

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

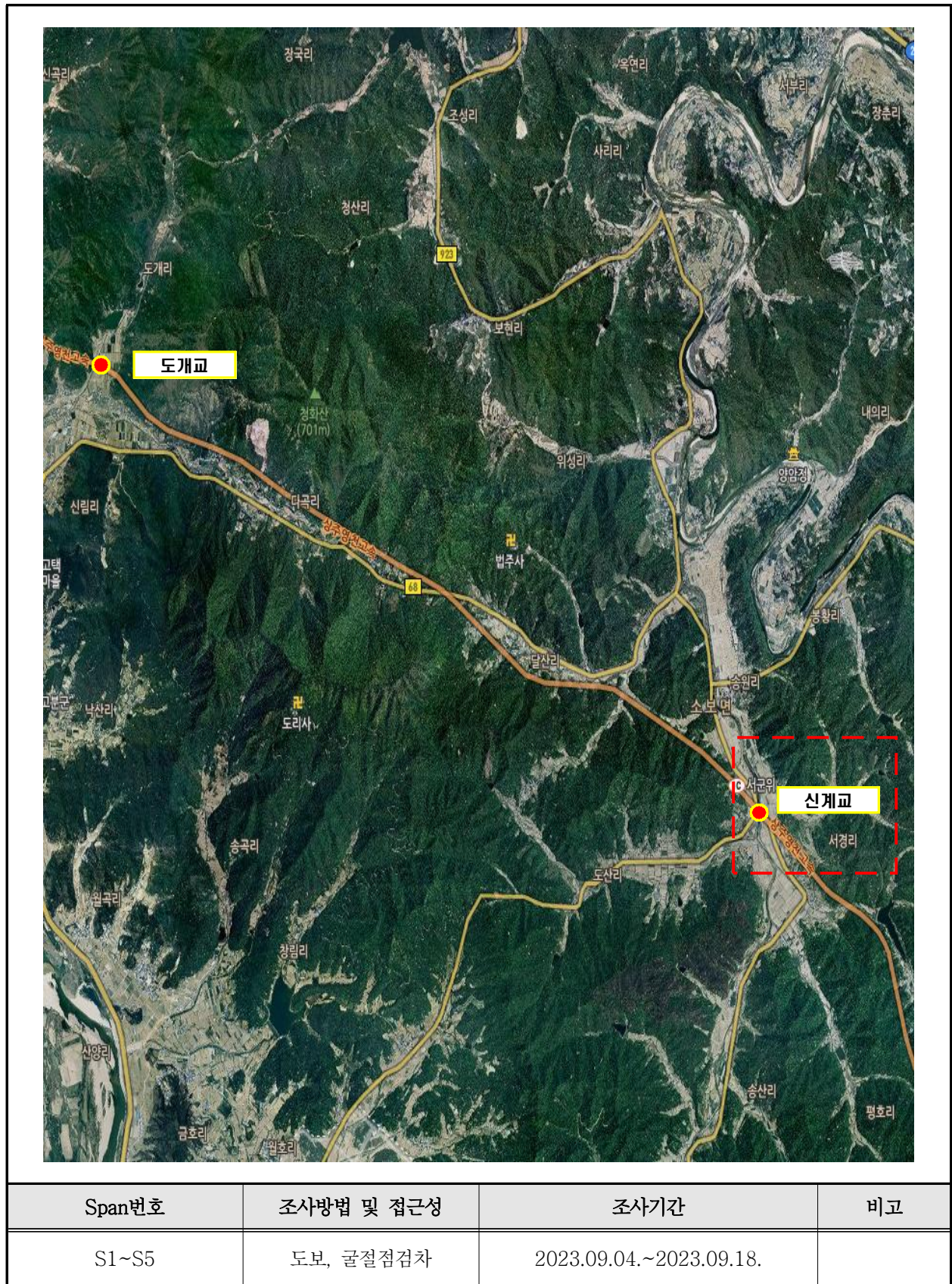
본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 신계리(상주영천고속도로 28.734~28.909km)에 위치한 교량으로 총 연장 175.0m, 폭 24.5m로 시공되어 있다.

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		대구광역시 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

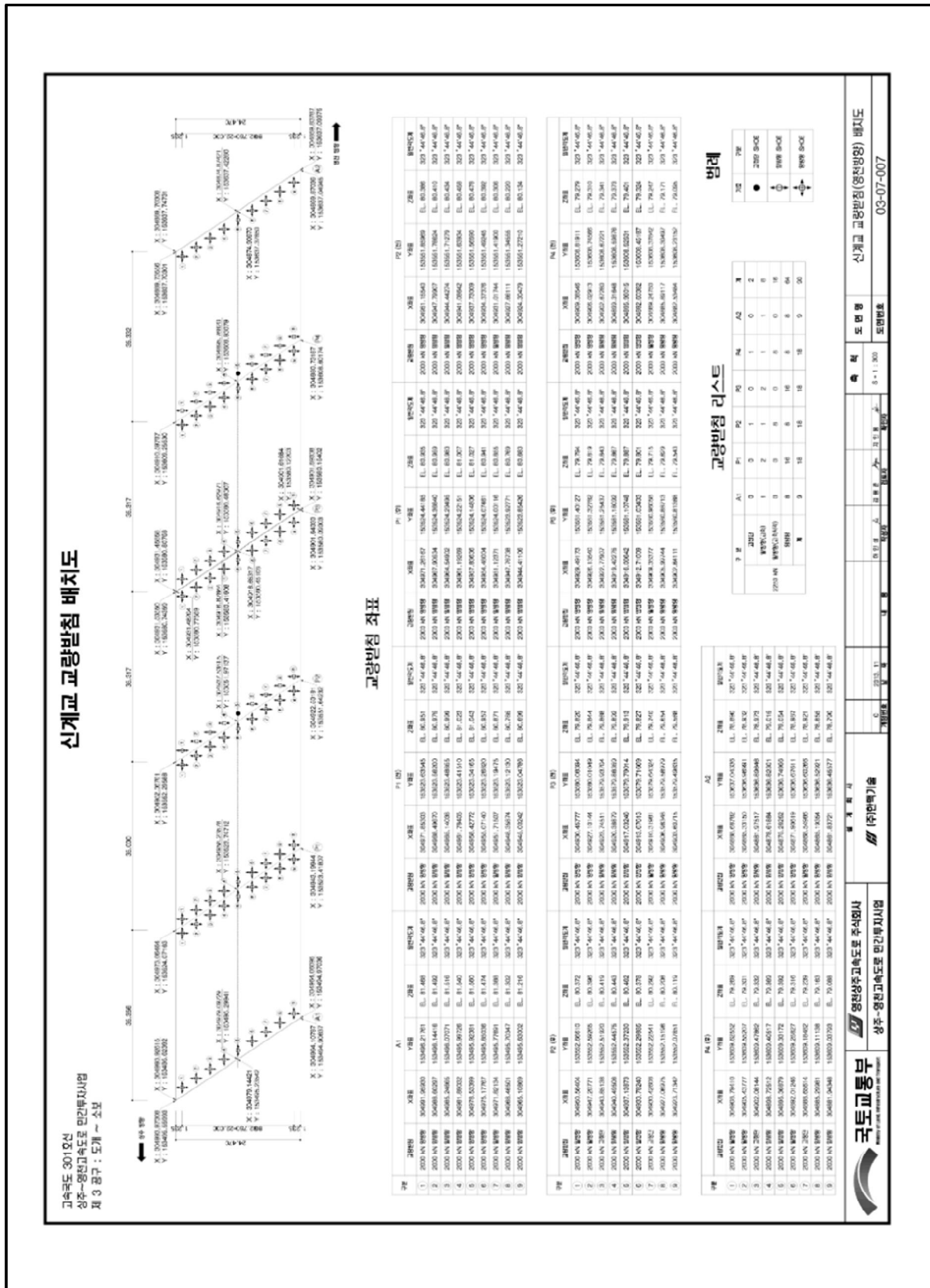
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
배수시설 전경	교각 전경

【그림 9.1.2】 부재별 현황

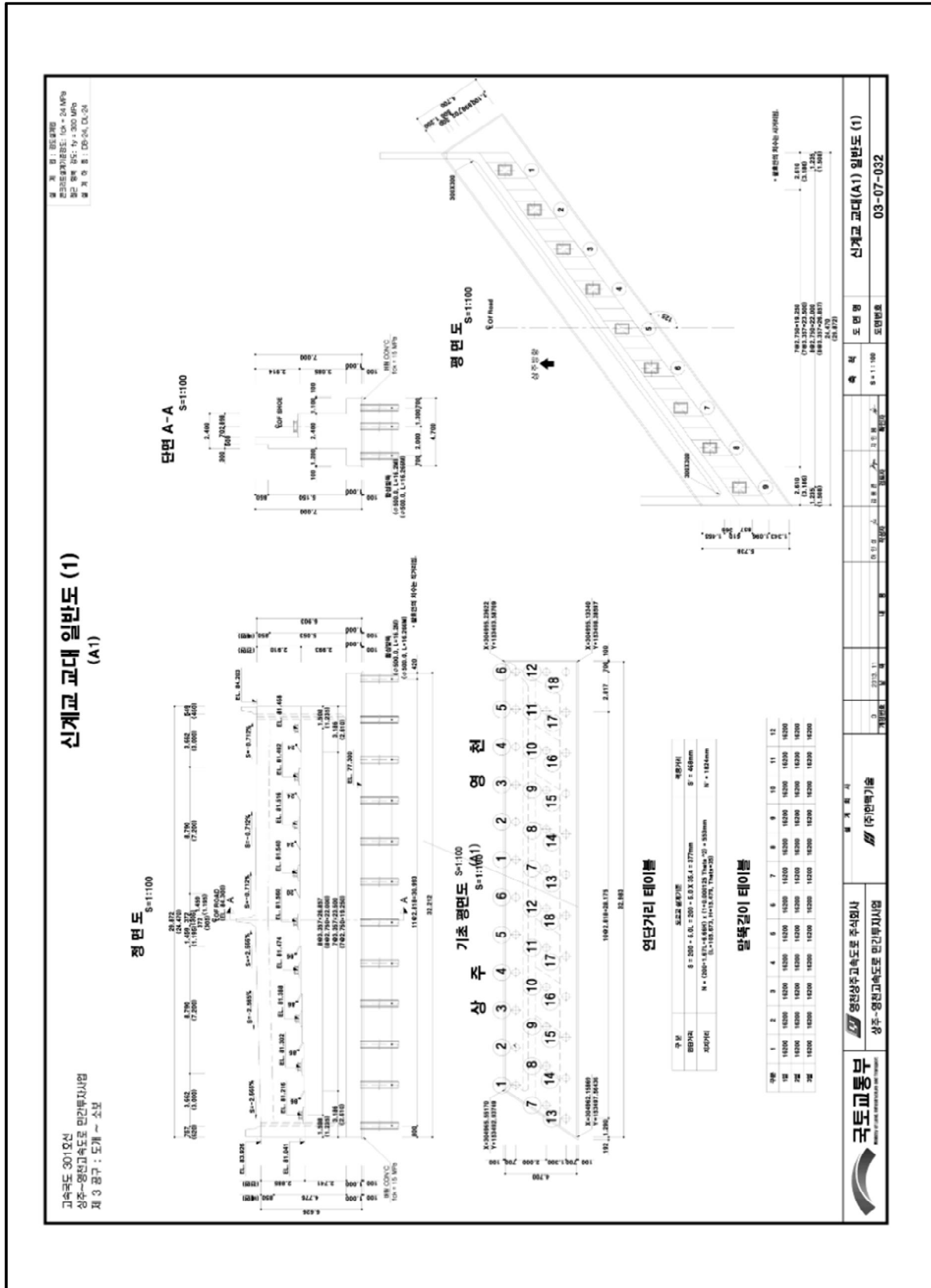
[illegible]

