

19. 서문15교

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

19. 서문15교

19.1 시설물의 개요

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

19.1.1 일반사항

【표 19.1.1】 서문15교 일반사항

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

The map displays the study area, including the bridge and surrounding infrastructure. Key locations marked include:

- Highways:** National Route 357, National Route 350, and National Route 353.
- Interchanges:** JC (Junction C), JC (Junction C), and JC (Junction C).
- Landmarks:** Han River (한강), Han Yang Park (한양공원), and Han Yang Park (한양공원).
- Other Features:** A red dashed box highlights the bridge area, and a yellow box indicates the bridge's location.

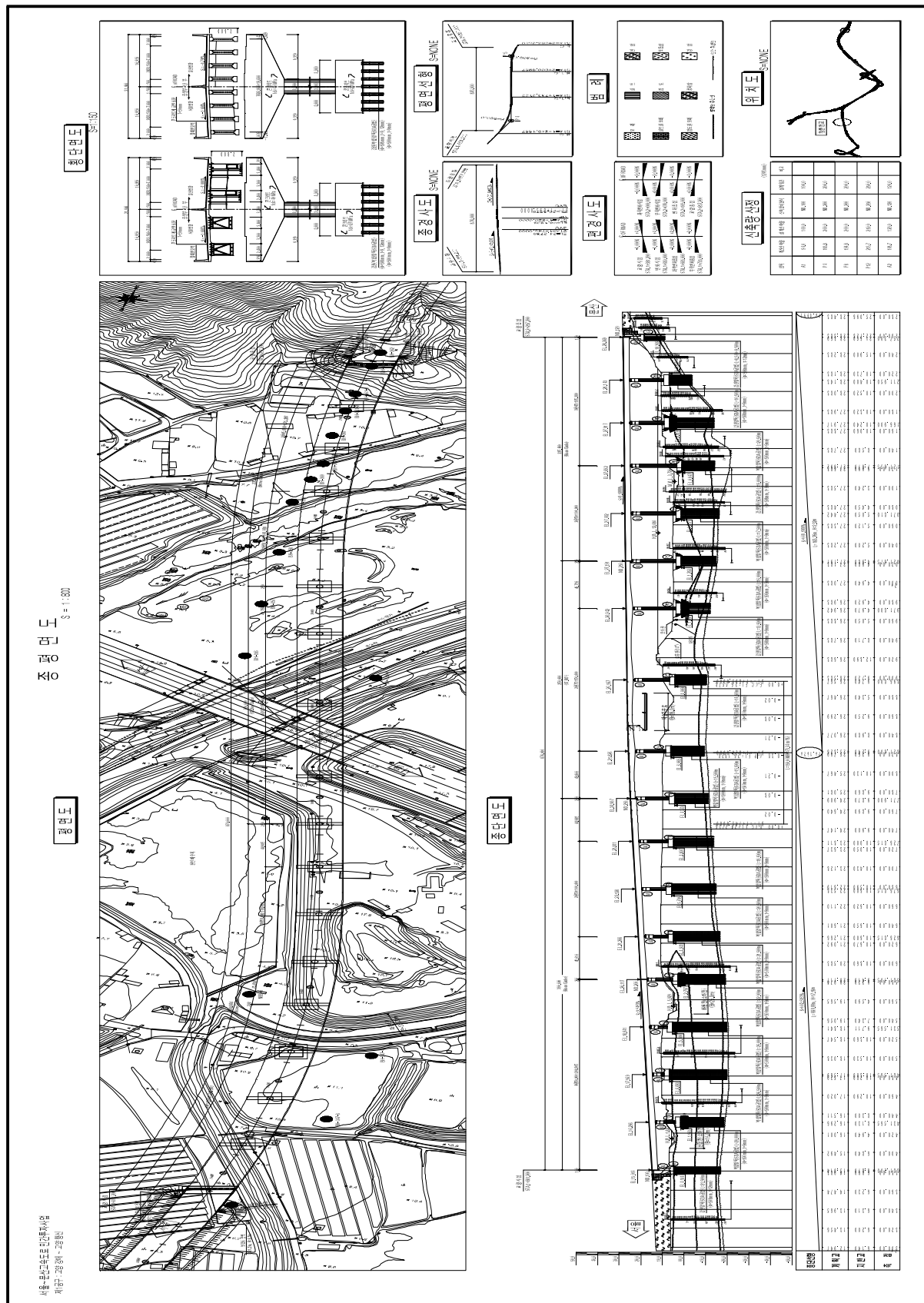
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S17	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	

서문15교- 4

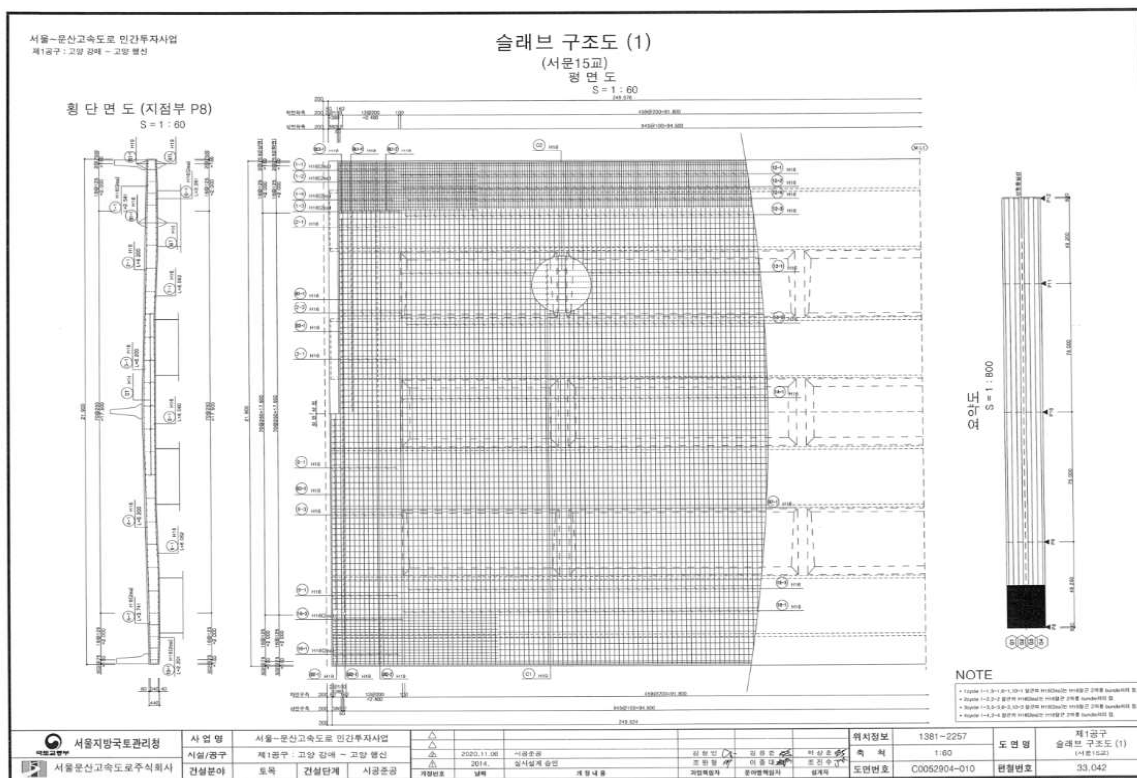
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 19.1.2】 부재별 현황

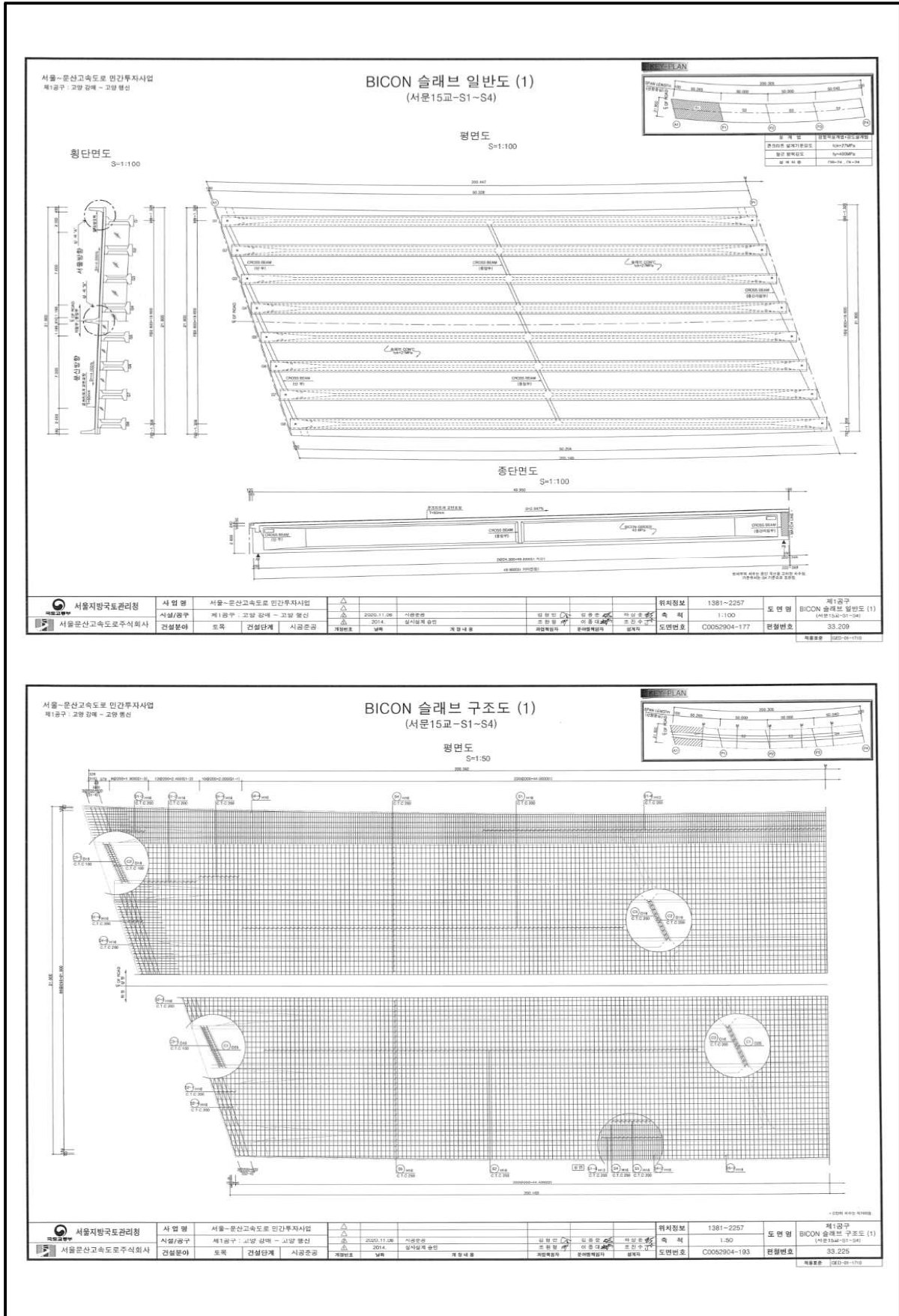
19.1.3 시설물 일반도



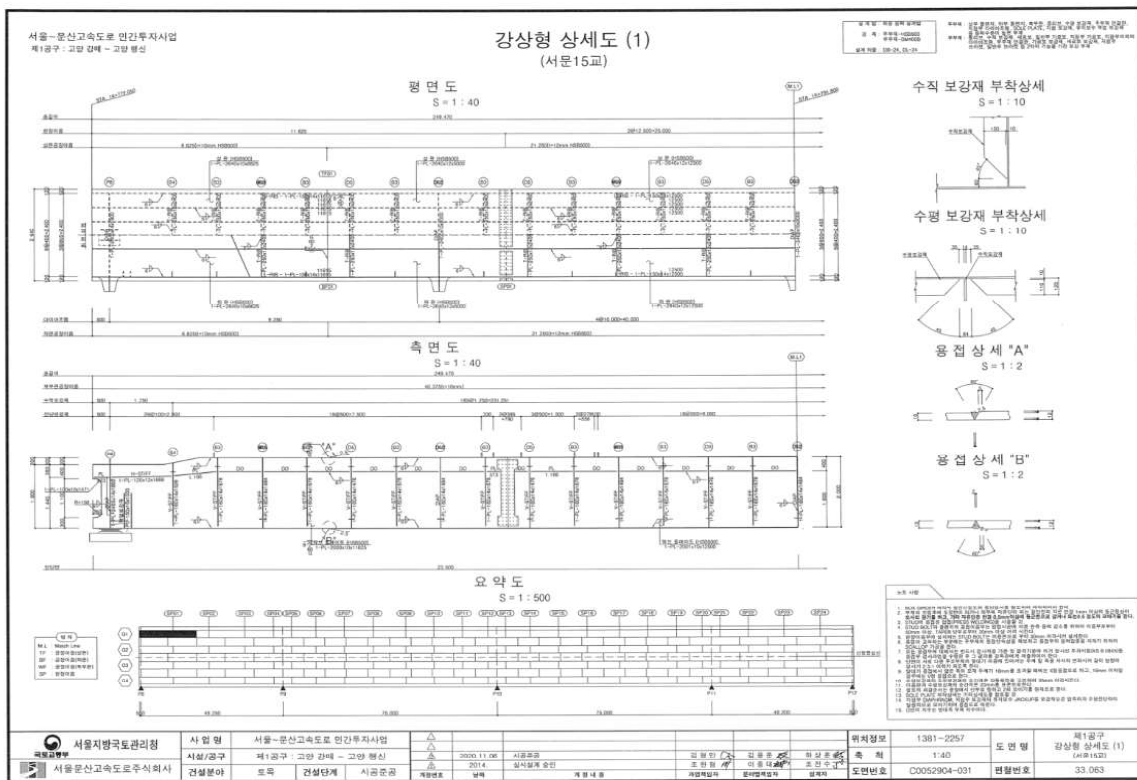
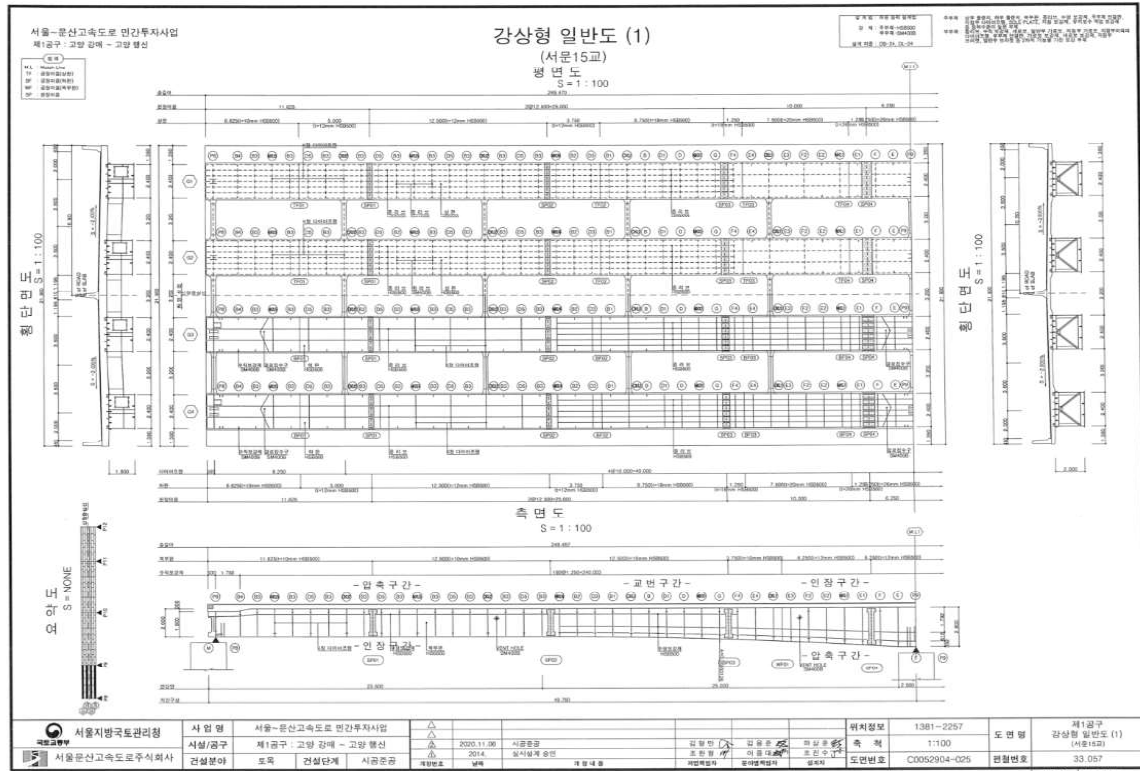
【그림 19.1.3】 평면 및 종단면도



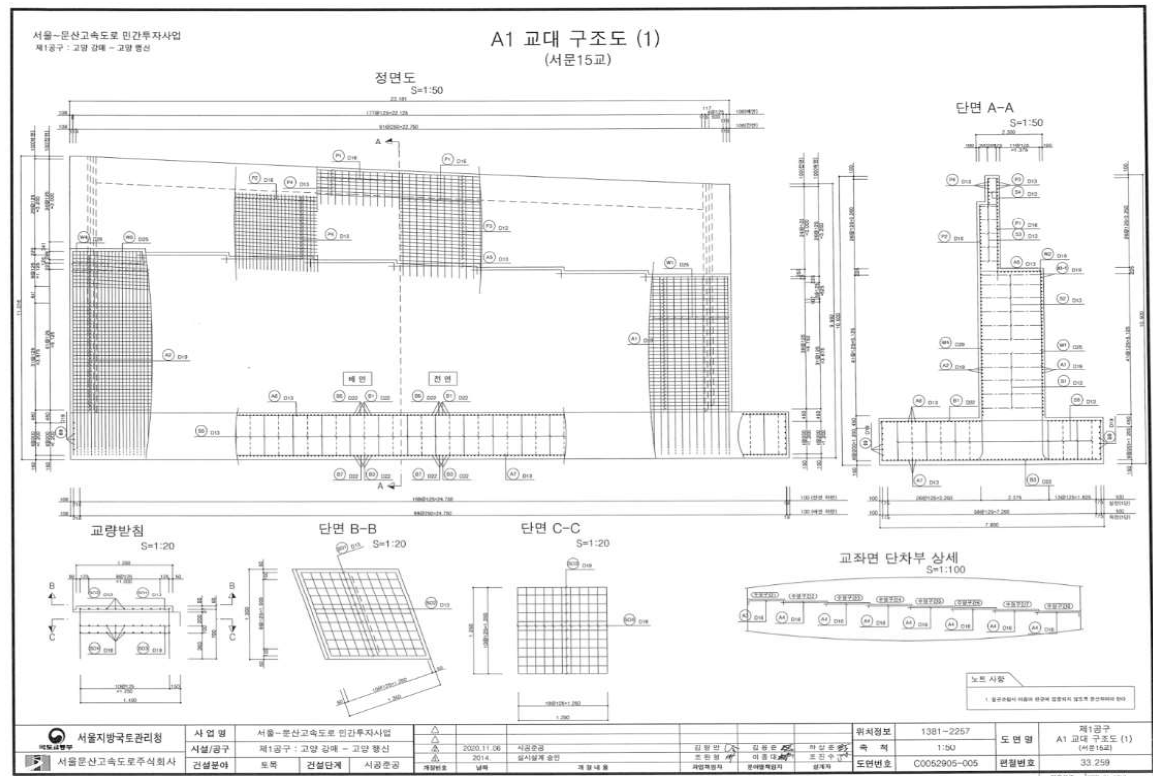
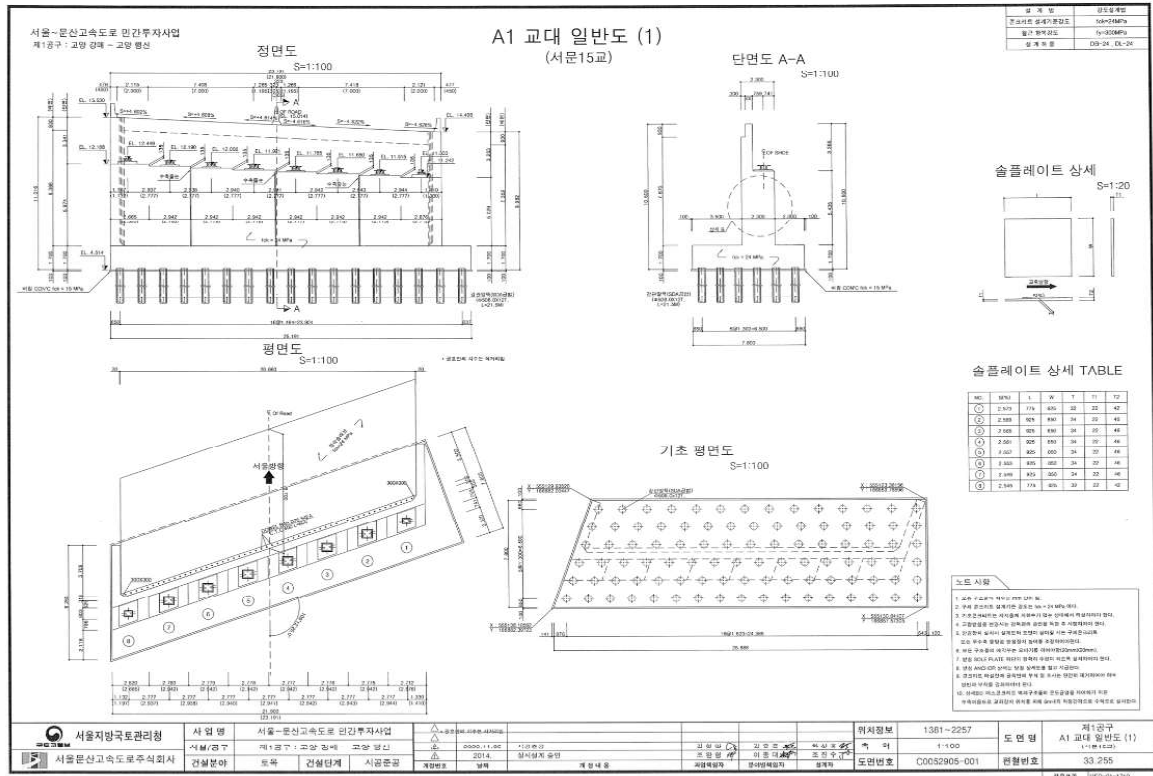
서문15교- 7



