

7. 서문5교(서울방향)

7.1 시설물 개요

7.2 자료수집 및 분석

7.3 현장조사

7.4 콘크리트 내구성조사

7.5 상태평가

7.6 종합평가 및 안전등급 지정

7.7 보수·보강 및 유지관리 방안

7.8 종합결론

7. 서문5교(서울방향)

7.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 중앙로 341-25(도내동)에 위치한 교량으로 총 연장 135.0m, 폭 19.5m로 시공되어 있다.

7.1.1 일반사항

【표 7.1.1】 서문5교(서울방향) 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2020-0000230	관리번호	-	
시설물위치		경기도 고양시 덕양구 중앙로 341-25 (도내동)	준공년월일	2020. 11. 06	
시점이정		본선구간 0.480km	노 선 명	고속국도 17호선	
제원	연장	L=135.0m (3@45=135.0m)			
	폭	B=19.5m, 4차로			
구조 형식	상부	BICON거더교	기초 형식	교 대	강관말뚝기초
	하부	교대: 역T형, 교각: π 형		교 각	복합말뚝기초
교량받침		탄성받침	신축이음	뉴모노셀조인트	
교차시설물		승전로	통과높이	12.0m	
부착시설내용		지에스건설㈜	설계하중	DB-24/DL-24	
시 공 자		㈜동일기술공사	관리주체	㈜다산컨설팅트	
감 리 자		㈜동일기술공사	관리주체	서울문산고속도로주식회사	

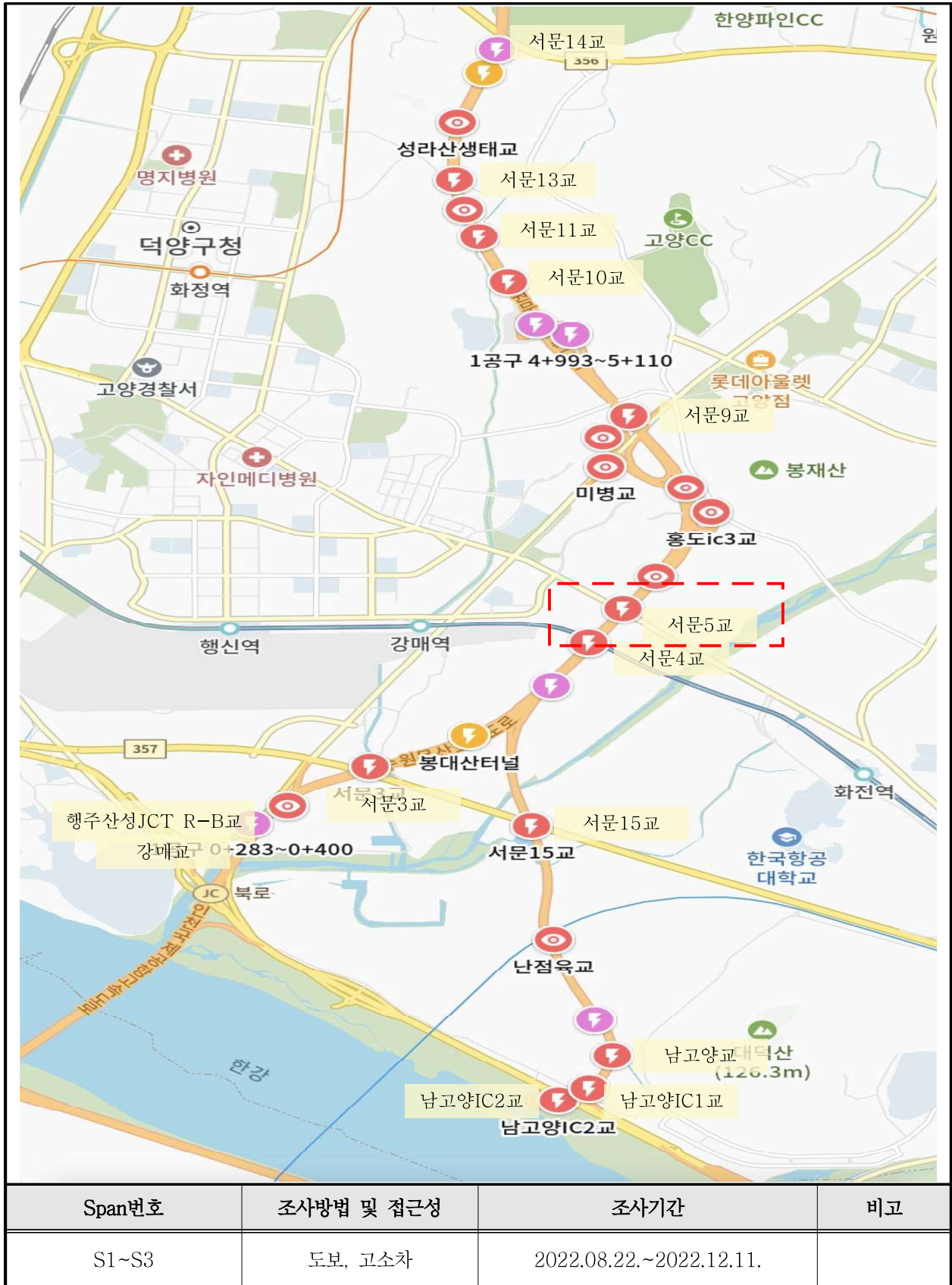


측면 전경

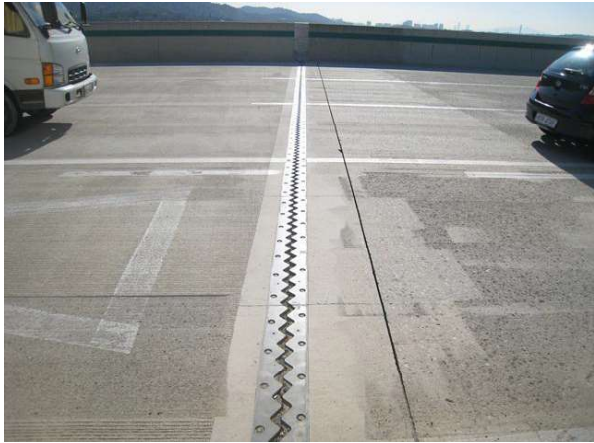


상부 전경

7.1.2 위치도 및 전경사진

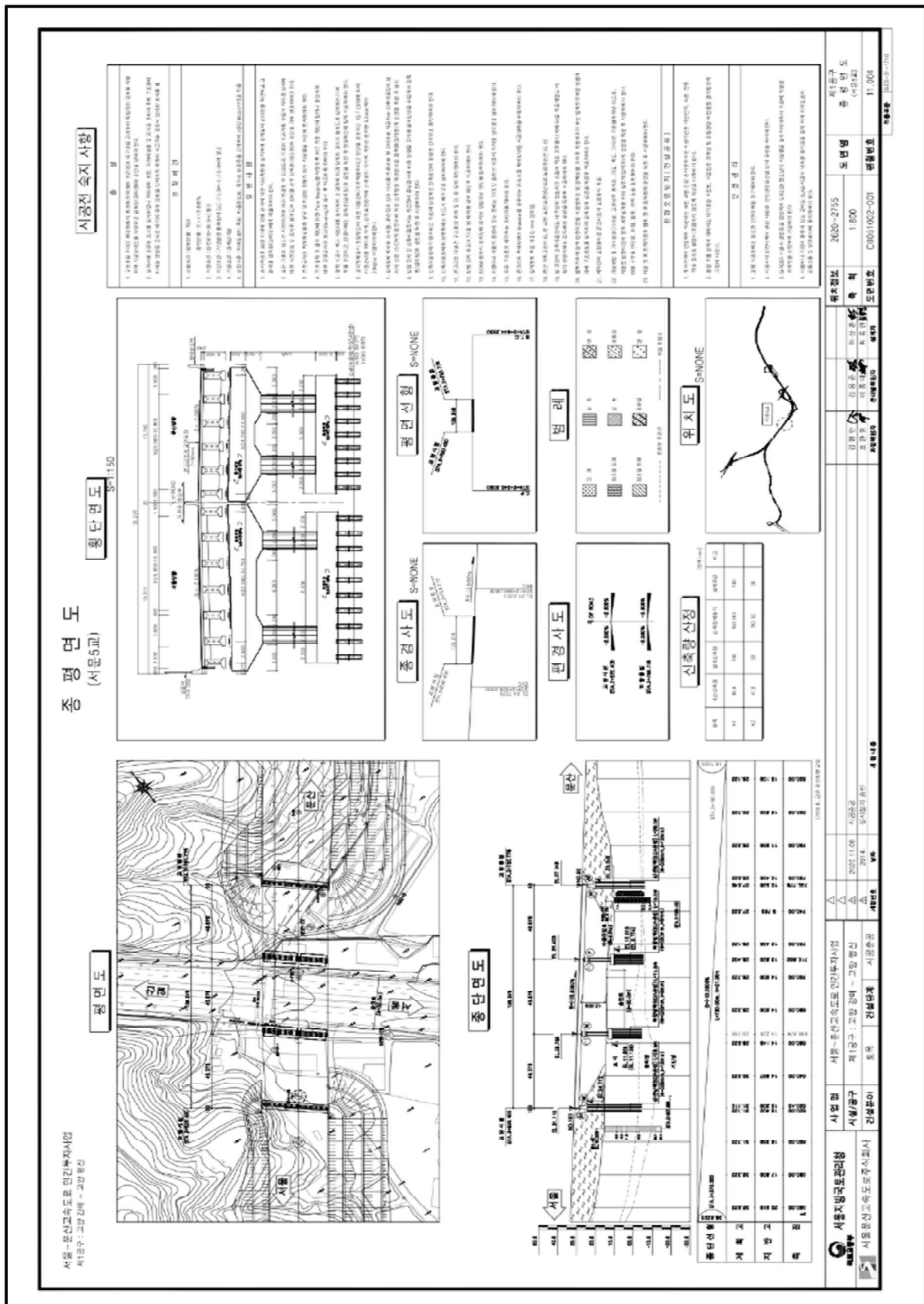


【그림 7.1.1】 위치도

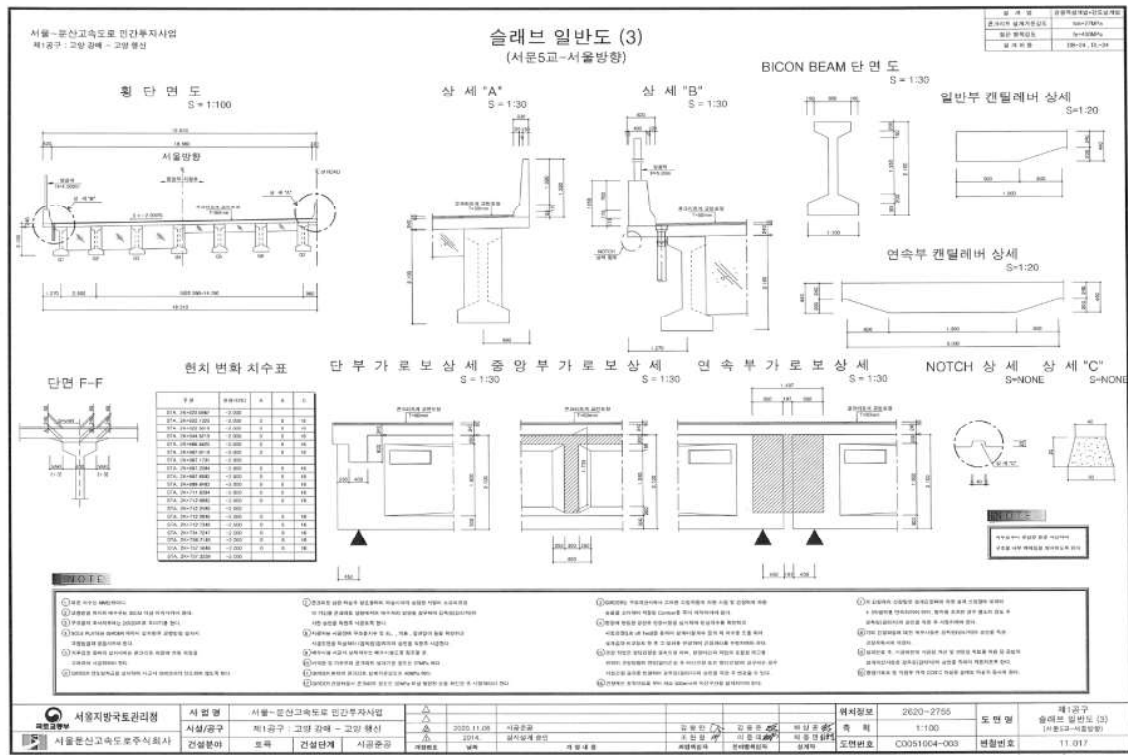
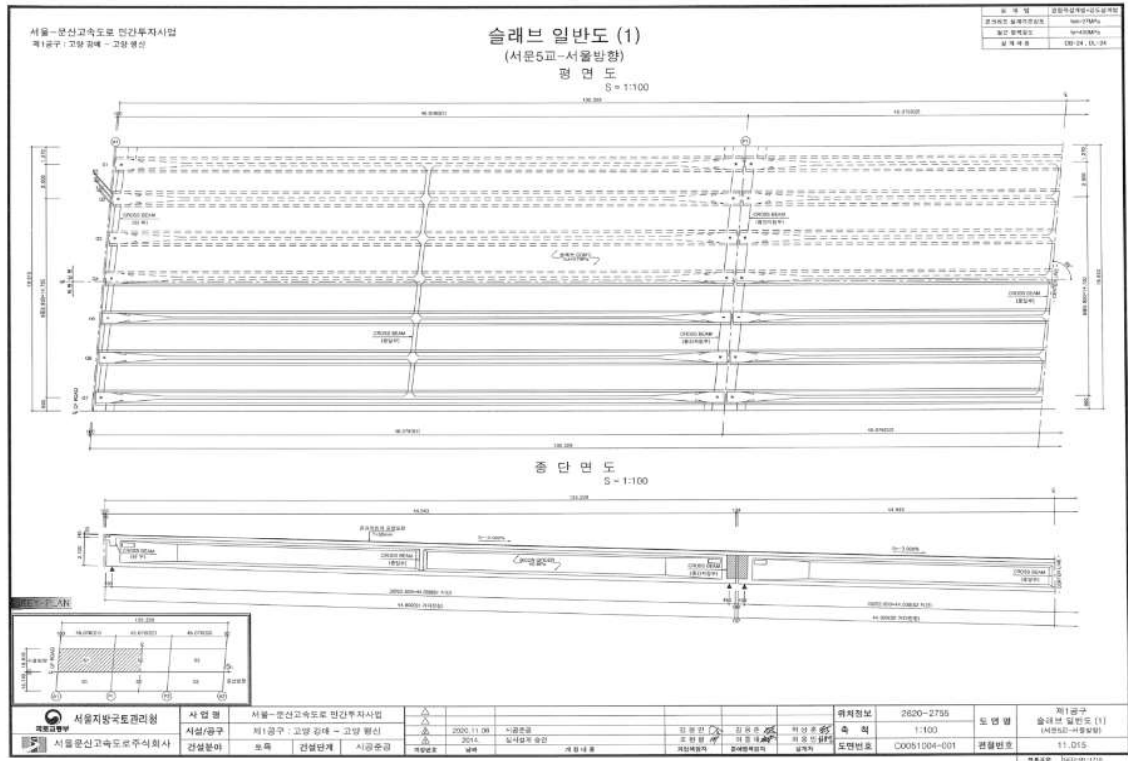
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 7.1.2】 부재별 현황

