

4. 서문3교(문산방향)

- 4.1 시설물 개요
- 4.2 자료수집 및 분석
- 4.3 현장조사
- 4.4 콘크리트 내구성조사
- 4.5 상태평가
- 4.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 4.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 4.8 종합결론

4. 서문3교(문산방향)

4.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 350-9에 위치한 교량으로 총 연장 250.0m, 폭 12.3m로 시공되어 있다.

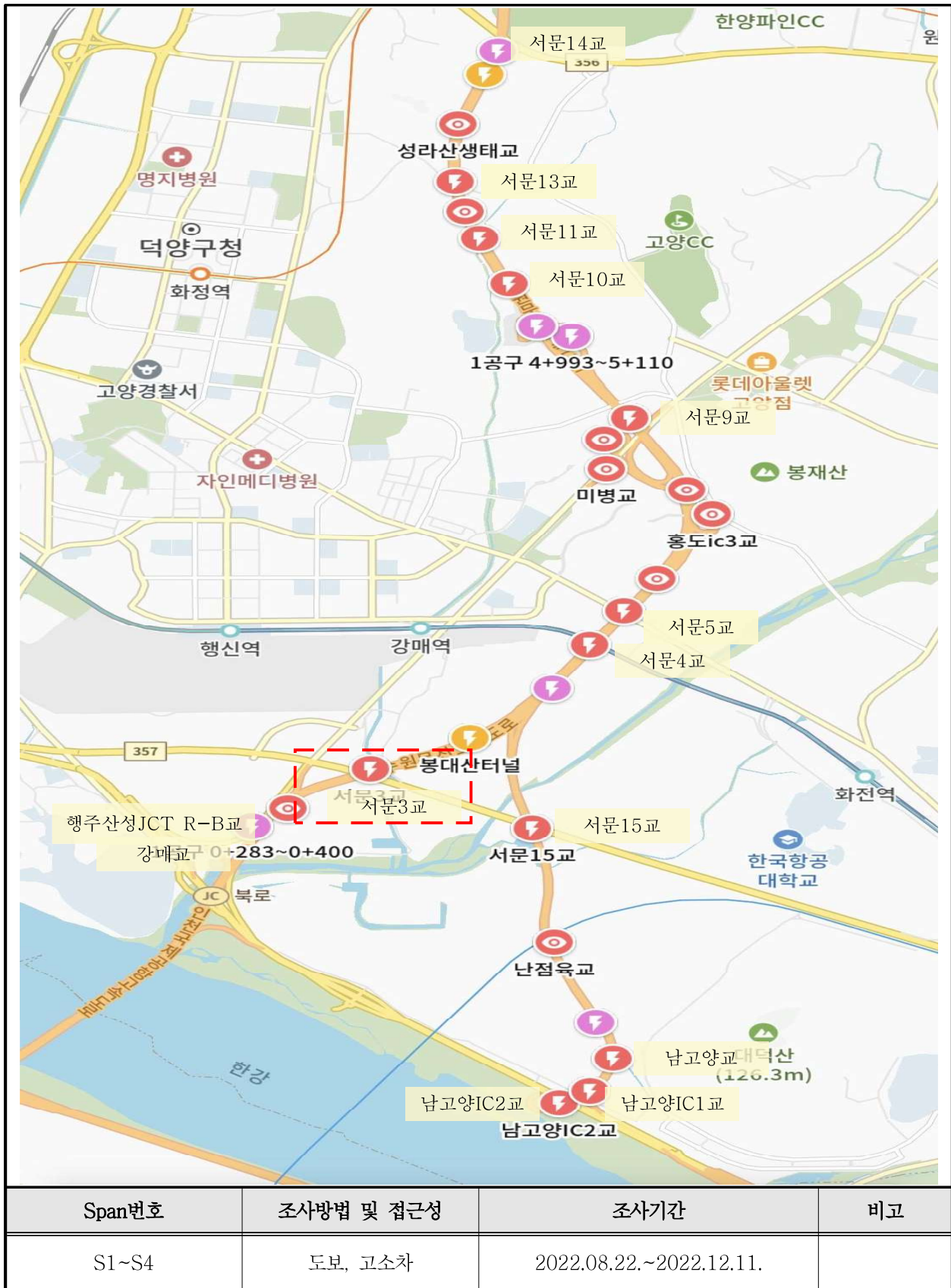
4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 서문3교(문산방향) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000303	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 강매동 350-9	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	강팽거쥔인트	
교차시설물		-	통과높이	5.0m	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		지에스건설(주)	관리주체	(주)다산건설턴트	
감 리 자		(주)동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	