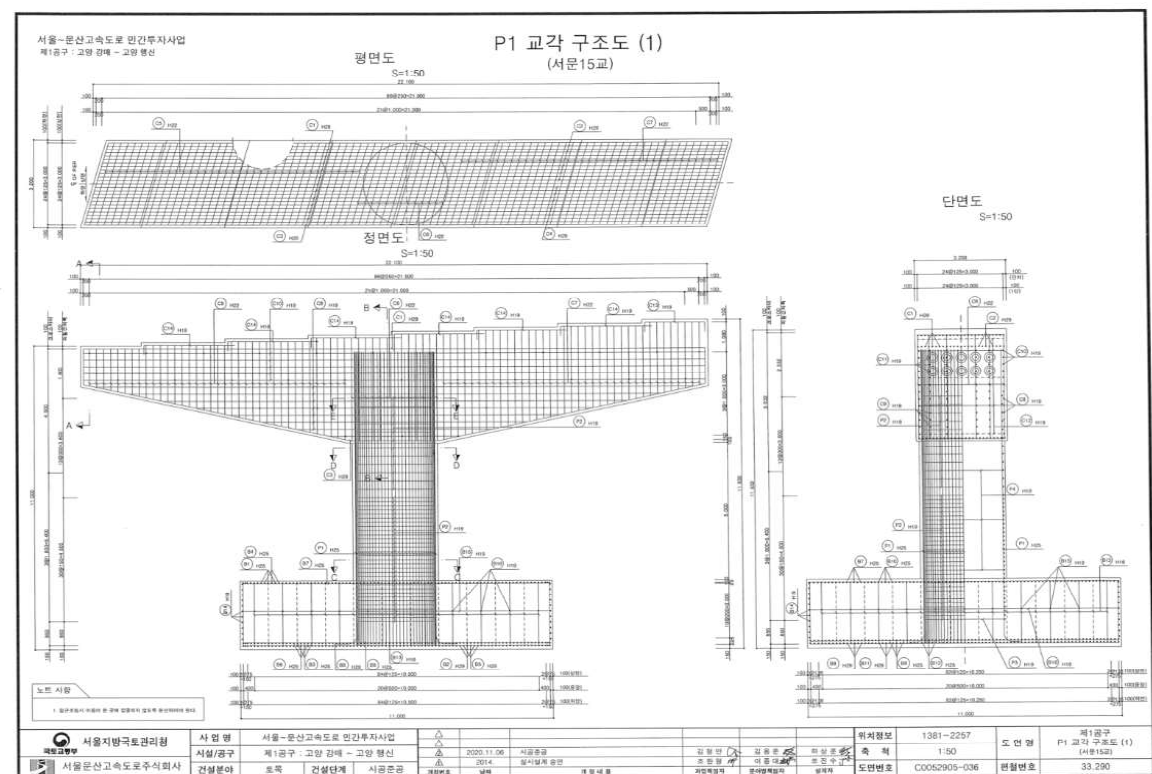
【그림 19.1.5】 바닥판하면 일반도 및 구조도(BICON)



【그림 19.1.6】 강상형 일반도 및 상세도(STB)



【그림 19.1.7】 교대 일반도 및 구조도



【그림 19.1.8】 교각 일반도 및 구조도

[illegible]

【그림 19.1.9】 교량받침 배치도

가. 지형 및 지질

[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

구	분	투수계수(cm/s)	토	질	투수계수(cm/s)	일반의 상태	특	정	투수계수(cm/s)
GW		1.0×10^{-2} 이하	SC		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균일 간격이 매우 좁은 상태	높은 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^2$
GP		1.0×10^{-2} 이하	ML		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$				
GM		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	CL		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균일 간격이 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		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균일 간격이 매우 넓은 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		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	균일 간격이 있음	물투수성	일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구분		분류자료	시험결과	비고
필층층	배토층	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	5.4×10^{-4}
	전도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	-	1.2×10^{-7}
	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}
외층층	중화도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
	중화암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-6}
	연암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
	경암	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
	I등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	-	5.0×10^{-7}
	II등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	-	5.4×10^{-6}
	III등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-8}$	$1.28 \times 10^{-6} \sim 2.49 \times 10^{-6}$	1.9×10^{-6}
	IV등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-6} \sim 4.76 \times 10^{-6}$	3.9×10^{-6}
	V등급	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	6.4×10^{-3}

89

서울문산고속도로주식회사

SM 서울~문산고속도로 민간투자사업

2.7 설계지반정수 요약

2.7.1 토사 및 기반암의 설계지반정수

구	분	단위중량 (kN/m^3)	점착력 (kPa)	내부마찰각 ($^{\circ}$)	연장계수 (MPa)	포아송비 (ν)	$k(\text{cm/s})$
쌓기층	도	18.0	15.0	28.0	—	—	—
	암	20.0	0.0	35.0	—	—	—
배필층	자	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33	5.4×10^{-4}
	관	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50	1.2×10^{-3}
외각층	도	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35	6.6×10^{-4}
	자	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32	5.9×10^{-3}
	관	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33	2.4×10^{-4}
	중화암	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30	4.5×10^{-5}

2.7.2 파일구간 암반등급별 설계지반정수

구	분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
I	등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21	5.0×10^{-7}
		28.0	3,500	41	13,000	0.22	5.4×10^{-6}
II	등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24	1.9×10^{-6}
		24.0	800	34	1,000	0.25	3.9×10^{-6}
V	등급	23.0	400	33	500	0.26	6.4×10^{-6}

2.7.3 불연속체 설계지반정수

구	분	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
암		47.0	34.0

2.7.4 기타 설계지반정수

구		V_p (m/s)	V_s (m/s)	G_d (MPa)	E_r (MPa)	K_s (MPa)	α_j
퇴적층	필도 모래 자갈	498	180	62	164	161	0.33
		645	200	68	190	317	0.40
		480	170	52	140	156	0.35
		514	190	60	181	168	0.32
	중화도	952	382	268	713	699	0.33
	중화암	1,144	544	592	1,539	1,282	0.30
연	암	1,834	954	2,184	5,504	3,822	0.28
	경	암	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062

국토교통부

90

나. 지반 및 지질 조사보고서

3월 지반조사 결과 제 1 장 지형 및 지질 1.1 주변 환경 조사 및 분석 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과	3월 지반조사 결과 제 2 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과	3월 지반조사 결과 제 3 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과
3월 지반조사 결과 제 4 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과	3월 지반조사 결과 제 5 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과	3월 지반조사 결과 제 6 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과
3월 지반조사 결과 제 7 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과	3월 지반조사 결과 제 8 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과	3월 지반조사 결과 제 9 장 지형 및 지질 지형조사 지반조사 현황 지반조사 결과

제3편 지반조사 결과

제 3 장 물리탐사

S-2

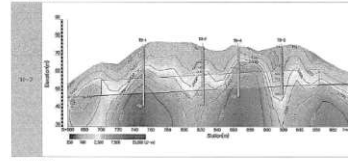
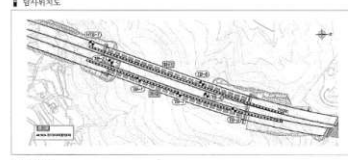
[illegible]

Figure 10 consists of two parts. Part (a) is a map of the study area, showing the location of the study area (Study Area) and the location of the study area (Study Area). Part (b) is a cross-section of the study area, showing the location of the study area (Study Area) and the location of the study area (Study Area).

제3편 지반조사 결과

제3편 지반조사 결과

○ **상위타년 분사방법**



제 4 장 현장조사 및 시험

제3권 지반조사 결과

4.1 강도 및 변형특성 분석

4.2 수리 및 무수특성 분석

자료

- 사법부(헌재) 시추봉쇄 대한 제1차수위 본포현황을 확인하기 위해 제1차수위 출결
- 시추조치 완료후 1일이 경과한 후 수위를 출결하여 안전수위를 구성하고 기록

○ 時令

종류	시각수위		종류	시각수위		종류	시각수위	
	Q ₁ -m	Q ₁ +m		Q ₁ -m	Q ₁ +m		Q ₁ -m	Q ₁ +m
TB-1	7.4	88.5	TB-4	15.5	58.0	TB-7	17.6	58.4
TB-2	8.1	60.6	TB-5	6.8	60.2	-	-	-
TB-3	17.0	59.0	TB-6	3.6	43.5	-	-	-

○결과분석

기타구간(복게스 부지)	
구분	비고
기타구간(복게스 부지)	

100

θ_{H-1}	3.2	13.2	θ_{H-2}	6.6	17.2	θ_{H-3}	3.5	12.8
----------------	-----	------	----------------	-----	------	----------------	-----	------

구분	구간(%)	
	GA-10	EL-40
원산지	3.6~17.8	43.5~66.5

정리	
----	--

기타구간 (복합소 포함)	3.2~6.6	12.8~17.2
분석결과	*지하수위 측정결과 지하구간 G ₁ - 3.6~17.0m, 기타구간 : G ₂ - 3.2~6.6m 범위로 분포	

결과비밀	
------	--

42 서울특별시교육청교육연구정보원

서문15교- 17

다. 구조계산서 및 내진설계

2. 설계조건

- 교량명 : 청동천교, SE01
- 교량형식 : Bicon 교
- 교량등급 : 1등급 적용

2.1 기본자료

- (1) 슬래브 연장 : 50.000 m
- (2) 거더 간격 : 49.900 m
- (3) 설계지점 : 49.900 m
- (4) 교량폭 : 21.900 m
- (5) 횡단면도 : 슬래브 일반도 참조
- (6) 종단면도 : 슬래브 일반도 참조

2.2 주요자료

2.2.1 바닥면

- (1) 콘크리트
 - $F_{ck} = 27 \text{ MPa}$
 - $E_{ck} = 8,500 \times (f_{ck} + 8)^{1/3} = 27804 \text{ MPa}$ (표 1-8)
- (2) 철근(SD400)
 - $F_{yk} = 400 \text{ MPa}$
 - $E_{sk} = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$

2.2.2 Bicon 거더

- (1) 콘크리트(사용 하중 시)
 - 설계기준강도 : $F_{ck} = 40 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_{ck} = 8,500 \times (f_{ck} + 8)^{1/3} = 30891 \text{ MPa}$ (표 1-8)
- (2) 콘크리트(PS강재 간장 시)
 - 설계기준강도 : $F_{ck} = 0.8 \times f_{ck} = 32 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_{ck} = 8,500 \times (f_{ck} + 8)^{1/3} = 29070 \text{ MPa}$ (표 1-8)
- (3) 철근(SD300)
 - 항복강도 : $F_{ky} = 300 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_{sk} = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$
- (4) PS 강연선(KS D 7002 SMC 7B, 저탄소세어선 강재)
 - 직경 : $\phi_{pt} = 15.2 \text{ mm}$
 - 단면적 : $A_{pt} = 136.7 \text{ mm}^2$
 - 극한강도 : $F_{put} = 1900 \text{ MPa}$
 - 항복강도 : $F_{pyt} = 1600 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_{pt} = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$
- (5) PS 강봉(KS D 3505, 저탄소세어선 강재)
 - 직경 : $\phi_{pc} = 40 \text{ mm}$
 - 단면적 : $A_{pc} = 1257 \text{ mm}^2$
 - 극한강도 : $F_{puo} = 1050 \text{ MPa}$
 - 항복강도 : $F_{pyc} = 950 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_{pc} = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$

(6) 축소규격

구분	단위	간연선	강봉
PS강재 개수	개	7	10
엑스콘 내경	mm	65	75
엑스콘 외경	mm	70	80
극한마찰계수(μ)	/rad	0.25	0.25
과상마찰계수(κ)	/a	0.005	0.005

2.2.3 탄성계수비

- (1) 거더콘크리트와 PS 강봉의 탄성계수비(n_c) = $E_{pc} / E_{ck} = 200000 / 30891 = 6.474$
- (2) 거더콘크리트와 PS 강연선의 탄성계수비(n_t) = $E_{pt} / E_{ck} = 200000 / 30891 = 6.474$
- (3) 거더콘크리트와 바닥콘크리트의 탄성계수비(n_b) = $E_{ck} / E_{ck} = 27804 / 30891 = 0.900$

2.3 허용응력

2.3.1 바닥 콘크리트

- 허용압축응력 : $0.4 \times f_{ck} = 10.8 \text{ MPa}$
- 허용인장응력 : $0.5 \sqrt{f_{ck}} = 2.60 \text{ MPa}$ (부착면 철근을 갖는 부재)

2.3.2 거더 콘크리트

- (1) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전의 일시적 응력
 - 허용압축응력 : $0.60 \times f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$
 - 허용인장응력 : 1.41 MPa ($0.25 \times \sqrt{f_{ck}}$)
- (2) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력
 - 허용압축응력 : $0.45 \times f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$
 - 허용인장응력 : $0.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.16 \text{ MPa}$
- (3) 균열응력 : $0.63 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.96 \text{ MPa}$
- (4) 설계부의 지압응력
 - 균열제 정착 직후 : $f_{cr} = 0.7 \times f_{ck} \times \sqrt{(A_b' / A_b - 0.2)} \leq 1.10 \times f_{ck}$
 - 프리스트레스 손실 발생 후 : $f_{cr} = 0.5 \times f_{ck} \times \sqrt{(A_b' / A_b)} \leq 0.90 \times f_{ck}$

2.3.3 PS 강연선

- (1) 간장시 최대응력 : $\text{MIN}(0.94 \times f_{pyt}, 0.8 \times f_{put}) = 1504 \text{ MPa}$
- (2) 정착 후 정착부에서의 허용응력 : $\text{MIN}(0.74 \times f_{put}, 0.82 \times f_{pyt}) = 1312 \text{ MPa}$
- (3) 사용하중 상태에서의 허용응력 : $\text{MIN}(0.74 \times f_{put}, 0.82 \times f_{pyt}) = 1312 \text{ MPa}$

2.3.4 PS 강봉

- (1) 간장시 최대응력 : $\text{MIN}(0.94 \times f_{pyc}, 0.8 \times f_{puo}) = 840 \text{ MPa}$
- (2) 정착 후 정착부에서의 허용응력 : $\text{MIN}(0.74 \times f_{put}, 0.82 \times f_{pyt}) = 777 \text{ MPa}$
- (3) 사용하중 상태에서의 허용응력 : $\text{MIN}(0.74 \times f_{put}, 0.82 \times f_{pyt}) = 777 \text{ MPa}$

2.4 설계하중

2.4.1 고정하중(단위하중)

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

2.4.2 활하중

- (1) 적용하중 : 1등급 적용
- (2) 충격계수
 - $i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 49) = 0.169 \leq 0.300$
- (3) 균등하중 : 바닥 설계 시 : 5000 N/m^2
거더 설계 시 : 3500 N/m^2

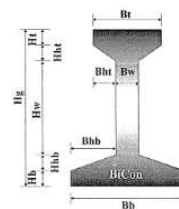
2.5 활하중에 대한 허용저점

$$L / 800 = 0.0613 \text{ mm}$$

3. 단면가정

3.1 단면제어

- (1) 바닥 두께(h_b) : 240 mm
- (2) 거더 단면

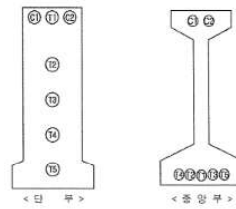


Bicon 단면제어	
Hg	2600 mm
Ht	200 mm
Hb	300 mm
Hht	150 mm
Hhb	200 mm
Hw	1750 mm
Bt	800 mm
Bb	1130 mm
Bw	290 mm
Bht	300 mm
Bbb	450 mm

- (3) 중간가교보수 : 1 EA
- (4) 단부물류크기 : 700 mm

3.2 PS 강연선 및 PS강봉 배치

- (1) 단면 배치



	PS 강봉		PS 강연선				
	G1	G2	T1	T2	T3	T4	T5
직경, 가닥수	40mm	40mm	7EA	10EA	16EA	16EA	16EA
엑스콘외경	55mm	55mm	70mm	90mm	90mm	90mm	90mm
초기전장력	-625kN	-625kN	1250kN	3300kN	3300kN	3300kN	3300kN
단면좌표	Y	-105mm	105mm	0mm	0mm	0mm	0mm
	Z	2475mm	2475mm	2475mm	1750mm	1250mm	750mm
중심부좌표	Y	-105mm	105mm	0mm	-150mm	150mm	-300mm
	Z	2475mm	2475mm	115mm	125mm	125mm	125mm

※ 좌표의 기준 원점은 거더의 하단 중심점.

