

19. 가천교

- 19.1 시설물 개요
- 19.2 자료수집 및 분석
- 19.3 현장조사
- 19.4 콘크리트 내구성조사
- 19.5 안전성능 평가
- 19.6 내구성능 평가
- 19.7 사용성능 평가
- 19.8 종합성능평가
- 19.9 유지관리 전략제안
- 19.10 종합결론 및 건의사항

19. 가천교

19.1 시설물의 개요

본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 가천리(상주영천고속도로 65.448~65.763km)에 위치한 교량으로서 총 연장 315.0m, 폭 23.4m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

19.1.1 일반사항

【표 19.1.1】 가천교 일반사항

구 분		내 용		구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000280		관리번호	SY BR.24	
시설물위치		경상북도 영천시 신녕면 화성리 541-9		준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		65.448~65.763km		공사이정	0.090~0.405km	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=315.0m, (9@35m=315m)				
	폭	B=23.4m, 4차로				
구조 형식	상부	PSC BEAM	기초 형식	교대	직접, 말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형		교각	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음	핑거	
교차시설물		가천천		통과높이	9.0m	
부착시설내용		-				
시 공 자		삼환기업(주)		관리주체	상주영천고속도로(주)	

19.1.2 위치도 및 전경사진

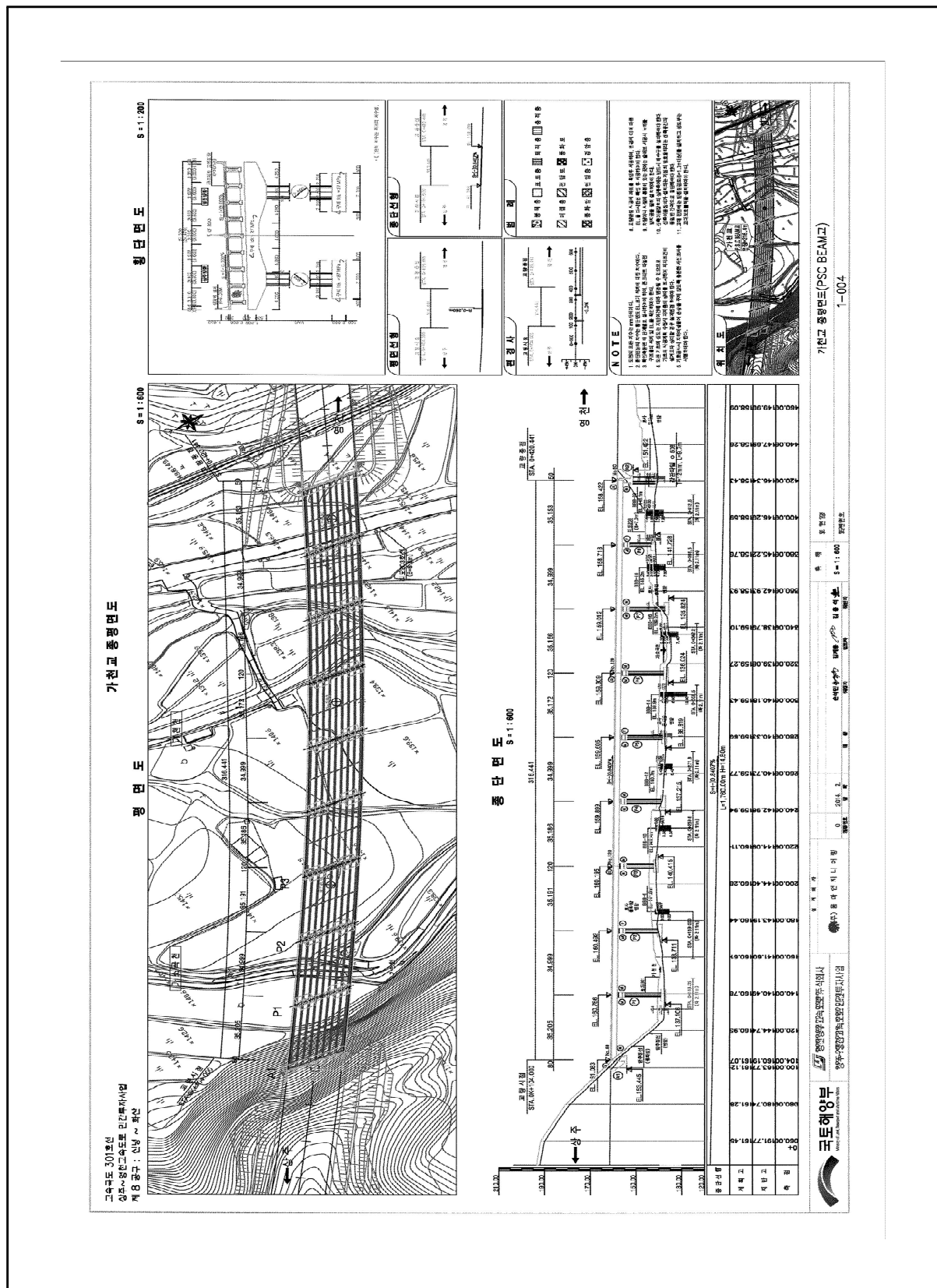


【그림 19.1.1】 위치도

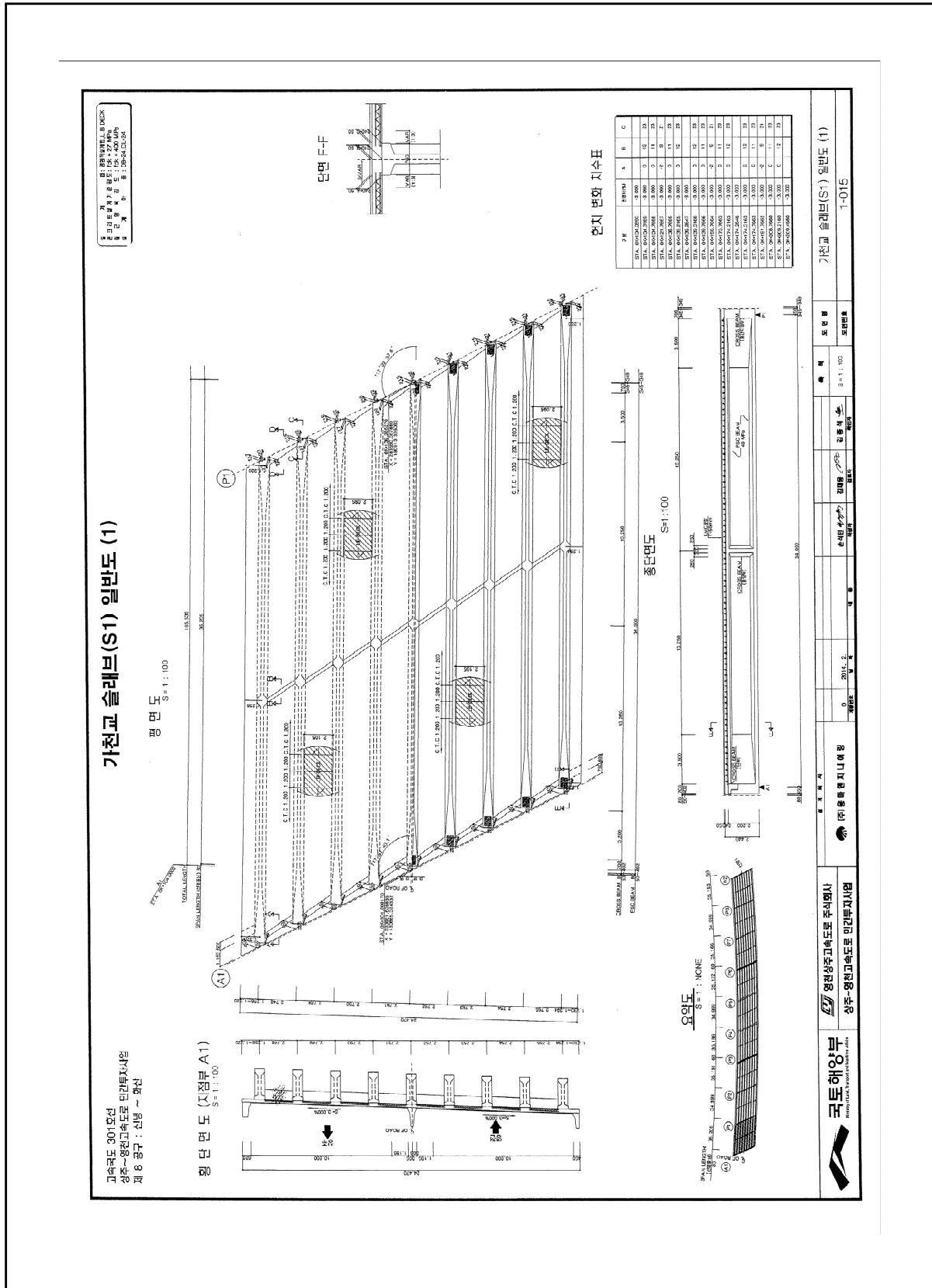
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 19.1.2】 부재별 현황

