

38. 덕은교

- 38.1 시설물 개요
- 38.2 자료수집 및 분석
- 38.3 현장조사
- 38.4 콘크리트 내구성조사
- 38.5 상태평가
- 38.6 종합평가 및 안전등급 지정
- 38.7 보수·보강 및 유지관리 방안
- 38.8 종합결론

38. 덕은교

38.1 시설물의 개요

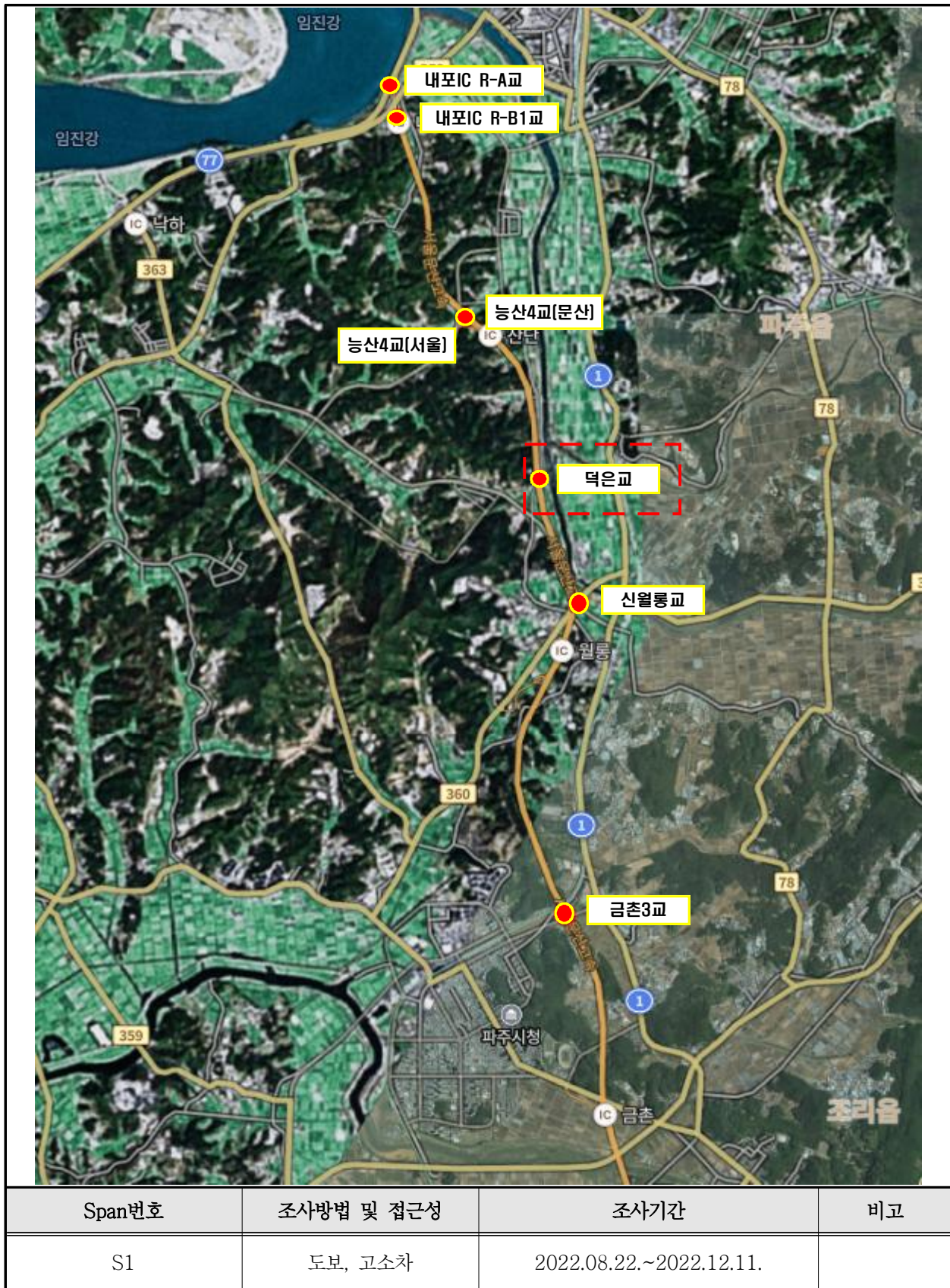
본 시설물은 경기도 파주시 월릉면 덕은리 14-2에 위치한 교량으로 총 연장 50.6m, 폭 24.3m로 시공되어 있다.

38.1.1 일반사항

【표 38.1.1】 덕은교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000145	관리번호	-	
시설물위치		경기도 파주시 월릉면 덕은리 14-2	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		-	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=50.6m(단경간)			
	폭	B=24.3m			
구조 형식	상부	IPC 거더	기초 형식	교 대	강관말뚝
	하부	교대: 역T형			
교량받침		탄성받침	신축이음	뉴모노셀조인트	
교차시설물		시도27호선	통과높이	-	
부착시설내용		-	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		(주)대우건설	관리주체	(주)신성엔지니어링	
감 리 자		(주)신성엔지니어링	관리주체	서울문산고속도로주식회사	
					
측면 전경			상부 전경		

38.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 38.1.1】 위치도

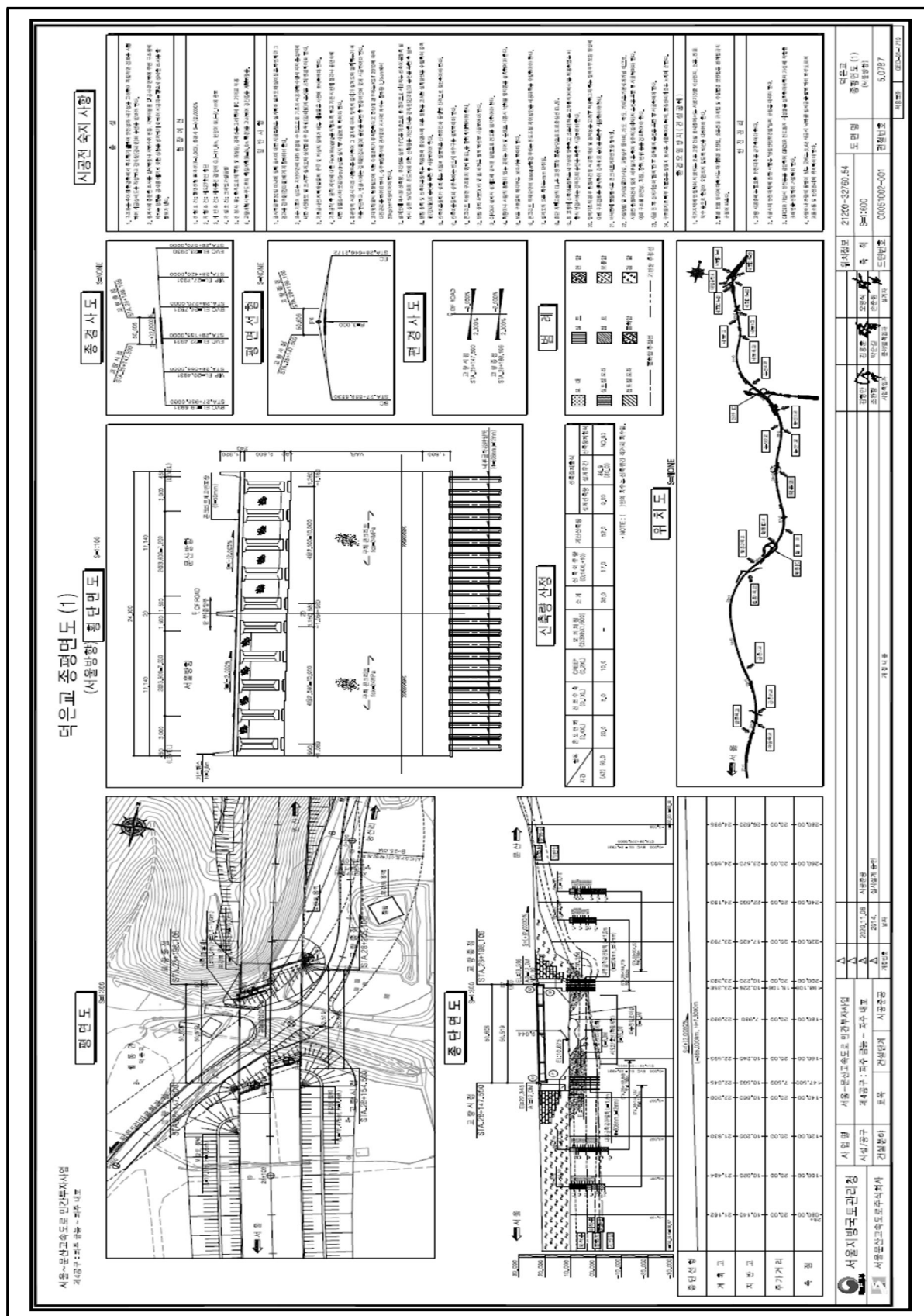
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교대 전경

【그림 38.1.2】 부재별 현황(서울방향)

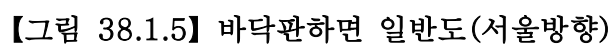
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교대 전경

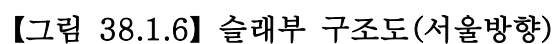
【그림 38.1.3】 부재별 현황(문산방향)

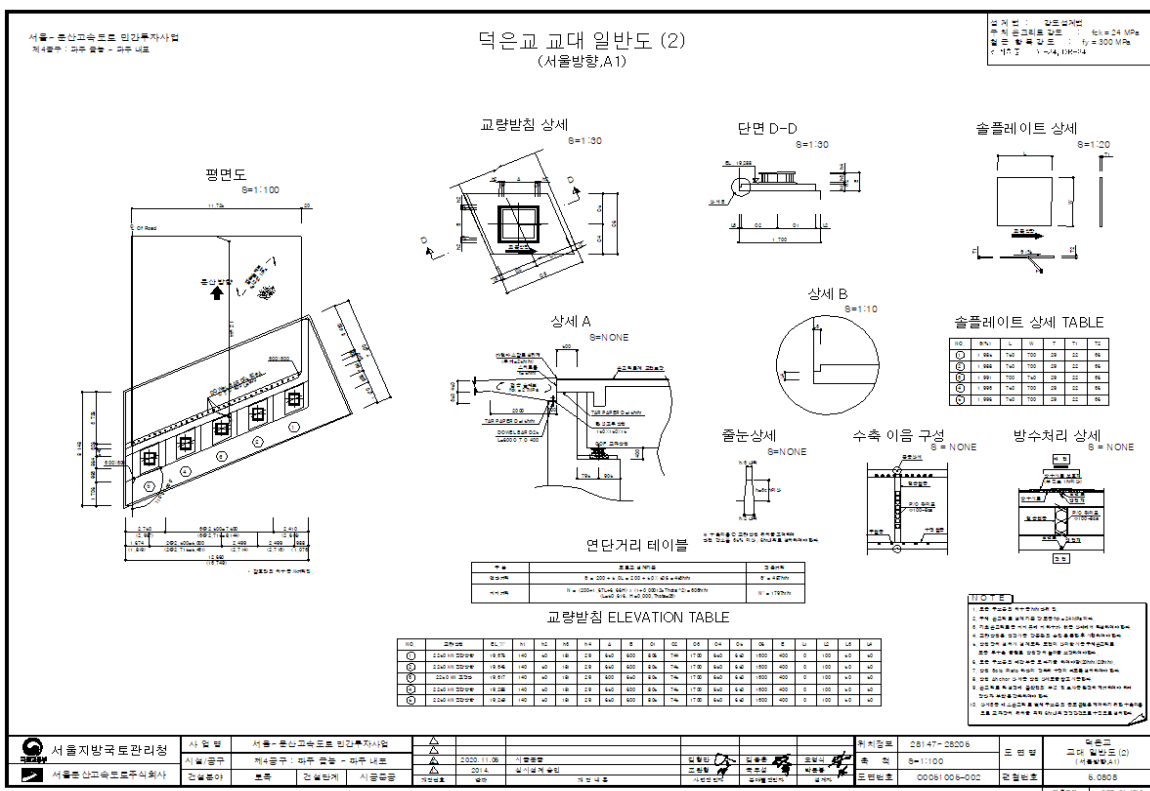
38.1.3 시설물 일반도



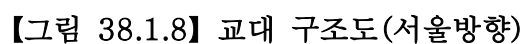
【그림 38.1.4】 평면 및 종단면도(서울방향)