11. 풍력검토

11.1 G1거더 풍력산출

1) G1거더 중앙부 풍력검토

D 유류율 : 0.829

하중 단계	바닥판		거더		PS 강재		비고
	상면	하면	상면	하면	강동	강선	
1 fsw	-	-	13.805	-10.571	-	-	
2 fps	-	-	-11.709	28.268	408.505	-1223.622	
계	-	-	2.096	17.698	408.505	-1223.622	
응력 검토	-	-	-1.410	±19.200	±777.00	±1312.00	
	-	-	0.K	0.K	0.K	0.K	
3 fbl	-	-	7.329	-5.282	43.625	-30.302	
4 fal	1.247	1.001	1.113	-1.844	6.282	-11.027	
5 fll	2.413	1.937	2.153	-3.569	12.158	-21.336	
6 fsh	0.108	0.047	0.052	-0.675	0.113	4.145	
7 fcr	0.469	0.206	0.229	-2.844	0.493	18.081	
8 frgb	-0.036	-0.033	-0.036	0.004	-0.223	0.011	
9 frgs	0.043	0.019	0.021	-0.268	0.045	1.644	
계	4.243	3.178	12.956	3.119	470.896	-1262.407	
응력 검토	10.800	-2.508	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00	
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	

(+) : 압축, (-) : 인장

2) PS 강재 간장부 풍력검토

구 분	C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수 (EA)			7	16	16	16	16
P _{CD} (kN)	-513.491	-513.491	998.364	2859.032	2507.080	2730.424	±2854.967
A _p (m ²)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00222	0.00222	0.00222	±0.0022
f _{ps} (MPa)	-408.505	-408.505	1028.287	1288.316	1174.784	1230.364	±1286.485
응 력 검 토	±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K

11.2 G2-G7거더 풍력산출

1) G2-G7거더 중앙부 풍력검토

D 유류율 : 0.834

하중 단계	바닥판		거더		PS 강재		비고
	상면	하면	상면	하면	강동	강선	
1 fsw	-	-	13.805	-10.571	-	-	
2 fps	-	-	-11.709	28.268	408.505	-1223.622	
계	-	-	2.096	17.698	408.505	-1223.622	
응력 검토	-	-	-1.410	±19.200	±777.00	±1312.00	
	-	-	0.K	0.K	0.K	0.K	
3 fbl	-	-	8.761	-6.314	52.024	-36.220	
4 fal	1.214	0.955	1.072	-1.927	6.005	-11.547	
5 fll	1.982	1.559	1.732	-3.114	9.707	-18.666	
6 fsh	0.091	0.034	0.037	-0.658	0.025	4.048	
7 fcr	0.382	0.140	0.156	-2.753	0.104	16.926	
8 frgb	-0.034	-0.031	-0.035	0.004	-0.212	0.016	
9 frgs	0.037	0.014	0.015	-0.267	0.010	1.642	
계	3.651	2.690	13.834	2.668	476.167	-1267.424	
응력 검토	10.800	-2.508	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00	
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	

(+) : 압축, (-) : 인장

2) 내측거더 강선 풍력검토(사용하중 상태)

구 분	C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수 (EA)			7	16	16	16	16
P _{CD} (kN)	-513.491	-513.491	998.364	2859.032	2607.080	2730.424	±2854.967
A _p (m ²)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00222	0.00222	0.00222	±0.0022
f _{ps} (MPa)	-408.505	-408.505	1028.287	1288.316	1174.784	1230.364	±1286.485
응 력 검 토	±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K

11.3 G8거더 풍력산출

1) G8거더 중앙부 풍력검토

D 유류율 : 0.831

하중 단계	바닥판		거더		PS 강재		비고
	상면	하면	상면	하면	강동	강선	
1 fsw	-	-	13.805	-10.571	-	-	
2 fps	-	-	-11.709	28.268	408.505	-1223.622	
계	-	-	2.096	17.698	408.505	-1223.622	
응력 검토	-	-	-1.410	±19.200	±777.00	±1312.00	
	-	-	0.K	0.K	0.K	0.K	
3 fbl	-	-	7.891	-5.687	46.880	-32.625	
4 fal	1.242	0.991	1.101	-1.914	6.192	-11.458	
5 fll	2.379	1.899	2.110	-3.667	11.854	-21.955	
6 fsh	0.096	0.039	0.043	-0.685	0.060	4.088	
7 fcr	0.420	0.167	0.186	-2.852	0.257	17.523	
8 frgb	-0.035	-0.032	-0.035	0.004	-0.216	0.014	
9 frgs	0.039	0.018	0.017	-0.286	0.024	1.637	
계	4.143	3.081	13.410	2.651	473.547	-1266.398	
응력 검토	10.800	-2.508	18.000	-3.162	±777.00	±1312.00	
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	

(+) : 압축, (-) : 인장

2) 내측거더 강선 풍력검토(사용하중 상태)

구 분	C1	C2	T1	T2	T3	T4	T5
강선수 (EA)			7	16	16	16	16
P _{CD} (kN)	-513.491	-513.491	998.364	2859.032	2607.080	2730.424	±2854.967
A _p (m ²)	0.00126	0.00126	0.00097	0.00222	0.00222	0.00222	±0.0022
f _{ps} (MPa)	-408.505	-408.505	1028.287	1288.316	1174.784	1230.364	±1286.485
응 력 검 토	±777.00	±777.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00	±1312.00
	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K	0.K

12.2 크리프에 의한 처짐

(1) 바닥판 타설후 Bicon 거더 크리프 계수 (ϕ_{bt} , $t' = 30$ 일, $t = 90$ 일, $RH = 70\%$)

$$\phi_{bt}(t-t') = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t-t')$$

$$\phi_{bt} = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t_{bt}) \times \beta_{bt}(t')$$

$$\phi_{bt} = 1 + (1 - 0.01 \times RH) / 0.1 \times t^2 \times h = 1.47$$

$$\text{여기서, } h = 2 \times A_c \times EA / u \times EA$$

$$= (2 \times \text{거더단면적}(\text{mm}^2) \times \text{거더갯수}) / (\text{거더단면둘레}(\text{mm}) \times \text{거더갯수})$$

$$= 259.443$$

$$\beta_{bt}(t_{bt}) = 16.8 / \sqrt{t_{bt}} = 2.425$$

$$\text{여기서, } t_{bt} = f_{bt} + 8 = 48$$

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

$$\beta_{bt}(t-t') = [(t-t') / (\beta_{bt} + (t-t'))]^{0.2} = 0.48$$

$$\text{여기서, } \beta_{bt} = 1.5 [1 + (0.012 RH)^{0.8}] h + 251 = 656 \text{ 일} < 1500 \text{ 일}$$

$$\phi_{bt} = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t_{bt}) \times \beta_{bt}(t')$$

$$= 1.47 \times 2.425 \times 0.482 = 1.718$$

$$\therefore \phi_{bt}(t, t') = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t-t')$$

$$= 1.718 \times 0.48 = 0.825$$

(2) 바닥판 타설후 Bicon 거더 크리프 계수 (ϕ_{bt} , $t' = 90$ 일, $t = 10000$ 일, $RH = 70\%$)

$$\phi_{bt}(t-t') = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t-t')$$

$$\phi_{bt} = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t_{bt}) \times \beta_{bt}(t')$$

$$\phi_{bt} = 1 + (1 - 0.01 \times RH) / 0.1 \times t^2 \times h = 1.22$$

$$\text{여기서, } h = 2 \times A_c \times EA / u \times EA$$

$$= (2 \times \text{거더단면적}(\text{mm}^2) \times \text{거더갯수}) / (\text{거더단면둘레}(\text{mm}) \times \text{거더갯수})$$

$$= 259.443$$

$$\beta_{bt}(t_{bt}) = 16.8 / \sqrt{t_{bt}} = 2.425$$

$$\text{여기서, } t_{bt} = f_{bt} + 8 = 48$$

$$\beta_{bt}(t') = 1 / (0.1 + (t')^{0.2}) = 1 / (0.1 + (90)^{0.2}) = 0.30$$

$$\beta_{bt}(t-t') = [(t-t') / (\beta_{bt} + (t-t'))]^{0.2} = 0.98$$

$$\text{여기서, } \beta_{bt} = 1.5 [1 + (0.012 RH)^{0.8}] h + 251 = 656 \text{ 일} < 1500 \text{ 일}$$

$$\phi_{bt} = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t_{bt}) \times \beta_{bt}(t')$$

$$= 1.22 \times 2.425 \times 0.391 = 1.157$$

$$\therefore \phi_{bt}(t, t') = \phi_{bt} \times \beta_{bt}(t-t')$$

$$= 1.157 \times 0.98 = 1.134$$

(3) G1 거더

1) 바닥 타설전에 생기는 처짐

$$\delta_{a1} = \phi_0 \times (\delta_{a0} + \delta_{a1}) \quad (\phi_0 = 0.825)$$

$$= 0.825 \times (75.90 + -124.49) = -40.08 \text{ mm}$$

2) 바닥 타설후에 생기는 처짐

$$\delta_{a2} = \phi_1 \times (\delta_{a0} + \delta_{a1} + \delta_{a2} + \delta_{a3}) \quad (\phi_1 = 1.134)$$

$$= 1.134 \times (75.90 + 39.27 + 9.21 + -114.32)$$

$$= 11.41 \text{ mm}$$

(4) G2-G7 거더

1) 바닥 타설전에 생기는 처짐

$$\delta_{a1} = \phi_0 \times (\delta_{a0} + \delta_{a1}) \quad (\phi_0 = 0.825)$$

$$= 0.825 \times (75.90 + -124.49) = -40.08 \text{ mm}$$

2) 바닥 타설후에 생기는 처짐

$$\delta_{a2} = \phi_1 \times (\delta_{a0} + \delta_{a1} + \delta_{a2} + \delta_{a3}) \quad (\phi_1 = 1.134)$$

$$= 1.134 \times (75.90 + 46.94 + 9.34 + -114.32)$$

$$= 20.25 \text{ mm}$$

12.3 처짐의 합계

		(단위: mm)			
구 분		G1 거더	G2-G7 거더	G8 거더	비 고
프리스트레스 도입처		-48.58	-48.58	-48.58	$\delta_{a0} + \delta_{a1}$
바닥면 타설 전		-88.67	-88.67	-88.67	
바닥면 타설 후		-49.39	-41.72	-46.38	$\delta_{a0} + \delta_{a1} + \delta_{a2} + \delta_{a3}$
교량확충 직후		-18.62	-1.98	-15.43	$\delta_{a0} + \delta_{a1} + \delta_{a2} + \delta_{a3} + \delta_{a4} + \delta_{a5}$
활하중을 따른 처짐량		17.82	15.78	18.47	

12.4 활하중에 의한 처짐 검토

$$\Delta \text{ 허용처짐}(\delta_h) = L / 800 = 49 / 800 = 61.25 \text{ mm}$$

(1) G1 거더

$$\delta_v = 17.82 < \delta_a = 61.25 \text{ mm} \quad \text{O.K.}$$

(2) G2-G7 거더

$$\delta_v = 15.78 < \delta_a = 61.25 \text{ mm} \quad \text{O.K.}$$

(3) G8 거더

$$\delta_v = 18.47 < \delta_a = 61.25 \text{ mm} \quad \text{O.K.}$$

14. 전단 검토

14.1 수직 전단 검토

14.1.1 G1 거더

▷ 전단력이 가장 크게 발생하는 지점부에서 검토

외측거더 지점부 단면력

구 분	V(kN)	M(kN·m)
자 중	725.88	5.54
활상전	371.88	1.49
활상후	218.17	11.19
활하중	399.89	28.15

(1) 극한전단력

$$V_u = 1.3 D + 2.15 (L + I) + 1.3 Q^* + 1.7H + 1.30 = 2570.5 \text{ kN}$$

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

- Vc는 Vci 또는 Vcw 중에서 작은 값으로 한다.

1) 전단강도 Vci (단 전단강도)

$$V_{ci} = 0.05 \times \sqrt{f_{ck}} \times b_w \times d + V_d + (V_i \times M_{cr}) / M_{max}$$

$$M_{cr} = Z_{bo} \times (0.5 \times \sqrt{f_{ck}} + f_{pc} - f_d) = 12448.6 \text{ kN·m}$$

$$f_{pc} = 23.426 \text{ MPa}$$

$$f_d = M_{d1} / Z_{bo} = 10.571 \text{ MPa}$$

$$Z_{bo} = I_{co} / y_{bo} = 0.777 \text{ m}^3$$

$$M_{max} = 1.3 \times (M_{d2} / H_{d3}) + 2.15 \times M_i = 77.03 \text{ kN·m}$$

$$d = 2650 - (2475 + 1,750 + 1,250 + 750) / 4 = 1043.75 \text{ mm}$$

- d를 0.9배보다 작게 취해서는 안된다.

$$1,043.75 \text{ mm} < 0.8 \times H = 2080 \text{ mm} \quad \therefore d = 2080.00 \text{ mm}$$

$$V_d = 725.88 \text{ kN}$$

$$V_i = 1.3 \times (V_{d2} / H_{d3}) + 2.15 \times V_i = 1625.83 \text{ kN}$$

- Vci는 $0.14 \sqrt{f_{ck}} \times b_w \times d$ 보다 작아서는 안된다.

$$V_{ci} = 264169.73 \text{ kN} > 0.14 \sqrt{f_{ck}} \times b_w \times d = 1473.37 \text{ kN}$$

$$\therefore V_{ci} = 264169.73 \text{ kN}$$

13. 활강도르 검토

13.1 거더

1) 극한모멘트 (Factored Moment)

$$M_u = 1.3 D + 2.15 Q = 28702740.0 \text{ N·m}$$

2) 단면 계산

$$b = 2500.0 \text{ mm} \quad (\text{압축 플랜지의 폭})$$

$$d_p = 2716.0 \text{ mm}$$

$$A_{p1} = 0.003646 \text{ m}^2 = 3646 \text{ mm}^2 \quad (\text{강변선 플랜지})$$

$$A_{p2} = 0.002514 \text{ m}^2 = 2514 \text{ mm}^2 \quad (\text{강변선 플랜지})$$

$$f_{ck} = 27 \text{ MPa} \quad (\text{슬래브 콘크리트 강도})$$

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} \quad (\text{빌 콘크리트 강도})$$

$$f_{pu1} = 1900 \text{ MPa} \quad (\text{극한인장강도})$$

$$f_{pu2} = 1600 \text{ MPa} \quad (\text{항복강도})$$

$$f_{pu3} = 1050 \text{ MPa} \quad (\text{극한인장강도})$$

$$f_{pu4} = 950 \text{ MPa} \quad (\text{항복강도})$$

3) 계수 산정

$$r_{p1} = 0.28 \quad [0.40 - \text{응력제거강도}, 0.28 - \text{저밀도세어선강도}, 0.55 - \text{강종}]$$

$$\beta_1 = 0.85 - [0.007 \times (f_{ck} - 28)] = 0.857$$

$$\rho_{p1} = A_{p1} / (b \times d_p) = 0.001295$$

$$r_{p2} = 0.55 \quad [0.40 - \text{응력제거강도}, 0.28 - \text{저밀도세어선강도}, 0.55 - \text{강종}]$$

$$\beta_2 = 0.85 - [0.007 \times (f_{ck} - 28)] = 0.857$$

$$\rho_{p2} = A_{p2} / (b \times d_p) = 0.000331$$

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

* 일단을 배치하지 않았거나, 배치되어도 그 영향을 무시할 수 있는 경우

$$F_{ps} = F_{pu1} \times [1 - (r_{p1} / \beta_1) \times \rho_{p1} \times (f_{pu1} / f_{ck})] = 1843.4 \text{ MPa}$$

5) 배식단면 결정

$$a = (A_{p1} \times F_{ps}) / (0.85 \times f_{ck} \times b) = 282.5 \text{ mm}$$

$$\text{슬래브 두께} : 240.0 \text{ mm} < 282.5 \text{ mm} \quad \text{플랜지단면}$$

6) 최대 PS 강재율 검토

$$\text{강재비율}(\rho_p) = \rho_p \times F_{ps} / f_{ck} = 0.088$$

$$\rho_p (=0.088) < 0.38 \times \beta_1 (=0.309) \quad \text{O.K.}$$

7) 극한 처짐 모멘트 검토

$$\phi \cdot M_n = \phi [A_{p1} \times F_{ps} \times d_p \times (1 - 0.59 \times A_{p1} \times F_{ps} / (b_o \times d_p \times f_{ck}))$$

$$+ 0.85 \times f_{ck} (b_o - b_o) \times t \times (d_p - 0.5 t)] = 38626.68 \text{ kN·m}$$

$$\phi \cdot M_n (=38626.68) > M_u (=28702.74) \quad \text{O.K.}$$

8) 균열 모멘트 검토

$$1.2 \cdot M_{cr} = Z_{bo} \times (0.5 \times \sqrt{f_{ck}} + f_{pc} - f_d) = -34129.527 \text{ kN·m}$$

$$f_{pc} = 23.426 \text{ MPa}$$

$$f_d = M_{d1} / Z_{bo} = -10.571 \text{ MPa}$$

$$Z_{bo} = I_{co} / y_{bo} = -0.777 \text{ m}^3$$

$$1.2 \cdot M_{cr} (=34129.52) < \phi \cdot M_n (=38626.68) \quad \text{O.K.}$$

2) 전단강도 Vcw(복부 전단강도)

$$V_{cw} = (0.29 \times \sqrt{f_{ck}} + 0.3 \times f_{pc}) \times b_w \times d + V = 10558647 \text{ N} = 10558.65 \text{ kN}$$

$$f_{pc} = P_{e1} / A_c = 10221861 / 1010953 = 10.111 \text{ MPa}$$

$$V_p = P_{e2} \times \sin \theta \quad (V_p : \text{수직분력}) = 9194900 \times 0.2675 = 2459191.20 \text{ N}$$

$$\therefore V_c = \min [V_{ci}, V_{cw}] = 10558.6 \text{ kN}$$

3) aVc =

$$0.80 \times 10558.6 = 8446.9 \text{ kN}$$

$$1/2 \cdot aV_c = 4,223.49 \text{ kN}$$

$$\therefore V_u < 1/2 \cdot aV_c, \text{ 전단 철근 분포율}$$

2. 해석결과 요약

■ 일차 안전성검토 및 용력검토

구분	항목	허용값	발생값	비고
교속방향	충격지하력(kN/EA)	1068.140	959.082	0.K
	충격인발력(kN/EA)	305.618	-	0.K
	통 용력(MPa)	140.000	107.659	0.K
	견단응력(MPa)	80.000	4.475	0.K
	수평변위(mm)	15.000	4.953	0.K
	충격지하력(kN/EA)	1002.210	1263.220	0.K
자전시	충격인발력(kN/EA)	458.427	-	0.K
	통 용력(MPa)	210.000	156.587	0.K
	견단응력(MPa)	120.000	12.836	0.K
	수평변위(mm)	15.000	8.007	0.K
교속방향	충격지하력(kN/EA)	1068.140	1030.082	0.K
	충격인발력(kN/EA)	305.618	-	0.K
	통 용력(MPa)	140.000	102.583	0.K
	견단응력(MPa)	80.000	2.115	0.K
	수평변위(mm)	15.000	2.342	0.K
	충격지하력(kN/EA)	1002.210	1325.325	0.K
자전시	충격인발력(kN/EA)	458.427	-	0.K
	통 용력(MPa)	210.000	157.897	0.K
	견단응력(MPa)	120.000	11.614	0.K
	수평변위(mm)	15.000	7.345	0.K

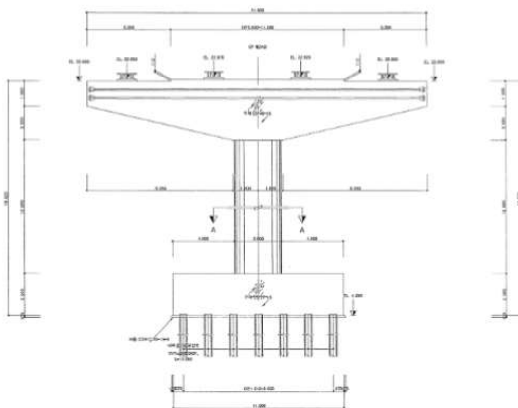
■ 단면 설계

단면위치	길이 (mm)	폭력 (mm)	Req.As (mm²)	Use.As (mm²)	Mu(kN.m)	ΦMu(kN.m)	안전도	비고
기 교속방향	2500.0	150.0	59952.652	102269.900	46035.196	77363.101	1.681	0.K
기 교속-자전부	2500.0	150.0	60233.339	111777.600	52649.359	84044.624	1.580	0.K

■ 사용성 검토

단면위치	인장응력(f _s)	허용응력(f _{sa})	평균간격(S)	최대간격(S _g)	비고
기 교속방향	162.386	180.000	123.596	146.205	0.K
기 교속-자전부	163.374	180.000	126.437	143.272	0.K

4. 단 면 가 정



3. 설 계 조 건

3.1 말 반 사 용

- 1) 구조 형 식 : T형 교각
- 2) 상 부 형 식 : STEEL BOX GIRDER + BICON GIRDER
- 3) 교 결 형 식 : 1 동교
- 4) 기 조 형 식 : 열목기조

3.2 하 중

- 1) 활근콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- 2) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{so} = 20 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 제2편 P366]
- 3) 교량방류 마찰계수 : $f_s = 0.05$

3.3 지 반 조 건

- 1) 기초지반의 N치 : $N = 15$
- 2) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi = 30^\circ$: $15 + \sqrt{15} \text{ N}$
- 3) 기초지반의 점착력 : $C = 0 \text{ kN/m}^2$
- 4) 기초지반의 마찰계수 : $u = 0.364$: $T/M(\phi - \phi_2)$: 흙질 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 - 지진구역 계수 : 0.11

3.4 사 용 재 료 강 도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{ck} =$ 두부부: 40 MPa
 기중: 40 MPa
 기초: 27 MPa
 - 탄성계수 : $E_c =$ 두부부: 30891 MPa
 기중: 30891 MPa
 기초: 27804 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도(R_{yk}) : $f_y =$ 두부부: 400 MPa
 기중: 400 MPa
 기초: 400 MPa
 - 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

3.5 설 계 방 법

- 1) 연 결 형 태 : 허용응력 설계법
- 2) 단 면 형 태 : 직방형 단면 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) 광구조 편람 (1995)
- 7) 광도로교 상세부 설계지침 (2006)

3) 가용단면 검토

○ 축력최대 : (부재 13, UL001)

【 현형기둥 : 하부 , 1/7 】

㉠ 설계조건 및 단면가정

$f_{ck}=40\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $k_t=0.77$, $\phi_c=0.70$, $\phi_s=0.90$ (종임속지도)

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

㉡ 철근비 검토

$A_g = 706583.47 \text{ mm}^2$, $A_{st} = 92505.80 \text{ mm}^2$, $P_{use} = 0.01309$
 - 1단 : H29 - 72FA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_1 = 100.000 \text{ mm}$
 - 2단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_2 = 129.000 \text{ mm}$
 $\rho_{min} (= 0.0050) \leq \rho_{use} (= 0.0131) \leq \rho_{max} (= 0.0600) \therefore 0.K$
 $\rho_{min} = 0.010 \times A_{eff} / A_g$, $A_{eff} = P_u / [\psi(0.85 \times f_{ck} + 0.01 \times f_y)] = 2547035.996 \text{ mm}^2$
 A_{eff} 는 $\geq 1/2 A_g (= 3534291.735 \text{ mm}^2)$ 이어서 하므로 3534291.735 mm^2 를 적용.