	
상부 전경	하부 전경

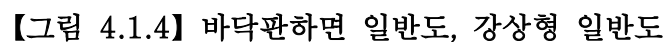
4.1.2 위치도 및 전경사진

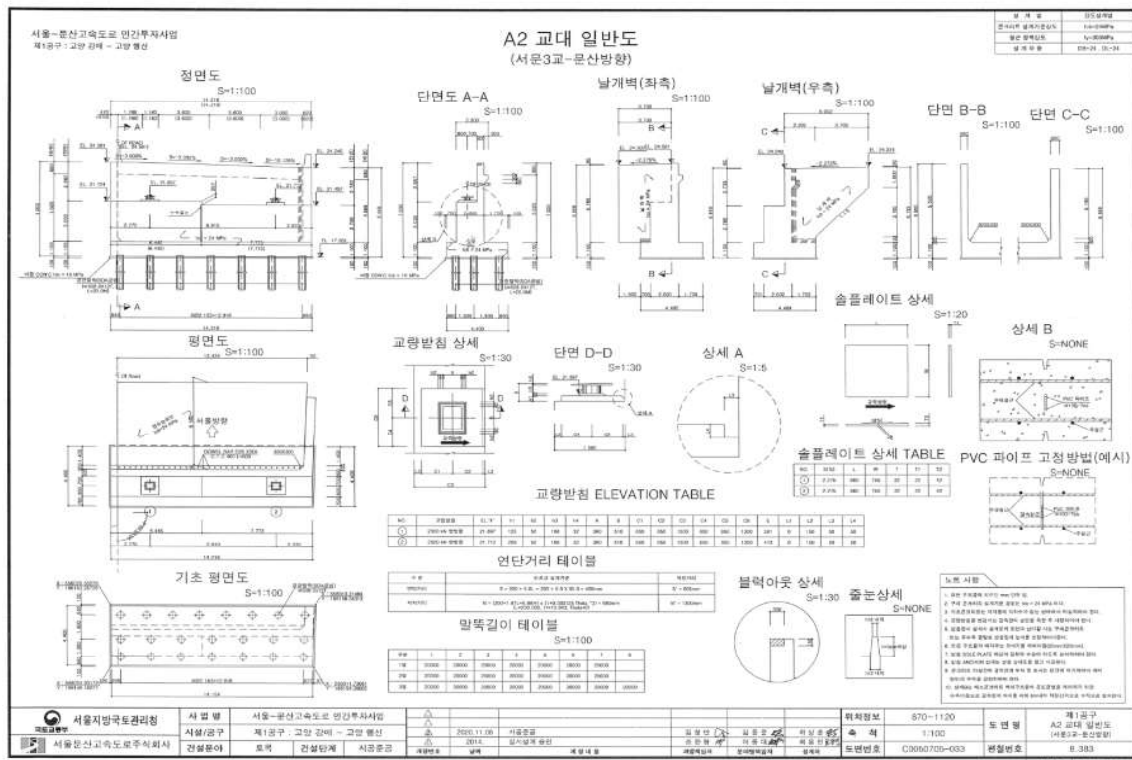


【그림 4.1.1】 위치도

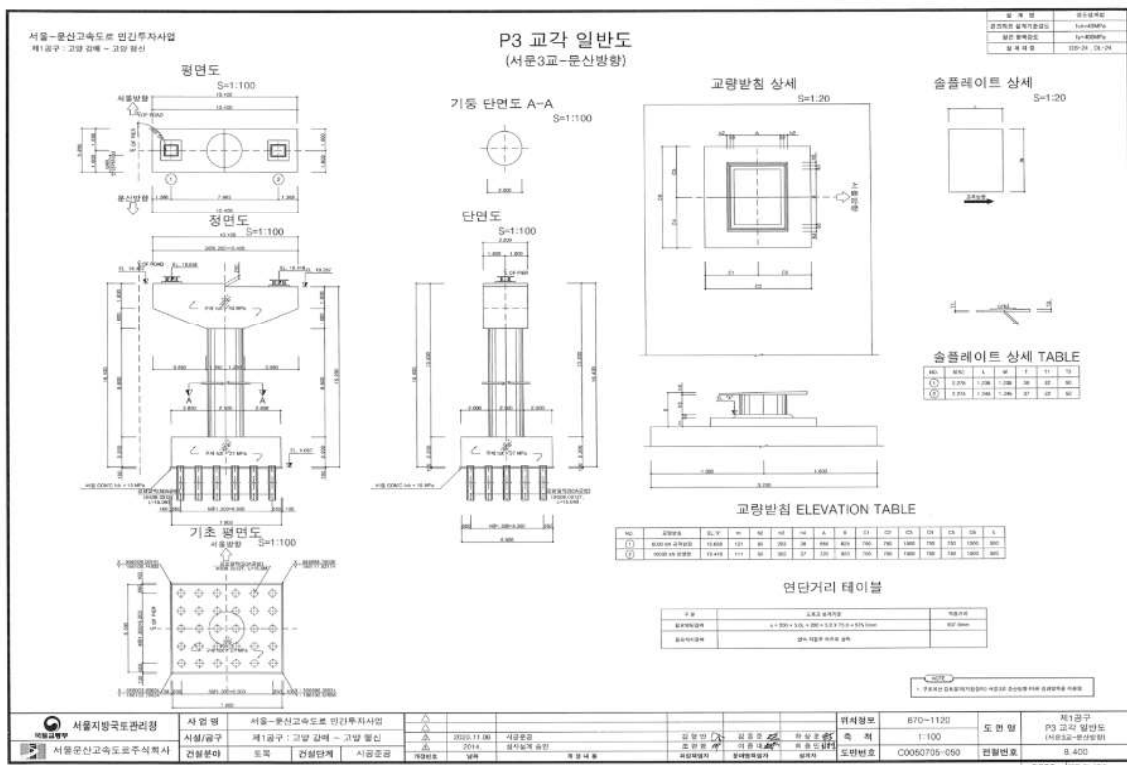
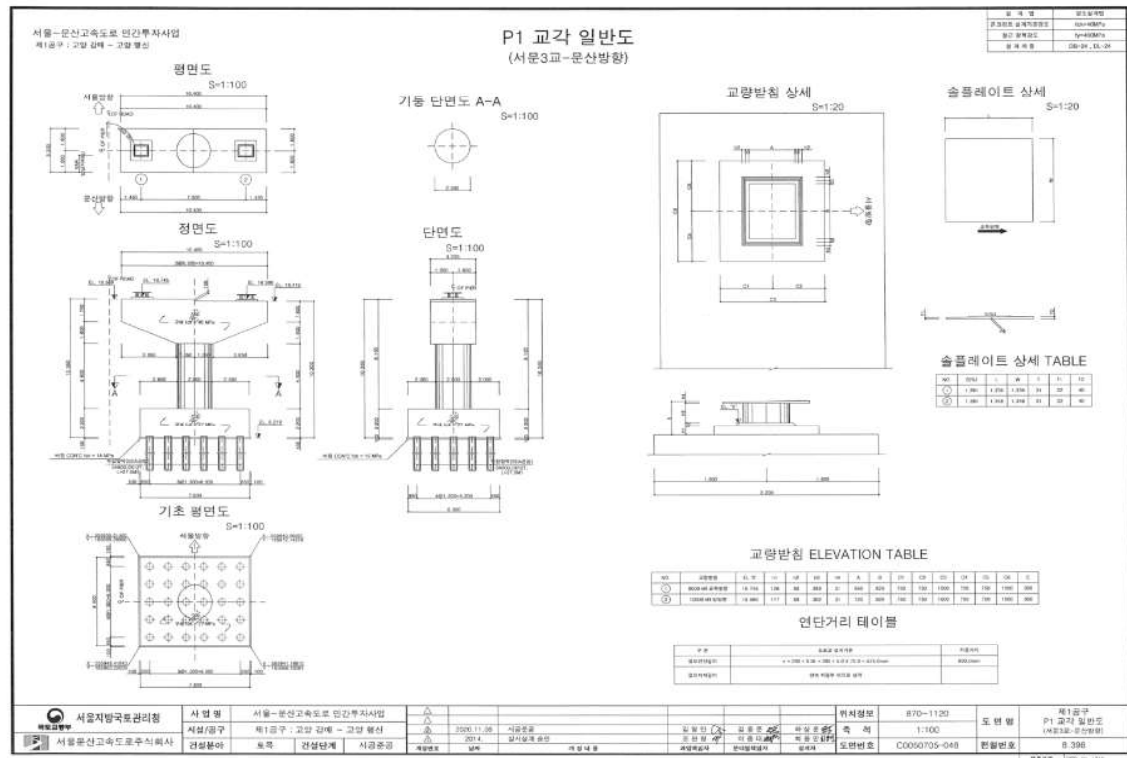
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 4.1.2】 부재별 현황