신계교- 6

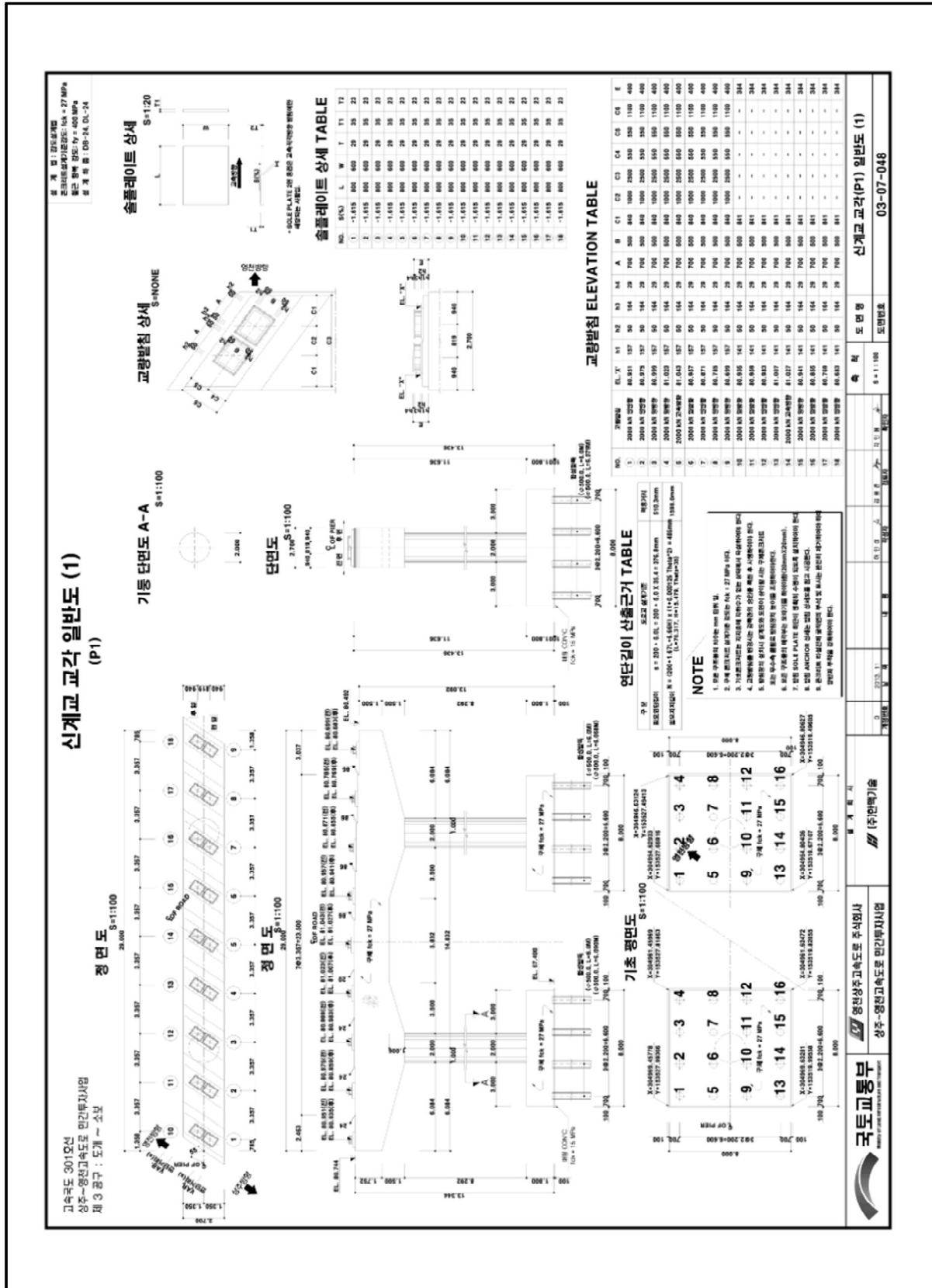




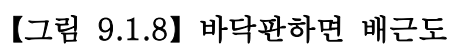
【그림 9.1.5】 교량받침 배치도

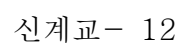


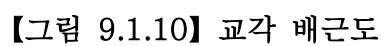
【그림 9.1.6】 교대 일반도



【그림 9.1.7】 교각 일반도







나. 지반조사보고서

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계용역

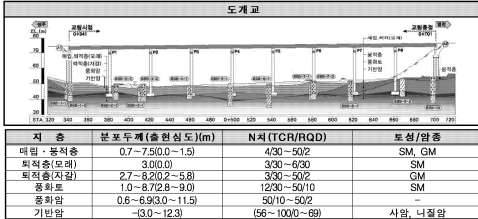
6.2 지층특성 분석

6.2.1 기본방향

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

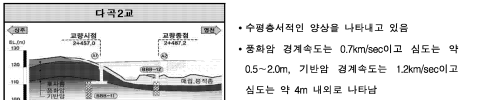
6.2.2 분포 현황 파악

가. 도개교



나. 다극 2,1교

(1) 다극2교



(2) 다극1교

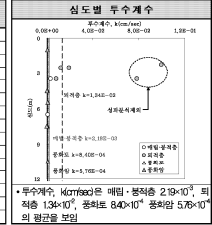


181

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계용역

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-4-1	10.0~11.0	풍화암	8.29×10 ⁻³
BBB-5-1	6.0~7.0	매립·봉착층	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	9.85×10 ⁻³
BBB-18	4.0~5.0	풍화암	3.48×10 ⁻³
BBB-20	0.5~1.5	풍화암	6.45×10 ⁻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



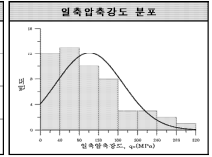
투수계수: 1.0E-03은 매립·봉착층 2.5E-03, 퇴적층 1.3E-03, 풍화토 6.4E-03, 풍화암 5.5E-03의 범주를 보임

6.4 기반암 특성 분석

6.4.1 강도 및 변형특성

가. 상도특성 분석

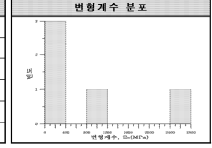
구 분	시험 결과
입축압축강도, q_u (MPa)	범 위 20.4~198.2
	평 균 84.0
경암	범 위 126.9~291.5
	평 균 226.7



- 기반암의 입축압축강도 분포는 연암 20.4~155.1, 경암 73.1~291.5의 분포를 보임

나. 변형특성 분석

구 분	시험 결과
탄성계수, E_m (MPa)	범 위 2.40×10 ³ ~3.38×10 ³
	평 균 1.34×10 ³
신장시험	범 위 5.24×10 ³ ~1.70×10 ⁴
	평 균 9.80×10 ³
변형계수, ϵ_m (MPa)	범 위 1.04×10 ³ ~2.48×10 ³
	평 균 8.31×10 ²



185

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

6.5 지질 이상대 및 단층파쇄대 특성 분석

6.5.1 단층 현황

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

* 대단층: 파쇄대 폭 100m 이상 또는 단층길이 100cm 이상

6.5.2 상세 특성

가. F2(우부 단층)

	특 성	• 횡 입축층 최상층 경사면은 문동강을 보임. 경석선 구조 조사에 의하면 북북서 방향의 선구조로 나타나며, 아의조사, 물리탐사 그리고 시추조사에서도 관찰됨
	규모	• N62W/USW, 연장 2.0km 이내
	파쇄대	• 폭 20~25m내의, Gouge 10cm
교차지점	• 달산 1교에서 교차	

6.5.3 단층파쇄대의 공학적 특성

강도 특성(단층각력)	강도 특성(단층점도)	기존문헌과의 결과 비교
- 단층파쇄대: 각력 후계 $c=57.3kPa$, $\phi=28.6^\circ$	- 단층파쇄대: 점도 후계 $c=34.5kPa$, $\phi=17.5^\circ$	- 각력 후계구간은 Gouge - 점도 후계구간은 Clay infilling
변형 특성(단층각력)	변형 특성(단층점도)	기존문헌과의 결과 비교
- 단층파쇄대: 각력 후계 $c=41.0$, $\phi=28.0MPa$	- 단층파쇄대: 점도 후계 $c=28.0MPa$	- 기존 문헌에서의 값과 유사 - 연암보다는 풍화암 특성을 보임

186

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계용역

6.6 설계 지반정수 산정

6.6.1 개요

가. 기본 방향

- 기존 문헌자료, 경험식, 설계적용사례, 시험결과를 비교분석, 물리적 특성, 변형특성, 강도특성, 수리특성 등을 파악하여 변형계수(γ), 포아송비(ν), 강도정수(c, φ), 단위중량(γ_s) 등 설계지반정수 산정
- 토질종류는 매립층, 퇴적층, 풍화토, 풍화암, 풍화암, 풍화암으로 분류됨
- 풍화암은 기반암이 풍화 조성된 상태로 N치는 50/10을 상회하여 굴진시 설계 토사화됨

6.6.2 선정결과 요약

가. 연축계 해석을 위한 설계지반 정수 산정 결과

구 분	변형계수, ϵ_m (MPa)	단위중량, γ_s (kN/m ³)	점착력, c (kPa)	내부마찰각, ϕ (°)	입축압축강도, q_u (MPa)
매립·봉착층	7.5	17.5	10.0	30.0	-
퇴적층(모래)	8.0	18.0	0.0	29.0	-
퇴적층(점토)	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. 내진 해석을 위한 설계지반 정수 산정 결과

구 분	동포아비율, μ_a	전단파속도, V_s (m/sec)	동전단계수, G_d (MPa)	동탄성계수, E_d (MPa)	동체적변형계수, 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 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. 설계조건

1) 일반사항

- (1) 구조 형식 : 역T형 교대
(2) 상부 형식 : PSC BEAM
(3) 교량 등급 : I 등급
(4) 교대 폭 : B = 15.412 m
(5) 교대 높이 : H = 7.017 m
(6) 기초 형식 : 말뚝기초
(7) SBR : 125 *

2) 하중

- (1) 최단콘크리트의 단위중량 : $\gamma_c = 25.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 P6]
(2) 덧재층의 단위중량 : $\gamma_{s1} = 20.000 \text{ kN/m}^3$ [도로교 설계기준 제3관 P380]
(3) 기초지반의 단위중량 : $\gamma_{s2} = 20.000 \text{ kN/m}^3$
(4) 교대 하중 : $q_d = 10.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 상부 교량하중 반력 : $R_d = 278.400 \text{ kN/m}$
(6) 상부 활하중 반력 : $R_l = 70.630 \text{ kN/m}$
(7) 교량하중 마찰계수 : $f_s = 0.050$