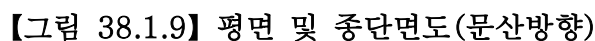


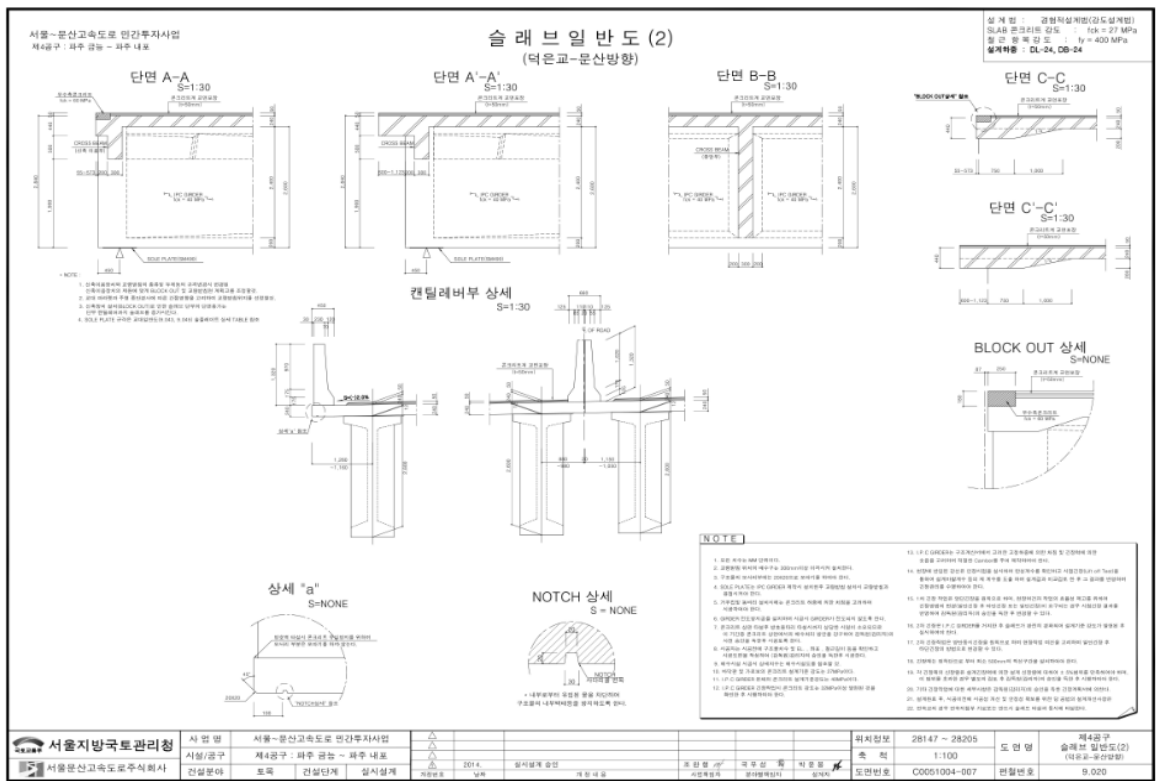
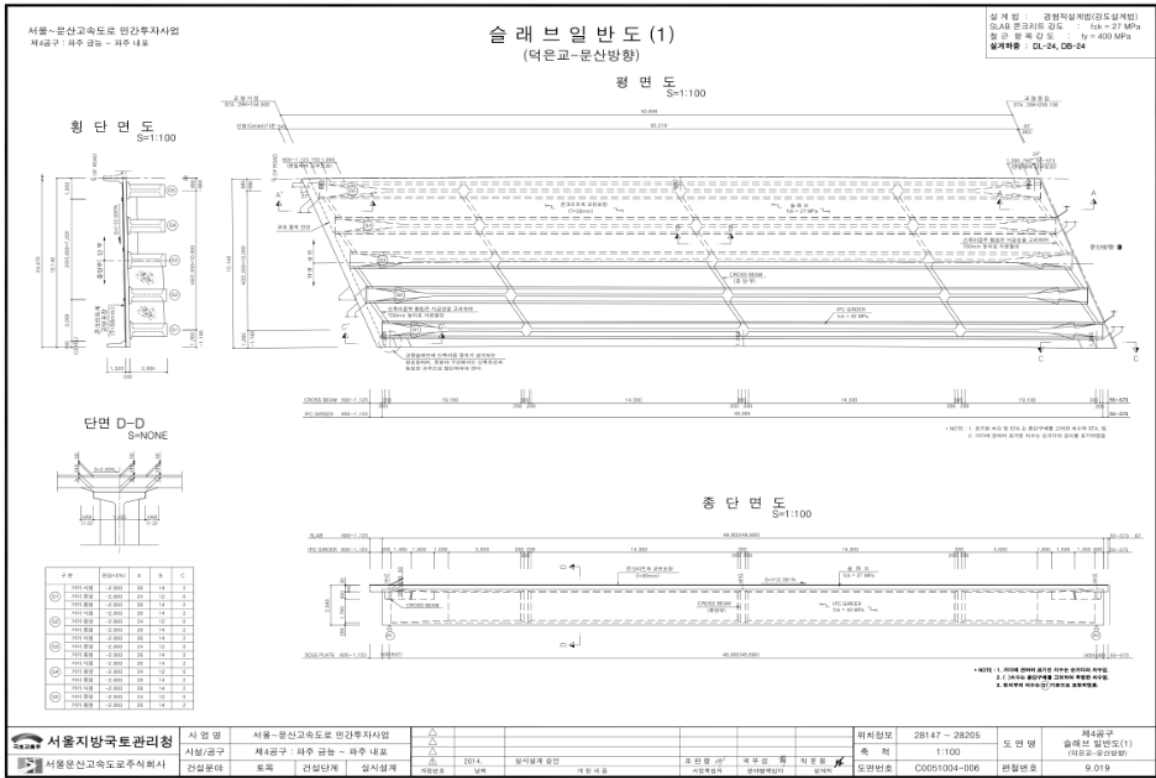




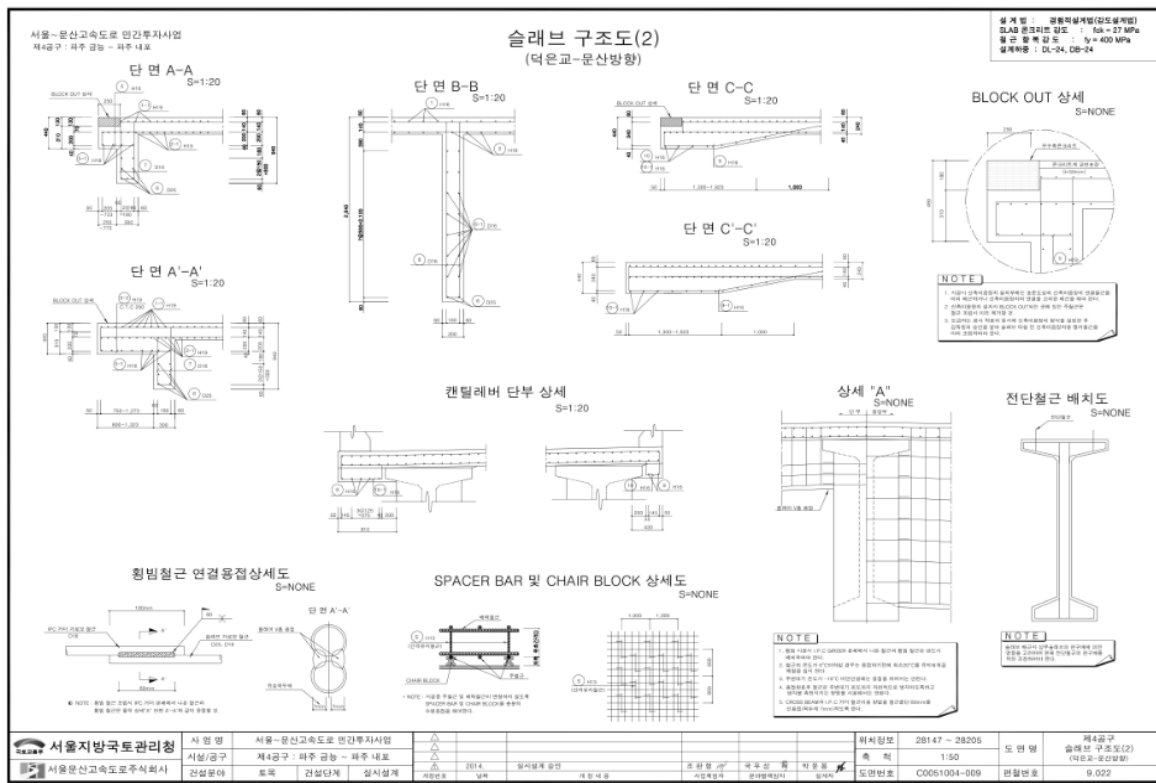
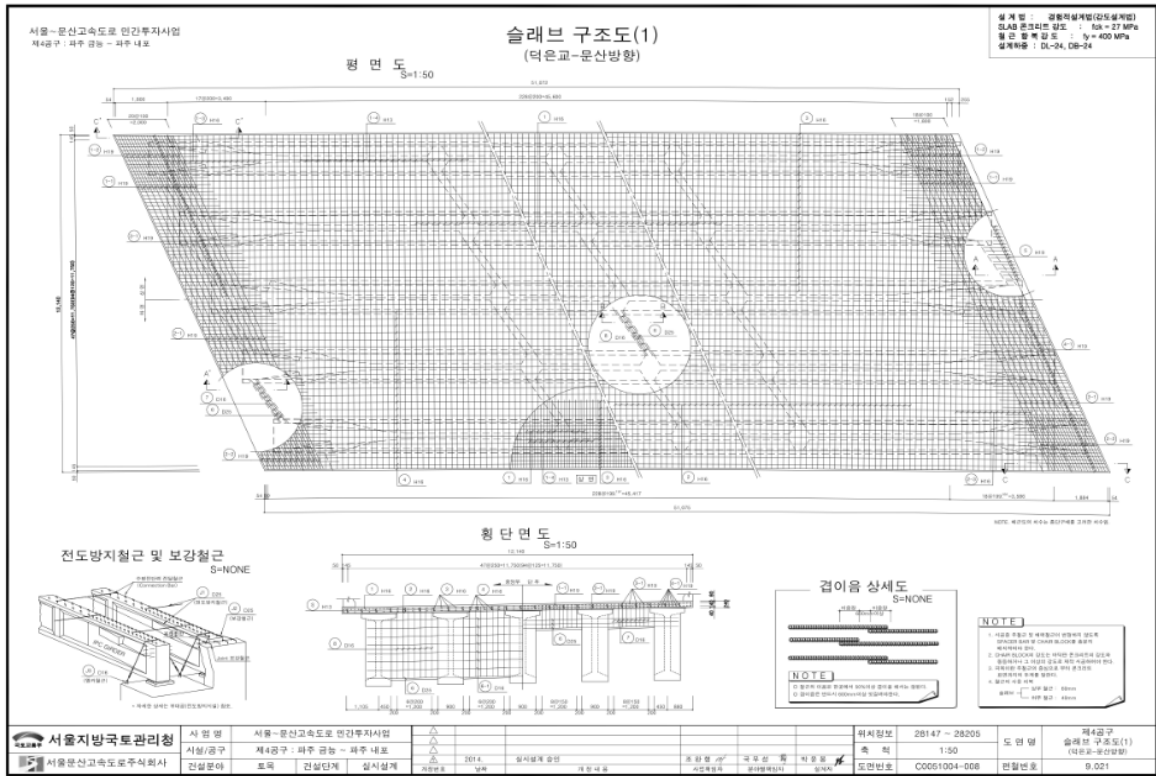
【그림 38.1.7】 교대 일반도(서울방향)



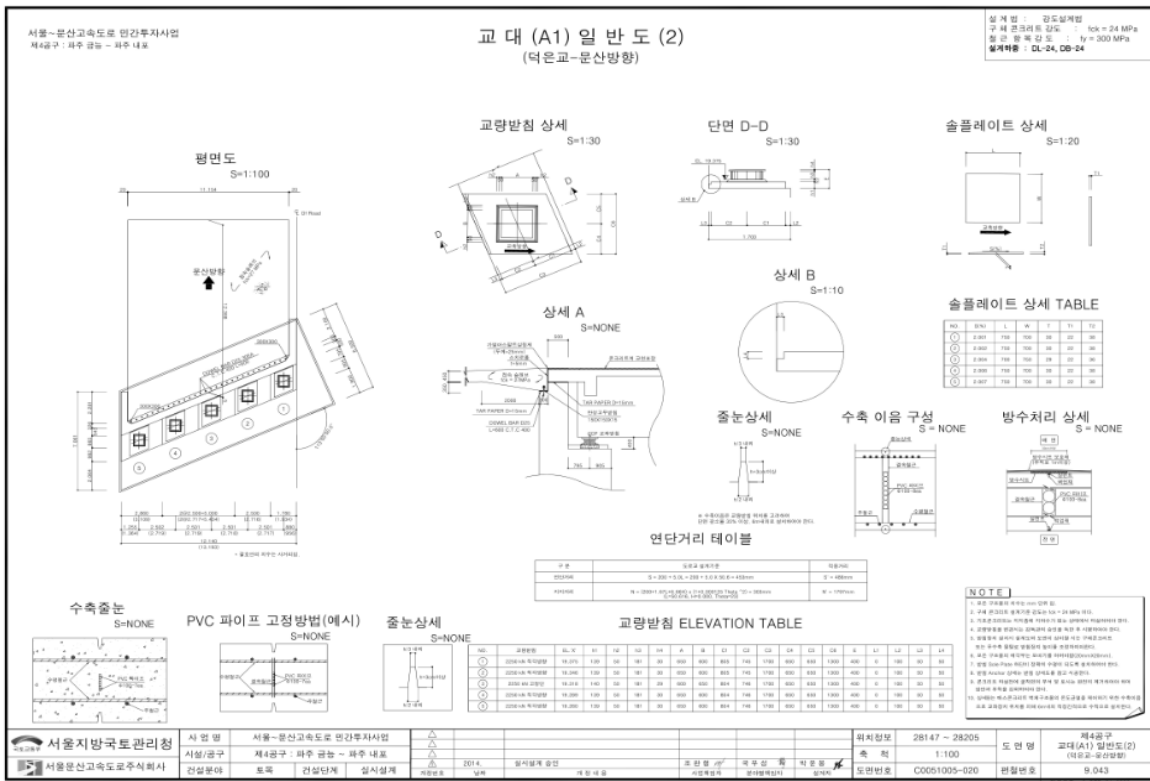
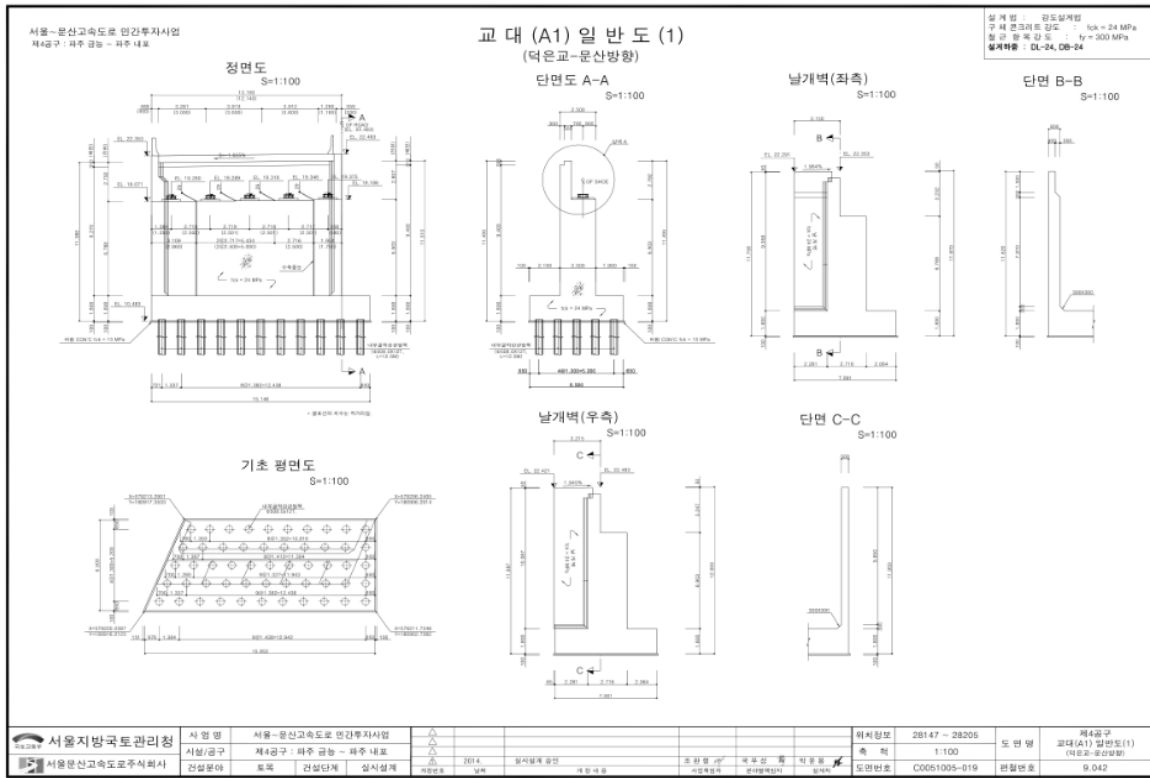