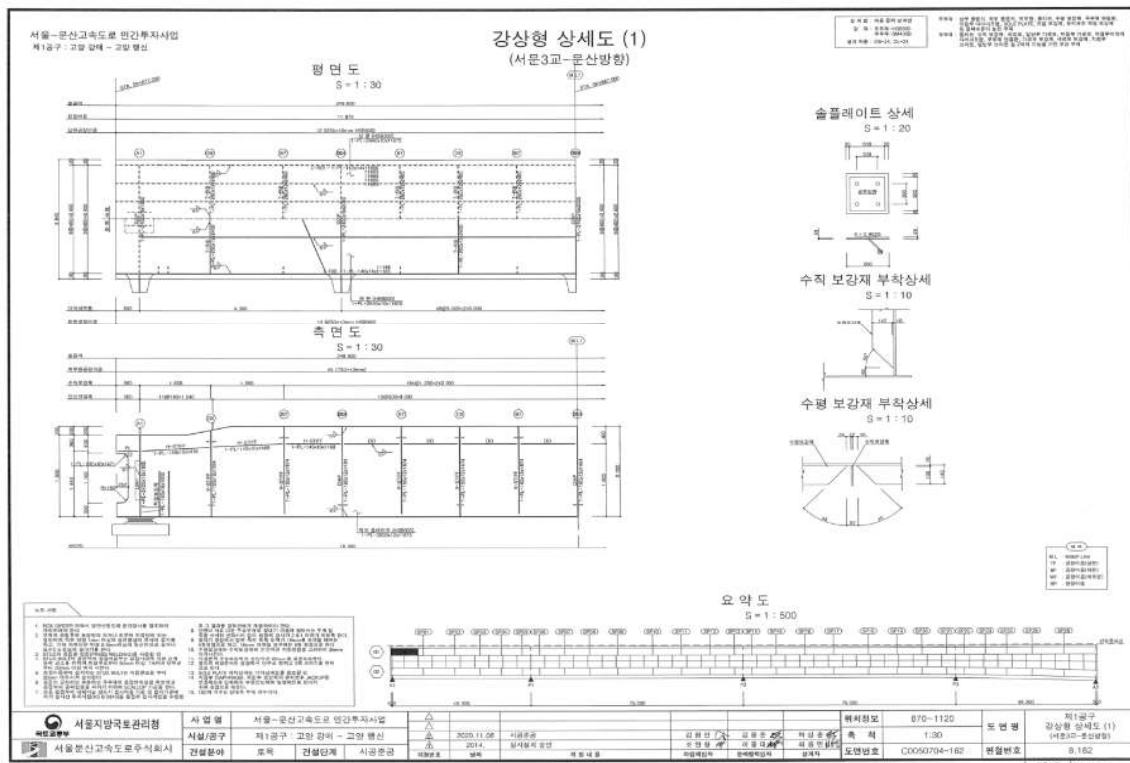




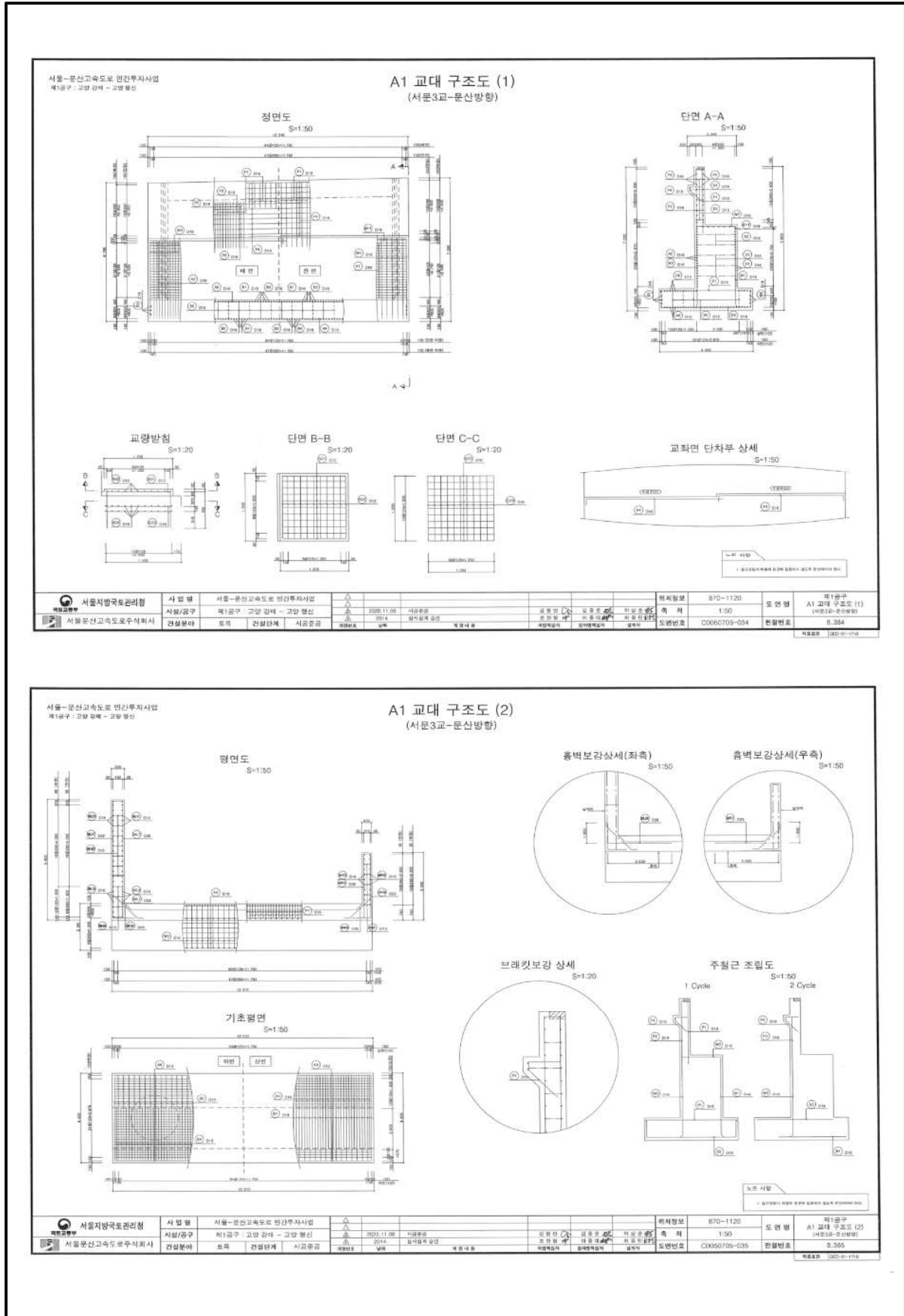
【그림 4.1.5】 교대 일반도



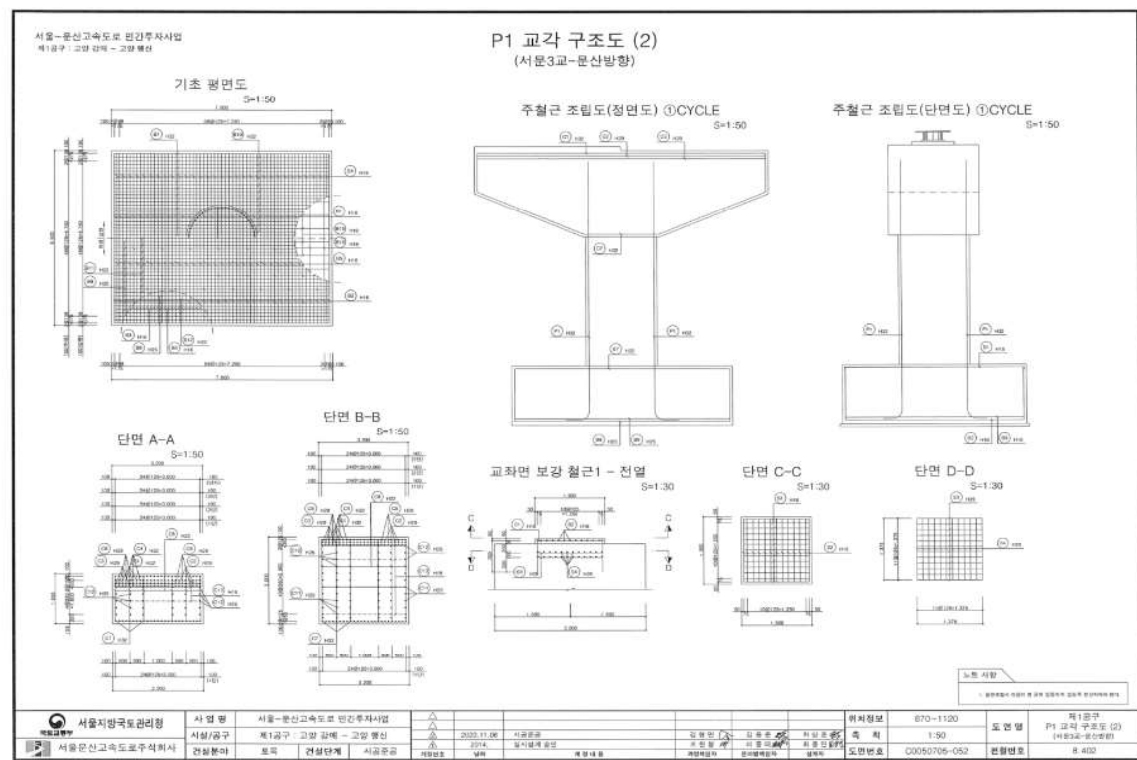
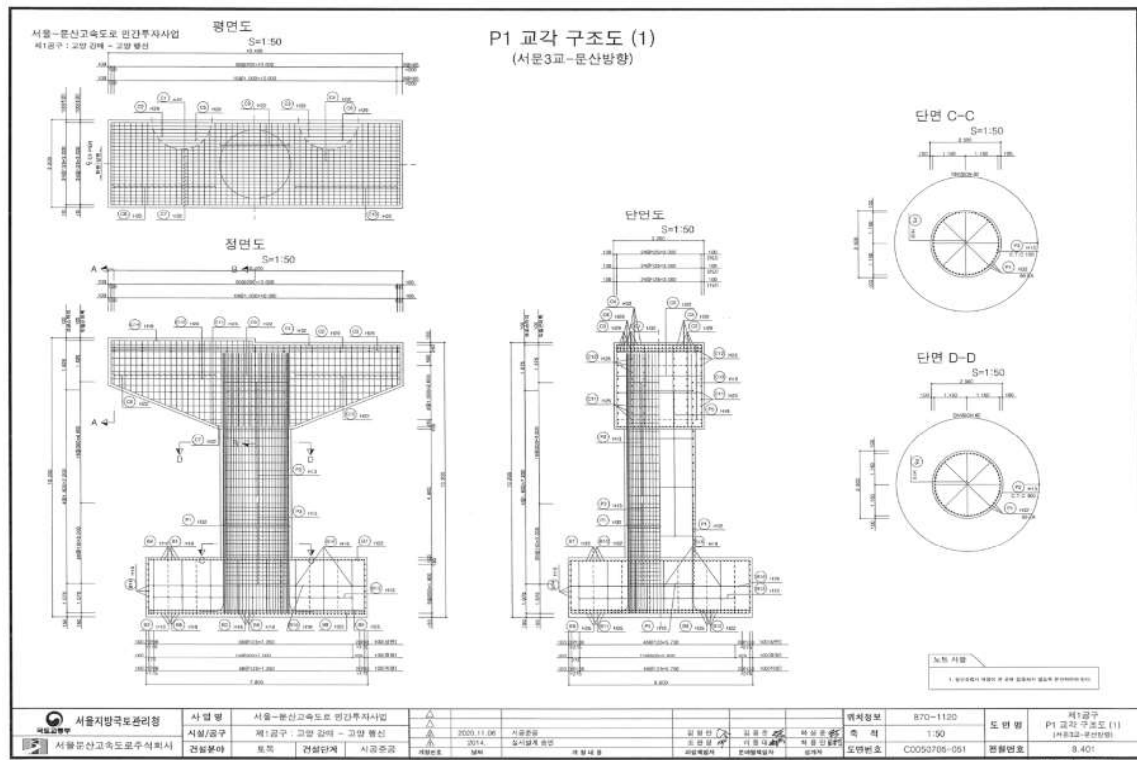
【그림 4.1.6】 교각 일반도



【그림 4.1.7】 바닥판하면 구조도, 강상형 상세도



【그림 4.1.8】 교대 구조도



【그림 4.1.9】 교각 구조도

서문3교(문산방향) - 13

SM서울-문산고속도로 안전관리지침

○ 한국지반공학회 학술발표 자료

구분	연도	토질(단위:kg/m ³)	입자경(μm)	나뭇잎(%)	비고
사면사면 학술발표자료	1996	21	30	35	-
	2001	20	30	35	-
	2003	19.5	20	36	사면, 제방 등
제방사면	2003	20	10	30	면 방
	2003	21	30	35	면방
참 고		19.5~21	10~30	30~36	-

○ 기본 지반특성

구분	토질(단위:kg/m ³)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	50~100	5.0~10.0

*단위:점성지수(C_u)는 점성지수(C_u)와 점성지수(C_u)의 곱으로, 점성지수(C_u)는 점성지수(C_u)의 곱으로

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.4 기반암 설계지반정수 산정

기반암에 대한 설계지반정수 산정 시 고려사항은 다음과 같다. (단위: kg/m³)

1) 지반특성

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

2) 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

SM서울-문산고속도로 안전관리지침

○ 한국지반공학회 학술발표 자료

○ 제언한점 결의

■ 제언한점 및 토사율비

구분	연도	토질(단위:kg/m ³)	입자경(μm)	나뭇잎(%)	비고
사면사면	1996	21	30	35	-
	2001	20	30	35	-
	2003	19.5	20	36	사면, 제방 등
제방사면	2003	20	10	30	면 방
	2003	21	30	35	면방
비고	19.5~21	10~30	30~36	-	

토사율비 (T₁, T₂) = 2.04 × (1 - 28.1/3.1) × 10 = 0.1 = 1% (28.1/3.1) = 9.07 (1.9/2.1) = 0.9

가역적 (log E₂₀/c_u) = 2.25/0.35

토사율비 (T₁, T₂) = 2.04 × (1 - 28.1/3.1) × 10 = 0.1 = 1% (28.1/3.1) = 9.07 (1.9/2.1) = 0.9

가역적 (log E₂₀/c_u) = 2.25/0.35

○ 기본 지반특성

구분	토질(단위:kg/m ³)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	50~100	5.0~10.0

*단위:점성지수(C_u)는 점성지수(C_u)와 점성지수(C_u)의 곱으로, 점성지수(C_u)는 점성지수(C_u)의 곱으로

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

제4편 성과분석 및 설계지반정수

○ 지반특성

구분		연도/구분	단위질량(kg/m³)		포유물비(%)	
			Tsuchiya (1984)	최대치 (1993)	Tsuchiya (1984)	최대치 (1993)
시험구간	1등길	81	26.3	—	0.21	0.15
	2등길	84	25.5	—	0.22	0.19
	3등길	53	24.8	—	0.23	0.22
	4등길	36	23.8	—	0.24	0.29
	모평균	10	22.1	—	0.27	0.49

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

제4편 성과분석 및 설계지반정수

○ 지반특성

비밀 구분	17B-1	16.3~20.4	연립	IV	26.65	2,832	1,501	47.46	50,759	0.10
	17B-1	23.2~23.4	정립	III	27.32	3,216	1,802	42.24	53,119	0.21
	17B-2	13.1~13.3	정립	III	27.44	3,012	1,406	73.50	70,684	0.18
	17B-3	21.6~21.8	정립	III	28.03	3,067	1,732	73.46	68,416	0.10
	17B-4	20.9~21.1	정립	III	27.08	3,831	1,855	100.39	79,961	0.16
	17B-5	18.6~19.0	정립	III	27.08	2,724	1,256	69.82	63,800	0.19
17B-6	18.6~19.0	연립	IV	26.90	2,688	1,305	97.85	62,344	0.16	

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

제4편 성과분석 및 설계지반정수

○ 지반특성

구분	연도	토질(단위:kg/m ³)	입자경(μm)	나뭇잎(%)	비고
대분류군	1등급	18,000	55,300~90,300	—	18,000
	2등급	13,000~15,000	24,000~28,300	—	13,000
	3등급	4,000~6,000	11,800~13,100	—	4,000
	4등급	1,000	3,100~4,400	599~999	1,000
	5등급	500	600~1,000	—	500

*별첨제수는 정형화의 변화가 크므로 시험값의 평균값 또는 적용시험의 최소값을 일반적으로 적용

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

SM서울-문산고속도로 안전관리지침

○ 중전분을 포함하고 있는 불연속면의 전단강도

구분	상	제1강도		제2강도		비고
		$c(\text{kgf/cm}^2)$	$\phi(^{\circ})$	$c(\text{kgf/cm}^2)$	$\phi(^{\circ})$	
면분	원도파단, 원통형상 각파단, 원도파단 원구파단적의 침윤을 변화가 큼	240.0	42.0	-	-	Ruz, Camargo Midao (Noble [100])
	제1파단 원도파단	15.0	7.5	-	-	Link[110] Brooker & Cincinlar[111]
제2파단	많은 층상 결속이 있음	90.0~130.0	13.0~17.0	-	-	
	90.0~100.0	9.0~13.0				

