

9. 신계교

9.1 시설물 개요

9.2 자료수집 및 분석

9.3 현장조사

9.4 콘크리트 내구성조사

9.5 상태평가

9.6 종합평가 및 안전등급 지정

9.7 보수·보강 및 유지관리 방안

9.8 종합결론

9. 신계교

9.1 시설물의 개요

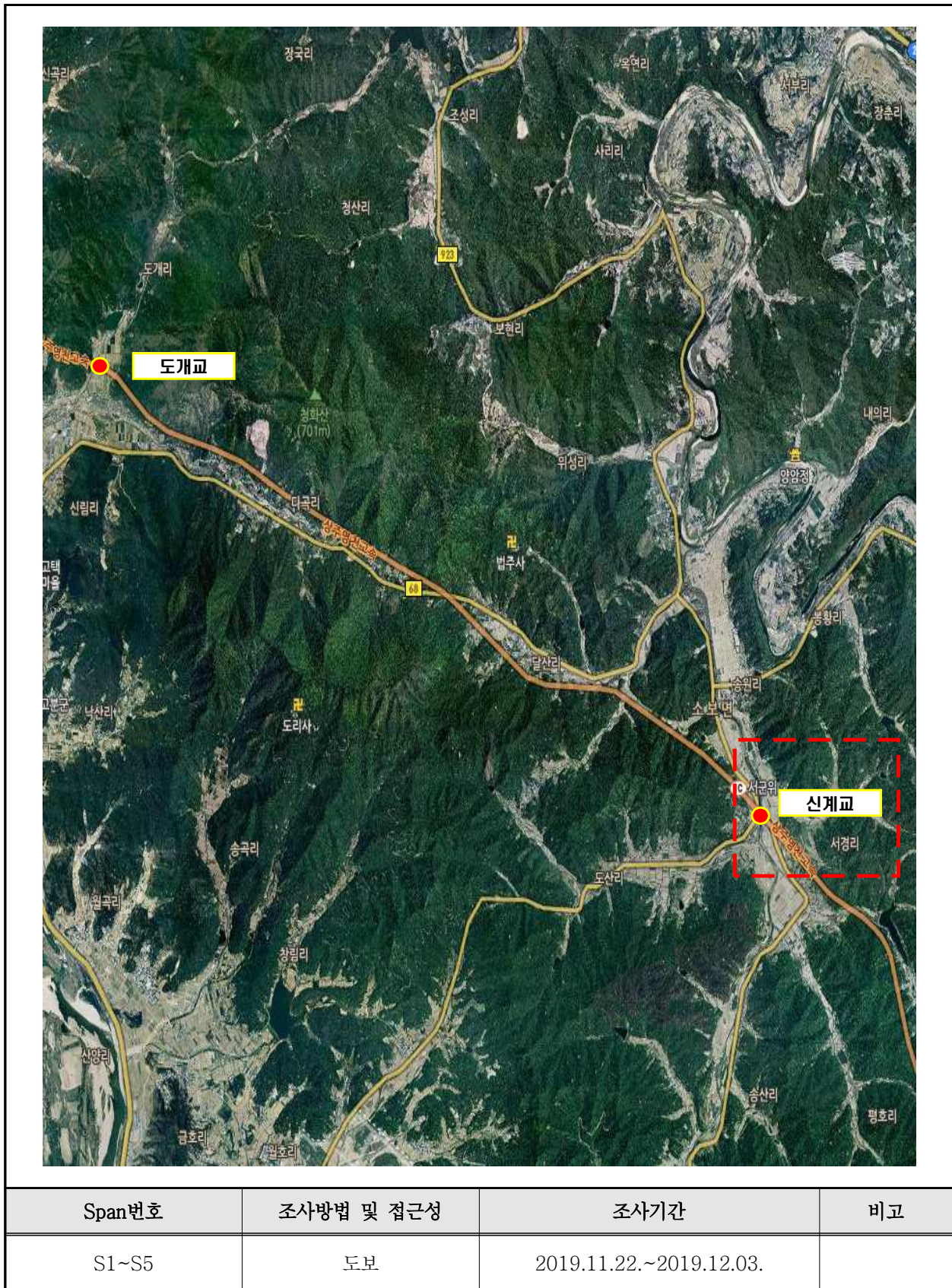
본 시설물은 경상북도 군위군 소보면 신계리(상주영천고속도로 28.734~28.909km)에 위치한 교량으로 총 연장 175.0m, 폭 24.5m로 시공되어 있다.

9.1.1 일반사항

【표 9.1.1】 신계교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000273	관리번호	SY BR.9	
시설물위치		경상북도 군위군 소보면 신계리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		28.734~28.909km	공사이정	12.720~12.895km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=175.0m, (5@35m=175m)			
	폭	B=24.5m, 4차로			
구조 형식	상부	PSC BEAM	기초 형식	교 각	직접기초 sprc말뚝
	하부	T형 교각식(T)		교 대	sprc말뚝
교량받침		고무받침	신축이음	핑거, 모노셀	
교차시설물		곡정천	통과높이	8.7m	
부착시설내용					
시 공 자		(주)한화건설, (주)삼호	관리주체	상주영천고속도로(주)	

