

8. 도개교

8.1 시설물 개요

8.2 자료수집 및 분석

8.3 현장조사

8.4 콘크리트 내구성조사

8.5 상태평가

8.6 종합평가 및 안전등급 지정

8.7 보수·보강 및 유지관리 방안

8.8 종합결론

8. 도개교

8.1 시설물의 개요

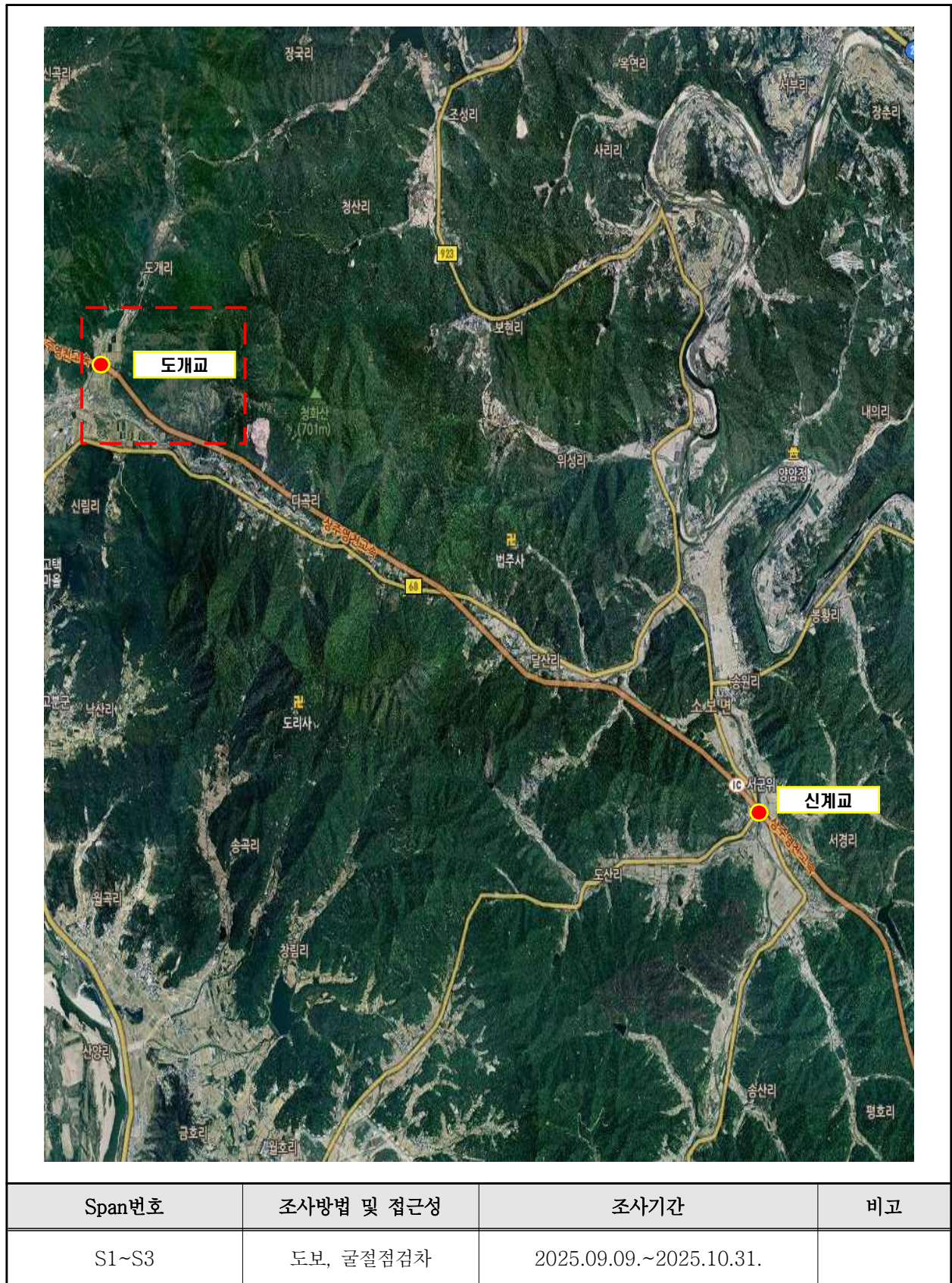
본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 도개리(상주영천고속도로 16.357~16.757km)에 위치한 교량으로 총 연장 400.0m, 폭 24.6m로 시공되어 있다.

8.1.1 일반사항

【표 8.1.1】 도개교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000272	관리번호	SY BR.8	
시설물위치		경상북도 구미시 도개면 도개리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		16.357~16.757km	공사이정	0.343~0.743km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=400.0m, (40m+8@45m=400m)			
	폭	B=24.6m, 4차로			
구조 형식	상부	PnP GIRDER	기초 형식	교 각	직접기초
	하부	T형 교각식(T)		교 대	직접, 강관말뚝기초
교량받침		면진받침	신축이음	핑거	
교차시설물		군도 12호선	통과높이	20.8m	
부착시설내용					
시 공 자		(주)한화건설, (주)삼호	관리주체	상주영천고속도로(주)	