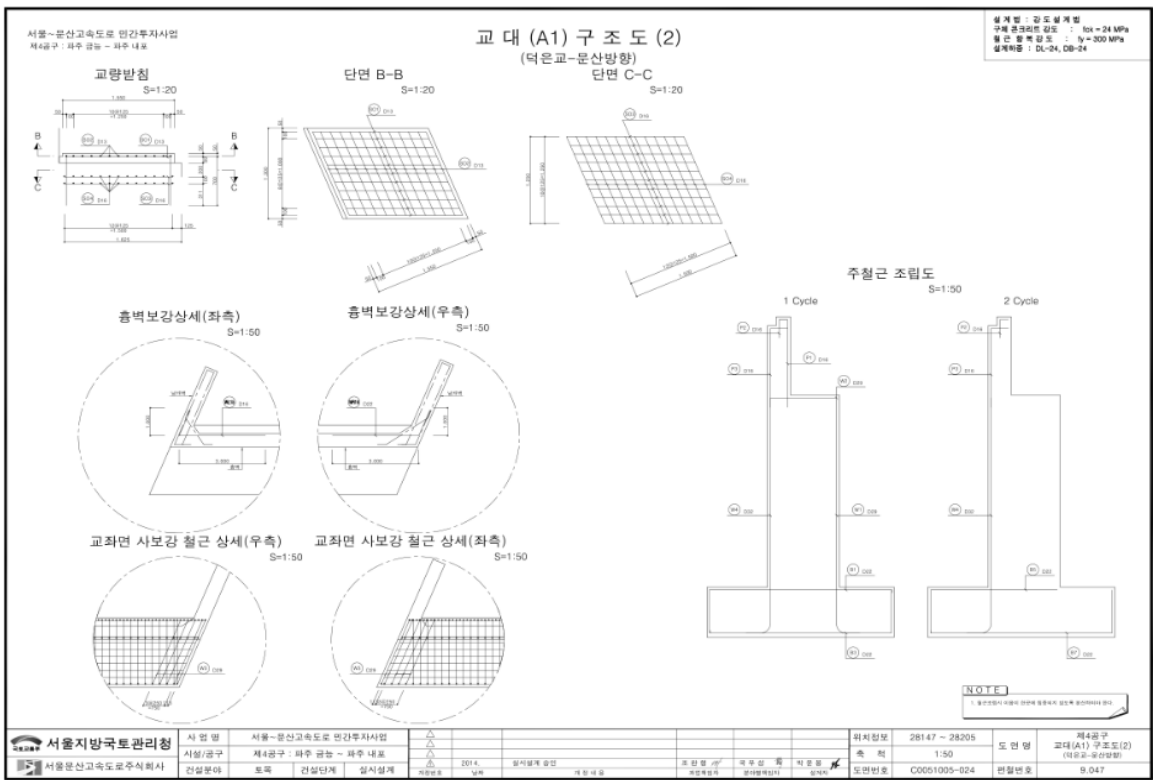
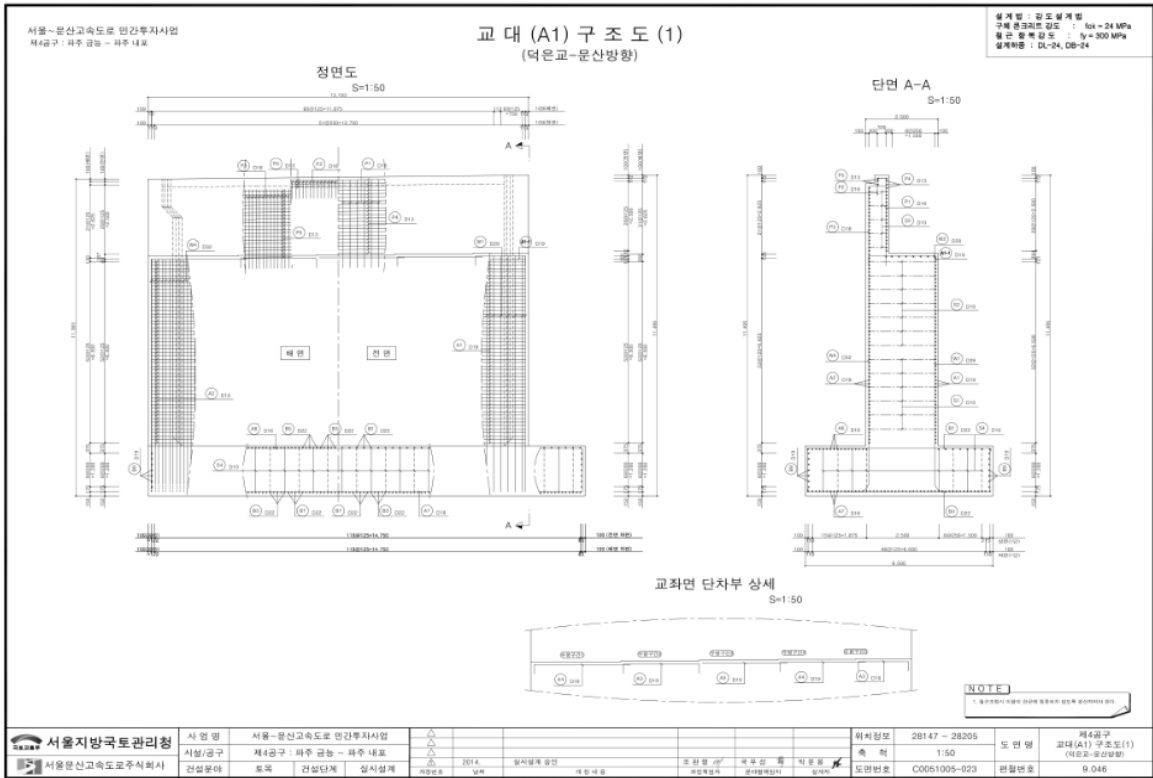
【그림 38.1.10】 바닥판하면 일반도(문산방향)



【그림 38.1.11】 슬래브 구조도(문산방향)



【그림 38.1.12】 교대 일반도(문산방향)



【그림 38.1.13】 교대 구조도(문산방향)

38.2 자료수집 및 분석

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

38.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제 1 장 조사개요

1.1 조사목적

- 서울~문산 고속도로 민간투자사업 실시계획
- 사업구간에 대한 토질조사에 대한 필요성
- 토질조사에 대한 목적과 필요성
- 토질조사에 대한 목적과 필요성
- 토질조사에 대한 목적과 필요성

1.2 조사위치

사업구간 : 경기도 고양시 덕양구 관악동(약 2.5km) ~ 경기도 용인시 용인읍 내서동

구 분	구 조	구 조	구 조
1공구	0+000~0+400	본선 2.5km, 지선 2.0km	지선, 본선, 지선, 지선, 지선
2공구	0+400~0+800	본선 2.5km	지선, 본선, 지선, 지선, 지선
3공구	0+800~0+1200	본선 2.5km	지선, 본선, 지선, 지선, 지선
4공구	0+1200~0+1600	본선 2.5km	지선, 본선, 지선, 지선, 지선

제 2 장 토질·지반조사 일반사항

2.1 토질·지반의 분류 및 기재방법

토질·지반의 분류 및 기재방법은 토질조사에 대한 목적과 필요성에 따라 결정된다.

2.2 지반조사 일반사항

지반조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지반조사를 실시한다.

제 3 장 실내시험

3.1 실내시험

실내시험은 토질조사의 결과를 토대로 실시되며, 토질조사의 결과를 토대로 실내시험을 실시한다.

3.2 지반조사 일반사항

지반조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지반조사를 실시한다.

제 4 장 인공지반 분석

4.1 인공지반 분석

인공지반 분석은 토질조사의 결과를 토대로 실시되며, 토질조사의 결과를 토대로 인공지반 분석을 실시한다.

4.2 지반조사 일반사항

지반조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지반조사를 실시한다.

제 5 장 예비조사

5.1 예비조사

예비조사는 토질조사의 결과를 토대로 실시되며, 토질조사의 결과를 토대로 예비조사를 실시한다.

5.2 지반조사 일반사항

지반조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지반조사를 실시한다.

제 6 장 지질조사 일반사항

6.1 지질조사 일반사항

지질조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지질조사를 실시한다.

6.2 지반조사 일반사항

지반조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지반조사를 실시한다.

제 7 장 지질조사 일반사항

7.1 지질조사 일반사항

지질조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지질조사를 실시한다.

7.2 지반조사 일반사항

지반조사는 토질조사와 함께 수행되며, 토질조사의 결과를 토대로 지반조사를 실시한다.

다. 구조계산서 및 내진설계

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

◆ 결과 요약

○ 덕은교(서울방향)

■ 단면 힘 설계

단면 위치	Req. A _s (mm ²)	폭 b(mm)	깊이 d(mm)	피복 d' (mm)	사용철근량 (Use A _s) (mm ²)	M _u (kN-m)	ΦM _n (kN-m)	비고
현상레버 (방호벽 01측)	771	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	45.45	57.90	0.K
현상레버 (중문대 05측)	1,147	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993 H13 @ 200 = 634	66.29	91.80	0.K
중문대 (상면)	720	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	중방배근		0.K
중문대 (하면)	960	1,000	200	40	H16 @ 200 = 993	중방배근		0.K
슬래브단부	1,543	1,000	230	60	H19 @ 125 = 2,292	113.61	163.69	0.K
현상레버 단부	2,294	1,000	180	60	H19 @ 100 = 2,865	88.68	150.99	0.K

■ 배력철근량(문도철근량) 산정

단면 위치	필요철근량 (mm ²)	사용철근량 (Use A _s) (mm ²)	비고
현상레버 방호벽(01측)	517	H16 @ 250 = 794	0.K
현상레버 중문대(05측)	768	H16 @ 250 = 794	0.K
현상레버 단부	1,537	H16 @ 125 = 1,589	0.K

■ 사용성 검토 요약표

구분	본	인장응력(f _t)	철근간격(S)	허용간격(S _a)	비고
현상레버	방호벽(01측)	49.1	200.0	1283.1	0.K
	중문대(05측)	147.1	100.0	405.2	0.K
슬래브단부		114.2	125.0	551.7	0.K

(5) 허용 균열 용역

- ① 보통 콘크리트 : $f_{cr} = 0.63 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.98 \text{ MPa}$
 ② 무트 경량 콘크리트 : $f_{cr} = 0.54 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.42 \text{ MPa}$
 ③ 전 경량 콘크리트 : $f_{cr} = 0.47 \times \sqrt{f_{ck}} = 2.97 \text{ MPa}$

(6) 정착부의 허용 지압 용역

- 간접제 정착직후 $f_{cr} = 0.7 \times f_{ci} \times \sqrt{(A'/A) \cdot (b/Ab) \cdot 0.2} \cdot 1.10 \times f_{ci}$
 - 프리스트레스 손실 발생후 $f_{cr} = 0.5 \times f_{ck} \times \sqrt{(A'/A) \cdot (b/Ab)} \leq 0.90 \times f_{ck}$

(3) P.S STRAND (SMPC 7B Ø15.2mm)

- A = 138.7 mm² /ea

- E_p = 200,000 MPa

(1) 인장 강도 : f_{pu} = 1,900 MPa

(2) 항복 강도 : f_{py} = 1,600 MPa

(3) JCK에 의한 최대 인장 응력 : 0.94 × f_{pu} = 1,504 MPa

$$0.80 \times f_{pu} = 1,520 \text{ MPa} \therefore 1,504 \text{ MPa}$$

(4) 허용 인장 용역

① 정착 후 정착부에서의 허용응력

- f_{pa} = 0.7 × f_{pu} = 1,330 MPa

② 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력

- f_{pa} = 0.82 × f_{py} = 1,312 MPa

$$0.74 \times f_{pu} = 1,405 \text{ MPa} \therefore 1,312 \text{ MPa}$$

(4) 프리스트레스 인장재 배치율 위한 최소 규격

구분	단위	1차 인장률	2차 인장률
현상레버 외경	mm	80	75
현상레버 두께	mm	5	5
수용가능 인장재 면적	mm ²	2,208	1,923
수용가능 인장재 개수	개	16	14
현상레버 길이	mm	40	40
현상레버 두께	mm	40	40
과상 마찰 계수 k	k/m	0.005	0.005
곡률 마찰 계수 μ	m/rad	0.25	0.25

1.9 설계 방법 (강도 설계법:도.설.기 P02)

- U = 1.3 × M_d + 2.15 × M_{L+I}
 - U = 1.3 × M_d + 1.3 × M_L + 1.3 × M_{L+I}
 - U = 1.3 × M_d + 0.65 × M_w + 1.3 × M_{L+I}

1.10 한도 단면

- 도로교 설계 기준 (한국도로교통학회)
 - 도로교 설계기준 하중판(대한 토목학회)
 - 구조 설계 기준(콘크리트학회)
 - 도로 설계 요령(한국도로공사)

1. 설계 조건

1.1 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER교

1.2 경 간 : 50,000 mm

1.3 폭 원 : 12,140 mm

1.4 교량 등급 : DB - 24, DL - 24 (1등급교)

1.5 거더 길이 : 49,900 mm

1.6 지간 길이 : 49,000 mm

1.7 단위 중량 : 콘크리트(현상) 2,500 kgf/m³

콘크리트(무근) 2,350 kgf/m³

콘크리트교면도장..... 2,350 kgf/m³

1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

1) 슬래브

(1) 콘 크 리 트 : f_{ck} = 27 MPa

$$E_{c2} = 0.077 \times \frac{f_{ck}^{1.5}}{100} \times \sqrt{f_{cu}} = 29,000 \text{ MPa}$$

(2) 철 근 (SD400) : f_y = 400 MPa

E_s = 200,000 MPa

2) I.P.C GIRDER

(1) 콘 크 리 트 : f_{ck} = 40 MPa

$$E_{c1} = 0.077 \times \frac{f_{ck}^{1.5}}{100} \times \sqrt{f_{cu}} = 32,000 \text{ MPa}$$

(2) 철 근 (SD300) : f_y = 300 MPa

E_s = 200,000 MPa

(3) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전 항복응력

① 허용 철 인장응력 (f_{ci}) = 0.8 × f_{ck} = 32 MPa)

$$- f_{ci} = 0.6 \times f_{ci} = 19.2 \text{ MPa}$$

② 허용 철 인장 응력

- 무확된 철근이 없는 인장 구역 :

$$f_{ti} = 0.25 \times \sqrt{f_{ci}} = 1.41 \text{ MPa}$$

(4) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력

① 허용 철 인장응력

$$- f_{cag} = 0.45 \times f_{ck} = 18 \text{ MPa}$$

- 압축연단응력(유포스트레스+전처하중)

$$f_{cag} = 0.60 \times f_{ck} = 24 \text{ MPa}$$

② 허용 철 균열 응력

$$f_{cag} = 0.63 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.98 \text{ MPa}$$