9.1.2 위치도 및 전경사진

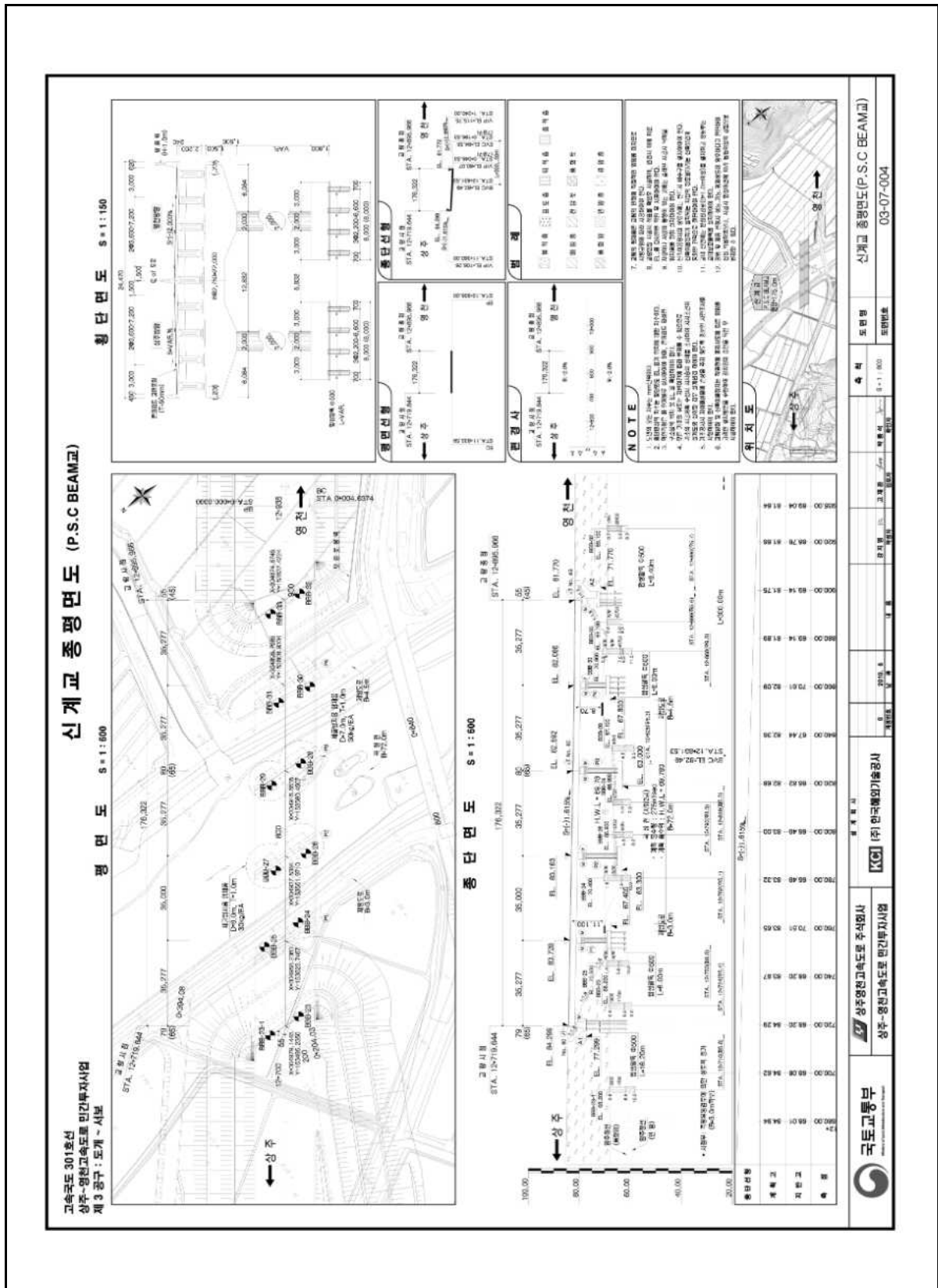


【그림 9.1.1】 위치도

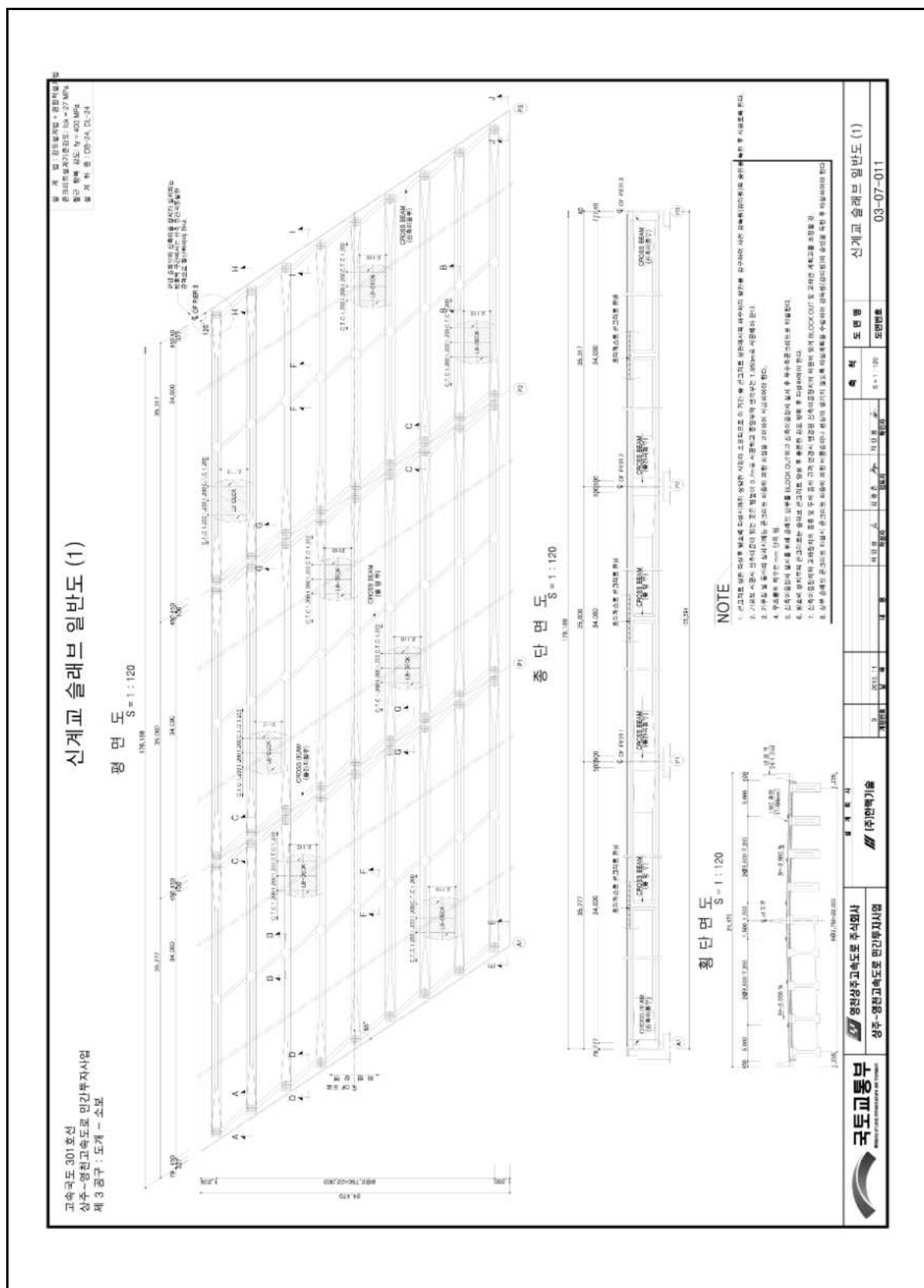
	
측면 전경	교면포장 전경
	
신축이음 전경	바닥판하면 전경
	
배수시설 전경	교각 전경

【그림 9.1.2】 부재별 현황

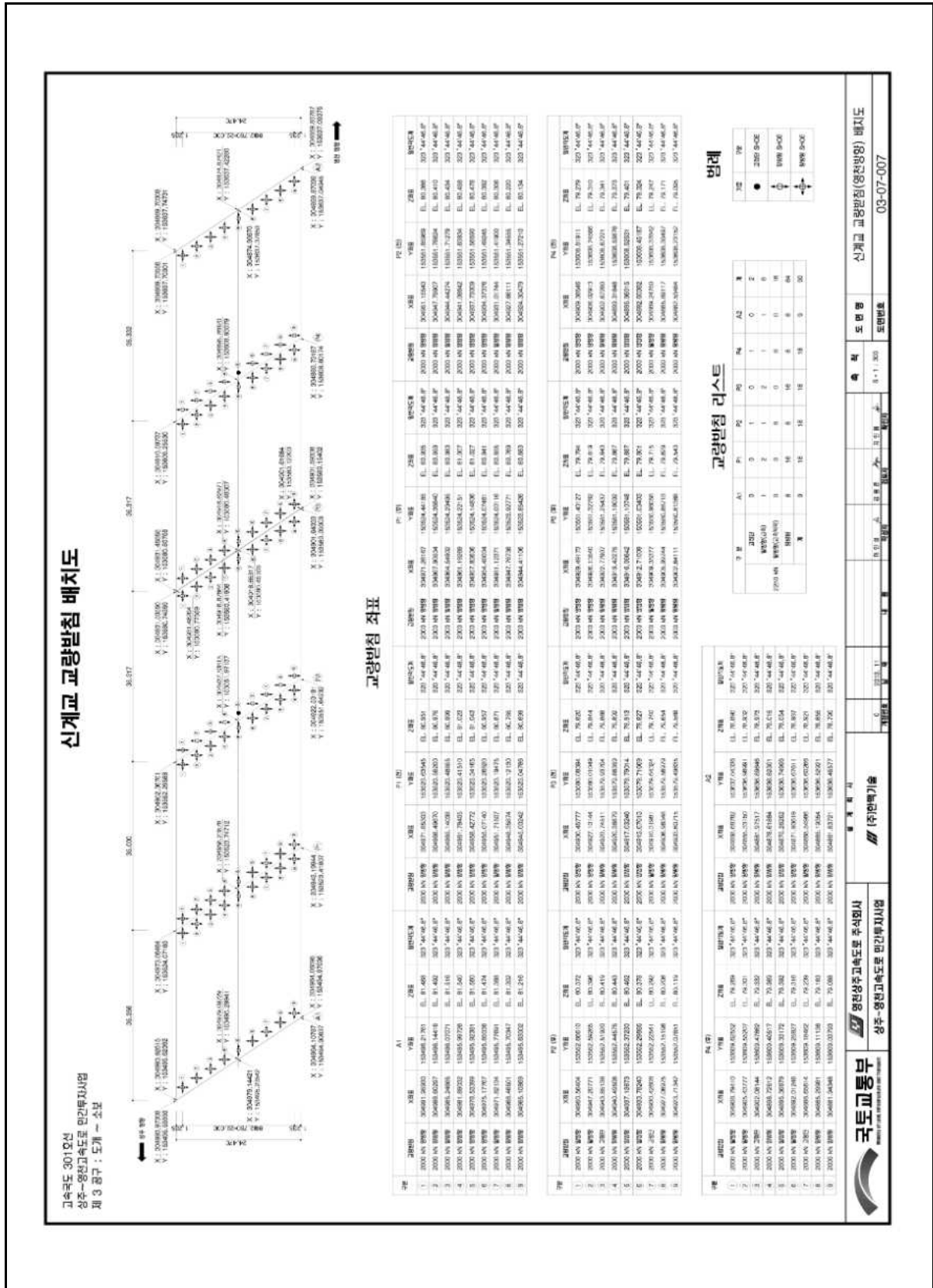
9.1.3 시설물 일반도



【그림 9.1.3】 종평면도

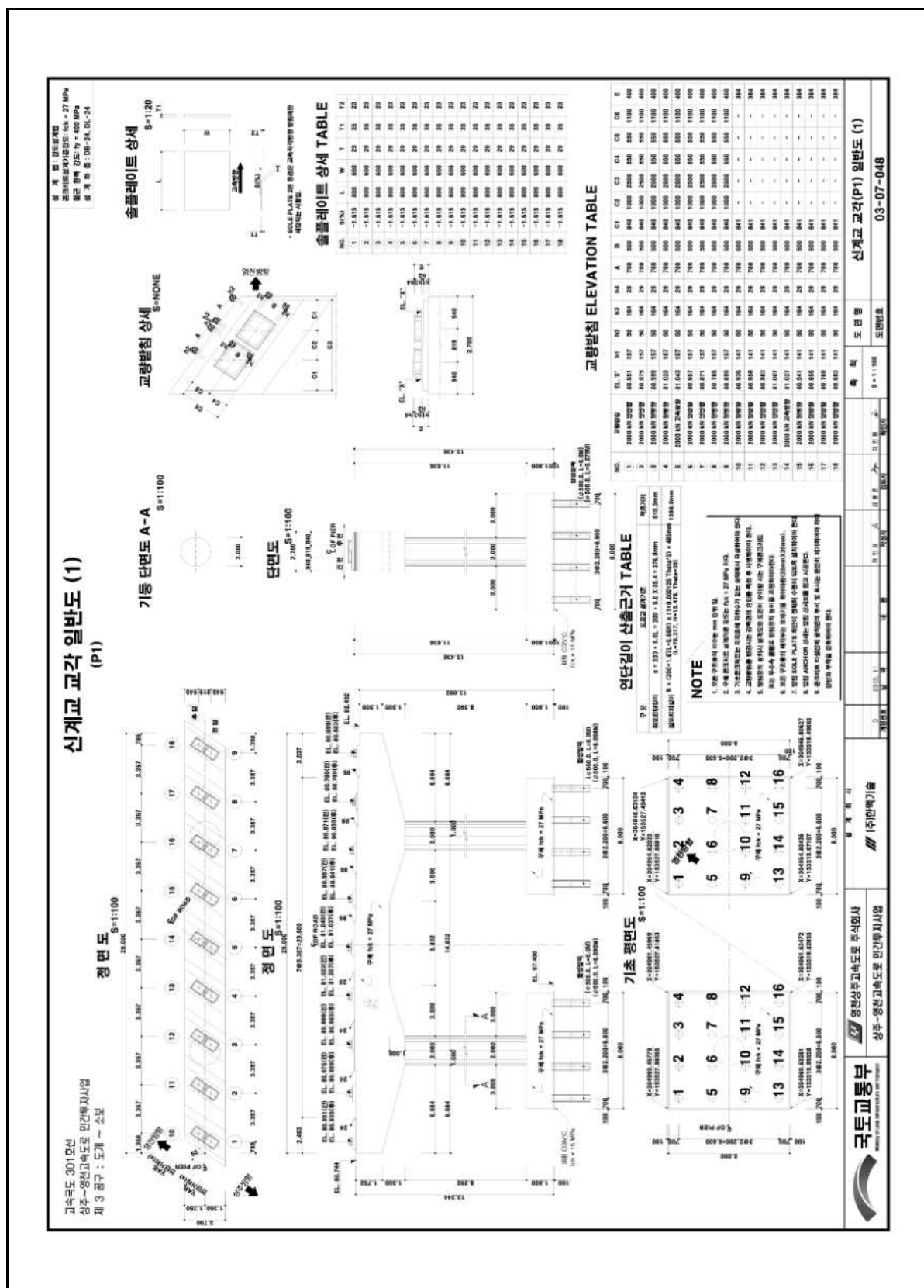


【그림 9.1.4】 슬래브 일반도



【그림 9.1.5】 교량받침 배치도





【그림 9.1.7】 교각 일반도

9.2 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.

9.2.1 설계자료 검토

가. 지반조사 보고서

제 1 장 조 사 개 요

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시설계

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 : 경삼대로 국가지원 도로변 (STA. 0+000) (X=310,453.951, Y=142,180.556) - 종점 : 경삼대로 국유권 소문교(STA. 12+935) (X=304,651.7911, Y=153,658.900) - 연장 : 12.935km	
특 성	- 국도 동남부 5개 고속도로를 연결하는 제 2장부속(상주-영천) 고속도로 건설 - 대구-포항 대구-부산고속도로 동부 간선로 인한 대구, 구간인 교통수요 분산 - 민간의 참여와 효율적 정부재정지원의 효율적 집행 도로	

1.4 위치도

구조물 현황

터널 구간	교량 구간	토공구간
- 국회터널 - 상주방향 : 1,085m - 영천방향 : 960m	- 도개교(360.00m) - 교개교(25.5m) - 다국교(17.00m) - 달산교(40.50m)	- 말산교(70.1m) - 신계교(176.3m) - 말기구간(147.5m) - 불기구간(177.5m)

1

2.3.3 조사위치 선정

가. 터널 구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
터널	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	147,528.854	
	TBB-3	상주 5+982(차9.73)	307,927.733	147,586.498	
	TBB-4	영천 5+820(차2.49)	307,910.720	147,512.194	
	TBB-5	영천 5+856(차2.78)	307,885.632	147,543.379	
	TBB-6	영천 6+075(차9.46)	307,803.018	147,636.088	
	TBB-7	상주 6+150(차4.46)	307,870.289	147,754.250	암반상태 및 암종경계부 확인
	TBB-8	영천 6+197(차4.42)	307,793.214	147,763.432	
	TBB-9	영천 6+426(차1.05)	307,758.464	147,987.750	
	TBB-10	영천 6+443(차2.47)	307,684.666	147,984.301	
	TBB-11	영천 6+555(차4.46)	307,695.383	148,107.873	
	TBB-12	영천 6+695(차5.24)	307,593.339	148,214.158	
	TBB-13	영천 6+756(차1.80)	307,612.533	148,292.702	
	TBB-14	영천 6+796(차1.63)	307,575.811	148,317.912	
	TBB-15	상주 6+912(차0.41)	307,534.515	148,427.014	
	TBB-16	상주 6+980(차16.52)	307,850.136	147,874.616	
	TBB-17	상주 6+962(차9.39)	307,523.280	148,472.567	터널시험 경구부의 토사층 및 암반 상태 확인
	TBB-18	영천 6+880(차5.13)	307,506.372	148,372.914	
TBB-19	영천 6+911(차1.48)	307,499.441	148,405.648		
TBB-20	상주 6+871(차19.09)	307,597.796	148,409.951		
TBB-21	상주 6+915(차16.99)	307,507.957	148,448.263		
TBB-22	영천 6+422(차9.02)	307,670.429	147,956.433		
HTB-2	영천 6+589(차8.27)	307,604.971	148,104.441	우보단층 자세 및 규모파악	

나. 교량구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
도개교	BBB-1	0+335(차24.97)	310,302.603	142,481.892	교량기초 지층을 심도 파악 공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	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+365(차26.38)	310,281.327	142,526.449	
	BBB-2-1	0+368(차13.00)	310,292.918	142,533.262	
	BBB-2-2	0+387	310,304.431	142,539.398	
	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	
	BBB-4	0+458(차26.60)	310,250.433	142,592.950	
BBB-4-1	0+458(차16.30)	310,258.090	142,596.641		
BBB-5	0+499(차27.15)	310,233.063	142,628.862		
BBB-5-1	0+499(차16.65)	310,240.720	142,632.673		

8

제 2 장 조 사 개 요

제 4 장 조 사 결 과

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역지질도 (1:500,000)	분석내용