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

제4편 성과분석 및 설계지반정수

○ 지반특성

역시각각	31.0 ~ 36.0	35.0	23.0 ~ 26.0	29.0 ~ 35.0	25.0 ~ 35.0	27.0
------	-------------	------	-------------	-------------	-------------	------

○ 불연속면을 고려한 알베의 경단강도정수(D, C, Wyllie, 1992)

구분	상공	내부(불연속)	비고
Low-friction Rocks	편암(백운모 함유), 사암, 대리석	20.0 ~ 27.0	-

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

SM서울-문산고속도로 안전관리지침

2.6 기타 설계지반특수 선정

2.6.1 동적 지반특수 선정

개요

- 동적지반특수인자를 통한 지층별 안전율계수도 분석
- 이질경로의 계산된 동적지반특수 선정기준 및 경합시와 비교 분석하여 최종특수 선정

○ 판단과 속도(V) 결정적 선정방법

NS에 정한 지반특수도 결정 기준

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

○ 지반특성

구분	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	점성지수(C _u)	비고
제방사면	20~22	28~50	30~33	5.0~10.0

국토교통부

제4편 성과분석 및 설계지반정수

2.6.2 수리 지반특성 분석

계	요
•	문원 및 기존사선에 의한 투수계수의 범위를 분석하고, 현장시험을 통한 투수계수 산정

○ 문원자료

구	원	투수계수(cm/s)	토	질	투수계수(cm/s)	관	의	성	투수계수(cm/s)
GW		1.0×10^{-2} 이하	SC		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GP		1.0×10^{-2} 이하	ML		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GM		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
GC		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	OL		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
SW		1.0×10^{-2} 이하	MH		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
SP		1.0×10^{-2} 이하	CH		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
SM		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	관	의	성	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구	원	투수계수	투수계수	투수계수
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	5.4×10^{-4}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	—	1.2×10^{-2}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.6×10^{-4}
배	원	1.0×10^{-2} 이하	—	5.9×10^{-3}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-6}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	—	5.0×10^{-7}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	—	5.4×10^{-6}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
배	원	$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.4×10^{-3}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위

2.7.2 파일구간 암반등급별 설계지반정수

구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위

2.7.3 불연속체 설계지반정수

구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위

2.7.4 기타 설계지반정수

구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
구	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위
배	원	단	위	단	위	단	위	단	위

국토교통부

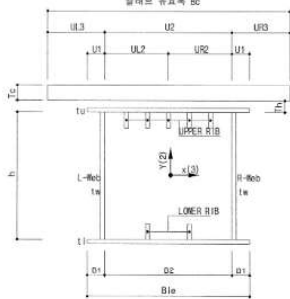
90

다. 구조계산서 및 내진설계

4.6 단면 검토(정모면도)

[G2 : SP10C - 1] : 절점 54 로 부터 이격거리 1,875 m

1) 단면가장 및 설계조건



주부재 강종: H3500
Bc = 6,205.7 mm
UL3 = 2,500.7 mm
UL3 = 1,305.0 mm
UL1 = 120.0 mm
UL2 = 1,200.0 mm
UL2 = 1,200.0 mm
상부 플랜지 유효폭
Bue = 2,640.0 mm
하부 플랜지 유효폭
Ble = 2,640.0 mm
B1 = 120.0 mm
B2 = 2,430.0 mm
Tc = 240.0 mm
Th = 50.0 mm
h = 2,000.0 mm
G1 = 0.000
G2 = 0.000

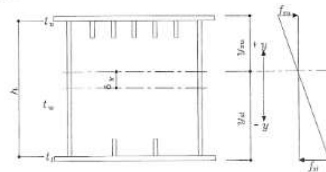
구분	분	단위	입력 (data)
E_c	강재 탄성계수	MPa	205,000.0
E_s	콘크리트의 탄성계수	MPa	27,804.0
ϵ_{cu}	바닥판 콘크리트의 건조수축에 의한 최종수축률	-	0.000270
α	강재 및 콘크리트의 신장계수	-	0.000012
ϕ_y	건조수축에 의한 크리프계수	-	4.0
γ_s	강재 콘크리트의 탄성계수비	-	7.0
ΔI	강재 콘크리트의 온도차	°C	10.0
M_{us}	합성전 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	6,229.738
M_{us}	합성후 고정하중에 의한 모멘트	kN·m	2,230.053
M_{us}	중하중에 의한 모멘트	kN·m	335.636
M_{us}	(중하중+지점하)에 의한 모멘트	kN·m	5,770.139
V_{us}	합성전 고정하중에 의한 전단력	kN	-223.732
V_{us}	합성후 고정하중에 의한 전단력	kN	-73.318
V_{us}	중하중에 의한 전단력	kN	-5.094
V_{us}	(중하중+지점하)에 의한 전단력	kN	-510.976
M_{us}	합성전 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	42.126
M_{us}	합성후 고정하중에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	312.903
M_{us}	중하중에 의한 비틀림모멘트	kN·m	217.112
M_{us}	(중하중+지점하)에 의한 비틀림 모멘트	kN·m	853.543

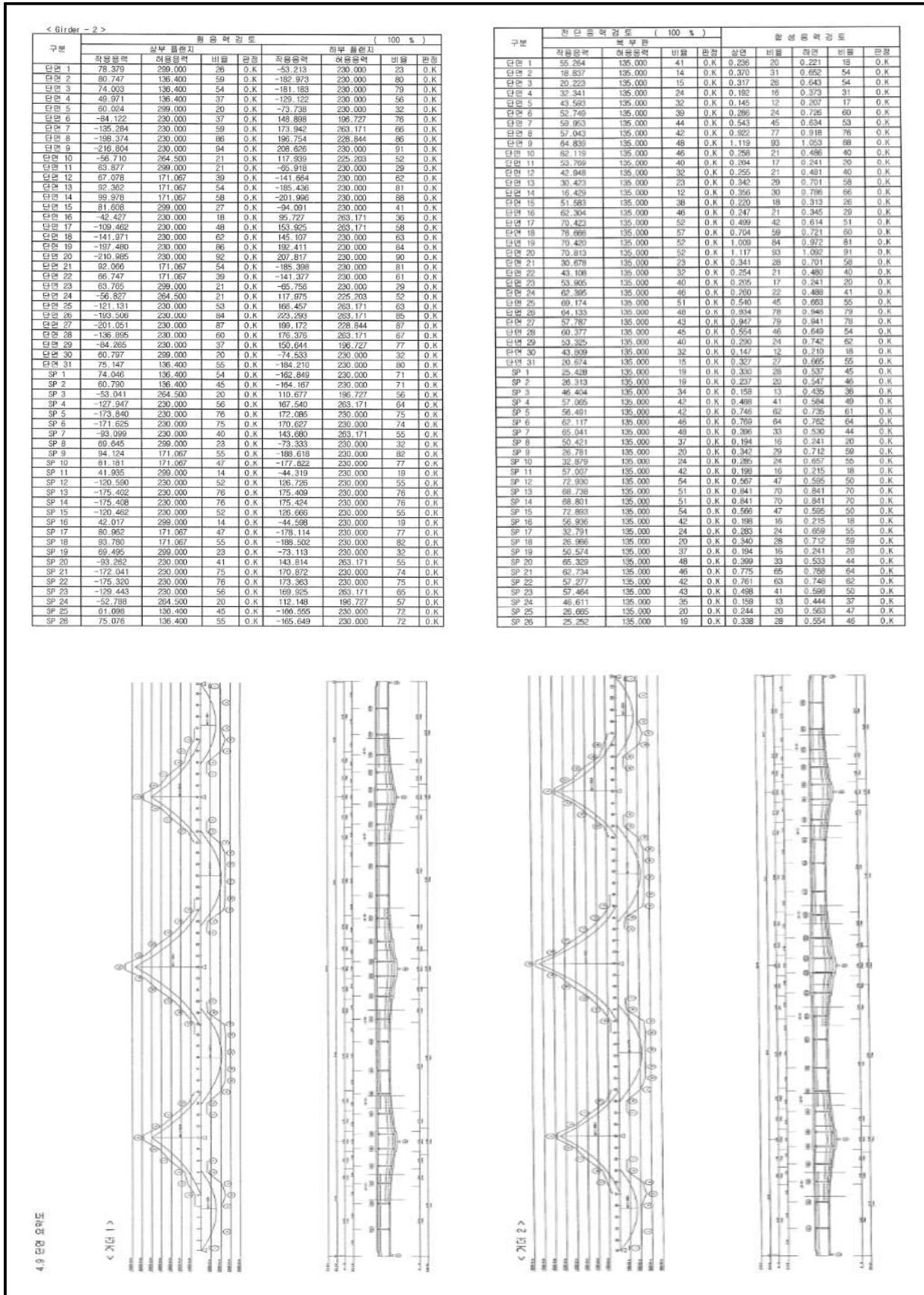
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중
합성후 고정하중 : 난간 및 방호벽자중 + PAVEMENT자중

X(3)축 방향 단면 재현

구분	구	격	$A_c(mm^2)$	$I_c(mm^4)$	$A_s(mm^2)$	$I_s(mm^4)$	$I_{cs}(mm^4)$
UPPER FL.	1	- 2,640.0 × 10.0	26,400.0	1,005.0	2.653E+07	2.666E+10	2.200E+05
UPPER RIB	5	- 140.0 × 14.0	9,800.0	930.0	9.114E+06	8.476E+09	1.001E+07
L - WEB	1	- 2,000.0 × 12.0	24,000.0	-	-	-	8.000E+09
R - WEB	1	- 2,000.0 × 12.0	24,000.0	-	-	-	8.000E+09
LOWER RIB	2	- 140.0 × 14.0	3,920.0	-930.0	-3.640E+06	3.390E+09	6.403E+05
LOWER FL.	1	- 2,640.0 × 10.0	26,400.0	-1,005.0	-2.653E+07	2.666E+10	2.200E+05
강재 단면 합계			114,520.0	-	5.469E+06	6.520E+10	1.602E+10
RC SLAB	1	- 6,205.7 × 240.0	1,489,375.2	1,170.0	1.743E+09	2.039E+12	7.149E+09
SLAB 단면 합계			1,489,375.2	-	1.743E+09	2.039E+12	7.149E+09