8.1.2 위치도 및 전경사진

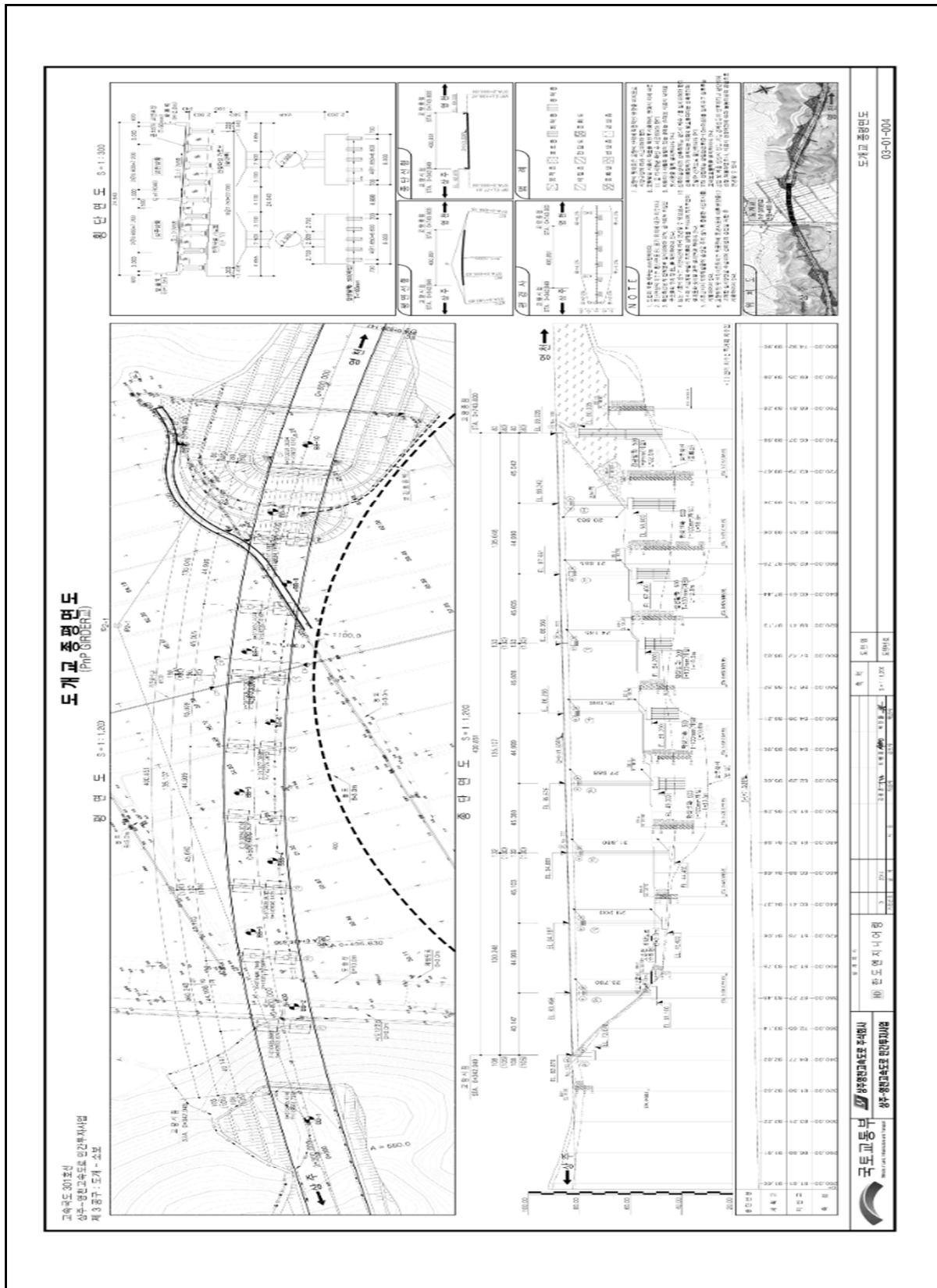


【그림 8.1.1】 위치도

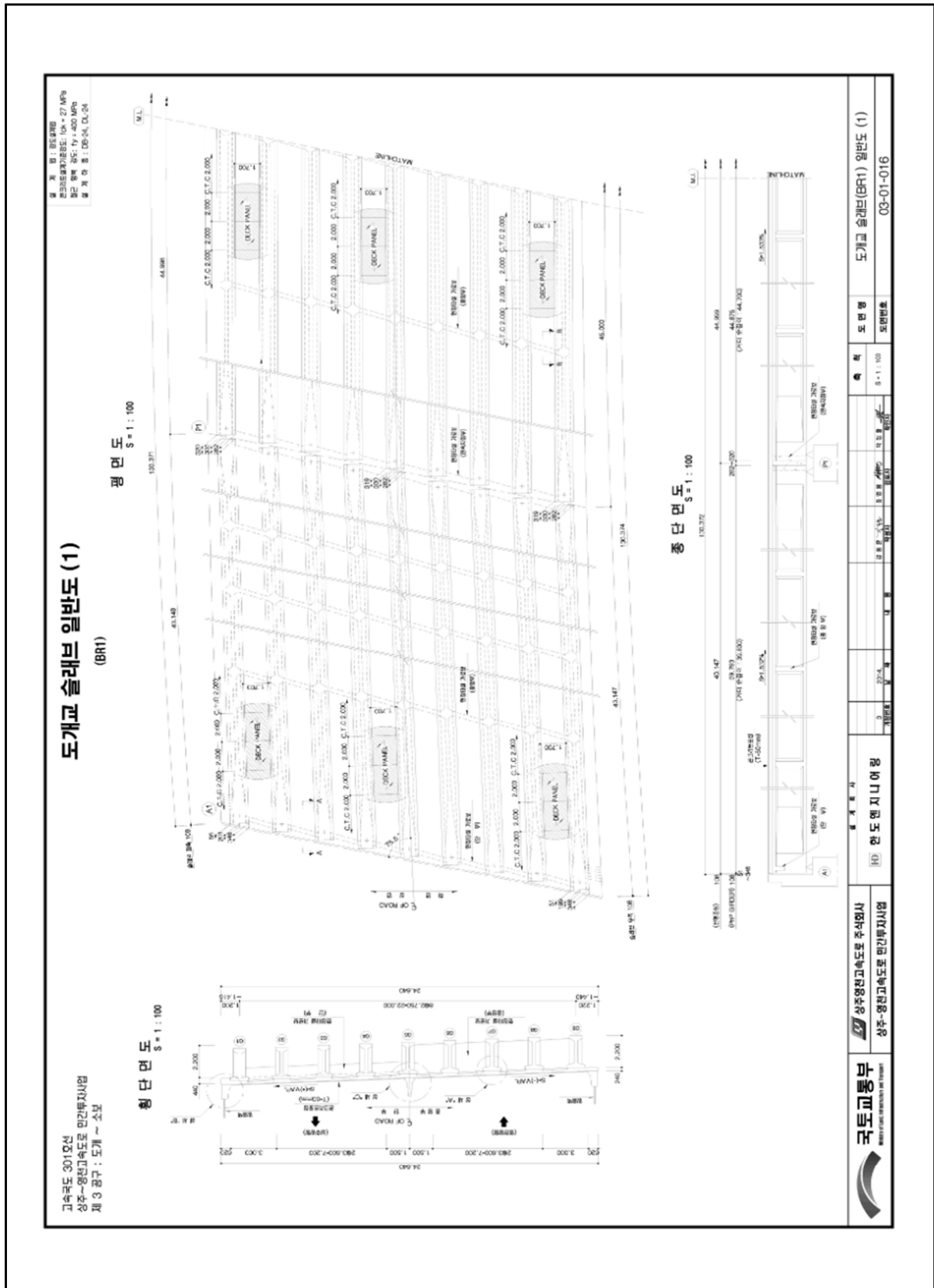
	
측면 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 8.1.2】 부재별 현황

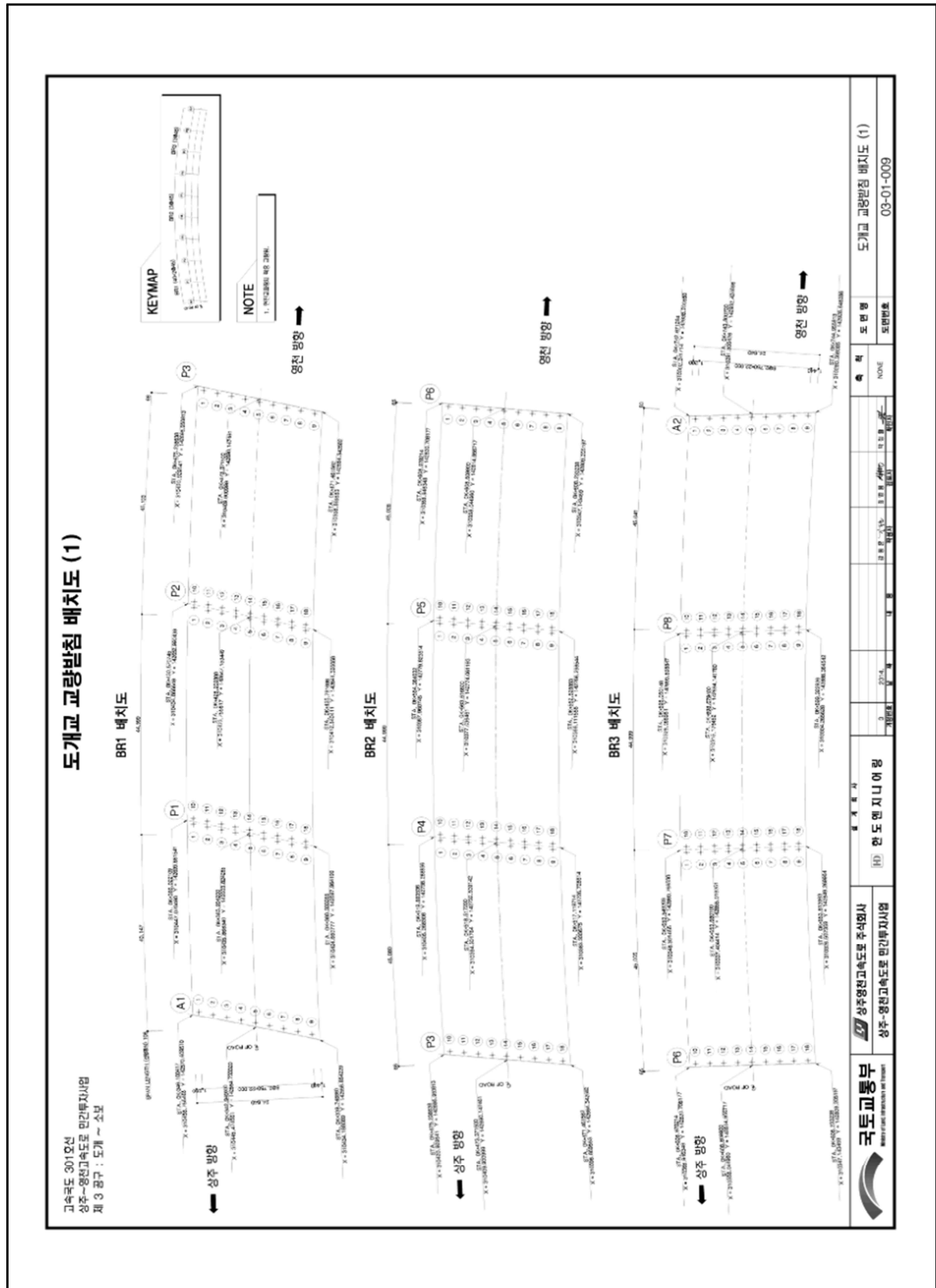
8.1.3 시설물 일반도



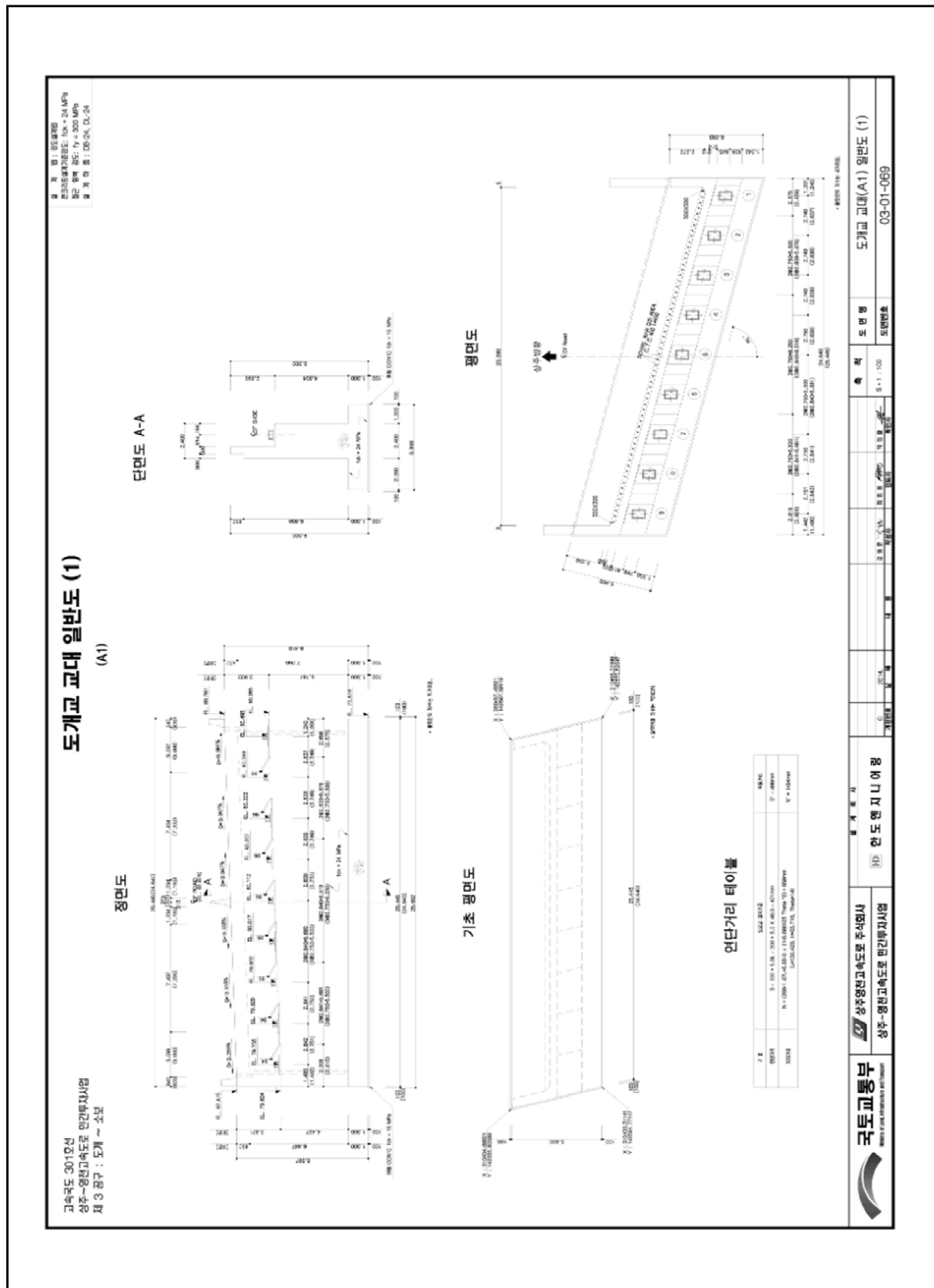
【그림 8.1.3】 종평면도



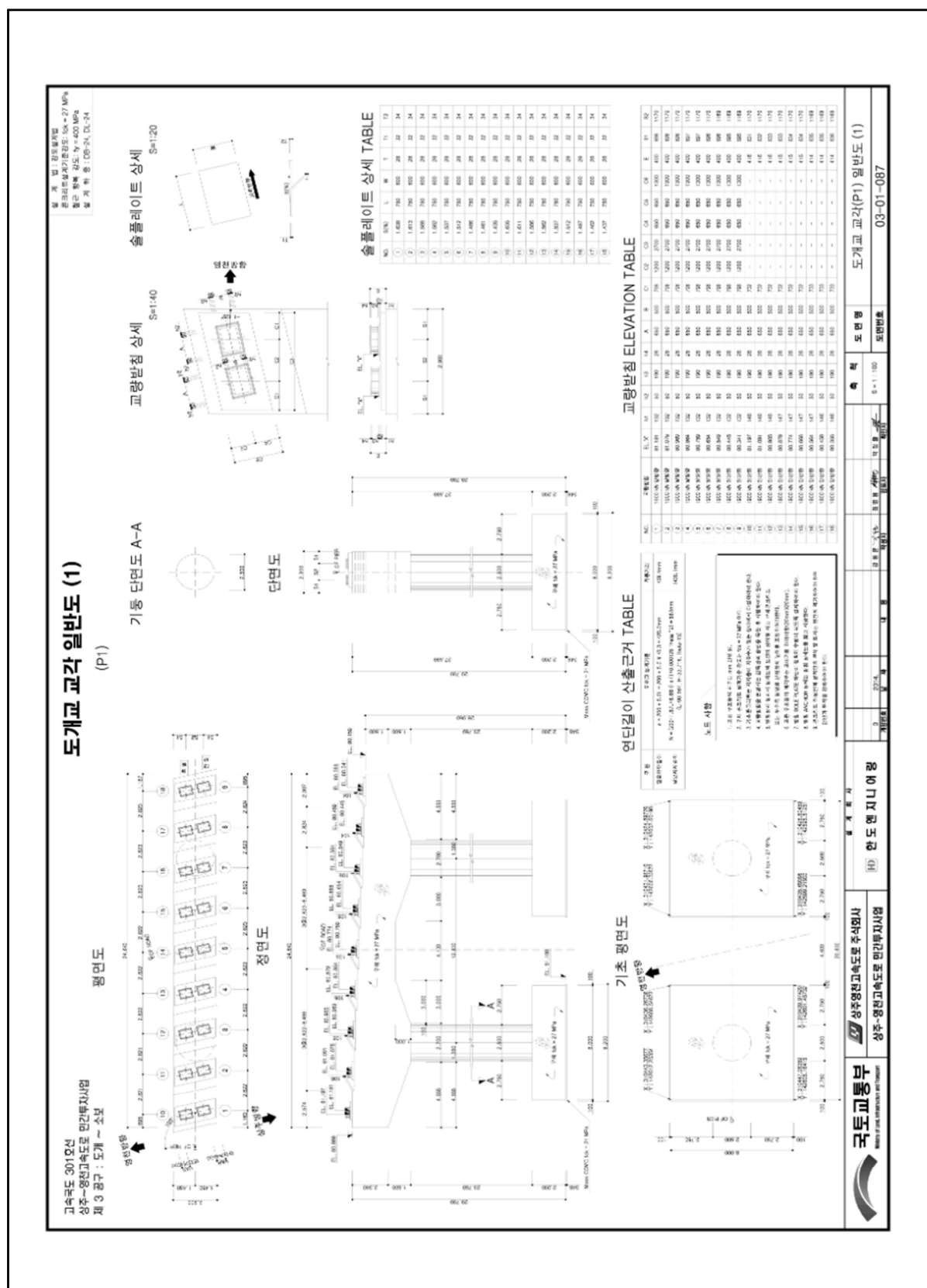
【그림 8.1.4】 슬래브 일반도



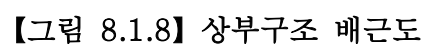
【그림 8.1.5】 교량받침 배치도

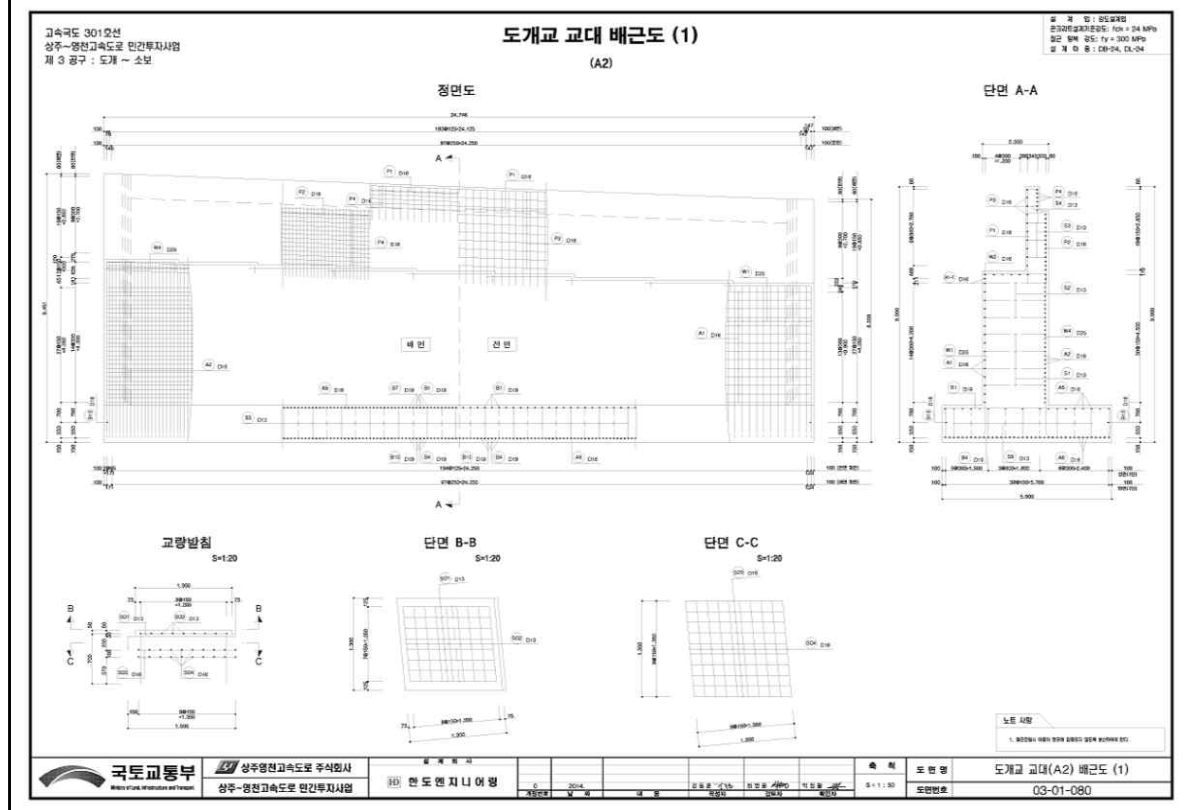


【그림 8.1.6】 교대 일반도

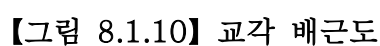


【그림 8.1.7】 교각 일반도





【그림 8.1.9】 교대 배근도



8.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “고속국도 제301호선 상주~영천 고속도로 민간투자사업 건설공사 3공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

8.2.1 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

과업대상시설물의 준공도면 및 현장 측정 비교검토 결과 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.

【표 8.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	24,640	24,620	교대 폭	24,640	24,630
거더 높이	2,200	2,204	교각 폭	24,640	24,630
거더 하면	800	800	난간 및 연석 높이	1,080	1,080



부재 현장측정 전경



부재 현장측정 전경

【사진 8.2.1】 부재 현장측정 전경

8.2.2 설계자료 검토

가. 지반조사 보고서

제 1 장 조 사 개 요

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

- 상주-영천 고속도로 민간투자사업 제 3공구 지반조사

1.2 조사목적

- 상주-영천 고속도로 민간투자사업 제 3공구를 위한 지반조사
- 선정된 최적노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

위 치

- 시점 : 경상북도 구미시 도개면 (STA. 0+000)
(X=910,453.951, Y=142,180.556)
- 종점 : 경상북도 구미군 소보면(STA. 12+935)
(X=904,851.7911, Y=153,666.900)
- 연장 : 12.935km

특 성

- 국도·지방도 및 고속도로를 연결하는 제 2경부축(상주-영천) 고속도로 건설
- 대구-포천, 대구-부산고속도로 등지 건설로 인한 대구, 구미권 교통수요 분산
- 민간의 참여와 효율로 정부재정지원의 효율적 집행 도모

1.4 위치도

구조물 현황

터널 구간	교량 구간	토공구간
• 군위터널 상주방향 : 1,085m 영천방향 : 960m	• 도개교(360.0m) • 다크교(10.0m) • 달산2교(40.5m) • 달산1교(70.1m) • 신계교(176.3m)	• 뽕기구간(14개소) • 뽕기구간(17개소)

2.3.3 조사위치 선정

가. 터널 구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
군 위 터 널	TBB-1	상주 5+888(차4.55)	307,973.599	147,502.796	터널시험 경구부의 토사층 및 암반 상태 확인
	TBB-2	상주 5+916(차4.11)	307,963.590	147,508.854	
	TBB-3	상주 5+962(차9.73)	307,927.733	147,566.498	
	TBB-4	영천 5+920(차27.49)	307,810.720	147,512.184	
	TBB-5	영천 6+066(차20.76)	307,866.632	147,643.378	암반상태 및 암종경계부 확인
	TBB-6	영천 6+075(차8.46)	307,803.018	147,636.068	
	TBB-7	상주 6+160(차4.46)	307,870.289	147,754.250	
	TBB-8	영천 6+197(차43.42)	307,793.214	147,763.432	
	TBB-9	영천 6+228(차11.05)	307,758.454	147,907.750	공학적 설계상수 상장을 위한 시험공
	TBB-10	영천 6+443(차62.47)	307,684.666	147,984.301	
	TBB-11	영천 6+555(차4.46)	307,695.383	148,107.873	
	TBB-12	영천 6+695(차51.24)	307,593.339	148,214.158	
도 개 교	TBB-13	영천 6+756(차1.80)	307,612.533	148,292.702	터널시험 경구부의 토사층 및 암반 상태 확인
	TBB-13-1	영천 6+796(차18.63)	307,575.811	148,317.912	
	TBB-14	영천 6+912(차0.41)	307,534.515	148,427.014	
	TBB-15	상주 6+962(차9.39)	307,522.260	148,472.567	
	TBB-16	영천 6+880(차52.13)	307,506.372	148,372.914	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	TBB-17	영천 6+911(차1.48)	307,499.441	148,405.648	
	TBB-19	상주 6+871(차19.09)	307,597.796	148,409.951	
	TBB-20	상주 6+915(차16.99)	307,570.957	148,448.263	
	HTB-1	영천 6+422(차86.02)	307,670.429	147,956.433	우보단층 자체 및 규모 파악
	HTB-2	영천 6+589(차88.27)	307,604.971	148,104.441	

나. 교량구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
도 개 교	BBB-1	0+335(차24.97)	310,302.603	142,481.892	교량기초 지지층 심도 파악
	BBB-1-1	0+339(차10.59)	310,314.347	142,490.926	
	BBB-1-2	0+342	310,322.852	142,497.897	
	BBB-2	0+385(차26.38)	310,281.327	142,526.449	
	BBB-2-1	0+389(차13.00)	310,292.918	142,533.282	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	BBB-2-2	0+387	310,304.431	142,539.386	
	BBB-3	0+410(차29.91)	310,267.688	142,548.067	
	BBB-3-1	0+411(차15.28)	310,280.543	142,555.151	
	BBB-3-2	0+414(차2.43)	310,295.386	142,565.279	우보단층 자체 및 규모 파악
	BBB-4	0+428(차20.80)	310,250.433	142,562.950	
	BBB-4-1	0+428(차18.30)	310,258.090	142,596.641	
	BBB-5	0+499(차27.15)	310,233.063	142,638.962	
	BBB-5-1	0+499(차16.65)	310,240.720	142,632.673	

8

제 2 장 조 사 결 과

제 4 장 조 사 결 과

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:500,000)

분석 내용

- 주요지층 : 포도층(포도층), 중회암, 중회암, 연암
- 포도층은 비탄성 퇴적층으로 입구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈석인 실트질 모래, 전석, 매우조밀
- 중회암은 입구부에서 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조밀
- 중회암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세립, 사암 및 흑운모 화강암의 용해대
- 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세립 및 사암, 실트질 모래, TCR=25~85%, RQD=0~45%
- 분포지층 : 메밀층, 피지층, 용화암, 연암
- 메밀층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트질인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀
- 피지층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈석인 실트질 모래 및 점토질 실트, 매우느슨 내지 매우조밀
- 용화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀
- 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0%
- 메밀층은 지표에서 1.2m 두께로 분포, 실트질인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀
- 피지층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트질인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀
- 용화암은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀
- 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, TCR=80%, RQD=45%

4.1.2 기본설계자료 분석

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
터널구간	CBB-3	1+027(차15.20)	310,012.467	143,108.801	터널기초 지지층 심도 파악
	CBB-4	1+209(차18.21)	309,926.144	143,268.777	
	CBB-5	1+415(차26.82)	309,832.922	143,452.481	
	CBB-6	1+407(차13.88)	309,801.453	143,425.374	
교량구간	CBB-7	1+581(차18.99)	309,745.801	143,594.304	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	CBB-8	1+571(차17.49)	309,718.527	143,567.411	
	CBB-9	1+730(차26.28)	309,830.281	153,547.870	
	CBB-10	1+734(차3.53)	309,844.033	153,548.086	
	CBB-11	1+828(차9.26)	309,809.826	153,579.173	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	CBB-12	1+819(차5.17)	309,824.477	153,578.529	
	CBB-13	1+860(차9.76)	309,888.206	153,602.728	
	CBB-14	1+854(차9.44)	309,902.032	153,604.519	
	CBB-15	1+890(차5.73)	309,868.678	153,636.189	우보단층 자체 및 규모 파악
	CBB-16	1+889(차5.64)	309,882.814	153,636.137	

