

23. 화남교

23.1 시설물 개요

23.2 자료수집 및 분석

23.3 현장조사

23.4 콘크리트 내구성조사

23.5 상태평가

23.6 종합평가 및 안전등급 지정

23.7 보수·보강 및 유지관리 방안

23.8 종합결론

23. 화남교

23.1 시설물의 개요

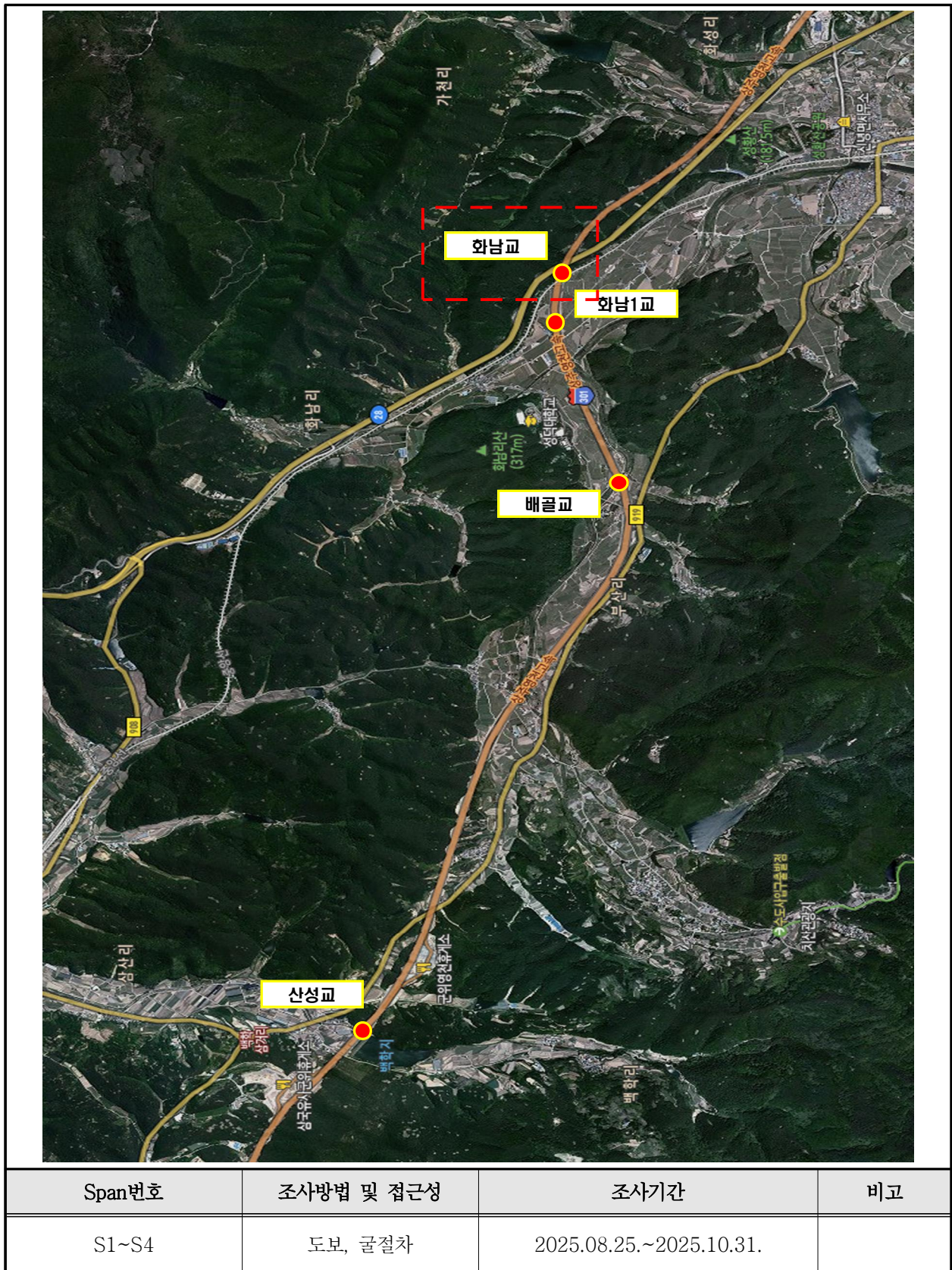
본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 화남리 88-1(상주영천고속도로 63.768~64.003km)에 위치한 교량으로서 총 연장 235.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

23.1.1 일반사항

【표 23.1.1】 화남교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000260	관리번호	SY BR.23	
시설물위치		경상북도 영천시 신녕면 화남리 88-1	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		63.768~64.003km	공사이정	8.210~8.445km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=235.0m, (50m+2@65m+55m=235m)			
	폭	B=24.3m, 4차로			
구조 형식	상부	ST. BOX	기초 형식	교 각	직접기초
	하부	T형		교 대	직접, 말뚝기초
교량받침		면진받침	신축이음	핑거	
교차시설물		국도 28호선	통과높이	6.6m	
부착시설내용		-			
시 공 자		경남기업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