	- 우리나라의 관입암반, 백악기 경상층군의 신동층군, 누동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암반가 분포 - 화강암 주변부는 높은 지형을 형성하고 있으며, 피각암의 경계부는 중첩소 - 중첩 내지 조밀한, 용암질 조지 우세 - 우보단층 : 이 지역 중동면에서 북서쪽으로 향한 우보 단층은 선산 구조조절선을 지난다. 다국동(평화산 남서)의 화강암체는 이 단층의 영향을 받았을 가능성이 있으며 이 단층의 활동이 있는 후에 화강암이 관입하고 그 후에 다시 이 단층의 활동을 받았을 가능성이 높음

4.1.2 기본설계자료 분석

구 분	분석내용	
터널구간	- 본포지층 : 표도층(봉적층), 풍화암, 풍화암, 연암 - 표도층은 비탈면 피석층인 봉적층으로 입구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 직접적인 실험실 자료, 내지, 매우조밀 - 봉적층은 입구부에서부터 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조밀 - 풍화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세립, 사암 및 함몰로 화강암의 형태대 - 연암은 지표하 30.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세립 및 사암, 실험자료, TCR=25~65%, RQD=0~45%	
	신계교 (석계교)	- 본포지층 : 매립층, 피석층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실험적인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 피석층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 직접적인 실험실 자료 및 실험실 자료, 매우나은 내지 매우조밀 - 풍화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실험실 자료, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0~10%
	교량구간	- 본포지층 : 매립층, 피석층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.2m 두께로 분포, 실험적인 모래질 자갈, 습윤 - 피석층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실험실 자료, 느슨 내지 매우조밀 - 풍화암은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실험실 자료, 매우조밀 - 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 백악 사암, TCR=60%, RQD=45%

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
도개교	BBB-6	0+539(차27.17)	310,215.694	142,665.014	교량기초 지층을 심도 파악 공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	BBB-6-1	0+537(차19.28)	310,223.415	142,667.183	
	BBB-7	0+579(차26.87)	310,198.325	142,701.042	
	BBB-7-1	0+579(차18.36)	310,205.991	142,704.737	
	BBB-7-2	0+581	310,221.511	142,714.770	
	BBB-8	0+623(차28.53)	310,176.967	142,739.267	
	BBB-8-1	0+617(차13.90)	310,192.861	142,740.898	
	BBB-9-2	0+698(차6.00)	310,187.443	142,795.148	
	BBB-10	0+698(차30.80)	310,140.831	142,804.878	
	BBB-11	2+451(차15.01)	309,419.475	144,386.023	
BBB-12	2+486(차1.93)	309,426.065	144,435.524		
BBB-15	8+050(차10.28)	306,807.965	149,362.350		
BBB-16	8+118(차7.89)	306,777.882	149,372.297		
BBB-17	10+153(차7.27)	306,337.437	151,323.687		
BBB-17-1	10+141(차11.02)	306,324.055	151,306.084		
BBB-18-1	10+127(차9.79)	306,328.454	151,356.369		
BBB-19	10+186(차6.70)	306,331.203	151,350.193		
BBB-20	10+218(차9.14)	306,289.534	151,279.181		
BBB-20-1	10+226(차3.99)	306,309.124	151,390.602	교량기초 지층을 심도 파악 공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취	
BBB-21	12+444(차0.10)	306,309.124	151,390.602		
BBB-23	12+724(차5.43)	304,972.472	153,495.143		
BBB-23-1	12+716(차5.81)	304,986.189	153,495.450		
BBB-24	12+762(차5.14)	304,949.684	153,526.710		
BBB-25	12+753(차7.99)	304,966.246	153,526.344		
BBB-26	12+794(차9.28)	304,934.281	153,547.870		
BBB-27	12+794(차9.33)	304,944.033	153,549.096		
BBB-28	12+828(차6.26)	304,909.826	153,579.173		
BBB-29	12+819(차5.17)	304,924.477	153,578.929		교량기초 지층을 심도 파악 공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
BBB-30	12+860(차9.79)	304,888.206	153,602.729		
BBB-31	12+854(차2.44)	304,902.032	153,604.518		
BBB-32	12+890(차5.73)	304,868.678	153,636.199		
BBB-33	12+899(차5.64)	304,882.814	153,636.137		