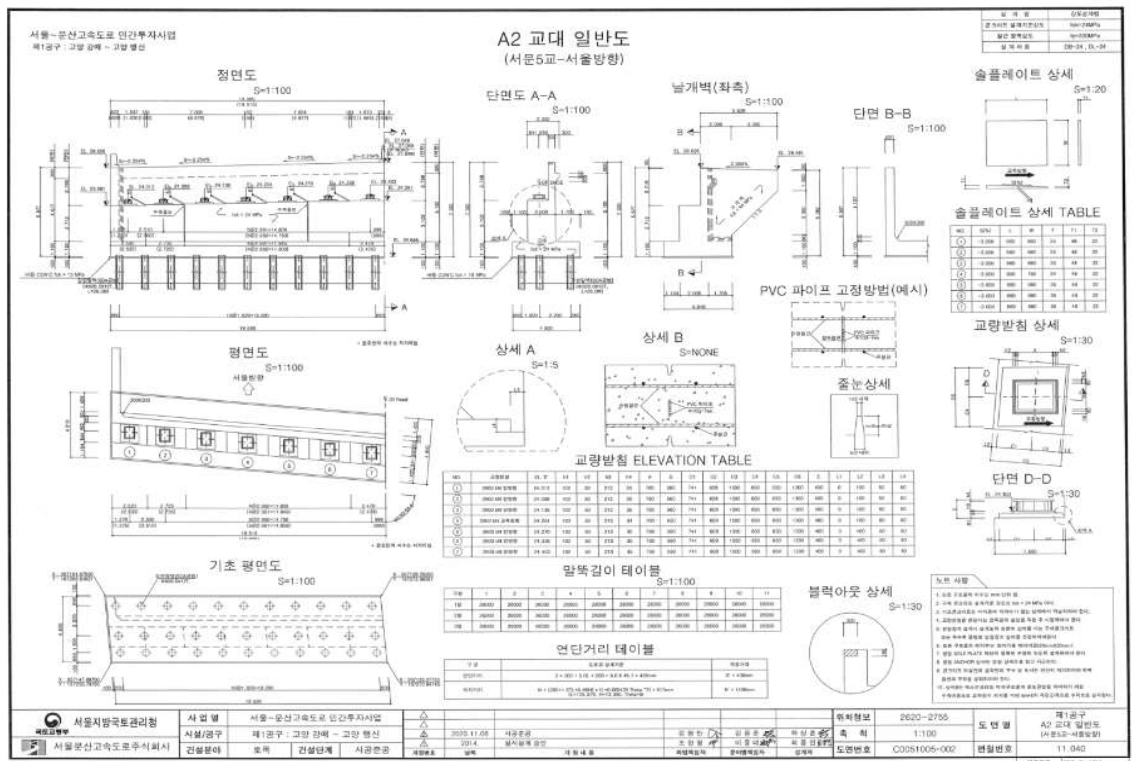
7.1.3 시설물 일반도



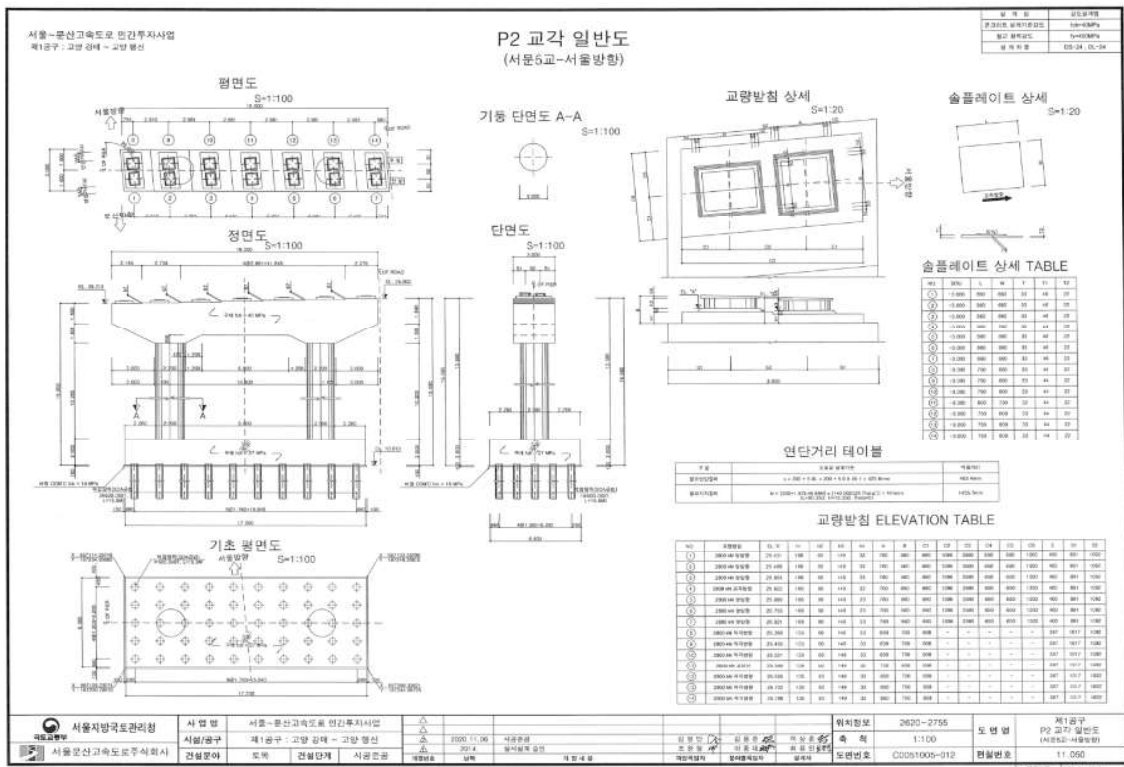
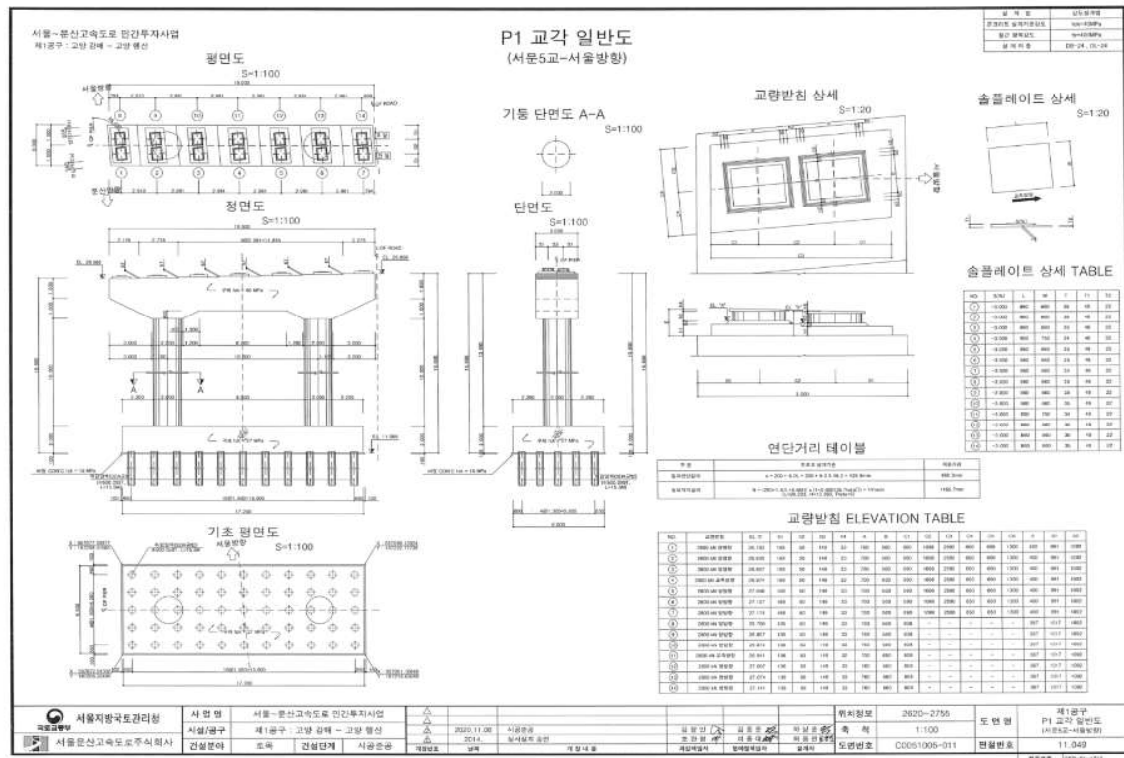
【그림 7.1.3】 평면 및 종단면도