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유	
도 개 교	BBB-6	0+600(차27.17)	310,215.604	142,666.014	교량기초 지지층 심도 파악	
	BBB-6-1	0+537(차19.28)	310,223.415	142,667.183		
	BBB-7	0+578(차26.87)	310,196.325	142,701.942		
	BBB-7-1	0+578(차18.36)	310,205.991	142,704.737		
	BBB-7-2	0+581	310,221.511	142,714.770	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
	BBB-8	0+623(차28.53)	310,176.987	142,739.287		
	BBB-8-1	0+617(차13.00)	310,102.861	142,740.898		
	BBB-9-2	0+668(차6.00)	310,187.443	142,795.148		
	BBB-10	0+688(차30.80)	310,140.83	142,804.878	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
	BBB-11	2+451(차15.01)	309,419.475	144,388.023		
	BBB-12	2+486(차1.93)	309,426.065	144,435.524		
	BBB-15	8+090(차10.28)	306,807.965	149,362.350		
달 산 교	BBB-16	8+118(차7.89)	306,777.882	149,372.297	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
	BBB-17	10+153(차27.27)	306,337.437	151,323.687		
	BBB-17-1	10+141(차11.02)	308,324.085	151,306.084		
	BBB-18	10+187(차9.75)	306,328.454	151,356.369		
	BBB-18-1	10+187(차6.37)	306,325.409	151,354.871	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
	BBB-19	10+186(차6.70)	306,313.203	151,350.199		
	BBB-20	10+218(차9.14)	306,209.534	151,370.183		
	BBB-20-1	10+226(차3.99)	306,309.124	151,390.602		
	신 계 교	BBB-21	12+444(차0.10)	306,309.124	151,390.602	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
		BBB-23	12+724(차5.43)	304,972.472	153,465.143	
		BBB-23-1	12+716(차5.85)	304,986.189	153,466.450	
		BBB-24	12+762(차5.14)	304,949.884	153,526.710	
BBB-25		12+753(차7.99)	304,968.246	153,536.344	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
BBB-26		12+790(차8.28)	304,930.281	153,547.870		
BBB-27		12+784(차3.53)	304,944.033	153,548.086		
BBB-28		12+828(차6.26)	304,909.826	153,579.173		
BBB-29		12+819(차5.17)	304,924.477	153,578.529	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
BBB-30		12+860(차9.76)	304,888.206	153,602.728		
BBB-31		12+854(차9.44)	304,902.032	153,604.518		
BBB-32		12+890(차5.73)	304,868.678	153,636.189		
BBB-33	12+889(차5.64)	304,882.814	153,636.137			

다. 비탈면구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
뽕 기	CBB-3	1+027(차15.20)	310,012.467	143,108.801	터널기초 지지층 심도 파악
	CBB-4	1+209(차18.21)	309,926.144	143,268.777	
	CBB-5	1+415(차26.82)	309,832.922	143,452.481	
	CBB-6	1+407(차13.88)	309,801.453	143,425.374	
	CBB-7	1+581(차18.99)	309,745.801	143,594.304	공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	CBB-8	1+571(차17.49)	309,718.527	143,567.411	

45

나. 지반조사보고서

제 6 장 교량·구간 지반특성 분석 및 설계예측

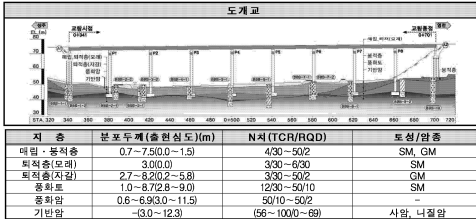
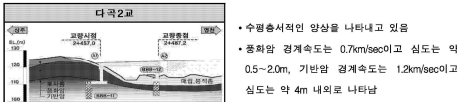
6.2 지층특성 분석

6.2.1 기본방향

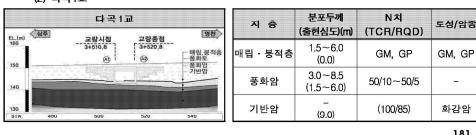
- 지표지점조사, 시추조사, 탐사 결과를 각 교량구간에 분포하는 매립·봉착층, 퇴적층 및 풍화대층 분포현황 파악

6.2.2 분포 현황 파악

가. 도개교

나. 다국 2,1교
(1) 다국2교

(2) 다국1교



181

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

6.5 지질 이상대 및 단층파쇄대 특성 분석

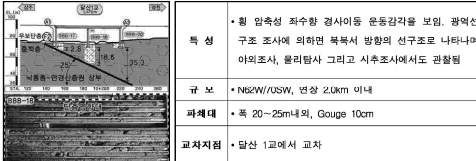
6.5.1 단층 현황

구분	지질 조사 방법	조사 시 수	조사 방법	조사 방법	주요 경사	연장 (km)	폭 (Gauge(m))	파쇄대 (m)	노선교차점 (GTA)	구분
F2	●	●	●	●	N62W/70SW	200이상	10.0	20~25	상주 7-106 영천 7-022	대단층

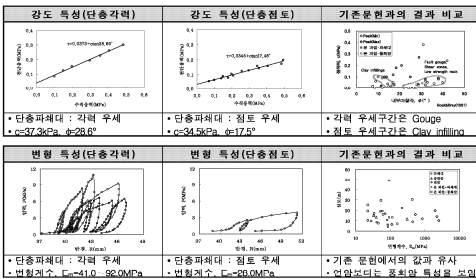
※ 대단층: 파쇄대 폭 100m 이상 또는 단층침하 100cm 이상

6.5.2 상세 특성

가. F2(우부 단층)



6.5.3 단층파쇄대의 광학적 특성



186

제 6 장 교량·구간 지반특성 분석 및 설계예측

6.3.4 투수 특성

구 분	심도 (m)	지층명	투수계수 (cm/sec)
BBB-1-1	4.0~5.0	풍화암	5.56×10 ⁻³
BBB-2-1	2.0~3.0	퇴적층	1.24×10 ⁻²
BBB-3-1	2.0~3.0	퇴적층	1.94×10 ⁻²
BBB-4-1	10.0~11.0	풍화암	8.29×10 ⁻³
BBB-5-1	6.0~7.0	매립·봉착층	1.07×10 ⁻²
BBB-10	10.0~11.0	풍화토	9.67×10 ⁻³
BBB-12	3.0~4.0	퇴적층	3.30×10 ⁻²
BBB-16	5.0~6.0	풍화암	9.95×10 ⁻³
BBB-19	4.0~5.0	풍화암	3.49×10 ⁻²
BBB-20	0.5~1.5	풍화암	6.46×10 ⁻³
BBB-24	7.0~8.0	풍화암	9.13×10 ⁻³
BBB-25	3.0~4.0	퇴적층	8.47×10 ⁻³
BBB-27	2.0~2.5	퇴적층	9.95×10 ⁻³
BBB-29	3.0~4.0	퇴적층	7.82×10 ⁻³
BBB-31	7.0~8.0	풍화토	7.12×10 ⁻³

투수계수: kcm/sec는 매립·봉착층 2.9×10⁻³, 퇴적층 1.94×10⁻², 풍화토 6.46×10⁻³, 풍화암 5.56×10⁻³의 범주를 보임

6.4 기반암 특성 분석

6.4.1 강도 및 변형특성

가. 강도특성 분석

구 분	시험결과
연압	범 위 20.4~198.2 평 균 84.0
경압	범 위 126.9~291.5 평 균 226.7

* 기반암의 일축압축강도 분포는 연압 20.4~155.1, 경압 73.1~126.9의 분포를 보임

나. 변형특성 분석

구 분	시험결과
탄성계수 (E _m (MPa))	범 위 2.40×10 ³ ~3.38×10 ³ 평 균 1.34×10 ³
탄성계수 (E _m (MPa))	범 위 5.24×10 ³ ~1.70×10 ⁴ 평 균 9.80×10 ³
변형계수 (E _m (MPa))	범 위 1.04×10 ³ ~2.48×10 ³ 평 균 8.31×10 ²

185

제 6 장 교량·구간 지반특성 분석 및 설계예측

6.6 설계 지반정수 선정

6.6.1 개요

- 기온 분포, 경향성, 설계적용시, 시험결과를 비교분석, 물리적 특성, 변형특성, 강도특성, 수리특성 등을 파악하여 변형계수, 포아송비, 강도정수, 투수계수, 단위중량 등의 설계지반정수 선정
- 토질종류는 매립층, 퇴적층, 퇴적층, 퇴적층, 풍화토, 풍화암으로 분류됨
- 풍화암은 기반암이 풍화 조성된 상태로 N치는 50/10을 상회하며 굴진시 설계 토사화됨

6.6.2 선정결과 요약

가. 연속체 해석을 위한 설계 지반정수 선정 결과

구 분	변형계수, E _m (MPa)	단위중량, γ _t (kN/m ³)	점착력, c(kPa)	내부마찰각, φ(°)	일축압축강도, q _u (MPa)
매립·봉착층	7.5	17.5	10.0	30.0	-
퇴적층(모래)	8.0	18.0	0.0	29.0	-
퇴적층(자갈)	40.0	19.0	0.0	35.0	-
풍화토	17.0	18.5	19.5	27.0	-
풍화암	120.0	19.5	32.0	29.0	-
연 압	2,670.0	23.0	175.0	34.0	84.0
경 압	5,800.0	25.0	305.0	40.0	227.0

나. 수리해석을 위한 설계지반 정수 선정 결과

구 분	매립·봉착층	퇴적층(모래)	퇴적층(자갈)	풍화토	풍화암	연 압	경 압
투수계수, kcm/sec	1.00×10 ⁻³	7.60×10 ⁻³	8.90×10 ⁻²	5.40×10 ⁻³	3.80×10 ⁻³	2.10×10 ⁻³	2.80×10 ⁻³

다. 내진 해석을 위한 설계지반 정수 선정 결과

구 분	동반비율, u _a	전단파속도, V _s (m/sec)	동탄단계수, G _d (MPa)	동탄단계수, E _d (MPa)	동탄단변형계수, K _d (MPa)
매립·봉착층	0.410	425	315	895	1,700
퇴적층(모래)	0.400	435	340	955	1,645
풍화토	0.390	610	695	1,925	2,820
풍화암	0.380	880	1,520	4,210	5,995
연 압	0.31	1,590	5,800	15,210	13,450
경 압	0.27	2,115	11,180	28,385	20,515

187

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1.1 교량제원

- 형식 : DB Girder교
- DB(Detensionable and Retensionable) PSC Girder는 긴장력을 추가 또는 제거 할 수 있는 시스템으로 비단면 처저시 거더 중앙부 하연의 과감장 상태를 긴장력 제거로 안정성을 도모할 뿐 아니라 공로중 유지보수용 추가 긴장력 도입이 요구 될때 필요 긴장력의 재도입이 가능한 PSC Girder이다.
- 교량종류 : 1등교
- 지간구성 : L=40+2*45=130m
- 폭 : B=24.640m
- 거이간격 : 2.750m
- 평면선형 : 크로소이드+원곡선(R=1,100m) SKEW = 75°

1.2 하중

- 활하중 : DB-24, DL-24
- 충격계수 : 차량하중 $i = 15 / (40 + L) \leq 0.3$

1.3 사용재료

1.3.1 콘크리트

- 1) 바닥판 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
- 2) PSC 거더 : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

1.3.2 강재

- 1) 바닥판 : S40C
- 2) PSC 거더 : S40C
- S40C78 15.2mm(0.6") 7연선, 저탄소세이션 관연선 사용

1.4 허용응력

1.4.1 바닥판 콘크리트

- 허용 휨 압축응력 : $f_{ca} = 0.4f_{ck} = 10.8 \text{ MPa}$

1.4.2 프리스트레스 콘크리트

- 1) 프리스트레스 도입시의 압축강도 : $f_{ci} = 0.8f_{ck} = 32.0 \text{ MPa}$
- 2) 프리스트레스 도입 직후 : $f_{ci} = 0.8f_{ck} = 32.0 \text{ MPa}$
- 허용 휨 압축응력 : $0.60 \times f_{ci} = 19.2 \text{ MPa}$
- 허용 휨 인장응력 : $0.50 \times \sqrt{f_{ci}} = 2.8 \text{ MPa}$ (단순지지부재 일부)
- $0.25 \times \sqrt{f_{ci}} = 1.4 \text{ MPa}$ (신장압축 인장구멍 근처의 구역)
- 3) 설계하중 작용시 : $f_{ci} = 0.45 \times f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ (유호프리스트레스+지속하중)
- 허용 휨 압축응력 : $0.60 \times f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$ (유호프리스트레스+전체하중)
- 허용 휨 인장응력 : $0.63 \times \sqrt{f_{ck}} = 4.0 \text{ MPa}$ (비관할 응력)

1.4.3 강재 (저탄소세이션)

- 극한 강도(f_{tu}) : 1,900 MPa
- 항복 강도(f_{ty}) : 1,600 MPa
- 1) 허용 최대 긴장력 : $0.34 f_{tu} = 1,504 \text{ MPa}$
- 2) 장력 직후 정착부에서의 응력 : $0.7 f_{ty} = 1,330 \text{ MPa}$

1.5 마찰계수

1.5.1 파상마찰계수

- $k_1 = 0.005 / m$ (1차 강선 부착된 긴장재)
- $k_2 = 0.002 / m$ (2차 강선 부착되지 않은 긴장재)

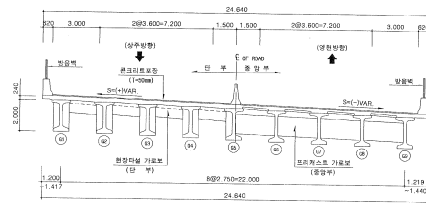
1.5.2 곡률마찰계수

- $\mu_1 = 0.25 / rad$ (1차 강선 부착된 긴장재)
- $\mu_2 = 0.15 / rad$ (2차 강선 부착되지 않은 긴장재)

1.6 단성계수

- 콘크리트 : $E_c = 8,500 \sqrt{f_{cu}} = 27,800 \text{ MPa}$ (바닥판)
- $E_c = 8,500 \sqrt{f_{cu}} = 30,900 \text{ MPa}$ (거더)
- $f_{cu} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$
- 철근 : $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

1.7 슬래브 횡단면도



2. 설계대상 교량

2.1 설계조건

2.1.1 교량제원 : PNP GIRDER교

2.1.2 해석 대상 교량 총연장 :

40.000 + 8 @ 45.000 = 400.000 m

2.1.3 교 폭 : 24.640 m

2.1.4 교각형식 : 다주식 교각

2.1.5 기초형식 : 직립+말뚝기초

2.1.6 내진설계상수

- (1) 내진등급 : 내진 1 등급교 (도로교 설계기준 pp.456)
- (2) 지진구역계수 : 0.11 (도로교 설계기준 pp.456)
- (3) 위험도계수 : I = 1.4 (도로교 설계기준 pp.456)
- (2) 가속도계수 : A = 0.154 (도로교 설계기준 pp.455)
- (3) 지반계수 : S = 1.5 (지반종류 2, 도로교 설계기준 pp.457)
- (4) 응답수정계수 : (도로교 설계기준 p.458)
- (5) 고유치 해석방법 : Ritz Vector
- (6) 반향형식 : 남향진동형(LRB)

2.1.7 해석방법

- (1) 해석방법 선정 : 비선형 시간이력 해석
- (2) 방랑조합방법 : 100~30%방법

2.1.8 해석모델

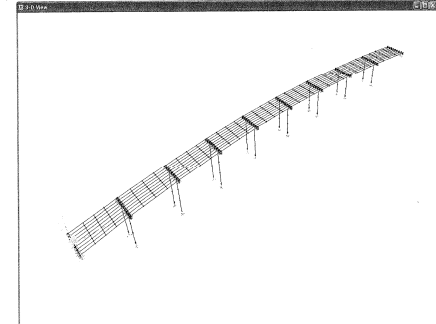
- (1) 사용프로그램 : SAP
- (2) 모델링 : Frame요소사용
- (3) 절강산정 : 1,2차 고정하중 및 자중을 각 요소에 분포질량으로 입력

3. 해석모델

3.1 MODELING

도개교의 기본적인 모델링은 상부 및 하부구조물론 FRAME요소를 이용하였고, 하부구조와 상부구조를 연결하는 교량받침의 특성에 대해서 MIDAS2012에서 정의하는 General Link 라는 요소를 사용하였다.

1) 교량전체 모델



3.2 단면특성

- ① 상부구조 단면특성 : 완성단계 구조해석 참조
- ② 하부구조 단면특성 : 완성단계 구조해석 참조

3.3 작용하중(작용질량)

상부구조는 거더의 형상을 통하여 알 수 있는 단면적으로 프로그램에서 자동생성되도록 재하하고 그외에 고정하중반력과 2차고정하중들을 각각의 주철을 모델링한 프레임 요소에 단위길이 당의 하중과 질량으로 재하하여 구조해석을 수행하였다. 하부구조는 콘크리트로 구성된 교각으로 각각의 단면적에 따라 프로그램 내에서 자동으로 계산된 질량을 사용한다.