3) 지반조건

- (1) 덧재층의 내부마찰각 : $\phi_1 = 35.000^\circ$ [도로교 설계기준 제3관 P380]
(2) 기초지반의 N치 : N = 9
(3) 기초지반의 내부마찰각 : $\phi_2 = 26.619^\circ$ * { $\phi_2 = 15 + \sqrt{15N}$ }
(4) 기초지반의 점착력 : $C = 0.000 \text{ kN/m}^2$
(5) 기초지반의 마찰계수 : $\mu = 0.320$: $\tan(\frac{3}{4} \cdot \phi_2)$: 흙과 콘크리트
(6) 지반 가속도 계수 : A = 0.154 : 위험도계수 × 지진구역계수
- 내진 등급 : I 등급 - 위험도 계수 : 1.400 [도로교 설계기준 P478]
- 지진 구역 : I 구역 - 지진구역 계수 : 0.110

4) 사용재료강도

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

5) 설계방법

- (1) 한계상태법 : 허용응력 설계법
(2) 단면 설계 : 역단면도 설계법

6) 참고문헌

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

-369-

■ 결과 요약

■ 양력 안정성검토 및 응력검토

구분	항목	검토값	허용값	비고
활상시	허용지지력(kN/EA)	1596.0	810.190	0.K
	허용인발력(kN/EA)	182.40	-	0.K
	총 응력(MPa)	133.0	112.110	0.K
	잔여응력(MPa)	76.0	13.660	0.K
	수평변위(mm)	15.0	12.360	0.K
지진시	허용지지력(kN/EA)	2379.0	1111.786	0.K
	허용인발력(kN/EA)	261.70	-94.476	0.K
	총 응력(MPa)	196.50	139.670	0.K
	잔여응력(MPa)	114.0	23.410	0.K
	수평변위(mm)	15.0	12.030	0.K

■ 단면 총 설계

단면위치	길이 (mm)	φ ₁ (mm)	φ ₂ (mm)	Rein. Area (mm ²)	사용철근단면 (mm ²)	M _u (kN·m)	φM _u (kN·m)	안전도	비고
총 폭	800.0	100.0	1217.0	0.168125	161.338	278.868	1.728	0.K	
벽체	2400.0	100.0	1577.0	0.198125	690.886	1334.408	1.931	0.K	
기초받침	1000.0	150.0	1516.0	0.198125	845.889	480.841	1.990	0.K	
기초단면	1000.0	100.0	848.0	0.168125	145.301	359.887	2.477	0.K	
좌측날개면 A	670.0	80.0	1153.0	0.168125	128.731	234.332	1.820	0.K	
좌측날개면 B	670.0	80.0	2441.0	0.228125	356.048	447.932	1.259	0.K	
좌측날개면 C	670.0	80.0	692.0	0.138125	74.232	150.570	2.026	0.K	
좌측날개면 D	670.0	80.0	730.0	0.138125	81.828	150.570	1.840	0.K	

■ 사용성 검토

구분	인상응력(f_s)	허용응력(f_{sa})	관류율(%)	허용관류율(f_{sa})	비고
총 폭	90.560	150.0	0.160	0.460	0.K
벽체	51.570	150.0	0.080	0.460	0.K
기초받침	83.810	150.0	0.33	0.70	0.K
기초단면	58.930	150.0	0.10	0.460	0.K
좌측날개면 A	26.190	150.0	0.130	0.360	0.K
좌측날개면 B	125.080	150.0	0.190	0.360	0.K
좌측날개면 C	76.930	150.0	0.110	0.370	0.K
좌측날개면 D	84.80	150.0	0.120	0.370	0.K

-366-

1. 설계조건

1) 일반조건

- (1) 교량형식 : PSC BEAM
(2) 교량연장 : L = 35.356 + 35.000 + 2835.317 + 35.332 = 176.322 m
(3) 교량폭 : B = 12.625 m
(4) 교각형식 : T형 교각

2) 내진설계조건

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

3) 설계강도

- (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 : $f_y = 300.00 \text{ MPa}$
(3) 탄성계수
- 최단콘크리트 : $E_c = 23998.0 \text{ MPa}$
- 강재 : $E_s = 200000.0 \text{ MPa}$
- 탄성계수비 : $N = E_s / E_c = 8.0$

4) 해석방법

다중모드 소변위법 해석법

5) 참고문헌

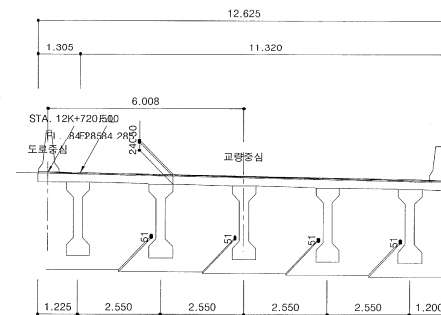
- (1) 도로교 설계기준 : 건설교통부 (2000)
(2) 콘크리트구조 설계기준 : 건설교통부 (1999)
(3) 도로교 표준시방서 : 건설교통부 (2000)
(4) 콘크리트교 표준시방서 : 건설교통부 (2000)
(5) 고속도로교량의 내진설계지침 : 한국도로공사(2000)

-821-

3. 단면특성

1) 상부구조

(1) 한 단면도



(2) 기타 단면특성

구분	A	1.33	1.22	K	비고
1	1.2836729	0.4726368	0.2889440	0.0202885	
2	1.2940923	0.4727863	0.3065522	0.0204886	
3	1.2784631	0.4725514	0.2818849	0.0201685	

-823-

9.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검 2회를 실시한 것으로 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	정기 안전점검	신계교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속슬래브 파손, 난간 균열, 바닥판 박리 및 파손, 교대 및 교각 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	신계교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 파손, 난간 균열, 바닥판 박락 및 파손, 하부구조 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	신계교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 파손, 난간 균열, 바닥판 박락 및 파손, 하부구조 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 금회조사시, 일부부재에서 보수를 실시한 것이 확인되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	신계교의 외관조사 결과, 교면포장 파손, 배수시설 배수구 막힘, 난간 균열, 파손, 신축이음 후타재 파손 및 들뜸, 교량받침 무수축물탈 균열 및 들뜸, 바닥판 파손, 들뜸, 거더 파손, 가로보 들뜸, 하부구조 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회정밀안전점검결과를 바탕으로 신계교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태 평가 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 정밀안전 진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는 데 문제점이 없을 것으로 사료된다.	B

【표 9.2.1】 신계교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	신계교의외관조사결과,교면포장파손,배수시설배수구그레이팅파손, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 교량받침 무수축물탈 균열 및 들뜸, 바닥판 박리, 거더 박락, 교대 및 교각 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기 안전점검	신계교의외관조사결과,교면포장파손,배수시설배수구그레이팅파손, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 교량받침 무수축물탈 균열 및 들뜸, 바닥판 박리, 거더 박락, 교대 및 교각 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기 안전점검	신계교(3공구)의외관조사결과,교면포장파손,배수시설배수구그레이팅파손, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 교량받침 무수축물탈 균열 및 들뜸, 바닥판 박리, 거더 박락, 교대 및 교각 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었고, 신축이음 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 교대 균열에 대한 일부보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	바닥판하면박리,들뜸 거더인양홀박리,박락 가로보상태양호 교대균열(0.3mm미만),누수흔적 교각균열(0.3mm미만),박리,누수흔적 교량받침무수축물탈균열,들뜸,박락,스토퍼간섭,플레이트부식 신축이음후타재균열,열화,파손,들뜸,차수판파손 교면포장상태양호 배수시설그레이팅파손,연결부누수 방호벽균열(0.3mm미만),균열부백태,재료분리	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	-배수시설배수구그레이팅파손 -방호벽균열,백태,재료분리,녹물발생 -신축이음후타재열화,차수판파손 -교량받침무수축물탈균열,들뜸,박락,플레이트부식,스토퍼간섭 -바닥판박리,들뜸 -거더박락 -교대균열(폭0.3mm미만),누수흔적 -교각균열(폭0.3mm미만),누수흔적,박리	양호

【표 9.2.1】 신계교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	-배수시설배수구그레이팅파손 -방호벽균열, 백태, 재료분리, 녹물발생 -신축이음후타재균열, 파손, 들뜸, 열화, 차수판파손 -교량받침무수축몰탈균열, 들뜸, 박락, 플레이트부식, 스토퍼간섭 -바닥판박리, 들뜸 -거더박락 -교대균열(폭0.3mm미만), 누수흔적 -교각균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 박리	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	-배수시설배수구그레이팅파손 -방호벽균열, 백태, 재료분리, 녹물발생 -신축이음후타재균열, 파손, 들뜸, 열화, 차수판파손 -교량받침무수축몰탈균열, 들뜸, 박락, 플레이트부식, 스토퍼간섭 -바닥판박리, 들뜸 -거더박락 -교대균열(폭0.3mm미만), 누수흔적 -교각균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 박리	양호

9.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판하면은 발생한 박리, 들뜸의 경우 다짐불량, 시공미흡, 마감처리 불량, 으로 인한 시공시 발생한 손상으로 추정되면, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.	
Steel Box Girder	거더에 발생한 인양홀 박리, 박락은 시공시 거더 인양으로 인한 손상으로 일부 구간에서 국부적으로 발생하였다, 손상부는 부재의 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.	
가로보	가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 체수가 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하며, 발생한 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
교각	- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. - 발생한 누수흔적 및 박리는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.	
교량받침	- 받침에서 발생한 무수축물탈 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. - 발생한 플레이트 부식은 외부 우수유입에 의한 공용중 열화로 부재의 사용성 확보차원의 재도장 등의 조치가 필요하다. - 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.	
신축이음장치	- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우 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. - 차수판 파손의 경우 정비가 필요하며, 금회 조사된 신축이음 하부 고무재 손상의 경우 현재 경미한 상태이나 누수로 부식, 콘크리트 열화 등의 2차 손상이 발생 할 수 있으므로, 손상의 진전시 하부 고무재 교체 등의 유지관리가 요구된다.	
교면포장	교면포장은 접속부에 파손이 발생하였으나, 본선은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
배수시설	금회 조사된 배수관 연결부 누수의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 정비 등의 유지관리가 필요하며, 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.	
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 조치 필요하며, 중분대 녹물의 경우 표면처리 등의 조치가 요구된다.	
교량점검시설	점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~29.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.4~49.4	40.0	
	하부구조	교대	26.5~27.8	24.0	
		교각	27.9~29.2	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~46.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		95.0~97.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
신계교	0.147	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	박리, 들뜸	단면보수	1.3	2.0	m²	—	—	하자
거더	인양홀 박리,박락	단면보수	0.08	0.1	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	19.0	7.1	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	121.0	181.5	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	23.0	8.6	m	—	—	하자
	박리	단면보수	0.15	0.2	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	15.0	22.5	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	재도장	16.0	24.0	EA	40	960	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	0.8	0.3	m	54	16	3순위
	후타재 열화	표면처리	1.95	2.9	m²	54	157	3순위
	후타재 파손, 들뜸	단면보수	0.25	0.4	m²	165	66	2순위
	차수판 파손	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
	하부 고무재손상	정비	10.0	15.0	m	25	375	3순위
배수시설	배수구 그레이팅 파손	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
	배수관 연결부 누수	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	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	—		1,192		2,297		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		596		1,149		
	합계	—		1,788		3,446		
개략공사비 총계(천원)		5,234						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 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.