㉢ 압축력중 산정

$c_b = 600 / (600 + f_y) \times d = 1731.21 \text{ mm}$, $a_b = k_1 \times c_b = 1326.11 \text{ mm}$
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3013894.220 = 102472.403 \text{ kN}$, $\sum C_{sl} = 13976.888 \text{ kN}$, $\sum T_{sl} = 10617.852$
 $P_b = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1394.655 + \sum (C_{sl} \times d_1) + \sum (T_{sl} \times d_1) = 100975.517 \text{ kN.m}$
 $e_b > e \rightarrow$ 압축 파괴 ($e_b = M_b / P_b = 954.116 \text{ mm}$, $e = M_u / P_u = 47.852 \text{ mm}$)

㉣ 공칭강도 산정

- 반복시산입을 허용하여 $c = 3773.44 \text{ mm}$, $a = k_1 \times c = 2890.45 \text{ mm}$ 를 사용.
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 6086182.312 = 237530.189 \text{ kN}$
 $\sum C_{sl} = 25558.670 \text{ kN}$, $\sum T_{sl} = 0.000 \text{ kN}$
 $P_n = 237530.189 + 25558.670 - 0.000 = 263088.859 \text{ kN}$
 $M_n = C_c \times 1462.300 + \sum (C_{sl} \times d_1) + \sum (T_{sl} \times d_1) = 12587.598 \text{ kN.m}$
 - 편심오차 : $[e = M_n / P_n (= 47.845)] = 0.0067 \leq 0.010 \therefore$ 허용오차 만족

㉥ 강도감소계수(ϕ) 산정

$d_t = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 \text{ mm}$
 $c = 3773.437 \text{ mm}$, $a = k_1 \times c = 2890.453 \text{ mm}$
 $e_y = f_y / E_s = 400.00 / 200000.00 = 0.0020$
 $e_t = 0.00300 \times (d_t - c) / c = 0.00300 \times (2900.00 - 3773.44) / 3773.44 = -0.00069$
 $e_t \leq e_y$ 이므로 압축지대단면이며, $\phi = 0.70$ 를 적용한다.

㉦ 축력항력 및 횡재 대한 검토

$\text{Max} P_n = 0.80 \times [0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] = 218351.110 \text{ kN} < P_n = 263088.859 \text{ kN}$
 $\phi P_n = 0.70 \times 218351.110 = 152845.777 \text{ kN} \geq P_u = 54200.926 \text{ kN} \therefore 0.K$
 $\phi M_n = \phi P_n \times 0.048 = 7347.485 \text{ kN.m} \geq M_u = 2593.627 \text{ kN.m} \therefore 0.K$

② 모멘트최대 : (부재 13, U014)
【 원형기둥 : 하부 , 2/7 】

㉔ 설계조건 및 단면가정

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

㉕ 철근비 검토

$A_g = 7068583.47 \text{ mm}^2$, $A_{st} = 92505.60 \text{ mm}^2$, $\rho_{use} = 0.01309$
 - 1단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_1 = 100.000 \text{ mm}$
 - 2단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_2 = 129.000 \text{ mm}$
 $\rho_{min} (= 0.0050) \leq \rho_{use} (= 0.0131) \leq \rho_{max} (= 0.0600) \therefore O.K$
 $\rho_{min} = 0.010 \times A_{eff} / A_g$, $A_{eff} = P_u / \{ \varphi 0.80(0.85 + f_{ck} + 0.01 \cdot f_y) \} = 1771197.227 \text{ mm}^2$
 A_{eff} 는 $\geq 1/6 A_g (= 3534291.735 \text{ mm}^2)$ 이어야 하므로 3534291.735 mm^2 를 적용.

㉖ 균형하중 산정

$cb = 600 / (600 + f_y) \times d = 1731.21 \text{ mm}$, $ab = k1 \times cb = 1326.11 \text{ mm}$
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3013894.220 = 102472.403 \text{ kN}$, $\Sigma C_{si} = 13976.888 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 10617.852 \text{ kN}$
 $P_b = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1394.655 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 100975.517 \text{ kN.m}$
 $eb < e \rightarrow$ 인장 파괴 ($eb = M_b/P_b = 954.116 \text{ mm}$, $e = M_u/P_u = 996.123 \text{ mm}$)

㉗ 균형강도 산정

- 반력시산법을 이용하여 $c = 1686.97 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 1292.22 \text{ mm}$ 를 사용.
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 2913066.154 = 99044.249 \text{ kN}$
 $\Sigma C_{si} = 13720.870 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 11400.013 \text{ kN}$
 $P_n = 99044.249 + 13720.870 - 11400.013 = 101365.107 \text{ kN}$
 $M_n = C_c \times 1396.429 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 100972.720 \text{ kN.m}$
 - 편심모자 : $|e - M_n/P_n (= 966.129)| = 0.0060 \leq 0.010 \therefore$ 허용모자 만족

㉘ 강도감소계수(Φ) 산정

$dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 \text{ mm}$
 $c = 1686.974 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 1292.222 \text{ mm}$
 $\epsilon_y = f_y / E_s = 400.00 / 200000.00 = 0.0020$
 $\epsilon_t = 0.00300 \times (dt - c) / c = 0.00300 \times (2900.00 - 1686.97) / 1686.97 = 0.00216$
 $\epsilon_y < \epsilon_t < 0.00500$ 이므로 변형구간단면이며, $\Phi = 0.71$ 를 적용한다.
 $\Phi = 0.700 + (0.0022 - 0.0020) \times (0.850 - 0.700) / (0.00500 - 0.00200) = 0.708$

㉙ 축방향력 및 휨에 대한 검토

$\text{Max} P_n = 0.80 \times \{ 0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \} = 219351.110 \text{ kN} \geq P_n = 101365.107 \text{ kN}$
 $\Phi P_n = 0.71 \times 101365.107 = 71752.117 \text{ kN} \geq P_u = 37691.077 \text{ kN} \therefore O.K$
 $\Phi M_n = \Phi P_n \times 0.996 = 71473.935 \text{ kN.m} \geq M_u = 37544.949 \text{ kN.m} \therefore O.K$

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

㉔ 설계조건 및 단면가정

D(mm)	외벽(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,885	29645.218	37281.496	1302

㉕ 철근비 검토

$A_g = 7068583.47 \text{ mm}^2$, $A_{st} = 92505.60 \text{ mm}^2$, $\rho_{use} = 0.01309$
 - 1단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_1 = 100.000 \text{ mm}$
 - 2단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_2 = 129.000 \text{ mm}$
 $\rho_{min} (= 0.0050) \leq \rho_{use} (= 0.0131) \leq \rho_{max} (= 0.0600) \therefore O.K$
 $\rho_{min} = 0.010 \times A_{eff} / A_g$, $A_{eff} = P_u / \{ \varphi 0.80(0.85 + f_{ck} + 0.01 \cdot f_y) \} = 1346109.868 \text{ mm}^2$
 A_{eff} 는 $\geq 1/6 A_g (= 3534291.735 \text{ mm}^2)$ 이어야 하므로 3534291.735 mm^2 를 적용.

㉖ 균형하중 산정

$cb = 600 / (600 + f_y) \times d = 1731.21 \text{ mm}$, $ab = k1 \times cb = 1326.11 \text{ mm}$
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3013894.220 = 102472.403 \text{ kN}$, $\Sigma C_{si} = 13976.888 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 10617.852 \text{ kN}$
 $P_b = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1394.655 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 100975.517 \text{ kN.m}$
 $eb < e \rightarrow$ 인장 파괴 ($eb = M_b/P_b = 954.116 \text{ mm}$, $e = M_u/P_u = 1301.491 \text{ mm}$)

㉗ 균형강도 산정

- 반력시산법을 이용하여 $c = 1395.21 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 1068.73 \text{ mm}$ 를 사용.
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 2258625.757 = 76793.276 \text{ kN}$
 $\Sigma C_{si} = 12104.325 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 15328.578 \text{ kN}$
 $P_n = 76793.276 + 12104.325 - 15328.578 = 73569.022 \text{ kN}$
 $M_n = C_c \times 1409.672 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 95748.941 \text{ kN.m}$
 - 편심모자 : $|e - M_n/P_n (= 1301.484)| = 0.0066 \leq 0.010 \therefore$ 허용모자 만족

㉘ 강도감소계수(Φ) 산정

$dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 \text{ mm}$
 $c = 1395.213 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 1068.733 \text{ mm}$
 $\epsilon_y = f_y / E_s = 400.00 / 200000.00 = 0.0020$
 $\epsilon_t = 0.00300 \times (dt - c) / c = 0.00300 \times (2900.00 - 1395.21) / 1395.21 = 0.00324$
 $\epsilon_y < \epsilon_t < 0.00500$ 이므로 변형구간단면이며, $\Phi = 0.76$ 를 적용한다.
 $\Phi = 0.700 + (0.0032 - 0.0020) \times (0.850 - 0.700) / (0.00500 - 0.00200) = 0.762$

㉙ 축방향력 및 휨에 대한 검토

$\text{Max} P_n = 0.80 \times \{ 0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \} = 219351.110 \text{ kN} \geq P_n = 73569.022 \text{ kN}$
 $\Phi P_n = 0.76 \times 73569.022 = 56043.434 \text{ kN} \geq P_u = 29645.218 \text{ kN} \therefore O.K$
 $\Phi M_n = \Phi P_n \times 1.301 = 72940.029 \text{ kN.m} \geq M_u = 37281.496 \text{ kN.m} \therefore O.K$

③ 단성용계 : (부재 13, U022)
【 원형기둥 : 하부 , 3/7 】

㉔ 설계조건 및 단면가정

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

㉕ 철근비 검토

$A_g = 7068583.47 \text{ mm}^2$, $A_{st} = 92505.60 \text{ mm}^2$, $\rho_{use} = 0.01309$
 - 1단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_1 = 100.000 \text{ mm}$
 - 2단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_2 = 129.000 \text{ mm}$
 $\rho_{min} (= 0.0050) \leq \rho_{use} (= 0.0131) \leq \rho_{max} (= 0.0600) \therefore O.K$
 $\rho_{min} = 0.010 \times A_{eff} / A_g$, $A_{eff} = P_u / \{ \varphi 0.80(0.85 + f_{ck} + 0.01 \cdot f_y) \} = 1416957.801 \text{ mm}^2$
 A_{eff} 는 $\geq 1/6 A_g (= 3534291.735 \text{ mm}^2)$ 이어야 하므로 3534291.735 mm^2 를 적용.

㉖ 균형하중 산정

$cb = 600 / (600 + f_y) \times d = 1731.21 \text{ mm}$, $ab = k1 \times cb = 1326.11 \text{ mm}$
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3013894.220 = 102472.403 \text{ kN}$, $\Sigma C_{si} = 13976.888 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 10617.852 \text{ kN}$
 $P_b = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1394.655 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 100975.517 \text{ kN.m}$
 $eb < e \rightarrow$ 인장 파괴 ($eb = M_b/P_b = 954.116 \text{ mm}$, $e = M_u/P_u = 2359.724 \text{ mm}$)

㉗ 균형강도 산정

- 반력시산법을 이용하여 $c = 916.63 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 702.14 \text{ mm}$ 를 사용.
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 1259572.508 = 42805.005 \text{ kN}$
 $\Sigma C_{si} = 9175.352 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 20886.666 \text{ kN}$
 $P_n = 42805.005 + 9175.352 - 20886.666 = 31091.752 \text{ kN}$
 $M_n = C_c \times 1436.329 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 73307.829 \text{ kN.m}$
 - 편심모자 : $|e - M_n/P_n (= 2359.720)| = 0.0044 \leq 0.010 \therefore$ 허용모자 만족

㉘ 축방향력 및 휨에 대한 검토

$\text{Max} P_n = 0.80 \times \{ 0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \} = 219351.110 \text{ kN} \geq P_n = 31091.752 \text{ kN}$
 $\Phi P_n = 1.00 \times 31091.752 = 31091.752 \text{ kN} \geq P_u = 30152.862 \text{ kN} \therefore O.K$
 $\Phi M_n = \Phi P_n \times 2.360 = 73367.966 \text{ kN.m} \geq M_u = 71152.445 \text{ kN.m} \therefore O.K$

⑤ 모멘트최대 : (부재 13, U002)
【 원형기둥 : 하부 , 6/7 】

㉔ 설계조건 및 단면가정

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

㉕ 철근비 검토

$A_g = 7068583.47 \text{ mm}^2$, $A_{st} = 92505.60 \text{ mm}^2$, $\rho_{use} = 0.01309$
 - 1단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_1 = 100.000 \text{ mm}$
 - 2단 : H29 - 72EA ($A_s=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_2 = 129.000 \text{ mm}$
 $\rho_{min} (= 0.0050) \leq \rho_{use} (= 0.0131) \leq \rho_{max} (= 0.0600) \therefore O.K$
 $\rho_{min} = 0.010 \times A_{eff} / A_g$, $A_{eff} = P_u / \{ \varphi 0.80(0.85 + f_{ck} + 0.01 \cdot f_y) \} = 2255061.748 \text{ mm}^2$
 A_{eff} 는 $\geq 1/6 A_g (= 3534291.735 \text{ mm}^2)$ 이어야 하므로 3534291.735 mm^2 를 적용.

㉖ 균형하중 산정

$cb = 600 / (600 + f_y) \times d = 1731.21 \text{ mm}$, $ab = k1 \times cb = 1326.11 \text{ mm}$
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3013894.220 = 102472.403 \text{ kN}$, $\Sigma C_{si} = 13976.888 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 10617.852 \text{ kN}$
 $P_b = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1394.655 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 100975.517 \text{ kN.m}$
 $eb > e \rightarrow$ 압축 파괴 ($eb = M_b/P_b = 954.116 \text{ mm}$, $e = M_u/P_u = 891.880 \text{ mm}$)

㉗ 균형강도 산정

- 반력시산법을 이용하여 $c = 1797.84 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 1377.145 \text{ mm}$ 를 사용.
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3166259.063 = 107852.808 \text{ kN}$
 $\Sigma C_{si} = 14387.837 \text{ kN}$, $\Sigma T_{si} = 9337.770 \text{ kN}$
 $P_n = 107852.808 + 14387.837 - 9337.770 = 112702.875 \text{ kN}$
 $M_n = C_c \times 1392.111 + \Sigma (C_{si} \cdot d_i) + \Sigma (T_{si} \cdot d_i) = 100516.535 \text{ kN.m}$
 - 편심모자 : $|e - M_n/P_n (= 891.872)| = 0.0078 \leq 0.010 \therefore$ 허용모자 만족

㉘ 강도감소계수(Φ) 산정

$dt = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 \text{ mm}$
 $c = 1797.839 \text{ mm}$, $a = k1 \times c = 1377.145 \text{ mm}$
 $\epsilon_y = f_y / E_s = 400.00 / 200000.00 = 0.0020$
 $\epsilon_t = 0.00300 \times (dt - c) / c = 0.00300 \times (2900.00 - 1797.84) / 1797.84 = 0.00184$
 $\epsilon_t \leq \epsilon_y$ 이므로 압축구간단면이며, $\Phi = 0.70$ 를 적용한다.

㉙ 축방향력 및 휨에 대한 검토

$\text{Max} P_n = 0.80 \times \{ 0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \} = 219351.110 \text{ kN} \geq P_n = 112702.875 \text{ kN}$
 $\Phi P_n = 0.70 \times 112702.875 = 78892.013 \text{ kN} \geq P_u = 48200.514 \text{ kN} \therefore O.K$
 $\Phi M_n = \Phi P_n \times 0.892 = 70362.186 \text{ kN.m} \geq M_u = 42989.061 \text{ kN.m} \therefore O.K$

⑥ 관성최대 : (부재 13, UE020)
【관성기준 : 좌부, 7/7】

⑦ 설계조건 및 단면기준

$f_{ck}=40\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $k_1=0.77$, $\phi=0.70$, $\theta=-59.361^\circ$ (중립축각도)

D(mm)	외곽(mm)	d(mm)	Pu(kN)	Mu(kN.m)	e(mm)
3000	100	2,895	33878.851	51232.88	1512

⑧ 철근배경도

$A_g = 706583.47 \text{ mm}^2$, $A_{st} = 92505.60 \text{ mm}^2$, $P_{use} = 0.01309$
 - 1단 : H29 - 72EA ($A_g=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_1 = 100.000 \text{ mm}$
 - 2단 : H29 - 72EA ($A_g=46252.800 \text{ mm}^2$), $d_2 = 129.000 \text{ mm}$
 $p_{min} (= 0.0050) \leq p_{use} (= 0.0131) \leq p_{max} (= 0.0800) \therefore O.K$
 $p_{min} = 0.010 \times A_{eff} / A_g$, $A_{eff} = P_u / (\phi \cdot 0.85 \cdot f_{ck} + 0.01 \cdot f_y) = 1582051.269 \text{ mm}^2$
 A_{eff} 는 $\geq 3A_g (= 353491.735 \text{ mm}^2)$ 이거나 하므로 353491.735 mm^2 를 적용.