2) 용역 검토





1. 설 계 조 건

1) 일 반 사 항

- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
(2) 상부 형식 : STEEL BOX
(3) 교량 등급 : 1 등교
(4) 교대 총폭 : B = 12.310 M
(5) 교대 총높이 : H = 7.000 M
(6) 기초 형식 : 말뚝기초
(7) SKD# : 90.000 *

2) 하 중

- (1) 활하중의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
(2) 활하중의 단위중량 : $\gamma_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ (토사) [도로교 설계기준 제3관 P380]
(3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
(4) 과 재 하 중 : $q_1 = 10.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 상부 고정하중 반력 : $R_d = 193.518 \text{ kN/m}$
(6) 상부 활하중 반력 : $R_L = 117.948 \text{ kN/m}$
(7) 교량받침 마찰계수 : $f_a = 0.050$

3) 지 반 조 건

- (1) 활하중의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
(2) 기초지반의 내피 : $M = 7.000$
(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 : $A = 0.154$; 위상도계수 * 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급
- 위상도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지진 구역 : I 구역
- 지진구역 계수 : 0.110

4) 사 용 재 량 강 도

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_c = 28000.000 \text{ MPa}$ [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]

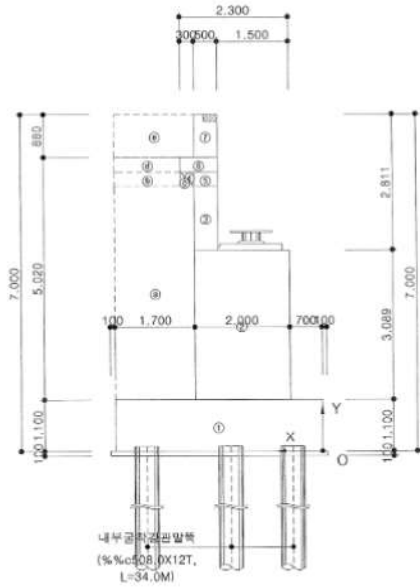
5) 설 계 방 법

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

6) 참 고 문 헌

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

2. 단 면 가 정



※ 교량받침 반력 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
고정하중	937.733	1444.471	2382.204
활하중	831.326	620.610	1451.936

※ 지진하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	계
교축방향	203.800	211.800	415.600
직각방향	198.800	199.700	398.500

■ 결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 용량검토

구분	항목	허용값	발생값	비고
부상시	하중지지력(kN/EA)	1632.677	740.961	0.K
	하중인발력(kN/EA)	1069.555	-	0.K
	활중력(MPa)	126	89.381	0.K
	전단응력(MPa)	72	12.192	0.K
	수평변위(mm)	15	10.746	0.K
지진시	하중지지력(kN/EA)	2449.016	752.006	0.K
	하중인발력(kN/EA)	1604.332	-	0.K
	활중력(MPa)	189	93.879	0.K
	전단응력(MPa)	108	15.327	0.K
	수평변위(mm)	15	7.612	0.K

■ 단면 총 설계

단면위치	깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	φMu	안전도	비고	
전면좌판	1100	150	90.654	1940.4	23.397	463.002	19.789	0.K	
후면좌판	1100	100	1035.9	1940.4	262.141	487.742	1.861	0.K	
벽체 : H=5.900	2000	100	903.285	1568.6	367.983	765.041	1.972	0.K	
음반	500	100	1852.04	1940.4	182.476	190.861	1.045	0.K	
좌측널개벽	D(T=620 mm)	620	80	1153.58	2026.8	156.353	271.388	1.735	0.K
	A(T=620 mm)	620	80	2818.79	4053.6	373.25	527.371	1.413	0.K
	B(T=620 mm)	620	80	1129.73	2292	153.171	305.759	1.996	0.K
	C(T=620 mm)	620	80	2410.75	3096.8	321.063	408.448	1.272	0.K
우측널개벽	A(T=450 mm)	450	80	1877.94	2026.8	170.571	183.526	1.076	0.K
	B(T=450 mm)	450	80	1609.99	2026.8	147.043	183.526	1.248	0.K
	C(T=450 mm)	450	80	1568.12	2026.8	143.341	183.526	1.28	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력 (f _t)	허용응력 (f _{sa})	철근간격 (S)	최대간격 (S _g)	비고	
전면좌판	8.193	150	125	7689.158	0.K	
후면좌판	83.22	150	125	720.04	0.K	
벽체 : H=5.900	72.393	150	125	857.811	0.K	
음반	123.69	150	125	410.42	0.K	
좌측널개벽	D(T=620 mm)	85.245	150	250	739.045	0.K
	A(T=620 mm)	103.487	150	125	592.214	0.K
	B(T=620 mm)	74.332	150	125	847.552	0.K
	C(T=620 mm)	117.136	150	125	499.798	0.K
우측널개벽	A(T=450 mm)	137.851	150	250	402.519	0.K
	B(T=450 mm)	120.811	150	250	483.096	0.K
	C(T=450 mm)	118.78	150	250	484.238	0.K

■ 결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 용량검토

구분	항목	허용값	발생값	비고
부상시	하중지지력(kN/EA)	1203.265	825.41	0.K
	하중인발력(kN/EA)	371.23	-	0.K
	활중력(MPa)	133	100.526	0.K
	전단응력(MPa)	76	13.368	0.K
	수평변위(mm)	15	11.774	0.K
지진시	하중지지력(kN/EA)	1804.899	856.927	0.K
	하중인발력(kN/EA)	556.845	-5.776	0.K
	활중력(MPa)	199.5	104.004	0.K
	전단응력(MPa)	114	16.801	0.K
	수평변위(mm)	15	8.345	0.K

■ 단면 총 설계

단면위치	깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	φMu	안전도	비고	
전면좌판	1100	150	92.031	1940.4	22.279	463.002	20.782	0.K	
후면좌판	1100	100	1051.07	1940.4	265.95	487.742	1.834	0.K	
벽체 : H=5.900	2000	100	790.992	1568.6	363.507	765.041	1.995	0.K	
음반	500	100	1908.55	1940.4	187.842	190.861	1.016	0.K	
좌측널개벽	A(T=450 mm)	450	60	1695.13	2026.8	162.262	193.863	1.195	0.K
	B(T=450 mm)	450	60	1690.98	2026.8	162.806	193.863	1.191	0.K
	C(T=450 mm)	450	60	485.827	794.4	47.873	77.82	1.676	0.K
	D(T=620 mm)	620	80	1067.03	2026.8	144.795	271.388	1.874	0.K
우측널개벽	A(T=620 mm)	620	80	2782.88	4053.6	368.682	527.371	1.43	0.K
	B(T=620 mm)	620	80	1030.81	2292	139.951	305.759	2.185	0.K
	C(T=620 mm)	620	80	1889.91	3096.8	253.543	408.448	1.611	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력(f _t)	허용응력(f _{sa})	철근간격(S)	최대간격(S _g)	비고	
전면좌판	7.77	150	125	8107.951	0.K	
후면좌판	83.671	150	125	714.932	0.K	
벽체 : H=5.900	72.393	150	125	857.811	0.K	
음반	127.486	150	125	391.416	0.K	
좌측널개벽	A(T=450 mm)	125.093	150	250	583.626	0.K
	B(T=450 mm)	127.928	150	250	482.455	0.K
	C(T=450 mm)	93.119	150	250	676.557	0.K
	D(T=620 mm)	78.781	150	250	799.683	0.K
우측널개벽	A(T=620 mm)	102.038	150	125	603.024	0.K
	B(T=620 mm)	67.725	150	125	930.239	0.K
	C(T=620 mm)	92.425	150	125	679.543	0.K

3. 설 계 조 건

3.1 활 반 사 황

- 1) 구조 형 식 : T형 교각
- 2) 상 부 형 식 : STEEL BOX
- 3) 교 량 형 급 : 1 등급
- 4) 기 초 형 식 : 굴뚝기초

3.2 하 중

- 1) 절근콘크리트의 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 P966]
- 3) 교량방첩 마찰계수 : $f_a = 0.05$

3.3 지 반 조 건

- 1) 기초지반의 N치 : $N = 9$
 - 2) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi 2 = 26.619^\circ$: $15 + \sqrt{15N}$
 - 3) 기초지반의 점착력 : $C = 0 \text{ kN/m}^2$
 - 4) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.32$: $\tan(\phi 2)$: 굽과 콘크리트
 - 5) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도 계수 $\times$ 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역계수 : 0.11

3.4 사 용 재 료 강 도

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

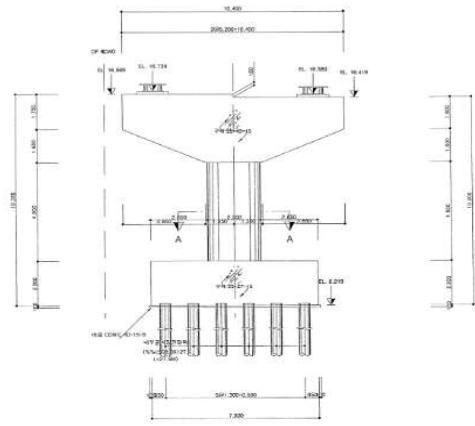
3.5 설 계 방 법

- 1) 안 전 조 결 법 : 허용응력 설계법
- 2) 단 면 설 계 : 극한강도 설계법

3.6 참 고 문 헌

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

4. 단 면 가 정



2. 해석결과 요약

구 분		허용강도	방성강도	비 고
교축방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1286.670	694.189 0.K
		허용인발력(kN/EA)	632.173	- 0.K
		흙 중력(MPa)	140.000	47.063 0.K
		전단응력(MPa)	80.000	0.444 0.K
		수평변위(mm)	15.000	1.047 0.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1930.005	1010.180 0.K
		허용인발력(kN/EA)	949.260	- 0.K
		흙 중력(MPa)	210.000	100.868 0.K
		전단응력(MPa)	120.000	7.377 0.K
		수평변위(mm)	15.000	9.799 0.K
교축직각방향	평상시	허용지지력(kN/EA)	1286.670	1161.465 0.K
		허용인발력(kN/EA)	632.173	34.855225 0.K
		흙 중력(MPa)	140.000	110.168 0.K
		전단응력(MPa)	80.000	5.807 0.K
		수평변위(mm)	15.000	13.688 0.K
	지진시	허용지지력(kN/EA)	1930.005	1061.765 0.K
		허용인발력(kN/EA)	949.260	- 0.K
		흙 중력(MPa)	210.000	94.955 0.K
		전단응력(MPa)	120.000	5.758 0.K
		수평변위(mm)	15.000	7.648 0.K