다. 비탈면구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	선정사유
말기	CBB-3	1+027(차15.20)	310,012.467	143,108.801	말기, 불기구간의 지층파악 공학적 특성 파악을 위한 시험공 및 실내시험 시료 채취
	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)	309,745.601	143,594.304	
	CBB-8	1+571(차17.49)	309,718.527	143,567.411	

나. 지반조사보고서

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

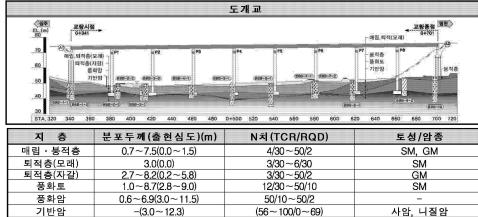
6.2 지층특성 분석

6.2.1 기본방향

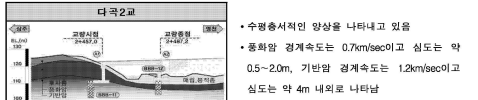
- 지리지점조사, 시추조사, 탐사 결과를 각 교량구간에 분포하는 매립·붕적층, 퇴적층 및 풍화토를 분포현황 파악

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

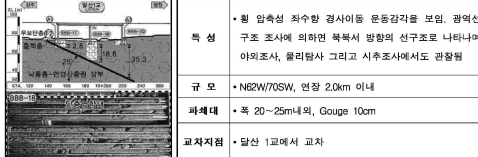
6.5.1 단층 현황

구분	조사 방법				주향/경사	연장 (km)	폭		노선 교차점 (STA.)	구분
	지질 조사	시추 조사	선형 조사	물리 탐사			Gouge (cm)	파쇄대 (m)		
F2	●	●	●	●	N62W/70SW	20이상	10.0	20~25	상주 7-106 영천 7-022	대단층

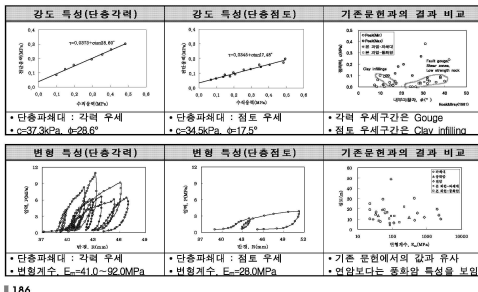
* 대단층: 파쇄대 폭 100m 이상 또는 단층선도 100cm 이상

6.5.2 상세 특성

가. F2(우부단층)



6.5.3 단층파쇄대의 공학적 특성



186

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

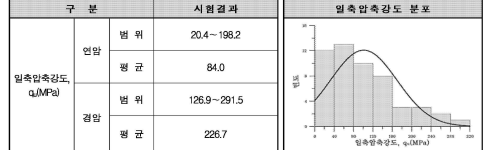
6.3.4 투수 특성

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^{-3}
BBB-3-1	2.0~3.0	퇴적층	1.94×10^{-3}
BBB-6-1	10.0~11.0	풍화암	8.29×10^{-3}
BBB-8-1	6.0~7.0	매립·붕적층	1.07×10^{-3}
BBB-10	10.0~11.0	풍화토	9.67×10^{-3}
BBB-12	3.0~4.0	퇴적층	3.30×10^{-3}
BBB-16	5.0~6.0	풍화암	9.86×10^{-3}
BBB-18	4.0~5.0	풍화암	3.48×10^{-3}
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}

6.4 기반암 특성 분석

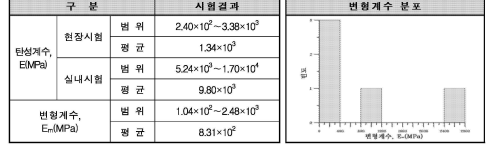
6.4.1 강도 및 변형특성

가. 강도특성 분석



• 기반암의 일축압축강도 분포는 연암 20.4~155.1, 경암 73.1~126.9의 분포를 보임

나. 변형특성 분석



185

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

6.6 설계 지반정수 선정

6.6.1 개요

가. 기본 방향

- 기존 문헌자료, 경험적, 설계적용사례, 시험결과를 비교분석, 물리적 특성, 변형특성, 강도특성, 수리특성 을 파악하여 변형계수(ϵ), 포아송비(μ), 강도정수(c , ϕ), 단위중량(γ), 투수계수(k) 등의 설계지반정수 선정
- 토질종류는 매립층, 붕적층, 퇴적층, 풍화토, 풍화암으로 분류됨
- 풍화암은 기반암이 풍화 초상면 상부로 N치는 50/10을 상치하며 굴진시 설계 표시사항

6.6.2 선정결과 요약

가. 연속체 해석을 위한 설계지반정수 선정 결과

구 분	변형계수, E_s (MPa)	단위중량, γ_s (kN/m ³)	점착력, c (kPa)	내부마찰각, ϕ (°)	일축압축강도, q_u (MPa)
매립·붕적층	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 암	2,670.0	23.0	175.0	34.0	84.0
경 암	5,800.0	25.0	305.0	40.0	227.0

나. 수리해석을 위한 설계지반정수 선정 결과

구 분	매립·붕적층	퇴적층(모래)	퇴적층(자갈)	풍화토	풍화암	연 암	경 암
투수계수, k (cm/sec)	1.00×10^{-3}	7.60×10^{-3}	8.90×10^{-2}	5.40×10^{-1}	3.80×10^{-1}	2.10×10^{-1}	2.80×10^{-1}

다. 내진 해석을 위한 설계지반정수 선정 결과

구 분	동로비율비, α_g	전단파속도, V_s (m/sec)	동전단계수, G_d (MPa)	동탄성계수, E_d (MPa)	동체적변형계수, K_d (MPa)
매립·붕적층	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 암	0.31	1,590	5,800	15,210	13,450
경 암	0.27	2,115	11,180	28,385	20,515

187

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설 계 조 건

1) 일반 사항

- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
- (2) 상 부 형식 : PSC BEAM
- (3) 교량 등급 : I 형교
- (4) 교대 폭 : B = 15.412 m
- (5) 교대 높 : H = 7.017 m
- (6) 기초 형식 : 말뚝기초
- (7) SKEW : 125 °

2) 하중

- (1) 최근크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 P6]
- (2) 빗층콘크리트의 단위중량 : $\gamma_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 제380]
- (3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
- (4) 교대 하중 : $q_f = 10.000 \text{ kN/m}^2$
- (5) 상부 교량하중 반력 : $R_d = 278.400 \text{ kN/m}$
- (6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 70.630 \text{ kN/m}$
- (7) 교량반응 마찰계수 : $f_s = 0.050$

3) 지반 조건

- (1) 빗층콘크리트의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$ [도로교 설계기준 제380]
- (2) 기초지반의 N치 : N = 9
- (3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 26.619^\circ$ { $\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$ }
- (4) 기초지반의 점착력 : C = 0.000 kN/m^2
- (5) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.320$: $\tan(\phi_2 + \phi_2)$: 흙과 콘크리트
- (6) 지반 가속도 계수 : A = 0.154 : 위험도계수 $\times$ 지진구역계수
 - 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 P478]
 - 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사용 재료 강도

- (1) 콘크리트의 설계기준 강도 : $f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_c = 23998.1 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 P41]
- (2) 철근의 항복 강도 (SD 30) : $E_s = 300.0 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E_s = 200000.0 \text{ MPa}$ [도로교 설계기준 P40]

5) 설계 방법

- (1) 만 장 설계 : 허용응력 설계법
- (2) 단 면 설계 : 역단면도 설계법

6) 참고 문헌

- (1) 도로교 설계기준 : 건설교통부 (2005)
- (2) 콘크리트구조 설계기준 : 건설교통부 (2004)
- (3) 도로설계 편람 : 건설교통부 (2000)
- (4) 도로 설계 요령 : 한국도로공사 (2002)

-369-

■ 결과 요약

■ 말뚝 안정성검토 및 용량검토

구분	항복강도	발생강도	비교
동상시	허용지지력(kN/EA)	1586.0	810.190 O.K
	허용단발력(kN/EA)	182.40	- O.K
	총 용량(MPa)	133.0	112.110 O.K
	전단용량(MPa)	76.0	13.560 O.K
	수평단위(mm)	15.0	12.360 O.K
지반시	허용지지력(kN/EA)	2379.0	1111.786 O.K
	허용단발력(kN/EA)	261.70	-84.476 O.K
	총 용량(MPa)	169.50	139.670 O.K
	전단용량(MPa)	114.0	23.410 O.K
	수평단위(mm)	15.0	12.630 O.K