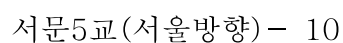
【그림 7.1.4】 바닥판하면 일반도

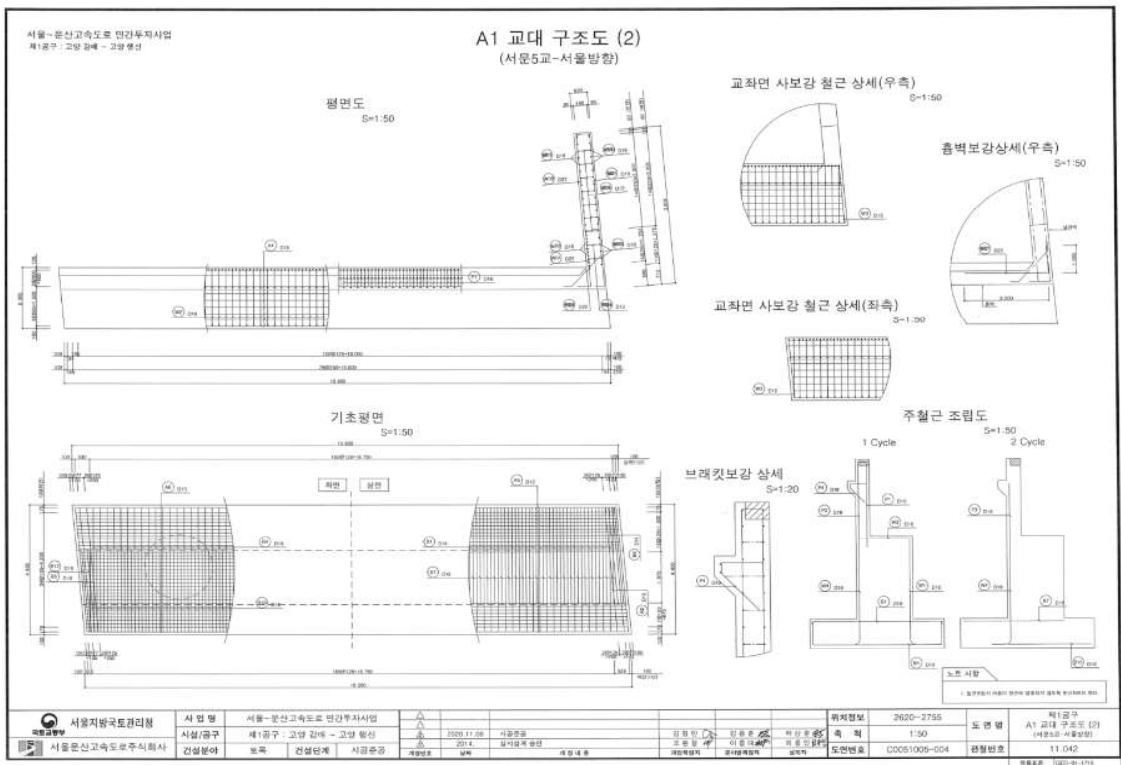


【그림 7.1.5】 교대 일반도

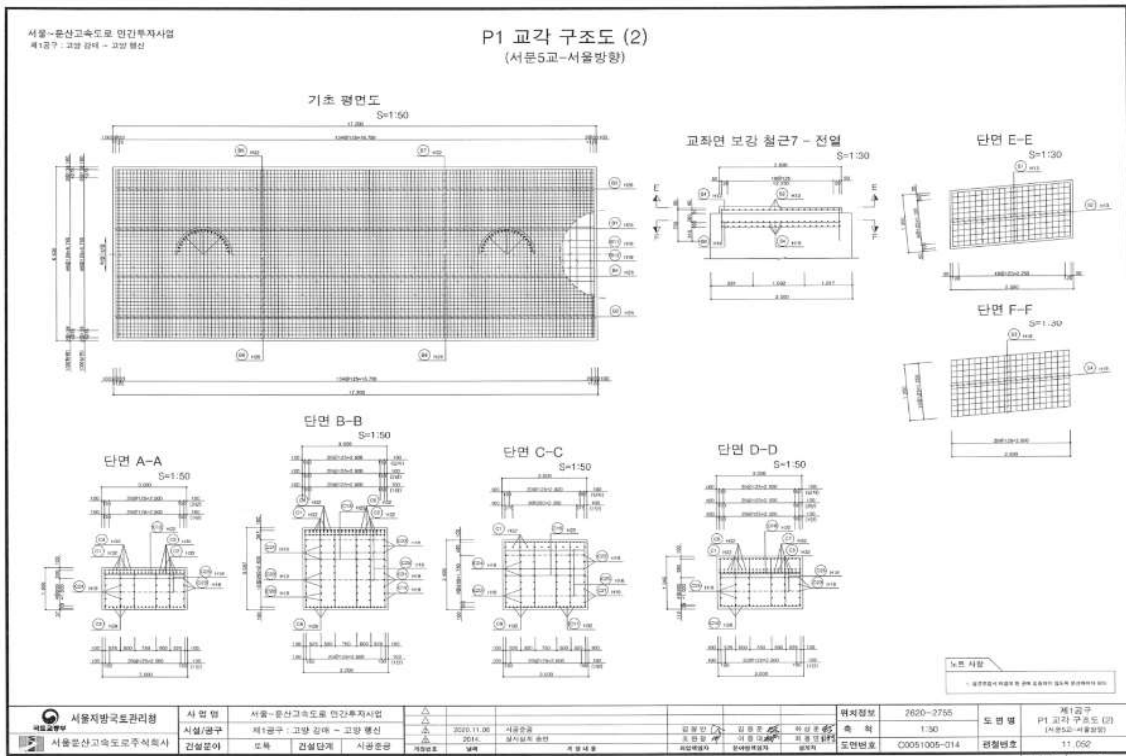
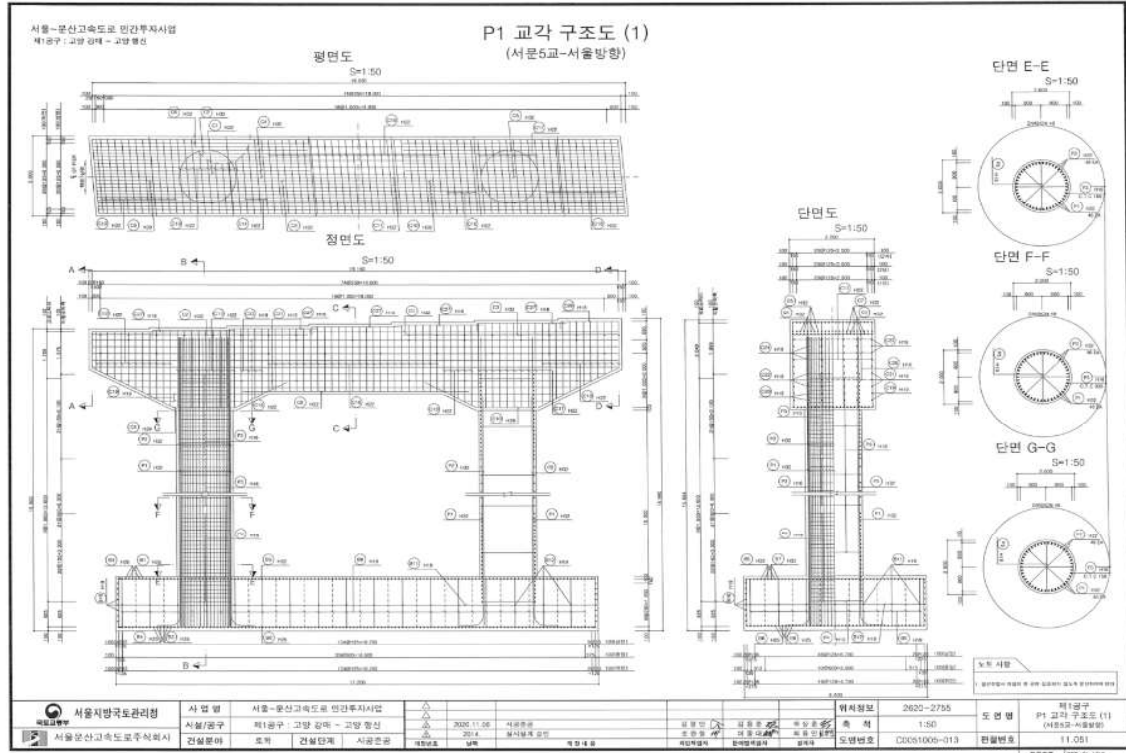


【그림 7.1.6】 교각 일반도





【그림 7.1.8】 교대 구조도



【그림 7.1.9】 교각 구조도

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	약한 투수성	일반	$1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-5}$
SP		1.0×10^{-2} 이하	CH		$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$				
SM		$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	OH		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	균일 간격이 있음	물투수성	일반	1.0×10^{-8} 이상

○ 현장시험에 의한 투수계수(cm/s) 산정 결과

구	분	분류	시험결과	지	정
배	터	전도	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	5.4×10^{-4}
		모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$	—	1.2×10^{-2}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	—	6.6×10^{-4}
배	터	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	5.9×10^{-3}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	—	5.9×10^{-3}
배	터	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-4} \sim 3.08 \times 10^{-4}$	2.4×10^{-4}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	4.53×10^{-5}	4.5×10^{-6}
배	터	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$	3.9×10^{-6}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$	1.9×10^{-6}
배	터	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	5.0×10^{-7}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	—	5.4×10^{-6}
배	터	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	$1.28 \times 10^{-4} \sim 2.49 \times 10^{-4}$	1.9×10^{-6}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	$3.06 \times 10^{-4} \sim 4.76 \times 10^{-4}$	3.9×10^{-6}
배	터	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	—	6.4×10^{-3}
		자갈	1.0×10^{-2} 이하	—	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/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
배	터	도	18.0	15.0	28.0	—	—
		사	20.0	0.0	35.0	—	—
		암	19.0	0.0	35.0	11.0	0.33
배	터	도	17.0	15.0	0.0	6.0	0.50
		사	18.0	0.0	30.0	10.0	0.35
		암	19.0	0.0	35.0	14.0	0.32
배	터	도	17.5	22.0	28.0	45.0	0.33
		사	20.0	30.0	31.0	150.0	0.30
		암	—	—	—	—	—

2.7.2 파일구간 암반등급별 설계지반정수

구	분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	연장계수(MPa)	포아송비(v)	k(cm/s)
배	터	I등급	27.0	4,200	44	18,000	0.21
		II등급	26.0	3,500	41	13,000	0.22
		III등급	25.0	2,000	37	4,000	0.24
배	터	IV등급	24.0	800	34	1,000	0.25
		V등급	23.0	400	33	500	0.26
		VI등급	—	—	—	—	—

2.7.3 불연속체 설계지반정수

구	분	단위중량(kN/m³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)
배	터	I등급	27.0	4,200
		II등급	26.0	3,500
		III등급	25.0	2,000
배	터	IV등급	24.0	800
		V등급	23.0	400
		VI등급	—	—

2.7.4 기타 설계지반정수

구	분	V _u (m/s)	V _s (m/s)	G _u (MPa)	E _u (MPa)	K _u (MPa)	v _u
배	터	도	488	180	62	164	161
		사	645	200	68	190	317
		암	480	170	52	140	156
배	터	도	514	190	69	181	168
		사	645	200	68	190	317
		암	480	170	52	140	156
배	터	도	952	382	268	713	699
		사	1,144	544	562	1,539	1,262
		암	1,834	954	2,164	5,504	3,822
배	터	도	2,246	1,235	3,813	9,456	6,062
		사	—	—	—	—	—
		암	—	—	—	—	—

국토교통부

90

제3편 지반조사 결과

공	예
---	---

TABLE 2
continued[illegible] 서울문산고속도로주식회사 Springer

53

 서울문산고속도로주식회사 서울~문산고속도로 민간투자사업

4.5 실내토질시험

4 동적특성 분석

가) 차량의 동적특성

차종	이차원 2차원(2D)을 이용하여 차량 동적특성(Stiffness, K , E , K_{eq})을 공로로부터 얻은 동적특성값을 이용하여 구조물로부터 계산한 결과와 비교					
○ 차량의 동적특성						
ITB-2						
차종	L (mm)	V_1 (mm)	V_2 (mm)	중량(중량톤)	중량(중량톤)	중량(중량톤)
				G_1	G_2	K_1

중형차	0.3~0.9	989	375	0.400	2.78E+02	7.79E+02	1.50E+03	19.0
-----	---------	-----	-----	-------	----------	----------	----------	------

경차	7.0~9.5	1,103	511	0.360	2.58E+02	1.65E+03	1.77E+03	20.0
----	---------	-------	-----	-------	----------	----------	----------	------

전차	7.9~12.7	1,381	661	0.334	2.29E+03	5.99E+03	6.55E+03	23.0
----	----------	-------	-----	-------	----------	----------	----------	------

대차	12.7~19.3	2,323	1,277	0.284	4.95E+03	1.07E+04	8.22E+03	25.0
----	-----------	-------	-------	-------	----------	----------	----------	------

ITB-3								
차종	L (mm)	V_1 (mm)	V_2 (mm)	중량(중량톤)	중량(중량톤)	중량(중량톤)		
				G_1	G_2	K_1		

중형차	0.4~0.8	884	408	0.397	3.30E+02	9.12E+02	1.47E+03	19.0
-----	---------	-----	-----	-------	----------	----------	----------	------

경차	11.0~15.5	1,185	577	0.345	6.89E+02	1.30E+03	1.58E+03	20.0
----	-----------	-------	-----	-------	----------	----------	----------	------

15.5~18.

0.316

2.68, 1

A: 16.0~87.9%

4.5.2 다짐 및 CBR시험

구분	단위/비고	시정 속도 (GL_{10})	EL(α)	지점의 30.0m 구간 내의 평균 속도 (GL_{10}) (단위: km/h)	지점번호
TH-2	D.H.T	1.0~20.0	66.7	781	S ₂
TH-3	D.H.T	1.0~27.0	76.0	634	S ₃

* 본 말차지는 성취비율(보상정당비율)이 월구분 및 출구구분에서 각각 완충계 수평정지율
 /가속정지율 중 최하임은 $GL_{10} \sim 95.5m/s^2$ 로 계산되나서는 정지정지율 375%~600%, 완충계 51%~57%임,
 완충계 627%~680%임, 정지 1,162%~1,774%의 정지율 보유
 GL₁₀ 30m 구간에서 완정지율에서는 634~760%로 월구분과출구구분에서 각각 1차인정지율 GL_{10} 에
 대항하여, 완정지율 및 완정지율로 지점번호 붙임

54

55

100

④ 지층별 지하수위

구분	1월	7월	12월	평균
1st (M2)	43.4 ~ 43.3	8.5	6.1 ~ 11.5	10.0
2d (M2)	42.0 ~ 106.1	99.0	57.9 ~ 181.5	99.3

→ 대암암체의 지하수위와 암체의 지하수위와 암사면 일직선측수위와는 비례한 것과 상반되는 Δ 는 50m의 깊이로 분석되나, 지층 두께를 적용한 값도 같은 패턴을 나타내 42.0 ~ 42.0, 181.5, 평균치인 57.9 ~ 181.5M2로 분석됨

•TB-7 시험결과, 3

모습이 부

*19~7 : 서팅결과, 포장을 표준체로 가운에 아모음이 부착됨이므로 시공시 전반 사용해야 함

자세한 거더분리 위치



8.3.2 종방향 (1차원) 평면도 (단위: m)

위치	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
자중	603.264	603.264	603.264	603.264	603.264	603.264	603.264
거주점	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
합성후	363.819	420.195	454.890	454.890	454.890	454.890	360.798
내측교각	245.342	166.977	117.201	91.780	89.984	107.324	142.122
내측교각	305.539	170.200	99.650	72.001	75.211	98.247	139.859
ADD	1272.622	1193.662	1212.288	1192.256	1179.981	1185.322	1111.595
DB1	0.494	2.932	9.395	34.562	97.401	195.317	289.941
DB2	5.509	19.200	52.267	104.643	162.108	171.883	129.180
DB3	18.477	61.981	119.187	166.195	150.123	83.779	33.188
DB4	86.714	136.227	168.856	136.130	79.316	35.585	9.447
DB5	217.465	195.201	128.329	62.855	23.304	7.080	1.590
DB12	5.006	18.046	58.361	138.622	259.182	367.095	418.917
DB13	17.555	60.757	125.265	200.167	247.219	288.487	322.911
DB14	84.741	134.829	174.762	169.852	176.613	229.247	290.220
DB15	215.677	193.797	134.252	96.624	119.093	200.452	287.107
DB23	23.570	81.130	171.418	270.827	312.228	265.151	162.329
DB24	84.857	153.979	220.381	240.338	240.584	205.762	129.380
DB25	215.791	213.103	179.848	167.107	184.871	176.966	126.267
DB34	104.805	197.978	287.053	302.105	228.676	127.331	33.763
DB35	295.795	267.100	247.448	228.871	172.937	98.543	30.592
DB45	304.118	331.426	297.153	198.929	102.506	41.531	10.820
DB123	20.758	71.963	159.764	274.304	368.369	414.319	408.660
DB124	74.969	137.359	203.738	246.865	303.905	360.871	377.170
DB125	192.818	190.569	167.274	180.957	253.765	334.956	374.373
DB134	92.910	176.949	264.585	302.451	299.173	300.763	297.043
DB135	210.758	230.160	228.101	238.542	243.033	294.340	289.246
DB145	271.785	296.761	277.715	209.282	178.589	211.047	258.848
DB234	93.010	194.380	305.613	365.871	351.644	269.141	146.290
DB235	210.858	247.591	269.149	299.962	301.504	243.225	143.402
DB245	271.905	314.175	313.765	272.724	237.082	189.896	114.096
DB245	290.036	353.861	374.627	378.403	226.656	119.965	31.625
DB1234	76.344	160.953	259.182	330.353	365.853	370.680	339.199
DB1235	174.540	205.266	228.787	275.432	304.046	349.069	336.660
DB1245	225.408	260.786	265.963	252.726	270.370	304.667	312.367
DB1345	240.351	293.793	316.669	299.050	201.429	245.837	240.584
DB2345	240.455	308.310	350.853	351.912	310.150	228.227	119.965
DB12345	239.281	307.387	355.378	377.369	382.963	374.617	337.252
DB1	0.491	3.411	11.142	36.518	95.234	182.952	284.670
DB2	6.286	20.356	50.463	97.029	148.447	159.768	130.035
DB3	21.431	60.260	109.318	151.055	136.341	88.404	35.988
DB4	88.488	154.621	229.997	244.401	260.130	240.130	194.442
DB5	213.759	181.924	120.461	81.156	24.090	8.301	2.769
DB12	5.517	20.053	58.405	132.796	243.265	342.586	414.474
DB13	20.662	59.957	117.260	186.822	231.180	271.223	320.027
DB14	86.198	126.058	162.347	159.429	168.211	216.841	286.231
DB15	211.699	181.229	128.175	96.598	118.273	189.042	281.978
DB23	27.728	80.654	159.788	248.087	284.789	248.171	165.620
DB24	87.374	145.453	204.135	220.467	221.770	193.708	131.541
DB25	212.876	200.628	169.069	157.673	171.839	165.813	127.290
DB34	106.886	186.775	263.778	274.813	210.015	123.128	40.022
DB35	234.043	241.863	229.576	211.931	159.784	94.635	33.132
DB45	302.170	308.798	275.007	185.020	98.274	43.203	12.366