■ 결과 요약

■ 말뚝 안정검토 및 용역검토

구분	항목	항목값	발생값	비고
평상시	하중지지력(kN/EA)	1585.98	709.436	0.K
	하중인발력(kN/EA)	442.824	-	0.K
	통용력(MPa)	140	118.808	0.K
	전단응력(MPa)	80	13.43	0.K
	수평변위(mm)	15	11.837	0.K
지진시	하중지지력(kN/EA)	2380.47	1007.81	0.K
	하중인발력(kN/EA)	864.236	-182.324	0.K
	통용력(MPa)	210	145.962	0.K
	전단응력(MPa)	120	20.722	0.K
	수평변위(mm)	15	10.292	0.K

■ 단면 힘 설계

단면위치	길이(m)	dc(mm)	Req. A _s (mm ²)	사용철근량(kN)	M _u (kN.m)	ΦM _n (kN.m)	안전도	비고	
현상레버	1800	150	1947.47	2292	812.288	954.509	1.175	0.K	
후면레버	1800	100	3716.38	5139.2	1585.155	2178.322	1.374	0.K	
벽체 : H=10.338	2500	100	4177.33	6353.6	2523.807	3812.713	1.511	0.K	
총벽	800	100	903.577	1588.8	150.754	278.868	1.746	0.K	
좌측날개벽	A(T=500 mm)	500	80	1521.92	2292	158.655	236.623	1.485	0.K
	B(T=500 mm)	500	80	1011.28	1588.8	106.39	165.427	1.555	0.K
	C(T=500 mm)	500	80	1305.33	2292	136.606	235.623	1.725	0.K
	A(T=600 mm)	800	80	2529.07	4053.6	452.345	713.432	1.577	0.K
우측날개벽	B(T=450 mm)	450	80	1654.76	4053.6	150.992	351.648	2.329	0.K
	B(T=600 mm)	800	80	2342.34	4053.6	419.766	713.432	1.7	0.K
	C(T=600 mm)	800	80	3203.78	5139.2	568.97	894.036	1.571	0.K

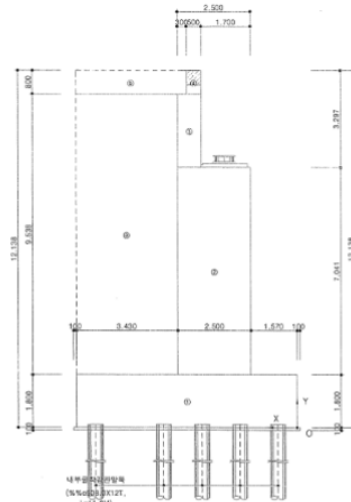
■ 사용성 검토

구분	인장응력(f _t)	허용응력(f _{sa})	철근간격(S)	최대간격(S _a)	비고
현상레버	142.134	150	125	202.806	0.K
후면레버	118.981	150	125	448.12	0.K
벽체 : H=10.338	72.191	150	125	672.687	0.K
총벽	108.254	150	125	497.453	0.K
좌측날개벽	A(T=500 mm)	100.633	150	606.295	0.K
	B(T=500 mm)	99.132	150	614.393	0.K
	C(T=500 mm)	89.406	150	704.561	0.K
	A(T=600 mm)	96.611	150	646.375	0.K
우측날개벽	B(T=450 mm)	82.306	150	1011.145	0.K
	B(T=600 mm)	90.077	150	699.404	0.K
	C(T=600 mm)	97.434	150	644.49	0.K

1. 설계 조건

- 1) 일반 사항
 - (1) 구조 형식 : 역T형 교대
 - (2) 상부 형식 : IPC GIRDER
 - (3) 교량 등급 : 1종교
 - (4) 교대 총 폭 : B = 13.748 m
 - (5) 교대 총 높이 : H = 12.138 m
 - (6) 기초 형식 : 말뚝기초
 - (7) SKD : 113.000'
- 2) 하중
 - (1) 활하중의 단위중량 : $y_c = 25.000 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계기준 2.1.2]
 - (2) 활하중의 단위중량 : $y_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^2$ (토사) [도로설계요령 제5편 P980]
 - (3) 기초지반의 단위중량 : $y_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^2$
 - (4) 과 재 하중 : $q_l = 10.000 \text{ kN/m}$
 - (5) 상부 교량하중 반력 : $R_d = 458.433 \text{ kN/m}$
 - (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 158.078 \text{ kN/m}$
- 3) 지반 조건
 - (1) 활하중의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
 - (2) 기초지반의 N치 : $N = 35.000$
 - (3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 37.913^\circ$ [$\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$]
 - (4) 기초지반의 점착력 : $C = 17.000 \text{ kN/m}^2$
 - (5) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.472$: $\tan(3\phi_2 - \phi_2)$: 표준 콘크리트
 - (6) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도계수 $\times$ 지진구역계수
 - 내진 등급 : I 등급 : 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
 - 지진 구역 : I 구역 : 지진구역 계수 : 0.110
- 4) 사용 재료 강도
 - (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{cd} = 24.000 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_c = 27804.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
 - (2) 철근의 항복 강도(S500) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
- 5) 설계 방법
 - (1) 안전 설계 방법 : 허용응력 설계법
 - (2) 단면 설계 : 극한강도 설계법
- 6) 참고 문헌
 - (1) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
 - (2) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2010)
 - (3) 도로설계 편찬 : 국토해양부 (2000)
 - (4) 도로설계 요령 : 한국도로공사 (2002)

2. 단면 가 정



※ 교량반응 반력 집계표 (단위: kN)

구분	1	2	3	4	5	계
고정하중	1309.010	1253.470	1260.180	1233.730	1246.400	6302.790
활하중	429.690	433.000	397.620	417.120	495.910	2173.340

※ 지진하중 집계표 (단위: kN)

구분	1	2	3	4	5	계
교축방향	241.905	231.641	232.881	227.993	230.335	1164.756
지진방향	241.905	231.641	232.881	227.993	230.335	1164.756

$H = R \times A \times S$ R : 교량반응의 고정하중 반력, A : 가속도계수(=0.154), S : 지반계수(=1.200)
 교축적각방향 $H = R \times A \times S$, R : 교량반응의 고정하중 반력
 교축방향 $H = R \times A \times S$, R : 교량반응의 고정하중 반력

3. 하중 계산

1) 지중 및 관성력 (변형 0을 기준으로)

① 개별하중 산정 (단위: m당)

구분	번호	재하(Ai)		단위중량(γ)	수직하중(Vi)	수평하중(Hi)
		m ²	kN/m ²			
교대구체	①	7.500 × 1.800	= 13.500	25.000	337.500	25.988
	②	2.500 × 7.041	= 17.602	25.000	440.054	33.884
	③	0.800 × 2.497	= 1.998	25.000	49.941	3.845
	④	0.500 × 0.800	= 0.400	25.000	10.000	0.770
맞재물체	⑤	3.430 × 9.538	= 32.715	20.000	654.302	50.381
	⑥	3.730 × 0.800	= 2.984	20.000	59.680	4.595
	⑦		= 35.699		713.982	54.977
총 계					1551.478	119.464

※ 수평력(지진시 관성력) $H_i = K_h \times V_i$ ($K_h = A/2 = 0.077$)

② 모멘트 산정

구분	번호	말 길 이		모멘트	
		수 평	수 직	Mx1	My1
		X1(m)	Y1(m)	kN.m	kN.m
교대구체	①	3.750	0.900	1265.625	23.389
	②	2.820	5.320	1240.952	180.278
	③	3.670	10.089	183.285	38.799
	④	3.520	11.738	35.200	9.038
맞재물체	⑤	5.785	6.599	3785.139	330.953
	⑥	5.635	11.738	336.297	53.940
	⑦			4121.436	384.893
총 계				6846.498	636.397

③ 활하중의 작용위치 산정

- 교대구체 : $X = 2725.062 / 837.495 = 3.254 \text{ m}$
 $Y = 251.504 / 64.487 = 3.900 \text{ m}$
- 맞재물체 : $X = 4121.436 / 713.982 = 5.772 \text{ m}$
 $Y = 384.893 / 54.977 = 7.001 \text{ m}$

2) 변형도에 의한 토압

① 토압계수 산정

- 평상시 주동토압계수 (RANKINE) : 안전검토시 적용(상시)

$$K_a = \cos \alpha \times \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

- 평상시 주동토압계수 (coulomb) : 단면설계시 적용(상시)

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cos(\beta + \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\beta + \delta) \cos(\beta - \alpha)} \right]}$$

- 지진시 주동토압계수 (Mononobe - Okabe)

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\theta - \beta)}{\cos \theta \cos \beta \cos(\beta + \theta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\beta + \delta) \cos(\beta - \alpha)} \right]}$$

ϕ = 맞재물 종의 내부마찰각(도)

α = 지표면과 수평면이 이루는 각(도)

β = 벽면과 수평면이 이루는 각(도)

δ = 벽면과 맞재물사이의 벽면마찰각(도)

$\theta = \tan^{-1}[(K_h)/(1-K_v)]$, $K_v = 0$

K_h = 수평지진계수 = $A/2$ (변위를 허용한 교대), $A=0.154$

구분	평 상 시		지 진 시	
	안전검토	벽면설계	안전검토	벽면설계
ϕ	35.000	35.000	35.000	35.000
α	0.000	0.000	0.000	0.000
β	0.000	0.000	0.000	0.000
δ	0.000	11.867	0.000	0.000
θ	0.000	0.000	4.403	4.403
K_h	0.000	0.000	0.077	0.077
K_a, K_{ae}	0.271	0.251	0.314	0.314

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

◆ 결과 요약

○ 덕은교(본교상향)

■ 단면 형 설계

단 면 위 치	Req. As (mm ²)	폭 b (mm)	깊이 d (mm)	피 보 s' (mm)	사용철근량 (Use As) (mm ²)	M _u (kN-m)	φM _u (kN-m)	비 고
현상레버 (방호벽 G1축)	1,203	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993 H13 @ 200 = 634	69.35	91.80	0.K
견월레버 (중분대 G5축)	713	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	42.14	57.90	0.K
중간슬래브 (상면)	720	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	등 방 배 근		0.K
중간슬래브 (하면)	960	1,000	200	40	H16 @ 200 = 993	등 방 배 근		0.K
슬래브단부	1,556	1,000	230	60	H19 @ 125 = 2,292	114.48	163.69	0.K
견월레버 단 부	2,406	1,000	180	60	H19 @ 100 = 2,865	89.83	150.99	0.K

■ 배철원근량(온도철근량) 선정

단 면 위 치	필요원근량 (mm ²)	사용원근량 (Use As) (mm ²)	비 고
현상레버 (방호벽 G1축)	806	H16 @ 125 = 1,589	0.K
중분대(G5축)	480	H16 @ 250 = 794	0.K
견 월 레 버 단 부	1,612	H19 @ 125 = 2,292	0.K

■ 사용성 검토 요약표

구 분	인장응력 (f _t)	철근간격 (S)	변형간격 (S _d)	비 고
현 월 레 버	방호벽(G1축) 100.8 중분대(G5축) 33.5	100.0 200.0	625.0 1880.6	0.K 0.K
슬 래 브 단 부	115.1	125.0	547.4	0.K

-1788-

1. 설 계 조 건

- 1.1 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER교
1.2 경 간 : 50,000 mm
1.3 폭 원 : 12,140 mm
1.4 교량 등급 : DB - 24, DL - 24 (1등급교)
1.5 거대 길이 : 49,900 mm
1.6 지대 길이 : 49,000 mm
1.7 단위 중량 : 콘크리트(철근) 2,500 kgf/m³
콘크리트(무근) 2,350 kgf/m³
콘크리트계교연도장 2,350 kgf/m³

1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

- 1) 슬래브
(1) 콘 크 리 트 : f_{ck} = 27 MPa
E_{c2} = 0.077 × n_s^{1.3} × f_{cu} / 29,000 MPa
(2) 철 근 (SD400) : f_y = 400 MPa
E_s = 200,000 MPa
2) I.P.C GIRDER
(1) 콘 크 리 트 : f_{ck} = 40 MPa
E_{c1} = 0.077 × n_s^{1.3} × f_{cu} = 32,000 MPa
(2) 철 근 (SD300) : f_y = 300 MPa
E_s = 200,000 MPa
(3) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전 항복응력
① 허용 휨 압축응력 (f_{cl}' = 0.5 × f_{ck} = 32 MPa)
- f_{cl} = 0.6 × f_{cl}' = 19.2 MPa
② 허용 휨 인장 응력
- 부직면 철근이 없는 인장 구역 :
f_{tl} = 0.25 × √f_{cl}' = 1.41 MPa
(4) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력
① 허용 휨 압축응력
- f_{csp} = 0.45 × f_{ck} = 18 MPa
- 압축연단응력(유효프리스트레스+전세하중)
f_{csp} = 0.80 × f_{ck} = 24 MPa
② 허용 휨 균일 응력
f_{csp} = 0.63 × √f_{ck} = 3.98 MPa

-1789-

II 결과 요약

■ 압력 안정검토 및 응력검토

구 분	항응력	발생값	비 고
평상시	허용지지력(kN/EA)	1596.98	737.891 0.K
	허용인발력(kN/EA)	510.838	- 0.K
	활용력(MPa)	140	117.607 0.K
	전단응력(MPa)	80	13.558 0.K
	수평전위(mm)	15	11.95 0.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	2380.47	1082.628 0.K
	허용인발력(kN/EA)	766.256	-277.32 0.K
	활용력(MPa)	210	138.555 0.K
	전단응력(MPa)	120	19.866 0.K
	수평전위(mm)	15	9.887 0.K

■ 단면 형 설계

단면위치	깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	M _u (kN-m)	φM _u (kN-m)	안전도	비고
전면지점	1800	150	2672.67	3096.8	1111.133	1284.997	1.156	0.K
후면지점	1800	100	2632.78	3096.8	873.462	1324.461	1.516	0.K
벽체 : H=10.200	2500	100	3897.86	6353.6	2357.002	3812.713	1.618	0.K
흙벽	800	100	903.731	1598.8	159.785	278.868	1.745	0.K
좌측널개벽	A(T=800 mm)	800	1182.45	1588.8	214.476	286.971	1.338	0.K
	좌부(T=450 mm)	450	603.225	1588.8	64.505	145.17	2.251	0.K
	B(T=800 mm)	800	1057.42	1588.8	192.046	286.971	1.494	0.K
	C(T=800 mm)	800	1262.41	2292	226.79	410.961	1.798	0.K
우측널개벽	A(T=500 mm)	500	2195.57	3096.8	226.107	313.686	1.387	0.K
	B(T=500 mm)	500	1972.2	2292	203.93	235.623	1.155	0.K
	C(T=500 mm)	500	2370.71	3096.8	243.365	313.686	1.289	0.K