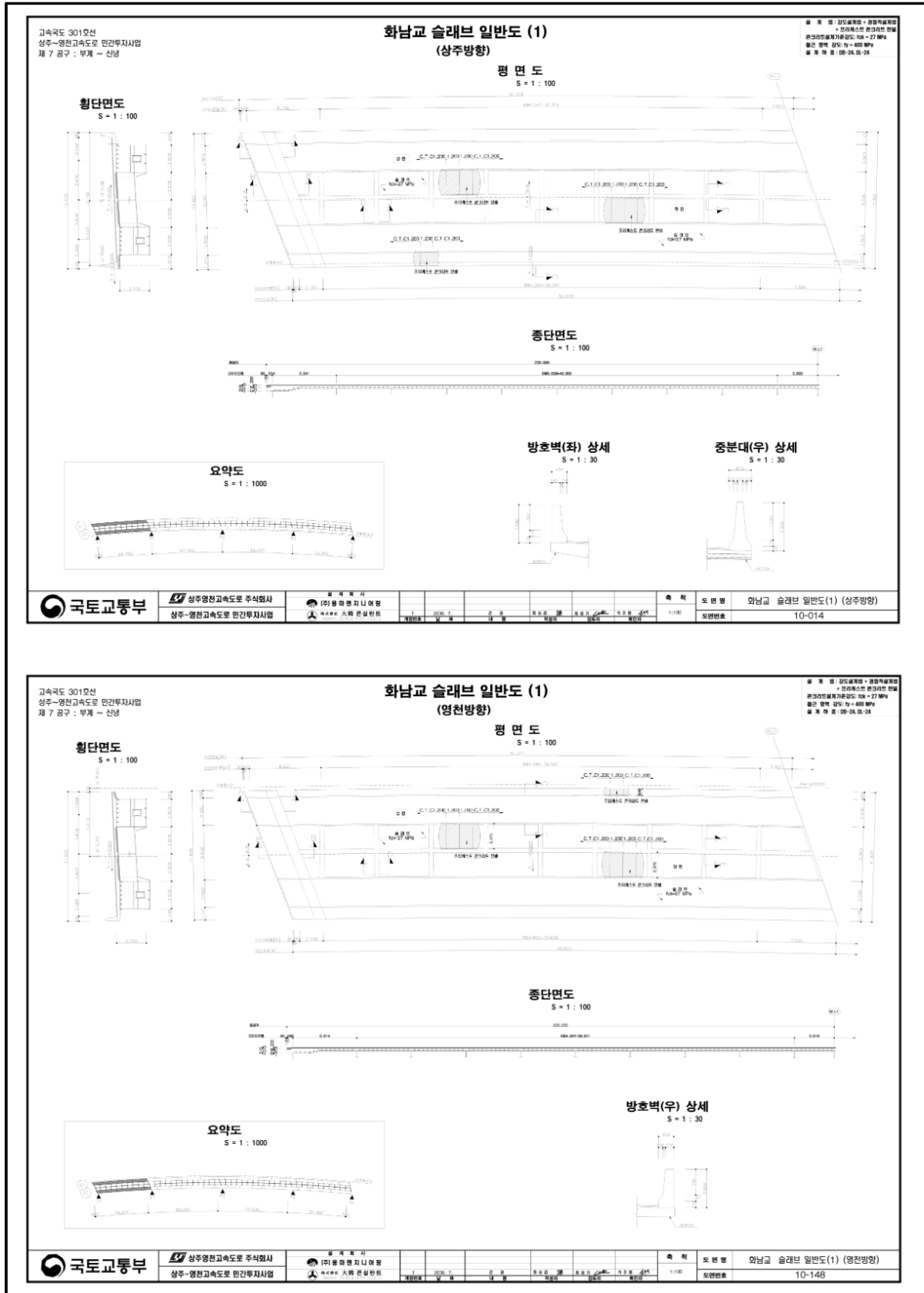
23.1.2 위치도 및 전경사진