■ 단면 총 설계

단면위치	길이 (mm)	ϕ (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	ϕ Wt (kN.m)	안전도	비고
총 역	800.0	100.0	1217.0	0198125	161.338	279.888	1.728	O.K
벽체	2400.0	100.0	1577.0	0198125	690.866	1334.408	1.931	O.K
기초입구	1000.0	150.0	1516.0	0198125	243.998	486.941	1.996	O.K
기초도관	1000.0	100.0	849.0	0198125	145.301	359.897	2.477	O.K
좌측날개벽 D	670.0	80.0	1153.0	0198125	128.731	234.302	1.820	O.K
좌측날개벽 A	670.0	80.0	2441.0	0228125	356.048	447.532	1.259	O.K
좌측날개벽 B	670.0	80.0	692.0	0198125	74.232	150.570	2.028	O.K
좌측날개벽 C	670.0	80.0	730.0	0198125	81.828	150.570	1.840	O.K

■ 사용철근 검토

구분	인장응력(f_s)	허용응력(f_{sa})	균형률(μ)	허용균형률(μ_a)	비고
총 역	90.560	150.0	0.160	0.460	O.K
벽체	51.570	150.0	0.080	0.460	O.K
기초입구	83.810	150.0	0.20	0.70	O.K
기초도관	58.930	150.0	0.10	0.460	O.K
좌측날개벽 D	86.190	150.0	0.130	0.360	O.K
좌측날개벽 A	125.090	150.0	0.190	0.360	O.K
좌측날개벽 B	76.930	150.0	0.110	0.370	O.K
좌측날개벽 C	84.80	150.0	0.120	0.370	O.K

-366-

1. 설 계 조 건

1) 일반 조건

- (1) 교량형식 : PSC BEAM
- (2) 교량연장 : L = 35.356 + 35.000 + 2605.317 + 35.332 = 176.322 m
- (3) 교량폭원 : B = 12.625 m
- (4) 교각형식 : T형 교각

2) 내진 설계 조건

- (1) 내진등급 : I 등급
- (2) 가속도계수 : A = 0.154 (지진구역계수 : 0.110, 위험도계수 : 1.400)
- (3) 지반계수 : S ≤ 1.200 (지반등급 II)
- (4) 반치형식 : 탄성범위

3) 설계 강도

- (1) 콘크리트
 - ① 상부구조 : $f_{ck} = 27.00 \text{ MPa}$
 - ② 하부구조 : $f_{ck} = 24.00 \text{ MPa}$
- (2) 철근
 - ① 상부구조 : $f_y = 400.00 \text{ MPa}$
 - ② 하부구조 : $f_y = 300.00 \text{ MPa}$

4) 탄성 계수

- 최근크리트 : $E_c = 23998.0 \text{ MPa}$
- 강재 : $E_s = 200000.0 \text{ MPa}$
- 탄성계수비 : $N = E_s / E_c = 8.0$

5) 해석 방법

- 다중모드 스펙트럼 해석법

6) 참고 문헌

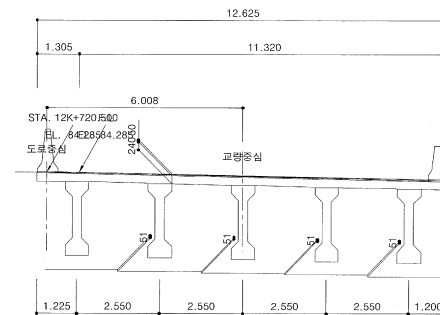
- (1) 도로교 설계기준 : 건설교통부 (2000)
- (2) 콘크리트구조 설계기준 : 건설교통부 (1990)
- (3) 도로교 표준시방서 : 건설교통부 (2000)
- (4) 콘크리트표준시방서 : 건설교통부 (2000)
- (5) 고속도로교량의 내진설계지침 : 한국도로공사(2000)

-821-

3. 단 면 특 성

1) 상부 구조

(1) 횡단면도



(2) 거단 단면도

구분	A	1.33	1.22	K	비고
1	1.2836729	0.4726368	0.2890440	0.0202885	
2	1.2940923	0.4727863	0.3065522	0.0204886	
3	1.2784631	0.4725514	0.2818849	0.0201885	

-823-

9.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 9.2.1】 신계교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	상태 양호	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	상태 양호	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	상태 양호	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	상태 양호	양호

9.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 9.2.2】 신계교 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
신계교	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

9.2.4 기존자료

【표 9.2.3】 신계교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 175.0m, 폭 : 24.5m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : ㈜한화건설, ㈜삼화	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

9.2.5 시설물 보수 이력

【표 9.2.4】 신계교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

9.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 9.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

9.3 현장조사

9.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S5	도보	2019.10.29.~2019.12.03.	
			
작업전경		작업전경	
			
작업전경		비파괴시험	

【사진 9.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

9.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 신계교는 총 3경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=120.0m 폭 31.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 9.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 전구간에 콘크리트 테크플레이트가 설치 되어있고, 외관조사 결과 일부 구간에서 국부적인 박리가 조사되었다.

【표 9.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	박리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	1.0	1
S4	—	—
S5	—	—
합계	1.0	1



【사진 9.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

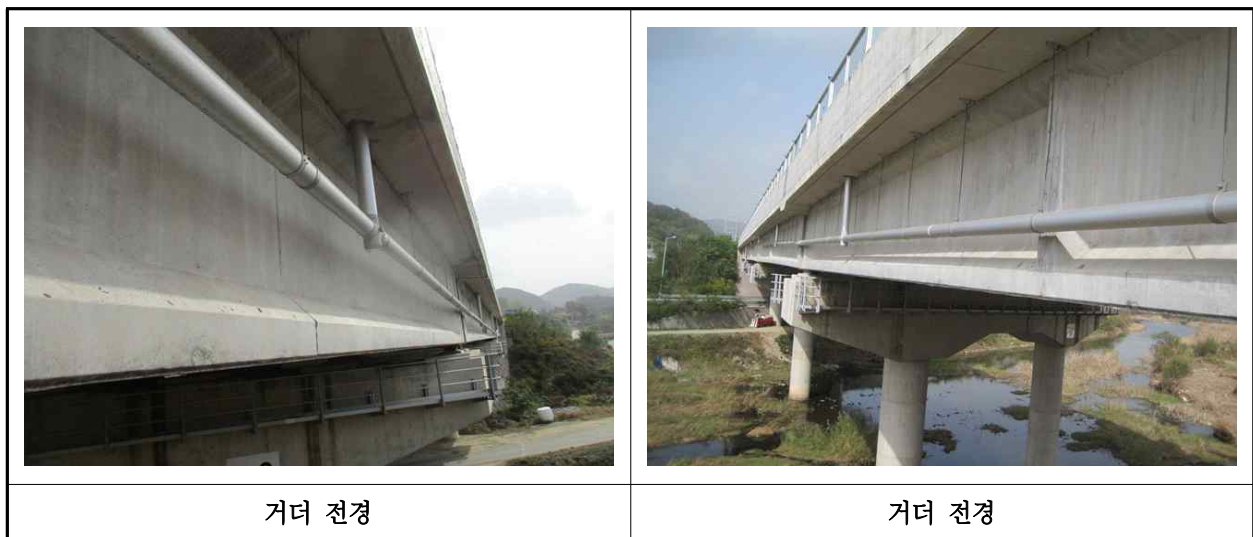
4) 검토의견

- 바닥판하면은 발생한 측면 캔틸레버 박리는 시공미흡, 마감처리 불량으로 인한 손상으로 추정되며, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

나. 콘크리트 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 9열로 시공되었으며, 점검차로 외관조사를 실시하였다



【사진 9.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 국부적인 인양홀 박락이 확인되었다.

【표 9.3.2】 거더외부 외관조사 결과

구분	인양홀 박락 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	0.04	1
S5	—	—
합계	0.04	1



【사진 9.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더에 발생한 인양홀 박락은 시공시 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 9.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 9.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
합계	—	—



【사진 9.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 신계교 교대는 직접기초 sprc말뚝으로 시공되어있으며, 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 9.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 폭 0.3mm 미만 균열, 누수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 9.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	—	—	60.0	1
A2	7.0	5	21.0	5
합계	7.0	5	81.0	6

A1 누수흔적 (15.0m×4.0m)	A2 누수흔적 (2.0m×7.0m)
A2 균열 (0.2mm/2.0m)	A2 균열 (0.2mm/2.0m)

【사진 9.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다.
- 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 신계교의 교각은 T형 교각식(T)으로 구성되어 있으며, sprc말뚝으로 시공되었다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 9.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열, 콘크리트 박리, 누수흔적 등의 손상이 조사되었다.