8.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 8.2.2】 도개교 점검이력사항

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	도개교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열, 설명판 파손, 난간 균열, 재료분리, 신축이음 후타재 파손, 접속슬래브 단차, 교대 균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 신축이음 후타재 파손은 손상의 진전이 우려되며 차량의 원활한 주행확보를 위하여 조속한 보수가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	도개교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열, 난간 균열 및 재료분리, 신축이음 접속부 단차, 교대 균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히,교대법면에발생한세굴,숏크리트균열 은강우시손상의추가발생및교량의안전성이 우려되므로,빠른조치가필요하다. 금회조사시,일부부재에서보수를실시한것이확인되었다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	도개교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열, 난간 균열, 배수시설 배수구 막힘, 신축이음 접속부 단차, 파손, 교대 균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생한 세굴, 숏크리트 균열은 강우시 손상의 추가 발생 및 교량의 안전성이 우려되므로, 빠른 조치가 필요하다. 금회 조사시, 일부부재에서 보수를 실시한 것이 확인되었으며, 현재 보수부 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호

【표 8.2.2】 도개교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	도개교의 외관조사 결과, 교면포장 균열, 난간 균열, 배수시설 배수구 막힘, 신축이음 후타재 균열, 파손, 접속부 이격, 교대 균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 교대 법면에 발생한 세굴, 쏫크리트 균열은 강우 시 손상의 추가 발생 및 교량의 안전성이 우려되므로, 조속한 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 도개교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과같이자료조사,외관조사,내구성조사 등의결과를분석하여평가된구조물의상태평가결과를종합적으로평가한안전등급은「기능발휘에는지장이없으나경미한손상,결함,열화등이발생하여내구성증진을위해부분적으로보수가필요한상태」인「B」등급으로평가되었다.구조적인손상및결함은없으므로판단되어별도의정밀안전진단은필요없을것으로판단되며,본보고서에제시된방안으로보수를시행하고지속적인유지관리를실시한다면구조물의사용성을확보하는데문제없을것으로사료된다.	B등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	도개교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손, 접속부 이격, 교량받침 몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 박락 및 철근노출, 바닥판하면 파손, 거더 균열, 박락, 교대 및 교각 균열, 재료분리, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호

【표 8.2.2】 도개교 점검이력사항(계속)

번 호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	도개교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격, 교량받침 몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 박락 및 철근노출, 바닥판하면 파손, 거더 균열, 박락, 교대 및 교각 균열, 재료분리, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
8	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔 지니어링	장진원	정기안전 점검	도개교 (3공구)의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격, 교량받침 몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 박락 및 철근노출, 바닥판하면 파손, 거더 균열, 박락, 교대 및 교각 균열, 재료분리, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
9	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔 지니어링	장진원	정밀안전 점검	? 바닥판하면파손 ? 거더인양홀박리,박락,망상균열 ? 가로보상태양호 ? 교대균열(0.3mm내외),파손,범면밀림 ? 교각균열(0.3mm미만),망상균열,누수오 염,재료분리,박리,파손 ? 교량받침균열(0.3mm미만),박락,재료분 리,재료분리및철근노출,플레이트부식 ? 신축이음후타재균열,망상균열,접속부이 격,이물질퇴적 ? 교면포장포장부망상균열 ? 배수시설배수관막힘 ? 방호벽균열(0.3mm미만),균열부백태,백 태,파손	B등급

【표 8.2.2】 도개교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
10	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 교면포장 망상균열 -배수시설배수관막힘 -방호벽균열및백태 -신축이음본체이물질퇴적,후타재균열,망상균열,접속부이격 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열,박락,재료분리,철근노출,플레이트들뜸,부식 - 바닥판하면 파손 - 거더 박리, 박락, 망상균열 -교대균열(폭0.3mm내/외),백태,법면밀립 -교각균열(폭0.3mm미만),망상균열,재료분리,박리,파손,표면오염,폐콘크리트적치	양호
11	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	- 교면포장 망상균열 -배수시설배수관막힘 -방호벽균열및백태 -신축이음본체이물질퇴적,후타재균열,망상균열,접속부이격 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열,박락,재료분리,철근노출,플레이트들뜸,부식 - 바닥판하면 파손 - 거더 박리, 박락, 망상균열 -교대균열(폭0.3mm내/외),백태,법면밀립 -교각균열(폭0.3mm미만),망상균열,재료분리,박리,파손,표면오염,폐콘크리트적치	양호
12	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 교면포장 망상균열 -배수시설배수관막힘 -방호벽균열및백태 -신축이음본체이물질퇴적,후타재균열,망상균열,접속부이격 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열,박락,재료분리,철근노출,플레이트들뜸,부식 - 바닥판하면 파손 - 거더 박리, 박락, 망상균열 -교대균열(폭0.3mm내/외),백태,법면밀립 -교각균열(폭0.3mm미만),망상균열,재료분리,박리,파손,표면오염,폐콘크리트적치	양호

【표 8.2.2】 도개교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
13	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	2중성능 평가	? 안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.184, 등급 b로 평가 ? 내구성능평가결과,성능평가점수0.199, 등급b로평가 ? 사용성능평가결과,성능평가점수0.675, 등급d로평가 ? 종합성능평가결과,성능평가점수0.252, 등급b로평가	B등급
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	? 바닥판하면 파손 ? 거더인양홀박리,박락,균열및망상균열 ? 가로보백태 ? 교대균열(0.3mm내외),파손,범면밀림 ? 교각균열(0.3mm미만),망상균열,누수오 염,재료분리,박리,파손,백태 ? 교량받침반침물탈균열,박락,재료분리,철 근노출,플레이트부식,들뜸등 ? 신축이음후타재균열,망상균열,파손,접속 부이격,이물질퇴적 ? 교면포장망상균열 ? 배수시설배수관막힘 ? 방호벽균열(0.3mm미만),망상균열,균열 부백태,백태,파손	B등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 바닥판하면 파손 - 거더 인양홀 박리, 박락, 균열 및 망상균열 - 가로보 백태 - 교대 균열(0.3mm미만, 이상), 범면밀림 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 누수오염, 재료분리, 박리, 파손, 백태 - 교량받침 받침물탈균열, 박락, 재료분리, 철근노출, 플레이트 부식, 들뜸 등 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 파손, 접속부이격, 이물질퇴적 - 교면포장 망상균열 - 배수시설 배수관 막힘 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 파손	양호

【표 8.2.2】 도개교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 바닥판하면 파손 - 거더 인양홀 박리, 박락, 균열 및 망상균열 - 가로보 백태 - 교대 균열(0.3mm미만, 이상), 법면밀림 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 누수오염, 재료분리, 박리, 파손, 백태 - 교량받침 받침물탈균열, 박락, 재료분리, 철근노출, 플레이트 부식, 들뜸 등 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 파손, 접속부이격, 이물질퇴적 - 교면포장 망상균열 - 배수시설 배수관 막힘 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 파손	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 바닥판하면 파손 - 거더인양홀박리,박락,파손,균열및망상균열 -가로보백태 -교대균열(0.3mm미만),균열부백태,백태,파손,법면밀림,침하,숏크리트균열,파손 -교각균열(0.3mm미만),망상균열,표면오염,재료분리,표면박리,파손 -교량받침무수축물탈균열,박락,재료분리,받침콘크리트균열,박락,재료분리,철근노출,플레이트부식,들뜸등 -신축이음후타재균열,망상균열,파손,접속부이격,이물질퇴적 -교면포장망상균열 -배수시설배수관막힘 -방호벽균열(0.3mm미만),망상균열,균열부백태,백태,파손	양호

8.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하차점검 및 성능평가 용역(정밀안전점검)	
용역기간	2023-07-03 ~ 2023-12-08(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
외관조사결과	- 바닥판하면 파손 - 거더 인양홀 박리, 박락, 균열 및 망상균열 - 가로보 백태 - 교대 균열(0.3mm내외), 파손, 법면밀림 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 누수오염, 재료분리, 박리, 파손, 백태 - 교량받침 받침물탈균열, 박락, 재료분리, 철근노출, 플레이트 부식, 들뜸 등 - 신축이음 후타재균열, 망상균열, 파손, 접속부이격, 이물질퇴적 - 교면포장 망상균열 - 배수시설 배수관막힘 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부 백태, 백태, 파손	
비파괴조사	- 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa, 교각:27Mpa)의 설계기준 강도를 상회하는 것으로 검토되어 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 발생하지 않은 것으로 판단된다. - 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	
안전성평가 (진단시)	해당없음	
상태평가	손상결함도 지수 0.174으로 B등급	
보수보강 (진단시)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 도개교에 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.	

8.2.5 시설물 보수 이력

【표 8.2.3】 도개교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 3공구	보수	S3-S4 바닥판하면, A1 교대, P1-P8 교각	(주)한국해외기 술공사	(주)한화건설, (주)삼호
	2019-07-01 ~ 2019-12-31		바닥판하면 파손보수 교대 균열 보수,백태 보수 교각 균열 보수,재료분리 보수,망상균열 보수	0	
2	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 3공구	보수	(상주방향) A1,A2,P6, 신축이음, A2교대 (영천방향) P3,P6,A2 신축이음,A2 교대,교량받침	(주)한국해외기 술공사	(주)한화건설, (주)삼호
	2019-01-01 ~ 2019-06-30		신축이음 후타재균열 보수, 후타재들뜸 보수, 차수판볼트체결불량 보수 후타재접속부 이격 보수 교대 균열보수 교량받침 무수축물탈균열 보수	0	
3	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 3공구	보수	S9 방호벽, A2 신축이음	(주)한국해외기 술공사	(주)한화건설, (주)삼호
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		방호벽 재료분리 보수 신축이음 후타재파손 보수	0	

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

※FMS에 등재된 보수이력 이외에 하자보수와 일상보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨.

8.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 8.2.4】 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.			

8.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

8.2.8 주변환경 및 하중변화

도개교는 경상북도 구미시 도개면 도개리에 위치하는 2중 시설물로써 S2구간이 도개구천길, 하천을 횡단하는 상주영천고속도로 본선 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일 현재의 교량주변현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.

【표 8.2.5】 하중변화 검토내용

번호	보수보강 현황	기준	변경 (추가)	하중변화	비고
1	해당없음	—	—	—	

	
하부 교차 시설 전경	상부 전경
	
하부 교차 시설 전경	상부 전경

【사진 8.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

8.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 8.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 정밀안전점검 및 정기안전점검 보고서 ◇ 사고기록 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ 부재별 중점손상 - 바닥판 균열부백태 - 거더내·외부 상태양호 - 2차부재 상태양호 - 교대 철근부식 - 교각 망상균열 - 교량받침 받침콘크리트 균열, 무수축물탈 박리, 박락 - 신축이음 후타재 박리 - 교면포장 배수구 주변 파손 - 배수시설 배수관 탈락 - 방호벽 및 중분대 콘크리트 파손, 들뜸 - 교량 점검시설 상태양호 ◇ FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 보수부 상태 확인

8.3 현장조사

8.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 굴절점검차를 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, 굴절점검차	2025.09.09.~2025.10.31.	
			
굴절차 작업전경		굴절차 작업전경	
			
굴절차 작업전경		굴절차 작업전경	

【사진 8.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

8.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 도개교는 PnP Girder 9경간으로 이루어져 있으며, 바닥판하면은 콘크리트 시공 되어있고, 연장은 약 L=120.0m 폭 24.6m(4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 굴절점검차로 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

바닥판 하면 전경

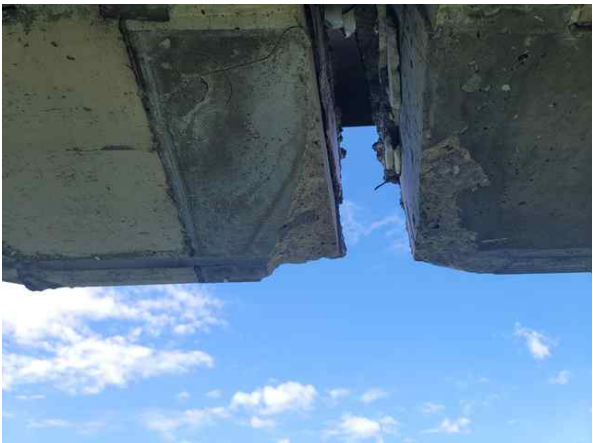
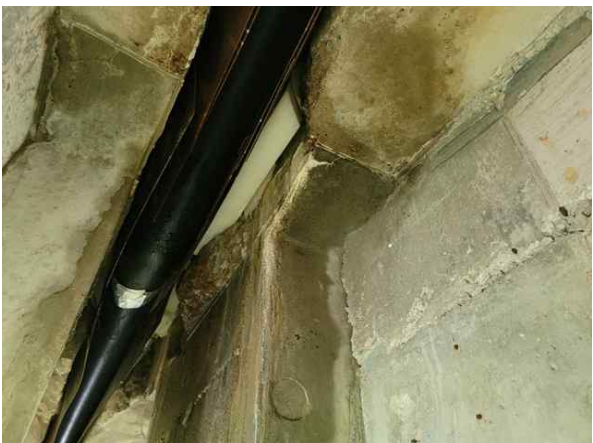
【사진 8.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 파손, 층분리, 박락, 박락 및 철근노출, 재료분리, 백태 등의 손상이 조사되었다.

【표 8.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손, 층분리, 박락 (㎡/개소)		박락 및 철근노출 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	0.01	1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	0.15	1	—	—	—	—	—	—
S4	0.55	2	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	0.30	2	0.90	4	0.20	1	0.60	2
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
S9	0.07	2	—	—	—	—	—	—
합계	1.08	8	0.90	4	0.20	1	0.60	2

			
손상현황	• S1 콘크리트 파손(0.1×0.1)	손상현황	• S3 파손(0.5×0.3)
원 인	• 외부충격, 다짐부족	원 인	• 시공시 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S4 콘크리트 층분리(0.1×0.4)	손상현황	• S7 박락 및 철근노출(0.5×0.3)
원 인	• 외부충격, 다짐부족	원 인	• 외부 충격, 다짐부족
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S7 박락 및 철근노출(0.5×0.4)	손상현황	• S3 백태(0.3×1.0)
원 인	• 외부 충격, 다짐부족	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 8.3.3】 바닥판하면 손상현황

			
손상현황	• S7 콘크리트 층분리(0.5×0.3)	손상현황	• S7 재료분리(1.0×0.2)
원 인	• 외부충격, 다짐부족	원 인	• 다짐부족, 거푸집 조기 탈거
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 파손 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 파손, 층분리, 박락, 박락 및 철근노출, 재료분리, 백태 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 8.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	파손, 층분리, 박락	m ²	0.30	2	1.08	8	▲ 0.78	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	—	—	0.90	4	▲ 0.90	신규손상
	재료분리	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.60	2	▲ 0.60	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판에 조사된 파손, 층분리, 박락, 재료분리의 경우 외부충격, 다짐부족, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 박락 및 철근노출의 경우 외부충격, 다짐부족 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수+방청 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

나. PnP Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PnP Box Girder는 9열 9경간, 연장은 약 L=270.0m 폭 24.6m(4차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 굴절점검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 인양홀 파손, 파손, 박락, 망상균열, 균열(0.3mm미만)이 확인되었다.

【표 8.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	인양홀 파손, 파손, 박락 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		균열(폭 0.3mm미만) (m/개소)	
S1	0.22	7	—	—	—	—
S2	1.08	19	1.00	1	—	—
S3	1.00	13	—	—	—	—
S4	0.36	6	—	—	—	—
S5	0.48	8	—	—	—	—
S6	1.45	24	2.00	1	1.50	1
S7	0.42	8	—	—	—	—
S8	0.06	1	—	—	—	—
S9	0.14	3	—	—	—	—
합계	5.21	89	3.00	2	0.15	1

			
손상현황	• S1-G1 인양홀파손(0.2×0.2)	손상현황	• S1-G8 인양홀파손(0.1×0.1)
원 인	• 시공시 거더 인양시 발생	원 인	• 시공시 거더 인양시 발생
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2-G1 망상균열(1.0×1.0)	손상현황	• S4-G2 인양홀박락(0.2×0.3)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거	원 인	• 시공시 거더 인양시 발생
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S6-G8 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S9-G5 파손(0.2×0.2)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 인양홀 파손, 파손, 박락, 망상균열, 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 인양홀 파손, 파손, 박락, 망상균열, 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 8.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	인양홀파손, 파손, 박락	m ²	4.80	85	5.21	89	▲ 0.41	신규손상 보수실시
	망상균열	m ²	2.0	1	3.00	2	▲ 1.00	신규손상
	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.12	3	0.15	1	▲ 0.03	신규손상 보수실시

4) 검토의견

- 거더에 조사된 인양홀 파손, 파손, 박락의 경우 외부충격, 거더 인양시 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 망상균열, 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 굴절점검차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 백태, 재료분리 등의 손상이 확인되었다.

【표 8.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	0.12	3
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	0.12	3

			
손상현황	• S5 재료분리(0.2×0.2)	손상현황	• S8 백태 보수 전경
원 인	• 다짐부족, 거푸집 조기탈거	원 인	• -
조치방안	• 단면보수	조치방안	• -

【사진 8.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보는 기 손상은 백태는 보수가 완료된 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 재료 분리 등의 손상이 신규 확인되었다.