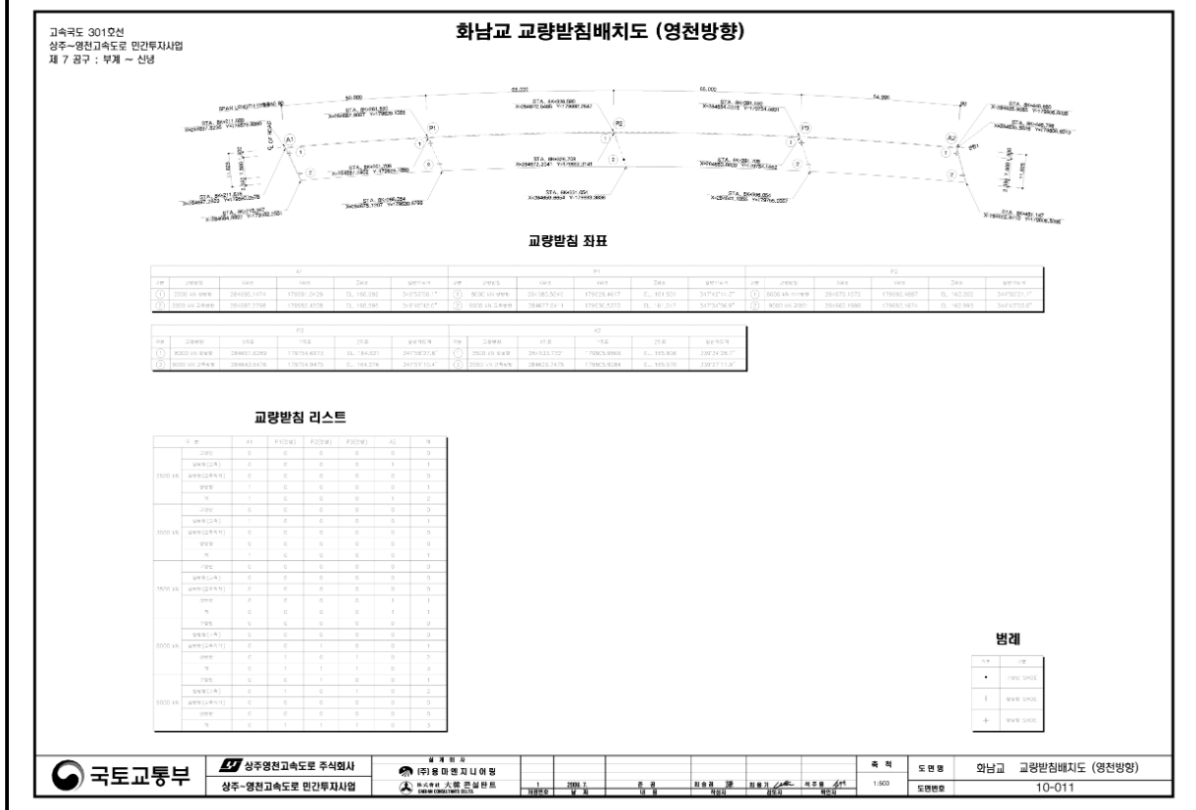
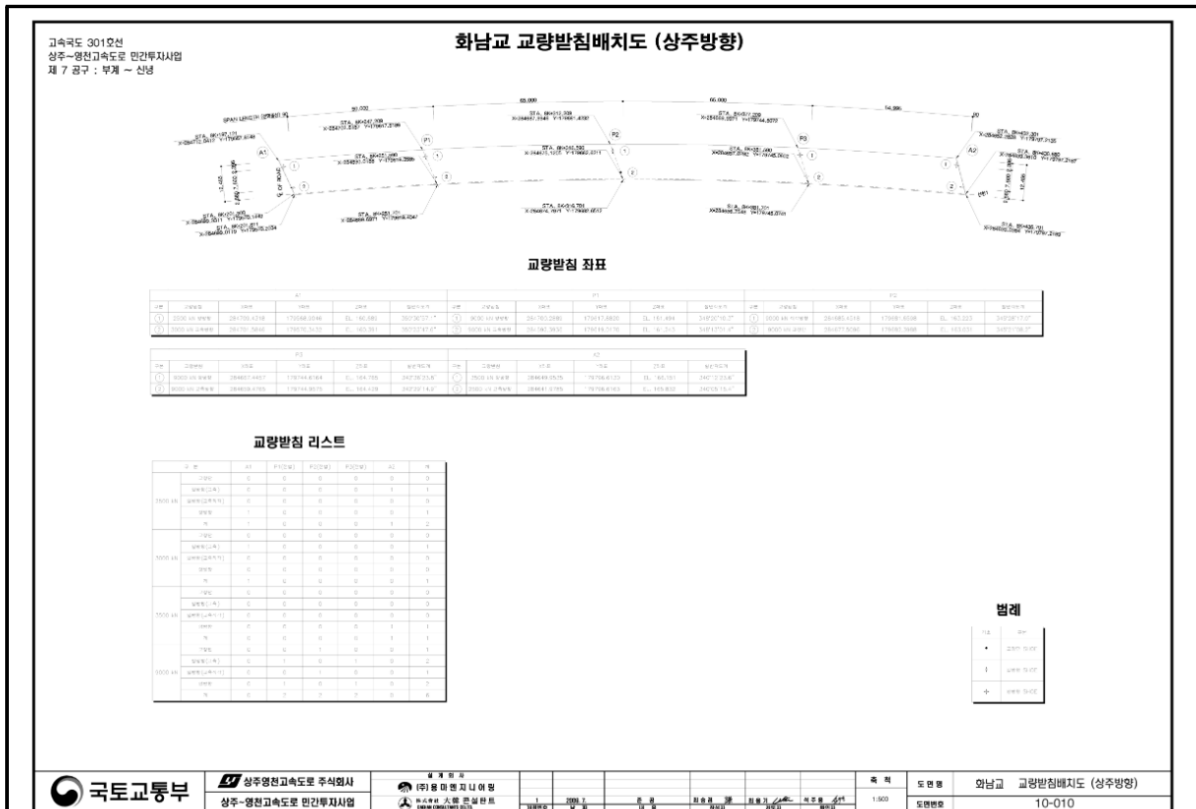
【그림 23.1.1】 위치도