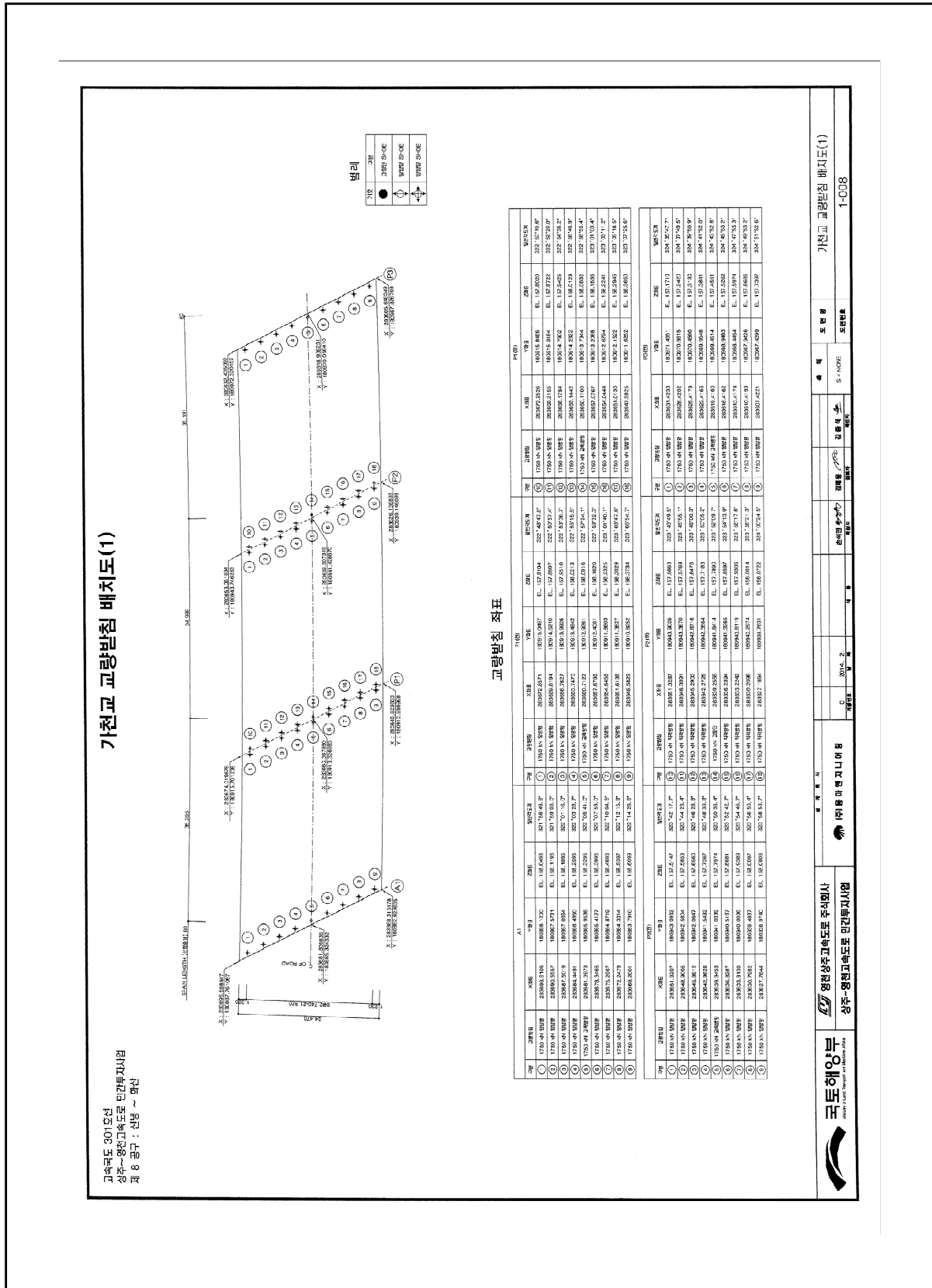
19.1.3 시설물 일반도



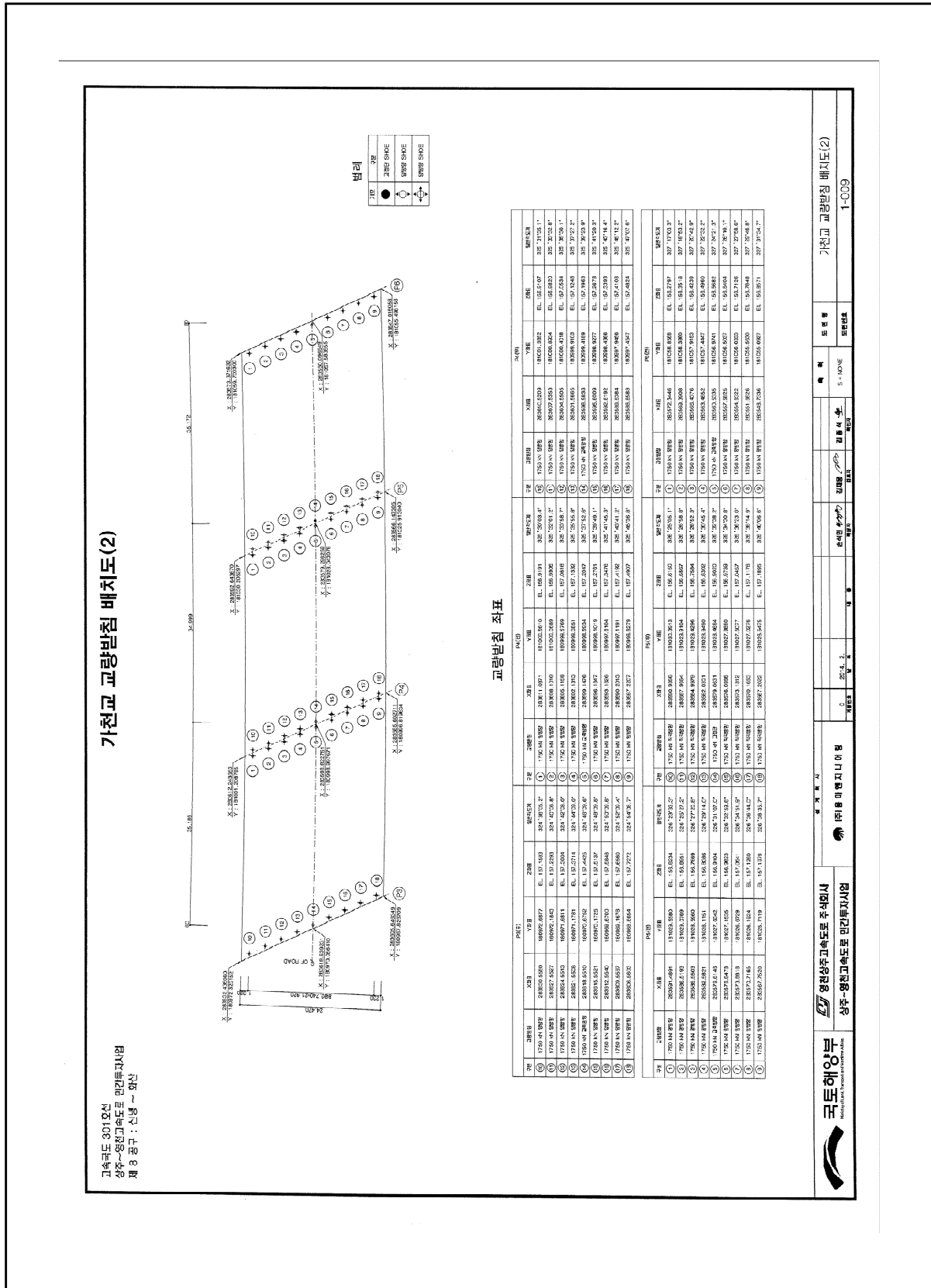
【그림 19.1.3】 평면 및 종단면도



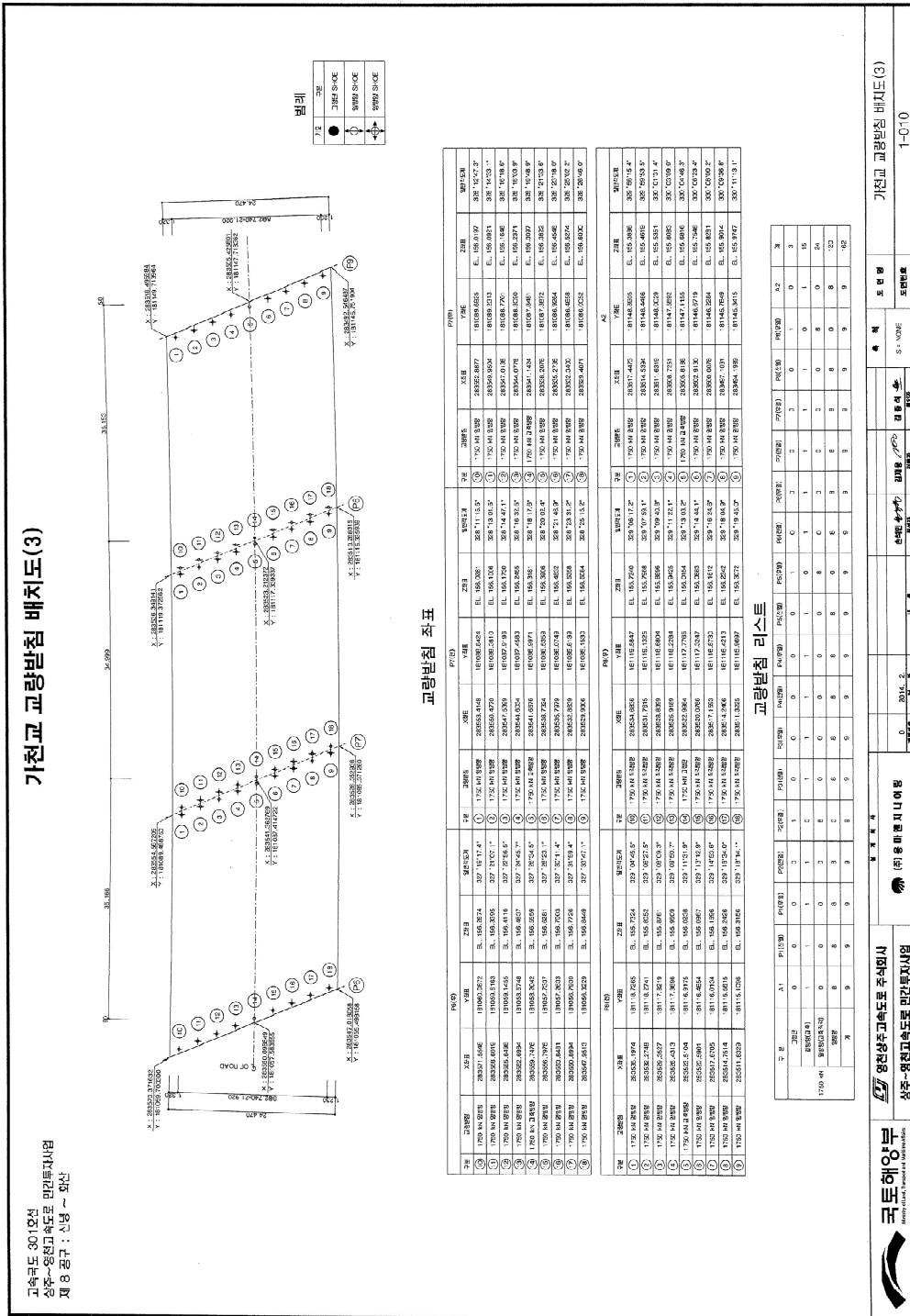
【그림 19.1.4】 슬래브 일반도



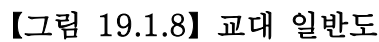
【그림 19.1.5】 교량받침 배치도(1)

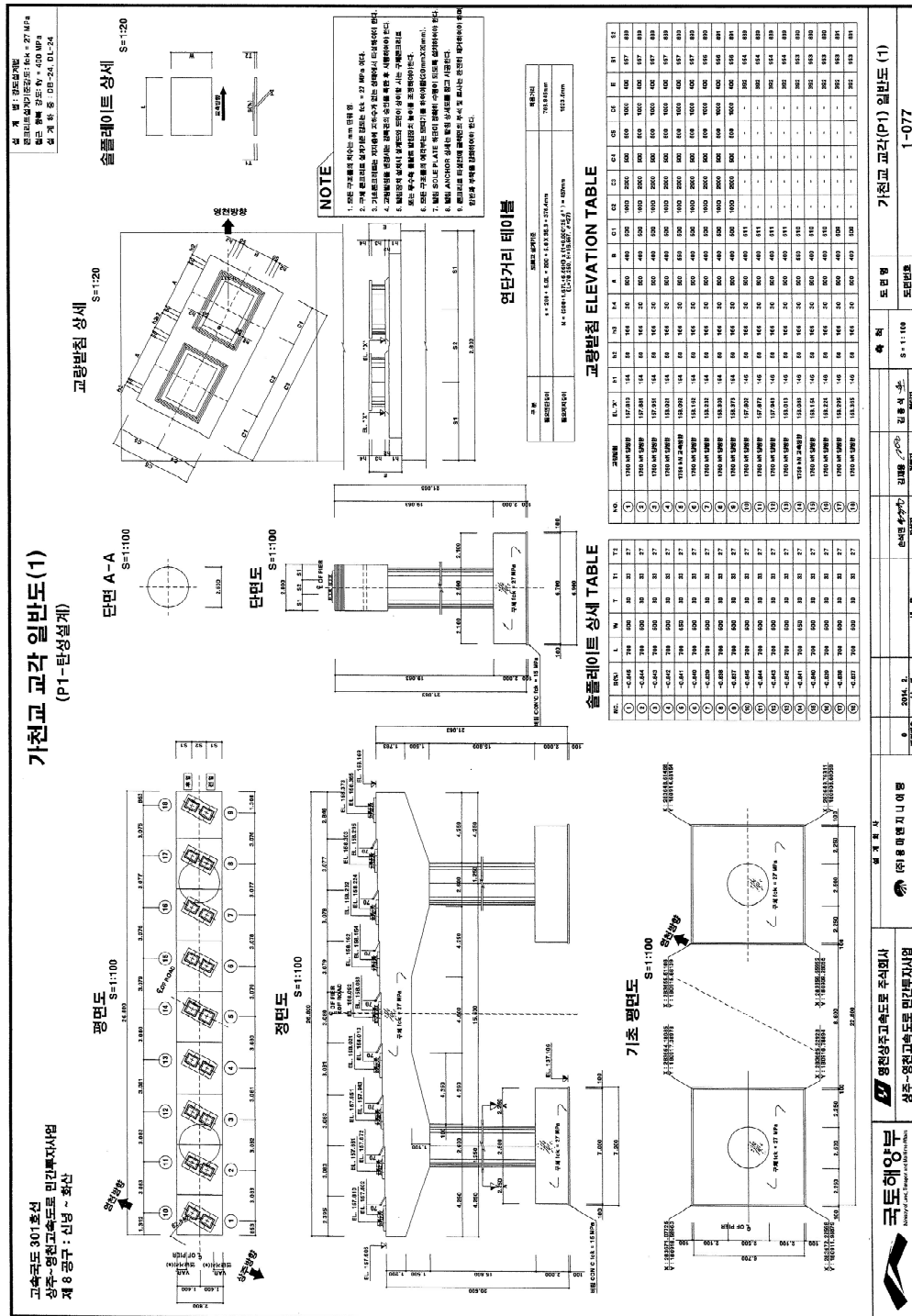


【그림 19.1.6】 교량받침 배치도(2)

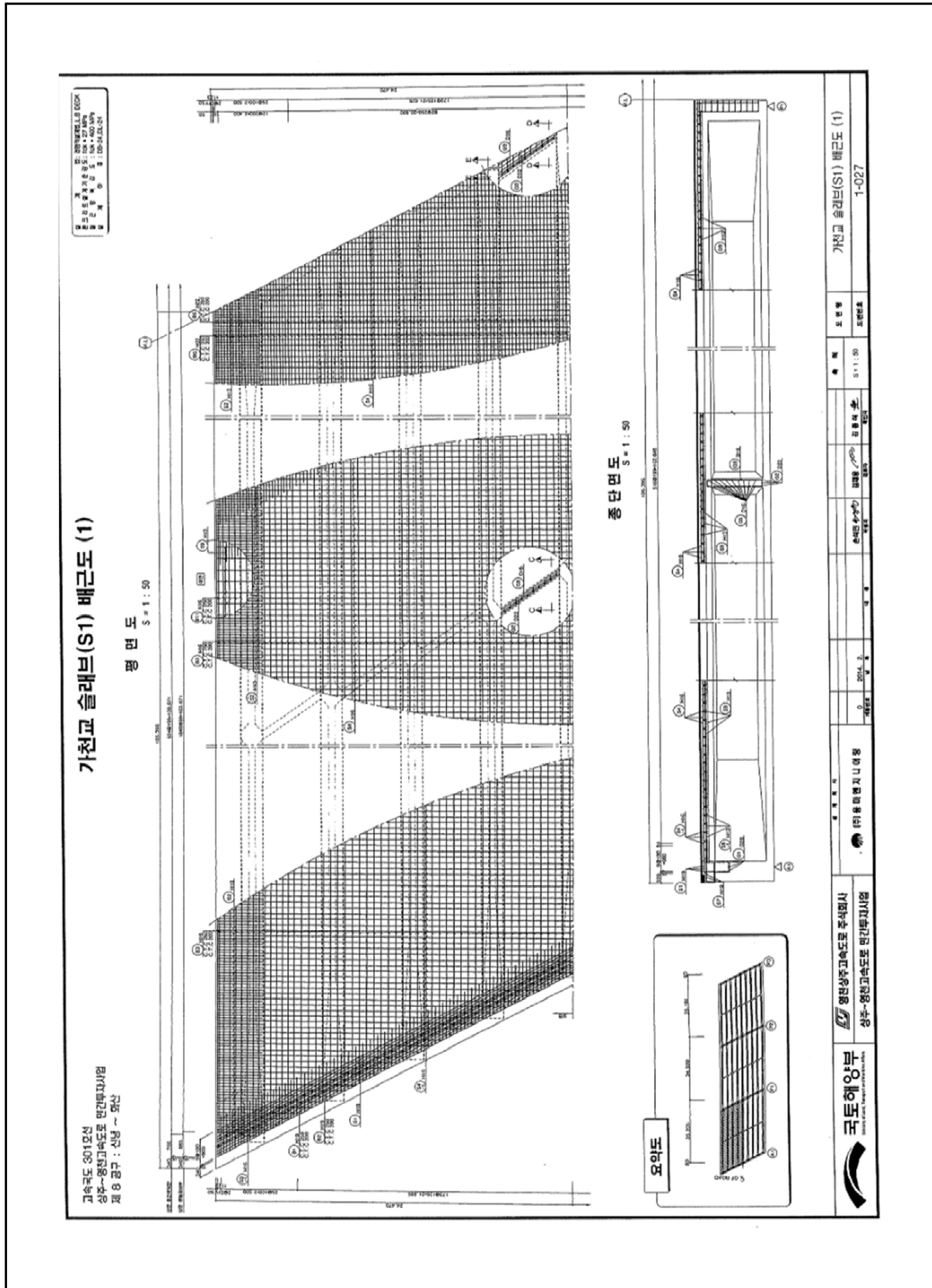


【그림 19.1.7】 교량받침 배치도(3)

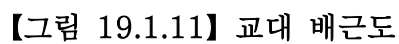


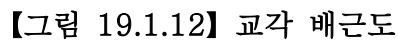


【그림 19.1.9】 교각 일반도



【그림 19.1.9】 바닥판하면 배근도



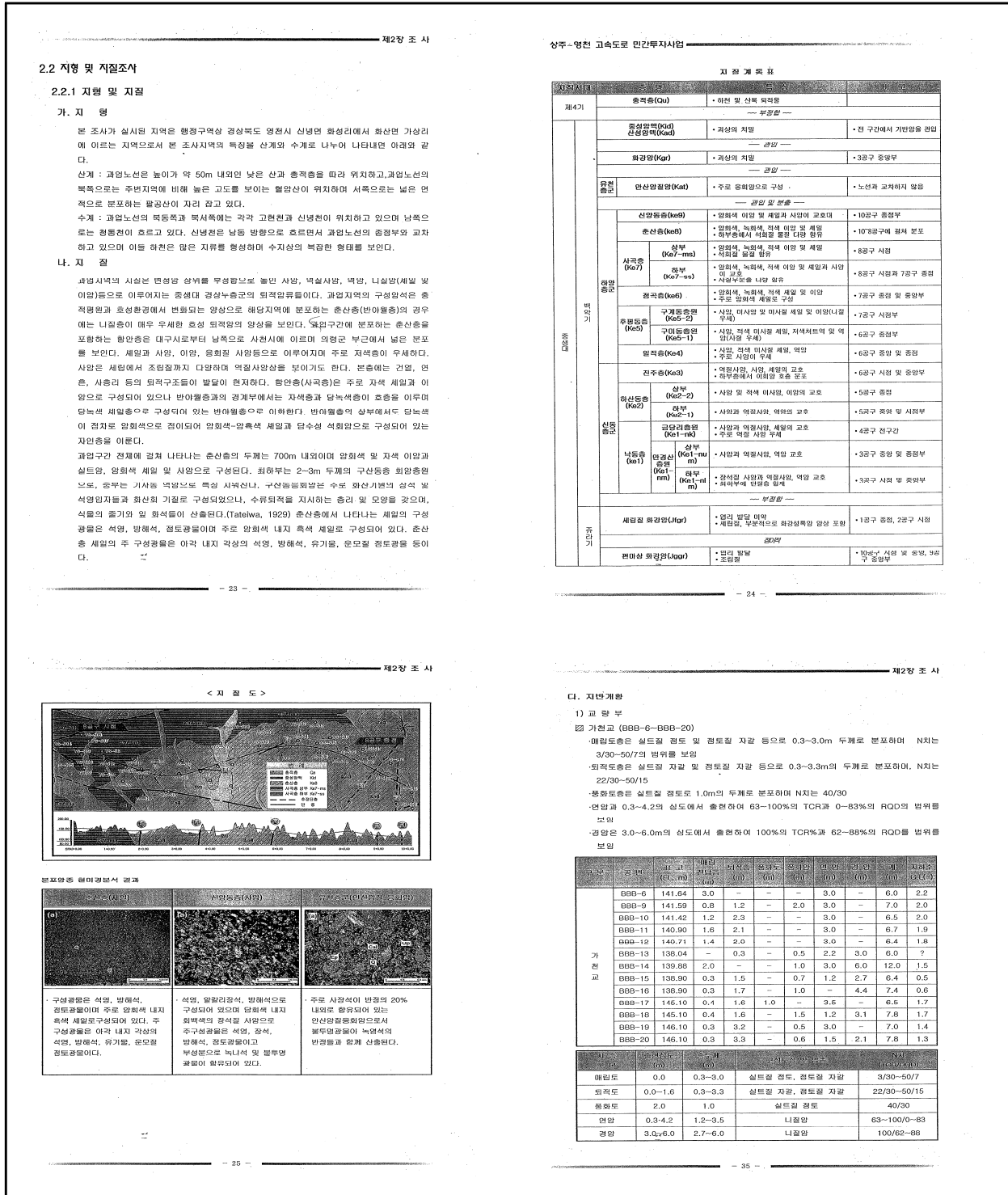


19.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 8공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

19.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



나. 지반 및 지질 조사보고서

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

4.2 지층분포 특성을 위한 조사

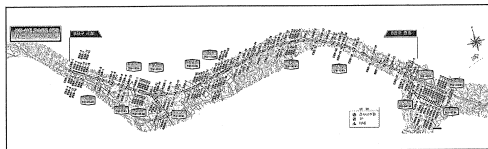
4.2.1 개요

가. 기본 방향

- 계획구간 및 토공구간 상세지층, 지질 이상에 따라, 일반 분류식 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 암종 경계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절법 탄성파 탐사 7.7km, 시추조사 137공, 시험굴조사 12개소, 표준관입시험 504회