【표 8.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	백태	m ²	0.04	1	-	-	▼ 0.04	보수실시
	재료분리	m ²	-	-	0.12	3	▲ 0.12	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 재료분리는 다짐부족, 거푸집 조기탈거에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 A1, A2 말뚝기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 굴절점검차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태, 재료분리, 누수흔적, 법면보호블럭 밀림, 숏크리트 파손, 법면 침하 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 8.3.7】 교대 외관조사 결과

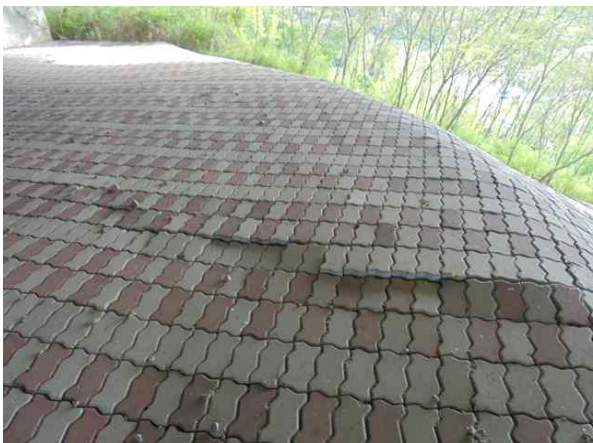
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부 백태, 백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	0.50	1	1.50	2	—	—	—	—
A2	2.00	1	—	—	1.00	1	6.00	2
합계	2.50	2	1.50	2	1.00	1	6.00	2

【표 8.3.7】 교대 외관조사 결과(계속)

구분	법면 보호블럭 밀림 (m/개소)		법면 숏크리트 파손 (㎡/개소)		법면 침하 (m/개소)	
A1	15.00	1	1.00	1	—	—
A2	—	—	—	—	5.00	1
합계	15.00	1	1.00	1	5.00	1

			
손상현황	• A1 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• A1 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 균열부 백태 (0.5×2.5)	손상현황	• A1 백태 (0.2×0.5)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 법면 블록 밀림	손상현황	• A1 법면 슛크리트 파손 (1.0×1.0)
원 인	• 우수유입, 침하, 공용중 열화 등	원 인	• 우수유입, 침하
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 8.3.9】 교대 손상현황

			
손상현황	• A2 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• A2 누수흔적 (1.0×2.0)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 누수흔적 (2.0×2.0)	손상현황	• A2 법면 침하 (L=5.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 법면 침하 (L=5.0m)	손상현황	• A2 재료분리 (1.0×1.0)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 다짐부족, 거푸집 조기탈거
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 법면 밀림, 법면 침하 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태, 재료분리, 누수흔적, 법면밀림, 슛크리트 파손 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 균열(0.3mm미만, 이상), 파손에 대한 보수가 실시되었다.

【표 8.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.80	5	2.50	2	▼ 1.30	보수실시 신규손상
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	균열부 백태, 백태	m ²	—	—	1.50	2	▲ 1.50	신규손상
	재료분리	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	누수흔적	m ²	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
	법면밀림	m	5.00	1	15.00	1	▲ 10.00	신규손상
	파손	m ²	0.01	1	—	—	▼ 0.01	보수실시
	법면 슛크리트 파손	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	법면 침하	m	5.00	1	5.00	1	▲ 5.00	변동없음

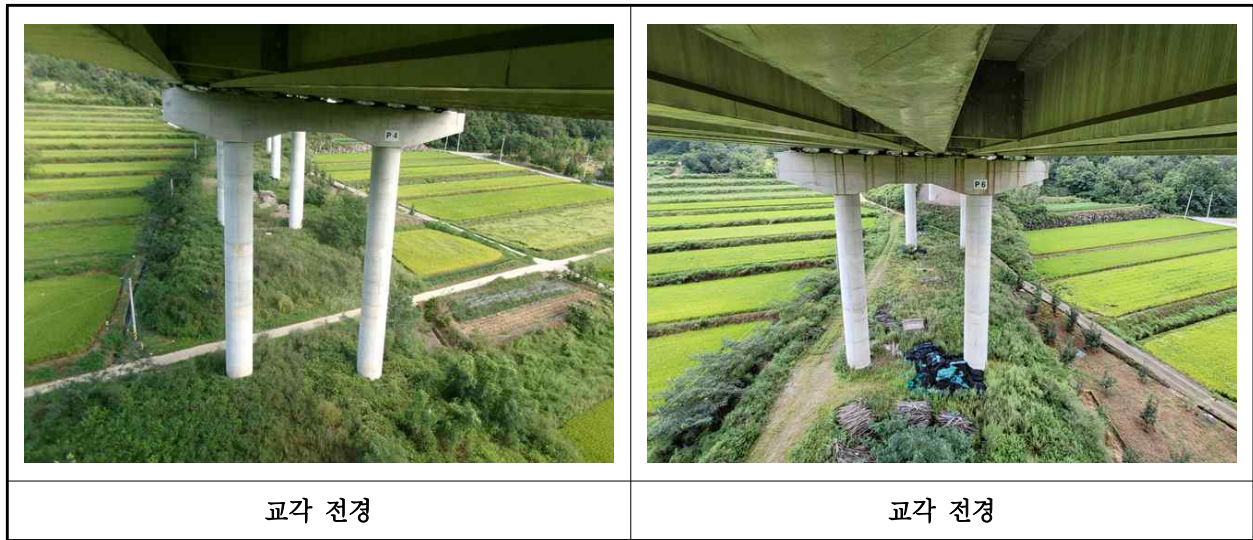
4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 재료분리의 경우 다짐부족, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수흔적, 법면밀림, 슛크리트 파손, 침하의 경우 외부 우수유입 등의 원인에 의한 손상으로 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 T형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절점검차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



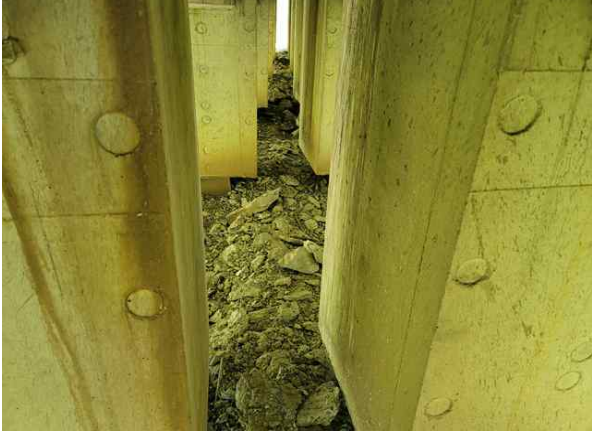
【사진 8.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열, 재료분리, 표면박리, 폐콘크리트 적치 등의 손상이 조사되었다.

【표 8.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		재료분리 충분리, 파손 (m ² /개소)		망상균열 (m ² /개소)		누수오염 (m ² /개소)		폐콘크리트 적치 (m ² /개소)		표면열화 (m ² /개소)	
P1	13.50	9	10.06	2	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	2.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	0.50	1	—	—	—	—	24.00	16	36.00	1	—	—
P4	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	0.10	1	36.00	5	—	—	—	—	—	—
P6	4.50	4	—	—	—	—	21.00	14	—	—	—	—
P7	3.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P8	2.80	6	—	—	—	—	—	—	—	—	0.21	1
합계	27.30	24	10.16	3	36.00	5	45.00	30	36.00	1	0.21	1

	
손상현황 • P1 균열(0.3mm미만)	손상현황 • P2 균열(0.3mm미만)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등	원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 표면처리
	
손상현황 • P2 균열(0.3mm미만)	손상현황 • P3 누수오염(0.5×2.0)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등	원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 주의관찰
	
손상현황 • P3 망상균열(1.5×2.0)	손상현황 • P3 폐콘크리트 적치(18.0×2.0)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등	원 인 • 시공 미흡
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 정비(청소)

【사진 8.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P4 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P3 재료분리(0.5×0.2)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P5 망상균열(18.0×2.0)	손상현황	• P5 망상균열(0.5×1.5)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P7 백태(0.5m×0.5m)	손상현황	• P7 백태 보수 전경
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 8.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 재료분리, 층분리, 파손, 망상균열, 누수 오염, 폐콘크리트 적치, 백태 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 재료분리, 망상균열, 폐콘크리트 적치, 표면열화 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 균열(0.3mm미만), 재료분리, 층분리, 망상균열, 백태에 대한 보수가 실시되었다.

【표 8.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	42.40	35	27.30	24	▼ 15.10	보수실시 신규손상
	재료분리, 층분리, 파손	m ²	17.56	26	10.16	3	▼ 7.40	보수실시 신규손상
	망상균열	m ²	5.00	2	36.00	5	▲ 31.00	보수실시 신규손상
	누수오염	m ²	45.00	30	45.00	30	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	0.50	1	36.00	1	▲ 35.50	신규손상
	백태	m ²	0.25	1	—	—	▼ 0.25	보수실시
	표면열화	m ²	—	—	0.21	1	▲ 0.21	신규손상

4) 검토의견

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 재료분리, 층분리, 파손의 경우 다짐부족, 거푸집 조기탈거 외부 충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수흔적, 표면열화의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 하다.
- 조사된 폐콘크리트 적치의 경우 시공 시 시공 미흡에 의한 손상으로 정비 등 보수가 필요하다고 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 도개교의 기초는 교대 강관파일기초, 교각 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

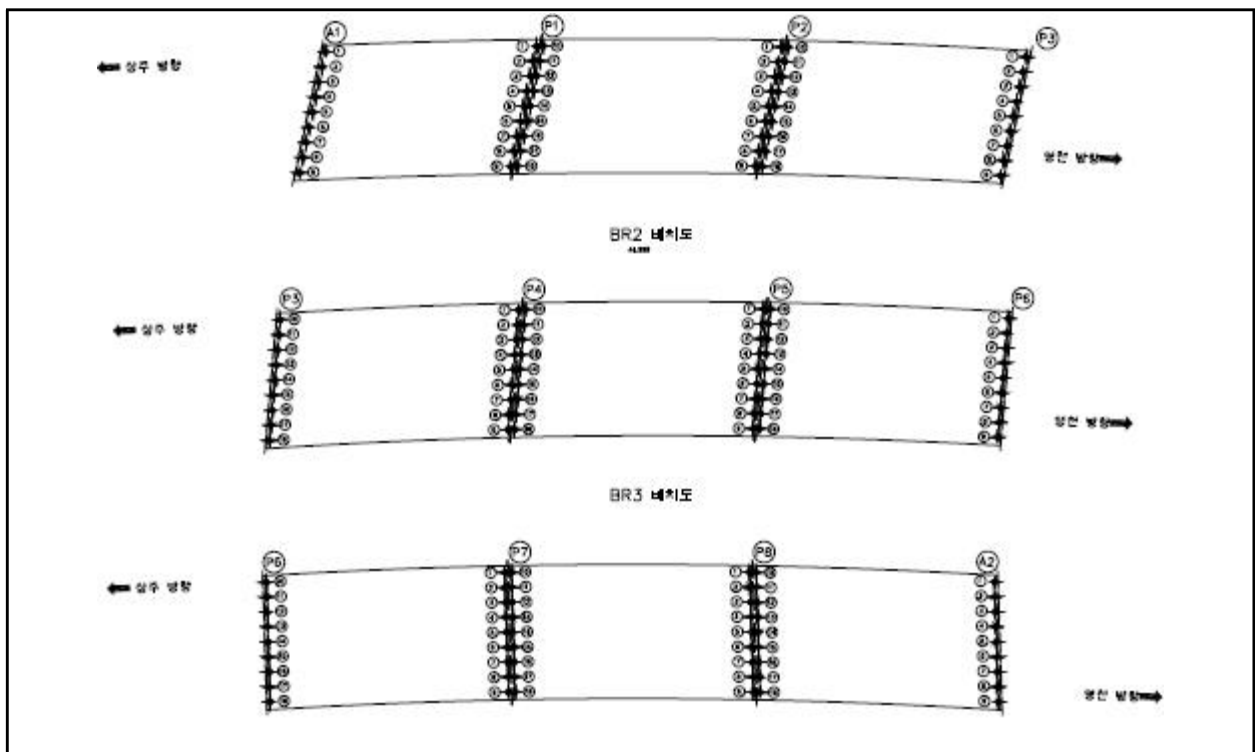
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P3 기초 전경
	
교각 P4~5 기초 전경	교각 P7~8 기초 전경

【사진 8.3.12】 기초 전경

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생된 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 먼진받침으로 하부구조 각 부재에 9~18기씩 총 162기가 설치되어있다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 8.3.1】 교량받침 배치도



【사진 8.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 무수축몰탈 및 반침콘크리트 균열(0.3mm미만), Plate 부식, 층분리, 반침콘크리트 층분리, 재료분리, 재료분리 및 철근노출, 몰탈 층분리 등이 조사되었다.

【표 8.3.11】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열 (m/개소)		반침콘크리트 균열 (m/개소)		Plate 부식 (개소/개소)		Plate 층분리 (개소/개소)	
A1	—	—	0.20	2	1.00	1	—	—
P1	—	—	—	—	0.00	—	—	—
P2	0.60	2	1.30	3	0.00	—	—	—
P3	0.40	2	—	—	18.00	18	—	—
P4	0.60	3	—	—	1.00	1	—	—
P5	8.00	15	—	—	0.00	—	—	—
P6	0.80	4	—	—	18.00	18	—	—
P7	1.60	8	—	—	0.00	—	—	—
P8	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	0.30	3	0.80	4	7.00	7	2.00	2
합계	12.30	37	2.30	9	45.00	45	2.00	2

【표 8.3.11】 교량반침 외관조사 결과(계속)

구분	반침콘크리트 층분리 (㎡/개소)		반침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		반침콘크리트 재료분리 및 철근노출 (㎡/개소)		무수축몰탈 층분리 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	0.06	1	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	0.05	1	—	—	0.02	1
P3	0.02	1	—	—	0.02	1	0.04	1
P4	—	—	0.05	2	—	—	—	—
P5	0.05	1	0.20	6	0.05	1	—	—
P6	0.23	2	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	—	—
P8	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	0.09	1	—	—	—	—	—	—
합계	0.45	6	0.30	9	0.07	2	0.06	2

			
손상현황	• A1-Sh5 Plate 부식	손상현황	• A2-Sh1 몰탈 균열(0.3mm미만)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-Sh1 받침콘크리트 파손	손상현황	• A2-Sh6 Plate 층분리
원 인	• 다짐부족, 외부 충격 등	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2-Sh6 Plate 부식	손상현황	• A2-Sh9 Plate 층분리
원 인	• 외부 우수유입, 습기흡착	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰

【사진 8.3.14】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P2-Sh11 받침 층분리 (0.2×0.3)	손상현황	• P2-Sh8 받침 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 시공미흡	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-Sh10 몰탈 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• P3-Sh10 재료분리 및 철근노출
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거, 피복부족
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• P3-Sh11 Plate 부식	손상현황	• P4-Sh10 재료분리 (0.3m×0.1m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.14】 교량받침 손상현황 (계속)

			
손상현황	• P5-Sh6 몰탈 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• P5-Sh9 재료분리 및 철근노출
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거, 피복부족
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• P5-Sh5 재료분리	손상현황	• P6-Sh8 Plate 부식
원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P6-Sh9 재료분리 및 층분리	손상현황	• P6-Sh8 박락 (0.1×0.2)
원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.14】 교량받침 손상현황 (계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), Plate 부식, 층분리, 받침콘크리트 층분리, 재료분리, 재료분리 및 철근노출, 무수축물탈 층분리 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, Plate 부식, 받침콘크리트 층분리, 재료분리 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 8.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

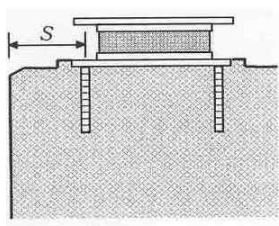
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열	m	6.50	33	12.30	37	▲ 5.80	신규손상
	받침콘크리트 균열	m	2.10	7	2.30	9	▲ 0.20	신규손상
	Plate 부식	EA	42.00	42	45.00	45	▲ 3.00	신규손상
	Plate 층분리	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.08	2	0.45	6	▲ 0.37	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.63	5	0.30	9	▼ 0.33	신규손상 표기오류
	재료분리 및 철근노출	m ²	0.13	3	0.07	2	▼ 0.07	표기오류
	무수축물탈 층분리	m ²	0.06	2	0.06	2	— —	변동없음

4) 검토의견

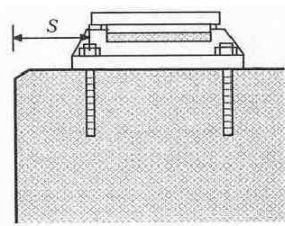
- 교량받침에 조사된 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 시공시 외부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 층분리, 재료분리, 무수축물탈 층분리의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 재료분리 및 철근노출의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 층분리의 경우 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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 8.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 8.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200 + 5 \times 40.0 = 400(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 45.0 = 425(\text{mm})$

【표 8.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		400	43	42	42	41	42	41	41	43	43	O.K
P1	A1측	400	49	49	49	49	53	53	51	52	55	O.K
	A2측	425	59	59	59	59	61	52	55	54	52	O.K
P2	A1측	425	54	54	53	53	54	54	53	53	51	O.K
	A2측	425	55	53	53	53	53	54	53	53	51	O.K
P3	A1측	425	49	50	49	50	45	45	45	44	44	O.K
	A2측	425	49	49	49	49	54	54	55	55	56	O.K
P4	A1측	425	53	53	54	54	55	54	54	52	51	O.K
	A2측	425	55	49	49	50	54	54	55	55	54	O.K
P5	A1측	425	48	49	49	50	54	54	55	55	54	O.K
	A2측	425	61	61	60	60	61	61	60	60	60	O.K
P6	A1측	425	52	52	52	52	52	52	53	52	52	O.K
	A2측	425	60	61	60	60	60	61	60	60	60	O.K
P7	A1측	425	52	52	50	51	53	53	52	52	51	O.K
	A2측	425	60	60	60	60	60	61	60	60	60	O.K
P8	A1측	425	51	51	51	50	50	55	52	50	51	O.K
	A2측	425	60	60	59	60	60	61	62	62	61	O.K
A2		425	61	61	62	60	59	59	59	59	57	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 8.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 8.3.14】 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	
P1,2,4,5,7,8	28.7	11.3	0.00001	22.50	6.5	2.5	
A1	28.7	11.3	0.00001	62.50	17.9	7.1	
A2, P3,6	28.7	11.3	0.00001	67.50	19.4	7.6	
1) 조사당시 온도 : 23.7℃(조사일 : 2025년 9월 11일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 8.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1~9	-10	40	60	17.9	7.1	±50.0
P1	SH1~9	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
	SH10~18	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
P2	SH1~9	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
	SH10~18	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
P3	SH1~9	-25	25	75	19.4	7.6	±50.0
	SH10~18	-30	20	80	19.4	7.6	±50.0
P4	SH1~9	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
	SH10~18	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
P5	SH1~9	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
	SH10~18	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
P6	SH1~9	-20	30	70	19.4	7.6	±50.0
	SH10~18	-20	30	70	19.4	7.6	±50.0
P7	SH1~9	+10	60	40	6.5	2.5	±50.0
	SH10~18	+20	70	30	6.5	2.5	±50.0
P8	SH1~9	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
	SH10~18	0	50	50	6.5	2.5	±50.0
A2	SH1~9	+50	100	0	19.4	7.6	±50.0
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2, P3, P6 Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