DL35	33.749	84.239	149.018	206.479	230.336	252.084	249.089
DL45	10.959	36.519	88.572	171.736	270.030	322.588	320.983
DL123	381.346	371.786	345.337	268.354	166.180	83.765	26.233
DL124	350.740	326.448	289.653	236.374	200.589	144.357	79.127
DL125	346.147	303.659	246.443	179.081	162.039	187.184	204.104
DL134	272.062	263.933	270.218	281.278	256.147	184.762	97.768
DL135	267.586	241.146	226.977	223.985	217.600	227.625	222.755
DL145	237.497	196.171	171.456	192.364	253.236	290.730	286.946
DL234	146.098	232.916	313.207	335.572	295.391	204.086	98.062
DL235	141.505	210.127	269.998	278.284	256.848	246.950	223.049
DL245	111.533	165.155	214.445	246.658	292.480	310.053	287.240
DL345	35.063	103.104	195.273	291.644	348.056	350.530	306.001
DL1234	319.326	331.867	338.414	311.445	254.720	170.694	80.554
DL1235	315.531	312.874	302.386	263.710	222.593	206.380	184.687
DL1245	290.582	275.407	256.119	237.352	252.312	258.983	238.158
DL1345	225.008	232.322	239.897	274.770	298.608	292.657	253.686
DL2345	120.008	197.456	275.746	320.028	331.308	308.752	253.943
DL12345	317.606	335.228	353.161	351.841	339.915	309.359	252.778
ENV	391.884	398.703	378.034	378.135	383.199	415.253	417.523
균중	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
MAX(Σ)	1667.290	1589.659	1590.731	1569.534	1563.375	1601.120	1528.177

DL45	11.030	35.624	87.841	171.934	269.859	321.221	322.993
DL123	379.035	373.152	344.706	269.747	166.146	84.808	26.248
DL124	348.609	327.717	289.060	237.502	200.414	144.999	79.557
DL125	343.983	305.156	246.055	180.123	161.799	186.478	205.311
DL134	270.532	264.492	269.349	282.249	255.983	185.518	98.294
DL135	265.946	241.935	226.314	224.870	217.371	227.035	224.059
DL145	236.103	196.868	170.829	192.984	252.871	289.642	288.722
DL234	145.381	232.139	312.123	336.645	295.242	205.148	98.553
DL235	140.756	209.578	269.120	279.270	256.634	246.666	224.318
DL245	110.951	164.515	213.603	247.380	292.130	309.272	288.081
DL345	35.071	101.774	194.154	292.211	347.718	349.862	307.840
DL1234	317.472	332.636	337.532	312.712	254.573	171.694	80.945
DL1235	313.649	313.735	301.675	264.906	222.392	206.257	185.725
DL1245	298.609	276.191	255.437	238.328	251.998	258.446	239.590
DL1345	223.767	223.515	238.886	275.614	298.303	292.216	255.199
DL2345	119.444	196.535	274.656	320.957	331.016	308.566	255.425
DL12345	315.786	335.624	352.022	353.144	339.600	309.287	254.242
ENV	390.458	399.359	377.218	379.124	382.953	414.319	418.917
균중	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
MAX(Σ)	1663.080	1593.021	1589.506	1571.380	1562.944	1599.641	1530.512

DL123	24.247	72.267	150.925	255.465	341.679	387.873	405.039
DL124	77.053	130.421	190.770	230.556	284.948	338.848	374.332
DL125	190.012	180.074	160.033	174.038	240.010	313.745	370.497
DL134	96.085	167.518	244.388	279.403	274.082	274.799	289.583
DL135	209.044	217.172	213.650	222.880	229.138	249.657	285.738
DL145	269.707	277.050	254.395	198.263	172.471	250.883	255.467
DL234	97.175	84.996	282.023	334.351	322.297	233.893	150.388
DL235	210.091	234.640	251.280	277.828	277.353	228.752	146.524
DL245	270.793	294.499	292.067	253.249	220.690	179.975	116.209
DL345	290.153	331.824	345.758	302.256	210.507	117.172	37.299
DL1234	79.624	153.752	240.900	305.413	339.732	348.677	338.608
DL1235	173.769	195.134	215.256	258.309	302.258	327.718	335.387
DL1245	224.302	245.004	249.276	237.825	235.039	287.076	310.154
DL1345	240.191	275.948	293.919	278.517	245.987	233.690	239.534
DL2345	241.088	290.478	325.272	324.316	286.177	216.269	123.509
DL12345	239.763	290.072	331.150	351.070	357.302	353.362	336.779
DB1	268.155	199.191	106.994	41.995	10.666	3.705	0.549
DB2	122.425	161.291	184.681	112.327	58.480	23.481	6.107
DB3	33.821	83.270	141.750	168.167	128.124	70.751	1

1. 설계 조건

1) 일반 사항

- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
- (2) 상부 형식 : IPC GIRDER
- (3) 교량 등급 : 1 등급
- (4) 교대 폭 : 19.500 M
- (5) 교대 높이 : H = 7.000 M
- (6) 기초 형식 : 말뚝기초
- (7) SKEW : 85.000 °

2) 하중

- (1) 활하중의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- (2) 활하중의 단위중량 : $\gamma_{sl} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ (토사) [도로교 설계기준 제3조 P380]
- (3) 기층지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
- (4) 과재 하중 : $q_l = 10.000 \text{ kN/m}^2$
- (5) 상부 교각하중 반력 : $R_d = 426.103 \text{ kN/m}$
- (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 141.031 \text{ kN/m}$
- (7) 교량방수 대장계수 : $f_s = 0.150$

3) 지반 조건

- (1) 암반층의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$
- (2) 기층지반의 N치 : $N = 15.000$
- (3) 기층지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 30.000^\circ$ [$\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$]
- (4) 기층지반의 점착력 : $C = 0.000 \text{ kN/m}^2$
- (5) 기층지반의 마찰계수 : $\mu = 0.364$; $TAN(\frac{\phi_1}{2} + \phi_2)$: 흙과 콘크리트
- (6) 지반 계수도 계수 : $A = 0.154$; 위험도계수 $\times$ 지반구분계수
- 내진 등급 : 1 등급 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 6.3.1]
- 지반 구역 : 1 구역 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사용재료 강도

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_c = 28000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]
- (2) 철근의 항복 강도(f_{yk}) : $f_y = 300.000 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_s = 200000.000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

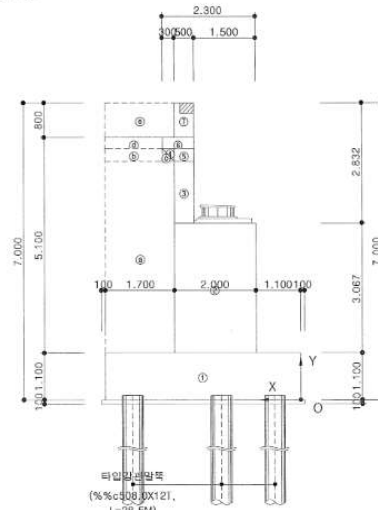
5) 설계 방법

- (1) 한계상태 설계법 : 허용응력 설계법
- (2) 단면 설계 : 극한강도 설계법

6) 참고 문헌

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

2. 단면 가점



※ 교량방수 반력 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	3	4	5	6	7
교각하중	1275.406	1190.956	1212.697	1191.389	1180.176	1185.867	1110.654
활하중	301.884	308.703	378.034	378.135	383.199	415.253	417.523
계	8347.155	2762.731					

※ 지진하중 집계표 (단위 : kN)

구분	1	2	3	4	5	6	7
교각하중	261.832	261.841	261.733	261.721	261.644	261.594	261.529
적재하중	265.018	265.332	265.496	265.506	265.470	265.343	265.078
계	1832.044	1997.243					

결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 용역검토

구분	허용값	발생값	비고
평상시	허용지하력(kN/EA)	1290.4	791.989 0.K
	허용안압력(kN/EA)	425.265	- 0.K
	흙응력(MPa)	133	111.864 0.K
	전단응력(MPa)	76	12.59 0.K
	수평변위(mm)	15	11.097 0.K
지진시	허용지하력(kN/EA)	1035.6	906.010 0.K
	허용안압력(kN/EA)	637.897	-18.501 0.K
	흙응력(MPa)	199.5	126.339 0.K
	전단응력(MPa)	114	20.759 0.K
	수평변위(mm)	15	10.31 0.K

■ 단면 용 설계

단면위치	길이	dc	Req. As	사용철근량	Wu	φWu	안전도	비고
전면차판	1100	150	1196.66	1940.4	287.207	463.002	1.612	0.K
후면차판	1100	100	828.106	1940.4	209.881	487.742	2.324	0.K
벽체 : H=5.900	2000	100	1469.4	2292	707.875	1100.624	1.555	0.K
음벽	500	100	1245.15	1940.4	124.099	190.861	1.538	0.K
	D(T=620 mm)	620	80	992.488	1548.4	134.819	1.548	0.K
	A(T=620 mm)	620	80	2740.75	3096.8	364.463	1.121	0.K
	B(T=620 mm)	620	80	1007.62	1588.8	136.845	1.564	0.K
	C(T=620 mm)	620	80	2008.79	3096.8	288.784	1.52	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력(f_s)	허용응력(f_{sa})	평균간격(S)	최대간격(S_q)	비고	
전면차판	115.385	150	125	331.247	0.K	
후면차판	62.767	150	125	1003.711	0.K	
벽체 : H=5.900	73.608	150	125	843.611	0.K	
음벽	125.158	150	125	402.856	0.K	
우측단상벽	D(T=620 mm)	95.150	150	250	855.085	0.K
	A(T=620 mm)	130.536	150	125	430.78	0.K
	B(T=620 mm)	94.502	150	125	653.313	0.K
	C(T=620 mm)	98.002	150	125	631.059	0.K

결과 요약

■ 말뚝 안전검토 및 용역검토

구분	허용값	발생값	비고
평상시	허용지하력(kN/EA)	1396.53	849.233 0.K
	허용안압력(kN/EA)	767.995	- 0.K
	흙응력(MPa)	133	116.587 0.K
	전단응력(MPa)	76	12.67 0.K
	수평변위(mm)	15	11.168 0.K
지진시	허용지하력(kN/EA)	2094.795	1072.791 0.K
	허용안압력(kN/EA)	1151.948	-40.367 0.K
	흙응력(MPa)	199.5	139.507 0.K
	전단응력(MPa)	114	22.656 0.K
	수평변위(mm)	15	11.252 0.K

■ 단면 용 설계

단면위치	길이	dc	Req. As	사용철근량	Wu	φWu	안전도	비고
전면차판	1100	150	1229.22	1940.4	294.709	463.002	1.571	0.K
후면차판	1100	100	828.106	1940.4	209.881	487.742	2.324	0.K
벽체 : H=5.900	2000	100	1477.53	2292	711.771	1100.624	1.546	0.K
음벽	500	100	1220.25	1940.4	121.674	190.861	1.569	0.K
	D(T=620 mm)	620	80	955.797	1548.4	129.9	1.607	0.K
	A(T=620 mm)	620	80	2143.08	3096.8	296.49	1.426	0.K
	B(T=620 mm)	620	80	921.213	1588.8	125.26	1.709	0.K
	C(T=620 mm)	620	80	1895.76	3096.8	254.308	1.606	0.K

■ 사용성 검토

구분	인장응력(1s)	허용응력(1sa)	평균간격(S)	최대간격(Sq)	비고	
전면차판	113.251	150	125	344.105	0.K	
후면차판	62.728	150	125	1004.33	0.K	
벽체 : H=5.900	62.175	150	125	1013.263	0.K	
음벽	122.844	150	125	414.809	0.K	
직속남격벽	D(T=620 mm)	91.843	150	250	694.942	0.K
	A(T=620 mm)	102.624	150	125	594.868	0.K
	B(T=620 mm)	86.582	150	125	727.63	0.K
	C(T=620 mm)	92.733	150	125	676.798	0.K

3. 설계 조건

3.1 일반 사항

- 1) 구조 형식 : 다주식 교각
- 2) 상부 형식 : IPC GIRDER
- 3) 교량 등급 : 1 등교
- 4) 기초 형식 : 말뚝기초

3.2 하중

- 1) 활하중의 단위하중 : $y_0 = 25 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계기준 2.1.2]
- 2) 고정하중의 단위하중 : $y_{s2} = 20 \text{ kN/m}^2$ [도로교 설계요항 제2편 P395]
- 3) 교량방형 하중계수 : $f_s = 0.15$

3.3 차 반 조건

- 1) 기초지반의 N치 : $N = 15$
- 2) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi 2 = 30^\circ$; $15 + \sqrt{15N}$
- 3) 기초지반의 점착력 : $C = 0 \text{ kN/m}^2$
- 4) 기초지반의 대입계수 : $\mu = 0.304$; $\tan(\phi/2 + \phi/2)$: 흙과 콘크리트
- 5) 지반 거동계수 : $A = 0.154$; 위험도 계수 x 자진구역계수
 - 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.4 [도로교 설계기준 6.3.1]
 - 자진 구역 : I 구역 - 자진구역 계수 : 0.11

3.4 사용 재료 강도

- 1) 콘크리트 설계기준 강도 : $f_{ck} =$ 두부보 : 40 MPa
 기둥 : 40 MPa
 기중 : 27 MPa
 - 완성계수 : $E_c =$ 두부보 : 30000 MPa
 기둥 : 20000 MPa
 기중 : 20000 MPa [도로교 설계기준 2.3.3]
- 2) 철근의 항복 강도(SD400) : $f_y =$ 두부보 : 400 MPa
 기둥 : 400 MPa
 기중 : 400 MPa
 - 완성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 2.3.3]

3.5 설계 방법

- 1) 만점 설계법 : 허용응력 설계법
- 2) 단면 설계 : 극한강도 설계법

3.6 참고 문헌

- 1) 도로교 설계기준 (2010)
- 2) 도로교 설계기준 해설 (2008)
- 3) 콘크리트 구조 설계기준 (2007)
- 4) 도로교 설계 관행 (2008)
- 5) 도로교 설계요항 (2008)
- 6) 강구조 연방 (1995)
- 7) 길도교 교량 설계지침 (2006)