① 굴절법 탄성파 탐사

측선명	탐사구간(STA)	측선방향	연장(m)	측선명	탐사구간(STA)	측선방향	연장(m)
SH-1	0+000~0+024	종방향	94	SV-5	1+200	횡방향	80
SH-2	0+620~0+832	종방향	212	SV-6	1+380	횡방향	55
SH-3	1+000~1+551	종방향	551	SV-7	1+485	횡방향	60
SH-4	2+690~3+030	종방향	380	SV-8	2+740	횡방향	75
SH-5	3+740~3+880	종방향	140	SV-9	2+950	횡방향	85
SH-6	4+050~4+180	종방향	120	SV-10	3+810	횡방향	95
SH-7	4+720~5+060	종방향	340	SV-11	4+110	횡방향	75
SH-8	5+140~5+400	종방향	260	SV-12	4+805	횡방향	90
SH-9	5+600~5+680	종방향	80	SV-13	4+980	횡방향	80
SH-10	5+720~5+840	종방향	120	SV-14	5+190	횡방향	80
SH-11	5+940~6+280	종방향	340	SV-15	5+650	횡방향	60
SH-12	7+020~7+220	종방향	200	SV-16	5+770	횡방향	85
SH-13	7+400~7+720	종방향	320	SV-17	6+035	횡방향	75
SH-14	8+060~8+240	종방향	180	SV-18	6+215	횡방향	95
SH-15	8+580~8+840	종방향	260	SV-19	7+000	횡방향	80
SH-16	8+980~9+140	종방향	160	SV-20	7+535	횡방향	60
SH-17	9+400~9+540	종방향	140	SV-21	7+675	횡방향	80
SH-18	9+600~9+740	종방향	140	SV-22	8+125	횡방향	100
SH-19	9+800~10+040	종방향	240	SV-23	8+660	횡방향	80
SV-1	0+000	횡방향	85	SV-24	9+050	횡방향	70
SV-2	0+680	횡방향	55	SV-25	9+510	횡방향	55
SV-3	0+780	횡방향	65	SV-26	9+670	횡방향	95
SV-4	1+118	횡방향	60	SV-27	9+940	횡방향	95

80

제4장 조사결과

- ② 시추조사
- 구간별 조사 현황

구 분	조사심도 기준	실 시 수 량	비 고
교량구간	교대 및 교각 하단 1개소 통하단7m, 연안9m, 경안1m	77공	-
토공구간	절토계측선 하부 3m까지	60공	-

• 교량구간

구 분	구 번	STA	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
가천교	BBB-1					시추불가
	BBB-2					시추불가
	BBB-3					시추불가
	BBB-4					시추불가
	BBB-5					시추불가
	BBB-6	0+157.7(우9.85m)	203,049.090	100,829.071	141.64	6.0
	BBB-7					시추불가
	BBB-8					시추불가
	BBB-9	0+237.29(좌2.11m)	203,615.763	181,003.015	141.59	7.0
	BBB-10	0+238.41(우2.52m)	203,611.246	181,001.466	141.42	6.5
호정교	BBB-11	0+265.13(좌5.95m)	203,604.290	181,028.648	140.90	6.7
	BBB-12	0+270.13(우5.95m)	203,591.543	181,026.617	140.71	6.4
	BBB-13	0+306.77(우2.64m)	203,584.244	181,062.156	138.04	6.0
	BBB-14	0+306.77(우2.64m)	203,575.301	181,059.346	139.88	12.0
	BBB-15	0+335.21(좌5.95m)	203,567.320	181,088.180	139.22	6.4
	BBB-16	0+340.21(우5.95m)	203,554.573	181,086.150	139.22	7.4
	BBB-17	0+370.27(좌5.94m)	203,548.814	181,117.979	145.18	6.5
	BBB-18	0+375.21(우5.81m)	203,536.195	181,116.028	145.18	7.8
	BBB-19	0+405.22(좌6.06m)	203,530.483	181,147.712	146.10	7.0
	BBB-20	0+404.08(우5.11m)	203,521.583	181,140.753	146.10	7.8
신녕교	BBB-21	1+607.61(우20.60m)	202,873.502	182,155.095	137.70	6.0
	BBB-22	1+621.83(좌33.47m)	202,911.938	182,195.702	137.32	7.0
	BBB-23	1+961.13(좌7.77m)	202,711.100	182,470.389	149.94	12.0
	BBB-24	1+972.13(좌4.75m)	202,694.656	182,473.127	147.99	6.0
	BBB-25	1+992.46(좌5.95m)	202,693.028	182,496.043	134.34	6.0
	BBB-26	1+999.46(우5.95m)	202,676.892	182,496.786	133.15	6.0
	BBB-27	2+016.27(좌6.30m)	202,677.180	182,521.562	133.50	6.0

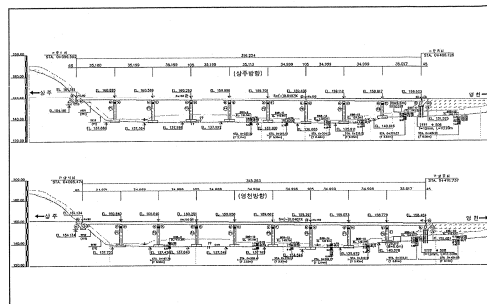
81

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

구 분	구 번	STA	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
신녕교	BBB-28	2+022.50(우9.90m)	202,663.377	182,521.234	132.60	6.0
	BBB-29	2+052.54(좌5.87m)	202,661.429	182,547.058	134.92	15.0
	BBB-30	2+059.54(우6.95m)	202,646.830	182,546.441	134.92	15.0
	BBB-31	2+070.14(좌4.86m)	202,646.461	182,572.953	135.40	15.0
	BBB-32	0+072.68(우8.87m)	202,630.835	182,571.965	135.10	15.0
	BBB-33	2+380.56(우1.80m)	202,507.981	182,848.477	141.01	10.0
신녕IC교	BBB-34	2+418.64(우1.14m)	202,497.734	182,873.268	144.96	6.0
	BBB-35	3+586.47(우3.52m)	202,414.192	184,022.229	134.37	6.2
	BBB-36	3+590.02(좌5.60m)	202,423.863	184,023.709	134.46	6.2
	BBB-37					시추불가
	BBB-38	3+621.27(좌12.11m)	202,437.012	184,052.805	134.08	8.0
	BBB-39	3+648.69(우6.17m)	202,425.126	184,083.537	134.52	9.0
갈매교	BBB-40	3+650.00(좌5.95m)	202,437.240	184,082.183	133.05	9.0
	BBB-41					시추불가
	BBB-42					시추불가
	BBB-43					시추불가
	BBB-44					시추불가
	BBB-45	4+218.92(좌5.95m)	202,560.872	184,637.512	124.91	11.1
향정교	BBB-46	4+218.92(우5.95m)	202,549.256	184,640.098	124.91	6.0
	BBB-47	4+247.11(좌2.64m)	202,563.767	184,665.746	124.87	7.0
	BBB-48	4+248.21(우3.00m)	202,558.500	184,668.046	124.87	6.6
	BBB-49	4+295.99(좌3.55m)	202,575.288	184,713.262	124.03	6.0
	BBB-50	4+288.93(우5.95m)	202,564.468	184,708.426	124.03	5.7
	BBB-51	4+322.21(좌6.11m)	202,583.471	184,738.290	126.78	6.0
	BBB-52	4+321.00(우5.18m)	202,572.194	184,739.569	126.78	6.0
	BBB-53	4+359.02(좌5.42m)	202,580.790	184,774.074	127.07	6.5
	BBB-54	4+359.05(우5.35m)	202,580.289	184,776.742	127.07	6.2
	BBB-55	4+394.02(좌5.39m)	202,598.376	184,808.543	128.01	7.2
	BBB-56	4+394.04(우5.38m)	202,587.869	184,810.911	128.01	7.9
	BBB-57	6+375.99(우5.01m)	202,869.297	186,760.860	127.36	5.3
	BBB-58	6+090.02(좌5.04m)	202,877.885	186,795.820	127.48	6.0
	BBB-59	6+410.74(우1.51m)	202,869.177	186,795.740	118.39	6.0
중동교	BBB-60	6+424.16(좌5.65m)	202,874.787	186,809.893	117.94	6.0
	BBB-61	6+448.81(좌1.55m)	202,867.823	186,833.911	115.40	6.0
	BBB-62	6+464.04(좌5.85m)	202,870.244	186,849.624	115.07	6.0
	BBB-63	6+484.04(우5.00m)	202,855.947	186,867.862	115.07	10.0

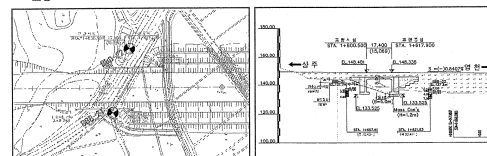
82

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획



지 구 분	층간심도 (m)	층 두께 (m)	구성토질 및 암종	N치 (TCR/RQD)	지층분포현황
매립토	0.0	0.3 ~ 3.0	실트질 점토, 점토질 자갈	3/30 ~ 50/7	
회색토	0.0 ~ 1.6	0.3 ~ 3.3	실트질 자갈, 점토질 자갈	22/30 ~ 50/15	
동화토	2.0	1.0	실트질 점토	40/30	
연암	0.3 ~ 4.2	1.2 ~ 3.5	니질암	63 ~ 1000 ~ 63	
경암	3.0 ~ 6.0	2.7 ~ 6.0	니질암	100/62 ~ 68	

• 호정교



96

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계기준

1.1 교량 제형

- 1) 교량 형식 : 가천교 (SEG 1)
- 2) 교량 등급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)
- 3) 교량 형식 : PSC BEAM교
- 4) 교량 연장 : 35,285 + 34,999 + 35,251 = 105,535 m
- 5) 교량 폭 : 24.470 m
- 6) 거더 간격 : 2.740 m
- 7) 사각 : 117.9 °

1.2 하중

- 1) 고정하중
 - ① 철근 콘크리트 : $W_{cl} = 25.0 \text{ kN/m}^3$ (☞ 도.설 2.1.2)
 - ② 무근 콘크리트 : $W_{cu} = 23.5 \text{ kN/m}^3$
 - ③ 표상 : $W_{ps} = 23.5 \text{ kN/m}^2$
- 2) 활하중
 - ① DB-24 : $-Pr = 96.0 \text{ kN}$
 $-Pf = 24.0 \text{ kN}$
 - ② DL-24 : $-Wl = 12.7 \text{ kN/m}$
 $-Pa = 108.0 \text{ kN}$
 $-Ps = 156.0 \text{ kN}$
 - ③ 충격계수 : $1 \leq I_s / (40 + L) \leq 0.3$ (☞ 도.설 2.1.3)

1.3 사용재료

- 1) SAE 콘크리트
 - ① 설계기준 강도 : $f_{cu} = 27.0 \text{ MPa}$
 - ② 허용압축강도 : $f_{cu} = 0.4 \cdot f_{cu} = 11.0 \text{ MPa}$
 - ③ 탄성계수 : $E_c = 25454 \text{ MPa}$
- 2) 철근
 - ① 항복강도 : $f_y = 400.0 \text{ MPa}$
 - ② 탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.4 참고문헌

- 1) 도로교 설계기준 (한국도로교통학회, 2005) (☞ 도.설.기)
- 2) 도로교 설계기준 해설서 (대한교통학회, 2008) (☞ 도.설.해)
- 3) 콘크리트 구조 설계기준 (한국콘크리트학회, 2003) (☞ 콘.설)
- 4) 도로설계요령 (한국도로공사, 2002) (☞ 도.요)
- 5) 도로설계편람 (한국교통부, 2008) (☞ 도.편)

2. 설계대상 교량제형 및 설계상수

2.1 교량형식 : PSC BEAM

2.2 폭의 교량 교량 총연장 : 9835.00 m * 3'15.000 m

2.3 교 폭 : 24.470 m

2.4 교량형식 : 노형 교량

2.5 교량기준형식 : 직립기초

2.6 내진설계상수

- (1) 내진등급 : 내진 1 등급교 (도로교 설계기준 pp.456)
- (2) 지반유착계수 : 0.11 (도로교 설계기준 pp.458)
- (3) 위험도계수 : 1.1 (도로교 설계기준 pp.458)
- (4) 가속도계수 : $A = 0.154$ (도로교 설계기준 pp.455)
- (5) 지반계수 : $S = 1.2$ (지반종류 2, 도로교 설계기준)
- (6) 위험수준계수 (도로교 설계기준 pp.458)
- (7) 고려지점 위치방법 : Ritz Vector 분석법
- (8) WBD 조항방법 : G.U. 방법
- (9) 합성형식 : 합성 방법

2.7 해석방법

- (1) 해석방법 선정 : 다중모드 스프링형 해석
- (2) 모드조합방법 : ODB법
- (3) 보강조항방법 : 100-30%법

2.8 해석모델

- (1) 사용프로그램 : MIDAS CIVIL
- (2) 모델링 : FEM 요소사용
- (3) 동형상정 : 1, 2차 시계열 및 지진종류 적 요소화 단위값이동 분포형으로 입력

3. 결과 요약

3.1 안전성 및 용량검토

구분	하중값	발생값	비고
평상시	전도에 대한 안전	1472.222	425.404 O.K
	활동에 대한 안전	315.124	164.658 O.K
	지진에 대한 안전	1075.5	285.254 O.K
지진시	전도에 대한 안전	1419.022	729.475 O.K
	활동에 대한 안전	306.724	207.192 O.K
	지진에 대한 안전	1613.25	378.943 O.K

3.2 단면 성능

단면위치	길이 (mm)	So (mm ³)	R _{eq} , R ₀ (mm ³)	사용철근량 (mm ²)	M _u (kN·m)	ΦM _n (kN·m)	안전도	비고	
전면지반	1000	100	802,032	1586.8	192.86	359.897	1.968	O.K	
후면지반	1000	100	430.37	1586.8	98.423	359.897	3.657	O.K	
벽체 : H=6.311	2400	100	921,723	1586.8	538.998	927.098	1.72	O.K	
총벽	800	100	913,666	1586.8	161.524	279.888	1.726	O.K	
총벽 : 합속슬래브면	500	100	218,813	1586.8	22.229	157.325	7.077	O.K	
좌측날개벽	DLT=450 mm	450	80	1268.38	2292	116.655	206.4	1.789	O.K
	ALT=450 mm	450	80	3058.66	4053.6	271.043	351.648	1.287	O.K
	SLT=450 mm	450	80	826.387	1586.8	76.872	145.17	1.888	O.K
우측날개벽	DLT=450 mm	450	80	1159.07	2292	106.893	206.4	1.931	O.K
	ALT=620 mm	620	80	911.504	1586.8	123.956	214.045	1.727	O.K
	SLT=620 mm	620	80	840.617	1586.8	115.088	214.045	1.951	O.K
	DLT=620 mm	620	80	1590.59	2292	212.963	305.759	1.436	O.K

3.3 사용성 검토

구분	인장응력(f _s)	허용응력(f _{sa})	철근간격(S)	최대인장(S _g)	비고	
전면지반	88.853	150	125	656.296	O.K	
후면지반	39.209	150	125	1606.781	O.K	
벽체 : H=6.311	79.509	150	125	760.452	O.K	
총벽	90.343	150	125	641.677	O.K	
총벽 : 합속슬래브면	22.121	150	125	2847.988	O.K	
좌측날개벽	DLT=450 mm	88.411	150	125	712.58	O.K
	ALT=450 mm	119.102	150	125	492.447	O.K
	SLT=450 mm	82.916	150	125	779.787	O.K
	CTL=450 mm	81.012	150	125	777.058	O.K
우측날개벽	DLT=620 mm	90.522	150	125	689.956	O.K
	ALT=620 mm	94.127	150	125	684.135	O.K
	SLT=620 mm	84.467	150	125	745.85	O.K
	CTL=620 mm	109.063	150	125	545.809	O.K

4. 내진 해석 결과

4.1 교각 하단 단면지진력

1) 교각 하단 단면지진력

교각 번호	교각 방향	교각방향 해석		교각방향 해석	
		교각방향 전단력 (F _x , kN)	교각방향 전단력 (F _y , kN)	교각방향 전단력 (F _x , kN)	교각방향 전단력 (F _y , kN)
P1	L	1390.600	818.330	857.350	1798.880
	R	1421.090	818.330	674.020	1798.880
P2	L	1571.910	896.330	746.540	1804.570
	R	1604.970	896.330	765.050	1804.570
P3	L	1369.370	730.600	661.770	1545.750
	R	1384.790	730.600	675.580	1545.750
P4	L	1748.940	885.480	857.110	1873.960
	R	1778.350	885.480	885.820	1873.970
P5	L	1755.080	954.600	872.780	1783.940
	R	1787.440	954.620	905.270	1783.930
P6	L	1063.500	901.020	581.210	1437.850
	R	1046.850	901.020	562.510	1437.850
P7	L	1278.480	997.330	727.070	1627.330
	R	1243.940	997.290	690.390	1627.340
P8	L	1686.000	840.960	840.810	1869.970
	R	1668.570	841.000	736.180	1869.890

2) 교각 하단 모델트

교각 번호	교각 방향	교각방향 해석		교각방향 해석	
		교각방향 전단력 (F _x , kN)	교각방향 전단력 (F _y , kN)	교각방향 전단력 (F _x , kN)	교각방향 전단력 (F _y , kN)
P1	L	21519.050	6426.560	10202.390	14130.340
	R	21764.270	6426.520	10336.080	14130.360
P2	L	22192.190	6219.770	10555.440	12504.100
	R	22425.790	6219.660	10686.190	12504.130
P3	L	19140.440	4318.790	6986.780	9131.320
	R	19244.090	4318.750	6970.470	9131.310
P4	L	25820.620	6527.220	12727.600	13814.690
	R	26054.570	6527.170	12940.270	13814.750
P5	L	26059.230	7097.500	13030.280	13231.610
	R	26302.040	7097.670	13274.280	13231.510
P6	L	18102.400	6903.630	9897.100	10913.230
	R	17971.510	6903.680	9749.810	10913.240
P7	L	18781.730	7821.330	10365.740	12371.730
	R	18510.820	7820.990	9436.520	12371.790
P8	L	17317.380	3833.080	8310.940	8526.800
	R	17236.190	3833.250	7819.760	8526.420