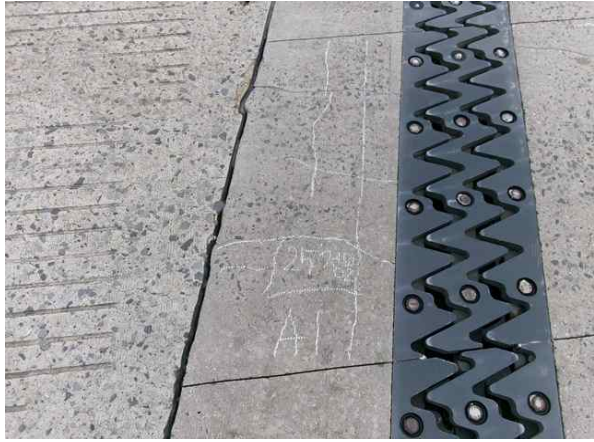
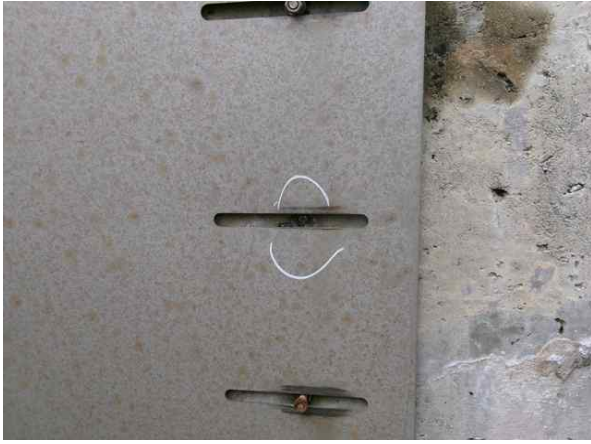
【사진 8.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 파손, 망상균열, 이물질퇴적, 신축이음 하부 누수, 차수판 볼트 파손 등이 조사되었다.

【표 8.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		신축이음 하부 누수 (m/개소)		차수판 볼트 파손 (EA/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—	—	—	2.80	1	6.00	2	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	15.30	47	—	—	—	—	5.00	2	—	—	4.00	4
P6 (EXP J3)	4.80	16	—	—	3.00	2	2.00	1	4.00	4	1.00	1
A2 (EXP J4)	2.70	9	0.10	2	6.60	4	—	—	—	—	1.00	1
합계	22.80	72	0.10	2	12.40	7	13.00	5	4.00	4	6.00	6

			
손상현황	• A1 이물질 퇴적(L=3.0m)	손상현황	• A2 후타재 균열
원 인	• 공용기간 증가	원 인	• 건조수축 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 정비(청소)	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 후타재 파손(0.1×0.1)	손상현황	• A2 후타재 망상균열(0.4×7.0)
원 인	• 공용기간 증가, 중차량	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P6 차수판 볼트 파손	손상현황	• P6 후타재 균열
원 인	• 공용기간 증가	원 인	• 건조수축 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰

【사진 8.3.18】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 파손, 망상균열, 이물질 퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 후타재 균열, 망상균열, 신축이음 하부 누수, 차수판 볼트 파손 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 후타재 파손, 이물질퇴적에 대한 보수가 실시되었다.

【표 8.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	7.50	25	22.80	72	▲ 15.30	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.12	2	0.10	2	▼ 0.02	보수실시
	후타재 망상균열	m ²	3.50	3	12.40	7	▲ 8.90	신규손상
	이물질퇴적	m	13.00	5	13.00	5	— —	보수실시
	신축이음 하부 누수	m	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규손상
	차수판 볼트 파손	EA	—	—	6.00	6	▲ 6.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 조사된 후타재 균열, 파손, 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 중차량 등에 의한 손상으로 주의 관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 신축이음 하부 누수의 경우 시공 미흡, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 하부 시설물에 손상 발생 가능성이 있으므로 주의관찰 후 손상 전전 혹은 손상 발생 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이물질퇴적, 차수판 볼트 파손의 경우 시공시 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 사용성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 11. 기온 적용: 24.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-19.7℃ = 15.3℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(19.7) = 24.7℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 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 8.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 8.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선행창 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	27.7	12.3	0.00001	62.5	17.3	7.7	75.0	110.0	290.0	
P3	27.7	12.3	0.00001	135.0	37.4	16.6	80.0	165.0	450.0	
P6	27.7	12.3	0.00001	135.0	37.4	16.6	78.0	170.0	285.0	
A2	27.7	12.3	0.00001	67.5	18.7	8.3	25.0	100.0	180.0	
1) 조사당시 온도 : 22.7℃(조사일 : 2022년 9월 10일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 8.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	17.3	7.7	75.0	105	12.7	67.3	OK	OK
	바닥판	17.3	7.7	110.0	—	—	102.3	—	OK
	거더	17.3	7.7	290.0	—	—	282.3	—	OK
P3	신축이음	37.4	16.6	80.0	130	12.6	63.4	OK	OK
	바닥판	37.4	16.6	165.0	—	—	148.4	—	OK
	거더	37.4	16.6	450.0	—	—	433.4	—	OK
P6	신축이음	37.4	16.6	78.0	130	14.6	61.4	OK	OK
	바닥판	37.4	16.6	170.0	—	—	153.4	—	OK
	거더	37.4	16.6	285.0	—	—	268.4	—	OK
A2	신축이음	18.7	8.3	25.0	80	36.3	16.7	OK	OK
	바닥판	18.7	8.3	100.0	—	—	91.7	—	OK
	거더	18.7	8.3	180.0	—	—	171.7	—	OK
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, 측정일 온도는 22.7℃(9월 10일)로써 이때 측정유간은 25.0~80.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



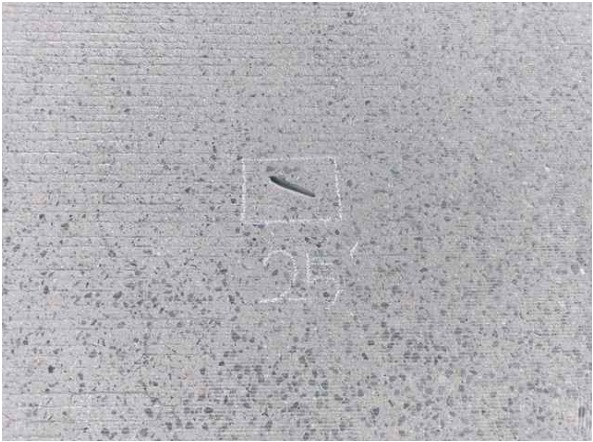
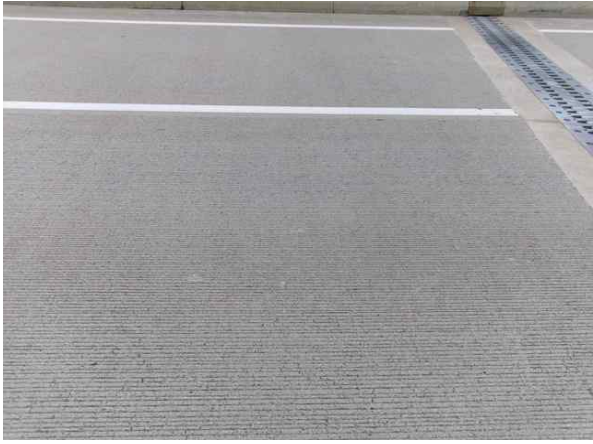
【사진 8.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 기 손상인 포장부 망상균열, 접속부 이격이 조사되었다.

【표 8.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 패임, 파손(㎡/개소)		포장부 망상균열(㎡/개소)		접속부 이격(m/개소)	
S1	0.01	1	65.00	3	8.00	1
S2	—	—	10.00	1	—	—
S3	—	—	10.00	1	—	—
S4	—	—	105.00	1	—	—
S5	0.01	1	—	—	—	—
S6	—	—	24.00	2	—	—
S7	—	—	40.00	2	—	—
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	16.00	2
합계	0.02	2	254.00	10	24.00	3

			
손상현황	• S1 접속부 이격(L=8.0m)	손상현황	• S2 패임(0.1×0.1)
원 인	• 접속부 침하, 공용연수 증가 등	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S7 망상균열(5.0×2.0)	손상현황	• S1 망상균열(10.0×5.0)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화	원 인	• 건조수축, 공용중 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 망상균열(5.0×2.0)	손상현황	• S7 포장 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 8.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 망상균열, 접속부 이격등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 포장 패임, 파손, 망상균열, 접속부 이격 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 8.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 패임, 파손	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
	망상균열	m ²	146.00	8	254.00	10	▲ 108.0	신규손상
	접속부 이격	m	16.00	2	24.00	3	▲ 8.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 포장 패임, 파손, 망상균열, 접속부 이격 등의 손상은 외부 충격, 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 주행성에 미치는 영향이 적고 손상의 규모가 작아 주의 관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 도개교의 배수시설은 교면포장의 우측(A1기준)에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수구 막힘, 배수관 막힘이 조사되었다.

【표 8.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)		배수관 막힘 (EA/개소)	
S1	3.00	3	—	—
S2	2.00	2	—	—
S3	2.00	2	—	—
S4	2.00	2	1.00	1
S5	1.00	1	—	—
S6	2.00	2	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
합계	12.00	12	1.00	1

			
손상현황	• S4 배수관 막힘	손상현황	• S6 배수구 막힘
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 청소	조치방안	• 청소

【사진 8.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수구 막힘, 배수관 막힘 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 배수구 막힘 손상이 추가로 조사되었다.

【표 8.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	12.00	12	▲ 11.00	신규손상
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 배수관 막힘, 배수관 막힘이 조사되었고, 손상부는 정비 등의 유지관리가 필요하다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



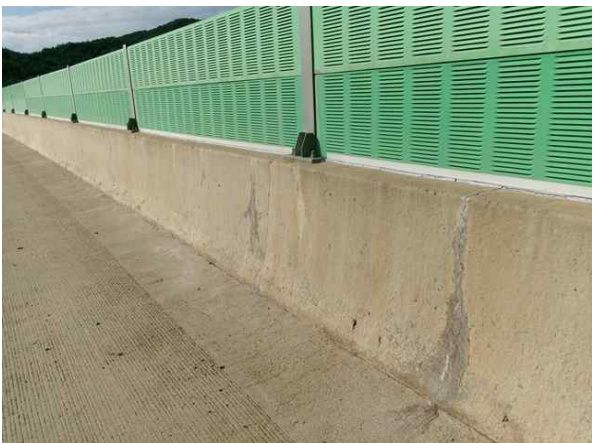
【사진 8.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

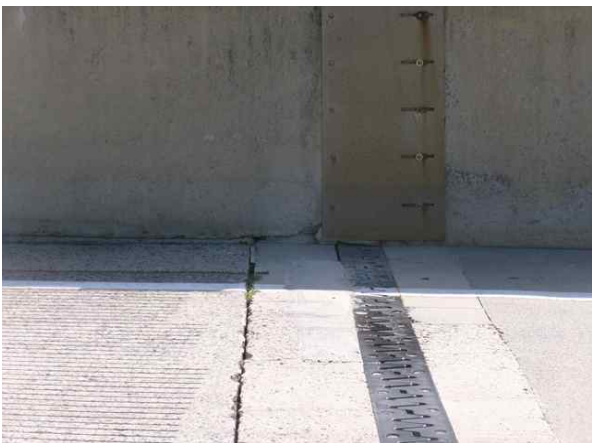
- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태, 파손 및 철근노출, 굽힘, 파손, 망상균열이 확인되었다.

【표 8.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열, 재균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태, 백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (m/개소)		굽힘, 파손 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
S1	8.00	8	2.12	18	—	—	—	—	—	—
S2	10.00	8	1.12	8	—	—	—	—	—	—
S3	14.00	19	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	11.00	7	2.90	4	—	—	0.02	1	—	—
S5	9.00	9	0.06	1	—	—	0.02	2	20.00	1
S6	50.00	42	—	—	—	—	—	—	10.00	1
S7	8.00	8	2.00	10	—	—	—	—	—	—
S8	9.00	9	0.06	2	—	—	—	—	—	—
S9	28.00	16	0.10	2	1.00	1	0.01	1	—	—
합계	147.00	126	8.36	45	1.00	1	0.05	4	30.00	2

			
손상현황	• S1 균열부백태 (0.1×4.0)	손상현황	• S2 균열부백태 (0.2×0.5)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 균열 (0.2×0.1)	손상현황	• S5 파손 (0.1×0.1)
원 인	• 외부 충격	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S6 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• S6 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 8.3.25】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

			
손상현황	• S1 백태 (0.2×1.0)	손상현황	• S2 중분대 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 외부 우수유입, 습기흡착	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S5 망상균열 (20.0×1.0)	손상현황	• S8 파손 및 철근노출 (1.0×1.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• S9 외측 파손 (1.0×1.0)	손상현황	• S9 중분대 파손 (0.1×0.1)
원 인	• 건조수축	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 단면보수+방청	조치방안	• 주의관찰

【사진 8.3.25】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태, 파손, 망상균열 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태, 파손 및 철근노출, 굽힘, 파손, 망상균열 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 8.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열, 재균열 (0.3mm 미만)	m	118.00	123	147.00	126	▲ 29.00	신규손상
	균열부백태, 백태	m ²	5.50	37	8.36	45	▲ 2.86	신규손상
	파손 및 철근노출	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	굽힘, 파손	m ²	0.01	2	0.05	4	▲ 0.04	신규손상
	망상균열	m ²	20.00	1	30.00	2	▲ 10.00	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 조사된 균열, 재균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 외부 충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 굽힘, 파손, 파손 및 철근노출의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 균열부 백태, 백태의 경우 외부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 도개교의 점검통로는 없는 것으로 확인되었고, 점검계단이 2개소 확인되었다.



점검계단 전경

【사진 8.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검계단은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 8.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	-	
A1	-	-
A2	-	-
합계	-	-

			
손상현황	• 점검계단 상태양호	손상현황	• 점검계단 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 8.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검시설은 손상이 없는 양호한 상태로, 신규손상이 확인되지 않았다.