9.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 외관조사결과 기 손상인 하부구조 균열(폭0.3mm미만) 및 망상균열, 박리, 플레이트 부식, 무수축물탈 들뜸, 박락, 후타재 균열 및 열화 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정밀안전점검은 총2회, 정기점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

9.2.5 시설물 보수 이력

【표 9.2.2】 신계교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교각, 신축이음 표면보수 신축이음 단면보수	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	-	-	-
2	A2 교대,P1-P4 교각	교대 균열 보수 교각 균열 보수,박리 보수,망상균열 보수	2019-07-01 ~ 2019-12-31	-	-	-
3	S5 교면포장, A1,A2 신축이음, A1-P4,교량받침, P1 교각	교면포장 파손 보수 신축이음 후타재균열 보수, 후타재들뜸 보수 교량받침 무수축물탈들뜸 보수, 무수축물탈균열 보수 교각 들뜸 보수	2019-01-01 ~ 2019-06-30	-	-	-
4	S1-S5 바닥판	바닥판 파손 보수	2017-07-01 ~ 2017-12-31	-	-	-

9.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 9.2.3】 내진설계 여부 확인

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

9.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

9.3 현장조사

9.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소점검차를 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, 고소점검차	2023.09.04.~2023.09.18.	
			
고소차 작업전경		고소차 작업전경작업전경	
			
수중조사 작업전경		수중조사 작업전경	

【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 도보, 굴절점검차로 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

바닥판 하면 전경

【사진 9.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 전구간에 콘크리트 테크플레이트가 설치 되어있고, 외관조사 결과 일부 구간에서 박리, 들뜸, 균열, 백태, 파손 및 철근노출(부식)이 조사되었다.

【표 9.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(폭0.3mm미만) (m/개소)		균열(폭0.3mm이상) (m/개소)		박리, 들뜸 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	0.50	1	1.62	3	0.24	2	0.78	2
S4	0.50	1	—	—	0.20	1	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.50	1	0.50	1	1.82	4	0.24	2	0.78	2

			
손상현황	• S1 파손 및 철근노출(1.5m×0.5m)	손상현황	• S1 파손 및 철근노출(1.5m×0.5m)
원 인	• 부분 협착	원 인	• 부분 협착
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 균열(0.3mm/0.5)	손상현황	• S3 들뜸(1.0m×0.3m)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 박리(0.1m×0.2m)	손상현황	• S3 박리(0.5m×0.3m)
원 인	• 다짐미흡 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 9.3.3】 바닥판하면 손상현황

			
손상현황	• S3 백태(0.3m×0.3m)	손상현황	• S3 철근부식(0.1m×0.3m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• S3 박리(0.2m×0.5m)	손상현황	• S3 균열(0.2mm/0.5)
원 인	• 다짐미흡 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S4 박리(0.1m×1.0m)	손상현황	• -
원 인	• 다짐미흡 등	원 인	• -
조치방안	• 단면보수	조치방안	• -

【사진 9.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판하면은 기 손상인 바닥판 박리의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 바닥판 균열, 박리, 백태, 파손 및 철근노출, 철근부식이 추가 조사되었다.

【표 9.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열(폭 0.3mm미만)	m	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	균열(폭 0.3mm이상)	m	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	박리, 들뜸	m ²	1.3	2	1.82	4	▲ 0.52	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.24	2	▲ 0.24	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	0.78	2	▲ 0.78	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면은 발생한 박리, 들뜸, 철근부식, 백태의 경우 다짐불량, 시공미흡, 마감처리 불량, 장기공용에 의한 열화, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되면, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- S1에 발생한 파손 및 철근노출의 경우 시공 미흡에 의한 바닥판 부분협착에 의한 손상으로 단면보수+방청 등의 보수 시 유간확보를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

나. 콘크리트 거더

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 9월로 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 9.3.3】 거더외부 외관조사 결과

구분	인양홀 박락 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.04	1
S4	0.04	1
S5	—	—
합계	0.08	2

			
손상현황	• S3-G1 인양홀 박리(0.1m×0.1m)	손상현황	• S4-G1 인양홀 박락(0.2m×0.2m)
원 인	• 시공시 거더 인양시 발생	원 인	• 시공시 거더 인양시 발생
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 9.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더 기 손상인 인양홀 박리, 박락 1개소가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 판단된다. 금회 정밀조사로 인한 기 누락손상인 인양홀 박리가 1개소 추가 확인되었다.

【표 9.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	인양홀 박리, 박락	m ²	0.08	2	0.08	2	- -	변동없음

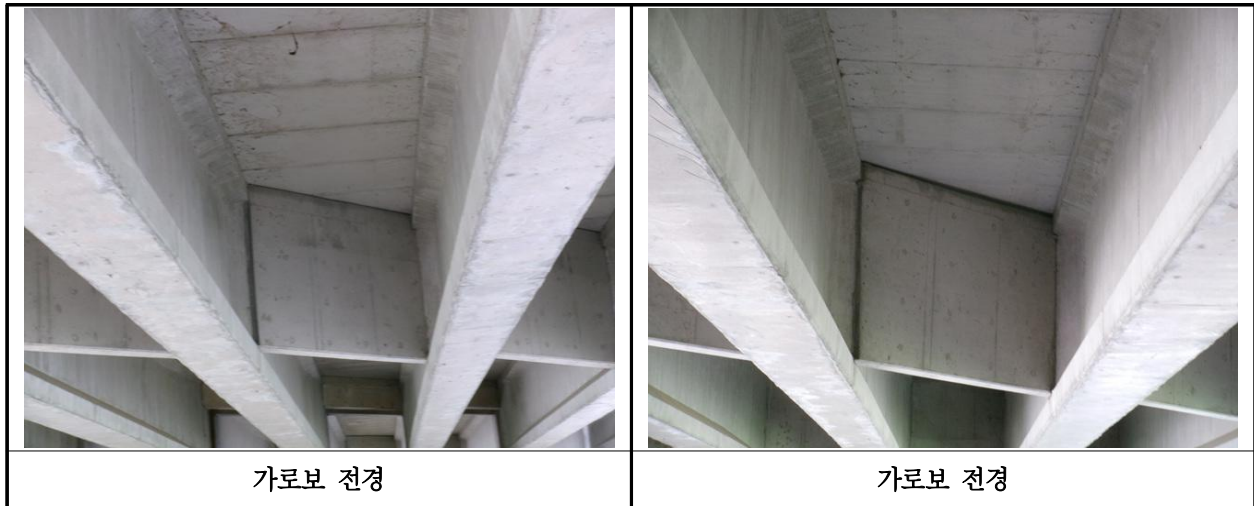
4) 검토의견

- 거더에 발생한 인양홀 박리, 박락은 시공시 거더 인양으로 인한 손상으로 일부 구간에서 국부적으로 발생하였다, 손상부는 부재의 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.

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 9.3.5】 가로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 가로보 상태양호	손상현황	• 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 가로보 상태양호	손상현황	• 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 9.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태로 확인되었다.

【표 9.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

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.



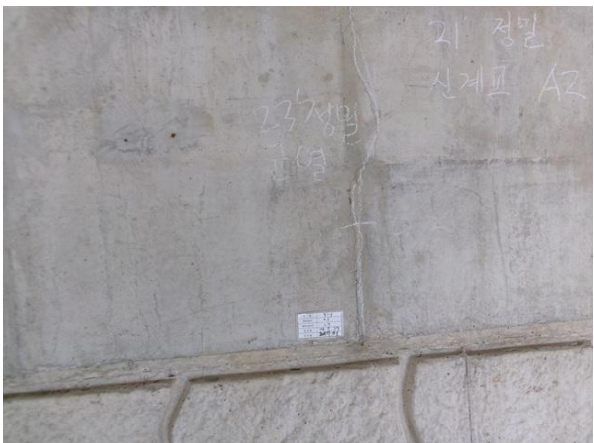
【사진 9.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 9.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)	
A1	12.0	12	100.0	2	—	—
A2	7.0	5	21.0	5	0.03	1
합계	19.0	17	121.0	7	0.03	1

			
손상현황	• A1 균열(0.1mm/1.0m)	손상현황	• A1 누수흔적(10.0m×4.0m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 누수흔적(15.0m×4.0m)	손상현황	• A2 균열(0.2mm/2.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• A2 균열(0.1mm/0.5m)	손상현황	• A2 균열(0.2mm/2.0m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면보수

【사진 9.3.9】 교대 손상현황

			
손상현황	• A2 균열부 백테(0.1m×0.3m)	손상현황	• A2 누수흔적(0.5m×2.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 누수흔적(1.0m×2.0m)	손상현황	• A2 누수흔적(1.0m×2.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 누수흔적(2.0m×7.0m)	손상현황	• -
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 9.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 균열부 백태가 추가 조사되었다.

【표 9.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	19.0	17	19.0	17	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	121.0	7	121.0	7	— —	변동없음
	균열부 백태	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상

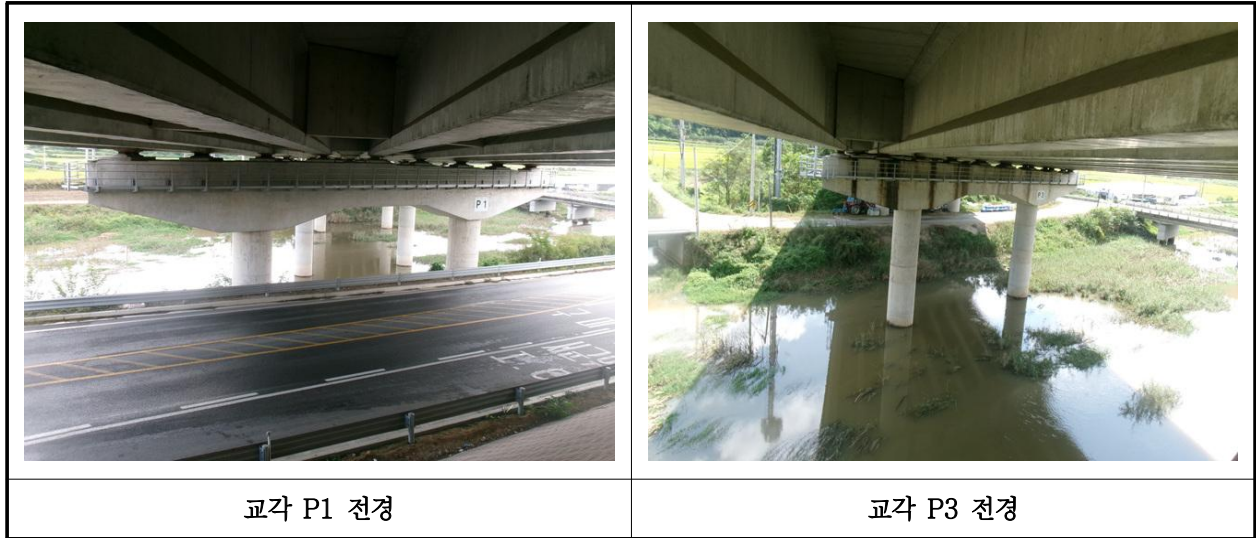
4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 균열 및 균열부 백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기 탈형, 손상부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 신계교의 교각은 T형 교각식(T)으로 구성되어 있으며, sprc말뚝으로 시공되었다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다. 금회 교각 하부 수중조사를 실시 하였다.