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

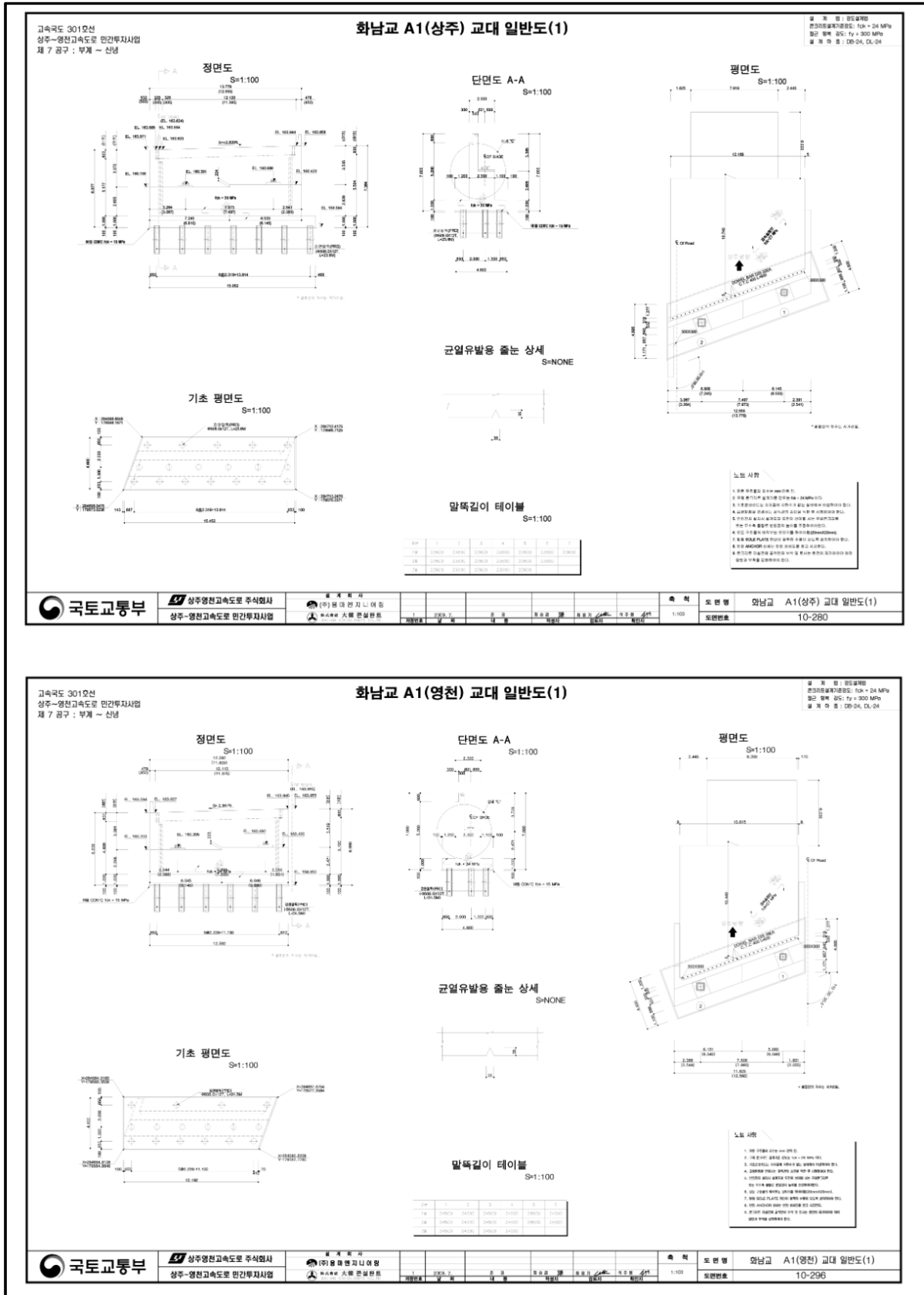
【사진 23.1.2】 부재별 현황



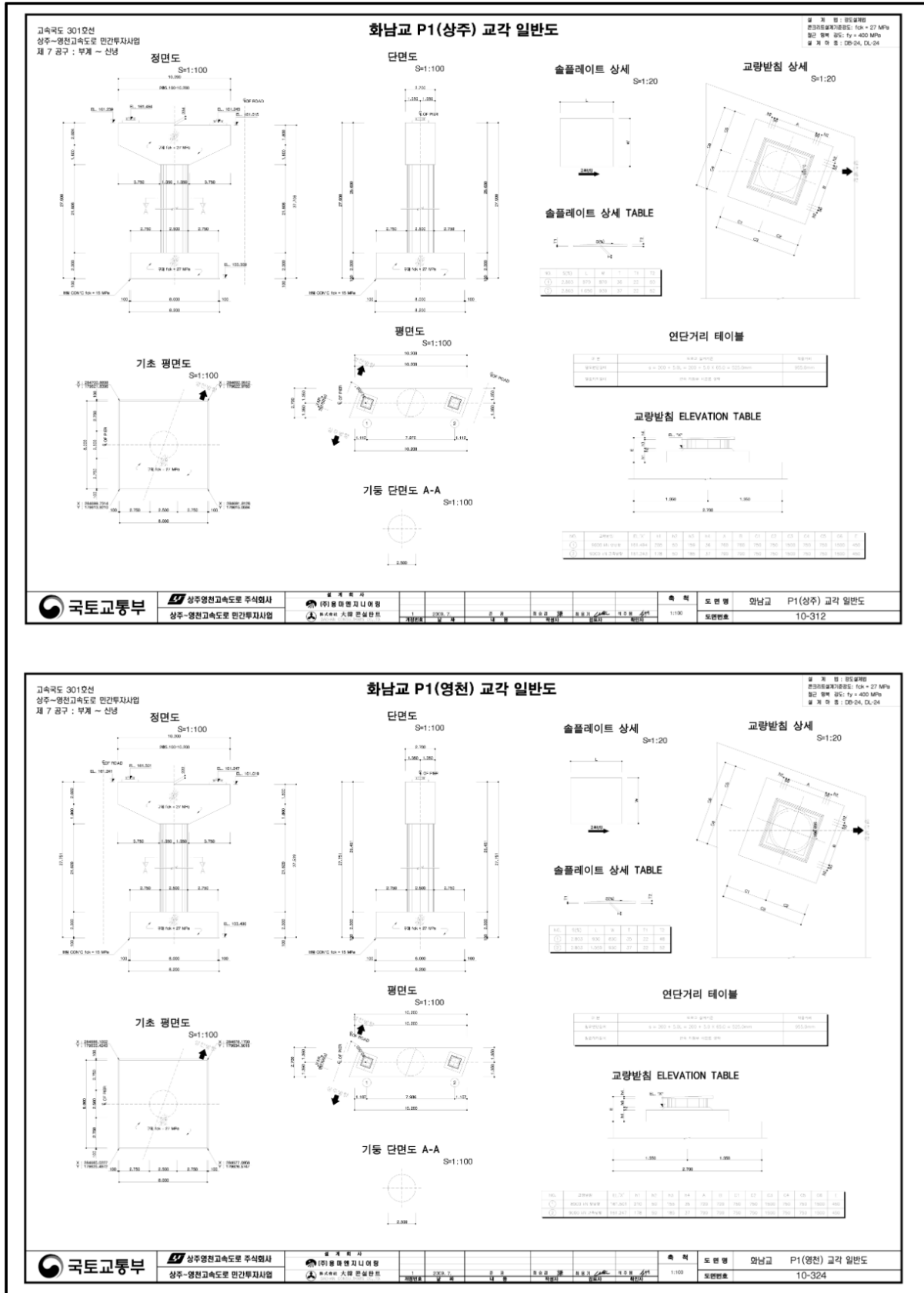
【그림 23.1.4】 슬래브 일반도



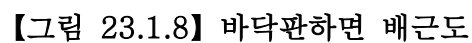
【그림 23.1.5】 교량받침 배치도

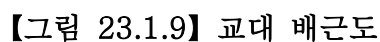


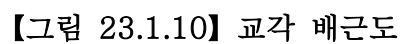
【그림 23.1.6】 교대 일반도



【그림 23.1.7】 교각 일반도







23.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 7공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

23.2.1 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

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

【표 23.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	24,470	24,500	교대 폭	13,801	13,750
바닥판하면 두께	290	300	교각 폭	11,600	11,680
거더 높이	2,500	2,495	난간 및 연석 높이	1,050	1,070
거더 하면	1,800	1,820	중분대 높이	1,320	1,300



【사진 23.2.1】 부재 현장측정 전경

23.2.2 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역지질도 (1:250,000)

분석 내용

- 과업구간은 백악기 경상분지의 신동층과 하양군층이 주로 분포하는 의성소분지 남부에 위치
- 본 조사구간은 시점부의 일직층을 시작으로 후평동층, 함곡층, 사곡층이 순차적으로 분포함
- 과업노선은 사암, 이암, 셰일 및 Luffa(나질) 암석이 주구성을 이루며 부분적으로 역암이 협재
- 노선과 평행하게 백악동 단층이 발달