19.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검2회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 19.2.1】 가천교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 신축이음 본체 이격은 손상의 진전이 우려되므로 조속한 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 법면 침하, 배수시설 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 금회 조사시, 일부부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 법면 침하, 배수시설 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손, 교대 법면 침하, 배수시설 누수 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생된 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가천교에 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 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.	B

【표 19.2.1】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 배수관 누수, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 플레이트 부식, 가로보 백태, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 법면 침하 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생한 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기 안전점검	가천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 배수관 누수, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 플레이트 부식, 가로보 백태, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 법면 침하 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생한 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기 안전점검	가천교(8공구)의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 배수관 누수, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 플레이트 부식, 가로보 백태, 교대 및 교각 균열, 망상균열, 법면 침하 등의 손상이 조사되었고, 교대 및 교각 균열, 망상균열에 대한 일부보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생한 침하의 경우 우기 시 손상의 진전이 우려되므로 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	바닥판하면 상태양호, 거더 파손, 가로보 백태 교대 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 백태, 누수흔적, 보호블럭침하, 교각 균열(0.3mm이상), 망상균열, 폐자재적치, 표면오염, 파손, 박락, 교량받침 받침몰탈 균열, 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수판 앵커 탈락, 교면포장 균열, 망상균열, 배수시설 배수관 누수 방호벽 균열(0.3mm미만)	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	- 교면포장 균열, 망상균열 - 배수시설 배수관 누수 - 방호벽 균열(폭0.3mm미만) - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수판 볼트 탈락 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 - 거더 파손, 가로보 백태 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 백태, 누수흔적, 망상균열, 법면 보호블럭 침하, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재 적치	양호

【표 19.2.1】 가천교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 교면포장 균열, 망상균열 - 배수시설 배수관 누수 - 방호벽 균열(폭0.3mm미만) - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수판 볼트 탈락 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 - 거더 파손, 가로보 백태 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 백태, 누수흔적, 망상균열, 법면 보호블럭 침하, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재 적치	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 교면포장 균열, 망상균열 - 배수시설 배수관 누수 - 방호벽 균열(폭0.3mm미만), 파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 박락, 파손, 차수판 볼트 탈락 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 - 거더 파손, 가로보 백태 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 백태, 누수흔적, 망상균열, 법면 보호블럭 침하, 표면오염, 파손, 박락, 폐자재 적치	양호

19.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인 되었으며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.	
거더	- 거더는 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 국부적인 파손이 조사되었다. - 시공시 외부 충격에 의한 파손이 조사되었고, 손상부는 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	- 가로보는 기 손상인 백태의 진전 및 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. - 가로보에 국부적으로 발생된 백태의 경우 콘크리트 양생중 우수유입에 의해 발생된 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
교대	- 기 손상인 균열 및 균열부 백태, 백태, 누수흔적, 침하에 대한 진전은 없는 것으로 확인되었고, 신규 손상은 확인되지 않았다. - 교대 벽체에 발생된 균열(0.3mm내·외)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다. 일부구간 발생된 균열부백태 및 백태, 누수흔적의 경우 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다. - 교대 A1 법면에 발생된 보호블럭 침하의 경우 법면 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 현 상황에서 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
교각	- 기 손상인 균열 및 망상균열, 폐자재 적치의 진전은 없는 것으로 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 누수흔적, 표면오염, 파손, 박락 등의 손상이 신규 조사되었다. 일부 구간에서 균열 및 망상균열이 보수 된 상태로 확인되었다. - 교각의 코핑부에 발생된 균열 및 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정된다. 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 저하 방지를 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다. 코핑부에 발생된 폐자재 적치의 경우 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다. 금회 조사된 누수흔적, 표면오염의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 필요하며, 파손, 박락의 경우 국부적인 손상으로 단면보수 필요할 것으로 사료된다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
교량받침	■ 기 손상인 받침 몰탈 균열, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식의 경우, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었고, 금회 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. ■ 받침몰탈에 발생된 균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 판단되며, 현재 스토퍼 파손 및 주변부재 손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 발생된 손상부의 경우 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 교량받침의 일부구간 발생된 받침콘크리트 박리 및 재료분리의 경우 시공중 외부충격, 시공초기 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다. 일부구간에 발생된 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 채도장 등의 조치가 요망된다. ■ 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.	
신축이음장치	■ 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 망상균열, 후타재 박락, 파손, 차수판 앵커탈락이 확인되었고, 손상의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 후타재 박락 및 파손의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 또한 차수판 앵커 탈락의 경우 원활한 유지관리를 위해 앵커 재설치 등의 조치가 요망된다. ■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.1℃(9월 15일)로써 이때 측정유간은 25.0~75.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 기 손상인 포장균열 및 망상균열의 진전은 미미한 상태이며, 정밀조사로 인한 포장 망상균열이 다수 조사되었다. ■ 교면포장에 발생된 균열 및 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.	
배수시설	■ 배수시설은 기 손상인 배수관 누수가 확인되었고, 누수 1개소가 추가 확인되었다. ■ 금회 점검시 조사된 배수관 누수의 경우 이음부에서 발생된 손상으로 현재 배수관 누수로 인한 코핑부 누수흔적이 발생된 상태이다. 기 발생된 손상부의 경우 이음부 재설치, 이음부 실링 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
방호벽	■ 방호벽은 기 손상인 균열의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 방호벽에 발생된 균열의 방음벽 설치를 위한 앵커볼트 삽입부에서 발생되었으며, 이는 앵커볼트 삽입에 의한 응력발생에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상 정도가 경미하며 구조물의 내구성 저하에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 현재 단계에서 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 추가 손상 발생시 일괄 보수처리 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1~29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.3~49.5	40.0	
	하부구조	교대	26.6~28.0	24.0	
		교각	27.0~29.4	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		45.0~63.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		94.0~96.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
가천교	0.158	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 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.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	파손	단면보수	0.12	0.2	m ²	—	—	하자
가로보	백태	표면처리	2.88	4.3	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.4	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.50	5.3	m	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.80	1.2	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	1.23	1.8	m ²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	1.50	2.3	m ²	—	—	하자
	법면 보호블럭 침하	유지관리	15.00	22.5	m	—	—	하자
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.50	3.8	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	50.00	75.0	m ²	—	—	하자
	폐자재 적치	청소	64.00	96.0	m ²	—	—	하자
	누수흔적, 표면오염	표면처리	32.6	48.9	m ²	—	—	하자
	파손 박락	단면보수	0.27	0.4	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	202.00	75.8	m	54	4,093	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.20	0.5	m	54	27	3순위
	받침콘크리트 박리	단면보수	0.15	0.2	m ²	165	33	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.06	0.1	m ²	165	17	2순위
	플레이트 부식	재도장	1.00	1.5	EA	40	60	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	9.50	3.6	m	54	194	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	0.80	1.2	m ²	54	65	3순위
	후타재 박락, 파손	단면보수	0.05	0.1	m ²	165	17	2순위
	차수판 앵커 탈락	앵커 재설치	4.00	6.0	EA	25	150	3순위
교면포장	포장균열	표면처리	5.00	1.9	m	54	103	3순위
	포장 망상균열	표면처리	330.0	495.0	m ²	54	26,730	3순위
배수시설	배수관누수	정비	2.00	3.0	EA	25	75	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.2	m	54	11	3순위
방호벽 및 중분대	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		127		31,447		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		64		15,724		
	합계	—		191		47,171		
개략공사비 총계(천원)		47,361						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

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

19.2.4 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	○ 전차 정밀안전점검 자료를 확인한 결과, 일부 부재에서 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 정밀안전점검은 총2회, 정기안전점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

19.2.5 시설물 보수 이력

【표 19.2.2】 가천교 이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교면포장 방호벽	표면처리 충전보수	2017. 07. 01 ~ 2017. 12. 31	-	-	-
2	신축이음(P6)	차수판볼트체결	2019. 01. 01 ~ 2019. 06. 30			

19.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 19.2.3】 내진설계 여부 확인

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

19.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

19.2.8 자료수집 현황

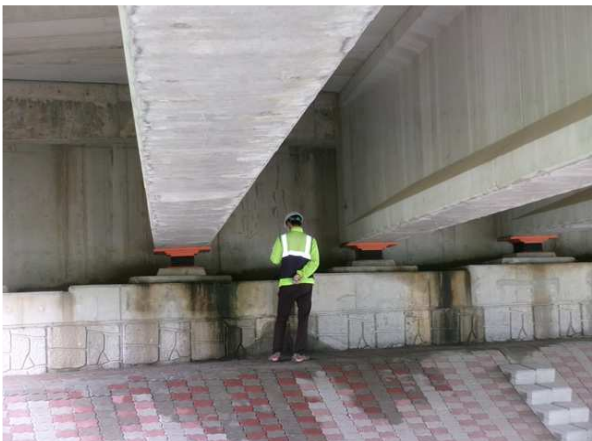
안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료는 각 평가별 보고서 내에 수록하였다.

19.3 현장조사

19.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 교량점검차를 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~S9	도보, 교량점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
교량점검차를 이용한 근접조사		교량점검차를 이용한 근접조사	
			
통제		도보를 이용한 근접조사	

【사진 19.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

19.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 가천교는 총 9경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=315.0m 폭 23.4m로 바닥판은 캔틸레버부의 경우 철근콘크리트로 시공되어있으며, 중앙부의 경우 LB-DECK로 시공되어있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 19.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 콘크리트 파손, 철근노출 손상이 신규 조사되었다. 중앙부 데크플레이트는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 26.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	0.03	1	0.10	1
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
합계	0.03	1	0.10	1

			
손상현황	• S6 파손(0.3m×0.1m)	손상현황	• S6 철근노출(0.5m×0.2m)
원 인	• 거푸집 탈거시 충격, 외부충격	원 인	• 거푸집 탈거시 충격, 피복부족
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 19.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀조사로 콘크리트 파손, 철근노출 손상이 신규 조사되었다.

【표 19.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	파손	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상
	철근노출	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면 단부에 발생한 파손, 철근노출의 경우 거푸집 제거시 충격, 피복부족 등의 원인에 의한 손상으로, 그 정도가 심하지 않아 구조물에 영향을 미치지 않는으나, 장기공용시 수분접촉 등에 의해 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수 및 방청 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

나. PSC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Girder는 9열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 교량점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 19.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 정밀조사로 파손이 1개소 추가 조사되었다.

【표 19.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	0.12	3
S2	0.08	2
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	0.20	5

			
손상현황	• S1-G1 파손(0.2m×0.2m)	손상현황	• S2-G2 파손(0.2m×0.2m)
원 인	• 거더 거치시 충격	원 인	• 거푸집 탈거시 충격, 피복부족
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 19.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 정밀조사로 파손이 1개소 추가 조사되었다.

【표 19.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	m ²	0.12	3	0.20	5	▲ 0.08	신규손상

4) 검토의견

- 거더 거치시 인양홀 주위 충격에 의한 파손이 조사되었고, 내구성 확보 차원의 단면보수 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 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 19.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 백태가 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 정밀조사로 들뜸이 1개소 추가 조사되었다.

【표 19.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	0.48	16	—	—
S5	0.48	16	0.18	2
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	0.96	32	—	—
S9	—	—	—	—
합계	1.92	64	0.18	2

			
손상현황	• S5 G8~9 백태(0.1m×0.3m×16ea)	손상현황	• S5 G2~3 백태(0.1m×0.3m×16ea)
원 인	• 마감미흡, 장기공용, 수분접촉	원 인	• 마감미흡, 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 G3~4 들뜸(0.3m×0.3m×2ea)	손상현황	• S5 G4~5 들뜸(0.3m×0.3m×2ea)
원 인	• 마감미흡, 장기공용	원 인	• 마감미흡, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S8 G2~3 백태(0.1m×0.3m)	손상현황	• S8 G3~4 백태(0.1m×0.3m)
원 인	• 마감미흡, 장기공용, 수분접촉	원 인	• 마감미흡, 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 백태가 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 정밀조사로 들뜸이 1개소 추가 조사되었다.

【표 19.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	백태	m ²	2.88	96	1.92	64	▼ 0.92	손상삭제
	들뜸	m ²	—	—	0.18	2	▲ 0.18	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 백태의 경우 콘크리트 양생중 우수유입에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 들뜸의 경우 장기공용, 마감미흡에 의한 손상으로, 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 가천교 교대는 역T형 2기로 구성되어있으며, 기초는 직접기초 및 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 19.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 균열부백태, 백태, 누수흔적, 법면 보호블럭 침하가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 교대 균열을 보수한 것 외에 신규로 누수흔적이 추가 조사되었다.

【표 19.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		균열부백태 (m ² /개소)		백태 (m ² /개소)		누수흔적 (m ² /개소)		법면 보호블럭침하 (m/개소)	
A1	0.50	1	2.00	1	0.80	2	1.03	8	—	—	15.00	1
A2	—	—	—	—	—	—	0.20	1	9.75	9	—	—
합계	0.50	1	2.00	1	0.80	2	1.23	9	9.75	9	15.00	1

			
손상현황	• A1 균열부백태 (0.2m×2.0m)	손상현황	• A1 균열 (0.3mm/2.0m)
원 인	• 균열부 수분접촉, 장기공용	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• A1 법면 침하 (15.0m)	손상현황	• 21년 정밀안전점검
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	—
조치방안	• 주의관찰	조치방안	—
			
손상현황	• A2 백태 (0.2m×1.0m)	손상현황	• A2 누수흔적 (0.5m×1.0m*5EA)
원 인	• 균열부 수분접촉, 장기공용	원 인	• 강우, 신축이음하부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 19.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 균열부백태, 백태, 누수흔적, 법면 보호블럭 침하가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 교대 균열을 보수한 것 외에 신규로 누수흔적이 추가 조사되었다.

【표 19.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.50	3	0.50	1	▼ 6.00	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	3.50	2	2.00	1	▼ 1.50	보수실시
	균열부백태	m ²	0.80	2	0.80	2	— —	변동없음
	백태	m ²	1.23	9	1.23	9	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	1.50	1	9.75	9	▲ 8.25	신규손상
	법면 보호블럭 침하	m	15.00	1	15.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대 벽체에 발생된 균열(0.3mm내·외)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다.
- 균열부백태 및 백태, 누수흔적의 경우 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 교대 A1 법면에 발생된 보호블럭 침하의 경우 법면 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 전 회와 비교시 진전은 미미한 상태로, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 가천교의 교각은 π 형 8기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 19.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 누수흔적, 표면오염, 파손, 폐자재 적치 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 균열을 일부 보수한 것이 확인되었고, 정밀조사로 백태, 표면오염, 망상균열 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 19.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적, 표면오염 (㎡/개소)		파손, 박락 (㎡/개소)		폐자재 적치 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—	4.50	2	—	—	8.00	1
P2	30.00	1	—	—	4.50	2	0.18	2	8.00	1
P3	—	—	0.20	1	17.10	7	—	—	8.00	1
P4	30.00	1	—	—	4.50	2	—	—	8.00	1
P5	30.00	1	—	—	4.50	2	—	—	8.00	1
P6	—	—	0.10	1	11.50	8	0.09	1	8.00	1
P7	50.00	2	—	—	4.50	2	—	—	8.00	1
P8	15.00	1	—	—	4.50	2	—	—	8.00	1
합계	155.00	6	0.30	2	55.60	27	0.27	3	64.00	8

			
손상현황	• P2 망상균열 (20.0m×1.5m)	손상현황	• P2 박락 (0.3m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 백태 (1.5m×8.0m)	손상현황	• P3 누수흔적 (4.0m×2.0m)
원 인	• 외부 우수유입, 장기공용	원 인	• 외부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 폐자재적치 (8.0m×1.0m)	손상현황	• P4 망상균열 (20.0m×1.5m)
원 인	• 정비미흡	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P5 망상균열 (20.0m×1.5m)	손상현황	• P6 누수흔적 (0.5m×2.0m*5EA)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 외부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P6 백태 (0.2m×0.5m)	손상현황	• P6 파손 (0.3m×0.3m)
원 인	• 외부 우수유입, 장기공용	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P7 폐자재적치 (8.0m×1.0m)	손상현황	• P8 망상균열 (10.0m×1.5m)
원 인	• 정비미흡	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 망상균열, 누수흔적, 표면오염, 파손, 폐자재 적치 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 균열을 일부 보수한 것이 확인되었고, 정밀조사로 백태, 표면오염, 망상균열 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 19.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm이상)	m	2.50	1	—	—	▼ 2.50	보수실시
	망상균열	m ²	50.00	2	155.00	6	▲ 105.00	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.30	2	▲ 0.30	신규손상
	누수흔적, 표면오염	m ²	32.60	14	55.60	27	▲ 23.00	신규손상
	파손, 박락	m ²	0.27	3	0.27	3	— —	변동없음
	폐자재 적치	m ²	64.00	8	64.00	8	— —	변동없음