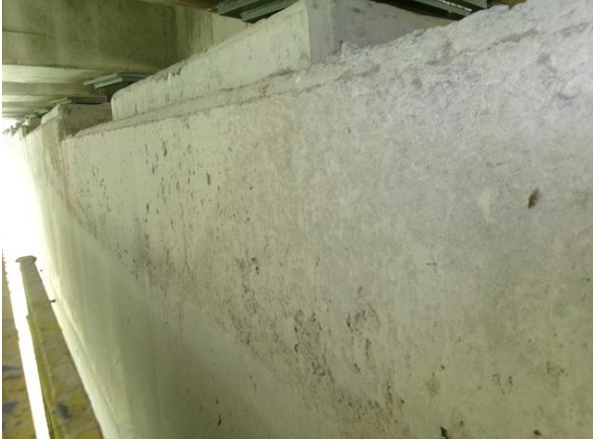
【사진 9.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

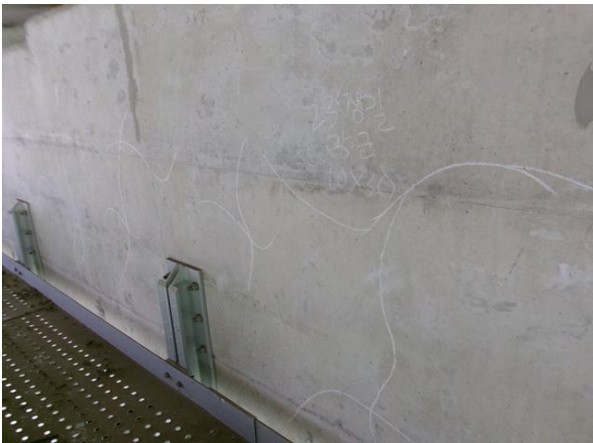
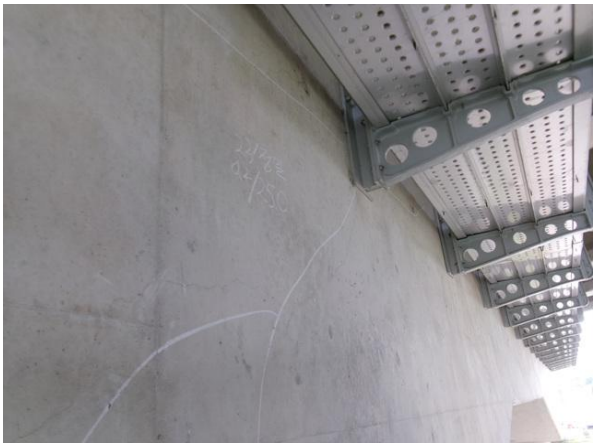
- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열, 박리, 누수흔적 등의 손상이 조사되었다.

【표 9.3.9】 교각 외관조사 결과

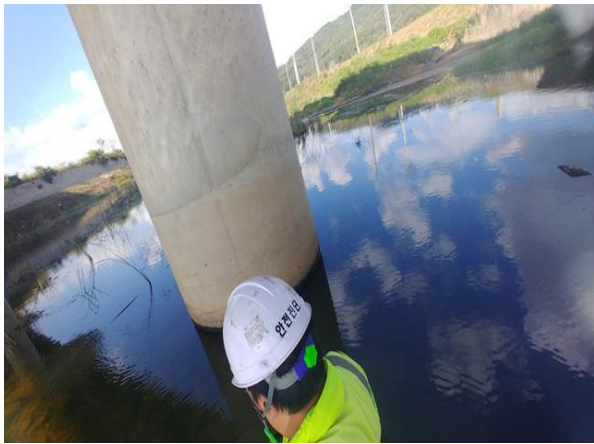
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		박리 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	4.00	5	0.15	1	—	—	—	—
P2	9.00	7	—	—	—	—	—	—
P3	3.50	1	—	—	15.00	6	—	—
P4	31.50	8	—	—	—	—	3.00	1
합계	48.00	21	0.15	1	15.00	6	3.00	1

	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안
	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안
	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안

【사진 9.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P4 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• P4 균열(0.2mm/1.0m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• P4 망상균열(1.0m×3.0m)	손상현황	• P4 균열(0.2mm/25.0m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• P4 균열(0.2mm/25.0m)	손상현황	• -
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• -
조치방안	• 표면보수	조치방안	• -

【사진 9.3.11】 교각 손상현황(계속)

			
손상현황	• P2 수중조사 전경	손상현황	• P2 수중조사 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• P2 수중조사 상태양호	손상현황	• P2 수중조사 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• P2 수중조사 상태양호	손상현황	• P2 수중조사 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 9.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교각은 기 손상인 균열, 박리, 누수흔적이 조사되었고, 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다. 일부 구간에서 균열 및 망상균열이 추가 확인되었다.

【표 9.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	23.0	20	48.00	21	▲ 25.00	신규손상
	박리	m ²	0.15	1	0.15	1	- -	변동없음
	누수흔적	m ²	15.0	6	15.0	6	- -	변동없음
	망상균열	m ²	-	-	3.00	1	▲ 3.00	신규손상

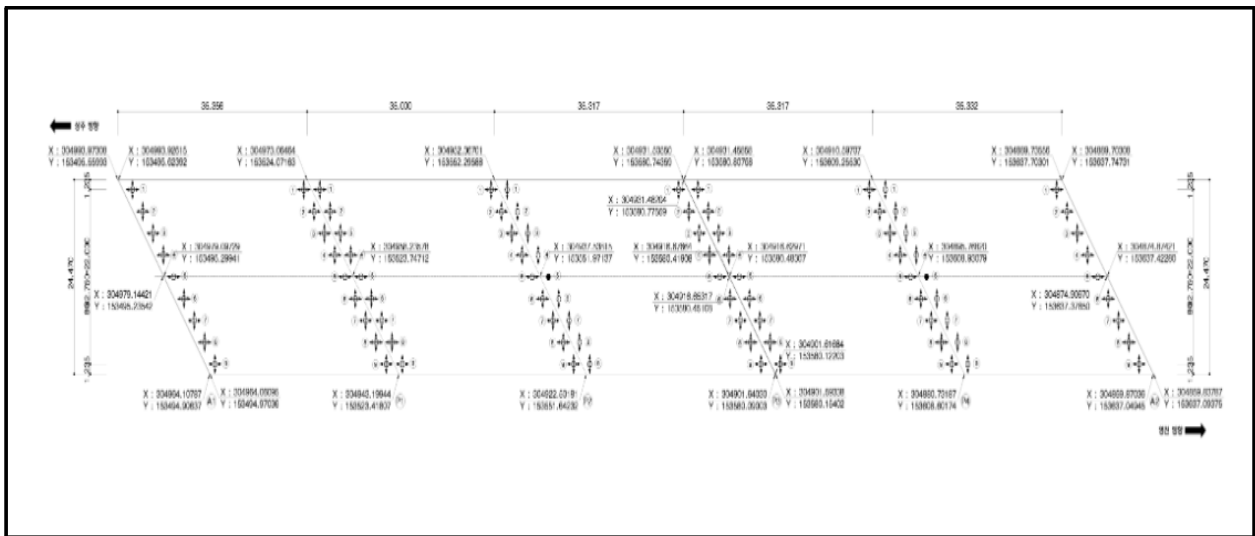
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 발생한 누수흔적 및 박리는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.
- 하자담보기간 완료 전 실시하는 수중조사 결과, 전반적으로 양호하며 기초는 하상에 매립되어 있는 상태이다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 신계교의 받침은 탄성고무받침으로 고정단 2기, 일방향(교측) 8기, 일방향 교측직각(16기), 양방향 64기, 총 90기가 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 9.3.11】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (m/개소)		무수축물탈 들뜸, 박락 (㎡/개소)		스토퍼 간섭 (개소/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	5.00	5	—	—
P3	2.40	8	—	—	2.00	2	16.00	16
P4	0.30	2	0.09	3	2.00	2		
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	2.70	10	0.09	3	9.00	9	16.00	16



손상현황 • P2-Sh15 스톱퍼 간섭

원 인 • 시공미흡

조치방안 • 주의관찰

손상현황 • P3-Sh1 몰탈 균열(0.2mm/0.3m)

원 인 • 건조수축 등

조치방안 • 표면처리



손상현황 • P3-Sh3 스톱퍼 간섭

원 인 • 시공미흡

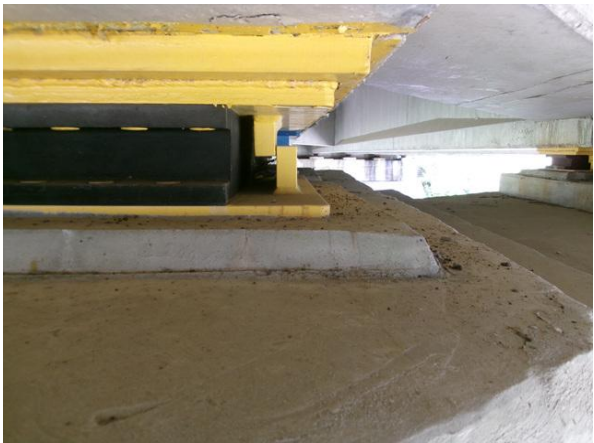
조치방안 • 주의관찰

손상현황 • P3-Sh10 몰탈 균열(0.2mm/0.3m)

원 인 • 건조수축 등

조치방안 • 표면처리

【사진 9.3.13】 교량반침 손상현황

			
손상현황	• P3-Sh14 플레이트 부식	손상현황	• P3-Sh14 스토퍼 간섭
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P4-Sh1 몰탈 들뜸(0.3m×0.1m)	손상현황	• P4-Sh5 몰탈 균열(0.2mm/0.1m)
원 인	• 시공미흡	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4-Sh1 몰탈 박락(0.1m×0.1m)	손상현황	• P4-Sh9 몰탈 균열(0.2mm/0.1m)
원 인	• 외부충격	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 9.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

			
손상현황	• P4-Sh10 몰탈 들뜸(0.5m×0.1m)	손상현황	• P4-Sh10 스톱퍼 간섭
원 인	• 시공미흡	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 9.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 무수축몰탈 균열, 들뜸, 박락, 스톱퍼 간섭, 플레이트 부식이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다, 금회 정밀조사로 인한 몰탈 균열이 추가 조사되었다,

