적	m ²	12.00	2	정비	하자
		박리	m ²	0.20	1	단면보수	하자
		파손	m ²	0.06	1	단면보수	하자
교량받침		Plate부식	EA	2.00	2	재도장	하자
		받침물탈 파손	m ²	0.09	1	단면보수	하자
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	m	8.80	22	표면처리	하자
		후타재 파손	m ²	0.02	1	단면보수	하자
		여유량 부족	EA	1.00	1	신축이음 재설치	하자
		차수관 볼트 체결불량	EA	2.00	2	정비	하자
교면포장		포트홀	m ²	0.05	2	아스콘 팻칭	하자
		접속부 포장 파손	m ²	0.50	1	단면보수	하자
배수시설		배수구 막힘	EA	4.00	4	정비	하자
방호벽		균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	주입보수	하자
		델리네이트 파손	m ²	2.00	2	정비	하자
		접속부 파손	m ²	0.20	1	단면보수	하자
점검시설		점검계단 유실	EA	10.00	10	정비	하자

20.7.2 개략공사비

【표 20.7.2】 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면		망상균열	표면처리	7.50	11.25	m ²	—	—	하자
거더	외부	부식	채도장	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
교대		균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m	—	—	하자
		표면박리 및 열화	단면보수	0.75	1.13	m ²	—	—	하자
		토사 및 폐콘크리트 퇴적	정비	12.00	18.00	m ²	—	—	하자
		박리	단면보수	0.20	0.30	m ²	—	—	하자
		파손	단면보수	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
교량받침		Plate부식	채도장	2.00	3.00	EA	—	—	하자
		받침몰탈 파손	단면보수	0.09	0.14	m ²	—	—	하자
신축이음		후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	8.80	13.20	m	—	—	하자
		후타재 파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	—	—	하자
		여유량 부족	신축이음 재설치	1.00	1.00	EA	—	—	하자
		차수판 볼트 체결불량	정비	2.00	3.00	EA	—	—	하자
교면포장		포트홀	아스콘 팻칭	0.05	0.08	m ²	—	—	하자
		접속부 포장 파손	단면보수	0.50	0.75	m ²	—	—	하자
배수시설		배수구 막힘	정비	4.00	6.00	EA	—	—	하자
방호벽		균열(0.3mm이상)	주입보수	2.00	3.00	m	—	—	하자
		델리네이트 파손	정비	2.00	3.00	m ²	—	—	하자
		접속부 파손	단면보수	0.20	0.30	m ²	—	—	하자
점검시설		점검계단 유실	정비	10.00	15.00	EA	—	—	하자
개략 공사비 (천원)		구 분	1순위		2순위		3순위		
		순공사비	—		—		—		
		재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
		합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)			—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

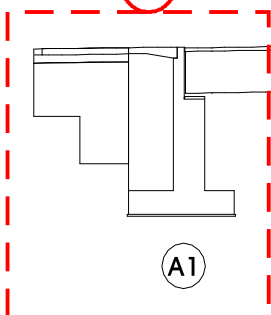
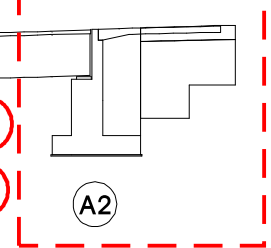
20.7.3 유지관리방안

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 20.7.3】 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 신축이음 A1 여유량 부족 - 주기적인 여유량 확인	② 교량받침 A2-SH2 받침물탈 파손 - 진전 여부확인	③ 하부구조 A2 표면열화 및 박리 - 진전 여부확인
← 본 선 ①  A1 S1 퇴 계 원 → ② ③  A2		

20.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 원당동 218-5에 위치한 교량으로 총 연장 65.0m, 폭 8.7m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공 자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

20.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 건조수축으로 인한 망상균열이 발생한 것으로 조사되었고, 조사된 손상은 시설물의 사용성에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부에 발생한 부식은 외부 우수유입에 의한 부식으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 지속적인 우수유입에 의한 손상의 증가로 내구성 저하 등을 방지하기 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 금회 안전점검 결과 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 건조수축, 시공미흡, 외부 우수유입, 열화, 외부 충격 등으로 인한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 미만), 토사 및 폐콘크리트 퇴적, 표면열화 및 박리, 파손, 박리 등의 손상이 확인되었고, 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 정비, 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

5) 교량받침

- 교량받침에 발생한 받침몰탈 파손, Plate부식은 시공초기 외부 충격, 외부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 지속적인 우수유입에 의한 손상의 증가로 내구성 저하 등을 방지하기 위한 단면보수, 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 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.

6) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열($Cw=0.3\text{mm}$ 미만), 후타재 파손, 차수판 볼트 체결불량, 여유량 부족 등의 경우, 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격, 시공미흡 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수, 신축이음 재설치 등의 보수를 실시하고 주기적인 안전점검을 통하여 손상의 재발생 여부 등을 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축시 A1 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.

7) 교면포장

- 교면포장에 발생한 포트홀, 접속부 포장 파손 등의 손상은 시공미흡, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 접속부 포장 파손의 경우 갓길 측에 위치하여 주행성에 문제는 없으나, 부재의 사용성 확보차원의 단면보수가 필요하고, 포트홀 손상은 지속적인 차량의 반복 통행하중에 의해 손상 진전시 차량의 주행성에 영향을 미칠것으로 판단되어 아스콘 팻칭 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

8) 배수시설

- 배수시설의 배수구에 발생한 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 2차 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

9) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열($C_w=0.3\text{mm}$ 이상), 텔리네이트 파손, 접속부 파손 등의 경우, 건조수축, 외부충격, 시공초기 성토부 지반안정 침하에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 시설물의 내구성 확보차원의 주입보수, 단면보수 등의 유지관리가 필요하다.

10) 교량 점검시설

- 점검시설에 발생한 A1 콘크리트 점검계단 유실은 시공미흡에 의한 고정 불량으로 발생한 손상으로 판단되며, 원활한 시설물의 유지관리를 위하여 점검계단 재설치 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 하다.

11) 공중이 이용하는 부위

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과, 상부구조 $27.0\sim 28.8\text{MPa}$, 하부구조(교대) $24.1\sim 27.3\text{MPa}$ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa , 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이에 대한 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5mm , 하부구조 탄산화깊이는 $2.0\sim 2.5\text{mm}$ 로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm 이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 고양분기점 7교의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.194, 상태평가 점수는 "B" 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 고양분기점 7교에 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 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

20.8.2 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.

20.8.3 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.