⑨ 균형하중 산정

$c_b = 600 / (600 + f_y) \times d = 1731.21 \text{ mm}$, $a_b = k_1 \times c_b = 1326.11 \text{ mm}$
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 3013894.220 = 102472.403 \text{ kN}$, $\Sigma C_{ci} = 13976.888 \text{ kN}$, $\Sigma T_{ci} = 10617.852 \text{ kN}$
 $P_b = 102472.403 + 13976.888 - 10617.852 = 105831.439 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1394.655 + \Sigma (C_{ci} \times d_i) + \Sigma (T_{ci} \times d_i) = 100975.517 \text{ kN.m}$
 $e_b < e \rightarrow$ 인장 파괴 ($e_b = M_b / P_b = 954.116 \text{ mm}$, $e = M_u / P_u = 1512.238 \text{ mm}$)

⑩ 균형강도 산정

- 반복시실험을 이용하여 $c = 1244.17 \text{ mm}$, $a = k_1 \times c = 953.04 \text{ mm}$ 를 사용.
 $C_c = 0.85 \times 40.0 \times 1930595.787 = 65640.257 \text{ kN}$
 $\Sigma C_{ci} = 11226.432 \text{ kN}$, $\Sigma T_{ci} = 17126.530 \text{ kN}$
 $P_b = 65640.257 + 11226.432 - 17126.530 = 59740.158 \text{ kN}$
 $M_b = C_c \times 1417.481 + \Sigma (C_{ci} \times d_i) + \Sigma (T_{ci} \times d_i) = 90340.933 \text{ kN.m}$
 - 관성모자 : $|e - M_b / P_b| = 1512.231 \text{ mm} \leq 0.0096 \leq 0.010 \therefore$ 허용모자 만족

⑪ 강도감소계수(ϕ) 산정

$d_t = 3000.00 - 100.00 = 2900.000 \text{ mm}$
 $c = 1244.173 \text{ mm}$, $a = k_1 \times c = 953.037 \text{ mm}$
 $e_y = f_y / E_s = 400.00 / 200000.00 = 0.0020$
 $e_t = 0.00300 \times (d_t - c) / c = 0.00300 \times (2900.00 - 1244.17) / 1244.17 = 0.00389$
 $e_y < e_t < 0.00500$ 이므로 변위국한단면이며, $\phi = 0.80$ 를 적용한다.
 $\phi = 0.700 + (0.0040 - 0.0020) \times (0.850 - 0.700) / (0.00500 - 0.00200) = 0.800$

⑫ 축방향력 및 휨에 대한 검토

$\text{Max} P_b = 0.80 \times \{0.85 \cdot f_{ck} \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} = 219351.110 \text{ kN} \geq P_b = 59740.158 \text{ kN}$
 $\phi P_b = 0.80 \times 59740.158 = 47770.009 \text{ kN} \geq P_u = 33878.851 \text{ kN} \therefore O.K$
 $\phi M_b = \phi P_b \times 1.512 = 72239.615 \text{ kN.m} \geq M_u = 51232.880 \text{ kN.m} \therefore O.K$

10.4 상사 전단설계

(1) 기둥에 발생하는 최대전단력 : ULB14 MAX, 「기둥부재력 집계」 참조

교축방향 $V = 1711.893 \text{ kN}$
 교축직각방향 $V = 0.000 \text{ kN}$
 합성전단력 $V = 1711.893 \text{ kN}$
 축방향력 $P = 37691.077 \text{ kN}$

(2) 교축전단력 $V_n = V_c + V_s$ ($\phi = 0.80$)

$V_n = V_{max} / \phi = 1711.893 / 0.80 = 2139.866 \text{ kN}$

(3) 압축부재에 의한 콘크리트 전단 V_c 및 필요철근 전단 V_s

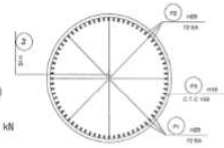
① 인장철근들의 도심과 압축면단거리의 d
 $h = 3000.000 \text{ mm}$, $d' = 114.852 \text{ mm}$
 $Z_s = \Sigma (\text{인장철근들의 면적} \times \text{거리}) / \Sigma (\text{면적})$
 $= 866.629 \text{ mm}$
 $d = h/2 + Z_s$
 $= 3000.000/2 + 866.629$
 $= 2366.629 \text{ mm}$

② 압축부재의 콘크리트 전단력 V_c

$V_c = 1/6 \times \{1 + M_u / 14A_g\} \times \sqrt{f_{ck}} \times b \times d$
 $= 1/6 \times \{1 + 37691.077 \times 1000 / (14 \times 708583.471)\} \times \sqrt{40.0}$
 $\times 3000.000 \times 2366.629$
 $= 10334.354 \text{ kN}$

③ 필요철근 전단력 V_s

$V_c/2 = 5167.177 \text{ kN} \geq V_n \leq V_c = 10334.354 \therefore$ 전단 철근 필요 없음



10.5 자진시 전단설계

(1) 기둥에 발생하는 최대전단력 : ULB22 MAX, 「기둥부재력 집계」 참조

교축방향 $V = 3628.787 \text{ kN}$
 교축직각방향 $V = 1439.099 \text{ kN}$
 합성전단력 $V = 4184.062 \text{ kN}$
 축방향력 $P = 30152.862 \text{ kN}$

(2) 교축전단력 $V_n = V_c + V_s$ ($\phi = 1.00$)

$V_n = V_{max} / \phi = 4184.062 / 1.00 = 4184.062 \text{ kN}$

(3) 압축부재에 의한 콘크리트 전단 V_c 및 필요철근 전단 V_s

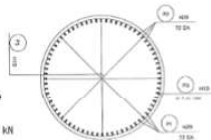
① 인장철근들의 도심과 압축면단거리의 d
 $h = 3000.000 \text{ mm}$, $d' = 114.852 \text{ mm}$
 $Z_s = \Sigma (\text{인장철근들의 면적} \times \text{거리}) / \Sigma (\text{면적})$
 $= 866.629 \text{ mm}$
 $d = h/2 + Z_s$
 $= 3000.000/2 + 866.629$
 $= 2366.629 \text{ mm}$

② 압축부재의 콘크리트 전단력 V_c

$V_c = 1/6 \times \{1 + P_u / 14A_g\} \times \sqrt{f_{ck}} \times b \times d$
 $= 1/6 \times \{1 + 30152.862 \times 1000 / (14 \times 708583.471)\} \times \sqrt{40.0}$
 $\times 3000.000 \times 2366.629$
 $= 9764.271 \text{ kN}$

③ 필요철근 전단력 V_s

$V_c/2 = 4882.136 \text{ kN} \geq V_n \leq V_c = 9764.271 \therefore$ 전단 철근 필요 없음



10.6 기둥의 횡방향 철근 간격 검토

① 단부구역과 소성현자구역의 상부구역 철근의 설치 [도로교설계기준 6.8.3.2]

현황철근으로 거동하는 기둥의 하단과 끝조르 거동하는 기둥의 하단과 상단을 단부구역으로 한다.
 단부구역의 길이는 기둥의 최대 단면치수, 기둥 순높이의 1/6, 450mm 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.
 - 기둥의 최대단면치수 $0 = 3000.0 \text{ mm}$
 - 기둥 순높이의 1/6 $= 12800.0 / 6 = 2100.0 \text{ mm}$
 $\therefore 3000.0 \text{ mm} = 3.000 \text{ m}$

② 단부구역 및 소성현자구역의 횡방향철근의 간격 [도로교설계기준 6.8.3.3]

횡방향철근의 간격은 부재최소단면치수의 1/4, 축방향 철근지름의 6배 이하이어야 한다.
 - 기둥의 최소단면치수 $0 / 4 = 3000.0 / 4 = 750.0 \text{ mm}$
 - 축방향 철근지름 $6 \times d = 6 \times 29.0 = 174.0 \text{ mm}$
 $\therefore 174.0 \text{ mm} = 0.174 \text{ m}$

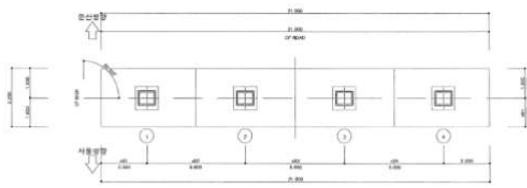
③ 상부구역 및 단부구역의 횡방향 철근의 설치 [도로교설계기준 6.8.3.3]

상부구역 및 단부구역의 횡방향 철근은 인장부재와의 연결면으로부터 기둥 치수의 0.5배까지 연장해서 설치해야 하나 그 길이가 380 mm 작아서는 안된다.
 - 기둥 치수의 0.5배 이상 연장 : $0.5 \times 0 = 1500.0 \text{ mm}$
 $\therefore 1500.0 \text{ mm} = 1.500 \text{ m}$

④ 단부구역 이외의 위치에서 경첩이름 적용시 횡방향 철근의 간격 [도로교설계기준 6.8.3.3]

- 기둥의 최소단면치수 $0 / 4 = 3000.0 / 4 = 750.0 \text{ mm}$
 $= 100.0 \text{ mm}$
 $\therefore 750.0 \text{ mm} = 0.750 \text{ m}$

13. 교량 받침부 검토



13.1 받침 연단거리 검토

① 필요 연단거리

$$= \text{거리의 결단거리가 } 100\text{m 이하이므로 } S = 200 + 5.0 \\ S = 200 + 5.0 \times 75.000 = 575.000 \text{ mm}$$

② 실제 연단거리

구분	필요연단	교속방향	직각방향	연단거리	비고
1	575.000	610.000	810.000	1295.000	0.K
2	575.000	595.000	795.000	1302.500	0.K
3	575.000	595.000	795.000	1302.500	0.K
4	575.000	610.000	810.000	1295.000	0.K

13.2 최소 방충지지 길이 검토

① 최소 방충지지 길이

: 연속 지점부 이므로 생략함.

13.3 교량받침 수직력, 수평력 검토

구분	수직력			수평력		
	하중값	상부반력	비고	하중값	상부반력	비고
SHOE 1	9000.000	8255.083	0.K	920.000	878.170	0.K
SHOE 2	8500.000	7579.472	0.K	910.000	794.563	0.K
SHOE 3	8500.000	7732.319	0.K	910.000	794.386	0.K
SHOE 4	9000.000	8216.236	0.K	920.000	879.489	0.K

단성지진력은 음압수평계수(R = 1.0)를 고려한 값이며 내진장차 불필요

13.4 교량받침 보강 확인 검토

① 교량받침에 작용하는 하중

구분	수직력	수평력		보강면적(mm²)		비고
		교속방향	직각방향	교속방향	직각방향	
1	8255.083	655.572	660.278	2410.000	3160.000	
2	7579.472	556.248	597.416	2395.000	3297.500	
3	7732.319	559.319	597.283	2395.000	3297.500	
4	8216.236	651.843	661.277	2410.000	3160.000	

단성지진력은 음압수평계수(R = 1.0)를 고려한 값

④ 철근 보강 범위

- 교속직각방향 철근보강 범위

$$B_{xo} = b_{1x} + b_{2y} = 610.000 + 2550.000 = 3160.000 \text{ mm}$$

- 교속방향 철근보강 범위

$$B_{yo} = b_{1y} + b_{2x} = 810.000 + 1600.000 = 2410.000 \text{ mm}$$

⑤ 철근량 산정

- 교속직각방향

$$A_{sy} = A_{sy1} + A_{sy2} = 9129.151 + 3673.764 = 12802.915 \text{ mm}^2$$

$$R_{yo} = 3160.000 \text{ mm 범위내에서 } H_{25} = 30 \text{ EA}$$

$$A_s = 506.700 \times 30 = 15201.000 \text{ mm}^2 \therefore 0.K$$

- 교속방향

$$A_{sx} = A_{sx1} + A_{sx2} = 9129.151 + 3621.349 = 12750.500 \text{ mm}^2$$

$$B_{yo} = 2410.000 \text{ mm 범위내에서 } H_{25} = 30 \text{ EA}$$

$$A_s = 506.700 \times 30 = 15201.000 \text{ mm}^2 \therefore 0.K$$

13.6 교량받침 콘크리트 보강 : 교량받침 4

① 교속직각방향

$$A_{s2} = H_y / f_{sa} = 661.277 \times 10^3 / 180.000 = 3673.764 \text{ mm}^2$$

$$\text{사용철근} : H_{13} - 22 \text{ EA} + H_{13} - 22 \text{ EA}$$

$$A_s = 126.700 \times 22 + 126.700 \times 22 = 5574.800 \text{ mm}^2 \therefore 0.K$$

② 교속방향

$$A_{s1} = H_x / f_{sa} = 651.843 \times 10^3 / 180.000 = 3621.349 \text{ mm}^2$$

$$\text{사용철근} : H_{13} - 22 \text{ EA} + H_{13} - 22 \text{ EA}$$

$$A_s = 126.700 \times 22 + 126.700 \times 22 = 5574.800 \text{ mm}^2 \therefore 0.K$$

⑥ 교량받침 하연 보강철근

구분	교속방향			직각방향		
	필요철근량	사용철근량	비고	필요철근량	사용철근량	비고
1	12814.382	15201.000	0.K	12840.527	15201.000	0.K
2	11523.014	15201.000	0.K	11740.612	15201.000	0.K
3	11698.792	15201.000	0.K	11909.703	15201.000	0.K
4	12750.500	15201.000	0.K	12802.915	15201.000	0.K

⑦ 교량받침 콘크리트 보강철근

구분	교속방향			직각방향		
	필요철근량	사용철근량	비고	필요철근량	사용철근량	비고
1	3642.069	5574.800	0.K	3668.212	5574.800	0.K
2	3101.378	5574.800	0.K	3318.977	5574.800	0.K
3	3107.327	5574.800	0.K	3318.237	5574.800	0.K
4	3621.349	5574.800	0.K	3673.764	5574.800	0.K

13.5 교량받침 하연 보강 : 교량받침 4

① 교량받침에 작용하는 하중

- 연직하중 : 최대반력

$$P = 8216.236 \text{ kN}$$

- 교속방향 수평하중 : 단성지진력, 온도변형의 영향

$$H_{x1} = 5995.251 \times 0.050 / 1.15 = 259.402 \text{ kN}$$

$$H_{x2} = 866.951 / 1.33 = 651.843 \text{ kN}$$

※ 수평력인 H_{x1} , H_{x2} 중 값인 651.843 kN을 적용함.

- 교속직각방향 수평하중 : 단성지진력, 통행중의 영향

$$H_y / D = 21.900 / 4.390 = 5.023 \quad [1 \leq H_y / D \leq 8]$$

$$W_1 = [4.0 - 0.2 \times (21.900 / 4.390)] \times 4.390 = 13.1 \text{ kN/m} \geq 6.0 \text{ 이므로}$$

$$H_{y1} = 13.060 \times 150.000 / 2 / 4EA / 1.25 = 195.900 \text{ kN}$$

$$H_{y2} = 879.499 / 1.33 = 661.277 \text{ kN}$$

※ 수평력인 H_{y1} , H_{y2} 중 값인 661.277 kN을 적용함.

② 연직하중에 대한 보강

$$b_{1x} = 610.000 \text{ mm} \quad b_{1y} = 810.000 \text{ mm}$$

$$b_{2x} = 1800.000 \text{ mm} \quad b_{2y} = 2550.000 \text{ mm}$$

$$b_{cx} = 2 \times b_{2x} = 3600.000 \text{ mm} > 5 \times b_{1x} = 3050.000 \text{ mm}$$

$$b_{cy} = 2 \times b_{2y} = 5100.000 \text{ mm} > 5 \times b_{1y} = 4050.000 \text{ mm}$$

$$A_{sx1} = 1/4 \times (1 - b_{1x}/b_{cx}) \times P / f_{sa}$$

$$= 1/4 \times (1 - 610.000/3600.000) \times 8216.236 \times 10^3 / 180.000$$

$$= 9129.151 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy1} = 1/4 \times (1 - b_{1y}/b_{cy}) \times P / f_{sa}$$

$$= 1/4 \times (1 - 810.000/5100.000) \times 8216.236 \times 10^3 / 180.000$$

$$= 9129.151 \text{ mm}^2$$

③ 수평하중에 대한 보강

$$A_{sx2} = H_x / f_{sa}$$

$$= 651.843 \times 10^3 / 180.000$$

$$= 3621.349 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy2} = H_y / f_{sa}$$

$$= 661.277 \times 10^3 / 180.000$$

$$= 3673.764 \text{ mm}^2$$

2. 설계대상 교량

2.1 설계조건

2.1.1 상부형식

: BEAM + STEEL BOX GIRDER

2.1.2 교량 총연장

$$: 4650.0 + 45.0 + 2850.0 + 445.0 + 50.0 + 2875.0 + 50.0 + 2850.0 + 3845.0 = 876.000 \text{ m}$$

2.1.3 교 폭

$$: 21.900 \text{ m}$$

2.1.4 하부형식

: T형 교각

(콘크리트 fck=40 MPa)

2.1.5 교각기초형식

: 내부굴착강관말뚝

2.1.6 내진설계상수

(1) 내진등급 : 내진 1 등급교

(2) 지진구역계수 : 0.11

(3) 위험도계수 : I = 1.4

(4) 가속도계수 : A = 0.154

(5) 지반계수 : S = 2 (지반출류 3, 지진각리교량)

(6) 등압수정계수

(7) 교유치 해석방법 : Ritz Vectors 해석법

(8) MODE 조합방법 : C.Q.C방법

(9) 판형형식 : EOS 연진분할

2.2. 참고문헌

(1) 도로교 설계기준 (한국도로교통학회, 2010년)

(2) 콘크리트 구조설계기준 (건설교통부, 2007년)

(3) 도로설계요령 (한국도로공사, 2002년)

(4) 설계 실무 자료집 (한국도로공사, 1996년)

6.2 부재력 하중조합 (UNIT:kN)

구분	발생	종량	COMBO 1				COMBO 2				R	하중 전단력	관정	비고
A1	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK				
	B2	ONEGS	2000	235.4	160.7	234.9	251.8	0.8	370.0	OK				
	B3	ONEGS	2000	235.3	163.3	234.4	254.5	0.8	370.0	OK				
	B4	ONEGS	2000	235.1	174.4	233.7	259.3	0.8	370.0	OK				
	B5	ONEGS	2000	234.6	175.0	232.4	260.4	0.8	370.0	OK				
	B6	ONEGS	2000	234.4	164.5	231.4	257.9	0.8	370.0	OK				
	B7	ONEGS	2000	233.7	171.5	229.1	263.7	0.8	370.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK				
P1-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	222.7	136.4	144.1	222.4	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	218.7	135.5	134.9	220.7	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	222.1	134.1	148.5	219.9	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	222.3	134.4	149.0	220.7	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	218.6	136.5	134.2	223.0	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	221.3	137.9	138.7	225.5	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
P1-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	223.3	135.1	139.8	224.6	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	219.3	133.7	130.6	222.9	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	222.9	131.2	144.7	221.7	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	223.6	130.7	146.9	222.2	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	220.7	132.7	134.5	224.3	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	227.2	134.6	151.8	226.8	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
P2-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	229.7	139.6	147.4	224.8	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	228.2	138.4	146.6	224.5	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	229.9	137.3	154.3	224.5	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	230.8	137.3	157.4	224.8	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	229.7	138.5	151.3	225.3	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	231.1	139.0	151.7	225.7	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
P2-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	231.0	134.8	148.1	224.8	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	228.4	134.0	143.4	224.7	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	230.8	133.1	153.5	224.7	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	231.8	133.2	156.8	224.9	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	230.9	134.3	151.4	225.4	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	232.3	134.4	151.8	225.6	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				

P3-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	227.1	127.9	143.4	233.5	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	219.2	126.1	121.1	232.5	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	221.4	126.1	130.3	231.9	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	222.0	125.9	132.1	232.0	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	223.0	125.5	133.2	232.7	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	228.0	127.2	145.8	234.0	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
P3-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	227.1	118.1	142.5	231.7	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	220.6	117.8	124.7	231.5	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	221.7	122.1	130.4	232.4	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	222.2	121.6	131.9	232.4	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	220.7	117.7	124.9	231.9	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	227.6	118.1	144.0	232.4	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
P4-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK				
	B2	ONEGS	2000	230.1	166.8	217.3	305.2	0.8	370.0	OK				
	B3	ONEGS	2000	226.6	167.5	205.6	304.4	0.8	370.0	OK				
	B4	ONEGS	2000	230.8	166.0	219.4	302.6	0.8	370.0	OK				
	B5	ONEGS	2000	231.8	166.1	222.9	302.9	0.8	370.0	OK				
	B6	ONEGS	2000	231.2	167.0	220.8	304.1	0.8	370.0	OK				
	B7	ONEGS	2000	231.6	167.2	222.2	305.5	0.8	370.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK				
P4-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK				
	B2	ONEGS	2000	228.4	131.6	211.6	258.9	0.8	370.0	OK				
	B3	ONEGS	2000	224.1	132.5	197.1	259.8	0.8	370.0	OK				
	B4	ONEGS	2000	221.5	133.7	188.5	260.9	0.8	370.0	OK				
	B5	ONEGS	2000	218.0	133.6	176.7	261.2	0.8	370.0	OK				
	B6	ONEGS	2000	217.5	132.0	175.3	260.3	0.8	370.0	OK				
	B7	ONEGS	2000	220.3	130.8	184.7	259.2	0.8	370.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK				
P5-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	236.5	101.6	136.0	226.3	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	233.2	101.7	128.9	228.5	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	233.5	101.9	131.8	228.7	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	234.5	101.9	135.3	228.6	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	236.8	101.6	141.0	228.2	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	238.0	101.6	141.4	227.9	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
P5-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				
	B2	EGS	2000	235.8	102.4	134.5	228.8	1.0	310.0	OK				
	B3	EGS	2000	233.3	102.2	129.9	228.8	1.0	310.0	OK				
	B4	EGS	2000	233.7	102.1	133.2	228.6	1.0	310.0	OK				
	B5	EGS	2000	235.1	102.1	137.9	228.4	1.0	310.0	OK				
	B6	EGS	2000	236.0	101.8	138.8	227.8	1.0	310.0	OK				
	B7	EGS	2000	237.0	101.3	138.4	227.3	1.0	310.0	OK				
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK				