4.1.2 연결지역 설계자료 분석

사 업 명	분 석 내 용
남천~황도간 (공터제, 노귀제) 국도4차로 확장공사 실시설계 (2002. 3)	• 토사층은 1.0~7.0m로 분포하며, 중회암은 1.8~6.0m의 두께로 분포 • 연사층은 선풍적인 모래 및 호박돌로 구성 부분적으로 점토 혼재 • 연암은 5.0~10.0m 이하에서 4.5~9.0m 두께로 분포 • 경암은 14.5~17.7m 이하에 분포하며, TOR는 92~100%의 범위를 보이며, RQD 63~70%의 분포 범위를 나타냄

4.1.3 현장답사를 통한 주변현황 분석

구 분	조사내용 및 분석결과	중점검토사항	노선 현황
교량 구간	• 산성로 시설 교대구간 산사태에 의한 비탈면붕괴 확인 • 산성로 중점부 구간 토사 및 종파대 비교적 깊은 침하로 발달	• 과업구간 교량의 지층분포현황 정밀 파악 • 산성로구간의 단층교차 예상지점 및 산사태지점 안정성검토	
뛰기 구간	• 뛰기2구간 급경사지역 사면붕괴 • 송동후계소(상주방형) 주변 뛰기구간 종파대 깊게 분포	• 지질 이상대 예상지역의 비탈면 안정성검토 • 굴절된 단성과 암사를 통한 미시 추구간 지층분포 정밀 파악	
뛰기 구간	• 뛰기구간 대부분 경직지로 활용 • 경직지 현상파악을 통한 시추조사 가능 위치확인	• 송동층 발달구간의 연암지반 발달 가능성 및 조사방안 검토 • 지층분포의 정밀 파악을 위한 미시추구간의 현장조사 검토	

4.2 기존조사자료

4.2.1 기본설계조사 수량 및 위치도

가. 위치도

나. 수량

구 분	단 위	교량구간	토공구간	계
지표지질조사	식	-	1	1
물리탐사	굴절탄성파탐사	km	1.32	1.32
	시추조사	공	12	29
현장조사	시원굴조사	회	13	13
	랜드모거보링	회	15	15
현장시험	표준관입시험	회	47	83
	현장밀도시험	회	26	26
	토질시험	회	13	13
실내토질시험	다짐 및 CBH시험	회	13	13
	직접전단시험	회	8	8
	충성시험	회	1	1
실내 암석시험	암속암속시험	회	1	1
	삼축압축시험	회	1	1
	원리면전단시험	회	1	1

4.3 지표지질조사

4.3.1 지형 및 지질 특성

가. 지형 개요

- 과업지역은 백악기 경상분지의 주로 신동층과 하양군층이 분포하는 의성소분지의 남부에 위치
- 백악기 경상층의 최하부층인 인화층을 상부부터 석상부의 지인층까지 분포하고 있으며 경상층 상부에 해당하는 신라아층군에는 용회암층이 협재됨

나. 지형특성

산 계

수 계

• 과업지역은 북동쪽의 월암산과 남서쪽의 팔공산이 주된 산계를 형성

• 과업노선을 월암산과 팔공산 사이의 비교적 낮은 구릉지를 따라 서북서 방향으로 위치

다. 분포 암종 특성

구 분	지질특성	노두사진
후평동층 구미동층원 사암	• 구미동층원 사암은 과업노선의 시점부에 주로 분포하며 덩어리세 또는 뒤편의 사암이 우세한 이암과의 교호대가 발달 • 주구성광물은 석영, 알칼리장석, 점토광물로 구성되며, 일부층에서 역암이 산출되기도함	
후평동층 구계동층원 셰일	• 과업노선 시점부의 일부구간에 분포하며, 사암과 셰일의 교호대로 산출되나 대부분지역에서 셰일이 우세하게 나타남 • 석영, 알칼리장석, 방해석이 주구성광물을 이룸	

라. 지질개황도

지질시대	층 명	특 성	비 고		
제4기	충적층(Qu)	• 하천 및 산록 퇴적물			
	백악기	중생암맥(Kid)	• 과상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입	
		산성암맥(Kad)	• 관입		
		화강암(Kgr)	• 과상의 치밀	• 분포하지 않음	
		관입			
	중생대	유전층군 안산암질암(Kat)	• 주로 용회암으로 구성	• 분포하지 않음	
		관입 및 분출			
		하양층군	신암동층(ka9)	• 암회색 이암 및 셰일과 사암이 교호대	• 분포하지 않음
			순산층(ka8)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 셰일	• 분포하지 않음
			사곡층(Ka7)	- 상부(Ka7-ms): 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 셰일 - 하부(Ka7-sa): 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 셰일과 사암이 교호대	• 분포하지 않음
점곡층(ka6)			• 암회색, 녹회색, 적색 셰일 및 이암 • 주로 암회색 셰일로 구성		
후평동층(Ka5-2)	• 사암, 미사암 및 미시질 셰일 및 이암(나질 부세)	• 7공구 시점부			
후평동층 구미동층원(Ka6-1)	• 사암, 적색 미시질 셰일, 적색 셰일 및 역암(사질 부세)	• 7공구 시점부			
일직층(Ka4)	• 사암, 적색 미시질 셰일, 역암	• 6공구 종점			

나. 지반 및 지질 조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업 제 7공구 지반조사

1.2 조사목적

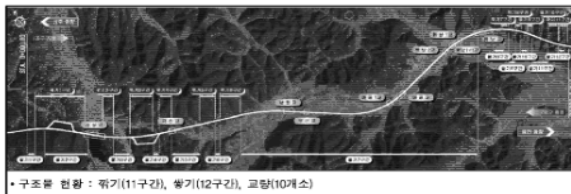
- 계획노선의 지반공학적 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선정된 계획노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태 지반공학적 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·보충하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

- 시점: 경성북도 군위군 부계면 참월리(STA. 0+000)
(X=287099.61, Y=172291.69)
- 종점: 경성북도 영선시 신년면 화성리(STA. 9+800)
(X=286866.14, Y=181553.04)
- 연장: 9.80km