【표 9.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		박리 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
P1	4.0	5	0.15	1	—	—	—	—
P2	5.0	6	—	—	3.0	1	—	—
P3	—	—	—	—	—	—	5.0	5
P4	1.2	2	—	—	—	—	—	—
합계	10.2	13	0.15	1	3.0	1	5.0	5

	
P1 코핑부 박리(0.5m×0.3m)	P2 망상균열(3.0m×1.0m)
	
P3 누수흔적(1.0m×1.0m×5EA)	P4 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)

【사진 9.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

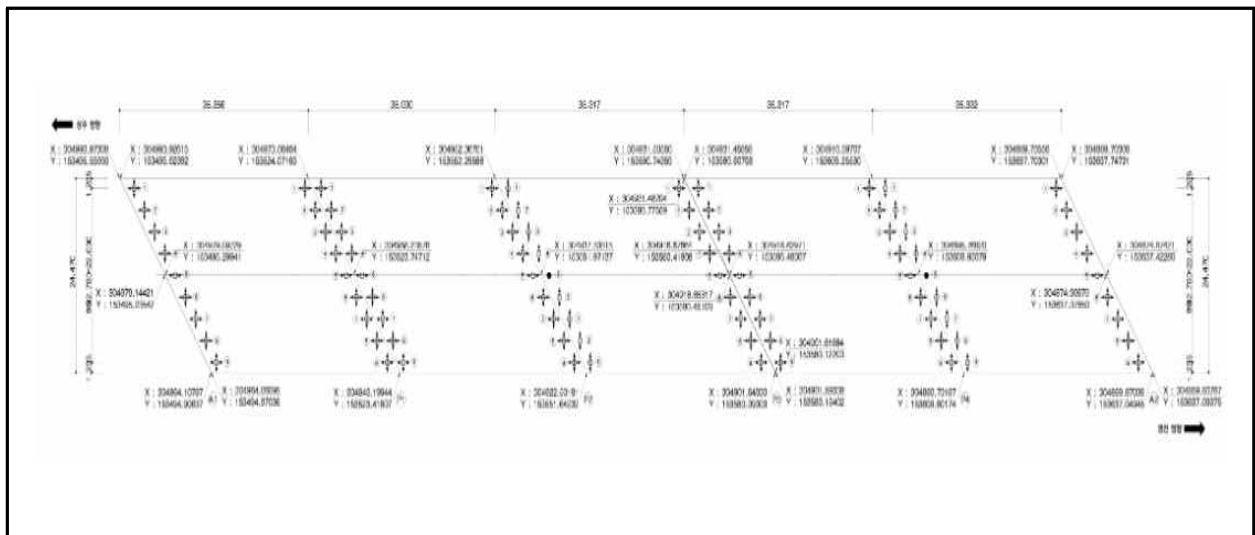
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 발생한 누수흔적 및 박리는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 신계교의 받침은 탄성고무받침으로 고정단 2개, 일방향(교측) 8개, 일방향 교측직각(16개), 양방향 64개, 총 90개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 9.3.1】 교량받침 배치도



【사진 9.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 일부 구간에서 무수축물탈 균열, 들뜸, 박락, 스톱퍼 간섭, 플레이트 부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 9.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (m/개소)		무수축물탈 들뜸, 박락 (㎡/개소)		스토퍼 간섭 (개소/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	5.0	5	—	—
P3	—	—	—	—	1.0	1	16.0	16
P4	0.3	2	0.09	3	2.0	2		
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.3	2	0.09	3	8.0	8	16.0	16



P2-Sh10 스톱퍼 간섭(1EA)



P3-Sh5 스톱퍼 간섭(1EA)



P4-Sh1 무수축물탈 들뜸(0.3m×0.1m)



P4-Sh2 무수축물탈 균열(0.2mm/0.1m)

【사진 9.3.13】 교량받침 손상현황

	
P4-Sh6 무수축물탈 박락(0.1m×0.1m)	P4-Sh10 무수축물탈 들뜸(0.5m×0.1m)

【사진 9.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

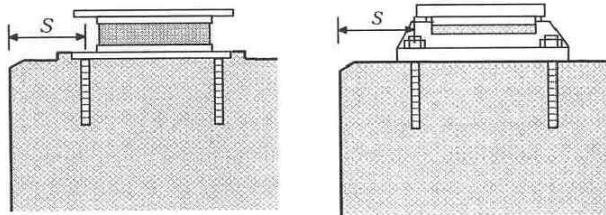
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 받침에서 발생된 무수축물탈 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 무수축물탈 박리, 박락, 들뜸의 경우 시공 미흡 및 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수가 필요할 것으로 판단되며, 스토퍼 간섭은 스토퍼 간섭으로 인한 무수축물탈 파손 등의 징후가 없으므로, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 요구된다.

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 9.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 9.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 9.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		375	600	600	600	580	580	590	590	600	590	O.K
P1	A1측	375	510	510	510	510	510	510	510	510	510	O.K
	A2측	375	510	510	510	510	510	510	510	510	510	O.K
P2	A1측	375	520	520	520	520	520	520	520	520	520	O.K
	A2측	375	510	510	510	510	510	510	510	510	510	O.K
P3	A1측	375	400	400	400	400	400	400	400	400	400	O.K
	A2측	375	410	410	410	410	410	410	410	410	410	O.K
P4	A1측	375	510	510	510	510	510	510	510	510	510	O.K
	A2측	375	500	500	500	500	500	500	500	500	500	O.K
A2		375	600	600	600	580	580	590	590	600	600	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 9.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 9.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	18.0	22.0	0.00001	70.0	12.6	15.4	
P1	18.0	22.0	0.00001	35.0	6.3	7.7	
P2	고정단						
P3	18.0	22.0	0.00001	35.0	6.3	7.7	
P4	고정단						
A2	18.0	22.0	0.00001	35.0	6.3	7.7	
1) 조사당시 온도 : 13.0℃(조사일 : 2019년 10월 29일, 평균온도, 상주)							
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 9.3.9】 교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	5	40	60	12.6	15.4	±50
	SH2	5	40	60			±50
	SH3	5	40	60			±50
	SH4	5	40	60			±50
	SH5	5	40	60			±50
	SH6	5	40	60			±50
	SH7	5	40	60			±50
	SH8	5	40	60			±50
	SH9	5	40	60			±50
P1	A1측	SH1	0	50	6.3	7.7	±50
		SH2	0	50			±50
		SH3	0	50			±50
		SH4	0	50			±50
		SH5	0	50			±50
		SH6	0	50			±50
		SH7	0	50			±50
		SH8	0	50			±50
		SH9	0	50			±50
	A2측	SH1	0	50			±50
		SH2	0	50			±50
		SH3	0	50			±50
		SH4	0	50			±50
		SH5	0	50			±50
		SH6	0	50			±50
		SH7	0	50			±50
		SH8	0	50			±50
		SH9	0	50			±50
P2	A1측	SH1	0	50	6.3	7.7	±50
		SH2	0	50			±50
		SH3	0	50			±50
		SH4	0	50			±50
		SH5	0	50			±50
		SH6	0	50			±50
		SH7	0	50			±50
		SH8	0	50			±50
		SH9	0	50			±50
	A2측	고정단					

【표 9.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)			
				수축	신장	최대수축	최대신장				
P3	A1층	SH1	0	50	50	6.3	7.7	±50			
		SH2	0	50	50			±50			
		SH3	0	50	50			±50			
		SH4	0	50	50			±50			
		SH5	0	50	50			±50			
		SH6	0	50	50			±50			
		SH7	0	50	50			±50			
		SH8	0	50	50			±50			
		SH9	0	50	50			±50			
	P4	A2층	SH1	0	50			50	6.3	7.7	±50
			SH2	0	50			50			±50
			SH3	0	50			50			±50
			SH4	0	50			50			±50
			SH5	0	50			50			±50
			SH6	0	50			50			±50
			SH7	0	50			50			±50
			SH8	0	50			50			±50
			SH9	0	50			50			±50
A1층		SH1	0	50	50	±50					
		SH2	0	50	50	±50					
		SH3	0	50	50	±50					
		SH4	0	50	50	±50					
		SH5	0	50	50	±50					
		SH6	0	50	50	±50					
		SH7	0	50	50	±50					
		SH8	0	50	50	±50					
		SH9	0	50	50	±50					
A2층	고정단										
A2	SH1	5	45	55	6.3	7.7	±50				
	SH2	5	45	55			±50				
	SH3	5	45	55			±50				
	SH4	5	45	55			±50				
	SH5	5	45	55			±50				
	SH6	5	45	55			±50				
	SH7	5	45	55			±50				
	SH8	5	45	55			±50				
	SH9	5	45	55			±50				
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K											

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1 핑거조인트, A2 모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 9.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 후타재 열화, 파손, 들뜸, 차수판 파손 등이 조사되었다.

【표 9.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 열화 (㎡/개소)		후타재 파손, 들뜸 (㎡/개소)		차수판 파손 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—	—	—	—	—	1.0	1
P3 (EXP J2)	—	—	—	—	0.05	1	—	—
A2 (EXP J3)	1.0	2	1.35	2	0.41	2	—	—
합계	1.0	2	1.35	2	0.46	3	1.0	1

	
A1 차수판 파손 (1EA)	A2 후타재 열화(0.3m×0.2m)
	
A2 후타재 균열(0.2mm/0.5m)	A2 후타재 들뜸(0.2m×5.0m)

【사진 9.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

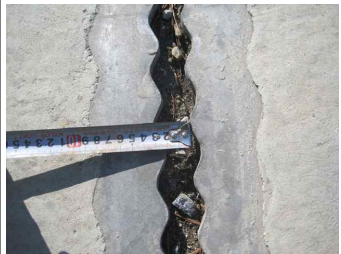
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 박리는 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 채수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재에 발생한 열화, 박리, 들뜸은 차량 통행하중 및 시공시 마감처리 불량으로 인한 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

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 : 2019. 10. 29. 기온 적용: 13.0℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-13.0℃ = 22.0℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(13.0℃) = 18.0℃ 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">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td 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 (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 9.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 9.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	18.0	22.0	0.00001	70.0	12.6	15.4	
P4	18.0	22.0	0.00001	70.0	12.6	15.4	
A2	18.0	22.0	0.00001	35.0	6.3	7.7	
1) 조사당시 온도 : 13.0℃(조사일 : 2019년 10월 29일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 9.3.12】 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	12.6	15.4	32	80	44.6	16.6	O.K
P3	12.6	15.4	60	80	72.6	44.6	O.K
A2	6.3	7.7	30	80	36.3	22.3	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 13.0℃(10월 29일)로써 이때 측정 유간은 32.0~52.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 9.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 교면포장은 양호한 상태이며, A2 접속도로에 파손이 조사되었다.