P6-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EGS	2000	236.7	128.2	134.9	230.8	1.0	310.0	OK	
	B3	EGS	2000	234.0	128.7	123.3	231.2	1.0	310.0	OK	
	B4	EGS	2000	234.6	129.8	127.3	231.9	1.0	310.0	OK	
	B5	EGS	2000	233.7	129.6	124.3	232.1	1.0	310.0	OK	
	B6	EGS	2000	231.6	128.3	115.0	231.8	1.0	310.0	OK	
	B7	EGS	2000	235.8	127.7	125.5	231.7	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P6-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EGS	2000	239.3	127.8	137.7	231.4	1.0	310.0	OK	
	B3	EGS	2000	233.4	128.3	122.0	231.8	1.0	310.0	OK	
	B4	EGS	2000	233.5	129.5	124.4	232.4	1.0	310.0	OK	
	B5	EGS	2000	233.0	129.5	122.8	232.5	1.0	310.0	OK	
	B6	EGS	2000	230.9	128.2	113.6	232.1	1.0	310.0	OK	
	B7	EGS	2000	234.7	127.5	122.4	232.0	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P7-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EGS	2000	236.5	124.3	155.2	255.6	1.0	310.0	OK	
	B3	EGS	2000	234.7	124.3	153.4	255.8	1.0	310.0	OK	
	B4	EGS	2000	232.9	124.1	149.6	255.8	1.0	310.0	OK	
	B5	EGS	2000	233.1	124.1	150.4	256.0	1.0	310.0	OK	
	B6	EGS	2000	235.5	124.2	156.0	256.1	1.0	310.0	OK	
	B7	EGS	2000	237.0	124.5	157.0	256.2	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P7-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
	B2	EGS	2000	235.6	124.5	153.0	256.0	1.0	310.0	OK	
	B3	EGS	2000	234.5	124.4	153.7	256.1	1.0	310.0	OK	
	B4	EGS	2000	232.3	125.0	148.2	256.3	1.0	310.0	OK	
	B6	EGS	2000	232.6	124.9	149.2	256.5	1.0	310.0	OK	
	B7	EGS	2000	235.4	124.7	156.4	256.5	1.0	310.0	OK	
	B8	EGS	2000	236.8	124.6	156.5	256.5	1.0	310.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK	
P8-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
	B2	OMEGS	2000	227.4	160.1	208.2	319.5	0.8	370.0	OK	
	B3	OMEGS	2000	221.8	160.2	189.4	319.5	0.8	370.0	OK	
	B4	OMEGS	2000	219.5	160.4	181.7	319.5	0.8	370.0	OK	
	B5	OMEGS	2000	225.3	160.4	201.1	319.6	0.8	370.0	OK	
	B6	OMEGS	2000	229.2	160.4	214.1	319.4	0.8	370.0	OK	
	B7	OMEGS	2000	232.6	160.4	226.1	319.3	0.8	370.0	OK	
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK	
P8-R	B1	OMEGS	2500	252.8	126.4	251.3	259.1	0.8	330.0	OK	
	B2	OMEGS	2500	248.0	129.7	235.3	261.6	0.8	330.0	OK	
	B3	OMEGS	2500	250.2	126.7	248.5	262.1	0.8	330.0	OK	
	B4	OMEGS	2500	252.4	125.5	253.0	260.7	0.8	330.0	OK	

P14-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
	B2	EQS	2000	258.8	107.5	174.1	239.6	1.0	310.0	OK
	B3	EQS	2000	254.7	109.8	164.6	240.3	1.0	310.0	OK
	B4	EQS	2000	249.7	110.5	149.9	240.4	1.0	310.0	OK
	B5	EQS	2000	248.2	109.8	145.1	240.0	1.0	310.0	OK
	B6	EQS	2000	252.4	108.0	157.1	239.3	1.0	310.0	OK
	B7	EQS	2000	257.2	106.8	168.7	238.9	1.0	310.0	OK
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
P15-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
	B2	EQS	2000	275.8	106.2	175.4	229.8	1.0	310.0	OK
	B3	EQS	2000	271.3	112.6	165.1	232.2	1.0	310.0	OK
	B4	EQS	2000	269.9	117.0	162.7	234.3	1.0	310.0	OK
	B5	EQS	2000	272.6	117.9	171.8	235.4	1.0	310.0	OK
	B6	EQS	2000	275.9	115.0	180.6	235.4	1.0	310.0	OK
	B7	EQS	2000	278.9	108.9	186.3	233.9	1.0	310.0	OK
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
P15-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
	B2	EQS	2000	274.4	108.5	173.8	236.8	1.0	310.0	OK
	B3	EQS	2000	268.2	111.6	161.2	232.2	1.0	310.0	OK
	B4	EQS	2000	268.0	116.5	159.5	234.3	1.0	310.0	OK
	B5	EQS	2000	269.2	116.4	163.4	234.9	1.0	310.0	OK
	B6	EQS	2000	272.6	111.4	172.8	233.9	1.0	310.0	OK
	B7	EQS	2000	275.7	110.1	178.5	233.1	1.0	310.0	OK
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
P16-L	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
	B2	EQS	2000	271.0	120.6	179.2	227.8	1.0	310.0	OK
	B3	EQS	2000	266.0	119.8	167.1	228.3	1.0	310.0	OK
	B4	EQS	2000	260.8	119.3	152.1	228.6	1.0	310.0	OK
	B5	EQS	2000	264.5	119.4	164.7	228.5	1.0	310.0	OK
	B6	EQS	2000	268.7	120.0	176.7	227.6	1.0	310.0	OK
	B7	EQS	2000	272.0	120.5	183.0	226.3	1.0	310.0	OK
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
P16-R	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
	B2	EQS	2000	271.1	125.5	183.4	228.3	1.0	310.0	OK
	B3	EQS	2000	268.2	124.8	171.7	228.4	1.0	310.0	OK
	B4	EQS	2000	260.5	124.1	155.1	228.3	1.0	310.0	OK
	B5	EQS	2000	263.9	123.7	166.3	227.4	1.0	310.0	OK
	B6	EQS	2000	267.9	123.7	177.7	226.1	1.0	310.0	OK
	B7	EQS	2000	271.0	123.7	183.6	224.2	1.0	310.0	OK
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	OK
A2	B1	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK
	B2	ONEQS	2000	234.0	145.3	230.3	273.4	0.8	370.0	OK
	B3	ONEQS	2000	234.6	143.8	232.3	267.8	0.8	370.0	OK
	B4	ONEQS	2000	234.9	143.9	233.3	262.9	0.8	370.0	OK
	B5	ONEQS	2000	235.2	142.8	234.3	259.6	0.8	370.0	OK
	B6	ONEQS	2000	235.5	140.7	235.2	257.9	0.8	370.0	OK
	B7	ONEQS	2000	235.6	139.7	235.6	257.1	0.8	370.0	OK
	B8	DISK	2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	OK

6.4 범람 변위 하중조합 (UNIT:mm)

구 분	발생	유형	COMBO 1		COMBO 2		발생하중 변위	판정	비고
			교축	교직	교축	교직			
A1	B1	DISK	2000	57.8	20.2	30.5	34.0	160	OK
	B2	ONEQS	2000	56.7	20.1	29.2	34.2	160	OK
	B3	ONEQS	2000	55.8	20.0	28.1	34.5	160	OK
	B4	ONEQS	2000	55.3	19.9	27.3	34.7	160	OK
	B5	ONEQS	2000	55.2	20.1	26.5	35.0	160	OK
	B6	ONEQS	2000	55.5	20.3	25.4	35.3	160	OK
	B7	ONEQS	2000	56.2	20.7	25.4	35.6	160	OK
	B8	DISK	2000	57.1	21.2	24.5	36.2	160	OK
P1-L	B1	DISK	2000	55.8	30.8	28.1	57.9	160	OK
	B2	EQS	2000	54.6	30.5	27.2	57.9	120	OK
	B3	EQS	2000	53.7	30.3	26.4	58.0	120	OK
	B4	EQS	2000	53.2	30.3	25.7	58.2	120	OK
	B5	EQS	2000	53.2	30.3	25.1	58.4	120	OK
	B6	EQS	2000	53.5	30.5	24.7	58.6	120	OK
	B7	EQS	2000	54.2	30.9	24.3	58.9	120	OK
	B8	DISK	2000	56.1	31.3	23.8	59.3	160	OK
P1-R	B1	DISK	2000	55.8	28.1	25.3	57.8	160	OK
	B2	EQS	2000	54.4	27.8	24.4	57.8	120	OK
	B3	EQS	2000	53.6	27.7	23.5	57.9	120	OK
	B4	EQS	2000	53.1	27.7	22.9	58.1	120	OK
	B5	EQS	2000	53.0	27.7	22.3	58.2	120	OK
	B6	EQS	2000	53.3	27.9	22.0	58.4	120	OK
	B7	EQS	2000	54.0	28.2	21.7	58.6	120	OK
	B8	DISK	2000	55.1	28.6	21.8	58.9	160	OK
P2-L	B1	DISK	2000	57.2	24.5	25.6	47.2	160	OK
	B2	EQS	2000	56.0	24.3	24.8	47.2	120	OK
	B3	EQS	2000	55.1	24.1	23.9	47.3	120	OK
	B4	EQS	2000	54.6	24.1	23.2	47.4	120	OK
	B5	EQS	2000	54.5	24.1	22.7	47.5	120	OK
	B6	EQS	2000	54.8	24.3	22.3	47.7	120	OK
	B7	EQS	2000	55.5	24.5	21.9	48.0	120	OK
	B8	DISK	2000	56.7	24.9	22.2	48.3	160	OK
P2-R	B1	DISK	2000	57.0	21.4	23.3	46.4	160	OK
	B2	EQS	2000	55.8	21.2	22.5	46.4	120	OK
	B3	EQS	2000	54.9	21.1	21.6	46.5	120	OK
	B4	EQS	2000	54.4	21.1	20.9	46.6	120	OK
	B5	EQS	2000	54.3	21.1	20.3	46.7	120	OK
	B6	EQS	2000	54.8	21.3	20.6	46.9	120	OK
	B7	EQS	2000	55.8	21.5	21.1	47.1	120	OK
	B8	DISK	2000	57.1	21.8	21.7	47.3	160	OK

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

P9	B1	EQS	8500	63.3	11.7	22.7	30.8	120	OK
	B2	EQS	7500	63.4	11.8	23.2	31.1	120	OK
	B3	EQS	7500	63.6	11.8	24.0	31.1	120	OK
	B4	EQS	8500	63.9	11.7	24.8	30.8	120	OK
P10	B1	EQS	9000	56.3	14.7	19.9	41.4	120	OK
	B2	EQS	8500	56.3	14.8	20.1	41.6	120	OK
	B3	EQS	8500	56.3	14.8	20.3	41.6	120	OK
	B4	EQS	9000	56.4	14.7	20.7	41.4	120	OK
P11	B1	EQS	8500	6.9	3.2	3.5	9.4	120	OK
	B2	EQS	7500	6.7	3.2	2.8	9.4	120	OK
	B3	EQS	7500	6.6	3.2	2.6	9.4	120	OK
	B4	EQS	8500	6.7	3.2	3.4	9.4	120	OK
P12-L	B1	ONEQS	2500	35.3	5.5	19.1	10.7	160	OK
	B2	ONEQS	2500	35.2	5.3	19.1	10.0	160	OK
	B3	ONEQS	2500	35.3	5.3	19.0	10.0	160	OK
	B4	ONEQS	2500	35.3	5.5	18.9	10.7	160	OK
P12-R	B1	DISK	2000	38.2	24.1	31.3	74.9	160	OK
	B2	ONEQS	2000	37.5	24.0	30.0	74.6	160	OK
	B3	ONEQS	2000	36.8	24.0	28.4	74.5	160	OK
	B4	ONEQS	2000	36.4	24.0	26.8	74.5	160	OK
	B5	ONEQS	2000	36.0	24.0	25.3	74.5	160	OK
	B6	ONEQS	2000	35.7	23.9	23.9	74.5	160	OK
	B7	ONEQS	2000	35.6	23.9	23.0	74.4	160	OK
	B8	DISK	2000	36.4	24.0	23.4	74.8	160	OK
P13-L	B1	DISK	2000	66.9	16.2	34.5	43.6	160	OK
	B2	EQS	2000	65.2	16.2	32.9	43.4	120	OK
	B3	EQS	2000	63.8	16.2	31.2	43.4	120	OK
	B4	EQS	2000	62.8	16.2	29.6	43.4	120	OK
	B5	EQS	2000	62.4	16.2	28.3	43.4	120	OK
	B6	EQS	2000	62.5	16.2	27.3	43.4	120	OK
	B7	EQS	2000	63.1	16.2	26.6	43.4	120	OK
	B8	DISK	2000	64.1	16.2	26.6	43.5	160	OK
P13-R	B1	DISK	2000	66.6	14.6	33.3	43.1	160	OK
	B2	EQS	2000	64.9	14.5	31.7	43.0	120	OK
	B3	EQS	2000	63.5	14.5	30.0	42.9	120	OK
	B4	EQS	2000	62.5	14.5	28.3	42.8	120	OK
	B5	EQS	2000	62.1	14.5	27.1	42.7	120	OK
	B6	EQS	2000	62.2	14.4	26.2	42.6	120	OK
	B7	EQS	2000	62.8	14.4	25.5	42.6	120	OK
	B8	DISK	2000	63.8	14.4	25.4	42.6	160	OK
P14-L	B1	DISK	2000	63.8	14.6	28.3	35.9	160	OK
	B2	EQS	2000	62.0	14.6	26.3	35.8	120	OK
	B3	EQS	2000	60.6	14.6	24.5	35.7	120	OK
	B4	EQS	2000	59.7	14.6	23.2	35.7	120	OK
	B5	EQS	2000	59.3	14.6	22.1	35.6	120	OK
	B6	EQS	2000	59.4	14.6	21.2	35.6	120	OK
	B7	EQS	2000	60.2	14.6	21.2	35.6	120	OK
	B8	DISK	2000	61.9	14.6	22.9	35.5	160	OK

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

7. 하부구조 내진해석 결과

7.1 교각연단 부재별

구분	교각연단				교각연단				교각연단				교각연단			
	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단
P1	3.766	797	15.158	5.491	1.176	3.102	6.954	28.639								
P2	3.847	476	10.955	3.434	942	2.187	3.759	17.385								
P3	3.010	624	14.385	3.461	922	2.996	4.890	24.585								
P4	3.822	311	35.243	3.077	499	3.363	4.943	43.158								
P5	3.342	538	16.146	3.588	1,005	3.486	3.173	40.631								
P6	4.120	425	19.586	4.497	672	3.123	3.629	40.807								
P7	3.442	546	20.170	5.456	974	3.433	4.971	51.144								
P8	3.160	412	41.578	3.652	389	3.037	4.854	46.450								
P9	4.166	448	52.238	5.372	707	3.251	8.267	58.140								
P10	3.774	410	51.279	5.376	516	3.432	7.194	62.999								
P11	3.695	516	62.512	6.178	592	3.609	5.659	64.408								
P12	2.847	303	48.989	6.978	517	2.893	7.799	58.698								
P13	3.370	409	31.090	4.903	816	3.597	6.193	67.374								
P14	3.681	529	33.899	6.892	659	3.395	7.167	59.441								
P15	3.492	513	24.522	6.998	666	3.140	7.120	48.968								
P16	3.332	592	23.847	6.514	817	3.189	8.753	50.940								

7.2 교각연단 부재별 대응조치

구분	Combol				Combol2				Combol3				
	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단	교각연단
P1	4.059	1,728	17.244	14.022	2.287	3.341	11.501	30.286					
P2	4.130	1,132	12.033	5.643	2.066	2.330	7.031	18.395					
P3	3.288	1,495	15.852	10.837	1.825	3.093	9.205	25.624					
P4	3.460	1,320	36.726	16.024	1.455	3.457	15.516	44.081					
P5	3.643	1,584	17.100	15.777	2.008	3.647	8.017	41.707					
P6	4.321	1,362	20.675	16.739	1.808	3.251	9.595	42.156					
P7	3.935	1,576	21.562	20.769	2.067	3.597	11.022	52.772					
P8	3.278	1,323	43.034	17.867	1.341	3.161	17.328	47.630					
P9	4.378	1,423	54.718	21.914	1.957	3.385	23.938	56.752					
P10	3.929	1,439	53.438	24.278	1.648	3.555	22.578	64.811					
P11	3,771	1,568	64.209	27.488	1.634	3,764	24.413	66.861					
P12	3,002	1,258	55.328	23.066	1,371	3,092	22.765	55.720					
P13	3,815	1,476	34.438	25.115	1,897	3,680	17.788	68.845					
P14	3,879	1,547	36.049	24.724	1,763	3,554	17.336	61.508					
P15	3,752	1,455	26.658	21.088	1,913	3,294	14.416	50.827					
P16	3,777	1,533	26.473	21.766	1,876	3,316	15.507	52.785					

19.2.2 시설물 점검이력

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

【표 19.2.1】 서문15교 점검이력사항

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

19.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

19.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

19.2.5 시설물 보수 이력

【표 19.2.2】 서문15교 보수이력사항

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

19.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 19.2.3】 내진설계 여부 확인

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

19.3 현장조사

19.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S17	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
연단거리 측정		비파괴시험	

【사진 19.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

19.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

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

【표 19.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과(계속)

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

	
바닥판 하면 S3 재료분리(0.1×0.5)	바닥판 하면 S8 균열부백태(0.2×2.0)
	
바닥판 하면 S9 망상균열(5.0×2.5 ×2EA)	바닥판 하면 S10 백태(0.3×0.2)

【사진 19.3.3】 바닥판하면 전경

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

【사진 19.3.3】 바닥판하면 전경 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

나. 거더

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.2】 거더 현장조사 결과(Bicon)

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

【표 19.3.3】 거더외부 현장조사 결과(S.T.B)

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

【표 19.3.4】 거더내부 현장조사 결과(S.T.B)

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

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

【사진 19.3.5】 거더 손상현황

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

【사진 19.3.5】 거더 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.5】 가로보 현장조사 결과(Bicon)

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

【표 19.3.6】 가로보 현장조사 결과(S.T.B)

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

	
가로보 S3 G6~7 재료분리(0.2×0.6, 0.1×0.4)	가로보 S3 G6~7 재료분리(0.2×0.6, 0.1×0.4)
	
가로보 상태양호(STB)	가로보 상태양호(STB)