2. 해석결과 요약

■ 말뚝 안전성검토 및 음력검토

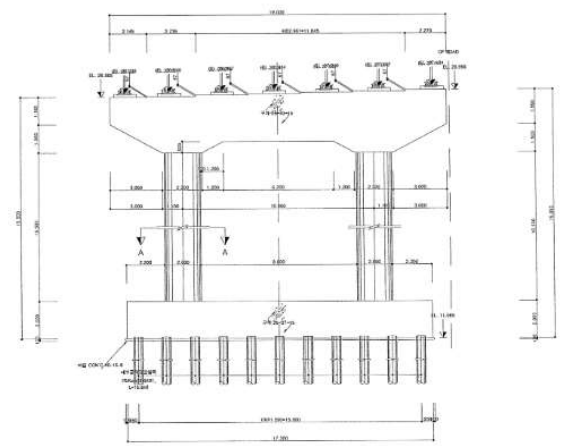
구분	항목	하중값	말뚝값	비고
교축방향	평상시	하중지반하중(kN/EA)	1124.590	845.942 O.K
		하중안정하중(kN/EA)	470.087	O.K
		활 하중(MPa)	140.000	85.811 O.K
		전단응력(MPa)	80.000	3.530 O.K
		수평변위(mm)	15.000	1.730 O.K
	지진시	하중지반하중(kN/EA)	1686.885	1379.133 O.K
		하중안정하중(kN/EA)	705.130	-274.991 O.K
		활 하중(MPa)	210.000	178.515 O.K
		전단응력(MPa)	120.000	21.322 O.K
		수평변위(mm)	15.000	5.887 O.K
교축직각방향	평상시	하중지반하중(kN/EA)	1124.590	709.193 O.K
		하중안정하중(kN/EA)	470.087	O.K
		활 하중(MPa)	140.000	79.630 O.K
		전단응력(MPa)	80.000	4.037 O.K
		수평변위(mm)	15.000	1.978 O.K
	지진시	하중지반하중(kN/EA)	1686.885	780.184 O.K
		하중안정하중(kN/EA)	705.130	147.036 O.K
		활 하중(MPa)	210.000	19.736 O.K
		전단응력(MPa)	120.000	5.450 O.K
		수평변위(mm)	15.000	O.K

■ 기둥의 단면 설계

단면 위치	Pmax	Pu(kN)	φPu(kN)	안전도	비고	
교축방향	축하중 최대	0.023	20388.735	74791.613	3.668	O.K
	모멘트 최대	0.023	18118.080	46277.412	2.554	O.K
	단순하중	0.023	11729.186	14746.313	1.257	O.K
	완전하중	0.023	11142.726	26994.456	3.320	O.K
교축직각방향	축하중 최대	0.023	20388.735	74791.613	3.668	O.K
	모멘트 최대	0.023	13020.000	48786.503	3.747	O.K
	단순하중	0.023	11729.186	25858.881	2.205	O.K
	완전하중	0.023	9501.244	44025.375	4.404	O.K
합성부재적	축하중 최대	0.023	20388.735	74791.613	3.668	O.K
	모멘트 최대	0.023	18119.218	45691.866	2.522	O.K
	단순하중	0.023	11729.186	11934.423	1.017	O.K
	완전하중	0.023	8500.369	27374.853	2.981	O.K
평상시	축하중 최대	0.023	13020.000	35093.551	2.495	O.K
	완전하중	0.023	9501.244	30147.511	3.173	O.K

단면 위치	Pmax	Pu(kN)	φPu(kN)	안전도	비고	
교축방향	축하중 최대	0.023	19571.001	74791.613	3.822	O.K
	모멘트 최대	0.023	17411.042	45570.500	2.617	O.K
	단순하중	0.023	10851.981	13713.797	1.264	O.K
	완전하중	0.023	10309.382	24820.682	3.378	O.K
교축직각방향	축하중 최대	0.023	19571.001	74791.613	3.822	O.K
	모멘트 최대	0.023	15815.882	83438.841	4.011	O.K
	단순하중	0.023	10851.981	23272.802	2.145	O.K
	완전하중	0.023	11343.682	64347.095	5.673	O.K
합성부재적	축하중 최대	0.023	19571.001	74791.613	3.822	O.K
	모멘트 최대	0.023	17409.904	44884.027	2.578	O.K
	단순하중	0.023	10851.981	11905.129	1.014	O.K
	완전하중	0.023	11951.740	34463.771	3.053	O.K
평상시	축하중 최대	0.023	15815.882	83284.734	3.979	O.K
	완전하중	0.023	11343.682	63377.201	5.587	O.K

4. 단면 가정



■ 단면 설계

	단면 위치	길이 (mm)	피복 (mm)	Req. As (mm²)	Use. As (mm²)	Mu (kN.m)	φMu (kN.m)	안전도	비고
두부보	좌측내안보	3000.0	100.0	34200.000	36533.200	-	-	2.025	O.K
	우측내안보	3000.0	100.0	34200.000	36533.200	-	-	2.113	O.K
	좌측내안보	3000.0	100.0	1806.059	4960.100	1779.190	4874.257	2.740	O.K
	우측내안보	3000.0	100.0	1829.565	4960.100	1801.720	4874.257	2.705	O.K
	내부지간1좌	3123.3	100.0	13571.901	36533.200	13597.354	36042.482	2.651	O.K
	내부지간1우	2590.0	100.0	11757.937	18266.600	9862.291	15242.350	1.546	O.K
	내부지간1우	3323.5	100.0	12839.940	36533.200	13744.397	38529.572	2.803	O.K
	교량받침8	1897.0	100.0	84.468	36533.200	50.168	20810.207	414.813	O.K
	교량받침9	1945.0	100.0	497.905	36533.200	303.708	21408.429	70.484	O.K
	교량받침10	2590.8	100.0	1146.071	36533.200	950.064	29428.146	30.946	O.K
기중	교량받침3	2542.8	100.0	466.679	36533.200	379.529	28831.924	75.969	O.K
	교량받침11	2590.0	100.0	10529.852	18266.600	8924.073	15242.350	1.708	O.K
	교량받침4	2590.0	100.0	7847.879	18266.600	6603.080	15242.350	2.308	O.K
	교량받침12	2656.8	100.0	508.932	18266.600	442.246	15566.867	35.403	O.K
	교량받침5	2656.8	100.0	2466.840	18266.600	2140.388	15566.867	7.315	O.K
	교량받침14	2335.3	100.0	409.174	36533.200	303.902	28254.147	86.390	O.K
	교량받침7	2287.3	100.0	85.530	36533.200	62.154	25657.925	412.813	O.K
기중	교량받침7	2000.0	150.0	43438.240	70431.300	26897.609	43446.754	1.610	O.K
	교차기차부	2000.0	150.0	12143.848	19742.100	7751.256	12340.117	1.600	O.K
	교차기차부	2000.0	150.0	32742.872	49044.200	22225.580	25312.906	1.129	O.K

1. 설계조건

1) 일반조건

- (1) 교량형식 : IPC GIRDER
- (2) 교량연장 : $L = 45.176 + 45.076 + 45.126 = 135.378 \text{ m}$
- (3) 교량폭원 : $B = 19.510 \text{ m}$
- (4) 교각형식 : 다주식 교각

2) 내진설계조건

- (1) 내진등급 : I 등급
- (2) 가속도계수 : $A = 0.154$ (지진구역계수 : 0.110, 위험도계수 : 1.400)
- (3) 지반계수 : $S = 1.500$ (지반종류 III)
- (4) 말뚝형식 : 탄성말뚝

3) 설계재료 및 탄성계수

구분		Fck(MPa)	Fy(MPa)	Ec(MPa)	n=Es/Ec
상부	바닥판	27	-	28993	7
	기대	40	-	31879	6
하부	교대	24	300	28000	7
	도주부	40	400	32000	6
	기둥	40	400	32000	6
	기초	27	400	20000	7

- 강재 탄성계수 : $E_s = 200000.0 \text{ MPa}$

4) 해석방법

다중모드 스펙트럼 해석법

5) 참고문헌

- (1) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2010)
- (2) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
- (3) 도로교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (4) 콘크리트교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (5) 고속도로교량의 내진설계지침 : 한국도로공사 (2000)

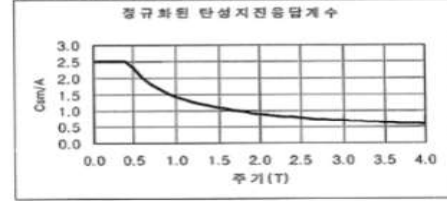
6. 응답스펙트럼 해석

1) 응답스펙트럼의 결정

$$S_a = C_s \times g$$

$$C_s = 1.2 \times A \times S / T^{2/3} \leq 2.5A \quad (T \leq 4.0 \text{인 경우})$$

$$C_s = 3.0 \times A \times S / T^{4/3} \leq 2.5A \quad (T > 4.0 \text{인 경우})$$



S_a : 탄성지진응답 가속도 (m/sec^2) C_s : 탄성지진응답 계수(무차원)

$g = 9.810 \text{ m/sec}^2$, 중력가속도 $A = 0.154$, 지진가속도 계수

$S = 1.500$, 지반특성에 따른 무차원의 지반계수

T : 진동모드의 주기

T	Cs	Sa	T	Cs	Sa	T	Cs	Sa
0.0	0.385	3.777	2.3	0.159	1.561	5.5	0.071	0.700
0.1	0.385	3.777	2.4	0.155	1.517	5.8	0.067	0.660
0.2	0.385	3.777	2.5	0.150	1.476	6.0	0.064	0.624
0.3	0.385	3.777	2.6	0.147	1.438	6.3	0.060	0.581
0.4	0.385	3.777	2.7	0.143	1.402	6.5	0.057	0.560
0.5	0.385	3.777	2.8	0.140	1.369	6.8	0.054	0.533
0.6	0.385	3.777	2.9	0.136	1.337	7.0	0.052	0.508
0.7	0.352	3.449	3.0	0.133	1.307	7.3	0.049	0.484
0.8	0.322	3.156	3.1	0.130	1.279	7.5	0.047	0.463
0.9	0.297	2.917	3.2	0.128	1.252	7.8	0.045	0.443
1.0	0.277	2.719	3.3	0.125	1.227	8.0	0.043	0.425
1.1	0.260	2.562	3.4	0.123	1.203	8.3	0.042	0.408
1.2	0.245	2.438	3.5	0.120	1.180	8.5	0.040	0.392
1.3	0.233	2.333	3.6	0.118	1.158	8.8	0.038	0.377
1.4	0.222	2.243	3.7	0.116	1.137	9.0	0.037	0.363
1.5	0.212	2.165	3.8	0.114	1.117	9.3	0.036	0.350
1.6	0.203	2.098	3.9	0.112	1.098	9.5	0.034	0.338
1.7	0.195	2.039	4.0	0.110	1.079	9.8	0.033	0.326
1.8	0.187	1.988	4.3	0.101	0.988	10.0	0.032	0.316
1.9	0.181	1.943	4.5	0.093	0.915	15.0	0.019	0.184
2.0	0.175	1.913	4.8	0.087	0.851	20.0	0.013	0.125
2.1	0.169	1.888	5.0	0.081	0.795			
2.2	0.164	1.866	5.3	0.076	0.745			

5. 고유치 해석

1) Mode별 자유진동 특성

Mode	Period (sec)	Frequency (Hz)	Participating Mass Ratios(질량비율)			비고
			X-Axis	Y-Axis	Z-Axis	
1	1.19221	0.83879	0.001	0.075	0.000	
2	1.17403	0.85177	73.811	16.035	0.000	
3	1.15718	0.86417	91.251	80.710	0.000	
4	0.91731	1.09014	91.285	86.534	0.000	
5	0.65461	1.52763	91.285	85.535	0.001	
6	0.54391	1.83853	91.285	86.596	0.001	
7	0.46969	2.12905	91.286	86.596	0.016	
8	0.45783	2.18420	91.286	86.596	4.542	
9	0.40394	2.47561	91.286	86.596	4.542	
10	0.40018	2.49890	91.286	86.597	4.547	
11	0.37448	2.67039	91.292	86.598	4.547	
12	0.32956	3.03436	91.297	89.287	4.548	
13	0.31161	3.20915	91.297	89.290	4.548	
14	0.28467	3.51283	91.673	89.291	18.576	
15	0.27820	3.59377	96.465	89.302	29.316	
16	0.27244	3.67055	98.088	89.307	43.969	
17	0.23065	4.33582	98.096	90.196	43.969	
18	0.22080	4.52885	98.153	98.530	43.969	
19	0.19853	5.03454	98.167	98.547	43.969	
20	0.19321	5.17578	98.171	98.560	43.970	
21	0.09112	10.97393	98.171	98.560	43.978	
22	0.06492	15.40257	98.173	98.561	84.190	
23	0.04695	21.29452	98.173	98.568	97.788	
24	0.04045	24.71889	98.175	99.230	97.853	
25	0.03222	31.03285	99.714	99.238	97.858	

※ 유요모드 질량의 합이 전체질량의 90%이상 이 되도록 Mode수를 결정한다.