가중의 단면 설계

① 가중 상단

단면위치	P _{use}	P _u (kN)	φP _n (kN)	안전도	비 고
교축방향	축력최대	0.010	25523.029	103229.135	4.045 0.K
	모멘트최대	0.010	16901.990	93954.522	5.558 0.K
	단면설계	0.010	13521.592	60420.688	4.468 0.K
	편심최대	0.010	12845.513	78942.861	6.146 0.K
교축직각방향	축력최대	0.010	25523.029	103229.135	4.045 0.K
	모멘트최대	0.010	17578.070	19191.463	1.092 0.K
	단면설계	0.010	13521.592	31185.361	2.306 0.K
	편심최대	0.010	12169.433	13816.219	1.135 0.K
합성부재력	축력최대	0.010	25523.029	103229.135	4.045 0.K
	모멘트최대	0.010	16901.990	18341.491	1.085 0.K
	단면설계	0.010	13521.592	23524.835	1.740 0.K
	편심최대	0.010	12845.513	13343.724	1.039 0.K
교축방향	모멘트최대	0.010	17578.070	19178.334	1.091 0.K
	편심최대	0.010	12169.433	13805.766	1.134 0.K

단면 설계

단면위치	가이 (mm)	외벽 (mm)	Req, A _s (mm ²)	Use, A _s (mm ²)	M _u (kN.m)	φM _n (kN.m)	안전도	비 고
두 부 보	좌측내안보	3200.0	100.0	39542.900	51975.000	-	-	1.314 0.K
	우측내안보	3200.0	100.0	47445.755	51975.000	-	-	1.095 0.K
	좌측내안보수평	3200.0	100.0	1606.449	9459.300	1691.585	9914.178	5.861 0.K
	우측내안보수평	3200.0	100.0	1975.455	9459.300	2079.691	9914.178	4.767 0.K
	교량받침1	2352.6	100.0	290.530	51975.000	213.303	36480.280	171.035 0.K
	교량받침2	2202.6	100.0	298.213	51975.000	190.903	33629.572	171.808 0.K
	교축방향	2200.0	150.0	13065.723	25023.600	8819.843	16776.183	1.902 0.K
	교각-지점부	2200.0	150.0	28718.862	48669.400	19182.809	32081.523	1.672 0.K

사용성 검토

단면위치	단면중력 (fs)	허용중력 (fsa)	절근간격 (S)	최대간격 (Sq)	비 고
두 부 보	좌측내안보	133.657	180.000	128.000	379.195 0.K
	우측내안보	176.157	180.000	128.000	237.044 0.K
	좌측내안보수평	59.704	180.000	213.333	1055.199 0.K
	우측내안보수평	73.403	180.000	213.333	896.280 0.K
	교량받침1	13.571	180.000	128.000	4642.254 0.K
	교량받침2	17.942	180.000	128.000	3511.339 0.K
	교축방향	148.262	180.000	123.810	176.154 0.K
	교각-지점부	182.334	180.000	127.451	141.361 0.K

가중 하단

단면위치	P _{use}	P _u (kN)	φP _n (kN)	안전도	비 고
교축방향	축력최대	0.010	26288.793	103229.135	3.927 0.K
	모멘트최대	0.010	17638.301	90064.552	5.446 0.K
	단면설계	0.010	14110.641	63677.117	4.513 0.K
	편심최대	0.010	13405.109	81407.917	6.073 0.K
교축직각방향	축력최대	0.010	26288.793	103229.135	3.927 0.K
	모멘트최대	0.010	18343.833	20540.927	1.120 0.K
	단면설계	0.010	14110.641	33412.448	2.368 0.K
	편심최대	0.010	12699.577	14750.853	1.162 0.K
합성부재력	축력최대	0.010	26288.793	103229.135	3.927 0.K
	모멘트최대	0.010	17638.301	19637.648	1.113 0.K
	단면설계	0.010	14110.641	25192.996	1.785 0.K
	편심최대	0.010	13405.109	14237.902	1.062 0.K
교축방향	모멘트최대	0.010	18343.833	20526.840	1.119 0.K
	편심최대	0.010	12699.577	14739.483	1.161 0.K

5. 설계대상 교량재현 및 설계상수

5.1 교량형식 : STEEL BOX 교

5.2 해석 대상 교량 종면차 : 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 등급
(2) 지진구역계수 : 0.11
(3) 위험도계수 : I = 1.4
(4) 가속도계수 : A = 0.154
(5) 지반계수 : S = 2 (지반종류 3, 지진력리교형)
(6) 응답수정계수 :
(7) 고유진 해석방법 : Ritz Vectors 해석법
(8) MODE 조합방법 : C.Q.C방법
(9) 방충형식 : EQS 면진방진

5.7 해석방법

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

5.8 해석모델

- (1) 사용프로그램 : SAP 2000
(2) 모델링 : Frame요소사용
(3) 원형상정 : 자동절단 및 추가사하에 절단변형

9. 내진해석결과

9.1 평균 지진력

9.1 방진 지침서

(UNIT:KN)

구분	R	교축방향		교차방향		Combo1		Combo2		방진하중 전단력	안전	
		교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차			
A1	B1	0.8	176.0	8.7	92.6	196.2	254.7	84.5	181.8	248.5	290	OK
	B2	0.8	176.0	9.5	119.3	196.8	264.7	85.7	215.1	249.6	290	OK
P1	B1	1.0	490.6	7.2	46.5	425.2	504.6	134.0	183.7	427.4	529	OK
	B2	1.0	632.7	9.4	63.0	559.4	651.5	177.2	252.8	562.3	720	OK
P2	B1	1.0	628.6	7.6	36.1	681.8	639.4	212.2	224.6	684.1	720	OK
	B2	1.0	769.2	9.9	47.2	855.1	783.3	266.4	278.0	858.1	900	OK
P3	B1	1.0	463.5	9.7	38.2	436.9	475.0	140.8	177.3	439.8	520	OK
	B2	1.0	595.6	11.1	47.2	574.8	609.7	183.5	225.8	578.1	720	OK
A2	B1	0.8	176.0	9.0	120.1	198.0	265.1	85.5	216.2	250.9	290	OK
	B2	0.8	176.0	9.0	155.2	197.5	278.2	85.3	260.0	250.2	290	OK

9.2 평균 변위

(UNIT:mm)

구분	R	교축방향		교차방향		Combo1		Combo2		방진하중 변위	안전
		교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차		
A1	B1	60.1	0.5	0.6	16.8	60.3	5.6	18.6	16.9	120	OK
	B2	58.4	0.5	0.8	16.8	58.7	5.8	18.3	16.9	120	OK
P1	B1	58.5	0.1	0.5	44.0	58.8	13.3	18.0	44.0	90	OK
	B2	56.2	0.1	0.7	43.9	56.5	13.3	17.6	44.0	90	OK
P2	B1	55.8	0.1	0.5	64.5	55.7	19.5	17.1	64.6	90	OK
	B2	53.0	0.1	0.6	64.4	53.2	19.4	16.5	64.5	90	OK
P3	B1	52.5	0.2	0.5	46.6	52.6	14.2	16.2	46.7	90	OK
	B2	50.0	0.2	0.5	46.5	50.1	14.1	15.5	46.6	90	OK
A2	B1	60.2	0.5	0.7	17.4	60.5	5.8	18.8	17.6	120	OK
	B2	58.6	0.6	1.4	17.4	59.0	5.8	18.9	17.6	120	OK

9.3 교각 코팅부 변위

(UNIT:mm)

구분	교축방향		교차방향		COM1		COM2		비고
	교축	교차	교축	교차	교축	교차	교축	교차	
P1	3.4	0.0	0.1	3.7	3.4	1.1	1.1	3.7	
P2	11.7	0.1	0.1	12.6	11.8	3.9	3.7	12.6	
P3	14.8	0.1	0.1	16.3	14.8	5.0	4.5	16.3	

9.4 교각상단 변위 (Unit : Kn.m)

구분	교축방향				교차방향			
	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트
P1	1875.51	21.53	1179.06	114.51	48.72	1312.75	338.82	11754.04
P2	2060.10	23.11	20449.93	158.46	24.01	1811.15	246.28	2072.52
P3	1406.28	20.90	17915.18	160.60	11.25	1288.47	121.66	18289.56

9.5 교각하단 변위 (Unit : Kn.m)

구분	Combo1				Combo2			
	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트
P1	1.600	415	11.832	3.641	551	1,319	3.656	11,788
P2	2.067	566	20.524	6.210	642	1,818	6.381	20,220
P3	1.500	407	17.692	5.659	460	1,295	5.496	19,349

9.6 교각상단 변위 (Unit : Kn.m)

구분	교축방향				교차방향			
	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트
P1	1540.70	43.22	3736.19	67.61	42.60	1194.40	103.45	6309.77
P2	1900.16	18.93	6538.87	81.25	23.38	1783.36	80.07	9993.11
P3	1407.96	19.86	5779.65	96.06	9.83	1153.09	40.36	8085.29

9.7 교각상단 변위 (Unit : Kn.m)

구분	Combo1				Combo2			
	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트	교축전단력	교축모멘트	교차전단력	교차모멘트
P1	1.553	402	3.767	1.960	505	1,207	1.224	6,329
P2	1.916	554	6.563	2.996	596	1,709	2.042	9,707
P3	1.411	366	5.762	2.516	432	1,159	1.774	8,694

4.2.2 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 4.2.1】 서문3교(문산방향) 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

4.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4.2.4 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.	

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.2】 서문3교(문산방향) 보수이력사항

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

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 4.2.3】 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.			

4.3 현장조사

4.3.1 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	
			
작업전경		비파괴시험	

【사진 4.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

4.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

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



【사진 4.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 폭 0.3mm미만 균열 및 망상균열, 박락이 조사되었다.