1.4 위치도



• 구조물 현황 : 짝기(11구간), 쌍기(12구간), 교량(10개소)

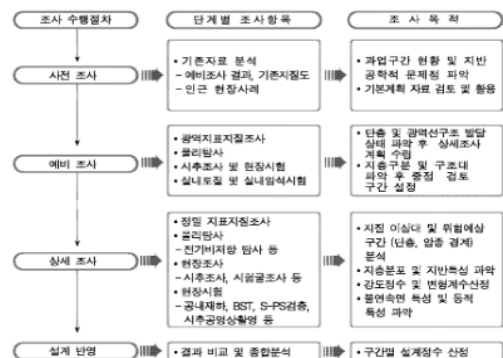
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

2.1.1 조사 기본방향



2.1.2 조사 수행 흐름도



제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 깔기 및 쌓기 비탈면 중 불거기능성을 지닌 대궤기 비탈면과 고깔기 비탈면에 대하여 설계서 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석 파악 후 토질 및 암반상태와 안정성을 고려한 안정 비탈면기울기 결정 및 대책 등을 검토하여 경제적인 비탈면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 일의 최소안전율을 갖는 활동 저할면에 대한 안정성 평가가 이루어지나 암반비탈면의 경우 지질구조 및 불연속면의 특성에 의해 안정성을 평가하게 된다. 따라서 본 검토에서는 토사와 암반 비탈면의 파괴곡선 차이를 고려하여 본 계획 노선의 비탈면을 토사비탈면과 암반비탈면으로 구분하여 안정검토를 실시하였다.

7.1.2 검토내용

본 구간의 검토대상 비탈면에 대하여 현장조사 및 실내시험을 통하여 얻은 성과를 토대로 검토한 내용은 다음과 같다.

- 현장조사 적정성 분석 및 비탈면 설계경수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계경수 산정
- 합리적인 비탈면 기울기 검토
- 비탈면 안정대책 및 보호공법 검토

7.2

7.2.1 선정기준

과업구간에 계획되는 비탈면 중 흩날기 구간의 검토단면 선정은 일반적으로 흩날기 높이가 10m 이상, 깎기구간은 절취비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면을 원칙으로 하였으며, 그 외 현장 조건 및 토질조건에 따른 대상은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

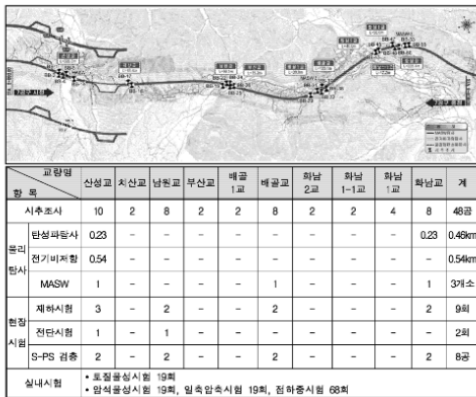
제 5 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

제 5 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

5.1 기본방향

조 사 항 목	조 사 기 본 방 향
지층현황	• 시추조사 및 현장시험, 실내시험을 실시하여 지층분포상태 파악 • 지층별 심도 및 공학적 특성을 파악하고 기초 위치 선정 및 기초 안정성 평가 • 현장 및 실내시험 종합 성과분석을 통한 신뢰성 있는 설계성수 선정
지층분석	• 지층상태를 파악하기 위하여 물리탐사, 시추조사 및 공내음위시행 수행 • 지형 및 인공 등으로 인한 미시추구간에 물리탐사를 수행하여 지층에 대한 정밀 분석 수행
내진검토	• S-PS 검증 및 실내시험 등을 통하여 선정된 동전단계수, 동탄성계수, 동저쇠계수를 내진해석 입력자료 활용

5.2 조사위치 및 수량



143

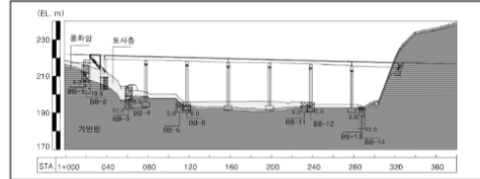
상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

5.3 지층 분포 특성

가. 산성교

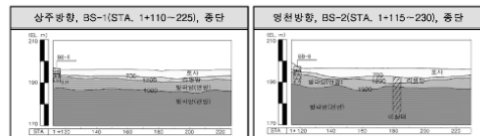


1) 시추조사



- 퇴적/충적층은 점토질 모래 및 전석으로 0.8~2.3m 두께로 분포하며, N치는 11/30~24/30 임
- 풍화토는 점토질 모래 및 점토로 1.1~7.4m 두께로 분포하며, N치는 12/30~50/11 임
- 풍화암은 0.2~1.0m 두께로 분포하며 N치는 50/10~50/1 임
- 기반암은 0.5~7.6m 심도에서 출현하며, TCR=50~100%, RQD=0~92%