3) 응답스펙트럼 해석결과

(1) 교각방향(X방향) 지진하중 재해시

① 교량방향

구분	종점	V2(kN)	V3(kN)	비고
교대 1	1	92	256.196	23.344
	2	93	256.034	23.369
	3	94	255.942	23.382
	4	95	255.830	23.381
	5	96	255.713	23.377
	6	97	255.604	23.366
	7	98	255.467	23.344
교각 1	1	99	306.088	23.426
	2	100	306.970	23.495
	3	101	307.641	23.569
	4	102	308.186	23.622
	5	103	308.975	23.613
	6	104	309.800	23.558
	7	105	310.147	23.505
	8	106	306.201	22.942
	9	107	307.084	23.035
	10	108	307.765	23.132
	11	109	308.308	23.179
교각 2	12	110	309.091	23.161
	13	111	309.924	23.117
	14	112	310.272	23.061
	1	113	314.398	23.725
	2	114	315.550	23.793
	3	115	316.178	23.866
	4	116	316.693	23.922
	5	117	317.461	23.916
	6	118	318.282	23.852
	7	119	318.782	23.788
	8	120	314.270	24.075
	9	121	315.424	24.135
	10	122	316.061	24.225
	11	123	316.572	24.273
교대 2	12	124	317.336	24.257
	13	125	318.165	24.213
	14	126	318.685	24.158
	1	127	255.919	24.512
	2	128	255.984	24.530
	3	129	255.879	24.544
	4	130	255.762	24.545
	5	131	255.643	24.542
	6	132	255.549	24.530
	7	133	255.567	24.501

1. 설계 조건

1) 일반 조건

- (1) 교량형식 : IPC GIRDER
- (2) 교량연장 : $L = 45.176 + 45.076 + 45.126 = 135.379 \text{ m}$
- (3) 교량폭별 : $B = 19.510 \text{ m}$
- (4) 교각형식 : 다주식 교각

2) 내진 설계 조건

- (1) 내진등급 : I 등급
- (2) 가속도계수 : $A = 0.154$ (지진구역계수 : 0.110, 위험도계수 : 1.400)
- (3) 지반계수 : $S = 1.500$ (지반종류 III)
- (4) 물질특성 : 탄성범위

3) 설계강도 및 탄성계수

구분		Fck(MPa)	Fyk(MPa)	Ec(MPa)	n=Es/Ec
상부	바닥판	27	-	28993	7
	기둥	40	-	31879	6
하부	교대	24	300	28000	7
	두부보	40	400	32000	6
	기둥	40	400	32000	6
	기초	27	400	28000	7

= 강재 탄성계수 : $E_s = 200000.0 \text{ MPa}$

4) 해석 방법

다중모드 스펙트럼 해석법

5) 참고 문헌

- (1) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2010)
- (2) 콘크리트구조 설계기준 : 한국콘크리트학회 (2007)
- (3) 도로교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (4) 콘크리트교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (5) 고속도로교량의 내진설계지침 : 한국도로공사 (2000)

5. 고유치 해석

1) Mode별 자유진동 특성

Mode	Period (sec)	Frequency (Hz)	Participating Mass Ratios(질량비율)			비고
			X-Axis	Y-Axis	Z-Axis	
1	1.19221	0.83878	0.001	0.075	0.000	
2	1.17403	0.85177	73.811	16.035	0.000	
3	1.15718	0.86417	91.251	80.710	0.000	
4	0.91731	1.09014	91.285	86.534	0.000	
5	0.65461	1.52763	91.285	86.535	0.001	
6	0.54391	1.83853	91.285	86.596	0.001	
7	0.46969	2.12905	91.286	86.596	0.016	
8	0.45783	2.18420	91.286	86.596	4.542	
9	0.40394	2.47561	91.286	86.596	4.542	
10	0.40018	2.49890	91.286	86.597	4.547	
11	0.37448	2.67039	91.292	86.598	4.547	
12	0.32956	3.03436	91.297	89.287	4.548	
13	0.31161	3.20915	91.297	89.290	4.548	
14	0.28467	3.51283	91.673	89.291	18.576	
15	0.27826	3.59377	96.465	89.302	29.316	
16	0.27244	3.67055	98.089	89.307	43.969	
17	0.23065	4.33682	98.096	90.196	43.969	
18	0.22080	4.52895	98.153	90.530	43.969	
19	0.19863	5.03454	98.167	98.547	43.969	
20	0.19321	5.17578	98.171	98.560	43.970	
21	0.09112	10.97383	98.171	98.560	43.978	
22	0.06492	15.40257	98.173	98.561	84.190	
23	0.04696	21.29452	98.173	99.568	97.788	
24	0.04045	24.71889	98.175	99.230	97.853	
25	0.03222	31.03285	99.714	99.238	97.858	

* 유효모드 질량의 합이 전체질량의 90%이상 이 되도록 Mode수를 결정한다.

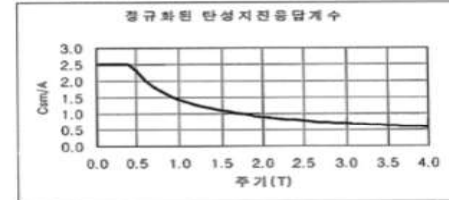
6. 응답스펙트럼 해석

1) 응답스펙트럼의 결정

$$S_a = C_s \times g$$

$$C_s = 1.2 \times A \times S / T^{2/3} \leq 2.5A \quad (T \leq 4.0 \text{인 경우})$$

$$C_s = 3.0 \times A \times S / T^{4/3} \leq 2.5A \quad (T > 4.0 \text{인 경우})$$



S_a : 탄성지진응답 가속도 (m/sec^2)
 $g = 9.810 \text{ m/sec}^2$: 중력가속도
 C_s : 탄성지진응답 계수(무차원)
 $A = 0.154$: 지진가속도 계수
 $S = 1.500$: 지반특성에 따른 무차원의 지반계수
 T : 진동모드의 주기

T	Cs	Ca	T	Cs	Ca	T	Cs	Ca
0.0	0.385	3.777	2.3	0.159	1.561	5.5	0.071	0.700
0.1	0.385	3.777	2.4	0.155	1.517	5.8	0.067	0.660
0.2	0.385	3.777	2.5	0.150	1.476	6.0	0.064	0.624
0.3	0.385	3.777	2.6	0.147	1.438	6.3	0.060	0.591
0.4	0.385	3.777	2.7	0.143	1.402	6.5	0.057	0.560
0.5	0.385	3.777	2.8	0.140	1.369	6.8	0.054	0.533
0.6	0.385	3.777	2.9	0.136	1.337	7.0	0.052	0.508
0.7	0.352	3.440	3.0	0.133	1.307	7.3	0.049	0.484
0.8	0.322	3.156	3.1	0.130	1.279	7.5	0.047	0.463
0.9	0.297	2.917	3.2	0.128	1.252	7.8	0.045	0.443
1.0	0.277	2.719	3.3	0.125	1.227	8.0	0.043	0.425
1.1	0.260	2.552	3.4	0.123	1.203	8.3	0.042	0.408
1.2	0.245	2.408	3.5	0.120	1.180	8.5	0.040	0.392
1.3	0.233	2.282	3.6	0.118	1.158	8.8	0.038	0.377
1.4	0.222	2.173	3.7	0.116	1.137	9.0	0.037	0.363
1.5	0.212	2.075	3.8	0.114	1.117	9.3	0.036	0.350
1.6	0.203	1.988	3.9	0.112	1.098	9.5	0.034	0.338
1.7	0.195	1.909	4.0	0.110	1.079	9.8	0.033	0.326
1.8	0.187	1.838	4.3	0.101	0.988	10.0	0.032	0.316
1.9	0.181	1.773	4.5	0.093	0.915	15.0	0.019	0.184
2.0	0.175	1.713	4.8	0.087	0.851	20.0	0.013	0.125
2.1	0.169	1.658	5.0	0.081	0.795			
2.2	0.164	1.608	5.3	0.076	0.745			

3) 응답스펙트럼 해석결과

(1) 교각방향(X방향) 지진하중 재해시

① 교각방향

구분	종류	V2(kN)	V3(kN)	비고
교대 1	1	92	256.196	23.344
	2	93	256.034	23.369
	3	94	255.942	23.382
	4	95	255.830	23.381
	5	96	255.713	23.377
	6	97	255.604	23.366
	7	98	255.467	23.344
교각 1	1	99	306.088	23.426
	2	100	306.970	23.495
	3	101	307.641	23.569
	4	102	308.186	23.622
	5	103	308.975	23.613
	6	104	309.800	23.558
	7	105	310.147	23.505
	8	106	306.201	22.942
	9	107	307.084	23.035
	10	108	307.765	23.132
	11	109	308.306	23.179
	12	110	309.091	23.161
	13	111	309.924	23.117
	14	112	310.272	23.081
교각 2	1	113	314.396	23.725
	2	114	315.550	23.793
	3	115	316.178	23.866
	4	116	316.693	23.922
	5	117	317.461	23.916
	6	118	318.282	23.852
	7	119	318.782	23.788
	8	120	314.270	24.075
	9	121	315.424	24.135
	10	122	316.061	24.225
	11	123	316.572	24.273
	12	124	317.336	24.257
	13	125	318.165	24.213
	14	126	318.665	24.158
교대 2	1	127	255.919	24.512
	2	128	255.984	24.530
	3	129	255.879	24.544
	4	130	255.782	24.545
	5	131	255.643	24.542
	6	132	255.549	24.530
	7	133	255.567	24.501

7.2.2 시설물 점검이력

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

【표 7.2.1】 서문5교(서울방향) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2021. 03. 22 ~ 2021. 06. 30	정기안전점검	서문5교(서울방향)의 주요 손상현황으로는 신축이음 후타재파손, 교량받침 받침물탈 균열, 몰탈파손이 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공불량에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2021. 08. 23 ~ 2021. 11. 24	정기안전점검	서문5교(서울방향)의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속도로 후타재 접속부 이격, 신축이음 후타재파손, 교량받침 받침물탈 균열, 몰탈파손, 교대 신축이음 하부 누수가 조사되었다. 기 발생한 손상은 초기건조수축 및 시공불량에 의한 손상으로 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2022. 03. 02 ~ 2022. 06. 15	정기안전점검	- 교면포장 접속도로 후타재 접속부 이격 - 신축이음 후타재 파손, 신축이음 하부 누수 - 교량받침 받침물탈 균열(cw=0.3mm미만), 받침물탈 파손	양호

7.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다.

7.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

7.2.5 시설물 보수 이력

【표 7.2.2】 서문5교(서울방향) 보수이력사항

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

7.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 7.2.3】 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.			

7.3 현장조사

7.3.1 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~S3	도보, 고소차	2022.08.22.~2022.12.11.	
			
작업전경		작업전경	
			
제원조사		비파괴시험	

【사진 7.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

7.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향)는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=135.0m 폭 19.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 현장조사 결과 물끊기홈 시공불량이 확인 되었다.

【표 7.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	물끊기홈 시공불량 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	1.00	1
합계	1.00	1

	
S3 물끊기홈 시공불량(1EA)	바닥판 하면 상태양호
	—
바닥판 하면 상태양호	—

【사진 7.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 바닥판하면은 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공시 마감미흡에 의한 물끊기홈 미제거가 발생하였고, 손상부는 물끊기홈 제거 등의 정비가 요구된다.

나. BICON Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 BICON거더는 7열로 시공되었으며, 도보 및 고소작업차로 현장조사를 실시하였다



【사진 7.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 일부 구간에서 파손 및 재료분리가 조사되었다.

【표 7.3.2】 거더 현장조사 결과

구분		재료분리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
거더	S1	0.36	2	—	—
	S2	0.26	2	—	—
	S3	—	—	0.04	1
합계		0.62	4	0.04	1

	
S1-G3 재료분리 (1.2m×0.2m)	S1-G6 재료분리 (0.6m×0.2m)
	
S2-G4 재료분리 (0.7m×0.2m)	S2-G6 재료분리 (0.6m×0.2m)
	—
S3-G5 파손 (0.2m×0.2m)	—

【사진 7.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 거더에 발생한 재료분리의 경우, 시공시 다짐미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 하자 보수 완료전에 단면보수 등의 하자보수가 필요 할 것으로 판단되며, 거더는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거터의 횡변형 방지와 하중 횡분배 등의 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거터와 동일한 방법으로 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 콘크리트 박리, 이물질 미제거 등의 손상이 확인되었다.

【표 7.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분		박리 (㎡/개소)		이물질 미제거 (㎡/개소)	
가로보	S1	0.16	1	0.04	1
	S2	—	—	—	—
	S3	—	—	—	—
합계		0.16	1	0.04	1

	
S1 G4~5 이물질 미제거(0.2m×0.2m)	S1 G6~7 박리(0.4m×0.4m)

【사진 7.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 가로보는 현재 시공 미흡, 다짐미흡 등의 복합적인 원인에 의한 이물질 미제거, 콘크리트 박리가 조사되었다. 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향) 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 강관말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 현장조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 7.3.4】 교대 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 7.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

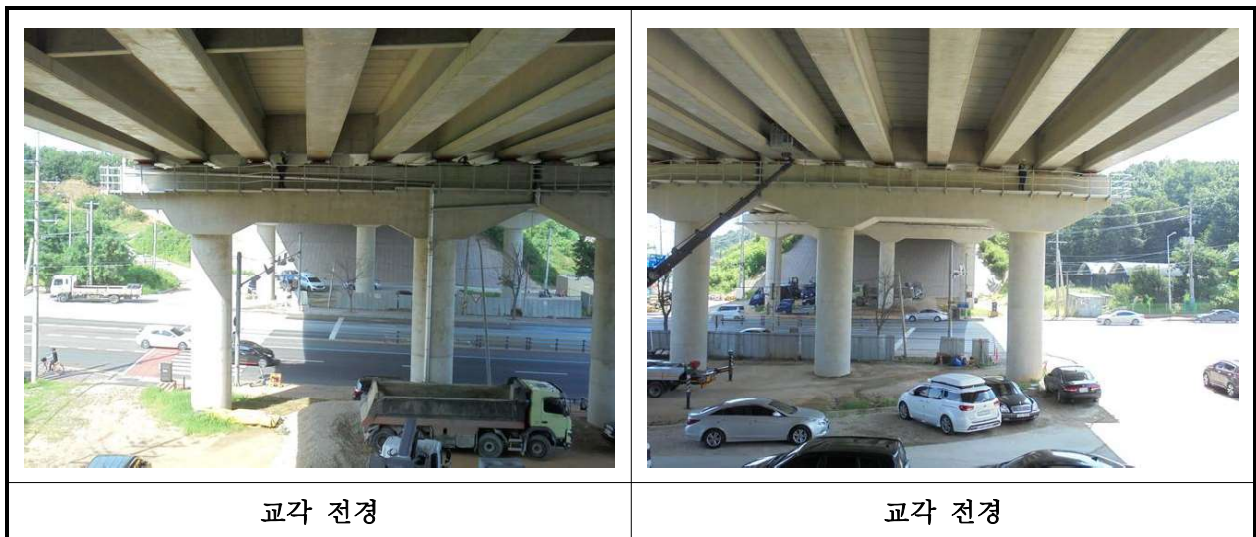
4) 검토의견

- 교대는 현재 안전에 저해 할만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향)의 교각은 π 형으로 구성되어 있으며, 복합말뚝기초로 시공되었다. 교각에 대한 현장조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 7.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 망상균열, 콘크리트 파손, 폐자재 적치가 조사되었다.