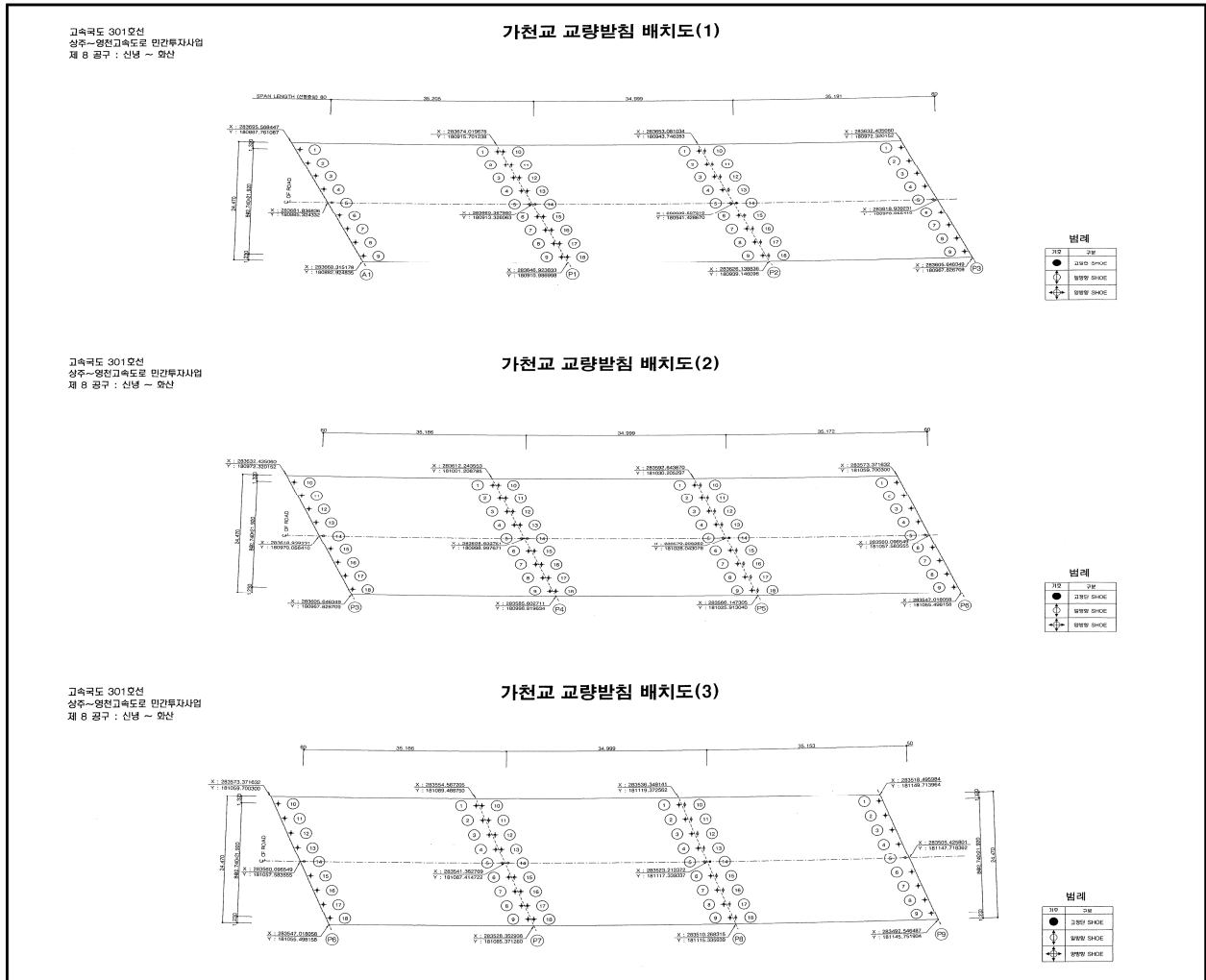
4) 검토의견

- 교각에 발생한 망상균열의 경우 대부분 폭 0.3mm미만의 미세균열로 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정된다. 상기 손상부의 경우 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 백태, 누수흔적, 표면오염의 경우 외부 우수유입, 장기공용에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.
- 파손, 박락의 경우 강재거푸집 제거시 외부충격 등에 의한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 코핑부 상면의 폐자재 적치는 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 가천교의 받침은 탄성고무받침으로 총 162기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 19.3.1】 교량받침 배치도



【사진 19.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 망상균열, 파손, 플레이트 부식 등의 손상이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 상태이다.

【표 19.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 망상균열 (m²/개소)		받침콘크리트 박리, 파손 (m²/개소)	
A1	0.40	2	—	—	—	—	—	—
P1	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P2	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P3	25.20	126	0.20	1	—	—	—	—
P4	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P5	25.20	126	—	—	—	—	—	—
P6	25.20	126	—	—	0.04	1	0.02	1
P7	25.20	126	0.60	2	—	—	0.15	1
P8	25.20	126	0.60	2	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	202.00	1,010	1.40	5	0.04	1	0.17	2

구분	받침콘크리트 재료분리 (m²/개소)		스토퍼 간섭 (개소/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)	
A1	0.06	1	1.00	1	—	—
P1	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	4.00	4
P7	—	—	—	—	1.00	1
P8	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—
합계	0.06	1	1.00	1	5.00	5

			
손상현황	• A1-Sh2 콘크리트 재료분리(0.3m×0.2m)	손상현황	• A1-Sh5 스톱퍼 간섭
원 인	• 시공초기 다짐부족	원 인	• 온도변화, 장기공용
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P2-Sh13 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P3-Sh12 콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P6-Sh3 몰탈 망상균열(2.0m×0.2m)	손상현황	• P6-Sh12 플레이트 부식
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장

【사진 25.3.13】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P6-Sh14 플레이트 부식	손상현황	• P6-Sh12 콘크리트 파손(0.2m×0.1m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 외부충격
조치방안	• 재도장	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P7-Sh11 콘크리트 균열(0.1mm/0.3m)	손상현황	• P7-Sh13 플레이트 부식
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P8-Sh13 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P8-Sh3 콘크리트 균열(0.1mm/0.3m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 망상균열, 파손, 플레이트 부식 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 19.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

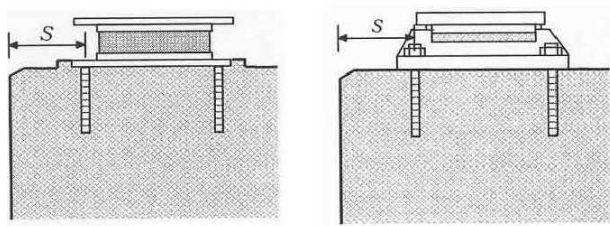
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	202.00	1,010	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.20	4	1.40	5	▲ 0.20	신규손상
	무수축물탈 망상균열	m ²	-	-	0.40	1	▲ 0.40	신규손상
	받침콘크리트 박리, 파손	m ²	0.15	1	0.17	2	▲ 0.02	신규손상
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.06	1	0.06	1	- -	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	1.00	1	5.00	5	▲ 4.00	신규손상

4) 검토의견

- 받침 몰탈 및 콘크리트에 발생된 균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 박리 및 파손, 재료분리의 경우 시공시 외부충격, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 온도변화 및 횡거동에 의한 손상으로 판단되며, 현재 스토퍼 파손 및 주변부재 손상은 발생되지 않은 상태이다. 상기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전 및 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 19.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정(1)

받침장치 연단거리 측정(1)

【사진 19.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200 + 5 \times 35 = 375(\text{mm})$

【표 19.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		375	590	580	580	580	860	580	570	560	570	O.K
P1	A1측	375	720	710	730	700	620	660	640	620	640	O.K
	A2측	375	700	670	680	690	720	690	700	690	680	O.K
P2	A1측	375	720	730	750	740	690	650	670	700	690	O.K
	A2측	375	850	860	840	850	920	730	700	730	720	O.K
P3	A1측	375	500	510	520	570	410	430	420	420	450	O.K
	A2측	375	420	470	450	500	510	460	470	450	470	O.K
P4	A1측	375	790	800	800	810	700	680	640	650	640	O.K
	A2측	375	650	620	630	630	670	640	660	670	680	O.K
P5	A1측	375	760	750	740	740	700	680	690	680	690	O.K
	A2측	375	800	820	850	870	930	700	690	680	700	O.K
P6	A1측	375	490	480	470	460	450	430	410	430	420	O.K
	A2측	375	490	480	520	540	510	500	500	490	510	O.K
P7	A1측	375	670	690	700	700	660	650	640	660	670	O.K
	A2측	375	690	700	700	680	650	650	640	650	630	O.K
P8	A1측	375	700	700	710	660	640	650	650	670	680	O.K
	A2측	375	880	850	870	810	940	730	720	740	720	O.K
A2		375	620	600	590	570	580	580	600	610	590	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



【사진 19.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 19.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	30.5	9.5	0.00001	70.0	21.4	6.7	
P1	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	
P2	고정단						
P3(A1)	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	
P3(A2)	30.5	9.5	0.00001	70.0	21.4	6.7	
P4	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	
P5	고정단						
P6(A1)	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	
P6(A2)	30.5	9.5	0.00001	70.0	21.4	6.7	
P7	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	
P8	고정단						
A2	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	

1) 조사당시 온도 : 25.5°C (조사일 : 2023년 9월 18일, 평균온도, 영천)
 2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)

【표 19.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	0	67	67	21.4	6.7	±67
	SH2	0	67	67			±67
	SH3	0	67	67			±67
	SH4	0	67	67			±67
	SH5	0	67	67			±67
	SH6	0	67	67			±67
	SH7	0	67	67			±67
	SH8	0	67	67			±67
	SH9	0	67	67			±67
P1	SH1	0	42	42	10.7	3.3	±42
	SH2	0	42	42			±42
	SH3	0	42	42			±42
	SH4	0	42	42			±42
	SH5	0	42	42			±42
	SH6	0	42	42			±42
	SH7	0	42	42			±42
	SH8	0	42	42			±42
	SH9	0	42	42			±42
	SH10	0	42	42			±42
	SH11	0	42	42			±42
	SH12	0	42	42			±42
	SH13	0	42	42			±42
	SH14	0	42	42			±42
	SH15	0	42	42			±42
	SH16	0	42	42			±42
	SH17	0	42	42			±42
	SH18	0	42	42			±42
P2	고정단						
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 19.3.15】교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P3(A1)	SH1	-10	32	52	10.7	3.3	±42
	SH2	-10	32	52			±42
	SH3	-10	32	52			±42
	SH4	-10	32	52			±42
	SH5	-10	32	52			±42
	SH6	-10	32	52			±42
	SH7	-10	32	52			±42
	SH8	-10	32	52			±42
	SH9	-10	32	52			±42
P3(A2)	SH10	-10	32	52	21.4	6.7	±42
	SH11	-10	32	52			±42
	SH12	-10	32	52			±42
	SH13	-10	32	52			±42
	SH14	-10	32	52			±42
	SH15	-10	32	52			±42
	SH16	-10	32	52			±42
	SH17	-10	32	52			±42
	SH18	-10	32	52			±42
P4	SH1	-5	37	47	10.7	3.3	±42
	SH2	-5	37	47			±42
	SH3	-5	37	47			±42
	SH4	-5	37	47			±42
	SH5	-5	37	47			±42
	SH6	-5	37	47			±42
	SH7	-5	37	47			±42
	SH8	-5	37	47			±42
	SH9	-5	37	47			±42
	SH10	-5	37	47			±42
	SH11	-5	37	47			±42
	SH12	-5	37	47			±42
	SH13	-5	37	47			±42
	SH14	-5	37	47			±42
	SH15	-5	37	47			±42
	SH16	-5	37	47			±42
	SH17	-5	37	47			±42
	SH18	-5	37	47			±42
P5	고정단						
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 19.3.15】교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P6(A1)	SH1	-10	32	52	10.7	3.3	±42
	SH2	-10	32	52			±42
	SH3	-10	32	52			±42
	SH4	-10	32	52			±42
	SH5	-10	32	52			±42
	SH6	-10	32	52			±42
	SH7	-10	32	52			±42
	SH8	-10	32	52			±42
	SH9	-10	32	52			±42
P6(A2)	SH10	-10	32	52	21.4	6.7	±42
	SH11	-10	32	52			±42
	SH12	-10	32	52			±42
	SH13	-10	32	52			±42
	SH14	-10	32	52			±42
	SH15	-10	32	52			±42
	SH16	-10	32	52			±42
	SH17	-10	32	52			±42
	SH18	-10	32	52			±42
P7	SH1	0	42	42	10.7	3.3	±42
	SH2	0	42	42			±42
	SH3	0	42	42			±42
	SH4	0	42	42			±42
	SH5	0	42	42			±42
	SH6	0	42	42			±42
	SH7	0	42	42			±42
	SH8	0	42	42			±42
	SH9	0	42	42			±42
	SH10	0	42	42			±42
	SH11	0	42	42			±42
	SH12	0	42	42			±42
	SH13	0	42	42			±42
	SH14	0	42	42			±42
	SH15	0	42	42			±42
	SH16	0	42	42			±42
	SH17	0	42	42			±42
	SH18	0	42	42			±42
P8	고정단						
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 19.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A2	SH1	0	67	67	10.7	3.3	±67
	SH2	0	67	67			±67
	SH3	0	67	67			±67
	SH4	0	67	67			±67
	SH5	0	67	67			±67
	SH6	0	67	67			±67
	SH7	0	67	67			±67
	SH8	0	67	67			±67
	SH9	0	67	67			±67
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

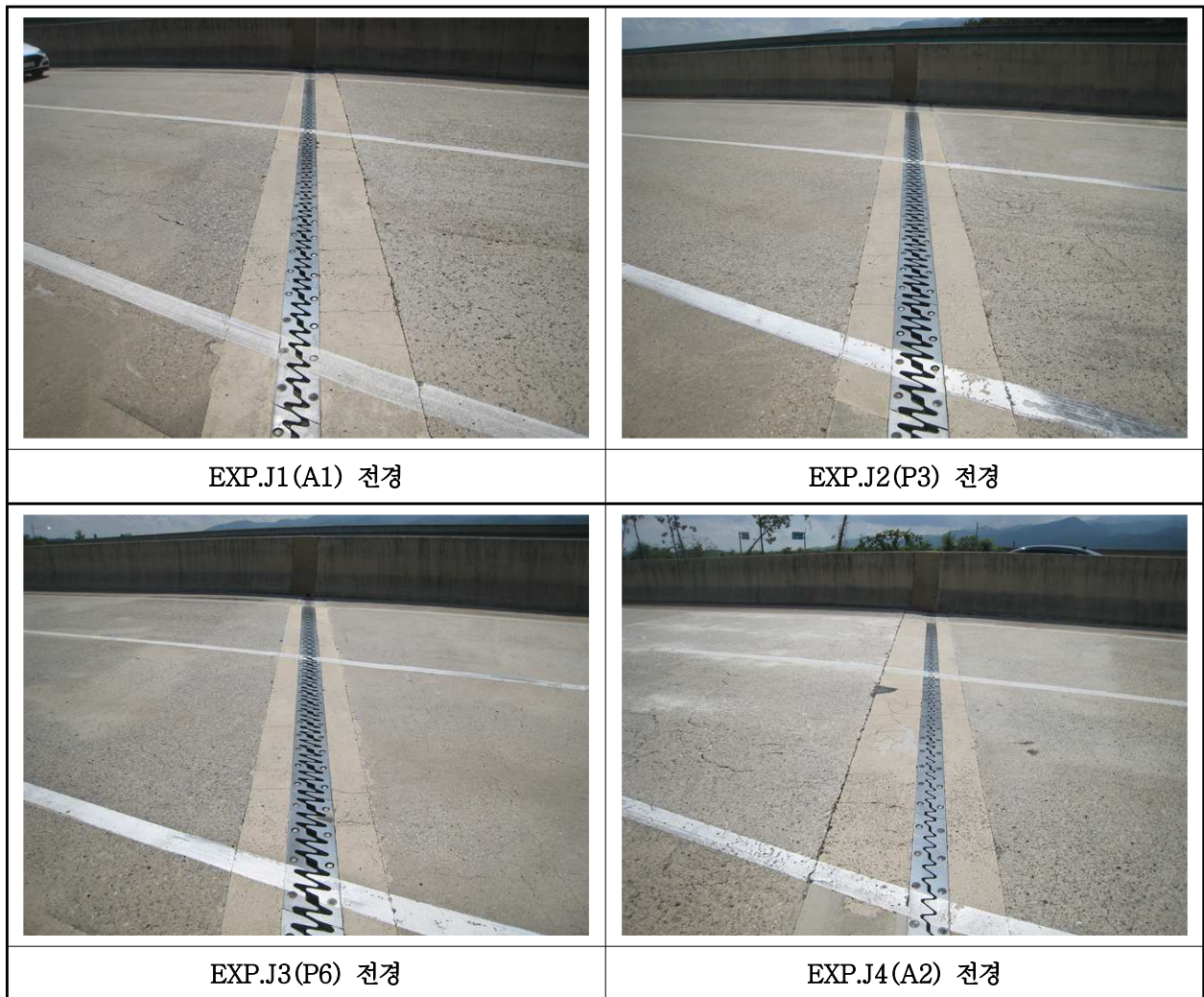
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3, P6, A2에 팽거 조인트로 시공된 상태이다. 신축이음에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