2) 굴절법탄성파탐사



144

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

5.4 지반의 공학적 특성 분석

가. 토질 분석

1) 교량구간

구분	구분	구분	심도 (m)	지층	함수비 (%)	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)					USCS
						지층	지층	LL(%)	PI(%)	#4	#10	#40	
상성교	BB-2	3.0	충화토	18.0	2.68	36.5	17.8	100	98.3	92.6	72.1	16	CL
		6.0	충화토	11.6	2.69	37.2	17.1	100	97.0	86.5	65.1	16	CL
	BB-4	4.0	충화토	15.2	2.69	37.6	18.3	100	96.8	89.1	70.8	17	CL
		2.0	충화토	21.7	2.68	36.9	16.4	100	96.4	86.0	47.4	8	SC
치산교	BB-17	1.0	충화토	10.4	2.68	36.7	16.9	97.2	93.1	78.6	41.5	5	SC
	BB-18	2.0	충화토	11.2	2.68	37.0	17.6	100	97.9	82.8	44.2	4	SC
남원교	BB-19	4.0	충화토	25.1	2.68	41.4	20.3	100	94.6	74.0	38.7	5	SC
		8.0	충화토	18.4	2.69	35.2	8.6	100	97.2	89.6	71.7	10	ML
	BB-22	3.0	충화토	23.2	2.69	37.5	9.0	90.6	86.1	83.9	76.7	13	ML
		5.0	충화토	15.0	2.69	39.5	11.3	100	96.0	92.4	78.1	14	ML
	BB-24	5.0	충화토	12.4	2.67	NP	-	100	93.6	76.9	31.4	-	SM
		5.0	충화토	16.4	2.64	NP	-	41.6	33.2	25.9	15.3	-	GM
매곡교	BB-29	3.0	충화토	17.2	2.69	39.4	11.8	100	99.2	96.7	87.6	14	ML
	BB-37	4.0	충화토	12.4	2.66	NP	-	90.5	85.6	68.3	18.4	-	SM
화남1교	BB-43	3.0	충화토	17.2	2.66	NP	-	60.4	52.8	36.3	19.5	-	SM
		4.0	충화토	18.2	2.67	NP	-	59.4	50.8	39.4	21.4	-	SM
	BB-48	2.0	충화토	13.5	2.65	NP	-	41.7	33.0	25.8	14.6	-	GM
		BB-50	2.0	충화토	20.8	2.70	44.5	22.0	89.2	87.0	85.6	79.8	18
화남교	BB-53	2.0	충화토	13.0	2.68	35.8	16.2	91.5	87.3	75.4	37.4	3	SC

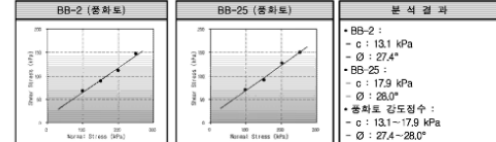
- 퇴적층 : 함수비 13.5~20.8%, 비중 2.64~2.70, 통일분류상 SM, GM, CL에 해당됨
- 풍화토 : 함수비 10.4~25.1%, 비중 2.66~2.69, 통일분류상 CL, SC, ML, SM에 해당됨
- 풍화암 : 함수비 13.0%, 비중 2.68, 통일분류상 SC에 해당됨

150

제 5 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

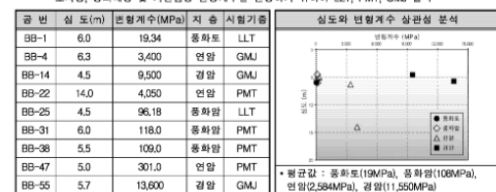
나. 강도 특성 분석

- 풍화대수 강도장수 실험을 위해 시추굴전단시험 실시



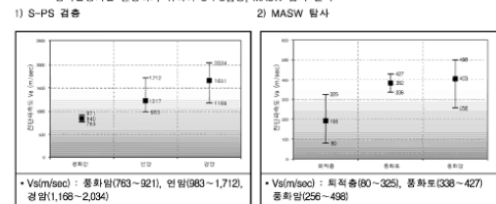
다. 변형 특성 분석

- 토사층, 풍화대수 및 기반암을 변형계수를 선정하기 위하여 LLT, PMT, GMJ 실시



라. 동적 특성 분석

- 동적특성치를 선정하기 위하여 S-PS검증, MASW 탐사 실시



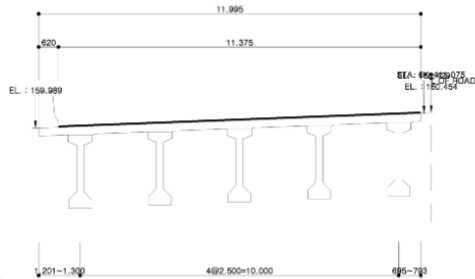
151

다. 구조계산서 및 내진설계

3. 단면 특성

1) 상부 구조

(1) 횡단면도



(2) 거더 단면치환

구분	A	I ₃₃	I ₂₂	K	비고
1	1.2427832	0.9501964	0.2568273	0.0172355	
2	1.2342326	0.9441555	0.2431979	0.0171326	
3	1.2342326	0.9441555	0.2431979	0.0171326	
4	1.2342326	0.9441555	0.2431979	0.0171326	
5	1.1362303	0.8710379	0.1253936	0.0159605	

1. 설계기준

1) 교량 정보

- (1) 교량명 : 화남교
- (2) 교량종류 : 1. 육교 (DB-24 및 DL-24 적용)
- (3) 교량형식 : 합성철 STEEL BOX GIRDER 교
- (4) 교량연장 : L = 50.090 + 65.000 + 65.000 + 55.080 = 235.170 m
- (5) 교량폭력 : B = 12.455 m
- (6) 주상폭력 : B = 2.500 m H = 2.700 m ~ 3.200 m
- (7) 사각 : 70.0 °

2) 하중

- (1) 고정하중
 - 설계콘크리트 : $R_{ck} = 25.000 \text{ kN/m}^2$ (☞ 도.설 2.1.2)
 - 무인콘크리트 : $R_{ck} = 23.500 \text{ kN/m}^2$
 - 강재 : $R_{sk} = 78.500 \text{ kN/m}^2$
 - 노출콘크리트 포장 : $R_{sk} = 23.500 \text{ kN/m}^2$
- (2) 활하중
 - DB-24 : $P_r = 96.000 \text{ kN}$
 - PI = 24.000 kN
 - DL-24 : $W_l = 12.700 \text{ kN/m}$
 - $P_{st} = 108.000 \text{ kN}$
 - $P_{st} = 156.000 \text{ kN}$
 - 충격계수 : $\gamma = 15 / (40 + L) \leq 0.3$ (☞ 도.설 2.1.4)

3) 사용재료

- (1) 콘크리트 : 설계기준강도 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
탄성계수 $E_c = 25000 \text{ MPa}$
- (2) 철근(SD40) : 항복강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
탄성계수 $E_s = 200000 \text{ MPa}$
- (3) 강재
 - 주부재 : SM508 사용 (상판, 하판, 복판, 상부플라이트, 하부플라이트, 수평보강재, 지중부 다이어프램, 지중보강재, 스퀘어라이트)
 - 부부재 : SM508 사용 (지중부 다이어프램, 수직보강재, 플랜지, 세로보, 가로보.)
 - 탄성계수 $E_s = 210000 \text{ MPa}$

- 허용 인장 응력 (MPa) (☞ 도.설 표 3.3.1)

강종	SS400	SM400	SM490	SM490	SM570
단두께 (mm)	SS400	SM400	SM490	SM490	SM570
40 이하	140	190	210	260	
40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)	
75 초과 100 이하	130		195 (210)	245 (260)	

* TMC 규정일 경우에는 (1)의 값을 적용한다.