【표 4.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)	
S1	2.50	1	—	—	0.10	1
S2	—	—	22.00	3	—	—
S3	—	—	65.00	6	—	—
S4	—	—	9.00	1	—	—
합계	2.50	1	96.00	10	0.10	1

	
S1 균열(폭 0.2mm/2.5m)	S1 박락(0.2m×0.5m)
	
S2 망상균열(4.0m×3.0m×2EA)	S3 망상균열(5.0m×2.0m×2EA)

【사진 4.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 균열 및 망상균열은 폭 0.3mm미만 균열로 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 박락이 조사되었고, 단면보수 등의 하자보수가 필요할 것으로 사료된다. 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인, 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 4.3.4】 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 4.3.2】 거더외부 현장조사 결과

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

【표 4.3.3】 거더내부 현장조사 결과

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

	
거더외부 상태양호	거더외부 상태양호
	
거더내부 상태양호	거더내부 상태양호

【사진 4.3.5】 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 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 등의 역할을 하는 가로보 및 세로보는 강재로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 고소점검차를 통한 근접 조사를 실시하였다.



【사진 4.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 4.3.4】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

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



【사진 4.3.7】 가로보 및 세로보 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(문산방향) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.5】 교대 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
A1 교대 상태양호	A1 교대 상태양호
	
A2 교대 상태양호	A2 교대 상태양호

【사진 4.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교대의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 서문3교(문산방향)의 교각은 T형으로 구성되어 있으며, 복합말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 4.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기 손상인 폭 0.3mm미만 균열이 조사되었다.

【표 4.3.6】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
P1	—	—
P2	2.00	4
P3	0.50	1
합계	2.50	5

	
P2 코핑부 균열 (0.2mm/0.5m×4EA)	P3 코핑부 균열 (0.2mm/0.5m)

【사진 4.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

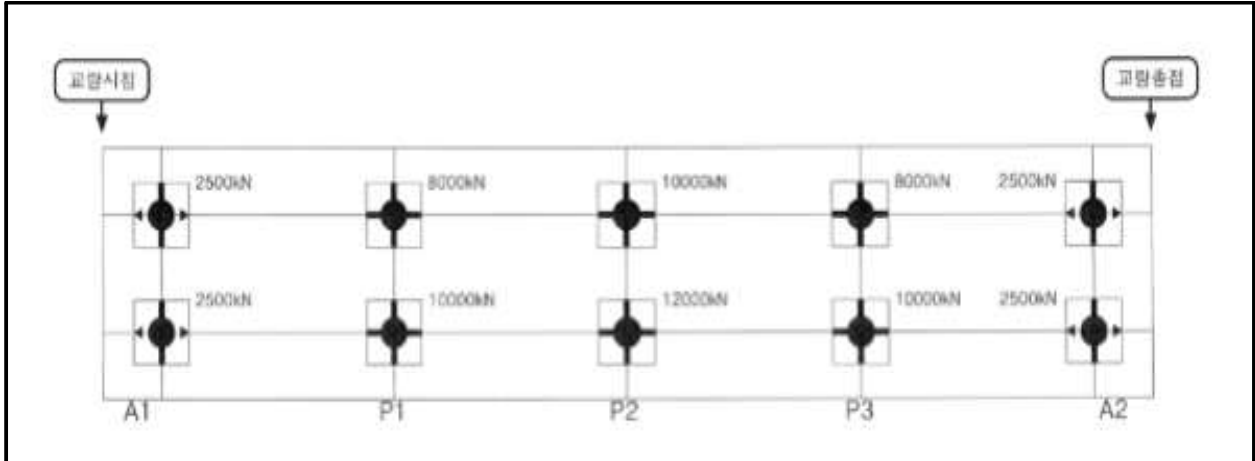
4) 검토의견

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

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 서문3교(문산방향)의 받침은 먼진받침(EQS)으로 총 10기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 4.3.1】 교량받침 배치도



【사진 4.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.7】 교량받침 현장조사 결과

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

	
교량받침 상태양호	교량받침 상태양호
	
교량받침 상태양호	교량받침 상태양호

【사진 4.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

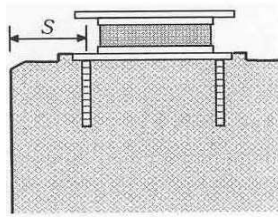
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

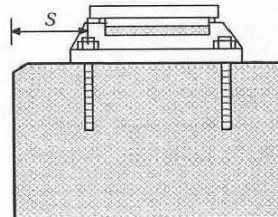
- 교량받침의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 교량받침은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

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 4.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 4.3.14】 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 4.3.8】연단거리 측정 결과

구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	605	605	O.K
P1	A1측	575	990	990	O.K
	A2측	575	990	990	O.K
P2	A1측	575	930	930	O.K
	A2측	575	930	930	O.K
P3	A1측	575	905	905	O.K
	A2측	575	905	905	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 4.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 4.3.9】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 4.3.10】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	40	160	80	68.1	21.9	±120	O.K
	SH2	46	166	74			±120	O.K
P1	SH1	-20	70	110	40.9	13.1	±90	O.K
	SH2	-20	70	110			±90	O.K
P2		고정단						
P3	SH1	20	110	70	40.9	13.1	±90	O.K
	SH2	20	110	70			±90	O.K
A2	SH1	40	160	80	68.1	21.9	±120	O.K
	SH2	45	165	75			±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, A2는 강팽거조인트로 시공된 상태이다.



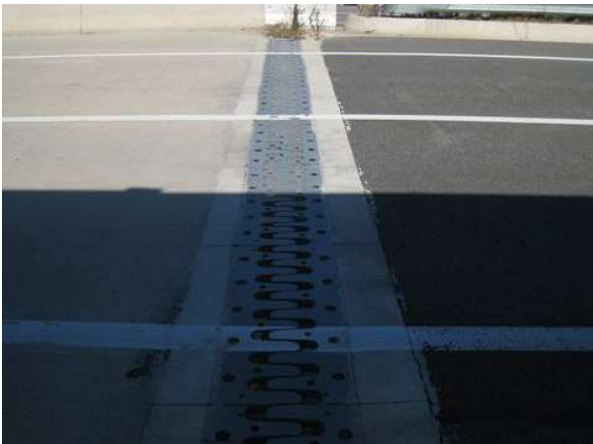
【사진 4.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 4.3.11】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1 (EXP J1)	—	—
A2 (EXP J2)	—	—
합계	—	—

	
A1 상태양호 - 금회	A1 상태양호 - 22년 상반기
	
A2 상태양호 - 금회	A2 상태양호 - 22년 상반기

【사진 4.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																		
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 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℃ ΔLt(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 4.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 4.3.12】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.5	29.5	0.000012	125.0	45.8	44.3	90.0	100.0	110.0	
A2	30.5	29.5	0.000012	125.0	45.8	44.3	75.0	85.0	45.0	

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

【표 4.3.13】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 싹출유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	45.8	44.3	90.0	150	14.3	45.8	O.K
	바닥판			100.0	—	—	55.8	O.K
	거더			110.0	—	—	65.8	O.K
A2	신축이음	45.8	44.3	75.0	150	29.3	30.8	O.K
	바닥판			85.0	—	—	40.8	O.K
	거더			45.0	—	—	0.8	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(문산방향)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.



【사진 4.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 21년 상반기 포장부 본선 전구간 보수가 실시된 상태로 확인되었고, 정기점검시 조사된 접속부 포장파손이 확인되었다.

【표 4.3.14】 교면포장 현장조사 결과

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

	
교면포장 상태양호 - 금회	교면포장 상태양호 - 22년 상반기

【사진 4.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 4.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 4.3.15】 배수시설 현장조사 결과

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

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

【사진 4.3.22】 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 4.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 4.3.16】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

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

	
방호벽 상태양호	방호벽 상태양호
	
중분대 상태양호	중분대 상태양호

【사진 4.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



점검통로 전경

【사진 4.3.25】 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 4.3.17】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
합계	—	—



【사진 4.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

4.3.3 현장조사 총괄표

【표 4.3.18】 손상내용 총괄표

구분		손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면		균열 (0.3mm미만)	m	2.50	1	
		망상균열	m ²	96.00	10	
		박락	m ²	0.10	1	
거더	외부	상태양호	—	—	—	
	내부	상태양호	—	—	—	
가로보		상태양호	—	—	—	
교대		상태양호	—	—	—	
교각		균열 (0.3mm미만)	m	2.50	5	
교량받침		상태양호	—	—	—	
신축이음		상태양호	—	—	—	
교면포장		상태양호	—	—	—	
배수시설		상태양호	—	—	—	
난간 및 연석		상태양호	—	—	—	
점검시설		상태양호	—	—	—	

4.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4.4 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.

4.4.1 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 4.4.1】 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

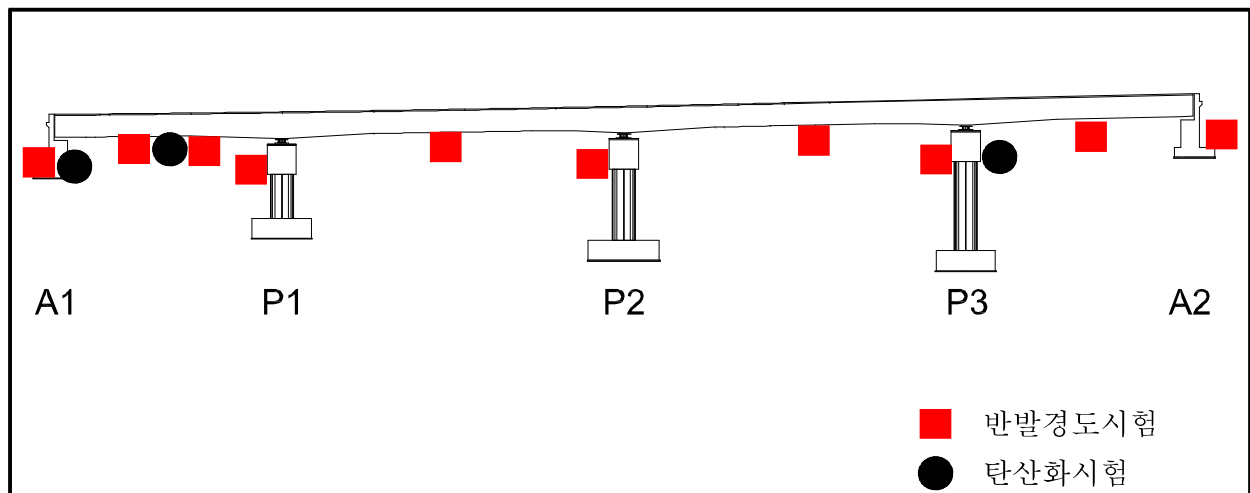
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 4.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 4.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