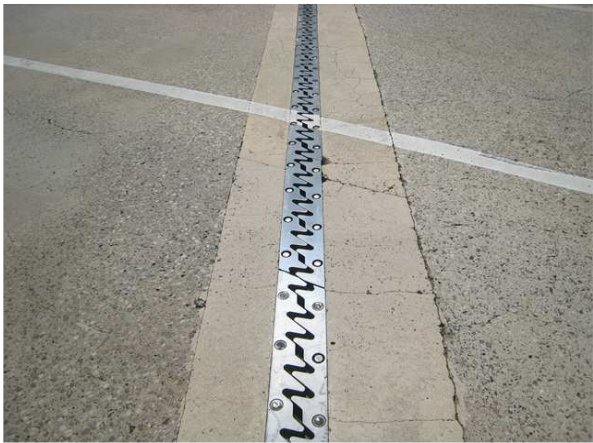
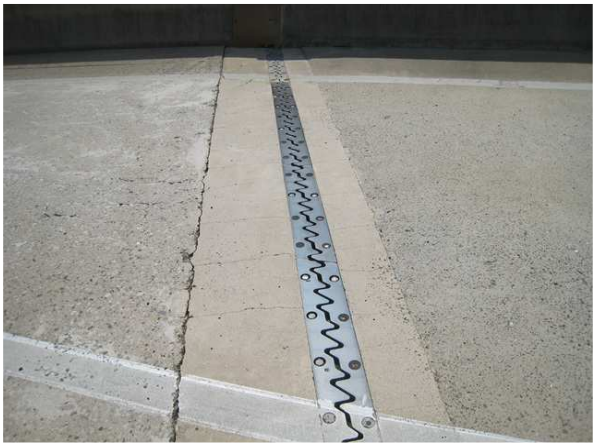
【사진 19.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열 및 망상균열, 후타재 파손, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 파손, 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 거동상태는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 19.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 앵커 탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	2.50	5	1.50	3	—	—	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	2.70	9	—	—	—	—	3.00	1	—	—
P6 (EXP J3)	2.40	8	—	—	0.03	2	3.00	1	15.00	15
A2 (EXP J4)	3.10	7	0.30	1	0.04	1	—	—	—	—
합계	10.70	29	1.80	4	0.07	3	6.00	2	15.00	15

			
손상현황	• A1 후타재 망상균열 (0.5m×1.0m)	손상현황	• A2 후타재 균열 (0.1mm/0.5m)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축, 장기공용	원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 후타재 균열 (0.1mm/0.3m)	손상현황	• P6 이물질퇴적 (3.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 청소

【사진 19.3.17】 신축이음장치 손상현황

	
손상현황 • P6 차수판 앵커탈락	손상현황 • P6 후타재 파손(0.1m×0.2m)
원 인 • 온도변화, 장기공용	원 인 • 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안 • 정비	조치방안 • 단면보수
	
손상현황 • A1 후타재 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황 • A2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)
원 인 • 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인 • 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 표면처리
	
손상현황 • A2 후타재 파손(0.2m×0.2m)	손상현황 • P6 신축이음 하부 전경
원 인 • 건조수축, 온도변화, 차량윤하중	원 인 -
조치방안 • 단면보수	조치방안 -

【사진 19.3.17】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 후타재 균열 및 망상균열, 후타재 파손, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 파손, 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 19.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

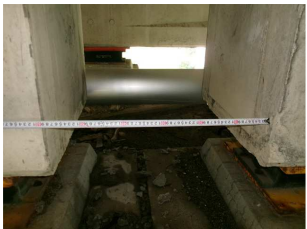
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	9.50	25	10.70	29	▲ 1.20	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	0.80	2	1.80	4	▲ 1.00	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.05	3	0.07	3	▲ 0.02	신규손상
	이물질퇴적	m	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
	차수판 앵커 탈락	EA	4.00	4	15.00	15	▲ 11.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조 수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 후타재 파손의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 본체에 발생된 이물질 퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 차수판 앵커 탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비가 요망된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																							
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 18. 기온 적용: 25.5℃(일평균) ΔT(신장시) : $35^{\circ}\text{C} - 25.5^{\circ}\text{C} = 9.5^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5^{\circ}\text{C} - (25.5^{\circ}\text{C}) = 30.5^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)																							
	<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																			
	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																			
하로교, 강바닥판교		-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																				

【사진 19.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 19.3.18】 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	9.5	0.00001	70.0	21.4	6.7	37.0	70.0	140.0	
P3	30.5	9.5	0.00001	105.0	32.0	10.0	60.0	140.0	640.0	
P6	30.5	9.5	0.00001	105.0	32.0	10.0	55.0	120.0	590.0	
A2	30.5	9.5	0.00001	35.0	10.7	3.3	15.0	60.0	145.0	
1) 조사당시 온도 : 25.5℃(조사일 : 2023년 9월 18일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 19.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	21.4	6.7	37.0	80.0	58.4	30.3	O.K
P3	32.0	10.0	60.0	120.0	92.0	50.0	O.K
P6	32.0	10.0	55.0	120.0	87.0	45.0	O.K
A2	10.7	3.3	15.0	50.0	25.7	11.7	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 가천교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 콘크리트 포장으로 되어있다.



【사진 19.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열이 확인되었고, 금회 점검시 망상균열이 추가 조사되었다. 현재, 교면포장은 차량통행에 문제가 없는 상태이다.

【표 19.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	300.00	2
S2	270.00	2
S3	270.00	2
S4	315.00	2
S5	270.00	2
S6	315.00	2
S7	315.00	2
S8	315.00	2
S9	315.00	2
합계	2,685.00	18

			
손상현황	• S1 망상균열 (35.0m×8.0m)	손상현황	• S3 망상균열 (20.0m×3.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S6 망상균열 (35.0m×6.0m)	손상현황	• S7 망상균열 (35.0m×8.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S8 망상균열 (35.0m×3.0m)	손상현황	• S9 망상균열 (35.0m×3.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 19.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 망상균열이 확인되었고, 금회 점검시 망상균열이 추가 조사되었다.

【표 19.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장균열	m	5.00	1	—	—	▼ 5.00	손상변경
	포장 망상균열	m ²	330.0	7	2,685.00	18	▲ 2,355.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 가천교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측, 중앙부에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 19.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 배수관 누수가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 그 외의 배수구 및 배수관 상태는 양호한 상태이다.

【표 19.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 누수 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	2.00	2
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	2.00	2

			
손상현황	• S2 배수관 누수(1ea)	손상현황	• S2 배수관 누수(1ea)
원 인	• 장기공용, 이물질퇴적	원 인	• 장기공용, 이물질퇴적
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 19.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 배수관 누수가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다.

【표 19.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관누수	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수관 누수의 경우 이음부에 이물질퇴적이 되어 발생한 손상으로, 현재 배수관 누수로 인한 코핑부 누수흔적이 발생한 상태이다. 상기 손상부는 정비가 필요할 것으로 판단된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 또한, 방호벽 상단에 방음을 위한 방음벽에 설치되어 있는 상태이다.



【사진 19.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열이 확인되었고, 금회 정밀조사로 중앙분리대 파손이 신규 조사되었다. 방호벽 상단의 방음벽은 양호한 상태이다.

【표 19.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	0.50	1	0.59	2
합계	0.50	1	0.59	2

			
손상현황	• S9 방호벽 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• S9 중앙분리대 파손(0.3m×0.3m)
원 인	• 볼트삽입시 충격, 건조수축, 장기공용	원 인	• 볼트삽입시 충격, 접속부 단차
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 25.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열이 확인되었고, 금회 정밀조사로 중앙분리대 파손이 신규 조사되었다.

【표 19.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.59	2	▲ 0.59	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열, 파손의 경우 방음벽 및 차수판 설치를 위한 앵커볼트 삽입부에서 발생되었으며, 이는 앵커볼트 삽입에 의한 응력발생에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생한 손상 부의 경우 손상 정도가 경미하고, 구조물의 내구성 저하에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 추가손상 발생시 일괄 보수처리 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 가천교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, 2에 철근콘크리트 계단의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 19.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 19.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• A2 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 19.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 19.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

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) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

19.3.3 외관조사 총괄표

【표 19.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	파손	m ²	0.03	1	
	철근노출	m ²	0.10	1	
거더	파손	m ²	0.20	5	
가로보	백태	m ²	1.92	64	
	들뜸	m ²	0.18	2	
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	
	균열부백태	m ²	0.80	2	
	백태	m ²	1.23	9	
	누수흔적	m ²	9.75	9	
	법면 보호블럭 침하	m	15.00	1	
교각	망상균열	m ²	155.00	6	
	백태	m ²	0.30	2	
	누수흔적, 표면오염	m ²	55.60	27	
	파손, 박락	m ²	0.27	3	
	폐자재 적치	m ²	64.00	8	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.40	5	
	무수축물탈 망상균열	m ²	0.40	1	
	받침콘크리트 박리, 파손	m ²	0.17	2	
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.06	1	
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	
	플레이트 부식	EA	5.00	5	
신축이음	후타재 균열	m	10.70	29	
	후타재 망상균열	m ²	1.80	4	
	후타재 파손	m ²	0.07	3	
	이물질퇴적	m	6.00	2	
	차수판 앵커 탈락	EA	15.00	15	
교면포장	포장 망상균열	m ²	2,685.00	18	
배수시설	배수관누수	EA	2.00	2	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
	파손	m ²	0.59	2	
점검시설	상태양호	-	-	-	

19.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 19.3.29】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	파손	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상
	철근노출	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
거더	파손	m ²	0.12	3	0.20	5	▲ 0.08	신규손상
가로보	백태	m ²	2.88	96	1.92	64	▼ 0.92	손상삭제
	들뜸	m ²	—	—	0.18	2	▲ 0.18	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.50	3	0.50	1	▼ 6.00	보수실시
	균열(0.3mm이상)	m	3.50	2	2.00	1	▼ 1.50	보수실시
	균열부백태	m ²	0.80	2	0.80	2	— —	변동없음
	백태	m ²	1.23	9	1.23	9	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	1.50	1	9.75	9	▲ 8.25	신규손상
	법면 보호블럭 침하	m	15.00	1	15.00	1	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm이상)	m	2.50	1	—	—	▼ 2.50	보수실시
	망상균열	m ²	50.00	2	155.00	6	▲ 105.00	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.30	2	▲ 0.30	신규손상
	누수흔적, 표면오염	m ²	32.60	14	55.60	27	▲ 23.00	신규손상
	파손, 박락	m ²	0.27	3	0.27	3	— —	변동없음
	폐자재 적치	m ²	64.00	8	64.00	8	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	202.00	1,010	202.00	1,010	— —	변동없음
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.20	4	1.40	5	▲ 0.20	신규손상
	무수축물탈 망상균열	m ²	—	—	0.40	1	▲ 0.40	신규손상
	반침콘크리트 박리, 파손	m ²	0.15	1	0.17	2	▲ 0.02	신규손상
	반침콘크리트재료분리	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	1.00	1	5.00	5	▲ 4.00	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	9.50	25	10.70	29	▲ 1.20	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	0.80	2	1.80	4	▲ 1.00	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.05	3	0.07	3	▲ 0.02	신규손상
	이물질퇴적	m	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
	차수판 앵커 탈락	EA	4.00	4	15.00	15	▲ 11.00	신규손상
교면포장	포장균열	m	5.00	1	—	—	▼ 5.00	손상변경
	포장 망상균열	m ²	330.0	7	2,685.00	18	▲ 2,355.00	신규손상
배수시설	배수관누수	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.59	2	▲ 0.59	신규손상
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

19.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

19.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 19.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	7	7	8	8	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	4	3	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		3	3	3	3	
염화물침투량 시험 ⁴⁾	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

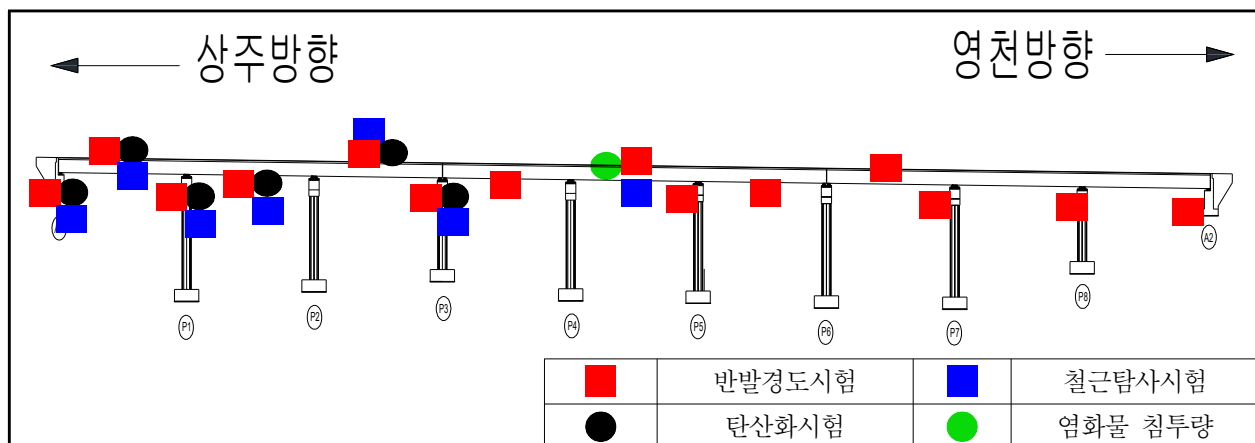
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 19.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

19.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 15개소)을 실시하였으며, 검토결과
 판은 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 19.4.2】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	49.6	28.9	29.0	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S5 바닥판하면	48.6	28.1	28.5			
	S7 바닥판하면	47.8	27.4	28.2			
	S3 가로보	49.2	28.6	28.8			

【표 19.4.3】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G1 거더	49.7	41.1	48.5	0.64	40.0	
	S4-G1 거더	51.0	42.4	50.4			
	S6-G1 거더	50.4	41.8	49.5			

【표 19.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.8	25.0	26.8	0.64	24.0	
	A1 교대(비건전)	46.8	26.4	27.6			
	A2 교대	46.2	26.1	27.4			
	P1 교각	49.0	28.4	28.7		27.0	
	P3 교각	47.9	27.5	28.2			
	P5 교각	49.0	28.4	28.7			
	P7 교각	49.2	28.6	28.8			
	P8 교각	47.6	27.3	28.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.3~29.0MPa, 상부구조(거더) 41.1~50.4MPa, 하부구조(교대) 25.0~27.4MPa, 하부구조(교각) 27.3~28.8MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 19.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 29.0	27.0	101.1 ~ 107.4
	거더	41.1 ~ 50.4	40.0	102.8 ~ 126.0
하부구조	교대	25.0 ~ 27.4	24.0	104.2 ~ 114.2
	교각	27.3 ~ 28.8	27.0	101.1 ~ 106.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 19.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판하면, 가로보	27.1 ~ 29.1	27.3 ~ 29.0	27.0
	거더	40.3 ~ 49.5	41.1 ~ 50.4	40.0
	교대	26.6 ~ 28.0	25.0 ~ 27.4	24.0
	교각	27.0 ~ 29.4	27.3 ~ 28.8	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

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 19.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.0	40.0	37.0	a	1.22	100년이상	
	S3 바닥판하면	4.0	40.0	36.0	a	1.63	100년이상	
	S2-G1 거더	2.5	40.0	37.5	a	1.02	100년이상	
하부구조	A1 교대	5.5	85.0	79.5	a	2.25	100년이상	
	P1 교각	6.5	80.0	73.5	a	2.65	100년이상	
	P3 교각	6.0	85.0	79.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 19.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.5~4.0	36.0~37.5	
하부구조	5.5~6.5	73.5~79.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 19.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.0~5.0	45.0~63.0	a	2.5~4.0	36.0~37.5	a	
하부구조	4.0~6.0	94.0~96.0	a	5.5~6.5	73.5~79.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다.

라. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 19.4.10】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 29.0	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.1 ~ 50.4	40.0	
	하부구조	교대	25.0 ~ 27.4	24.0	
		교각	27.3 ~ 28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~37.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		73.5~79.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

마. 기 점검결과와 비교

【표 19.4.11】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.1	~	29.1	27.3	~	29.0	■ 강도저하 없음
		거더	40.3	~	49.5	41.1	~	50.4	
	하부구조	교대	26.6	~	28.0	25.0	~	27.4	
		교각	27.0	~	29.4	27.3	~	28.8	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		45.0~63.0		a	36.0~37.5		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		94.0~96.0		a	73.5~79.5		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

바. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

19.5 안전성능 평가

시설물의 상태안전성능평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12.)』의 상태안전성능평가 기준에 따라 실시한다.