【사진 19.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



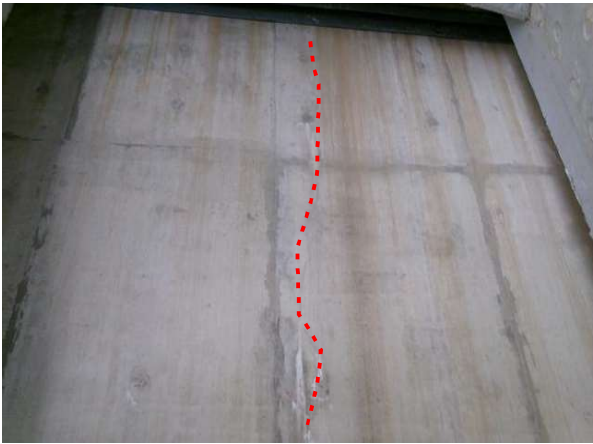
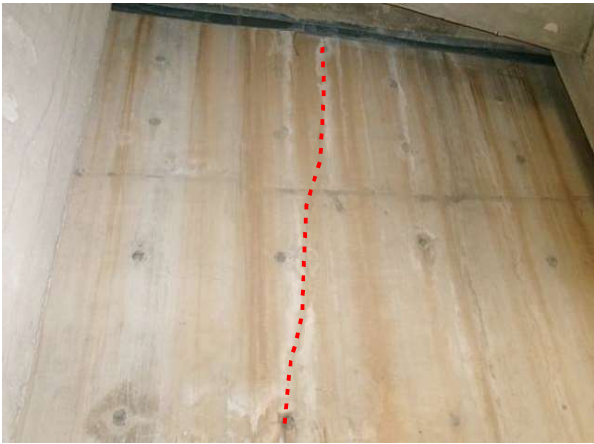
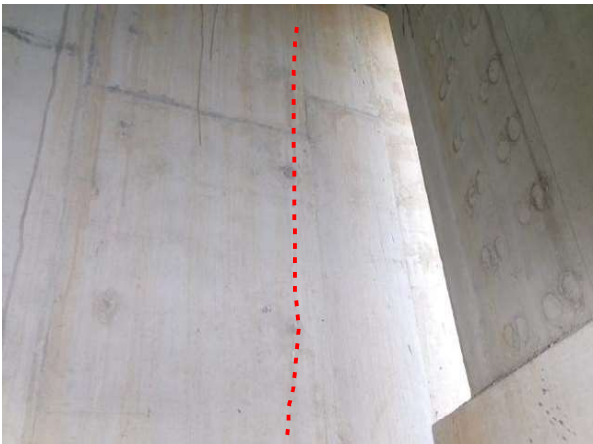
【사진 19.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.7】 교대 현장조사 결과

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

	
교대 A1 홍벽 균열 (Cw=0.3mm이상)	교대 A1 홍벽 균열 (Cw=0.3mm이상)
	
교대 A1 홍벽 균열부백태(0.1×1.0)	교대 A1 홍벽 균열부백태(0.2×1.5)
	
교대 A1 홍벽 균열 (Cw=0.3mm이상)	교대 A1 홍벽 균열부백태(0.1×0.5)

【사진 19.3.9】 교대 손상현황

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

【사진 19.3.9】 교대 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

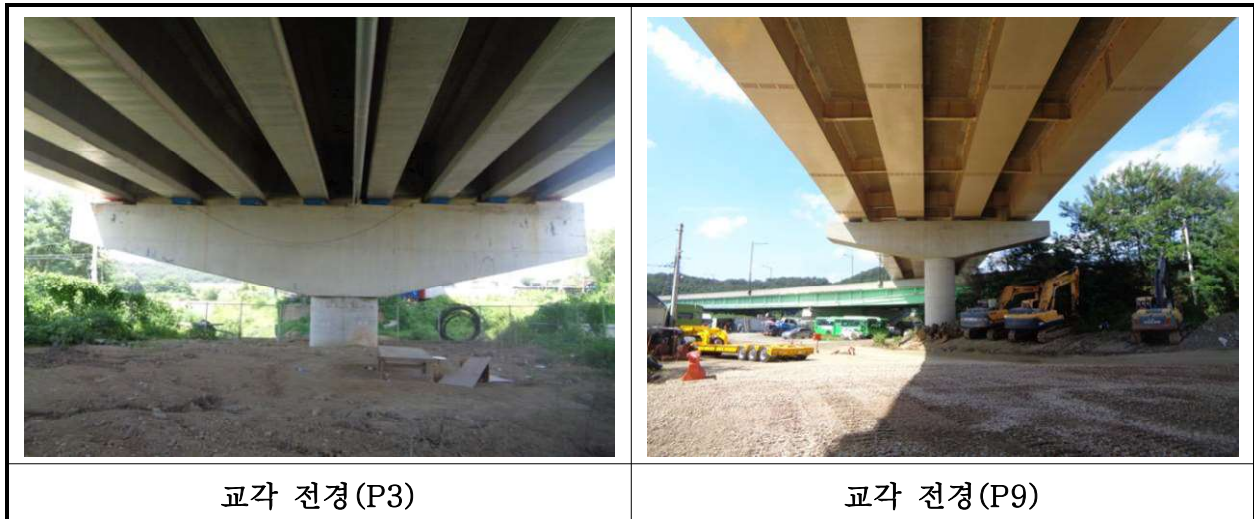
4) 검토의견

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

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.8】 교각 현장조사 결과

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

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

【사진 19.3.11】 교각 손상현황

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

【사진 19.3.11】 교각 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

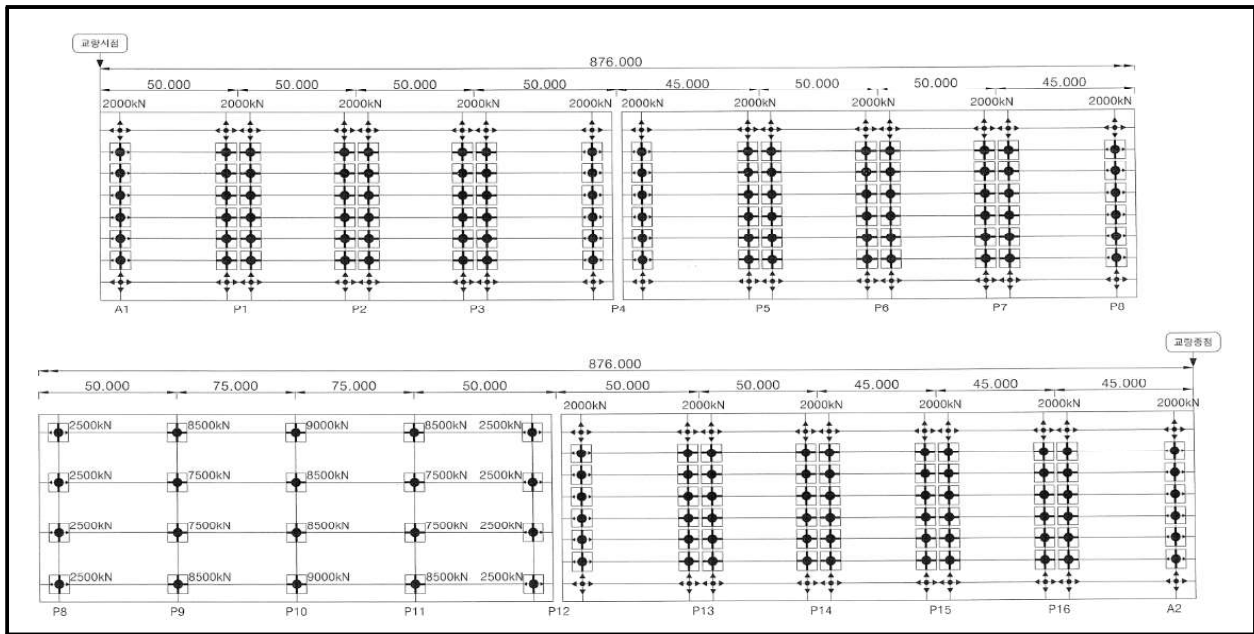
4) 검토의견

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

바. 교량받침

1) 부재의 개요

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



【그림 19.3.1】 교량받침 배치도



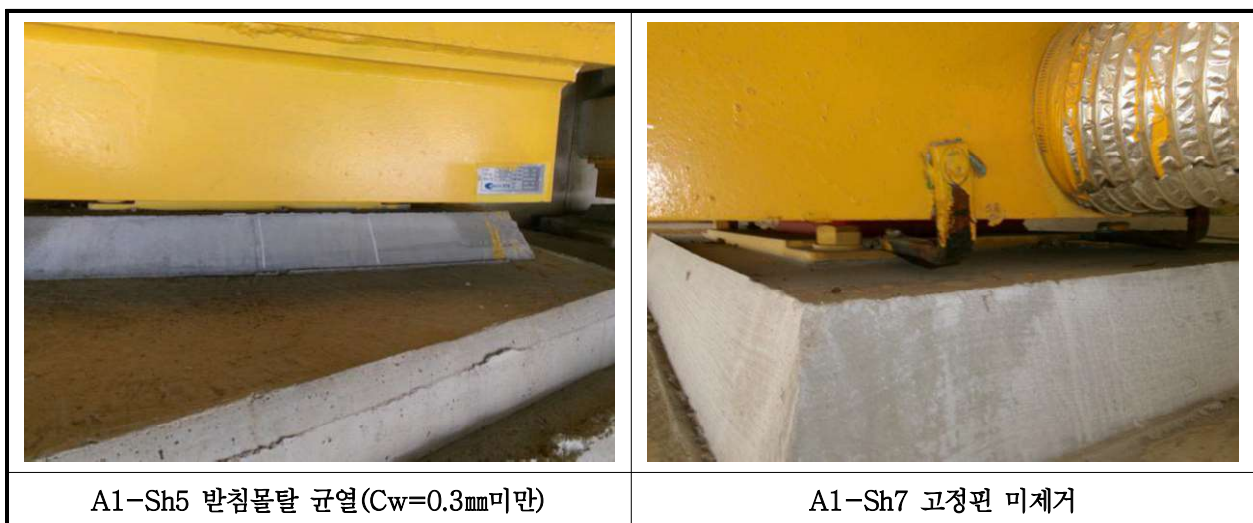
【사진 19.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침의 현장조사 결과 받침물탈 균열(0.3mm미만), 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 파손, 받침부식, 고정핀 미세거 등이 조사되었다.

【표 19.3.9】 교량반침 현장조사 결과

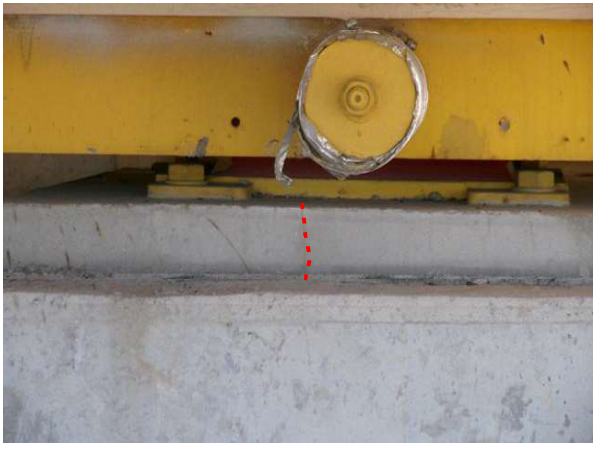
구분	반침몰탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		반침몰탈 망상균열 (m/개소)		반침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 망상균열 (m/개소)		반침콘크리트 재료분리 (m/개소)		반침콘크리트 파손 (m/개소)		반침부식 (개소)		고정편 미제거 (개소)	
A1	0.80	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.0	24
P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-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



【사진 19.3.13】 교량반침 손상현황

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

【사진 19.3.13】 교량받침 손상현황 (계속)

	
P8-Sh1 받침콘크리트 재료분리(1.0×0.1)	P8-Sh8 받침 플레이트 부식(1EA)
	
P8-Sh12 받침물탈 균열(Cw=0.3mm미만)	P9-Sh2 받침물탈 균열(Cw=0.3mm미만)
	
P12-Sh1 받침물탈 균열(Cw=0.3mm미만)	P12-Sh12 받침물탈 망상균열(0.5×0.1)

【사진 19.3.13】 교량받침 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

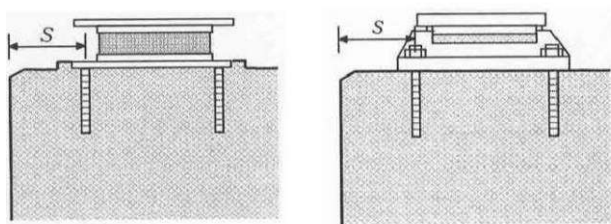
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 19.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 19.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200+5 \times 45.0 = 425(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 60.0 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=75.0m) : $200+5 \times 61.0 = 575(\text{mm})$

【표 19.3.10】 연단거리 측정 결과

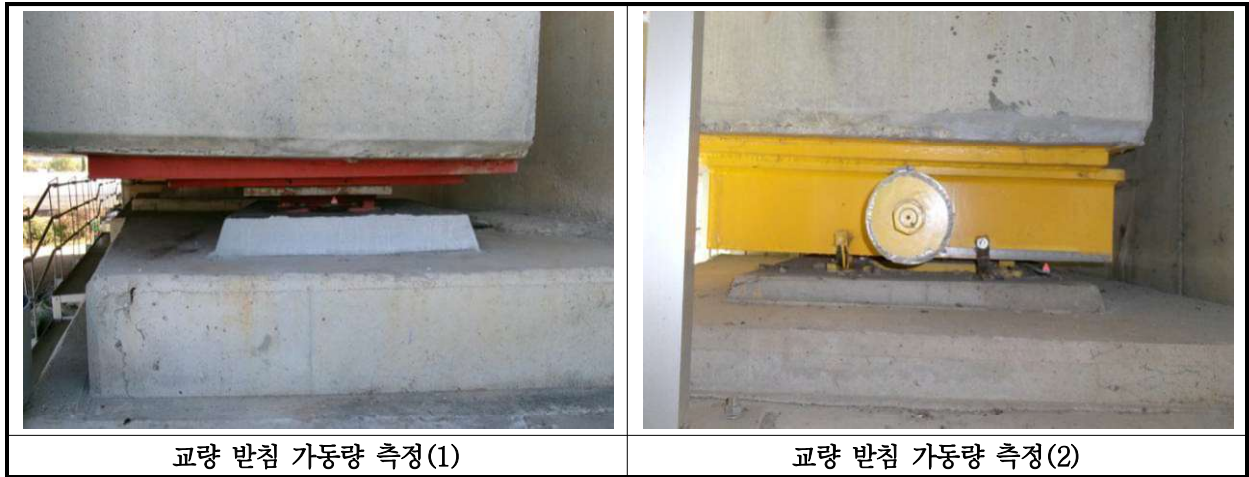
구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)								검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	
		Sh9	Sh10	Sh11	Sh12	Sh13	Sh14	Sh15	Sh16	
A1	450	580	480	480	480	480	480	480	580	O.K
P1	A1측	450	840	810	810	810	810	810	840	O.K
	A2측	450	960	930	930	930	930	930	960	O.K
P2	A1측	450	950	910	910	910	910	910	950	O.K
	A2측	450	960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

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토

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



【사진 19.3.15】 교량받침 이동량 측정

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

【표 19.3.11】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선판창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	24.4	25.6	0.00001	100	24.4	25.6	
P1	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P2	고정단						
P3	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P4(A1)	24.4	25.6	0.00001	100	24.4	25.6	
P4(A2)	24.4	25.6	0.00001	95	23.2	24.3	
P5	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P6	고정단						
P7	40.4	9.6	0.00001	50	20.2	4.8	
P8(A1)	24.4	25.6	0.00001	95	23.2	24.3	
P8(A2)	29.4	30.6	0.000012	125	44.1	45.9	
P9	45.4	14.6	0.000012	75	40.9	13.1	
P10	고정단						
P11	45.4	14.6	0.000012	75	40.9	13.1	
P12(A1)	29.4	30.6	0.000012	125	44.1	45.9	
P12(A2)	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1	
P13	40.4	9.6	0.00001	67.5	27.3	6.5	
P14	40.4	9.6	0.00001	17.5	7.1	1.7	
P15	40.4	9.6	0.00001	27.5	11.1	2.6	
P16	40.4	9.6	0.00001	72.5	29.3	7.0	
A2	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1	
1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울) - P1~3, 5~7, 9~11, 13~16 9.4℃(조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 서울) - A1, A2, P4, P8, P12							
2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방, 강교), −15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)							

【표 19.3.12】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

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

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

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

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

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

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

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

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

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

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

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K

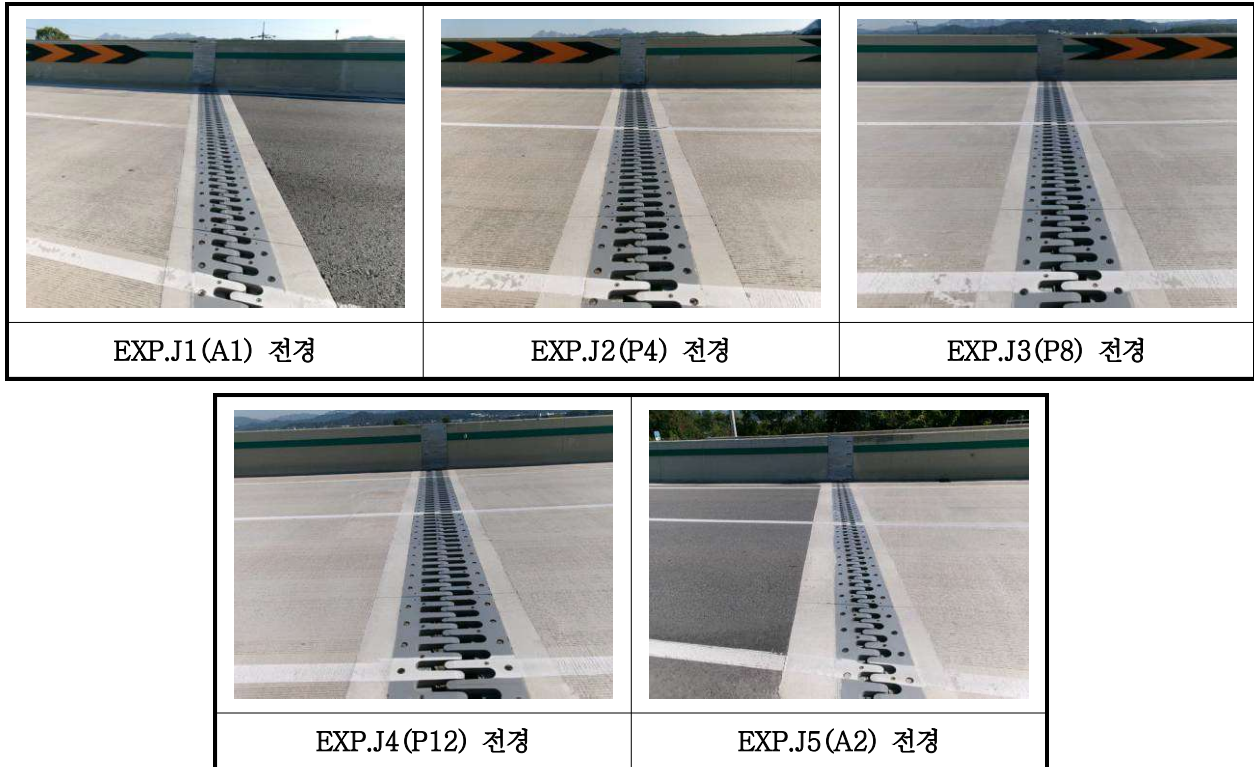
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.13】 신축이음장치 현장조사 결과

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

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

【사진 19.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

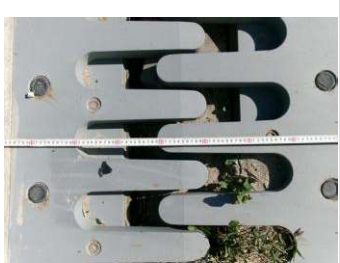
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

5) 신축이음 거동상태 검토

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

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) - 강교 ΔT(신장시) : 40.0℃-9.4℃ = 30.6℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(9.4℃) = 29.4℃ - RC교 ΔT(신장시) : 35.0℃-9.4℃ = 25.6℃ ΔT(수축시) : -15.0℃-(9.4℃) = 24.4℃ 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>선행창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 19.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 19.3.14】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팅창 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	24.4	25.6	0.00001	100	24.4	25.6	107	115	155	
P4	24.4	25.6	0.00001	195	47.6	49.9	166	165	440	
P8	24.4	25.6	0.00001	95	23.2	24.3	146	215	290	
	29.4	30.6	0.000012	125.0	44.1	45.9				
P12	29.4	30.6	0.000012	125.0	44.1	45.9	190	165	290	
	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1				
A2	24.4	25.6	0.00001	117.5	28.7	30.1	83	155	205	

1) 조사당시 온도 : 9.4 $^{\circ}C$ (조사일 : 2022년 10월 18일, 평균온도, 서울)
 2) 검토온도 : -20 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (한랭지방, 강교), -15 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (한랭지방, 콘크리트교)

【표 19.3.15】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

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

주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

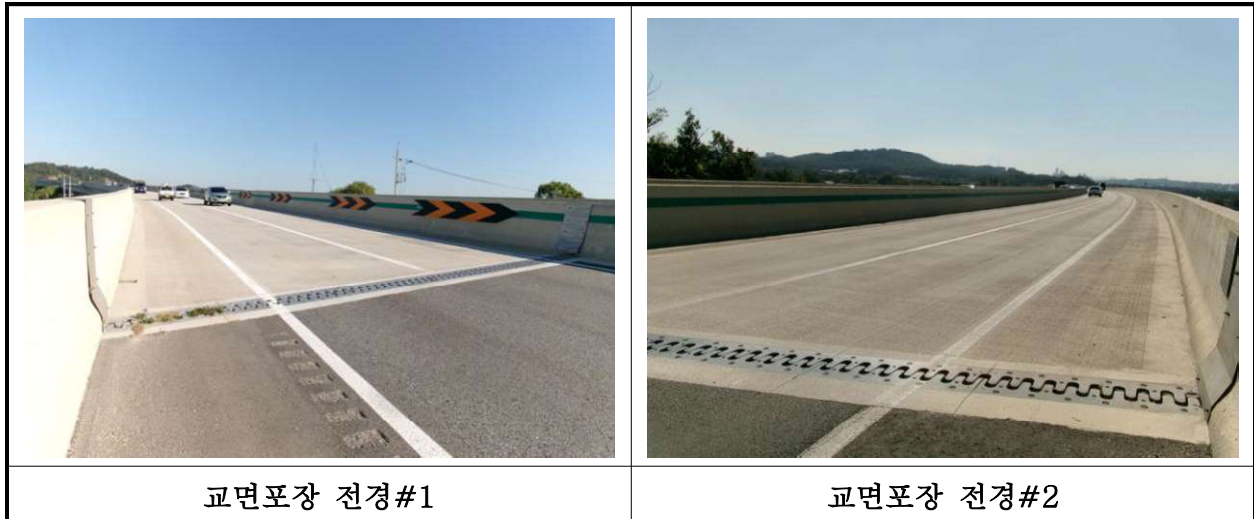
6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



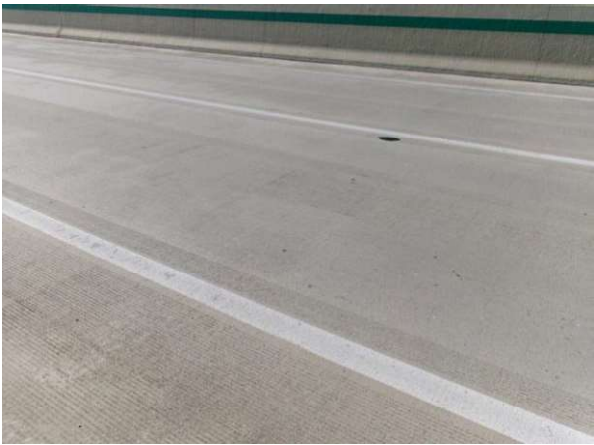
【사진 19.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과 주행차로내 전반적인 망상균열이 조사되었다.