【표 9.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

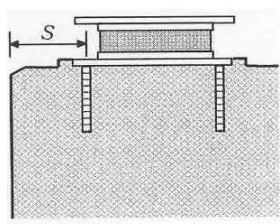
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈 균열	m	0.30	2	2.70	10	▲ 2.40	신규손상
	무수축몰탈 들뜸, 박락	m ²	0.09	3	0.09	3	— —	변동없음
	스톱퍼 간섭	EA	9.00	9	9.00	9	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	16.0	16	16.0	16	— —	변동없음

4) 검토의견

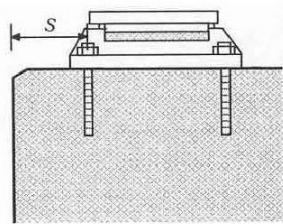
- 받침에서 발생한 무수축몰탈 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 플레이트 부식은 외부 우수유입에 의한 공용중 열화로 부재의 사용성 확보차원의 재도장 등의 조치가 필요하다. 무수축몰탈 박리, 박락, 들뜸의 경우 시공 미흡 및 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수가 필요할 것으로 판단되며, 스톱퍼 간섭은 스톱퍼 간섭으로 인한 무수축몰탈 파손 등의 징후가 없으므로, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 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 9.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		375	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 9.3.14】 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	
A1	30.1	9.9	0.00001	70.0	21.1	6.9	
P1	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P2	고정단						
P3	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
P4	고정단						
A2	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	
1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2023년 9월 18일, 평균온도, 상주)							
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 9.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	25	25	75	21.1	6.9	±50	
	SH2	25	25	75			±50	
	SH3	25	25	75			±50	
	SH4	25	25	75			±50	
	SH5	25	25	75			±50	
	SH6	25	25	75			±50	
	SH7	25	25	75			±50	
	SH8	25	25	75			±50	
	SH9	25	25	75			±50	
P1	A1측	SH1	-10	60	10.5	3.5	±50	
		SH2	-10	60			40	±50
		SH3	-10	60			40	±50
		SH4	-10	60			40	±50
		SH5	-10	60			40	±50
		SH6	-10	60			40	±50
		SH7	-10	60			40	±50
		SH8	-10	60			40	±50
		SH9	-10	60			40	±50
	A2측	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
P2	고정단							

【표 9.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
P3	A1측	SH1	10	40	60	10.5	3.5	±50
		SH2	10	40	60			±50
		SH3	10	40	60			±50
		SH4	10	40	60			±50
		SH5	10	40	60			±50
		SH6	10	40	60			±50
		SH7	10	40	60			±50
		SH8	10	40	60			±50
		SH9	10	40	60			±50
	A2측	SH1	5	45	55	10.5	3.5	±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
P4		고정단						
A2	SH1	10	40	60	10.5	3.5	±50	
	SH2	10	40	60			±50	
	SH3	10	40	60			±50	
	SH4	10	40	60			±50	
	SH5	10	40	60			±50	
	SH6	10	40	60			±50	
	SH7	10	40	60			±50	
	SH8	10	40	60			±50	
	SH9	10	40	60			±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, 박리, 차수판 파손, 하부 고무재손상 등이 조사되었다.

【표 9.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 열화 (m ² /개소)		후타재 파손, 들뜸 (m ² /개소)		차수판 파손 (개소/개소)		하부 고무재손상 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—	—	—	1.00	1	1.00	1	—	—
P3 (EXP J2)	—	—	—	—	—	—	—	—	25.00	1
A2 (EXP J3)	1.80	4	1.95	3	0.15	1	—	—	—	—
합계	1.80	4	1.95	3	1.15	2	1.00	1	25.00	1

			
손상현황	• A1 후타재 박리(0.1m×10.0m)	손상현황	• A2 후타재 열화(0.5m×0.2m)
원 인	• 중차량, 공용중 열화 등	원 인	• 중차량, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 후타재 열화(0.3m×2.0m)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.2mm)
원 인	• 중차량, 공용중 열화 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 후타재 열화(0.5m×1.5m)	손상현황	• -
원 인	• 중차량, 공용중 열화 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 9.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열, 열화, 박리, 들뜸, 차수판 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀조사로 인한 후타재 균열이 신규 확인되었고, 후타재 파손의 경우 오기로 인한 물량 변동, 고무재 손상의 진전이 확인되었다.

【표 2.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	0.80	2	1.80	4	▲ 1.00	신규손상
	후타재 열화	m ²	1.95	3	1.95	3	- -	변동없음
	후타재 파손, 들뜸	m ²	0.25	1	1.15	2	▲ 0.90	물량변동 신규손상
	차수판 파손	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	하부 고무재손상	m	10.00	1	25.00	1	▲ 15.00	손상진전

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 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. 차수판 파손의 경우 정비가 필요하며, 금회 진전된 신축이음 하부 고무재 손상의 경우 현재 경미한 상태이나 누수로 부식, 콘크리트 열화 등의 2차 손상이 발생 할 수 있으므로, 손상의 진전시 하부 고무재 교체 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 : 2023. 9. 18. 기온 적용: 25.1℃(일평균) ΔT(신장시) : $35^{\circ}\text{C} - 25.1^{\circ}\text{C} = 9.9^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (25.1) = 30.1^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 9.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 9.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.1	9.9	0.00001	70.0	21.1	6.9	20.0	42.0	110.0	
P3	30.1	9.9	0.00001	70.0	21.1	6.9	37.0	50.0	72.0	
A2	30.1	9.9	0.00001	35.0	10.5	3.5	19.0	60.0	70.0	
1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2023년 9월 18일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 9.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점점당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	21.1	6.9	20.0	80	41.1	13.1	O.K
P3	21.1	6.9	37.0	80	58.1	30.1	O.K
A2	10.5	3.5	19.0	80	29.5	15.5	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.1℃(9월 18일)로써 이때 측정유간은 19.0~37.0mm 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, 접속부 파손, 포장 균열이 확인되었다.

【표 9.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		접속부 파손 (m²/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	20.00	1	0.50	1
합계	20.00	1	0.50	1

			
손상현황	• S5 접속부 파손(1.0m×0.5m)	손상현황	• S5 포장균열(20.0m)
원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화	원 인	• 건조수축, 공용중 열화
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 9.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 접속부 파손, 포장 균열이 신규 조사되었다.

【표 9.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
	접속부 파손	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장은 접속부에 중차량 통행, 장기공용에 의한 열화로 파손이 발생하였고, 본선은 일부 구간에서 건조수축, 공용중 열화에 의한 균열이 신규 확인되었다. 파손부는 주행성 확보 차원의 단면보수가 필요하며, 균열의 경우 현재 보수 보다는 손상의 진전 및 추가 손상 발생시 일괄 보수 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

	
배수구 전경	배수관 전경

【사진 9.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수구 그레이팅 파손, 연결부 누수가 조사되었다.

【표 9.3.22】 배수시설 외관조사 결과

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

			
손상현황	• S4 그레이팅 파손	손상현황	• S1 연결부 누수
원 인	• 시공미흡	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 9.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설 기 손상인 그레이팅 파손, 배수관 연결부 누수가 조사되었고, 손상부의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 9.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 그레이팅 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 연결부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수관 연결부 누수의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 정비 등의 유지관리가 필요하며, 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.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



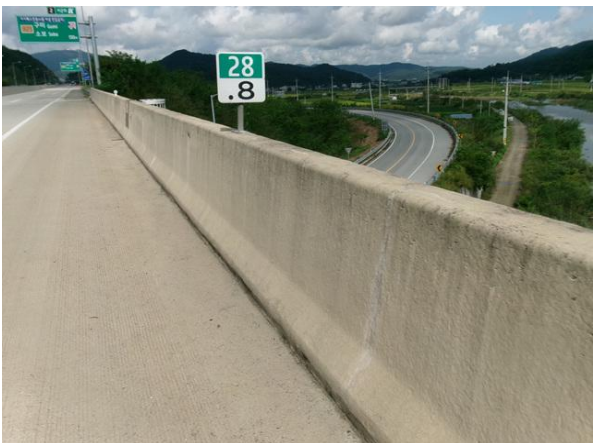
【사진 9.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 0.3mm 미만 균열, 균열부 백태, 재료분리, 녹물, 방음벽 파손, 접속부 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 9.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(폭0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)		녹물 (㎡/개소)		방음벽 파손 (EA/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	8.00	8	2.00	4	—	—	—	—	—	—	0.30	1
S2	7.00	7	1.50	7	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	9.00	9	3.00	4	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	15.00	7	1.50	3	0.60	1	—	—	—	—	—	—
S5	7.00	7	0.30	1	—	—	0.02	1	1.00	1	—	—
합계	46.00	38	8.30	19	0.60	1	0.02	1	1.00	1	0.30	1

			
손상현황	• S1 균열부백태(0.5m×1.0m)	손상현황	• S1 접속부 파손(0.2m×1.5m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 균열(0.2mm/1.0m)	손상현황	• S2 균열(0.2mm/1.0m)
원 인	• 건조수축	원 인	• 건조수축
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 균열부백태(0.1m×1.0m)	손상현황	• S2 균열부 백태(1.0m×0.3m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 9.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

			
손상현황	• S3 균열부 백태(1.5m×0.5m)	손상현황	• S4 균열(0.2mm/1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 균열부백태(0.5m×1.0m)	손상현황	• S4 중분대 균열(0.2mm/1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 방음벽 파손(1EA)	손상현황	• -
원 인	• 외부충격	원 인	• -
조치방안	• 정비	조치방안	• -

【사진 9.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 균열, 균열부 백태, 재료분리, 녹물이 발생하였고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀조사로 인한 방음벽 파손이 확인되었고, 기 손상인 접속부 균열의 경우 접속부 파손으로 손상명을 변경 하였다.

【표 9.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	m	47.0	39	46.00	38	▼ 1.00	손상명변경
	균열부백태	m ²	8.30	19	8.30	19	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.60	1	0.60	1	— —	변동없음
	녹물	m ²	0.020	1	0.020	1	— —	변동없음
	방음벽 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	접속부 파손	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	손상명변경

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열 및 균열부백태, 녹물은 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. 금회 조사된 방음벽 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 교체 등의 정비가 필요하며, 접속부 파손은 기존 균열의 손상명 변경으로 단면보수 등의 유지관리가 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. 점검계단의 경우 A1, A2 각 1개소 총 2개소가 있는 것으로 확인되었다.



점검통로 전경

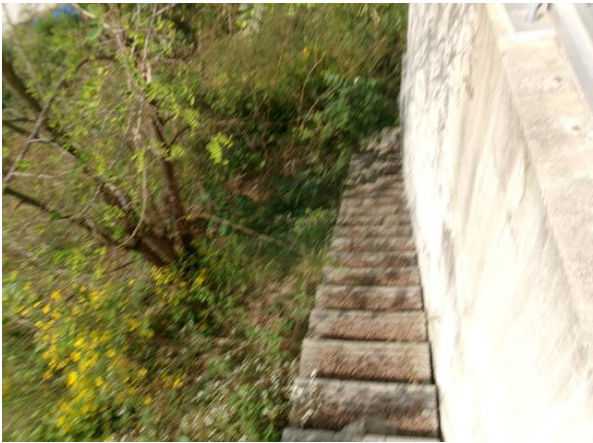
【사진 9.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 9.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	—	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 9.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검시설의 경우, 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 9.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검시설	-	-	-	-	-	-	- -	-

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 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.