■ 사용성 검토

구 분	인장응력(f _t)	항응응력(f _{sa})	철근간격(S)	최대간격(S _d)	비 고
전면지점	141.666	150	125	208.384	0.K
후면지점	110.439	150	125	490.563	0.K
벽체 : H=10.200	86.458	150	125	907.019	0.K
흙벽	108.274	150	125	497.323	0.K
좌측널개벽	A(T=800 mm)	114.166	150	125	509.784 0.K
	좌부(T=450 mm)	84.363	150	125	078.823 0.K
	B(T=800 mm)	102.498	150	125	588.305 0.K
	C(T=800 mm)	85.62	150	125	735.806 0.K
우측널개벽	A(T=500 mm)	110.29	150	125	541.527 0.K
	B(T=500 mm)	133.124	150	125	415.303 0.K
	C(T=500 mm)	119.164	150	125	488.354 0.K

1.9 설계 방법 (강도 설계법:도.설.기 P32)

- U = 1.3 × W_d + 2.15 × M_{·i}
- U = 1.3 × W_d + 1.3 × M_{·i} + 1.3 × M_{·i}
- U = 1.3 × W_d + 0.65 × M_{·i} + 1.3 × M_{·i}

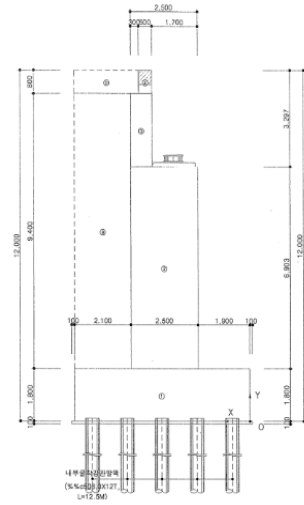
1.10 참고 문헌

- 도로교 설계 기준(한국도로교통협회)
- 도로교 설계기준 배설면(대한 토목학회)
- 구조 설계 기준(콘크리트학회)
- 도로 설계 요령(한국도로공사)

1. 설계 조건

- 1) 일반 사항
 - (1) 구조 형식 : 역T형 교대
 - (2) 상부 형식 : IFC GIRDER
 - (3) 교대 등급 : 1 등교
 - (4) 교대 폭 : B = 13.193 m
 - (5) 교대 높낮이 : H = 12.000 m
 - (6) 기초 형식 : 말뚝기초
 - (7) SKD : 113.000°
- 2) 하중
 - (1) 활하중의 단위중량 : $q_c = 25.000 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계기준 2.1.2]
 - (2) 활하중의 단위중량 : $q_{c1} = 20.000 \text{ kN/m}^2$ (트럭) [도로설계요령 제3편 P380]
 - (3) 기초하중의 단위중량 : $q_{c2} = 20.000 \text{ kN/m}^2$
 - (4) 과재하중 : $q_l = 10.000 \text{ kN/m}$
 - (5) 상부 고정하중 반력 : $R_d = 477.825 \text{ kN/m}$
 - (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 164.211 \text{ kN/m}$
- 3) 지반 조건
 - (1) 활하중의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
 - (2) 기초하중의 N치 : $N = 9.000$
 - (3) 기초하중의 내부마찰각 : $\phi_2 = 26.619^\circ$ ($\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$)
 - (4) 기초하중의 점착력 : $C = 17.000 \text{ kN/m}^2$
 - (5) 기초하중의 점착계수 : $\mu = 0.320$: $\tan(\frac{3}{4} \cdot \phi_2)$: 흙과 콘크리트
 - (6) 지반 가속도 계수 : $A = 0.154$: 위험도 계수 $\times$ 지진구역계수
 - 내진 등급 : 1 등급
 - 지진 구역 : 1 구역
- 4) 사용재료강도
 - (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_c = 27804.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
 - (2) 철근의 항복 강도(SD300) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
 - 탄성계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
- 5) 설계 방법
 - (1) 안전성 검토 : 허용응력 설계법
 - (2) 단면 설계 : 국한강도 설계법
- 6) 참고 문헌
 - (1) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
 - (2) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2010)
 - (3) 도로설계 요령 : 국토해양부 (2000)
 - (4) 도로설계 요령 : 한국도로공사 (2002)

2. 단면 가 정



※ 교량받침 반력 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	3	4	5	계
고정하중	1200.180	1225.750	1265.630	1242.940	1369.570	6304.070
활하중	432.650	432.940	398.390	418.310	484.190	2166.480

※ 지진하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	3	4	5	계
교축방향	184.828	188.766	194.907	191.413	210.914	970.827
교각방향	184.828	188.766	194.907	191.413	210.914	970.827

$H = R \times A \times S$: R : 교량받침의 고정하중 반력, A : 가속도계수 ($=0.154$), S : 지반계수 ($=1.200$)
 교축각방향 $H = R \times A \times S$, R : 교량받침의 고정하중 반력
 교축방향 $H = R \times A \times S$, R : 교량받침의 고정하중 반력

3. 하중 계산

1) 차중 및 관성력 (중점 0를 기준으로)

① 개별하중 산정 (단위 : m)

구분	번호	차폭(A)	단위중량(V)	수평력(H)
		m ²	kN/m ²	kN
교대구체	①	$5.500 \times 1.800 = 9.900$	25.000	247.500
	②	$2.500 \times 6.900 = 17.250$	25.000	431.250
	③	$0.800 \times 2.497 = 1.998$	25.000	49.949
	④	$0.500 \times 0.800 = 0.400$	25.000	10.000
횡방향재	⑤	$2.100 \times 9.400 = 19.740$	20.000	394.800
	⑥	$2.400 \times 0.800 = 1.920$	20.000	38.400
총 계				1217.959

註) 수평력(지진시 관성력) $H_l = K_h \times V_l$ ($K_h = A/2 = 0.077$)

② 모멘트 산정

구분	번호	물 길 이		모멘트	
		X(m)	Y(m)	Mx(kN.m)	My(kN.m)
교대구체	①	3.250	0.900	950.625	20.270
	②	3.150	5.251	1358.941	174.440
	③	4.000	9.951	199.795	38.273
	④	3.850	11.600	38.500	8.932
횡방향재	⑤	5.450	6.500	2151.660	197.597
	⑥	5.300	11.600	203.520	34.299
총 계				4993.042	473.812

③ 활하중의 작용위치 산정

- 교대구체 : $X = 2547.962 / 783.898 = 3.250 \text{ m}$
 $Y = 241.915 / 60.357 = 4.008 \text{ m}$
 - 횡방향재 : $X = 2395.190 / 433.200 = 5.537 \text{ m}$
 $Y = 231.896 / 33.356 = 6.952 \text{ m}$

2) 배터면에 의한 토압

① 토압계수 산정

- 활성시 후동토압계수 (RANKINE) : 단면설계시 적용(상시)

$$K_a = \cos \alpha \times \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

- 활성시 후동토압계수 (coulomb) : 단면설계시 적용(상시)

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \left[1 + \frac{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\phi - \alpha)} \right]}$$

- 지진시 후동토압계수 (Mononobe - Okabe)

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos(\theta + \beta) \left[1 + \frac{\sin(\theta + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\phi - \alpha)} \right]}$$

ϕ = 모멘트 축의 내부마찰각(도)

α = 지표면과 수평선이 이루는 각(도)

β = 배터면과 수평선이 이루는 각(도)

δ = 배터면과 활하중사이의 백면마찰각(도)

$\theta = \tan^{-1}[(K_h)/(1-K_v)]$, $K_v = 0$

K_h = 수평지진계수 = $A/2$ (배터면 하측면 교대), $A=0.154$

구분	활 하 중		지 진 시	
	인장력(kN)	박재분계	인장력(kN)	박재분계
ϕ	35.000	35.000	35.000	35.000
α	0.000	0.000	0.000	0.000
β	0.000	0.000	0.000	0.000
δ	0.000	11.667	0.000	0.000
θ	0.000	0.000	4.403	4.403
K_h	0.000	0.000	0.077	0.077
K_a, K_{ae}	0.271	0.251	0.314	0.314

38.2.2 시설물 점검이력

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

【표 38.2.1】 덕은교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	덕은교는 현장조사 및 분석 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 시설물의 전반적인 안정성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로 판단된다. 해당 구조물의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	덕은교의 주요 손상현황으로는 교대 신축이음 하부 누수가 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축, 시공미흡 및 외부충격에 의한 손상으로 판단되며 주의관찰 및 내구성 확보차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	신축이음 하부 누수	양호

38.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

38.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

38.2.5 시설물 보수 이력

【표 38.2.2】 덕은교 보수이력사항

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

38.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 38.2.3】 내진설계 여부 확인

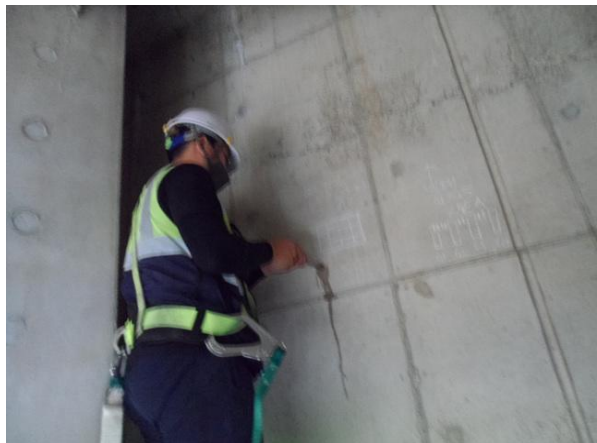
검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	—	—
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

38.3 현장조사

38.3.1 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	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
비파괴시험		비파괴시험	

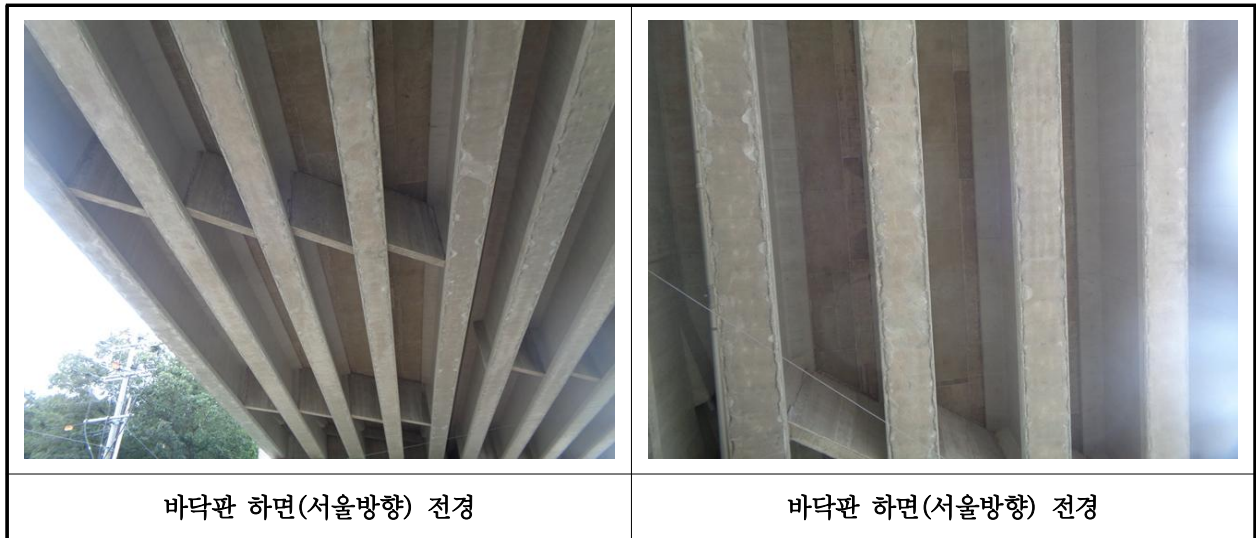
【사진 38.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

38.3.2 외관조사 결과(서울방향)

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 덕은교는 단경간으로 이루어져 있으며, 서울방향의 연장은 L=50.6m 폭 12.2m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 38.3.2】 바닥판하면(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 38.3.1】 바닥판하면(서울방향) 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

	
바닥판 하면(서울방향) 상태양호	바닥판 하면(서울방향) 상태양호

【사진 38.3.3】 바닥판하면(서울방향) 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

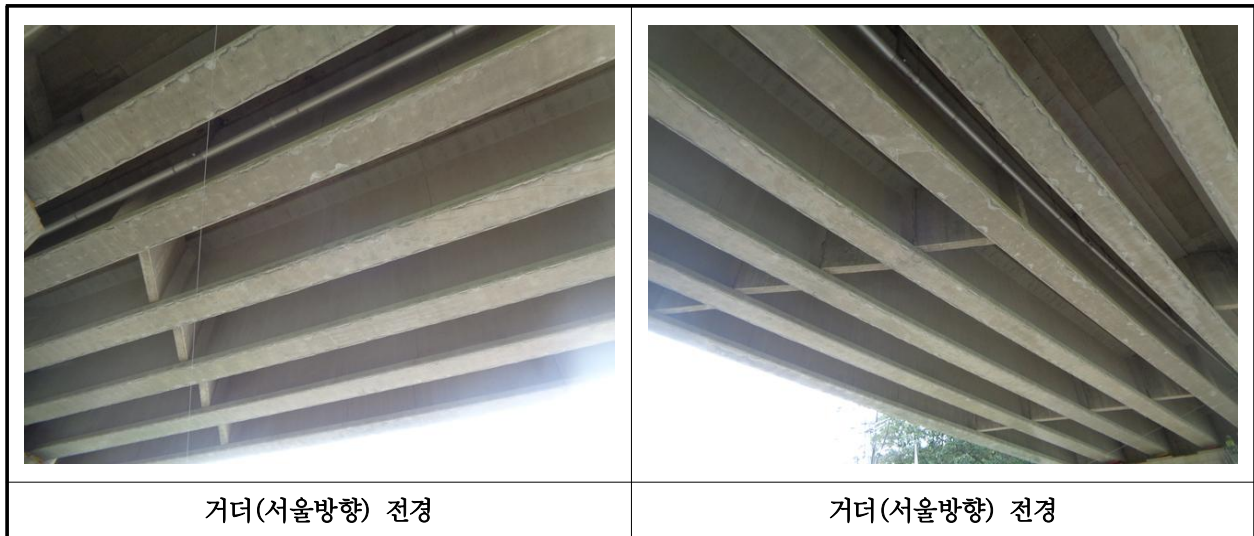
4) 검토의견

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

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 38.3.4】 거더(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 38.3.2】 거더(서울방향) 외관조사 결과