【표 19.3.16】 교면포장 현장조사 결과

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

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

【사진 19.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.17】 배수시설 현장조사 결과

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

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

【사진 19.3.22】 배수시설 손상현황

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

【사진 19.3.22】 배수시설 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



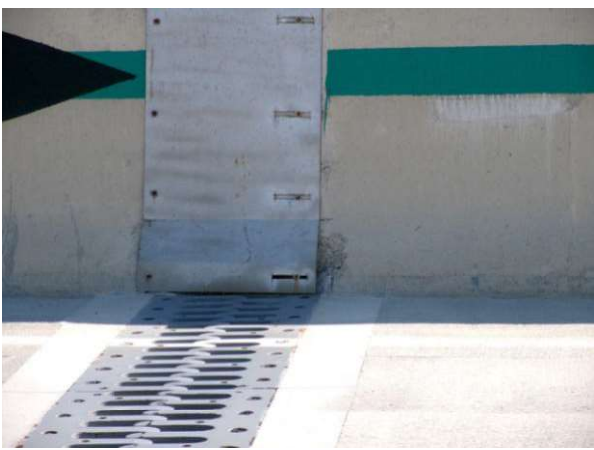
【사진 19.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.18】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

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

	
S1 방호벽 균열(Cw=0.3mm미만)	S2 방호벽 균열부백태(0.1×1.0 ×2EA)
	
S3 중앙분리대 균열(Cw=0.3mm미만)	S4 중앙분리대 파손(0.2×0.3)
	
S6 방호벽 균열(Cw=0.3mm미만)	S7 방호벽 파손(0.1×0.3)

【사진 19.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

	
S8 중앙분리대 파손(0.1×1.0)	S13 중앙분리대 균열(Cw=0.3mm미만)
	
S15 방호벽 균열(Cw=0.3mm이상)	S16 방호벽 균열(Cw=0.3mm미만)

【사진 19.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

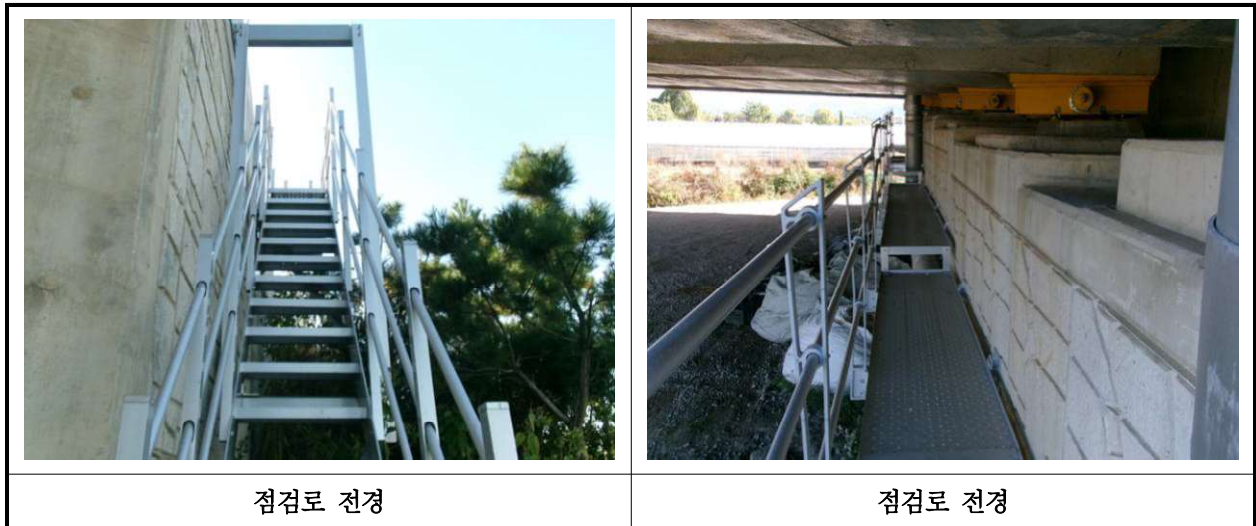
4) 검토의견

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

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



【사진 19.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 19.3.19】 교량 점검시설 현장조사 결과

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

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

【사진 19.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

19.3.3 외관조사 총괄표

【표 19.3.20】 손상내용 총괄표

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

【표 19.3.20】 손상내용 총괄표(계속)

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

19.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

19.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2021. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

19.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 19.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	50m 마다	연장 50m마다	15	15	15	15	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	4	2	4	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

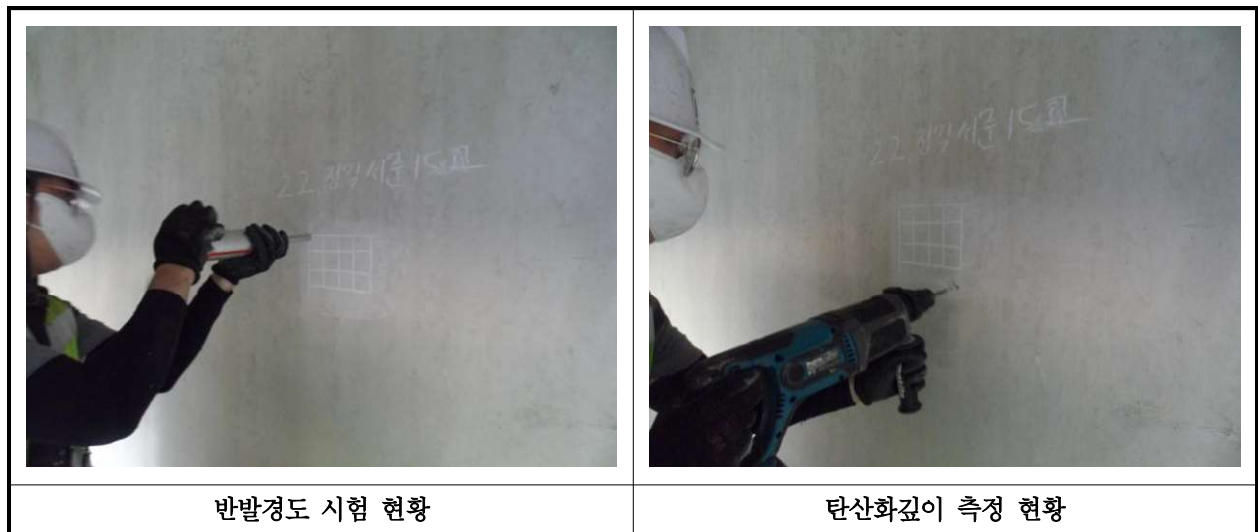
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

※ 연장별 조정비는 500m 이상으로 80%를 적용함

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

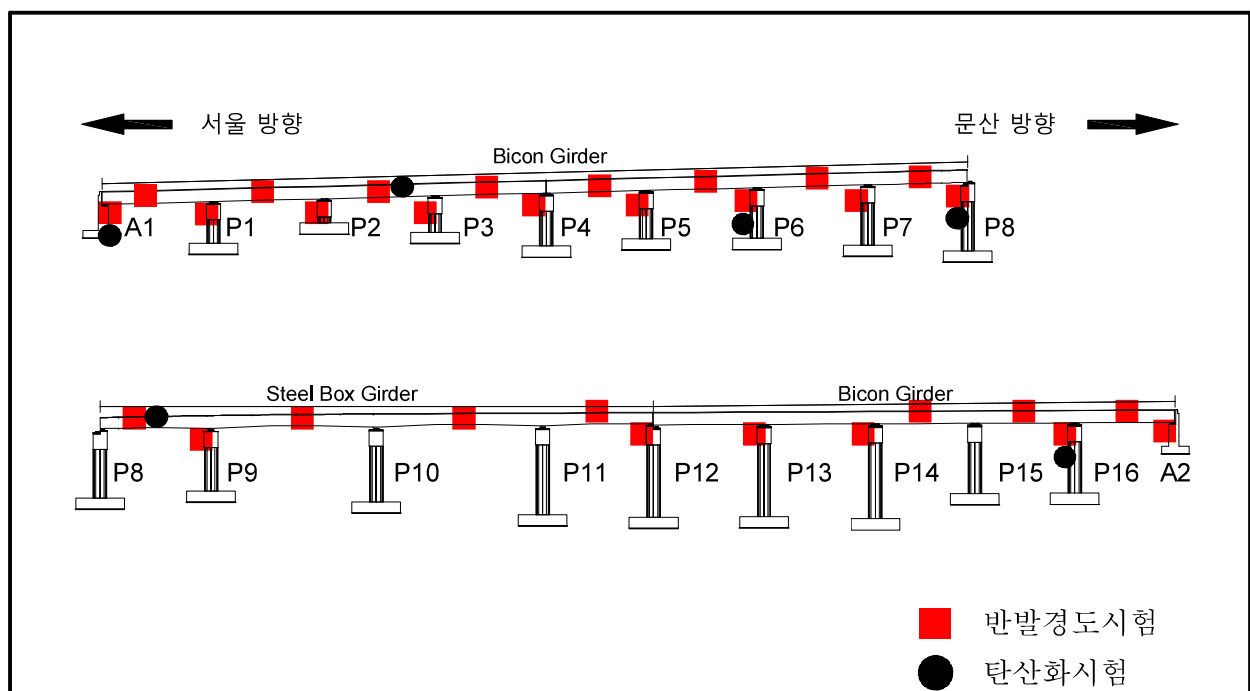
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

19.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 19.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

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

【표 19.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

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

【표 19.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

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

【표 19.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

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

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

【표 19.4.6】비파괴강도 시험결과 분석

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

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 설계피복두께를 적용하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 19.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

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

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

【표 19.4.8】탄산화 시험결과 분석

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

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 19.4.9】금회 점검 내구성조사 결과요약

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

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

19.5 상태평가

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

19.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

【표 19.5.1】 상태평가 결과표(Bicon)

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

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.206) < 0.260$

【표 19.5.2】 상태평가 결과표(STB)

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

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.189) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 19.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

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

19.5.2 기 점검 결과와의 비교

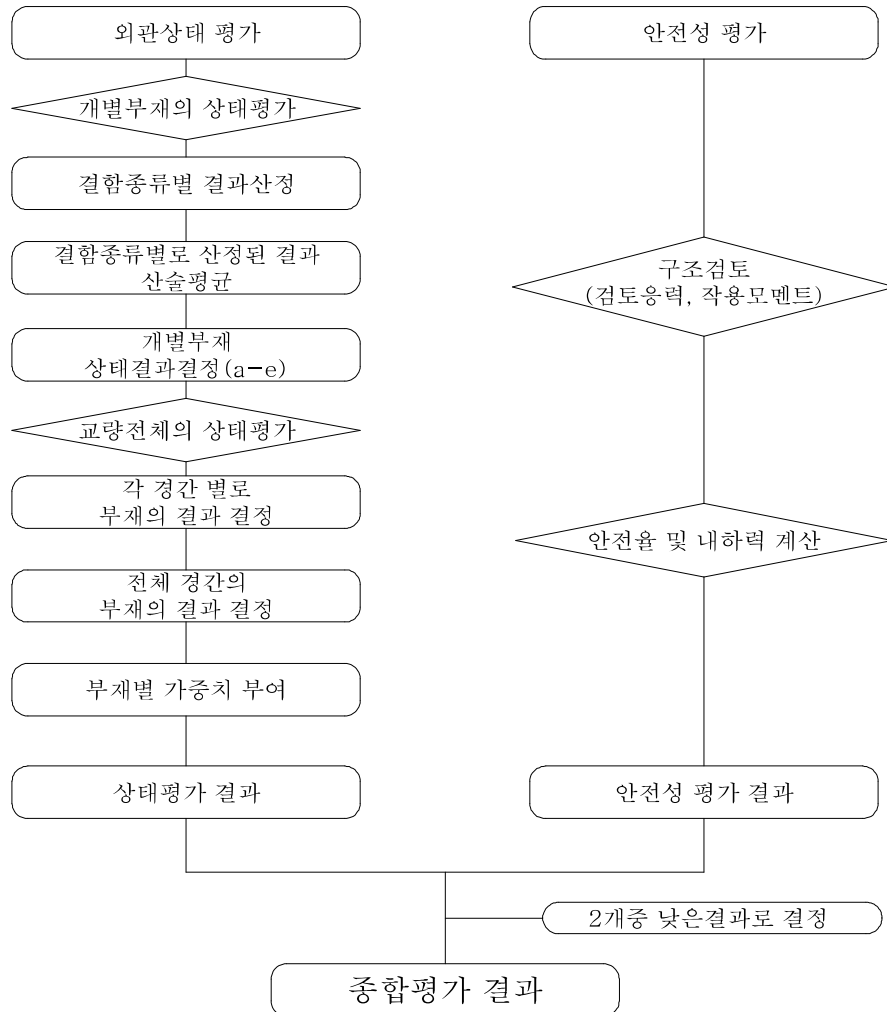
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

19.6 종합평가 및 안전등급 지정

19.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 19.6.1】 종합평가 결과 산정절차

19.6.2 종합평가 결과

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

【표 19.6.1】 종합평가 결과

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

19.6.3 안전등급 지정

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

【표 19.6.2】 안전등급 지정

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

19.7 보수·보강 및 유지관리방안

19.7.1 보수·보강 방안

【표 19.7.1】 손상별 보수·보강 방안

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

【표 19.7.1】 손상별 보수·보강 방안 (계속)

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

19.7.2 개략공사비

【표 19.7.2】 개략공사비

구 분		손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
바닥판 하면		망상균열	표면처리	37.50	56.25	m ²	—	—	하자
		백태	표면처리	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
		균열부백태	표면처리	17.34	26.01	m ²	—	—	하자
		누수흔적	표면처리	0.90	1.35	m ²	—	—	하자
		파손	단면보수	0.30	0.45	m ²	—	—	하자
		재료분리	단면보수	0.05	0.08	m ²	—	—	하자
거더	Bicon	박리	단면보수	0.16	0.24	m ²	—	—	하자
		재료분리	단면보수	0.70	1.05	m ²	—	—	하자
가교보	Bicon	재료분리	단면보수	0.56	0.84	m ²	—	—	하자
교대		균열(0.3mm이상)	주입보수	17.00	25.50	m	—	—	하자
		망상균열	표면처리	3.00	4.50	m ²	—	—	하자
		백태	표면처리	0.09	0.14	m ²	—	—	하자
		균열부백태	표면처리	0.60	0.90	m ²	—	—	하자
교각		균열(0.3mm미만)	표면처리	23.00	5.75	m ²	—	—	하자
		균열(0.3mm이상)	주입보수	7.00	10.50	m	—	—	하자
		망상균열	표면처리	226.50	339.75	m ²	—	—	하자
		박리	단면보수	0.50	0.75	m ²	—	—	하자
교량받침		받침몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	36.50	9.13	m ²	—	—	하자
		받침몰탈 망상균열	표면처리	0.05	0.08	m ²	—	—	하자
		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만)	표면처리	0.60	0.15	m ²	—	—	하자
		받침콘크리트 망상균열	표면처리	0.90	1.35	m ²	—	—	하자
		받침콘크리트 재료분리	단면보수	1.77	2.66	m ²	—	—	하자
		받침콘크리트 파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	—	—	하자
		받침부식	재도장	3.00	4.50	EA	—	—	하자
		고정편미제거	정비	144.00	216.00	EA	—	—	하자

【표 19.7.2】 개략공사비 (계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	16.20	4.05	m ²	—	—	하자
	후타재 파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	—	—	하자
	이물질퇴적	정비(청소)	7.00	10.50	m	—	—	하자
	하부 누수	정비(재설치)	1.00	1.50	m	—	—	하자
	여유량 부족	정비(재설치)	4.00	4.00	EA	—	—	하자
교면포장	망상균열	균열보수 (재포장)	12250	18375	m ²	—	—	하자
배수시설	배수관 누수	정비	3.00	3.00	EA	—	—	하자
	배수관 막힘	정비(청소)	1.00	1.00	EA	—	—	하자
	배수관 연결불량	정비	2.00	2.00	EA	—	—	하자
	배수관 파손	정비	2.00	2.00	EA	—	—	하자
	배수구 막힘	정비(청소)	25.00	25.00	EA	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	447.70	111.93	m ²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	4.50	m	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.20	0.30	m ²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.19	0.29	m ²	—	—	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.

19.7.3 유지관리방안

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

【표 19.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	- 방호벽 손상여부 점검 - 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	- 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	- 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	- 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	- 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	- 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

① 바닥판 하면 백태, 균열부백태 등 - 진전 여부확인		② 하부구조 균열(0.3mm이상) - 진전 여부확인
③ 교면포장 망상균열 - 진전 여부확인	④ 배수관 및 배수구 누수, 막힘, 파손 등 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 수축여유량 부족 - 주기적인 계측 필요

19.8 종합결론

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

19.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

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

2) 거더

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

3) 가로보

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

4) 교대

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

5) 교각

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

6) 교량받침

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

7) 신축이음장치

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

8) 교면포장

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

9) 배수시설

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

10) 방호벽

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

11) 교량 점검시설

- 교대, 교각에 설치된 점검로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.3~29.2MPa, 거더 41.9~52.8MPa, 하부구조 교대 24.1~27.6MPa, 교각 41.2~51.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 40.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 0.5~1.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

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

다. 결론

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

19.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

19.8.3 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