9.3.3 외관조사 총괄표

【표 9.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.50	1	
	균열(폭 0.3mm이상)	m	0.50	1	
	박리, 들뜸	m ²	1.82	4	
	백태	m ²	0.24	2	
	파손 및 철근노출	m ²	0.78	2	
거더	인양홀 박리, 박락	m ²	0.08	2	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	19.0	17	
	누수흔적	m ²	121.0	7	
	균열부 백태	m ²	0.03	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	48.00	21	
	박리	m ²	0.15	1	
	누수흔적	m ²	15.0	6	
	망상균열	m ²	3.00	1	
교량받침	무수축몰탈 균열	m	2.70	10	
	무수축몰탈 들뜸, 박락	m ²	0.09	3	
	스토퍼 간섭	EA	9.00	9	
	플레이트 부식	EA	16.0	16	
신축이음	후타재 균열	m	1.80	4	
	후타재 열화	m ²	1.95	3	
	후타재 파손, 들뜸	m ²	1.15	2	
	차수판 파손	EA	1.00	1	
	하부 고무재손상	m	25.00	1	
교면포장	포장 균열	m	20.00	1	
	접속부 파손	m ²	0.50	1	
배수시설	배수구 그레이팅 파손	EA	1.00	1	
	배수관 연결부 누수	EA	1.00	1	
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	m	46.00	38	
	균열부백태	m ²	8.30	19	
	재료분리	m ²	0.60	1	
	녹물	m ²	0.020	1	
	방음벽 파손	EA	1.00	1	
	접속부 파손	m ²	0.30	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

9.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 9.3.29】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열(폭 0.3mm미만)	m	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	균열(폭 0.3mm이상)	m	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	박리, 들뜸	m ²	1.3	2	1.82	4	▲ 0.52	신규손상
	백태	m ²	—	—	0.24	2	▲ 0.24	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	0.78	2	▲ 0.78	신규손상
거더	인양홀 박리, 박락	m ²	0.08	2	0.08	2	— —	변동없음
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	19.0	17	19.0	17	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	121.0	7	121.0	7	— —	변동없음
	균열부 백태	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	23.0	20	48.00	21	▲ 25.00	신규손상
	박리	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	15.0	6	15.0	6	— —	변동없음
	망상균열	m ²	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
교량받침	무수축물탈 균열	m	0.30	2	2.70	10	▲ 2.40	신규손상
	물탈 들뜸, 박락	m ²	0.09	3	0.09	3	— —	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	9.00	9	9.00	9	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	16.0	16	16.0	16	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	0.8	2	1.80	4	▲ 1.00	신규손상
	후타재 열화	m ²	1.95	3	1.95	3	— —	변동없음
	후타재 파손, 들뜸	m ²	0.25	1	1.15	2	▲ 0.90	물량변동 신규손상
	차수판 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	하부 고무재손상	m	10.00	1	25.00	1	▲ 15.00	손상진전
교면포장	포장 균열	m	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
	접속부 파손	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
배수시설	배수구그레이팅파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 연결부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	m	47.0	39	46.00	38	▼ 1.00	손상명변경
	균열부백태	m ²	8.30	19	8.30	19	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.60	1	0.60	1	— —	변동없음
	녹물	m ²	0.020	1	0.020	1	— —	변동없음
	방음벽 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	접속부 파손	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	손상명변경
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

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(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』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	• 50m 마다	• 50m 마다	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	2	2	2	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

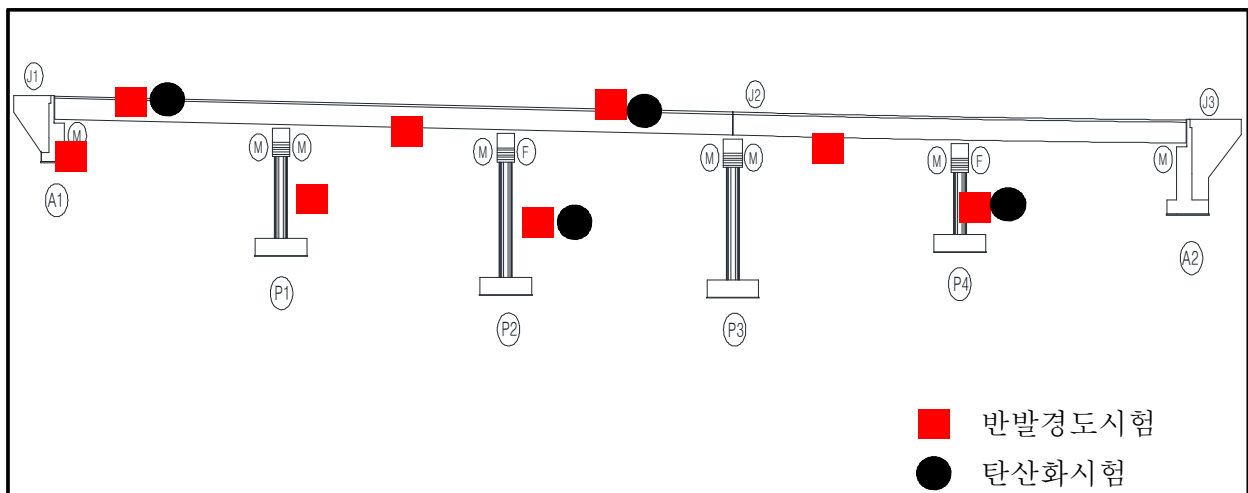
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

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 반발경도시험(총 8개소)을 실시하였으며, 검토 결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 9.4.2】 상부구조(바닥판) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.5	27.2	28.0	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.7	27.4	28.1			

【표 9.4.3】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G1 거더	50.3	41.7	49.3	0.64	27.0	
	S4-G2 거더	50.5	41.9	49.6			

【표 9.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	46.4	26.3	27.5	0.64	24.0	
	P1 교각	48.8	28.2	28.6		27.0	
	P2 교각	48.7	28.2	28.6			
	P4 교각	49.6	28.9	29.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.1MPa, 상부구조(거더) 41.7~49.6MPa, 하부구조(교대) 26.3~27.5MPa, 하부구조(교각) 28.2~29.0MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 9.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.1	27.0	100.7 ~ 104.1
	거더	41.7 ~ 49.6	40.0	104.3 ~ 124.0
하부구조	교대	26.3 ~ 27.5	24.0	109.6 ~ 114.6
	교각	28.2 ~ 29.0	27.0	104.4 ~ 107.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 9.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.0 ~ 29.8	27.2 ~ 28.1	27.0
	거더	40.4 ~ 49.4	41.7 ~ 49.6	40.0
	교대	26.5 ~ 27.8	26.3 ~ 27.5	24.0
	교각	27.9 ~ 29.2	28.2 ~ 29.0	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 9.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	2.04	100년이상	
	S3 바닥판하면	6.0	71.0	65.0	a	2.45	100년이상	
하부구조	P2 교각	7.0	82.0	75.0	a	2.86	100년이상	
	P4 교각	6.0	80.0	74.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 9.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	5.0~6.0	67.0~71.0	
하부구조	6.0~7.0	80.0~82.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 9.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	3.0~4.0	36.0~46.0	a	5.0~6.0	67.0~71.0	a	
하부구조	3.0~5.0	95.0~97.0	a	6.0~7.0	80.0~82.0	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 9.4.10】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.7 ~ 49.6	40.0	
	하부구조	교대	26.3 ~ 27.5	24.0	
		교각	28.2 ~ 29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		67.0~71.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		80.0~82.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라.기 점검결과와 비교

【표 9.4.11】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0	~	29.8	27.2	~	28.1	■ 강도저하 없음
		거더	40.4	~	49.4	41.7	~	49.6	
	하부구조	교대	26.5	~	27.8	26.3	~	27.5	
		교각	27.9	~	29.2	28.2	~	29.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0~46.0		a	67.0~71.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		95.0~97.0		a	80.0~82.0		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 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 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	b	b	c	a	b	q	a	—
S2	P1	PSC BEAM	a	a	a	a	a	b	—	a	b	q	—	—
S3	P2	PSC BEAM	c	b	a	a	a	b	—	b	b	q	a	a
S4	P3	PSC BEAM	b	b	a	a	b	b	b	b	b	q	—	—
S5	P4	PSC BEAM	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	a
	A2	PSC BEAM							c	a	b	q	—	—
평균			0.180	0.140	0.100	0.120	0.140	0.200	0.333	0.150	0.200	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.032	0.028	0.005	0.008	0.004	0.004	0.030	0.014	0.040	—	0.004	0.003
													0.173	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.173) < 0.260$

나. 상주방향 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 파손, 들뜸이 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 9.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
신계교	0.173	B	400	4	1,600	1.000	0.173
합계(Σ)			400	4	1,600	1	0.173
1. 평가지수 =							0.173
2. 상태평가결과 =							B

9.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 9.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

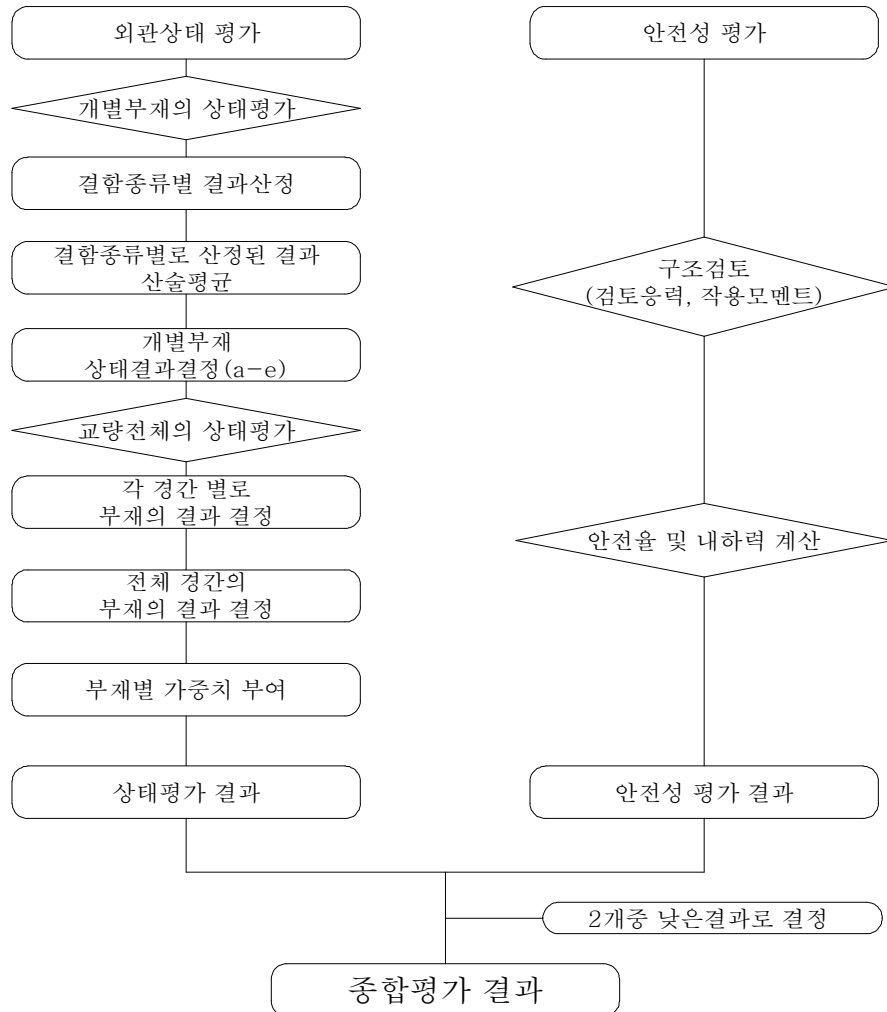
구 분	2021년 정밀안전점검	2021년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.147	0.173
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 신계교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.147에서 0.173로 0.026 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 바닥판, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음, 교면포장에서 신규 손상의 발생으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.	