19.5.1 상태안전성능 평가

상태안전성능평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사방법을 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

가. 상태안전성능평가 결과

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

【표 19.5.1】 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	PSCI	a	b	a	d	a	a	c	b	c	q
S2	P1	PSCI	a	b	a	d	c	a	—	b	b	q
S3	P2	PSCI	a	a	a	d	a	a	—	b	c	q
S4	P3	PSCI	a	a	b	d	a	a	b	b	b	q
S5	P4	PSCI	a	a	b	d	a	a	—	b	c	q
S6	P5	PSCI	b	a	a	d	a	a	—	b	c	q
S7	P6	PSCI	a	a	a	d	a	a	c	b	b	q
S8	P7	PSCI	a	a	b	d	a	a	—	b	c	q
S9	P8	PSCI	a	a	a	d	a	c	—	b	c	q
	A2								c	a	b	q
평균			0.111	0.122	0.133	0.700	0.133	0.133	0.350	0.190	0.320	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.017	0.031	0.005	0.028	0.004	0.003	0.025	0.029	0.080	—
											0.220	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.220) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 19.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
가천교	0.220	B	315	4	1,260	1.000	0.220
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.220
1. 평가지수 =							0.220
2. 상태평가결과 =							B

다. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생한 상태로 지속적인 관찰 후 보수가 필요한 “b” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○ 손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○ 추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○ 추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태인 “d” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○ 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○ 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○ 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○ 도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

19.5.2 구조안전성능평가

금회 과업은 2중 성능평가로써 기 진단(구조해석)자료가 부재한 상태로 설계당시 준공도면, 구조계산서 등 기초자료를 검토하여 구조안전성능평가를 실시하였다.

구조안전성능 항목별 평가방법은 정량적으로 평가하기 어렵거나 또한 다양한 경우가 대부분이므로 상호의 평가결과를 비교하는 것이 필수적이다.

본 장에 기술되지 않은 평가항목으로서 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 구조안전성능 기준을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한, 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

가. 구조안전성능평가 결과산정

1) 바닥판 및 P.S.C BEAM

(1) 교량형식

- 구조형식 : P.S.C BEAM교
- 경 간 장 : $9@35 = 315.0$ m
- 폭 원 : 23.4 m
- 교량등급 : 1등교
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

- ① 설계기준강도 : 27.0 MPa
- ② 항복휨압축응력 : $f_{ca} = 0.8f_{ck} = 10.8$ MPa
- ③ 탄성계수 : $E_c = 2.55E+04$ MPa

○ 철근

- ① 극한강도 : 400.0 MPa
- ② 탄성계수 : $E_c = 2.00E+05$ MPa

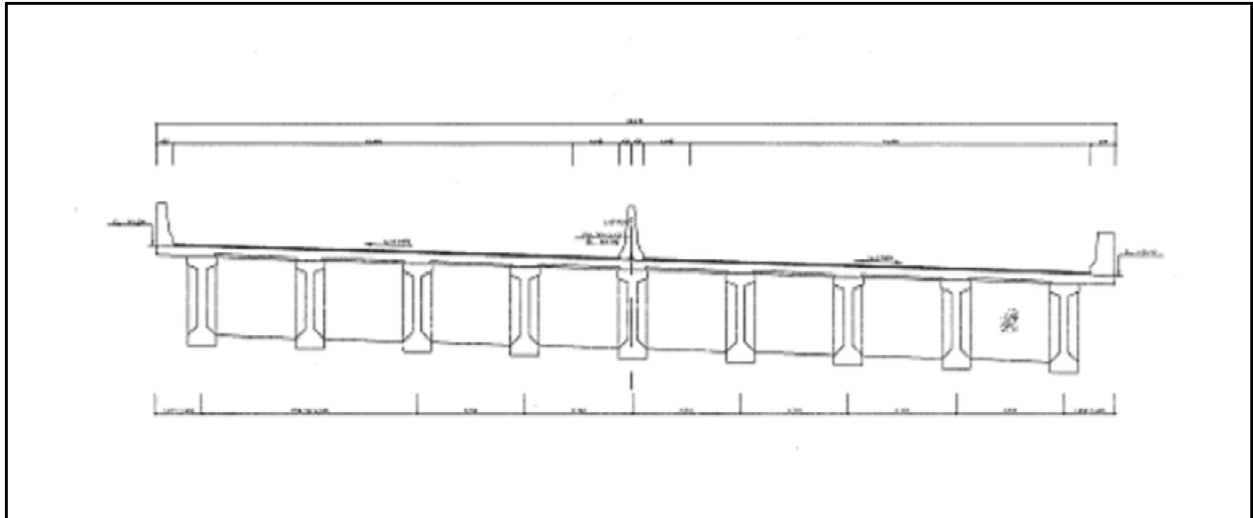
○ P.S.C Beam

- ① 설계기준강도 : 40.0 MPa
- ② 항복휨압축응력 : 16.0 MPa
- ③ 탄성계수 : 29,314.90 MPa

○ 철근

- ① 극한강도 : 400.0 MPa
- ② 탄성계수 : $E_c = 2.00E+05$ MPa

(3) 검토단면



(4) 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/m ³)	25.00	78.50	23.50

(5) 구조계산 결과요약

■ 허용응력 검토 결과(외측거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	-6.267	7.401	1.134	-1400	-O.K-	
	하 연	21.069	-7.097	13.972	17.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	-5.610	17.852	12.242	16.000	-O.K-	
	하 연	18.860	-21.441	-2.581	-3.200	-O.K-	
슬 래 브		-	4.773	4.733	11.000	-O.K-	

■ 허용응력 검토 결과(내측거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	-6.267	7.400	1.133	-1.400	-O.K-	
	하 연	21.069	-7.100	13.969	17.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	-5.440	15.520	10.080	16.000	-O.K-	
	하 연	18.280	-17.070	1.210	16.000	-O.K-	
슬 래 브		-	2.730	2.730	11.000	-O.K-	

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

본 과업에서는 교량별 바닥판 및 주거더(P.S.C BEAM)에 대하여 세부지침(2022.12)을 토대로 설계하중에 대한 구조검토 결과를 이용하여 기본내하력을 산정한다.

2) 허용응력설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율 (RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_{LS(1+i)}}$$

여기서, RF : 내하율

f_a : 재료의 허용응력

f_d : 고정하중에 의한 응력

$f_{LS(1+i)}$: 충격계수를 고려한 설계활하중(LS-22)에 의한 응력

② 내하력(Load Carrying Capacity)

$$\text{기본내하력(P)} = \text{RF} \times \text{Pr}$$

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중(LS-22)

■ 허용응력설계법에 의한 P.S.C BEAM의 내하율 평가결과

구 분			고정하중응력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	유효프리스트레스 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
가천교	외측 거더	상연	16.178	1.674	5.610	16.000	3.245
		하연	17.510	3.931	18.86	16.000	3.727
	내측 거더	상연	13.640	1.880	5.440	16.000	4.149
		하연	12.790	4.280	18.28	16.000	2.456

3) 강도설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d \cdot M_d}{\gamma_e \cdot M_e(1+i)}$$

여기서, RF : 내하율

ϕM_n : 설계휨강도

M_d : 고정하중에 의한 모멘트

$M_l(1+i)$: 충격계수를 고려한 설계활하중에 의한 모멘트

γ_d : 고정하중계수(1.3)

γ_l : 활하중계수(2.15)

② 내하력(Load Carrying Capacity)

기본내하력(P) = RF × Pr

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하율 평가결과

위 치	ϕM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버부	91.703	13.185	7.304	17.141	15.704	4.748
중 양 부	91.703	2.172	24.336	2.824	52.322	1.699

■ 강도설계법에 의한 거더의 내하율 평가결과

위 치	ϕM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN · m)	R.F
외측거더	19629.006	8932.412	2673.014	11,612.136	5,746.980	1.395
내측거더	19589.074	5867.694	2892.872	7,628.002	6,219.675	1.923

4) 내하력평가 결과

바닥판의 기본내하력은 강도설계법에 따라 평가하였고, 주거더(P.S.C BEAM)의 경우는 허용응력설계법에 따라 검토하였다. 검토 결과, 모두 설계내하력인 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. 다음은 내하력평가 결과를 보여준다.

■ 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력		Ks	공용내하력		비 고
가천교	거더(허용응력)	2.456	DB-	58.944	1.441	DB-	84.938	DB-24 이상
	거더(강도설계법)	1.395	DB-	33.480	1.441	DB-	48.245	DB-24 이상
	바닥판	1.699	DB-	40.776	-			DB-24 이상

■ 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	PRESTRESS (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
가천교	외측거 더	상연	16.000	5.610	16.178	1.674	1.307
		하연	16.000	18.86	17.510	3.931	6.199
	내측거 더	상연	16.000	5.440	13.640	1.880	1.587
		하연	16.000	18.28	12.790	4.280	13.223

■ 강도설계법

구 분		ØMn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부		91.703	32.844	2.792	SF = 1.0 이상
중 앙 부		91.703	55.146	1.663	SF = 1.0 이상
외측거더		19629.006	17359.116	1.131	SF = 1.0 이상
내측거더		19589.074	13847.677	1.415	SF = 1.0 이상

■ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	2.792	4.748	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.663	1.699	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.307	3.245	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.587	2.456	DB-24이상	A	허용응력설계법

19.5.3 안전성능평가 결과

평가대상에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능을 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태안전성능지수와 구조안전성능지수를 비교하여 작은 값을 최종 안전성능지수로 결정하여 교량의 안전성능 결과를 결정한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
가천교	0.220	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.220로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

19.6 내구성능 평가

19.6.1 콘크리트 내구성능 평가

콘크리트의 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분되며, 열화진전평가로는 탄산화 깊이, 염화물 함유량, 피복 콘크리트의 품질이며, 열화환경평가는 비래염분에 의한 염해환경 및 동결융해의 반복에 의한 동해환경이다.

콘크리트 내구성능 평가 결과 산정방법은 내구성능 평가 지표별 결과 중 가장 낮은 등급인 최저등급을 반영한다.

열화진전평가는 각 세부부재별로 정해진 시험수량과 개소에서 실시하며, 열화환경평가는 전체 시설물을 대상으로 실시한다.

열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시하며, 대상 시설물의 내구성능 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 종합등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용된다.

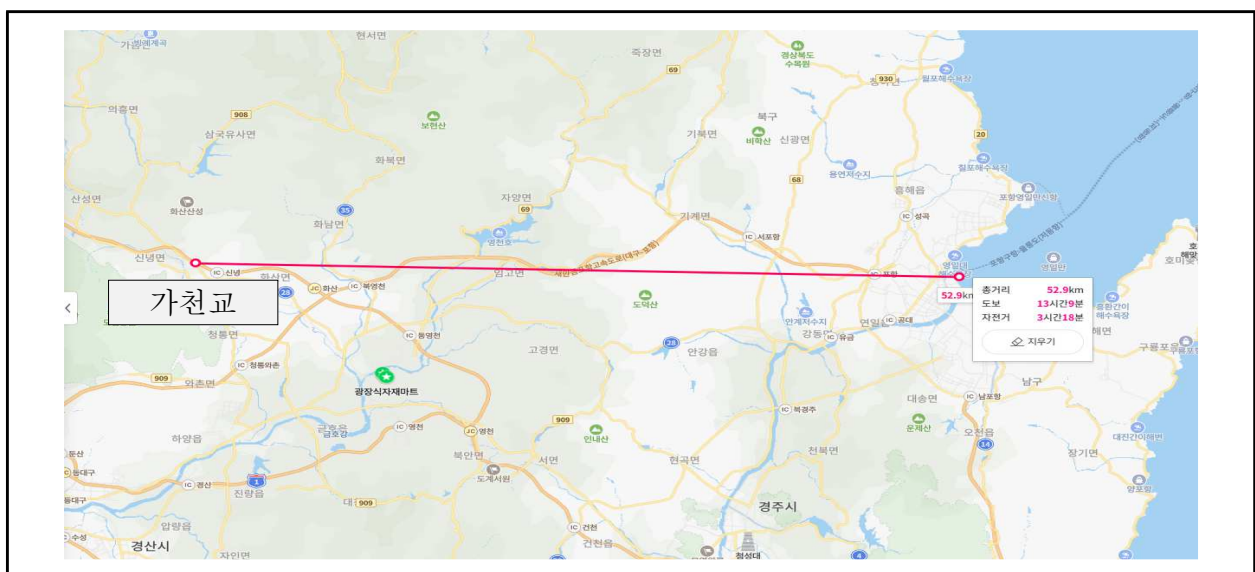
19.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 신녕면 화성리에 위치하며, 동해안으로부터 약 52.9km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 동해안으로부터 교량까지의 거리가 500m를 초과하여 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 19.6.1】 위치도

【표 19.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	동해안	전지역	500초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2013년부터 2022년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.5일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 19.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 신녕면 화성리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2022년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	0일	2017.11~2018.3	7일	2020.11~2021.3	2일
2014.11~2015.3	0일	2018.11~2019.3	1일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	2일	2019.11~2020.3	0일	2022.11~2023.3	1일
2016.11~2017.3	2일	평균 강설일수			1.5일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (<https://data.kma.go.kr/>)

주) 해당 시설물의 위치인 영천 관측소에는 최심신적설 자료가 구비되어있지 않아 인근 지역인 대구 관측소의 2013년부터 2022년 까지 10년간의 기록으로 평가하였음

나. 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 영천 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.9회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 71.6회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연평균 5.9회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 19.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 영천시 신녕면 화성리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	83일	2017.11~2018.3	80일	2020.11~2021.3	60일
2014.11~2015.3	86일	2018.11~2019.3	78일	2021.11~2022.3	76일
2015.11~2016.3	62일	2019.11~2020.3	53일	2022.11~2023.3	71일
2016.11~2017.3	67일	동결융해 횟수 (수분접촉)			71.6회

【표 19.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 영천시 신녕면 화성리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	12일	2017.11~2018.3	3일	2020.11~2021.3	3일
2014.11~2015.3	14일	2018.11~2019.3	4일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	7일	2019.11~2020.3	3일	2022.11~2023.3	3일
2016.11~2017.3	10일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			5.9회

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 19.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S5	0.392	0.363	0.310	b

【표 19.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S5	—	—	3.182

【표 19.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/m³)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	바닥판	S5	30년 초과	a

【표 19.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S5	b	a	b

2) 탄산화 깊이

【표 19.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S1 바닥판하면	3.0	1.22	30년 초과	a	a
	S3 바닥판하면	4.0	1.63	30년 초과	a	a
	S2-G1 거더	2.5	1.02	30년 초과	a	a
	A1 교대	5.5	2.25	30년 초과	a	a
	P1 교각	6.5	2.65	30년 초과	a	a
	P3 교각	6.0	2.45	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 19.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상부	S1 바닥판하면	107.0	—	a	0.10	a
		S3 바닥판하면	101.0	—	a		
		S5 바닥판하면	104.0	—	a		
		S7 바닥판하면	101.6	—	a		
		S3 가로보	105.8	—	a		
		S2-G1 거더	102.8	—	a		
		S4-G1 거더	106.0	—	a		
		S6-G1 거더	104.5	—	a		
	하부	A1 교대	104.1	—	a	0.10	a
		A1 교대(비건전)	109.9	105.6	a		
		A2 교대	108.9	—	a		
		P1 교각	105.2	—	a		
		P3 교각	101.9	—	a		
		P5 교각	105.2	—	a		
		P7 교각	105.8	—	a		
		P8 교각	101.0	—	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 19.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		35@9 = 315m
교폭		23.4m
바닥판의 높이		0.24m
거더 갯수		9
2차 부재		L=2.74m, 교축방향 17.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시
	해안 이격거리	500m 초과

【표 19.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	b	a	a	a	0.2
	거더(35)	—	a	a	a	0.1
	2차부재(7)	—	—	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.2 \times 33 + 0.1 \times 35 + 0.1 \times 7 + 0.1 \times 25) / 100 = 0.133$			
		등급	B			

【표 19.6.13】 열화환경지표의 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		B

19.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 19.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.133	b	1.0	0.133
결함도점수				0.133
내구성능평가 결과				B

19.7 사용성능 평가

교량의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적에 만족하기 위한 성능으로 정의한다.

시설물의 사용성능은 주행성과 기능성으로 구분되며, 주행성은 사용자의 편의를 도모하는 시설의 성능으로 시설물에 대한 이용자의 만족도로 평가하며, 기능성은 시설물이 계획 당시의 목적대로 서비스를 제공할 수 있는 역량과 이를 유지할 수 있는 조건의 충족여부로 평가한다.

각 성능별로 세부지표의 평가 결과를 가중치를 반영하여 최종 평가 등급으로 결정한다.

교량의 세부지표는 성능평가의 정의에 따라 주행성과 기능성으로 구분하고 해당 시설물의 특성을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

교량에서는 서비스의 성능에 직접적인 영향을 미치는 시설물의 성능으로 사용자의 만족도 측면에서 주행성과 시설물의 기능유지 측면에서 유지관리성, 수요 및 용량을 선정한다.