【표 9.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속도로 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	0.04	4
합계	0.04	4

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 접속부에 파손이 발생하였으나, 본선은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

	
배수구 전경	배수관 전경

【사진 9.3.20】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수구 그레이팅 파손이 조사되었다.

【표 9.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 그레이팅 파손 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	1.0	1
S5	—	—
합계	1.0	1



S4 그레이팅 파손

【사진 9.3.21】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 일부구간에서 그레이팅 파손이 조사되었으나, 전반적으로 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하며, 그레이팅 파손 구간은 교체 등의유지관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 9.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 0.3mm 미만 균열, 균열부 백태, 재료분리, 녹물이 확인되었다.

【표 9.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(폭 0.3mm 미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		녹물 (㎡/개소)	
S1	9.0	9	2.0	4	—	—	—	—
S2	7.0	7	1.5	7	—	—	—	—
S3	9.0	9	3.0	4	—	—	—	—
S4	15.0	7	1.5	3	0.6	1	—	—
S5	7.0	7	0.3	1	—	—	0.02	1
합계	47.0	39	8.3	19	0.6	1	0.02	1

	
S1 방호벽 균열부 백태(0.5m×1.0m×4EA)	S4 방호벽 균열(0.2mm/1.0m)
	
S4 중분대 균열(0.2mm/1.0m)	S5 중분대 녹물(0.1m×0.2m)

【사진 9.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 발생한 재료분리의 경우 시공미 마감미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 조기차 필요하며, 중분대 녹물의 경우 표면처리 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 신계교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~2에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



【사진 9.3.24】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 9.3.16】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	—	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
합계	—	—



점검로 상태 양호

【사진 9.3.25】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

9.3.3 외관조사 총괄표

【표 9.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	박리	m ²	1.0	1	
거더	인양홀 박락	m ²	0.04	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	7.0	5	
	누수흔적	m ²	81.0	6	
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	
	박리	m ²	0.15	1	
	망상균열	m ²	3.0	1	
	누수흔적	m ²	5.0	5	
교량받침	무수축몰탈 균열	m	0.3	2	
	무수축몰탈 들뜸, 박락	m ²	0.09	3	
	스토퍼 간섭	EA	8.0	8	
	플레이트 부식	EA	16.0	16	
신축이음	후타재 균열	m	1.0	2	
	후타재 열화	m ²	1.35	2	
	후타재 파손, 들뜸	m	0.46	3	
	차수판 파손	EA	1.0	1	
교면포장	접속도로 파손	m ²	0.04	4	
배수시설	배수구 그레이팅 파손	EA	1.0	1	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	47.0	39	
	균열부백태	m ²	8.3	19	
	재료분리	m ²	0.6	1	
	녹물	m ²	0.02	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

9.3.4 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 최초 정밀안전점검으로 전차물량은 없는 것으로 확인되었다.

9.4 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(2019. 01, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

9.4.1 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 9.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

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

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

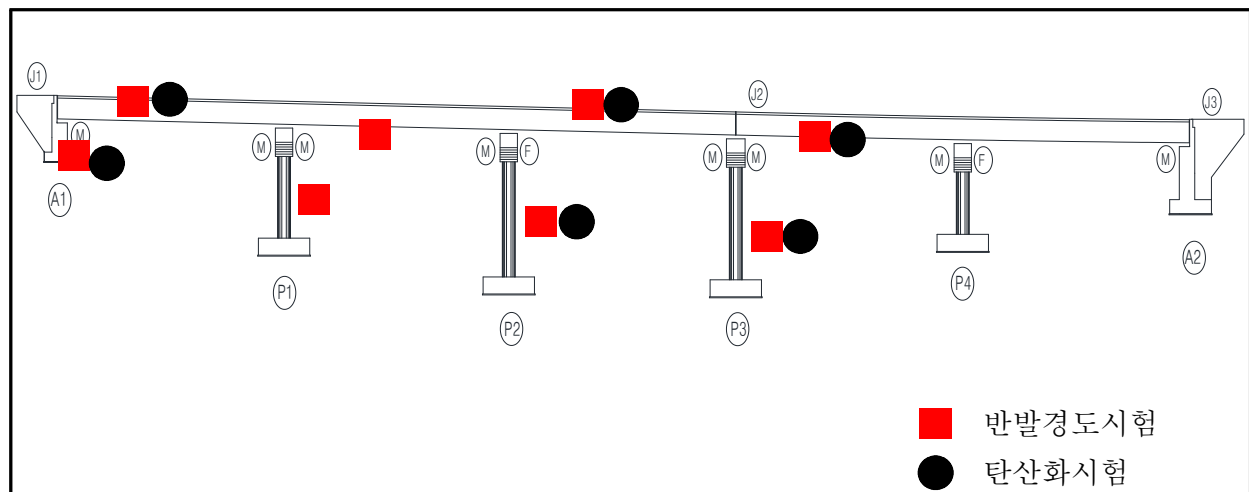
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 9.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 9.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

9.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 8개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 9.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.1	27.7	28.7	0.66	27.0	
	S3 바닥판하면	48.7	29.0	29.5			
	S2-G2 거더	48.2	40.9	47.7			
	S4-G2 거더	48.5	41.2	48.1			
	평 균	48.1	34.7	38.5	—		

【표 9.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	46.0	26.8	28.2	0.66	24.0	
	P1 교각	46.9	27.5	28.6		27.0	
	P2 교각	47.5	28.0	28.9			
	P3 교각	47.6	28.1	28.9			
	평 균	47.0	27.6	28.7	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.7~38.5MPa, 하부구조 27.6~28.7MPa 로
측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것
으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지
않은 것으로 판단된다.

【표 9.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.4 ~ 29.1	27.0	105.1 ~ 107.7
상부구조	거더	41.1 ~ 47.9	40.0	102.6 ~ 119.8
하부구조	교대	26.8 ~ 28.2	24.0	111.6 ~ 117.4
하부구조	교각	27.9 ~ 28.6	27.0	103.3 ~ 106.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 9.4.5】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	—	27.5~28.5	24.0~27.0
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 9.4.6】 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	2.0	40.0	38.0	a	1.41	100년이상	
	S3 바닥판하면	2.5	40.0	37.5	a	1.71	100년이상	
	S4-G2 거더	2.0	40.0	38.0	a	1.41	100년이상	
하부구조	A1 교대	5.0	100.0	95.0	a	3.54	100년이상	
	P2 교각	4.0	50.0	46.0	a	2.83	100년이상	
	P3 교각	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	

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

【표 9.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0~2.5	37.5~38.0	
하부구조	4.0~6.0	94.0~96.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 9.4.8】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	—	—	—	2.0~2.5	37.5~38.0	a	
하부구조	—	—	—	4.0~6.0	94.0~96.0	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. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 9.4.9】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.4 ~ 29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.1 ~ 47.9	40.0	
	하부구조	교대	26.8 ~ 28.2	24.0	
		교각	27.9 ~ 28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.5~38.0	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				

라.기 점검결과와 비교

본 구조물은 금회 점검이 준공후 최초 정밀안전점검이다.

【표 9.4.10】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	－		28.4 ~ 29.1		■ 강도저하 없음
		거더	－		41.1 ~ 47.9		
	하부구조	교대	－		26.8 ~ 28.2		
		교각	－		27.9 ~ 28.6		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		－	－	37.5~38.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		－	－	94.0~96.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

9.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편-2019. 1.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

9.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

【표 9.5.1】 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	PSC BEAM	a	a	a	a	a	b	a	a	b	q	a	a
S2	P1	PSC BEAM	a	a	a	a	a	b	—	a	b	q	—	—
S3	P2	PSC BEAM	b	a	a	a	a	b	—	b	b	q	a	a
S4	P3	PSC BEAM	a	b	a	a	b	b	b	b	b	q	a	a
S5	P4	PSC BEAM	a	a	a	a	a	b	—	b	b	q	—	—
	A2	PSC BEAM							b	a	b	q	—	—
평균			0.120	0.120	0.100	0.100	0.120	0.200	0.167	0.150	0.200	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.022	0.024	0.005	0.007	0.004	0.004	0.015	0.014	0.040	—	0.004	0.003
													0.141	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.141) < 0.260$

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 9.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
신계교	0.141	B	400	4	1,600	1.000	0.141
합계(Σ)			400	4	1,600	1	0.141
1. 평가지수 =							0.141
2. 상태평가결과 =							B