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	0.173	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	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.50	1	표면처리	하자
	균열(폭 0.3mm이상)	m	0.50	1	주입보수	하자
	박리, 들뜸	m ²	1.82	4	표면처리	하자
	백태	m ²	0.24	2	표면처리	하자
	파손 및 철근노출	m ²	0.78	2	단면보수+방청	하자
거더	인양홀 박리, 박락	m ²	0.08	2	단면보수	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	19.0	17	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	121.0	7	표면처리	하자
	균열부 백태	m ²	0.03	1	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	48.00	21	표면처리	하자
	박리	m ²	0.15	1	단면보수	하자
	누수흔적	m ²	15.0	6	표면처리	하자
	망상균열	m ²	3.00	1	표면처리	하자
교량받침	무수축몰탈 균열	m	2.70	10	표면처리	3순위
	무수축몰탈 들뜸, 박락	m ²	0.09	3	단면보수	2순위
	스토퍼 간섭	EA	9.00	9	유지관리	4순위
	플레이트 부식	EA	16.0	16	채도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	1.80	4	표면처리	3순위
	후타재 열화	m ²	1.95	3	표면처리	3순위
	후타재 파손, 들뜸	m ²	1.15	2	단면보수	2순위
	차수판 파손	EA	1.00	1	정비	3순위
	하부 고무재손상	m	25.00	1	정비	3순위
교면포장	포장 균열	m	20.00	1	표면처리	3순위
	접속부 파손	m ²	0.50	1	단면보수	2순위
배수시설	배수구 그레이팅 파손	EA	1.00	1	정비	2순위
	배수관 연결부 누수	EA	1.00	1	정비	2순위
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	m	46.00	38	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	8.30	19	표면처리	3순위
	재료분리	m ²	0.60	1	단면보수	2순위
	녹물	m ²	0.02	1	표면처리	3순위
	방음벽 파손	EA	1.00	1	단면보수	2순위
	접속부 파손	m ²	0.30	1	단면보수	2순위
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

9.7.2 개략공사비

【표 9.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.2	m	—	—	하자
	균열(폭 0.3mm이상)	주입보수	0.50	0.8	m			하자
	박리, 들뜸	표면처리	1.82	2.7	m²			하자
	백태	표면처리	0.24	0.4	m²			하자
	파손 및 철근노출	단면보수병청	0.78	1.2	m²			하자
거더	인양홀 박리,박락	단면보수	0.08	0.1	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	19.0	7.1	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	121.0	181.5	m²			하자
	균열부 백태	표면처리	0.03	0.0	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	48.00	18.0	m	—	—	하자
	박리	단면보수	0.15	0.2	m²			하자
	누수흔적	표면처리	15.0	22.5	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	3.00	4.5	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열	표면처리	2.70	1.0	m	54	54	3순위
	무수축물탈 들뜸,박락	단면보수	0.09	0.1	m²	165	17	2순위
	스토퍼 간섭	유지관리	9.00	13.5	EA	—	—	4순위
	플레이트 부식	재도장	16.0	24.0	EA	40	960	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	1.80	0.7	m	54	38	3순위
	후타재 열화	표면처리	1.95	2.9	m²	54	157	3순위
	후타재 파손, 들뜸	단면보수	1.15	1.7	m²	165	281	2순위
	차수판 파손	정비	1.00	1.5	EA	25	38	3순위
	하부 고무재손상	정비	25.00	37.5	m	25	938	3순위
교면포장	포장 균열	표면처리	20.00	7.5	m	54	405	3순위
	접속부 파손	단면보수	0.50	0.8	m²	165	132	2순위
배수시설	배수구 그레이팅 파손	정비	1.00	1.5	EA	25	38	2순위
	배수관 연결부 누수	정비	1.00	1.5	EA	25	38	2순위
방호벽	균열(폭 0.3mm 미만)	표면처리	46.00	17.3	m	54	934	3순위
	균열부백태	표면처리	8.30	12.5	m²	54	675	3순위
	재료분리	단면보수	0.60	0.9	m²	165	149	2순위
	녹물	표면처리	0.02	0.1	m²	54	5	3순위
	방음벽 파손	단면보수	1.00	1.5	EA	165	248	2순위
	접속부 파손	단면보수	0.30	0.5	m²	165	83	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		1,946		3,244		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		973		1,622		
	합계	—		2,919		4,866		
개략공사비 총계(천원)		7,758						

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.

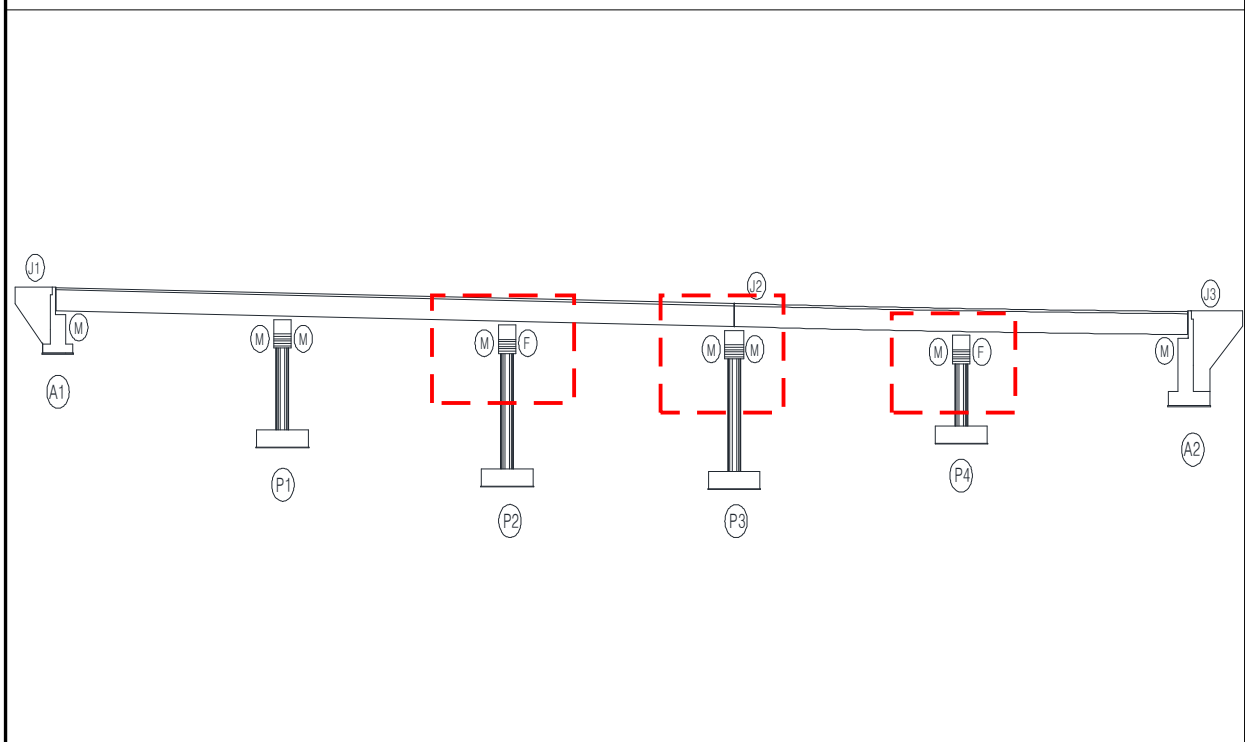
【표 9.7.3】 중점유지관리 항목

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 스토퍼 간섭 - 진전 여부확인, 2차 손상 발생여부 확인



9.8 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 신계리(상주영천고속도로 28.734~28.909km)에 위치한 교량으로 총 연장 175.0m, 폭 24.5m, PSC BEAM 교량으로, 2017년도에 준공되어 약 6년간 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 박리, 들뜸, 철근부식, 백태의 경우 다짐불량, 시공미흡, 마감처리 불량, 장기공용에 의한 열화, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 추정되면, 부재의 내구성 및 사용성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- S1에 발생한 파손 및 철근노출의 경우 시공 미흡에 의한 바닥판 부분협착에 의한 손상으로 단면보수+방청 등의 보수 시 유간확보를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

2) 콘크리트 거더

- 거더에 발생한 인양홀 박리, 박락은 시공시 거더 인양으로 인한 손상으로 일부 구간에서 국부적으로 발생하였다, 손상부는 부재의 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.

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. 균열 및 균열부 백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 손상부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.

5) 교각

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

6) 교량받침

- 받침에서 발생한 무수축물탈 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 플레이트 부식은 외부 우수유입에 의한 공용중 열화로 부재의 사용성 확보차원의 재도장 등의 조치가 필요하다. 무수축물탈 박리, 박락, 들뜸의 경우 시공 미흡 및 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수가 필요할 것으로 판단되며, 스톱퍼 간섭은 스톱퍼 간섭으로 인한 무수축물탈 파손 등의 징후가 없으므로, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열의 경우 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갯길측 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. 차수판 파손의 경우 정비가 필요하며, 금회 진전된 신축이음 하부 고무재 손상의 경우 현재 경미한 상태이나 누수로 부식, 콘크리트 열화 등의 2차 손상이 발생 할 수 있으므로, 손상의 진전시 하부 고무재 교체 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.1℃(9월 18일)로써 이때 측정유간은 19.0~37.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 접속부에 중차량 통행, 장기공용에 의한 열화로 파손이 발생하였고, 본선은 일부 구간에서 건조수축, 공용중 열화에 의한 균열이 신규 확인되었다. 파손부는 주행성 확보 차원의 단면보수가 필요하며, 균열의 경우 현재 보수 보다는 손상의 진전 및 추가 손상 발생시 일괄 보수 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수관 연결부 누수의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 정비 등의 유지관리가 필요하며, 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 균열부백태, 녹물은 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. 금회 조사된 방음벽 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 교체 등의 정비가 필요하며, 접속부 파손은 기존 균열의 손상명 변경으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.1MPa, 상부구조(거더) 41.7~49.6MPa, 하부구조(교대) 26.3~27.5MPa, 하부구조(교각) 28.2~29.0MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 신계교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.147에서 0.173로 0.026 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 바닥판, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음, 교면포장에서 신규 손상의 발생으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.

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.

9.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교량받침의 스토퍼 간섭의 2차 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

9.8.4 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.