【표 8.3.27】 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검통로	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 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 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 8.3.28】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 도개교는 S2구간이 도개구천길, 하천을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수관 막힘(S4)이 조사되었으나, 통행이 적은 나대지로 위험성은 적으나 중대시민재해를 방지하기 위한 정비 등의 유지관리가 필요하다.
- 또한 교면포장 배수시설에서 배수구 막힘(S1 ~ S6)이 조사되었으며, 점검당시 경미한 막힘 상태로 동절기를 대비하여 차량의 통행안전성을 확보하기 위한 정비 등의 조치를 실시하고 주기적으로 관리하는 것이 필요하다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	고드름 낙하사고	☒ 유, ☐ 무	배수관 막힘	정비	
5	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☒ 유, ☐ 무	배수구 막힘(경미)	청소	



교각 코핑부 상태양호



S4 배수관 막힘

【사진 8.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

배수관 고정상태 양호	
신축이음 상태양호	
교면포장 상태양호	S6 교량 집수구 막힘

【사진 5.3.29】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

8.3.3 현장조사 총괄표

【표 8.3.29】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판	파손, 층분리, 박락	m ²	1.08	8	
	박락 및 철근노출	m ²	0.90	4	
	재료분리	m ²	0.20	1	
	백태	m ²	0.60	2	
거더	인양홀파손, 파손, 박락	m ²	5.21	89	
	망상균열	m ²	3.00	2	
	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.15	1	
가로보	재료분리	m ²	0.12	3	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	
	균열부 백태, 백태	m ²	1.50	2	
	재료분리	m ²	1.00	1	
	누수흔적	m ²	6.00	2	
	법면밀림	m	15.00	1	
	법면 슛크리트 파손	m ²	1.00	1	
	법면 침하	m	5.00	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	27.30	24	
	재료분리, 층분리, 파손	m ²	10.16	3	
	망상균열	m ²	36.00	5	
	누수오염	m ²	45.00	30	
	폐콘크리트 적치	m ²	36.00	1	
	표면열화	m ²	0.21	1	

【표 8.3.29】 손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교량받침	무수축모탈 균열	m	12.30	37	
	받침콘크리트 균열	m	2.30	9	
	Plate 부식	EA	45.00	45	
	Plate 층분리	EA	2.00	2	
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.45	6	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.30	9	
	재료분리 및 철근노출	m ²	0.07	2	
	무수축모탈 층분리	m ²	0.06	2	
신축이음	후타재 균열	m	22.80	72	
	후타재 파손	m ²	0.10	2	
	후타재 망상균열	m ²	12.40	7	
	이물질퇴적	m	13.00	5	
	신축이음 하부 누수	m	4.00	4	
	차수판 볼트 파손	EA	6.00	6	
교면포장	포장 패임, 파손	m ²	0.02	2	
	망상균열	m ²	254.00	10	
	접속부 이격	m	24.00	3	
배수시설	배수구 막힘	EA	12.00	12	
	배수관 막힘	EA	1.00	1	
방호벽	균열, 재균열 (0.3mm 미만)	m	147.00	126	
	균열부백태, 백태	m ²	8.36	45	
	파손 및 철근노출	m	1.00	1	
	긁힘, 파손	m ²	0.05	4	
	망상균열	m ²	30.00	2	
점검통로	상태양호	—	—	—	

8.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 8.3.30】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	파손, 층분리, 박락	m ²	0.30	2	1.08	8	▲ 0.78	신규손상
	박락 및 철근노출	m ²	—	—	0.90	4	▲ 0.90	신규손상
	재료분리	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.60	2	▲ 0.60	신규손상
거더	인양홀파손, 파손, 박락	m ²	4.80	85	5.21	89	▲ 0.41	신규손상 보수실시
	망상균열	m ²	2.0	1	3.00	2	▲ 1.00	신규손상
	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.12	3	0.15	1	▲ 0.03	신규손상 보수실시
가로보	백태	m ²	0.04	1	—	—	▼ 0.04	보수실시
	재료분리	m ²	—	—	0.12	3	▲ 0.12	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.80	5	2.50	2	▼ 1.30	보수실시신 규손상
	균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	균열부 백태, 백태	m ²	—	—	1.50	2	▲ 1.50	신규손상
	재료분리	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	누수흔적	m ²	—	—	6.00	2	▲ 6.00	신규손상
	법면밀림	m	5.00	1	15.00	1	▲ 10.00	신규손상
	파손	m ²	0.01	1	—	—	▼ 0.01	보수실시
	법면 숏크리트 파손	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	법면 침하	m	5.00	1	5.00	1	▲ 5.00	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	42.40	35	27.30	24	▼ 15.10	보수실시 신규손상
	재료분리, 층분리, 파손	m ²	17.56	26	10.16	3	▼ 7.40	보수실시 신규손상
	망상균열	m ²	5.00	2	36.00	5	▲ 31.00	보수실시 신규손상
	누수오염	m ²	45.00	30	45.00	30	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	0.50	1	36.00	1	▲ 35.50	신규손상
	백태	m ²	0.25	1	—	—	▼ 0.25	보수실시
	표면열화	m ²	—	—	0.21	1	▲ 0.21	신규손상

【표 8.3.30】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량반침	무수축물탈 균열	m	6.50	33	12.30	37	▲ 5.80	신규손상
	받침콘크리트 균열	m	2.10	7	2.30	9	▲ 0.20	신규손상
	Plate 부식	EA	42.00	42	45.00	45	▲ 3.00	신규손상
	Plate 층분리	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.08	2	0.45	6	▲ 0.37	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.63	5	0.30	9	▼ 0.33	신규손상 표기오류
	재료분리 및 철근노출	m ²	0.13	3	0.07	2	▼ 0.07	표기오류
	무수축물탈 층분리	m ²	0.06	2	0.06	2	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	7.50	25	22.80	72	▲ 15.30	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.12	2	0.10	2	▼ 0.02	보수실시
	후타재 망상균열	m ²	3.50	3	12.40	7	▲ 8.90	신규손상
	이물질퇴적	m	13.00	5	13.00	5	— —	보수실시
	신축이음 하부 누수	m	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규손상
	차수판 볼트 파손	EA	—	—	6.00	6	▲ 6.00	신규손상
교면포장	포장 패임, 파손	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
	망상균열	m ²	146.00	8	254.00	10	▲ 108.0	신규손상
	접속부 이격		16.00	2	24.00	3	▲ 8.00	신규손상
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	12.00	12	▲ 11.00	신규손상
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽	균열, 재균열 (0.3mm 미만)	m	118.00	123	147.00	126	▲ 29.00	신규손상
	균열부백태, 백태	m ²	5.50	37	8.36	45	▲ 2.86	신규손상
	파손 및 철근노출	m	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	긁힘, 파손	m ²	0.01	2	0.05	4	▲ 0.04	신규손상
	망상균열	m ²	20.00	1	30.00	2	▲ 10.00	신규손상
점검통로	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

8.4 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[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

8.4.1 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 8.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	8	8	8	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

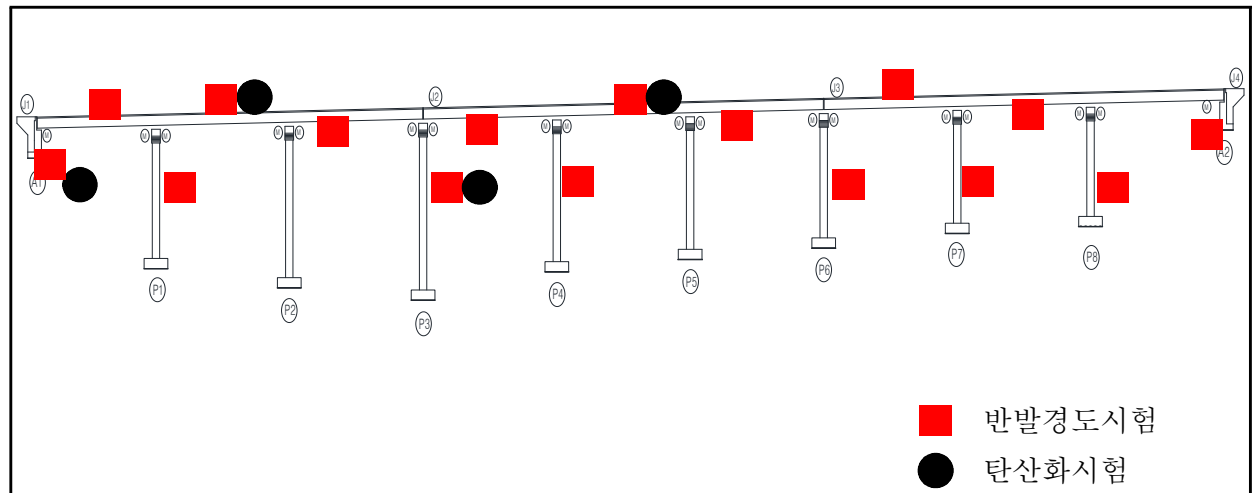
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 8.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 8.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

8.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)을 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.



【사진 8.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 8.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

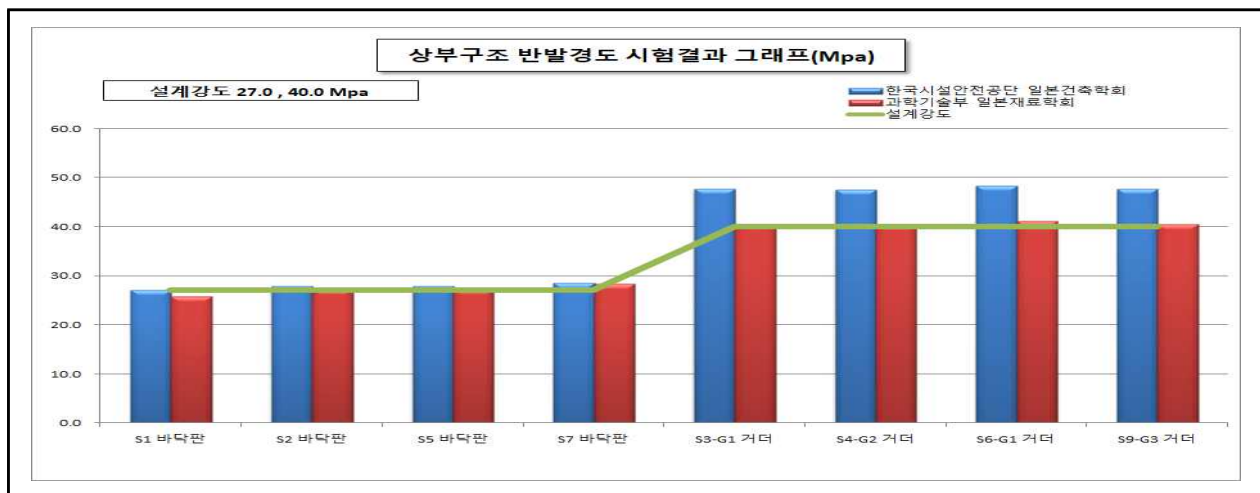
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	46.5	25.9	27.1	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	48.2	27.3	27.9			건전부
	S5	바닥판	48.3	27.3	27.9			건전부
	S7	바닥판	49.6	28.3	28.5			건전부
평균			—	27.2	27.9	—	—	
표준편차			—	0.77	0.43	—	—	
변동계수			—	0.028	0.015	—	—	
최대값			—	28.3	28.5	—	—	
최소값			—	25.9	27.1	—	—	

【표 8.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
상부 구조	S3-G1	거더	50.7	40.6	47.7	0.63	40.0	건전부
	S4-G2	거더	50.5	40.4	47.6			건전부
	S6-G1	거더	51.3	41.2	48.3			건전부
	S9-G3	거더	50.6	40.5	47.7			건전부
평균			—	40.7	47.8	—	—	
표준편차			—	0.32	0.29	—	—	
변동계수			—	0.008	0.006	—	—	
최대값			—	41.2	48.3	—	—	
최소값			—	40.4	47.6	—	—	

【표 8.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정 일본건축학회, 한국시설 안전공단		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)		비고
바닥판	27.1	~ 28.5	27.0	27.9	100.4	~ 105.6	
거더	47.6	~ 48.3	40.0	47.8	119.0	~ 120.8	



【그림 8.4.2】 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 8.4.5】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

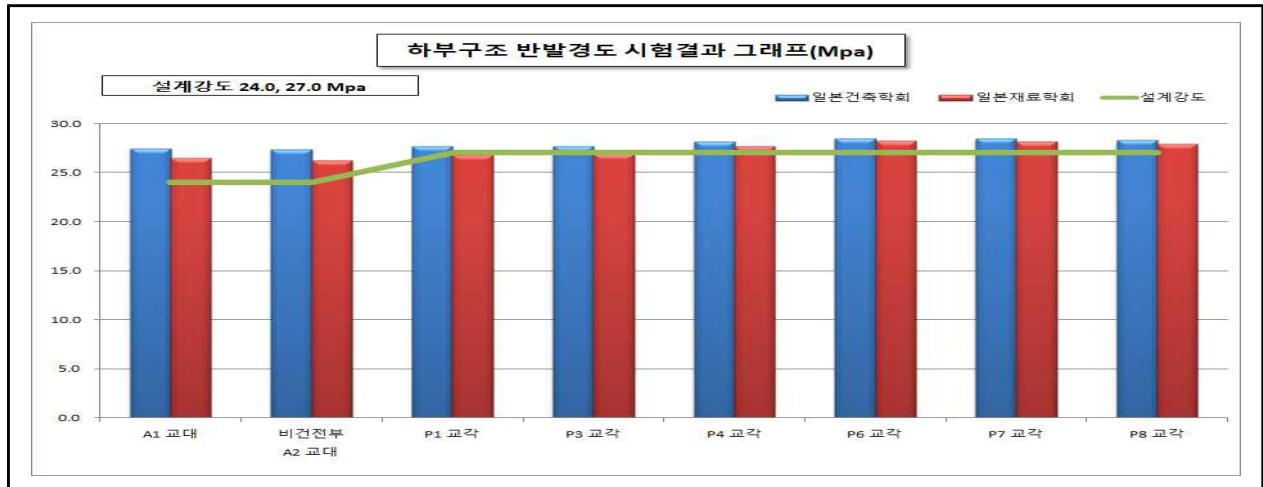
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	47.3	26.5	27.5	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	47.0	26.2	27.3			비건전부
평균			—	26.3	27.4	—	—	
표준편차			—	0.17	0.10	—	—	
변동계수			—	0.006	0.003	—	—	
최대값			—	26.5	27.5	—	—	
최소값			—	26.2	27.3	—	—	

【표 8.4.6】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	47.7	26.8	27.6	0.63	27.0	건전부
	P3	교각	47.8	26.9	27.7			건전부
	P4	교각	48.8	27.7	28.2			건전부
	P6	교각	49.5	28.2	28.5			건전부
	P7	교각	49.4	28.2	28.4			건전부
	P8	교각	49.1	27.9	28.3			건전부
평균			—	27.6	28.1	—	—	
표준편차			—	0.64	0.36	—	—	
변동계수			—	0.023	0.013	—	—	
최대값			—	28.2	28.5	—	—	
최소값			—	26.8	27.6	—	—	

【표 8.4.7】하부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)		비고
	일본건축학회						
교대	27.3	~ 27.5	24.0	27.4	113.8	~ 114.6	
교각	27.6	~ 28.5	27.0	28.1	102.2	~ 105.6	



【그림 8.4.3】 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.1~28.5MPa, 상부구조(거더) 47.6~48.3MPa 하부구조(교대) 27.3~27.5MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.5MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.4%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.8】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.2 ~ 29.2	27.1 ~ 28.5	27.0
	거더	42.0 ~ 52.1	47.6 ~ 48.3	40.0
	교대	26.5 ~ 28.3	27.3 ~ 27.5	24.0
	교각	27.5 ~ 28.9	27.6 ~ 28.5	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 8.4.9】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 10. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	도개교
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 거더 40MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	22.7℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 8.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

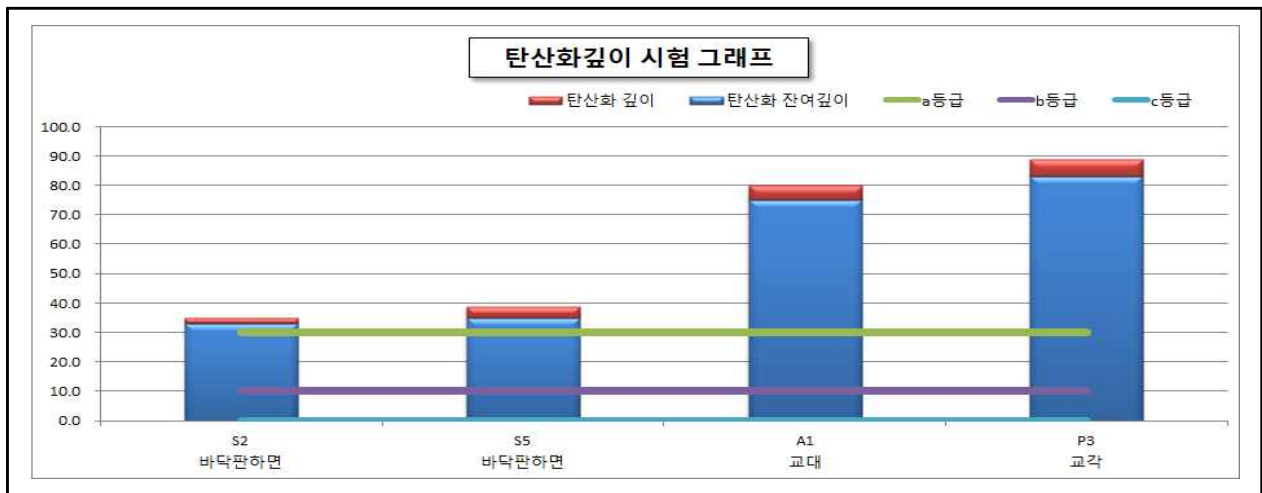
【표 8.4.10】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	2.0	35.0	33.0	8	0.71	100년 이상	a등급	
	S5 바닥판하면	4.0	39.0	35.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	5.0	80.0	75.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
	P3 교각	6.0	89.0	83.0	8	2.12	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 8.4.11】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0~4.0	33.0~35.0	
하부구조	5.0~6.0	75.0~83.0	



【그림 8.4.4】 탄산화 깊이 측정결과

3) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 도개교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 8.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S2	
실측 피복두께(mm)	35.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	33.0
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(33)

0.70711
(mm/year0.5)

등급 선정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

--	--	--

상부구조 - 바닥판 S5	
실측 피복두께(mm)	39.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	35.0
탄산화 속도계수	1.41
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(35)

1.41421
(mm/year0.5)

등급 선정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

--	--	--

상부구조 - 바닥판 S5

실측 피복두께(mm)	39.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	35.0
탄산화 속도계수	1.41
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(35)

A (탄산화 속도 계수)

1.41421
(mm/year0.5)

등급 선정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 8.4.12】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A1	
실측 피복두께(mm)	80.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	75.0
탄산화 속도계수	1.77
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (75)	1.76777 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

하부구조 - 교각 P3

실측 피복두께(mm)	89.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.0
잔여깊이(mm)	83.0
탄산화 속도계수	2.12
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (83)	2.12132 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

3) 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.13】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	3.0~5.0	36.0~37.0	a	2.0~4.0	33.0~35.0	a	
하부구조	7.0~8.0	71.0~80.0	a	5.0~6.0	75.0~83.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 8.4.14】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 10일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	8년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 8.4.15】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.1 ~ 28.5	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
		거더	47.6 ~ 48.3	40.0	
	하부구조	교대	27.3 ~ 27.5	24.0	
		교각	27.6 ~ 28.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	33.0~35.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음	
	하부구조	75.0~83.0	a등급		
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 8.4.16】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.2	~	29.2	27.1	~	28.5	■ 강도저하 없음.
		거더	42.0	~	52.1	47.6	~	48.3	
	하부구조	교대	26.5	~	28.3	27.3	~	27.5	
		교각	27.5	~	28.9	27.6	~	28.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~37.0		a	33.0~35.0		a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		71.0~80.0		a	75.0~83.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

8.5 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 -2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 현장조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

8.5.1 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.