4.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 4.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.0	27.1	28.6	0.67	27.0	
	S1	바닥판	46.1	27.2	28.7			
	S2	바닥판	46.0	27.1	28.6			
	S3	바닥판	45.9	27.0	28.6			
	S4	바닥판	46.7	27.7	28.9			

【표 4.4.3】 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	43.1	24.6	27.2	0.67	24.0	
	A2	교대	44.2	25.5	27.7			

【표 4.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	48.4	40.8	48.6	0.67	40.0	
	P2	교각	47.9	40.4	47.9			
	P3	교각	49.0	41.5	49.6			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.9MPa, 하부구조(교대) 24.6~27.7 MPa, 하부구조(교각) 40.4~49.6MPa 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 4.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.0~28.9	27.0	100.0 ~ 106.3
하부구조	교대	24.6~27.7	24.0	102.5 ~ 115.4
	교각	40.4~49.6	40.0	101.0 ~ 124.0

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 4.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판	3.0	40.0	37.0	2.12	100년이상	a
하부구조	P1 코핑부	4.0	100.0	96.0	2.83	100년이상	a
	P3 코핑부	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a

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

【표 4.4.7】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0	37.0	
하부구조	3.0~4.0	96.0~97.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 4.4.8】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.6~27.7	24.0	
		교각	40.4~49.6	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		96.0~97.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4.5 상태평가

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

4.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

【표 4.5.1】 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	a	a	a	a	q	a	—
S2	P1	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	a	q	—	a
S3	P2	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	b	q	—	—
S4	P3	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	b	q	—	a
	A2								a	a	a	q	—	—
평균			0.200	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.140	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.020	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009	0.009	0.028	—	0.004	0.003
													0.126	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.126) < 0.130$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 4.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
서문3교(문산방향)	0.126	A	120	6	720	1.000	0.126
합계(Σ)			120	6	720	1	0.126
1. 평가지수 =							0.126
2. 상태평가결과 =							A

4.5.2 기 점검 결과와의 비교

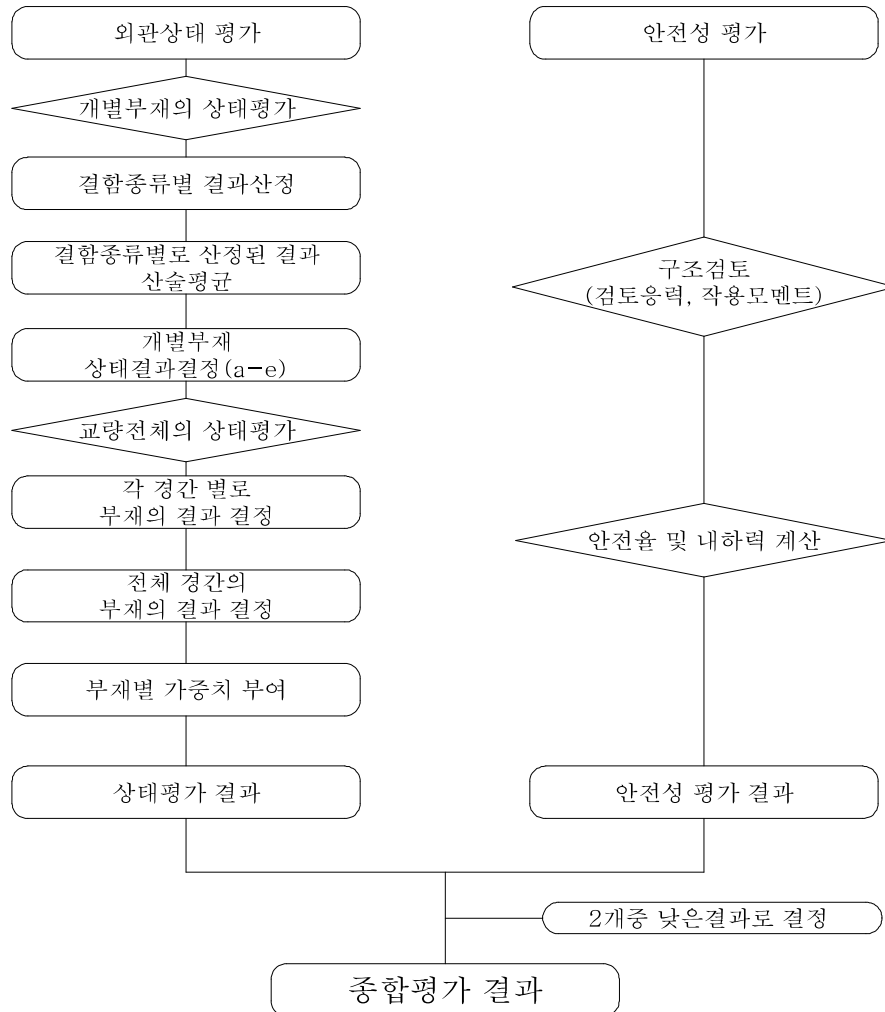
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

4.6 종합평가 및 안전등급 지정

4.6.1 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 4.6.1】 종합평가 결과 산정절차

4.6.2 종합평가 결과

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

【표 4.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
서문3교(문산방향)	0.126	A	—	—	A
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 문제점이 없는 최상의 상태 “A” 로 평가됨 •종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

4.6.3 안전등급 지정

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

【표 4.6.2】 안전등급 지정

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

4.7 보수·보강 및 유지관리방안

4.7.1 보수·보강 방안

【표 4.7.1】 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	96.00	10	표면처리	하자
		박락	m ²	0.10	1	단면보수	하자
거더	외부	상태양호	—	—	—	—	—
	내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보		상태양호	—	—	—	—	—
교대		상태양호	—	—	—	—	—
교각		균열 (0.3mm미만)	m	2.50	5	표면처리	하자
교량받침		상태양호	—	—	—	—	—
신축이음		상태양호	—	—	—	—	—
교면포장		상태양호	—	—	—	—	—
배수시설		상태양호	—	—	—	—	—
난간 및 연석		상태양호	—	—	—	—	—
점검시설		상태양호	—	—	—	—	—

4.7.2 개략공사비

【표 4.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	96.00	144.00	m²	—	—	하자
	박락	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
교각	균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
합계		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

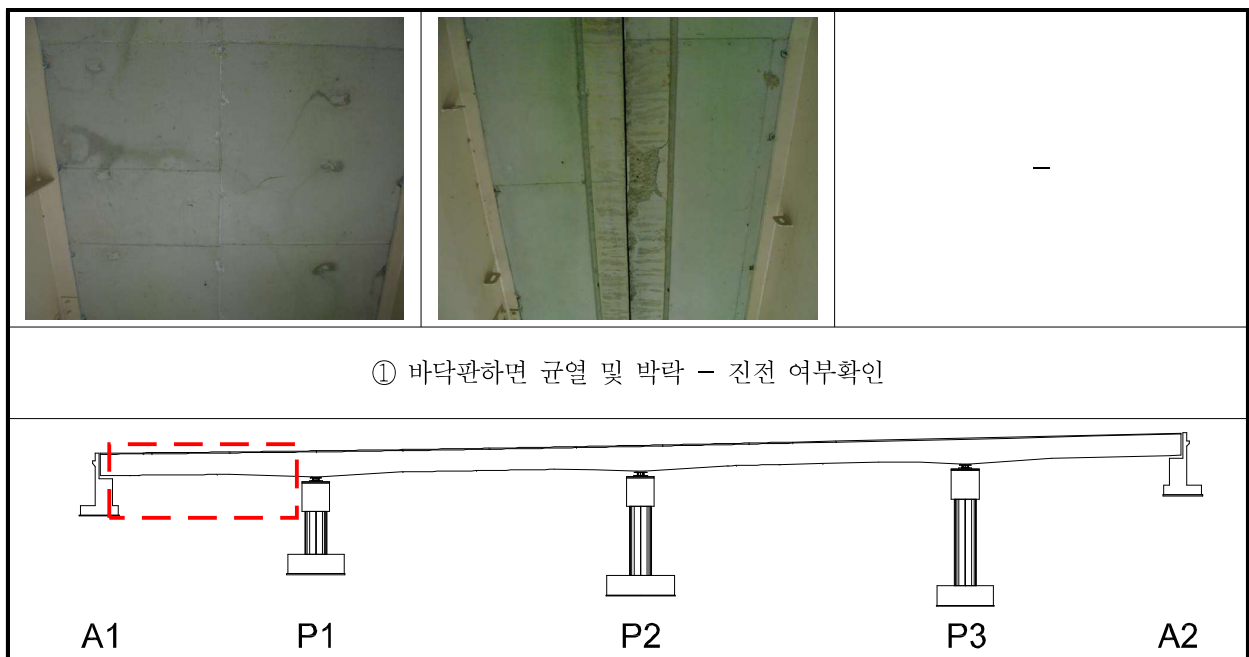
4.7.3 유지관리방안

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 4.7.3】 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



4.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 강매동 350-9에 위치한 교량으로 총 연장 250.0m, 폭 12.3m의 Steel Box Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

4.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 발생한 균열 및 망상균열은 폭 0.3mm미만 균열로 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 박락이 조사되었고, 단면보수 등의 하자보수가 필요할 것으로 사료된다. 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인, 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

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

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

4) 교대

- 교대의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 폭 0.3mm미만의 균열이 조사되었고, 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 및 신규 손상 발생여부 확인 등의 유지

관리가 필요 할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 교량받침은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 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

- 신축이음은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

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

10) 방호벽

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

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.9MPa, 하부구조(교대) 24.6~27.7MPa, 하부구조(교각) 40.4~49.6MPa 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 3.0~4.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

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

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 서문3교(문산방향)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「문제점이 없는 최상의 상태」인 「A」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

4.8.2 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.

4.8.3 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.