구분		상태양호	
IPC 거더	S1	—	—
합계		—	—

	
거더(서울방향) 상태양호	거더(서울방향) 상태양호

【사진 38.3.5】 거더(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거더는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 거더는 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 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



가로보(서울방향) 전경

【사진 38.3.6】 가로보(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 38.3.3】 가로보(서울방향) 현장조사 결과

구분			—
가로보	S1	—	—
합계		—	—

	
가로보(서울방향) 상태양호	가로보(서울방향) 상태양호

【사진 38.3.7】 가로보(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

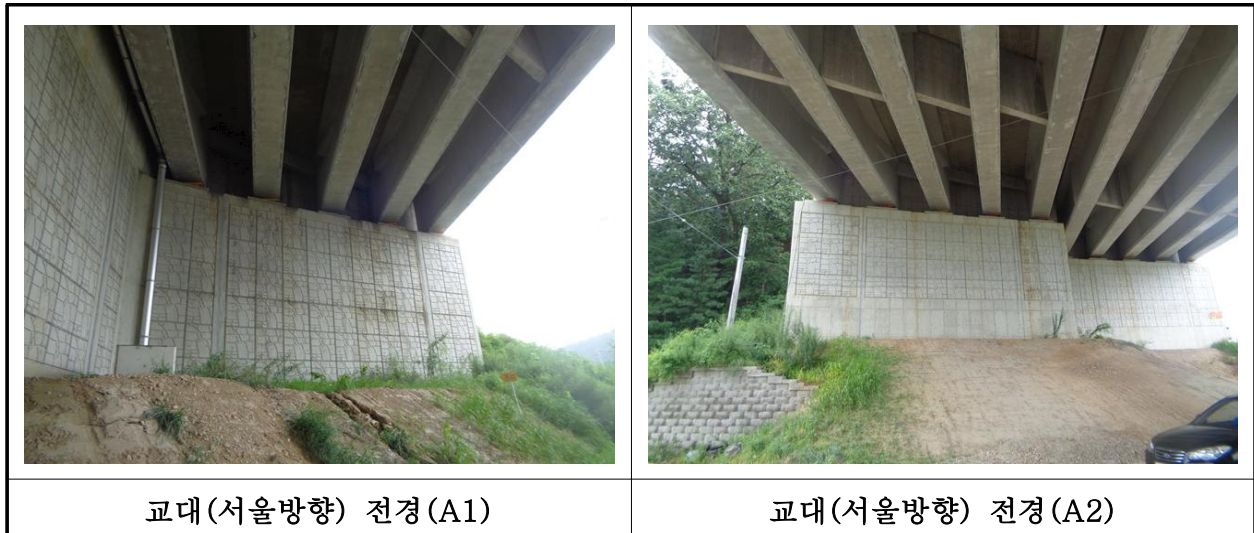
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 덕은교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝으로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 38.3.8】 교대(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 기 손상인 폭 0.3mm 미만 보수부 재균열 균열 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 손상의 진전 및 신규손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 38.3.4】 교대(서울방향) 외관조사 결과

구분	보수부 재균열(0.3mm미만) (m/개소)	
A1	0.50	1
A2	—	—
합계	0.50	1

	
A1 보수부 재균열 (Cw=0.3mm미만)	A1 보수부 재균열 (Cw=0.3mm미만)

【사진 38.3.9】 교대(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

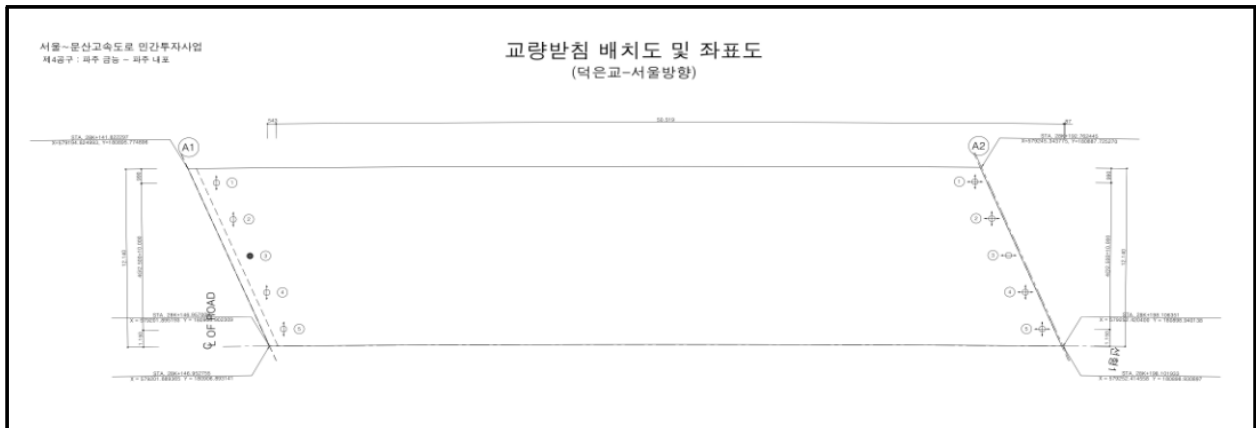
4) 검토의견

- 교대에 기 손상인 균열이 확인되었고 손상의 진전 및 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. 손상부는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 유지관리가 필요한 것으로 사료된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 덕은교 서울방향의 받침은 탄성받침으로 총 10기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 38.3.1】 교량받침(서울방향) 배치도



【사진 38.3.10】 교량받침(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 38.3.5】 교량받침(서울방향) 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 38.3.11】 교량받침(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

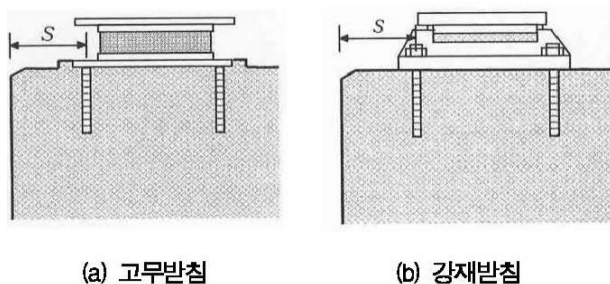
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대의 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.



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

【그림 38.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 38.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

－ 거더 경간길이(L=50.6m) : $200+5 \times 50.6 = 453(\text{mm})$

【표 38.3.6】 연단거리 측정 결과

구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1	453	600	600	600	600	600	O.K
A2	453	550	550	550	550	550	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 38.3.13】 교량받침(서울방향) 이동량 측정

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

【표 38.3.7】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	고정단						
A2	31.2	18.8	0.00001	50.6	15.8	9.5	
1) 조사당시 온도 : 16.2 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2022년 09월 26일, 평균온도, 파주)							
2) 검토온도 : -15 $^{\circ}\text{C}$ ~ 35 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방, 콘크리트교)							

【표 38.3.8】 교량받침(서울방향) 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		고정단						
A2	SH1	+10	60	40	15.8	9.5	±50	O.K
	SH2	+10	60	40			±50	O.K
	SH3	+10	60	40			±50	O.K
	SH4	+10	60	40			±50	O.K
	SH5	+10	60	40			±50	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3								

② 교량받침 이동량 검토의견

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

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A2에 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 38.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 후타재 파손 등의 손상이 조사되었고, 0.3mm미만의 후타재 균열이 신규 조사되었다.

【표 38.3.9】 신축이음장치(서울방향) 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)	
A2 (EXP J1)	12.00	30	0.10	1
합계	12.00	30	0.10	1

	
A2 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)	A2 후타재 균열(Cw=0.3mm미만)
	
A2 후타재 파손(0.1m×1.0m)	A2 후타재 파손(0.1m×1.0m)

【사진 38.3.15】 신축이음장치(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 파손의 경우 초기 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 및 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상의 추가적으로 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

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

구분	계산방법				비고
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)				
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2022. 09. 26. 기온 적용: 16.2°C(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 16.2^{\circ}\text{C} = 18.8^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-15.0^{\circ}\text{C} - (16.2^{\circ}\text{C}) = 31.2^{\circ}\text{C}$ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$)				
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)
	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 38.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 38.3.10】 신축이음(서울방향) 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A2	31.2	18.8	0.00001	50.6	15.8	9.5	35.0	60.0	200.0	
1) 조사당시 온도 : 16.2℃(조사일 : 2022년 09월 26일, 평균온도, 파주) 2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)										

【표 38.3.11】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(서울방향) 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)	
A2	신축이음	15.8	9.5	35.0	60	50.8	25.5	O.K
	바닥판			60.0	—	—	50.5	O.K
	거더			200.0	—	—	190.5	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 38.3.17】 교면포장(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장의 현장조사 결과 기 손상인 접속부 이격이 조사되었고, 금회 정밀안전점검으로 접속도로 아스콘파손이 신규 발생한 것으로 조사되었다. 기존손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 38.3.12】 교면포장(서울방향) 외관조사 결과

구분	접속부 이격 (m/개소)		접속도로 아스콘 파손 (㎡/개소)	
S1	12.00	1	0.2	1
합계	12.00	1	0.2	1

	
교면포장 S1 접속부아스콘 파손(0.2m×1.0m)	교면포장 S1 접속부 아스콘 파손(0.2m×1.0m)
	
교면포장 S1 접속부이격(L=12.0m, T=3.0cm)	교면포장 S1 접속부이격(L=12.0m, T=3.0cm)

【사진 38.3.18】 교면포장(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

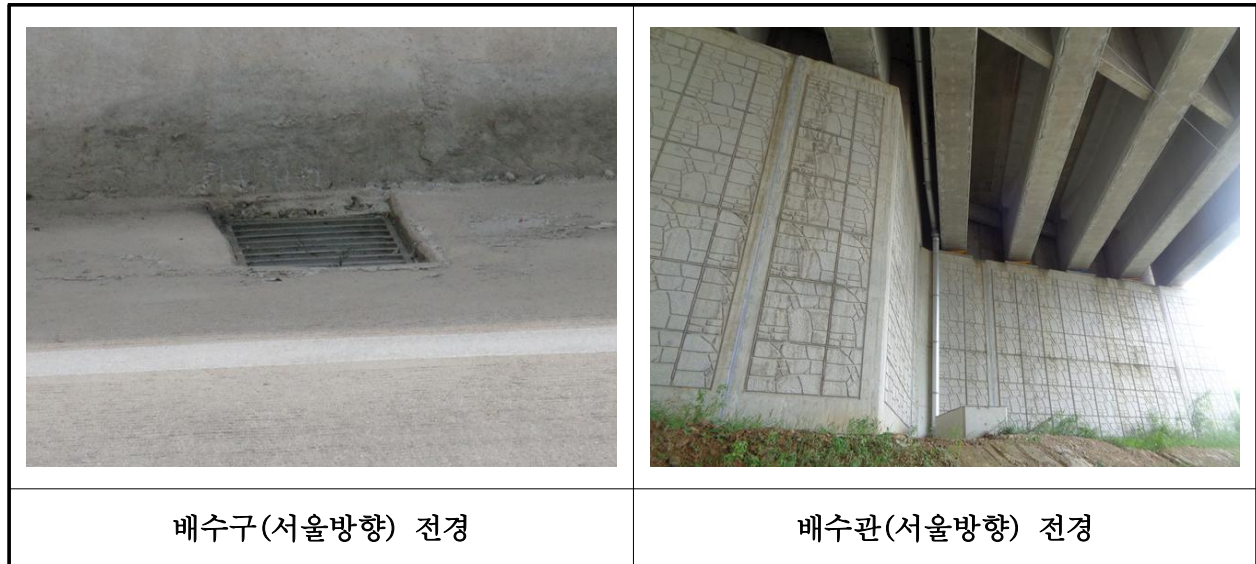
4) 검토의견

- 교면포장에 기 손상인 접속부 이격이 조사되었고, 신규로 접속부 아스콘 파손이 조사되었다. 손상부는 시공 마감불량 등에 의한 손상으로 판단되며 부재의 사용성 확보차원의 충전보수 및 단면보수가 필요할 것으로 사료된다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 덕은교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 38.3.19】 배수시설(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 38.3.13】 배수시설(서울방향) 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

	
배수구(서울방향) 상태 양호	배수관(서울방향) 상태 양호

【사진 38.3.20】 배수시설(서울방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 38.3.21】 방호벽 및 중앙분리대(서울방향) 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 38.3.14】 방호벽 및 중앙분리대(서울방향) 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

	
방호벽(서울방향) 상태양호	방호벽(서울방향) 상태양호
	
중분대(서울방향) 상태양호	중분대(서울방향) 상태양호

【사진 38.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 해당 교량의 경우 점검시설이 미설치 된 상태이다.

카. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

38.3.3 외관조사 결과(문산방향)

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 덕은교는 단경간으로 이루어져 있으며, 문산방향의 연장은 L=50.6m 폭 12.2m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 38.3.23】 바닥판하면(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 38.3.15】 바닥판하면(문산방향) 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
합계	-	-

	
바닥판 하면(문산방향) 상태양호	바닥판 하면(문산방향) 상태양호

【사진 38.3.24】 바닥판하면(문산방향) 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



거더(문산방향) 전경

거더(문산방향) 전경

【사진 38.3.25】 거더(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 38.3.16】 거더(문산방향) 외관조사 결과

구분		상태양호	
IPC 거더	S1	—	—
합계		—	—

	
거더(문산방향) 상태양호	거더(문산방향) 상태양호

【사진 38.3.26】 거더(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 거더는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 거더는 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 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



가로보(문산방향) 전경

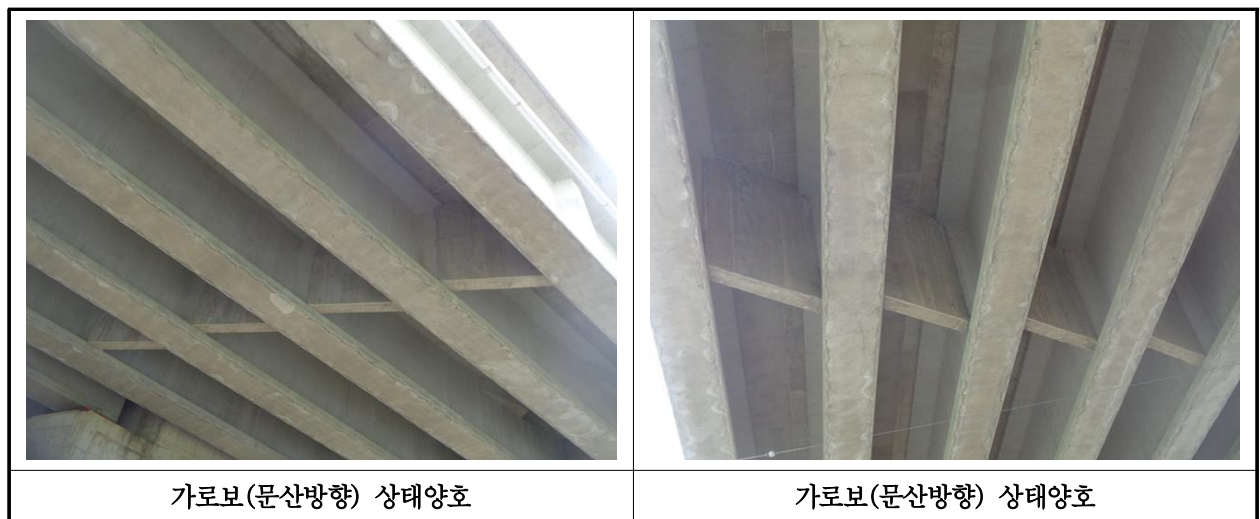
【사진 38.3.27】 가로보(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 38.3.17】 가로보(문산방향) 현장조사 결과

구분		상태양호	
가로보	S1	—	—
합계		—	—



가로보(문산방향) 상태양호

가로보(문산방향) 상태양호

【사진 38.3.28】 가로보(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 덕은교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝으로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 38.3.29】 교대(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 기 손상인 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 손상의 진전 및 신규손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 38.3.18】 교대(문산방향) 외관조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)	
A1	—	—
A2	0.40	8
합계	0.40	8

	
A2 백태 (0.1×0.5×8EA)	A2 백태 (0.1×0.5×8EA)

【사진 38.3.30】 교대(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

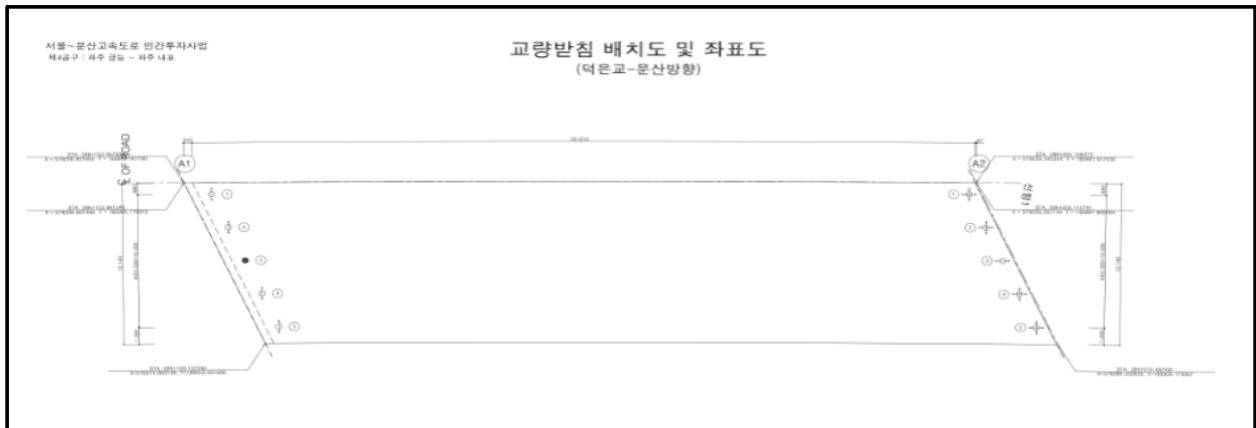
4) 검토의견

- 교대에 기 손상인 백태가 확인되었고 손상의 진전 및 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. 백태는 신축이음 하부에서 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 유지관리 보수가 필요할 것으로 판단된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 덕은교 서울방향의 받침은 탄성받침으로 총 10기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 38.3.3】 교량받침(문산방향) 배치도



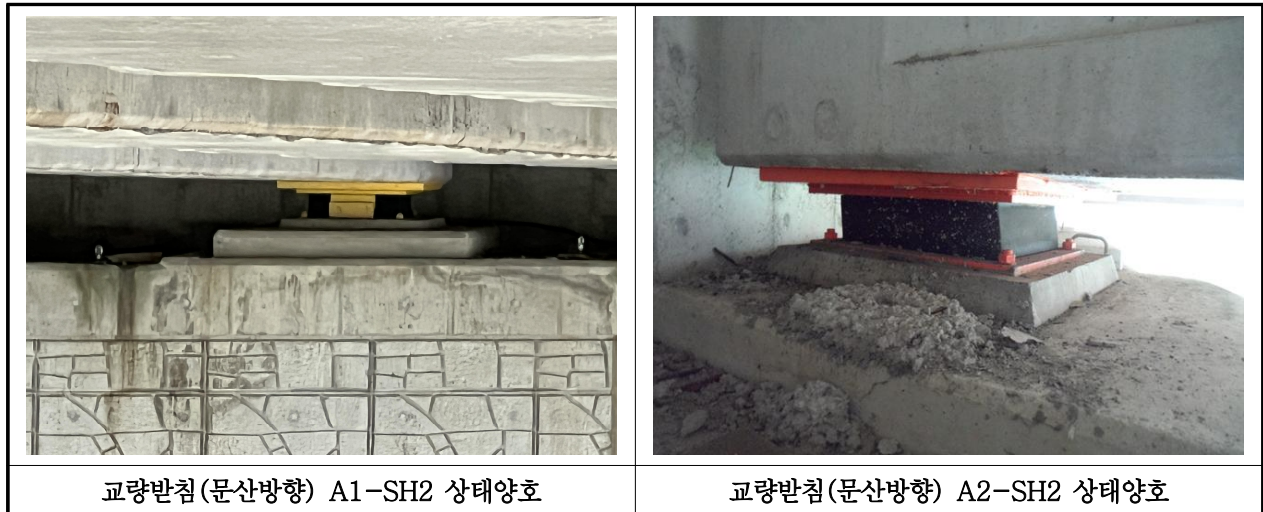
【사진 38.3.31】 교량받침(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 38.3.19】 교량받침(문산방향) 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 38.3.32】 교량받침(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

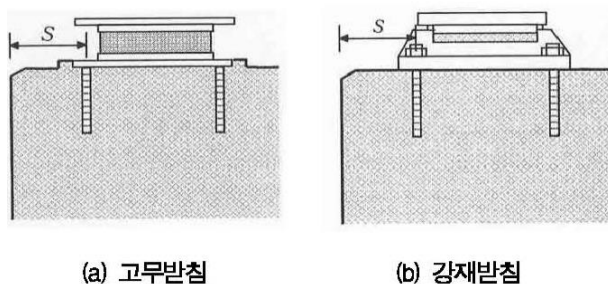
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대의 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.



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

【그림 38.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 38.3.33】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.6m) : $200+5 \times 50.6 = 453(\text{mm})$

【표 38.3.20】 연단거리 측정 결과

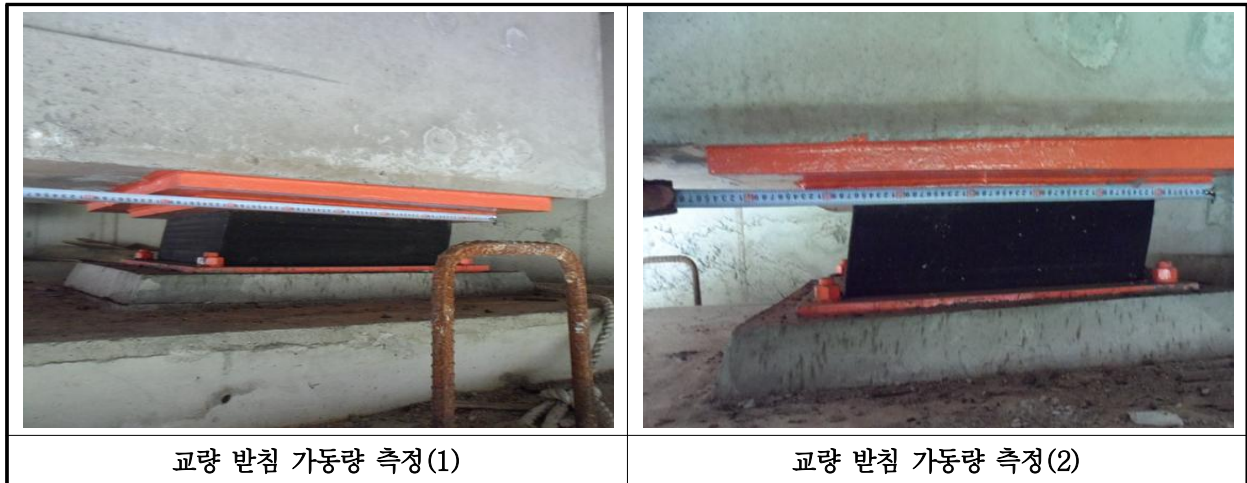
구 분	설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1	453	600	600	600	600	600	O.K
A2	453	600	600	600	600	600	O.K

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 38.3.34】 교량받침(문산방향) 이동량 측정

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

【표 38.3.21】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	고정단						
A2	31.2	18.8	0.00001	50.6	15.8	9.5	

1) 조사당시 온도 : 16.2℃(조사일 : 2022년 09월 26일, 평균온도, 파주)

2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)

【표 38.3.22】 교량받침(문산방향) 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		고정단						
A2	SH1	+15	65	35	15.8	9.5	±50	O.K
	SH2	+15	65	35			±50	O.K
	SH3	+15	65	35			±50	O.K
	SH4	+15	65	35			±50	O.K
	SH5	+15	65	35			±50	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 받침높이 × 0.3								

② 교량받침 이동량 검토의견

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

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A2에 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



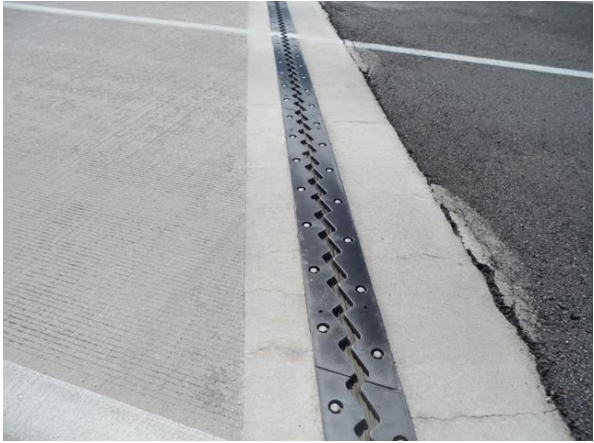
【사진 38.3.35】 신축이음장치(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 후타재 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 조사되었고, 손상의 진전 및 신규손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 38.3.23】 신축이음장치(문산방향) 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)	
A2 (EXP J1)	11.20	32
합계	11.20	32

	
A2 후타재 균열 (Cw=0.3mm미만)	A2 후타재 균열 (Cw=0.3mm미만)
	
A2 후타재 박락 (0.1m×1.0m)	A2 후타재 박락 (0.1m×1.0m)

【사진 38.3.36】 신축이음장치(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우, 초기 건조수축 균열 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 채수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 추가적으로 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−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 가동량 산정 조사일 : 2022. 09. 26. 기온 적용: 16.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-16.2℃ = 18.8℃ ΔT(수축시) : -15.0℃-(16.2℃) = 31.2℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)
	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}
					

【사진 38.3.37】 신축이음 유간 측정방법

【표 38.3.24】 신축이음(문산방향) 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		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				
A2	31.2	18.8	0.00001	50.6	15.8	9.5	30.0	45.0	150.0	
1) 조사당시 온도 : 16.2℃(조사일 : 2022년 09월 26일, 평균온도, 파주) 2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방, 콘크리트교)										

【표 38.3.25】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량(문산방향) 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)	
A2	신축이음	15.8	9.5	30.0	60	45.8	20.5	O.K
	바닥판			45.0	—	—	35.5	O.K
	거더			150.0	—	—	140.5	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 38.3.38】 교면포장(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장의 외관조사 결과 접속부 아스콘 파손이 신규 조사되었다.

【표 38.3.26】 교면포장(문산방향) 외관조사 결과

구분	접속부 아스콘 파손 (㎡/개소)	
S1	0.20	1
합계	0.20	1

	
교면포장 S1 접속부아스콘 파손(0.2m×1.0m)	교면포장 S1 접속부아스콘 파손(0.2m×1.0m)

【사진 38.3.39】 교면포장(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

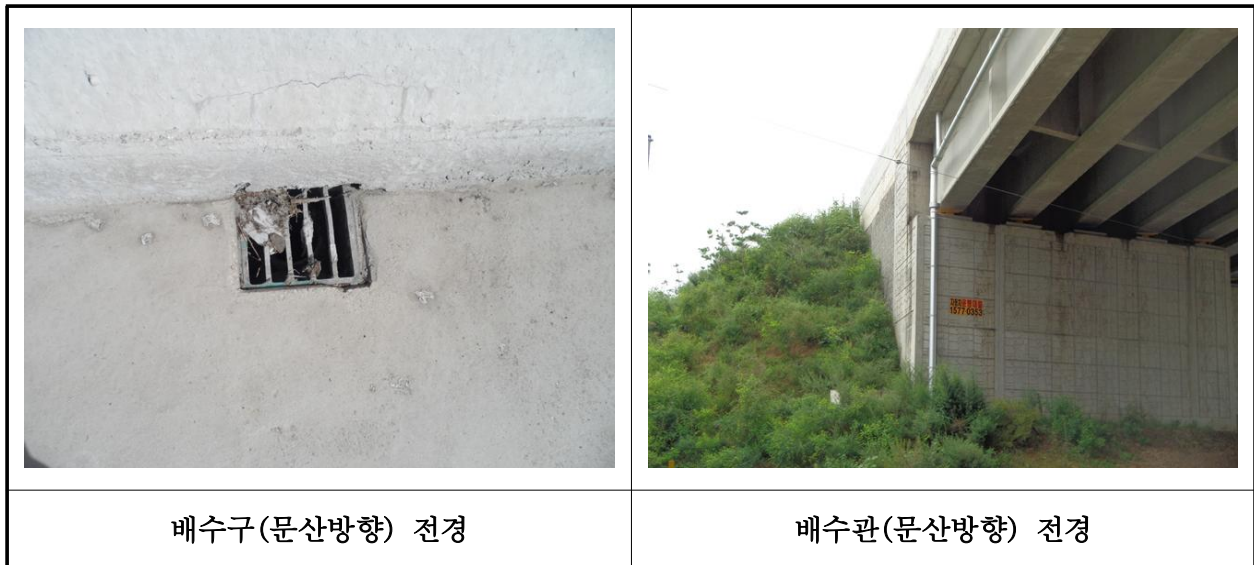
4) 검토의견

- 교면포장 현장조사 결과 신규로 접속부 아스콘 파손이 조사되었다. 아스콘 파손의 경우 시공 마감불량 등에 의한 손상으로 판단되며 부재의 사용성 확보차원의 단면보수가 필요할 것으로 사료된다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 덕은교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 38.3.40】 배수시설(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 38.3.27】 배수시설(문산방향) 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

	
배수구(문산방향) 상태 양호	배수관(문산방향) 상태 양호

【사진 38.3.41】 배수시설(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 38.3.42】 방호벽 및 중앙분리대(문산방향) 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 38.3.28】 방호벽 및 중앙분리대(문산방향) 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—



【사진 38.3.43】 방호벽 및 중앙분리대(문산방향) 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

4) 검토의견

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

차. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 해당 교량의 경우 점검시설이 미설치 된 상태이다.

카. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

38.3.4 외관조사 총괄표

가. 서울방향

【표 38.3.29】 손상내용 총괄표(서울방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
IPC거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	보수부 재균열	m	0.50	1	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음	후타재 균열	m	12.00	30	
	후타재 파손	m ²	0.10	1	
교면포장	접속부 이격	m	12.00	1	
	접속부 아스콘 파손	m ²	0.20	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	상태양호	—	—	—	
점검시설	—	—	—	—	미설치

나. 문산방향

【표 38.3.30】 손상내용 총괄표(문산방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
IPC거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	백태	m ²	0.40	8	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음	후타재 균열	m	11.20	32	
교면포장	접속부 아스콘 파손	m ²	1.20	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	상태양호	—	—	—	
점검시설	—	—	—	—	미설치

38.3.5 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

38.4 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.

38.4.1 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 38.4.1】 서울방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

【표 38.4.2】 문산방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

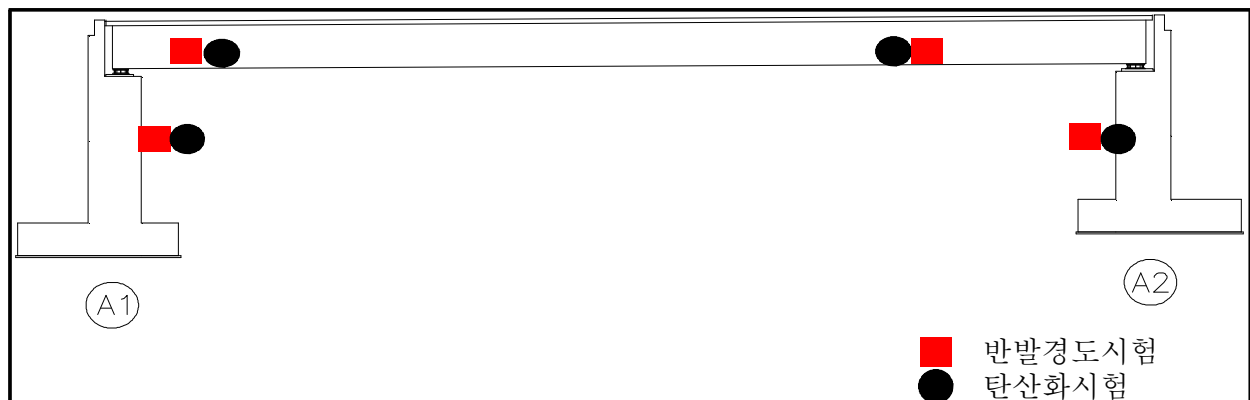
대상 구조물에 대한 재료시험은 도로로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 38.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 38.4.1】 서울방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 38.4.2】 문산방향 콘크리트 내구성조사 위치도

38.4.2 시험결과 및 분석

가. 서울방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 4개소)를 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 38.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	46.6	27.6	28.9	0.67	27.0	

【표 38.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
상부 구조	S1 거더	48.8	41.2	49.3	0.67	40.0	

【표 38.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	41.3	24.2	27.0	0.67	24.0	
	A2 교대	43.7	25.1	27.5			

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.6~28.9MPa, 거더 41.2~49.3 MPa, 하부구조 교대 24.2~27.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 38.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.6 ~ 28.9	27.0	102.3 ~ 107.1
	거더	41.2 ~ 49.3	40.0	103.1 ~ 123.1
하부구조	교대	24.2 ~ 27.5	24.0	101.0 ~ 114.5

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 38.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	비 고
상부구조	S1바닥판하면	1.0	40.0	39.0	a	0.71	100년이상	
	S1바닥판하면	1.5	40.0	38.5	a	1.06	100년이상	
하부구조	A1교대	1.5	67.0	65.5	a	1.06	100년이상	
	A2교대	2.0	82.0	80.0	a	1.41	100년이상	

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 38.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0~1.5	38.5~39.0	
하부구조	1.5~2.0	65.5~80.0	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

나. 문산방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 4개소)를 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 38.4.8】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	45.9	27.0	28.6	0.67	27.0	

【표 38.4.9】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
상부 구조	S1 거더	48.6	41.0	48.9	0.67	40.0	

【표 38.4.10】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	43.8	25.2	27.6	0.67	24.0	
	A2 교대	44.6	25.8	27.9			

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.0~28.6MPa, 거더 41.0~48.9 MPa, 하부구조 교대 25.2~27.9MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

【표 38.4.11】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.6	27.0	100.0 ~ 105.9
	거더	41.0 ~ 48.9	40.0	102.6 ~ 122.4
하부구조	교대	25.2 ~ 27.9	24.0	105.0 ~ 116.3

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 38.4.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	비 고
상부구조	S1바닥판하면	1.5	40.0	38.5	a	1.06	100년이상	
	S1바닥판하면	1.0	40.0	39.0	a	0.71	100년이상	
하부구조	A1교대	1.5	67.0	65.5	a	1.06	100년이상	
	A2교대	2.5	82.0	79.5	a	1.77	100년이상	

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~2.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 38.4.13】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0~1.5	38.5~39.0	
하부구조	1.5~2.5	65.5~79.5	

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 38.4.13】 서울방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.6~28.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.2~49.3	40.0	
	하부구조	교대	23.1~27.5	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.5~39.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		65.5~80.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 38.4.14】 문산방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.0~48.9	40.0	
	하부구조	교대	25.2~27.9	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.5~39.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		65.5~79.5	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.

38.5 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.

38.5.1 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 38.5.1】 상태평가 결과표(서울방향)

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	IPC	a	a	a	b	a	a	—	a	b	q	a	a
	A2								c	a	a	q	—	a
평균			0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	0.100	0.400	0.100	0.150	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.014	0.003	0.002	0.036	0.009	0.030	—	0.004	0.003
													0.144	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.144) < 0.260$

【표 38.5.2】 상태평가 결과표(문산방향)

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	IPC	a	a	a	b	a	a	—	a	a	q	a	a
	A2								b	a	b	q	—	a
평균			0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	0.100	0.200	0.100	0.150	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.014	0.003	0.002	0.018	0.009	0.030	—	0.004	0.003
													0.126	
													A	

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

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 38.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분		환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
덕은교	서울	0.144	B	55	2	110	0.500	0.072
	문산	0.126	A	55	2	110	0.500	0.063
합계(Σ)				110	4	220	1.000	0.135
1. 평가지수 =								0.135
2. 상태평가결과 =								B

38.5.2 기 점검 결과와의 비교

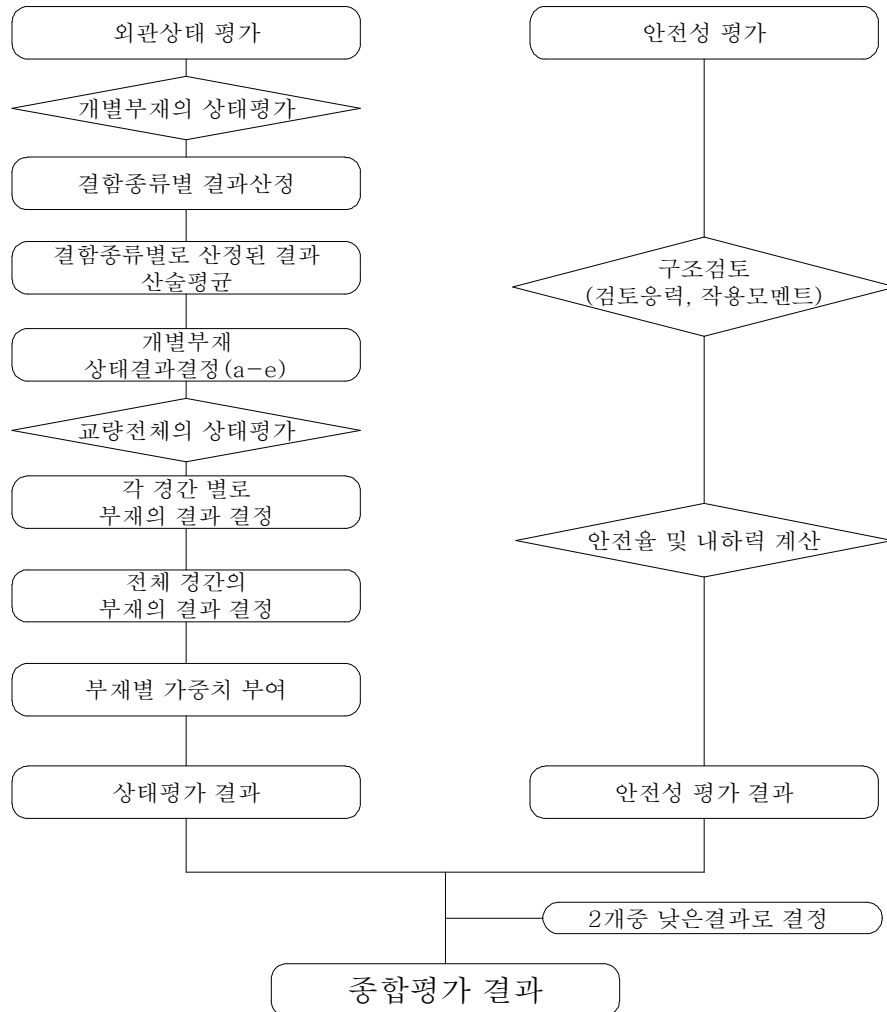
- 금회 정밀안전점검이 최초의 정밀안전점검이다.

38.6 종합평가 및 안전등급 지정

38.6.1 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 38.6.1】 종합평가 결과 산정절차

38.6.2 종합평가 결과

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

【표 38.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
덕은교	0.135	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

38.6.3 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 38.6.2】 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

38.7 보수·보강 및 유지관리방안

38.7.1 보수·보강 방안

【표 38.7.1】 손상별 보수·보강 방안(서울방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
IPC거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	보수부 재균열	m	0.50	1	표면처리	하자
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음	후타재 균열	m	12.00	30	표면처리	하자
	후타재 파손	m ²	0.10	1	단면보수	하자
교면포장	접속부 이격	m	12.00	1	실링재충진	하자
	접속부 아스콘 파손	m ²	0.20	1	단면보수	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—
점검시설	—	—	—	—	—	—

【표 38.7.2】 손상별 보수·보강 방안(문산방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
IPC거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	백태	m ²	0.40	8	표면처리	하자
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음	후타재 균열	m	11.20	32	표면처리	하자
교면포장	접속부 아스콘 파손	m ²	1.20	1	단면보수	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—
점검시설	—	—	—	—	—	—

38.7.2 개략공사비

【표 38.7.3】 개략공사비(서울방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	보수부 재균열	표면처리	0.50	0.19	m ²	—	—	하자
신축이음	후타재 균열	표면처리	12.00	4.50	m ²	—	—	하자
	후타재 파손	단면보수	0.10	0.15	m ²	—	—	하자
교면포장	접속부 이격	실링재충진	12.00	18.00	m	—	—	하자
	접속부 아스콘파손	단면보수	0.20	0.30	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.

【표 38.7.4】 개략공사비(문산방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	백태	표면처리	0.40	0.60	m²	—	—	하자
신축이음	후타재 균열	표면처리	11.20	4.20	m²	—	—	하자
교면포장	접속부 아스콘 파손	단면보수	1.20	1.80	m²	—	—	하자
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		—		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		—		
	합계	—		—		—		
개략공사비 총계(천원)		—						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

38.7.3 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 38.7.5】 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



38.8 종합결론

본 시설물은 경기도 파주시 월롱면 덕은리 14-2에 위치한 교량으로 총 연장 50.6m, 폭 24.3m의 IPC거더 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

38.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(서울방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) IPC Girder

- 거더는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 기 손상인 폭 0.3mm 미만 보수부 재균열 등의 손상이 조사되었다. 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. 손상부는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 유지관리가 필요한 것으로 사료된다.

5) 교량받침

- 교량받침의 현장조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

6) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 후타재 파손 등의 손상이 조사되었고, 0.3mm미만의 후타재 균열이 신규 조사되었고 기손상의 진전은 미미한 것으로 판단된다. 후타재 균열 및 파손의 경우 초기 건조수축, 온도변화, 주행차량의 윤하중 및 충격, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 표면처리 및 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상의 추가적으로 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과 기 손상인 접속부 이격이 조사되었고, 금회 정밀안전점검으로 접속도로 아스콘파손이 신규 발생한 것으로 조사되었다. 기존손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다. 손상부는 시공 마감불량 등에 의한 손상으로 판단되며 부재의 사용성 확보차원의 충전 보수 및 단면보수가 필요할 것으로 사료된다.

8) 배수시설

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

9) 방호벽

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

10) 교량 점검시설

- 해당 교량의 경우 점검시설이 미설치 된 상태이다.

11) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.6~28.9MPa, 거더 41.2~49.3 MPa, 하부구조 교대 24.2~27.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) IPC Girder

- 거더는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과 기 손상인 백태등의 손상이 조사되었다. 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. 백태는 신축이음 하부에서 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 유지관리 보수가 필요할 것으로 판단된다.

5) 교량받침

- 교량받침의 현장조사결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생 등에 대한 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

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

6) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 폭0.3mm 미만 후타재 균열 등의 손상이 조사되었고, 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. 후타재 균열의 경우 초기 건조수축, 온도변화, 주행차량의 윤하중 및 축격, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 표면처리 및 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상의 추가적으로 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과 신규로 접속부 아스콘 파손이 조사되었다. 아스콘 파손의 경우 시공 마감불량 등에 의한 손상으로 판단되며 부재의 사용성 확보차원의 단면보수가 필요할 것으로 사료된다.

8) 배수시설

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

9) 방호벽

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

10) 교량 점검시설

- 해당 교량의 경우 점검시설이 미설치 된 상태이다.

11) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 바닥판하면 27.0~28.6MPa, 거더 41.0~48.9 MPa, 하부구조 교대 25.2~27.9MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하므로, 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0~1.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.5~2.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 덕은교의 상태평가 결과는 환산결함도 점수가 0.135인 “B” 로 산정되었다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 덕은교에 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.

38.8.2 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.

38.8.3 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.