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 ‘부록. 상태평가 결과 자료’에 수록하였다.

【표 8.5.1】 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	PnP GIRDER	b	b	a	b	b	b	b	b	b	q	-	a
S2	P1	PnP GIRDER	a	c	a	b	b	b	-	b	b	q	a	-
S3	P2	PnP GIRDER	b	b	a	b	b	b	-	b	b	q	-	-
S4	P3	PnP GIRDER	b	b	a	b	b	b	b	b	b	q	-	a
S5	P4	PnP GIRDER	a	b	b	b	b	b	-	b	b	q	a	-
S6	P5	PnP GIRDER	a	c	a	b	b	b	-	b	b	q	-	-
S7	P6	PnP GIRDER	c	b	a	b	a	b	c	b	b	q	-	-
S8	P7	PnP GIRDER	a	b	a	a	a	b	-	b	b	q	-	-
S9	P8	PnP GIRDER	b	b	a	a	a	b	-	a	b	q	-	-
	A2								c	b	b	q		-
평균			0.178	0.244	0.111	0.178	0.167	0.200	0.300	0.190	0.200	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.032	0.049	0.006	0.012	0.005	0.004	0.027	0.017	0.040	-	0.004	0.003
													0.199	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.199) < 0.260$

나. 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

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 “b” 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

부분적 균열, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “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

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 8.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
도개교	0.199	B	310.00	3	930.00	1.000	0.199
합계(Σ)			310.00	3	930.00	1.000	0.199
1. 평가지수 =							0.199
2. 상태평가결과 =							B

8.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 8.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

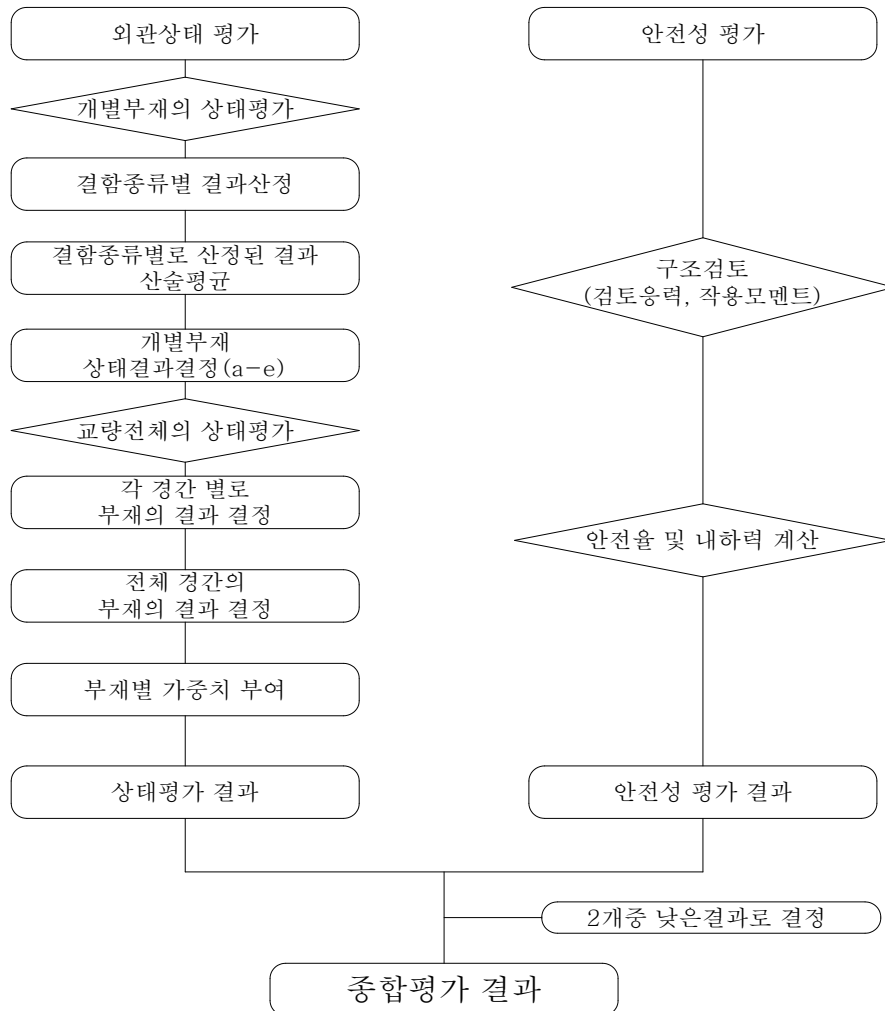
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.174	0.199
상태평가결과	B	B
총 평	●금회 정밀안전점검 결과, 도개교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. ●전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.174에서 0.199로 0.025 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. ●환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 정밀조사로 인한 거더, 가로보, 교각, 교량받침, 신축이음, 배수시설, 방호벽의 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

8.6 종합평가 및 안전등급 지정

8.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 8.6.1】 종합평가 결과 산정절차

8.6.2 종합평가 결과

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

【표 8.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
도개교	0.199	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

8.6.3 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 8.6.2】 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

8.7 보수·보강 및 유지관리방안

8.7.1 보수·보강 방안

【표 8.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수보강	우선순위
바닥판	파손, 층분리, 박락	m ²	1.08	8	단면보수	2순위
	박락 및 철근노출	m ²	0.90	4	단면보수+방청	1순위
	재료분리	m ²	0.20	1	단면보수	2순위
	백태	m ²	0.60	2	표면처리	3순위
거더	인양홀파손, 파손, 박락	m ²	5.21	89	단면보수	2순위
	망상균열	m ²	3.00	2	표면처리	3순위
	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.15	1	표면처리	3순위
가로보	재료분리	m ²	0.12	3	단면보수	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.50	2	표면처리	3순위
	균열부 백태, 백태	m ²	1.50	2	표면처리	3순위
	재료분리	m ²	1.00	1	단면보수	2순위
	누수흔적	m ²	6.00	2	주의관찰	-
	법면밀림	m	15.00	1	주의관찰	-
	법면 슛크리트 파손	m ²	1.00	1	주의관찰	-
	법면 침하	m	5.00	1	주의관찰	-
교각	균열(0.3mm미만)	m	27.30	24	표면처리	3순위
	재료분리, 층분리, 파손	m ²	10.16	3	단면보수	2순위
	망상균열	m ²	36.00	5	표면처리	3순위
	누수오염	m ²	45.00	30	주의관찰	-
	폐콘크리트 적치	m ²	36.00	1	정비	3순위
	표면열화	m ²	0.21	1	주의관찰	-
교량받침	무수축물탈 균열	m	12.30	37	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열	m	2.30	9	표면처리	3순위
	Plate 부식	EA	45.00	45	재도장	3순위
	Plate 층분리	EA	2.00	2	주의관찰	-
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.45	6	단면보수	2순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.30	9	단면보수	2순위
	재료분리 및 철근노출	m ²	0.07	2	단면보수+방청	1순위
	무수축물탈 층분리	m ²	0.06	2	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열	m	22.80	72	주의관찰	-
	후타재 파손	m ²	0.10	2	주의관찰	-
	후타재 망상균열	m ²	12.40	7	주의관찰	-
	이물질퇴적	m	13.00	5	정비	3순위
	신축이음 하부 누수	m	4.00	4	주의관찰	-
	차수판 볼트 파손	EA	6.00	6	정비	3순위
교면포장	포장 패임, 파손	m ²	0.02	2	주의관찰	-
	망상균열	m ²	254.00	10	주의관찰	-
	접속부 이격	m	24.00	3	주의관찰	-
배수시설	배수구 막힘	EA	12.00	12	정비	3순위
	배수관 막힘	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽	균열, 재균열(0.3mm 미만)	m	147.00	126	주의관찰	-
	균열부백태, 백태	m ²	8.36	45	표면처리	3순위
	파손 및 철근노출	m	1.00	1	단면보수+방청	2순위
	긁힘, 파손	m ²	0.05	4	단면보수	3순위
	망상균열	m ²	30.00	2	주의관찰	-

8.7.2 개략공사비

【표 8.7.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	파손, 층분리, 박락	단면보수	1.08	1.62	m²	1,152	1,866	2순위
	박락 및 철근노출	단면보수·명칭	0.90	1.35	m²	1,336	2	1순위
	재료분리	단면보수	0.20	0.30	m²	1,152	346	2순위
	백태	표면처리	0.60	0.90	m²	299	269	3순위
거더	인양홀파손, 파손, 박락	단면보수	5.21	7.82	m²	1,152	9,009	2순위
	망상균열	표면처리	3.00	4.50	m²	299	1,346	3순위
	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리	0.15	0.06	m²	299	18	3순위
가로보	재료분리	단면보수	0.12	0.18	m²	1,152	207	2순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m²	250	235	3순위
	균열부 백태, 백태	표면처리	1.50	2.25	m²	250	563	3순위
	재료분리	단면보수	1.00	1.50	m²	960	1,440	2순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	27.30	10.24	m²	250	2,560	3순위
	재료분리, 층분리, 파손	단면보수	10.16	15.24	m²	960	14,630	2순위
	망상균열	표면처리	36.00	54.00	m²	250	13,500	3순위
	폐콘크리트 적치	정비	36.00	54.00	m²	8	432	3순위
교량받침	무수축물탈 균열	표면처리	12.30	4.61	m²	250	1,153	3순위
	반침콘크리트 균열	표면처리	2.30	0.86	m²	250	215	3순위
	Plate 부식	재도장	45.00	67.50	EA	415	28,013	3순위
	반침콘크리트 층분리	단면보수	0.45	0.68	m²	960	653	2순위
	반침콘크리트 재료분리	단면보수	0.30	0.45	m²	960	432	2순위
	재료분리 및 철근노출	단면보수·명칭	0.07	0.11	m²	1,114	123	1순위
	무수축물탈 층분리	단면보수	0.06	0.09	m²	960	86	2순위
	신축이음	이물질퇴적	정비	13.00	19.50	m	8	156
신축이음	차수판 볼트 파손	정비	6.00	6.00	EA	8	48	3순위
	배수구 막힘	정비	12.00	12.00	EA	184	2,208	3순위
배수시설	배수관 막힘	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
	방호벽	균열부백태, 백태	표면처리	8.36	12.54	m²	250	3,135
파손 및 철근노출		단면보수·명칭	1.00	1.50	m	1,114	1,671	2순위
긁힘, 파손		단면보수	0.05	0.08	m²	960	77	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	125		28,474		54,192		
	재경비 (순공사비의 50%)	63		14,237		27,096		
	합계	188		42,711		81,288		
개략공사비 총계(천원)		124,187						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

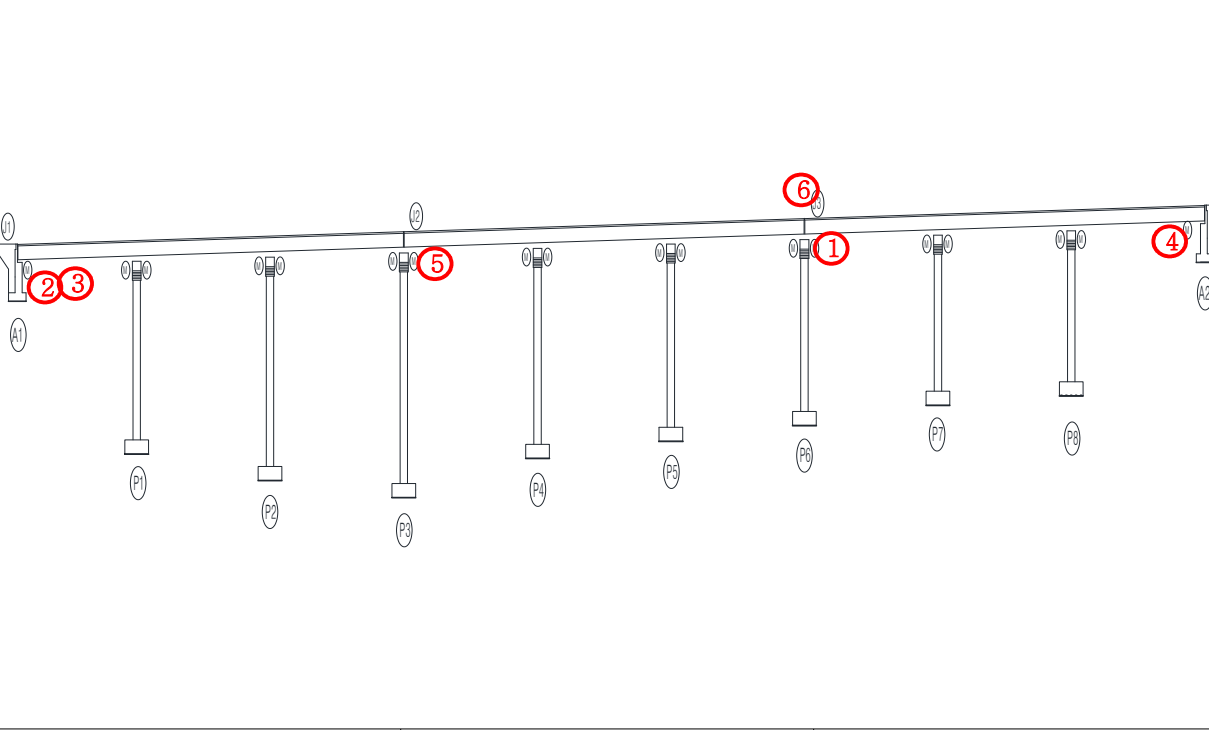
8.7.3 유지관리방안

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 8.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 바닥판하면 S7 박락 및 철근노출 - 진전 여부확인	② 교대 A1 균열부 백태 - 진전 여부확인	③ 교대 A1 법면 침하- 진전 여부확인
		
④ 교량받침 A2 Plate 부식 - 진전 여부확인	⑤ 교량받침 P3 재료분리 및 철근노출 - 진전 여부확인	⑥ 신축이음 P6후타개 균열 - 진전 여부확인
		

8.8 종합결론

본 시설물은 경경상북도 구미시 도개면 도개리(상주영천고속도로 16.357~16.757km)에 위치한 교량으로 총 연장 400.0m, 폭 24.6m의 PnP GIRDER 교량으로, 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.8.1 종합의견

- 1) 대상시설물의 종합평가결과, 안전등급은 'B' 등급으로서, 중대결함 및 주의할 만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함.
- 2) 전회 점검 이후 주요 구조체의 결함 진행 및 발생은 전반적으로 미미한 수준으로서 대부분 일상적인 유지관리차원의 보수만으로도 사용성 및 기능유지가 가능함.

8.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판에 조사된 파손, 층분리, 박락, 재료분리의 경우 외부충격, 다짐부족, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 박락 및 철근노출의 경우 외부충격, 다짐부족 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수+방청 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

2) PnP Girder

- 거더에 조사된 인양홀 파손, 파손, 박락의 경우 외부충격, 거더 인양시 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 망상균열, 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

3) 가로보

- 가로보는 기 손상은 백태는 보수가 완료된 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 재료 분리 등의 손상이 신규 확인되었다.

4) 교대

- 교대에 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 외부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 재료분리의 경우 다짐부족, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수흔적, 법면밀림, 숯크리트 파손, 침하의 경우 외부 우수유입 등의 원인에 의한 손상으로 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 교각

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 재료분리, 층분리, 파손의 경우 다짐부족, 거푸집 조기탈거 외부 충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수흔적, 표면열화의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 하다.
- 조사된 폐콘크리트 적치의 경우 시공 시 시공 미흡에 의한 손상으로 정비 등 보수가 필요하다고 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 조사된 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 시공시 외부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를

실시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 받침콘크리트 층분리, 재료분리, 무수축물탈 층분리의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 재료분리 및 철근노출의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 층분리의 경우 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 조사된 후타재 균열, 파손, 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 중차량 등에 의한 손상으로 주의 관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 신축이음 하부 누수의 경우 시공 미흡, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 하부 시설물에 손상 발생 가능성이 있으므로 주의관찰 후 손상 전전 혹은 손상 발생 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이물질퇴적, 차수판 볼트 파손의 경우 시공시 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 사용성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.7℃(9월 10일)로써 이때 측정유간은 25.0~80.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 포장 패임, 파손, 망상균열, 접속부 이격 등의 손상은 외부 충격, 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 주행성에 미치는 영향이 적고 손상의 규모가 작아 주의 관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 배수관 막힘, 배수관 막힘이 조사되었고, 손상부는 정비 등의 유지관리가 필요하다.

10) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에 조사된 균열, 재균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 외부 충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 긁힘, 파손, 파손 및 철근노출의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 균열부 백태, 백태의 경우 외부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.1~28.5MPa, 상부구조(거더) 47.6~48.3MPa 하부구조(교대) 27.3~27.5MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.5MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.4%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도

저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 도개교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.174에서 0.199로 0.025 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 도개교에 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.

8.8.3 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.

8.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 하부구조 박락 및 철근노출, 교량받침 받침콘크리트 철근노출 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 등의 유지관리가 필요하다.

8.8.5 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.