19.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 0.48~0.80로 평가되었다.

【표 19.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	315.0	0.48	e등급
	상주영천고속도로	상주	2	315.0	0.48	e등급
	상주영천고속도로	영천	1	315.0	0.80	e등급
	상주영천고속도로	영천	2	315.0	0.80	e등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0이하로 산정되어 e등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

3) 진동사용성

(1) 측정

- 해당 교량의 진동사용성 평가를 위하여 교량의 최대 처짐과 고유진동수를 측정하였으며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 4.201mm/s, 7.7Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 방향별 각 8기가 시공되어있으며, 점검로는 전개소 모두 설치되어 있지 않은 상태로, e등급으로 평가된다.

【표 19.7.2】 점검시설 평가결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	점검로가 교각마다 모두 설치 되어 있을 때	점검로가 신설되어 모두 양호한 상태	
b	점검로가 교각의 80% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로가 모두 양호한 상태	
c	점검로가 교각의 60% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 20% 미만의 수리 및 10% 미만의 교체가 필요 할때	
d	점검로가 교각의 40% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 40% 미만의 수리 및 20% 미만의 교체가 필요 할때	
e	점검로가 교각의 40% 미만으로 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 40% 이상의 수리 및 20% 이상의 교체가 필요한 상태	○

- 점검로가 교각의 40% 미만 설치되어 있고, 양호한 상태로 e등급으로 평가된다.

5) 교통량

대상 시설물의 낙동JCT~영천JCT의 2022년 평균 수요예측 및 상주영천고속도로 소요실제 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 49,877/일이며, 소요실제 교통량은 30,787/일로 수요예측/수요실제의 비율이 100% 이상으로 산정되어 a등급으로 평가되었다.

【표 19.7.3】 교통량의 성능평가

구 분	수요예측(대/일) a	소요실제(대/일) b	대비(%) a/b*100	평가등급	비고
가천교	49,877	30,787	162.0	a등급	2022년 교통량

19.7.2 사용성능평가 결과

【표 19.7.4】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	e	1.0
		조명시설	0.150	—	—
		진동사용성	0.202	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	e	1.0
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.1
				결합도점수	0.675
				등급	D

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, 1.0×0.247 (포장상태) + 1.0×0.202 (진동사용성) + 1.0×0.206 (점검시설의 유무) + 0.1×0.195 (교통수요) = 0.675

19.8 종합성능평가

성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합 성능등급을 결정하였다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하였다.

【표 19.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	가천교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.220	b	0.68
내구성능 평가	0.133	b	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.220 \times 0.68 + 0.133 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.263$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.263 • 종합성능평가 결과 : C등급		

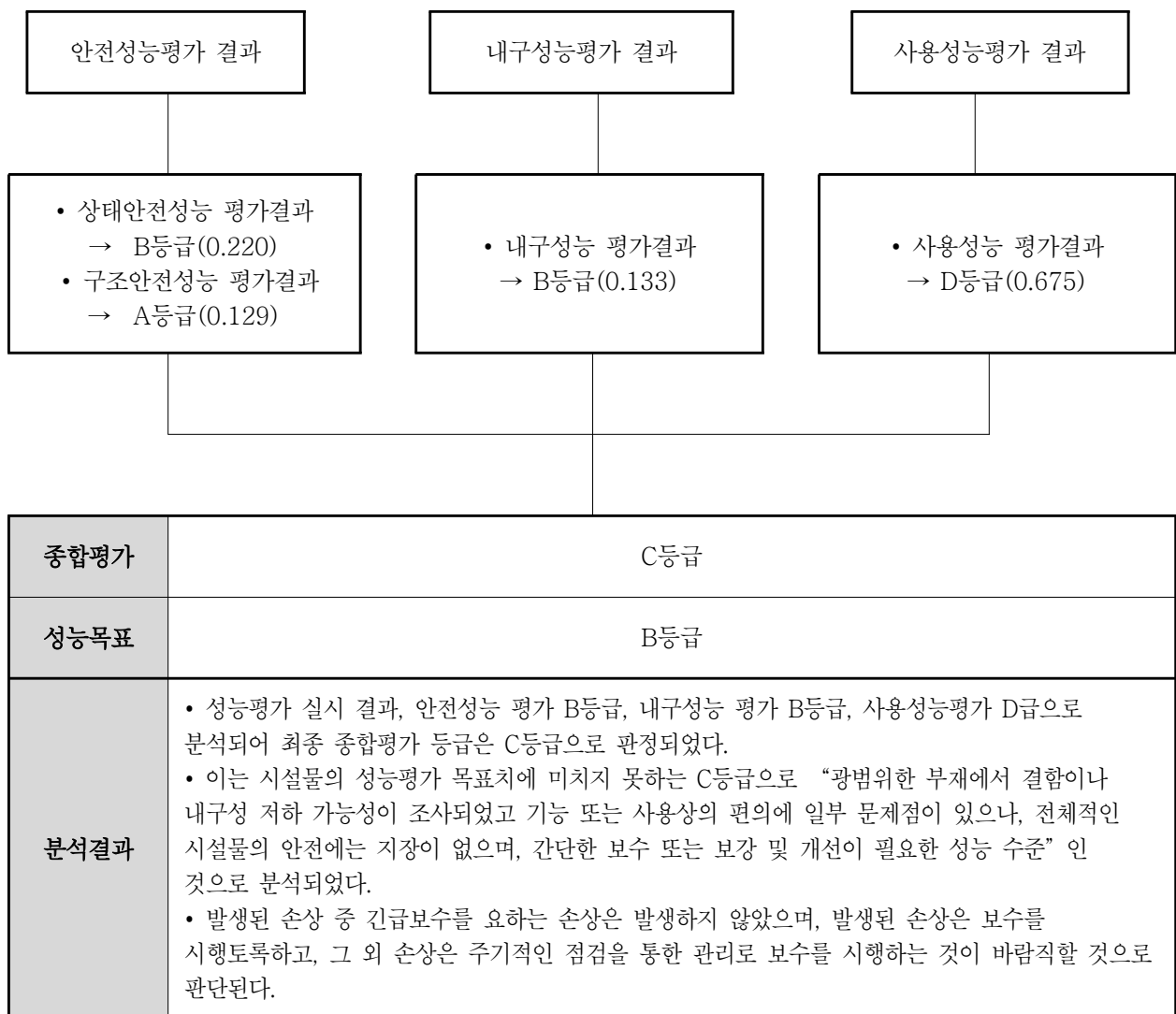
19.9 유지관리 전략제안

19.9.1 성능목표 등급 산정

【표 19.9.1】 성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 813대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	19.0km
성능목표 등급	B($0.20 \leq X < 0.26$)

19.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



19.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 19.9.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	파손	단면보수	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
	철근노출	단면보수(방청)	0.10	0.15	m ²	—	—	하자
거더	파손	단면보수	0.20	0.30	m ²	—	—	하자
가로보	백태	표면처리	1.92	2.88	m ²	—	—	하자
	들뜸	단면보수	0.18	0.27	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m ²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.00	3.00	m	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.80	1.20	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	1.23	1.85	m ²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	9.75	14.63	m ²	—	—	하자
	법면 보호블럭 침하	주의관찰	15.00	22.50	m	—	—	하자
교각	망상균열	표면처리	155.00	232.50	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.30	0.45	m ²	—	—	하자
	누수흔적, 표면오염	표면처리	55.60	83.40	m ²	—	—	하자
	파손, 박락	단면보수	0.27	0.41	m ²	—	—	하자
	폐자재 적치	정비	64.00	96.00	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	202.00	75.75	m ²	54	4,091	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.40	0.52	m ²	54	28	2순위
	무수축물탈 망상균열	표면처리	0.40	0.60	m ²	54	32	2순위
	받침콘크리트 박리, 파손	단면보수	0.17	0.26	m ²	165	43	2순위
	받침콘크리트재료분리	단면보수	0.06	0.09	m ²	165	15	2순위
	플레이트 부식	채도장	5.00	5.00	EA	40	200	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	10.70	4.01	m ²	54	217	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	1.80	2.70	m ²	54	146	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.07	0.11	m ²	165	18	2순위
	이물질퇴적	정비	6.00	9.00	m	25	225	3순위
	차수판 앵커 탈락	정비	15.00	15.00	EA	25	375	3순위
교면포장	포장 망상균열	표면처리	2,685.00	4,027.50	m ²	54	217,485	1순위
배수시설	배수관누수	정비	2.00	2.00	EA	25	50	2순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m ²	54	10	3순위
	파손	단면보수	0.59	0.89	m ²	165	147	3순위
방호벽 및 중분대	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	217,485		4,477		1,120		
	재경비 (순공사비의 50%)	108,743		2,239		560		
	합계	326,228		6,716		1,680		
개략공사비 총계(천원)		334,624						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 19.9.3】 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수	0.03	0.05	—	—	파손	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수(양측)	0.10	0.15	—	—	철근노출	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	0.20	0.30	—	—	파손	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	2
표면처리	1.92	2.88	—	—	백태	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	28
단면보수	0.18	0.27	—	—	들뜸	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	28
표면처리	0.50	0.19	—	—	균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
주입보수	2.00	3.00	—	—	균열	교대	안전 성능	c	1.00	0.13	0.68	0.18	0.01591	1
표면처리	0.80	1.20	—	—	균열부백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
표면처리	1.23	1.85	—	—	백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
표면처리	9.75	14.63	—	—	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
주의관찰	15.00	22.50	—	—	블럭 침하	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
표면처리	155.00	232.50	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
표면처리	0.30	0.45	—	—	백태	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
표면처리	55.60	83.40	—	—	누수흔적, 표면오염	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
단면보수	0.27	0.41	—	—	파손, 박락	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14
정비	64.00	96.00	—	—	폐자재 적치	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	14

【표 19.9.3】 우선순위지수 산정(계속)

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등급	손 상	부 재	성 능	등급		
표면처리	20200	75.75	54	4091	균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	1.40	0.52	54	28	균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	0.40	0.60	54	32	망상균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	0.17	0.26	165	43	박리, 파손	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	0.06	0.09	165	15	재료분리	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
재도장	5.00	5.00	40	200	부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	10.70	4.01	54	217	균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	24
표면처리	1.80	2.70	54	146	망상균열	신축이음	안전 성능	c	1.00	0.07	0.68	0.18	0.00857	11
단면보수	0.07	0.11	165	18	파손	신축이음	안전 성능	c	1.00	0.07	0.68	0.18	0.00857	11
정비	6.00	9.00	25	225	이물질퇴적	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	24
정비	15.00	15.00	25	375	앵커 탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	24
표면처리	28500	40250	54	217485	망상균열	교면포장	안전 성능	d	1.00	0.04	0.68	0.30	0.00816	13
정비	2.00	2.00	25	50	배수관 누수	배수시설	안전 성능	c	1.00	0.03	0.68	0.18	0.00367	27
표면처리	0.50	0.19	54	10	균열	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	30
단면보수	0.59	0.89	165	147	파손	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	30

다. 유지관리 전략 제언

관리주체는 관할 내 교량의 경제성(교통량, 투입비용, 향후교통량), 검토사항(시공성, 제 3 대상 위험도, 노선, 환경), 사고위험 등을 종합적으로 고려하여 다수의 시설물 중 보수의 우선순위가 높은 시설물을 결정하고, 개별시설물의 비용효과 분석을 통해 선정된 시설물 내의 부재별 보수·보강 우선순위를 결정하여 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다만, 부재별 우선순위를 선정할 때 부재 내의 손상의 경중을 고려한 것이 아닌, 부재별 총공사비와 해당 부재의 가중치를 비교하여 도출된 결론으로써 부재별 보수·보강의 효율성을 판단하는 것이므로 우선순위가 높은 부재라고 하더라도 그 부재가 주요손상을 포함하고 있다고 할 수는 없다. 그러므로 보수를 실시하고자 할 때 주요 손상에 대해 우선적으로 보수를 하고 순위별로 순차적으로 보수 조치를 취하도록 한다.

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.263으로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족하지 못하므로 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 실시한다면 성능목표인 $0.13 \leq X < 0.26$ 을 만족할 것으로 판단된다.

19.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 가천리(상주영천고속도로 65.448~65.763km)에 위치한 교량으로서 총 연장 315.0m, 폭 23.4m, 왕복 4차로로 시공되어, 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” (이하 “시설물안전법” 이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

19.10.1 현장조사결과

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 콘크리트 파손, 철근노출 손상이 신규 조사되었다. 중앙부 데크플레이트는 전반적으로 양호한 상태이다.
- 바닥판하면 단부에 발생한 파손, 철근노출의 경우 거푸집 제거시 충격, 피복부족 등의 원인에 의한 손상으로, 그 정도가 심하지 않아 구조물에 영향을 미치지 않는으나, 장기공용시 수분접촉 등에 의해 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수 및 방청 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

2) PSC Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 정밀조사로 파손이 1개소 추가 조사되었다.
- 거더 거치시 인양홀 주위 충격에 의한 파손이 조사되었고, 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 백태가 확인되었고, 손상의 진전은 없는 상태이다. 금회 정밀조사로 들뜸이 1개소 추가 조사되었다.
- 가로보에 발생한 백태의 경우 콘크리트 양생중 우수유입에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 들뜸의 경우 장기공용, 마감미흡에 의한 손상으로, 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 균열부백태, 백태, 누수흔적, 법면 보호블럭 침하가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 교대 균열을 보수한 것 외에 신규로 누수흔적이 추가 조사되었다.
- 교대 벽체에 발생한 균열(0.3mm내·외)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다.
- 균열부백태 및 백태, 누수흔적의 경우 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 교대 A1 법면에 발생한 보호블럭 침하의 경우 법면 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 전회와 비교시 진전은 미미한 상태로, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 누수흔적, 표면오염, 파손, 폐자재 적치 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 균열을 일부 보수한 것이 확인되었고, 정밀조사로 백태, 표면오염, 망상균열 등의 손상이 추가 조사되었다.
- 교각에 발생한 망상균열의 경우 대부분 폭 0.3mm미만의 미세균열로 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정된다. 상기 손상부의 경우 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 백태, 누수흔적, 표면오염의 경우 외부 우수유입, 장기공용에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.
- 파손, 박락의 경우 강재거푸집 제거시 외부충격 등에 의한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 코핑부 상면의 폐자재 적치는 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리

트 박리, 재료분리, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 망상균열, 파손, 플레이트 부식 등의 손상이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 상태이다.

- 받침 몰탈 및 콘크리트에 발생한 균열, 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 박리 및 파손, 재료분리의 경우 시공시 외부충격, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 온도변화 및 횡거동에 의한 손상으로 판단되며, 현재 스토퍼 파손 및 주변부재 손상은 발생되지 않은 상태이다. 상기 손상부는 주의관찰 후 손상의 진전 및 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열 및 망상균열, 후타재 파손, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열, 파손, 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 거동상태는 전반적으로 양호한 상태이다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 후타재 파손의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 본체에 발생한 이물질 퇴적의 경우 차량통행으로 인한 비산먼지, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 차수판 앵커 탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비가 요망된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음

유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열이 확인되었고, 금회 점검시 망상균열이 추가 조사되었다. 교면포장은 차량통행에 문제가 없는 상태이다.
- 교면포장에 발생한 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 배수관 누수가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 그 외의 배수구 및 배수관 상태는 양호한 상태이다.
- 배수관 누수의 경우 이음부에 이물질퇴적이 되어 발생한 손상으로, 현재 배수관 누수로 인한 코핑부 누수흔적이 발생한 상태이다. 상기 손상부는 정비가 필요할 것으로 판단된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열이 확인되었고, 금회 정밀조사로 중앙분리대 파손이 신규 조사되었다. 방호벽 상단의 방음벽은 양호한 상태이다.
- 방호벽에 발생한 균열, 파손의 경우 방음벽 및 차수관 설치를 위한 앵커볼트 삽입부에서 발생되었으며, 이는 앵커볼트 삽입에 의한 응력발생에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생한 손상부의 경우 손상 정도가 경미하고, 구조물의 내구성 저하에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 추가손상 발생시 일괄 보수처리 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포

장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.3~29.0MPa, 상부구조(거더) 41.1~50.4MPa, 하부구조(교대) 25.0~27.4MPa, 하부구조(교각) 27.3~28.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 2.5~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.5mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

19.10.2 성능평가 결과

【표 19.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	가천교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.220	b	0.68
내구성능 평가	0.133	b	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.220 \times 0.68 + 0.133 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.263$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.263 • 종합성능평가 결과 : C등급		

19.10.3 종합결론

- 가천교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 철근노출, 가로보 들뜸, 교대 균열, 교각 파손, 교량받침 플레이트 부식, 신축이음 후타재 파손, 교면포장 포장 망상균열 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, C등급(0.263)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표를 만족하지 못하므로 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 실시한다면 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족할 것으로 판단된다.

19.10.4 사용제한의 필요성 여부

- 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태에서 서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

19.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 망상균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

19.10.6 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.