9.5.2 기 점검 결과와의 비교

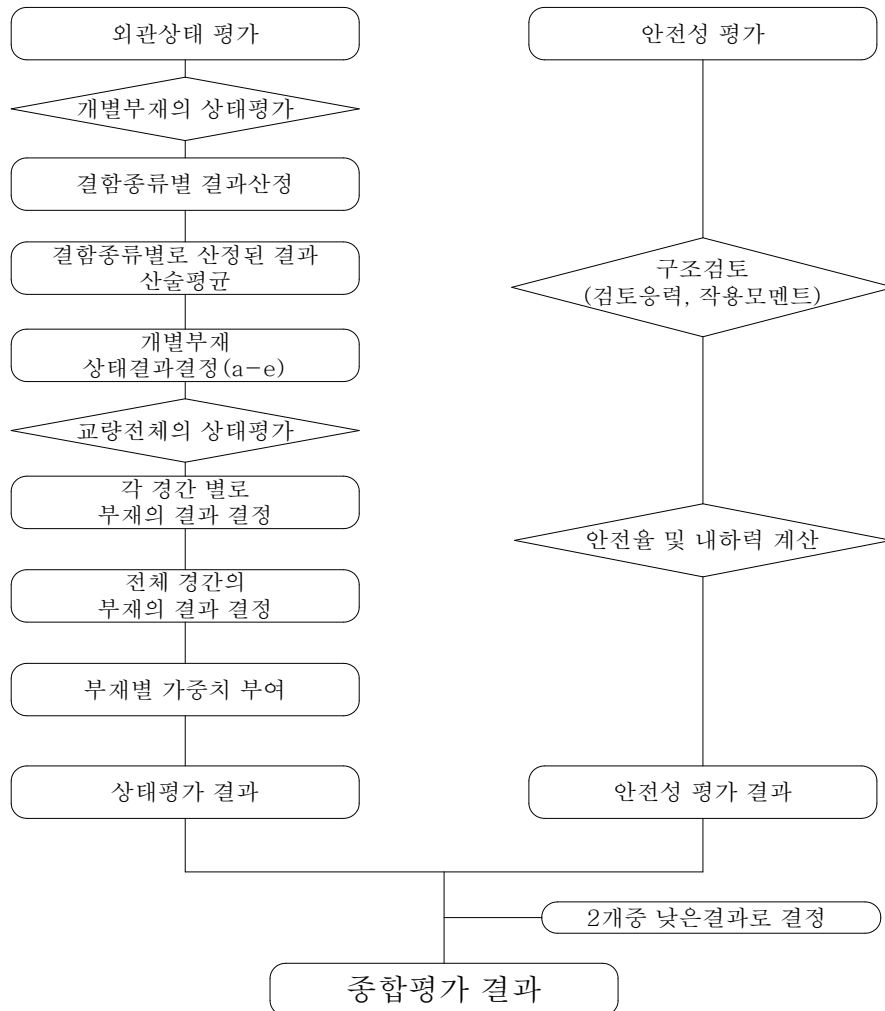
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

9.6 종합평가 및 안전등급 지정

9.6.1 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 9.6.1】 종합평가 결과 산정절차

9.6.2 종합평가 결과

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

【표 9.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
신계교	0.141	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

9.6.3 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 9.6.2】 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

9.7 보수·보강 및 유지관리방안

9.7.1 보수·보강 방안

【표 9.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	박리	m ²	1.0	1	단면보수	하자
거더	인양홀 박락	m ²	0.04	1	단면보수	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	7.0	5	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	81.0	6	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.0	1	표면처리	하자
	박리	m ²	0.15	1	단면보수	하자
	망상균열	m ²	3.0	1	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	5.0	5	표면처리	하자
교량받침	무수축몰탈 균열	m	0.3	2	표면처리	3순위
	무수축몰탈 들뜸, 박락	m ²	0.09	3	단면보수	2순위
	스토퍼 간섭	EA	8.0	8	유지관리	4순위
	플레이트 부식	EA	16.0	16	재도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	1.0	2	표면처리	3순위
	후타재 열화	m ²	1.35	2	표면처리	3순위
	후타재 파손, 들뜸	m	0.46	3	단면보수	2순위
	차수판 파손	EA	1.0	1	정비	3순위
교면포장	접속도로 파손	m ²	0.04	4	단면보수	하자
배수시설	배수구 그레이팅 파손	EA	1.0	1	정비	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	47.0	39	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	8.3	19	표면처리	3순위
	재료분리	m ²	0.6	1	단면보수	2순위
	녹물	m ²	0.02	1	표면처리	3순위
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

9.7.2 개략공사비

【표 9.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	박리	단면보수	1.0	1.5	m²	—	—	하자
거더	인양홀 박락	단면보수	0.04	0.1	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	7.0	10.5	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	81.0	121.5	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	1.5	m	—	—	하자
	박리	단면보수	0.15	0.2	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	3.0	4.5	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	5.0	7.5	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열	표면처리	0.3	0.1	m	54	5	3순위
	무수축물탈 들뜸, 박락	단면보수	0.09	0.1	m²	165	17	2순위
	플레이트 부식	채도장	16.0	16.0	EA	40	640	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	1.0	0.4	m	54	22	3순위
	후타재 열화	표면처리	1.35	2.0	m²	54	108	3순위
	후타재 파손, 들뜸	단면보수	0.46	0.7	m	165	115	2순위
	차수판 파손	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
교면포장	접속도로 파손	단면보수	0.04	0.1	m²	—	—	하자
배수시설	배수구 그레이팅 파손	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	47.0	17.6	m	54	950	3순위
	균열부백태	표면처리	8.3	12.5	m²	54	675	3순위
	재료분리	단면보수	0.6	0.9	m²	165	149	2순위
	녹물	표면처리	0.02	0.1	m²	54	5	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		921		1,815		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		461		908		
	합계	—		1382		2,723		
개략공사비 총계(천원)		4,104						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

9.7.3 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.

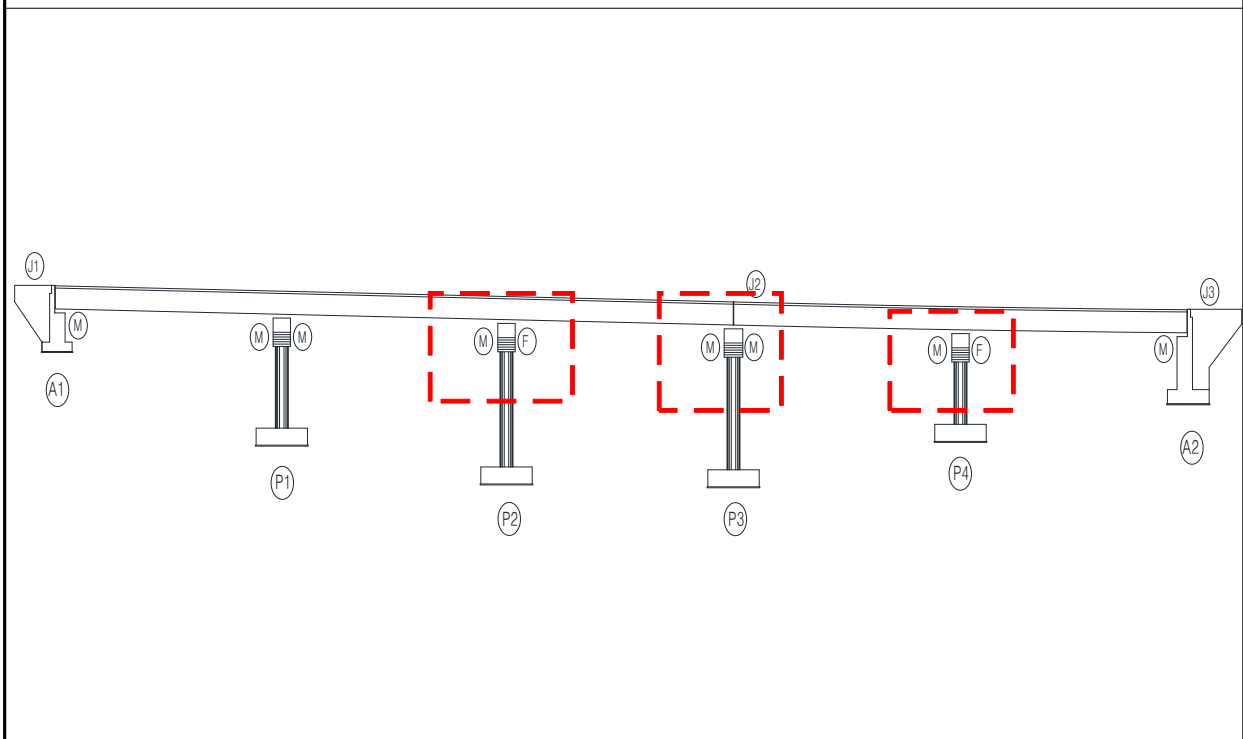
【표 9.7.3】 중점유지관리 항목

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 교량받침 스토터 간섭, 무수축물탈 박락 - 진전 여부확인



9.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 군위군 소보면 신계리(상주영천고속도로 28.734~28.909km)에 위치한 교량으로 총 연장 175.0m, 폭 24.5m, PSC BEAM 교량으로, 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합 결론을 요약하면 다음과 같다.

9.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면은 발생한 측면 켄틸레버 박리는 시공미흡, 마감처리 불량으로 인한 손상으로 추정되며, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2) 콘크리트 거더

- 거더에 발생한 인양홀 박락은 시공시 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다.
- 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 발생한 누수흔적 및 박리는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과 일부 구간에서 무수축몰탈 균열, 들뜸, 박락, 스톱퍼 간섭, 플레이트 부식 등의 손상이 조사되었다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 박리는 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재에 발생한 열화, 박리, 들뜸은 차량 통행하중 및 시공시 마감처리 불량으로 인한 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 13.0℃(10월 29일)로써 이때 측정 유간은 32.0~52.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 접속부에 파손이 발생하였으나, 본선은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 일부구간에서 그레이팅 파손이 조사되었으나, 전반적으로 양호한 상태이나, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하며, 그레이팅 파손 구간은 교체 등의 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 발생한 재료분리의 경우 시공미 마감미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 조기차 필요하며, 중분대 녹물의 경우 표면처리 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 내구성조사

- 반경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.7~38.5MPa, 하부구조 27.6~28.7MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.0~2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2017년 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 신규 발생되었다.
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “0.141, B등급” 으로 평가되었다.

다. 결론

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

9.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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