【표 7.3.5】 교각 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		폐자재 적치 (개소/개소)	
P1	16.00	2	0.20	1	—	—
P2	14.00	2	—	—	1.00	1
합계	30.00	4	0.20	1	1.00	1

	
P1 콘크리트 망상균열(10.0m×1.0m)	P1 콘크리트 망상균열(6.0m×1.0m)
	
P1 코핑부 상면 폐자재 적치	P1 콘크리트 파손(0.4m×0.5m)
	
P2 콘크리트 망상균열(6.0m×1.0m)	P2 콘크리트 망상균열(8.0m×1.0m)

【사진 7.3.11】 교각 손상현황

	—
P2 코핑부 상면 폐자재 적치	—

【사진 7.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

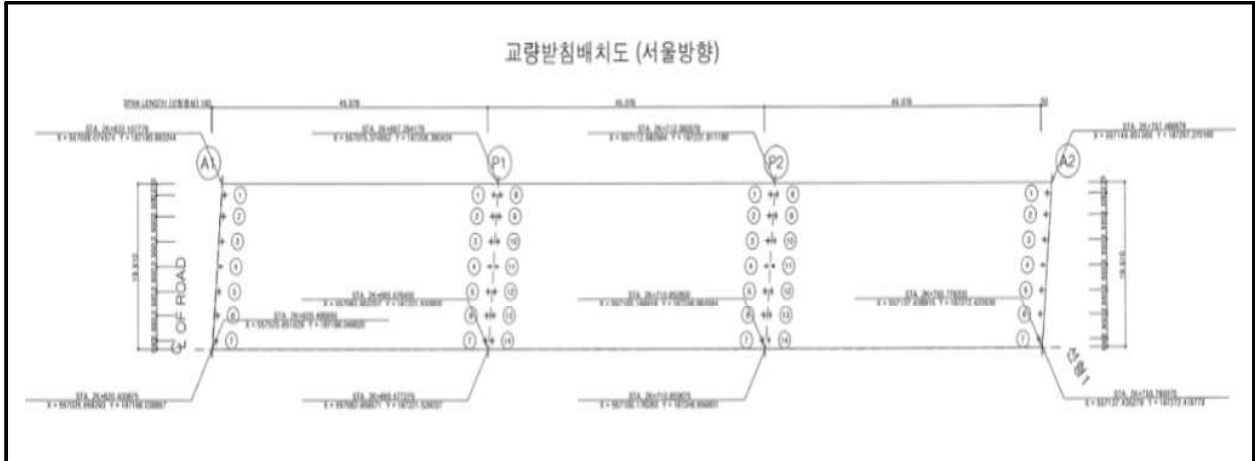
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 파손의 경우 시공시 외부 충격에 의한 손상이며, 폐자재 적치는 시공 후 마무리 미흡에 관한 손상으로 단면보수, 정비 등의 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향)의 받침은 탄성받침으로 총 42기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 7.3.1】 교량받침 배치도



【사진 7.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 받침 몰탈균열이 확인되었다.

【표 7.3.6】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침몰탈 균열 (m/개소)	
A1	—	—
P1	3.00	10
P2	0.20	1
A2	—	—
합계	3.20	11

	
P1-Sh8 무수축물탈 균열 (0.1mm/0.2m)	P1-Sh9 무수축물탈 균열 (0.1mm/0.2m)
	
P1-Sh11 무수축물탈 균열 (0.1mm/0.2m)	P2-Sh10 무수축물탈 균열 (0.1mm/0.2m)

【사진 7.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

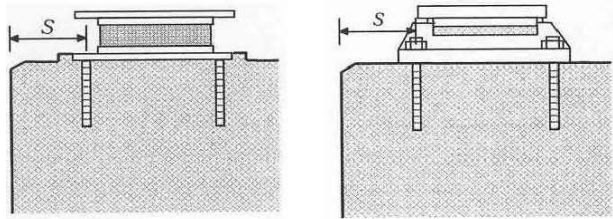
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 받침 물탈에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로 시급한 보수가 필요한 상태는 아니나, 하자담보 만료전 표면처리 등의 하자보수 실시 및 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

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 7.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 7.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45.0 = 425(\text{mm})$

【표 7.3.7】 연단거리 측정 결과

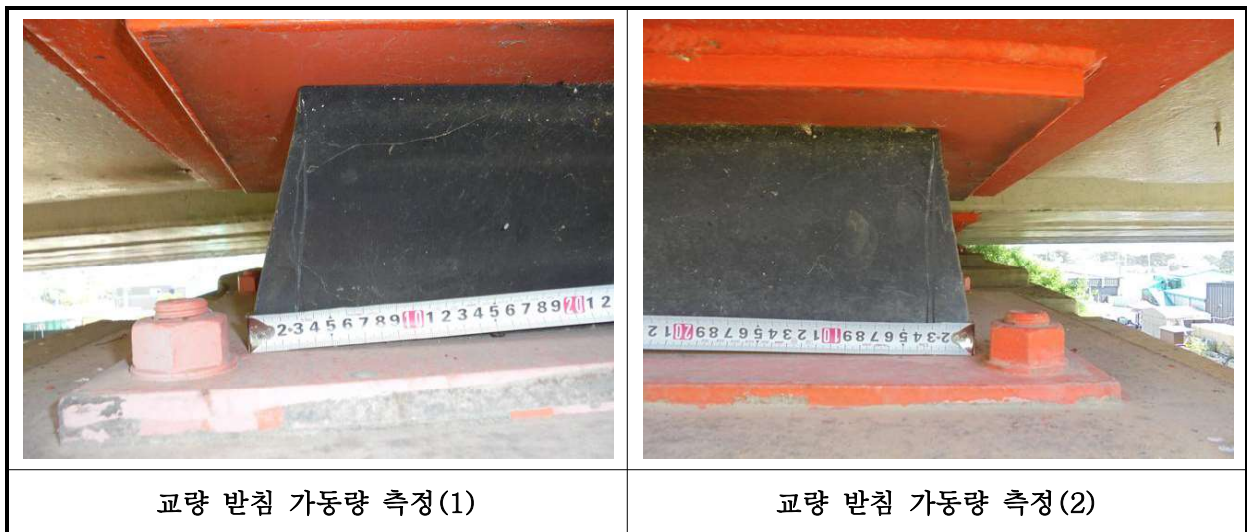
구 분		설계 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		425	515	515	515	515	515	515	515	O.K
P1	A1측	425	485	485	485	485	485	485	485	O.K
	A2측	425	485	485	485	485	485	485	485	O.K
P2	A1측	425	480	480	480	480	480	480	480	O.K
	A2측	425	480	480	480	480	480	480	480	O.K
A2		425	435	435	435	435	435	435	435	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 7.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 7.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	45.4	14.6	0.000012	90.0	49.0	15.8	
P1	45.4	14.6	0.000012	45.0	24.5	7.9	
P2	고정단						
A2	45.4	14.6	0.000012	45.0	24.5	7.9	

1) 조사당시 온도 : 25.4℃(조사일 : 2022년 08월 23일, 평균온도, 서울)
 2) 검토온도 : −20℃ ~ 40℃(한랭지방)

【표 7.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	실측 받침 가동여유량		최대 받침 이동량		허용변위 (mm)	검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	35	102.2	32.2	49.0	15.8	±67.2	O.K
	SH2	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH3	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH4	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH5	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH6	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
	SH7	35	102.2	32.2			±67.2	O.K
P1 (A1측)	SH1	0	33.6	33.6	24.5	7.9	±33.6	O.K
	SH2	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH3	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH4	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH5	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH6	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH7	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
P1 (A2측)	SH8	0	33.6	33.6	24.5	7.9	±33.6	O.K
	SH9	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH10	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH11	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH12	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH13	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
	SH14	0	33.6	33.6			±33.6	O.K
P2	고정단							
A2	SH1	30	97.2	37.2	24.5	7.9	±67.2	O.K
	SH2	30	97.2	37.2			±67.2	O.K
	SH3	30	97.2	37.2			±67.2	O.K
	SH4	30	97.2	37.2			±67.2	O.K
	SH5	30	97.2	37.2			±67.2	O.K
	SH6	30	97.2	37.2			±67.2	O.K
	SH7	30	97.2	37.2			±67.2	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, A2 모두 뉴모노셀조인트로 시공된 상태이다.



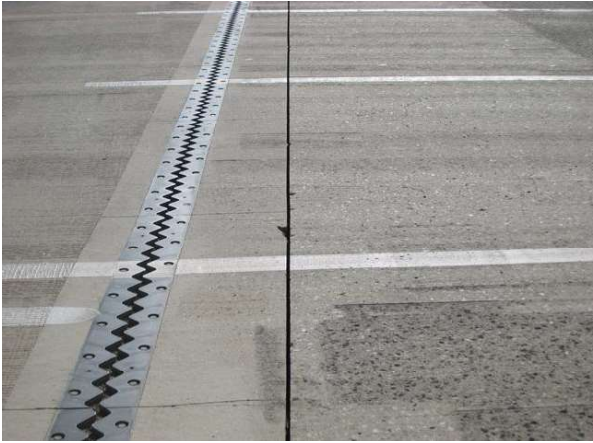
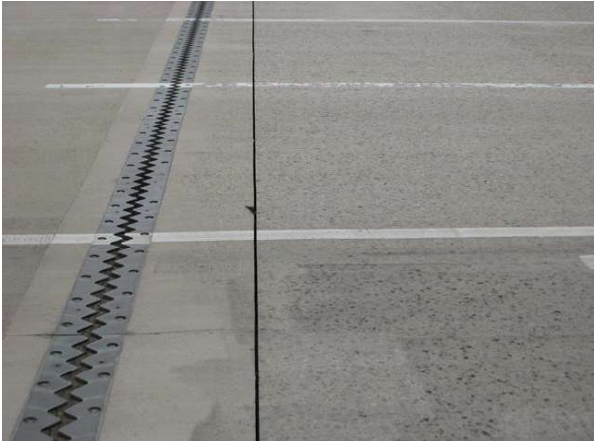
【사진 7.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 후타재 파손 및 하부 누수가 확인되었다.

【표 7.3.10】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 파손 (㎡/개소)		하부 누수 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	0.08	2	—	—
A2 (EXP J2)	—	—	2.00	4
합계	0.08	2	2.00	4

	
A1 후타재 파손 (0.2m×0.2m×2EA) - 금회	A1 후타재 파손 - 22년 상반기
	
A2 하부 누수 (0.5m/4EA)	A2 하부 누수 (0.5m/4EA)

【사진 7.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 파손의 경우, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 경미한 손상이나 하자 보수 만료전 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단되며, 하부 누수의 경우 진전시 신축이음 교체 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. 신축이음은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																		
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																			
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2022. 10. 19. 기온 적용: 10.5℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-10.5℃ = 29.5℃ ΔT(수축시) : -20.0℃-(10.5℃) = 30.5℃ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="3">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교	-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																
	RC, PSC교	-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																

【사진 7.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 7.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.5	29.5	0.00001	90.0	27.5	26.6	40.0	115.0	70.0	
A2	30.5	29.5	0.00001	45.0	13.7	13.3	35.0	45.0	220.0	
1) 조사당시 온도 : 10.5℃(조사일 : 2022년 10월 19일, 평균온도, 서울) 2) 검토온도 : -20℃ ~ 40℃(한랭지방)										

【표 7.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 싹출유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	신축이음	27.5	26.6	40.0	150	82.6	13.5	O.K
	바닥판			115.0	-	-	88.5	O.K
	거더			70.0	-	-	43.5	O.K
A2	신축이음	13.7	13.3	35.0	150	101.3	21.7	O.K
	바닥판			45.0	-	-	31.7	O.K
	거더			220.0	-	-	206.7	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K								

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.



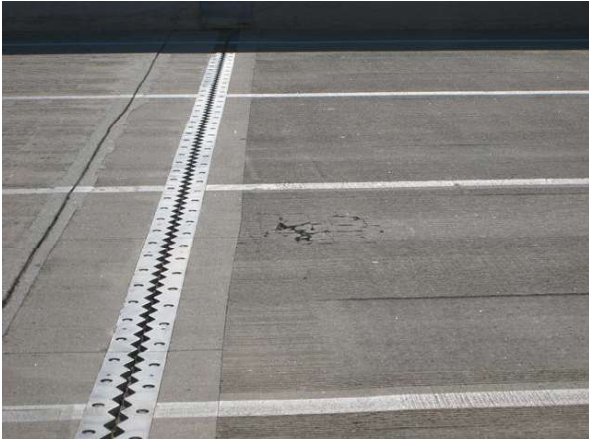
【사진 7.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장부 파손 및 접속부 이격이 확인되었다.

【표 7.3.13】 교면포장 현장조사 결과

구분	접속부 이격 (m/개소)		포장 파손 (㎡/개소)	
S1	14.00	1	—	—
S2	—	—	—	—
S3	14.00	1	1.00	1
합계	28.00	2	1.00	1

	
S1 포장 파손(1.0m×1.0m)	A1 접속부 이격 (14.0m)
	
A2 접속부 이격 (14.0m)	A2 접속부 이격 (14.0m)

【사진 7.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 교면포장은 A1, A2측 후타재 접속부 이격이 발생한 상태로 확인 되었으며, 손상은 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인이 필요하며, 포장부 파손은 다짐미흡 및 중차량 통행, 공용중 열화에 의한 파손이 발생하였으며 단면보수 등의 조치가 요구된다, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향)는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 7.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수관 탈락이 확인되었다.

【표 7.3.14】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 탈락 (개소/개소)	
S1	1.00	1
S2	—	—
S3	—	—
합계	1.00	1

	
배수구 상태 양호	S1 A1측 배수관 탈락
	
S1 A1측 배수관 탈락	S1 A1측 배수관 탈락

【사진 7.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비 를 통한 유지관리가 필요하다. 금회 발생된 배수관 탈락의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 배수관 교체 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

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



【사진 7.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm 내, 외 균열이 조사되었다.

【표 7.3.15】 난간 및 연석 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)	
	내	외	내	외
S1	—	—	—	—
S2	4.50	3	1.50	1
S3	—	—	1.00	1
합계	4.50	3	2.50	2

	
S2 방호벽 균열 (0.3mm/1.5m)	S2 방호벽 균열 (0.3mm/1.5m×3EA)
	
S2 방호벽 균열 (0.3mm/1.5m×3EA)	S3 방호벽 균열 (0.3mm/1.0m)

【사진 7.3.24】 난간 및 연석 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

- 난간 및 연석에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이나 하자보수 만료전 표면처리 등의 하자보수가 필요 할 것으로 사료되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 여부 확인 등의 유지 관리가 필요할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 서문5교(서울방향)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1, P2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



점검통로 전경

【사진 7.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 7.3.16】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
합계	—	—



【사진 7.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 도로포장

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

2) 도로부 신축이음부

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

3) 추락방지시설, 환기구 등의 덮개

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

7.3.3 현장조사 총괄표

【표 7.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	물끊기홈 시공불량	EA	1.00	1	
거더	재료분리	m ²	0.62	4	
	파손	m ²	0.04	1	
가로보	박리	m ²	0.16	1	
	이물질 미제거	m ²	0.04	1	
교대	상태양호	—	—	—	
교각	망상균열	m	30.00	4	
	파손	m ²	0.20	1	
	폐자재 적치	m ²	1.00	1	
교량받침	받침몰탈 균열	m	3.20	11	
신축이음	후타재 파손	m ²	0.08	2	
	하부 누수	m	2.00	4	
교면포장	접속부 이격	m	28.00	2	
	포장파손	m ²	1.00	1	
배수시설	배수관 탈락	EA	1.00	1	
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	4.50	3	
	균열 (0.3mm이상)	m	2.50	2	
점검시설	상태양호	—	—	—	

7.3.4 전회차 손상물량 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

7.4 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.

7.4.1 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 7.4.1】 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	3	3	3	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

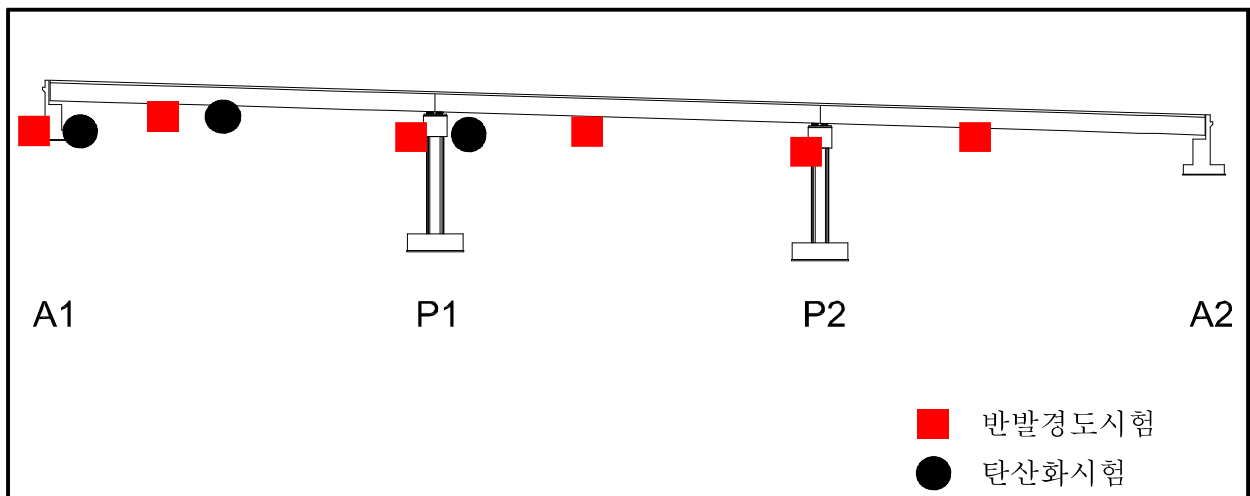
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 각 1회씩 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 7.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 7.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

7.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 6개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 7.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	46.1	27.2	28.7	0.67	27.0	
	S2	바닥판	46.3	27.3	28.8			
	S3	바닥판	46.3	27.3	28.7			

【표 7.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

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

【표 7.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	권영웅 외	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	48.1	40.6	48.3	0.67	40.0	
	P2	교각	50.1	42.6	51.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.2~28.8MPa, 하부구조(교대) 25.1~27.5 MPa, 하부구조(교각) 40.6~51.3MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단 된다.

【표 7.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	측정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.2~28.8	27.0	100.7~106.7
하부구조	교대	25.1~27.5	24.0	104.6~114.6
	교각	40.6~51.3	40.0	101.5~128.3

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 7.4.6】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	평가 결과
상부구조	S1 바닥판	3.0	40.0	37.0	2.12	100년이상	a
하부구조	A1 홍벽	2.0	100.0	98.0	1.41	100년이상	a
	P1 코핑부	3.0	100.0	97.0	2.12	100년이상	a

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

【표 7.4.7】탄산화 시험결과 분석

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

② 기 점검결과와의 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 7.4.8】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2~28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.1~27.5	24.0	
		교각	40.6~51.3	40.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		97.0~98.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

7.5 상태평가

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

7.5.1 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 7.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	BICON	a	b	b	a	b	a	b	a	a	q	a	a
S2	P1	BICON	a	b	a	a	a	b	—	b	b	q	—	a
S3	P2	BICON	b	b	a	b	a	b	—	b	b		—	—
	A2								c	a	a	q	—	—
평균			0.133	0.200	0.133	0.133	0.133	0.167	0.300	0.150	0.150	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.024	0.040	0.007	0.009	0.004	0.003	0.027	0.014	0.030	—	0.004	0.003
													0.165	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.165) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 7.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
서문5교(서울방향)	0.165	B	135	4	540	1.000	0.165
합계(Σ)			135	4	540	1	0.165
1. 평가지수 =							0.165
2. 상태평가결과 =							B

7.5.2 기 점검 결과와의 비교

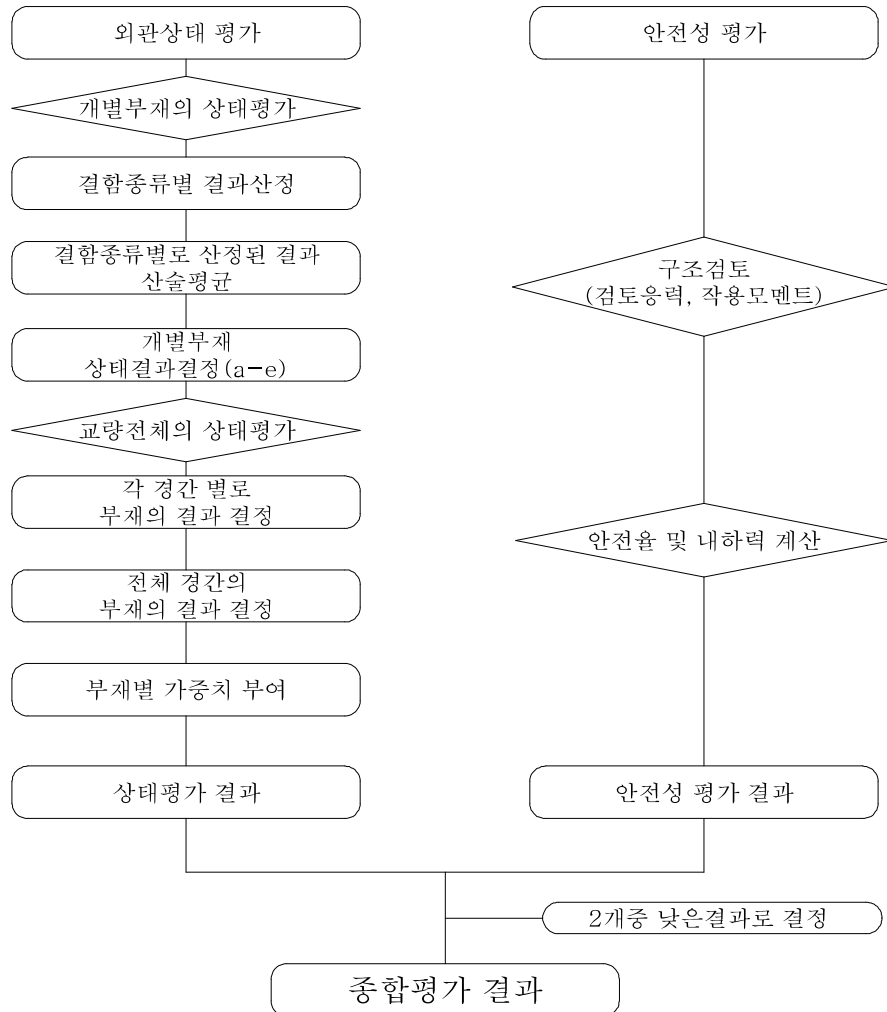
- 금회 정밀안전점검은 최초의 정밀안전점검이다

7.6 종합평가 및 안전등급 지정

7.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 7.6.1】 종합평가 결과 산정절차

7.6.2 종합평가 결과

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

【표 7.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
서문5교(서울방향)	0.165	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

7.6.3 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 7.6.2】 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

7.7 보수·보강 및 유지관리방안

7.7.1 보수·보강 방안

【표 7.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	물끊기홈 시공불량	EA	1.00	1	정비	하자
거더	재료분리	m ²	0.62	4	단면보수	하자
	파손	m ²	0.04	1	단면보수	하자
가로보	박리	m ²	0.16	1	단면보수	하자
	이물질 미제거	m ²	0.04	1	단면보수	하자
교대	상태양호	—	—	—	—	—
교각	망상균열	m ²	30.00	4	표면처리	하자
	파손	m ²	0.20	1	단면보수	하자
	폐자재 적치	m ²	1.00	1	정비	하자
교량받침	받침물탈 균열	m	3.20	11	표면처리	하자
신축이음	후타재 파손	m ²	0.08	2	단면보수	하자
	하부 누수	m	2.00	4	교체	하자
교면포장	접속부 이격	m	28.00	2	실란트충전	하자
	포장파손	m ²	1.00	1	아스콘팻칭	하자
배수시설	배수관 탈락	EA	1.00	1	정비	하자
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	4.50	3	표면처리	하자
	균열 (0.3mm이상)	m	2.50	2	주입보수	하자
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

7.7.2 개략공사비

【표 7.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥면	물끓기홈 시공불량	정비	1.00	1.00	EA	—	—	하자
거더	재료분리	단면보수	0.62	0.93	m²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.04	0.06	m²	—	—	하자
가로보	박리	단면보수	0.16	0.24	m²	—	—	하자
	이물질 미세거	단면보수	0.04	0.06	m²	—	—	하자
교각	망상균열	표면처리	30.00	45.00	m²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.20	0.30	m²	—	—	하자
	폐자재 적치	정비	1.00	1.50	m²	—	—	하자
교량받침	받침물탈 균열	표면처리	3.20	1.20	m	—	—	하자
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.08	0.12	m²	—	—	하자
	하부 누수	교체	2.00	3.00	m	—	—	하자
교면포장	접속부 이격	실란트충전	28.00	42.00	m	—	—	하자
	포장파손	아스콘팻칭	1.00	1.50	m²	—	—	하자
배수시설	배수관 탈락	정비	1.00	1.00	EA	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.50	1.69	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.50	3.75	m	—	—	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.

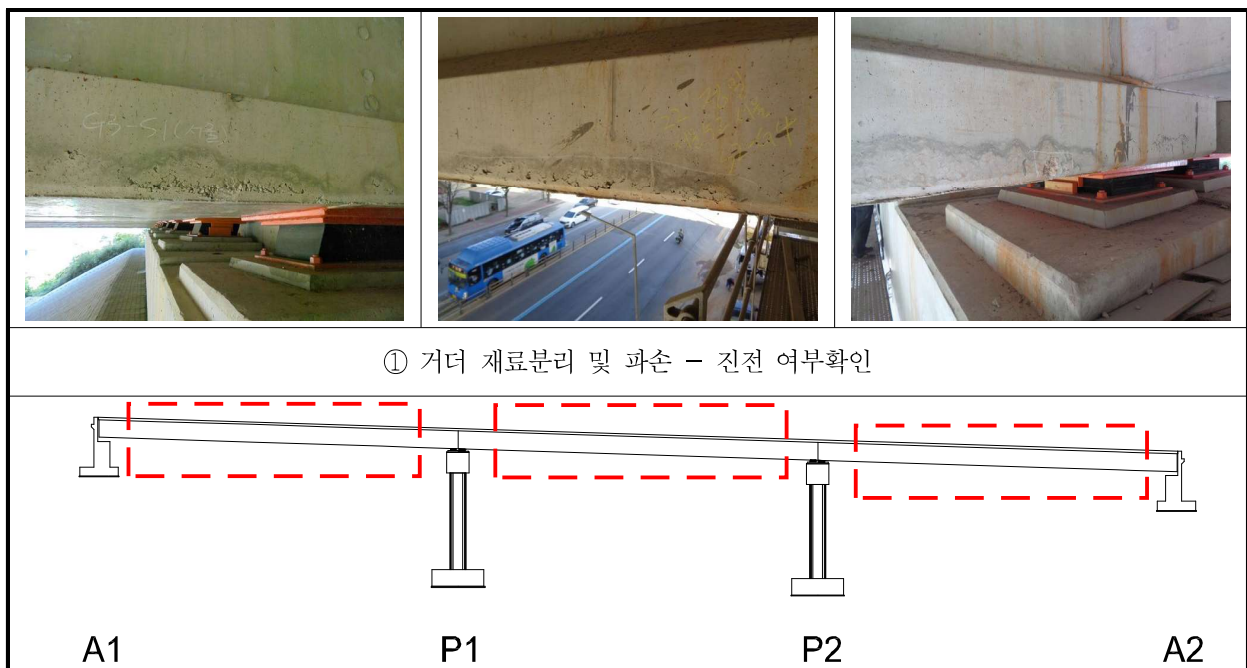
7.7.3 유지관리방안

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 7.7.3】 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



7.8 종합결론

본 시설물은 경기도 고양시 덕양구 중랑로 341-25(도내동)에 위치한 교량으로 총 연장 135.0m, 폭 19.5m의 BICON Girder 교량으로, 2020년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

7.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면은 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공시 마감미흡에 의한 물 끓기흙 미제거가 발생하였고, 손상부는 물끓기흙 제거 등의 정비가 요구된다.

2) BICON Girder

- 거더에 발생한 재료분리의 경우, 시공시 다짐미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 하자 보수 완료전에 단면보수 등의 하자보수가 필요 할 것으로 판단되며, 거더는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보는 현재 시공 미흡, 다짐미흡 등의 복합적인 원인에 의한 이물질 미제거, 콘크리트 박리가 조사되었다. 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대는 현재 안전에 저해 할만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 파손의 경우 시공시 외부 충격에 의한 손상이며, 폐자재 적치는 시공 후 마무리 미흡에 관한 손상으로 단면보수, 정비 등의 유지관리가 필요 할 것으로 사료된다.

6) 교량받침

- 받침 몰탈에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로 시급한 보수가 필요한 상태는 아니나, 하자담보 만료전 표면처리 등의 하자보수 실시 및 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 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.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 파손의 경우, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 경미한 손상이나 하자 보수 만료전 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단되며, 하부 누수의 경우 진전시 신축이음 교체 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. 신축이음은 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 A1, A2측 후타재 접속부 이격이 발생한 상태로 확인 되었으며, 손상은 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인이 필요하며, 포장부 파손은 다짐미흡 및 중차량 통행, 공용중 열화에 의한 파손이 발생하였으며 단면보수 등의 조치가 요구된다, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비 를 통한 유지관리가 필요하다. 금회 발생된 배수관 탈락의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 배수관 교체 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

10) 방호벽

- 난간 및 연석에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이나 하자보수 만료전 표면처리 등의 하자보수가 필요 할 것으로 사료되며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진진 및 신규 손상 발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.2~28.8MPa, 하부구조(교대) 25.1~27.5 MPa, 하부구조(교각) 40.6~51.3MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:40.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 서문5교(서울방향)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 서문5교(서울방향)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

7.8.2 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.

7.8.3 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.