1. 설계조건

1) 일반조건

- (1) 교량형식 : STEEL BOX
- (2) 교량연장 : L = 50.090 + 2865.000 + 55.085 = 235.175 m
- (3) 교량폭력 : B = 12.455 m
- (4) 교량형식 : T형 교각

2) 내진설계조건

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

3) 설계강도 및 탄성계수

구분		F _{ck} (MPa)	F _y (MPa)	E _c (MPa)	n=E _s /E _c	
상부	대각판	27	-	29693	7	
	거더	0	-	0	1	
	교대	24	300	27949	7	
하부	교각	두부분	27	400	29693	7
		기둥	27	400	29693	7
		기초	27	400	29693	7

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

4) 해석방법

다중모드 스펙트럼 해석법

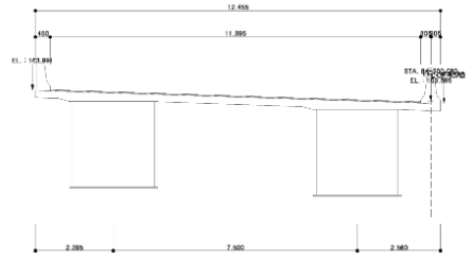
5) 참고문헌

- (1) 도로교 설계기준 : 국토해양부 (2005)
- (2) 콘크리트구조 설계기준 : 국토해양부 (2007)
- (3) 도로교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (4) 콘크리트교 표준시방서 : 국토해양부 (2000)
- (5) 고속도로교량의 내진설계지침 : 한국도로공사 (2000)

3. 단면 특성

1) 상부 구조

(1) 횡단면도



(2) 거더 단면치환

구분	A _v	A _s	A _c	I ₃₃	I ₂₂	K	비고
1	0.3393857	0.1287	1.4748	0.2748382	0.7904336	0.2189561	
2	0.3441857	0.1335	1.4748	0.3253909	0.7980059	0.2440389	
3	0.3549857	0.1443	1.4748	0.3800725	0.9045669	0.2897707	
4	0.3612857	0.1506	1.4748	0.4081326	0.9045669	0.2897707	
5	0.3629337	0.172248	1.4748	0.4148962	0.8177645	0.2742234	
6	0.4047737	0.194088	1.4748	0.5193359	0.8312652	0.3050579	
7	0.4064777	0.195792	1.4748	0.5478999	0.8395333	0.3150834	
8	0.4266737	0.215988	1.4748	0.6433502	0.854799	0.3475996	
9	0.4276397	0.216994	1.4748	0.6610412	0.8562756	0.3535175	
10	0.4502177	0.239532	1.4748	0.797939	0.8708877	0.3771985	
11	0.4533857	0.2427	1.4748	0.8701679	0.8759854	0.3964513	
12	0.4525897	0.214404	1.4748	0.8148245	0.8523001	0.3395152	
13	0.3996487	0.189964	1.4748	0.5369203	0.8331204	0.3119733	
14	0.3945617	0.183976	1.4748	0.4553707	0.8059398	0.2821544	
15	0.3970737	0.176388	1.4748	0.3487899	0.8133911	0.2389161	
16	0.3924857	0.1919	1.4748	0.3382277	0.8119922	0.2327773	
17	0.3708657	0.1902	1.4748	0.2998576	0.798759	0.2078954	
18	0.3492857	0.1386	1.4748	0.2653963	0.7856362	0.2041949	
19	0.3429657	0.1323	1.4748	0.2452903	0.7856362	0.2041949	
20	0.3375857	0.1269	1.4748	0.2275598	0.7823557	0.1944495	
21	0.3901457	0.17946	1.4748	0.3906111	0.8181273	0.2560506	
22	0.4215377	0.210852	1.4748	0.5510396	0.9469697	0.317455	
23	0.4234937	0.212724	1.4748	0.583578	0.9469499	0.3285412	
24	0.4470017	0.236316	1.4748	0.7281256	0.9659143	0.3577098	

23.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 13회, 정밀안전점검 3회, 2종성능평가 1회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 23.2.2】 화남교 점검이력사항

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	화산JCT R-A교의 주요 손상현황으로는 교면포장 소성변형, 난간 균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	화남교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열, 망상균열 및 이격, 접속슬래브 파손, 신축이음 후타재 파손 및 본체 파열음 발생, 차수판 볼트 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 신축이음 후타재 파손 및 파열음 발생은 손상의 진전이 우려되므로 조속한 보수가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	화남교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열 및 이격, 접속부 파손, 신축이음 차수판 볼트 탈락, 하부플렌지 변형 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 금회 조사시, 일부 부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔지니어링	인승철	정기안전점검	화남교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열 및 이격, 접속부 파손, 신축이음 차수판 볼트 탈락, 후타재 파손, 하부플렌지 변형 등의 손상이 조사되었다. 기존 손상인 교면포장 접속부 파손의 경우 부분적으로 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 보수부 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 그 외 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다.	양호

【표 23.2.2】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔 지니어링	인승철	정밀안전 점검	화남교의 외관조사 결과, 교면포장 균열 및 망상균열, 단차, 신축이음 후타재 균열, 들뜸 및 파손, 거더외부 하부플렌지 변형 등의 손상이 조사되었다. 조사된 기 손상부의 경우 주의관찰 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔 지니어링	장진원	정기안전 점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 화남교에 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 「가능 발취에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B등급
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	화남교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열, 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 바닥판하면 균열 및 백태, 하부구조 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	화남교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열, 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 바닥판하면 균열 및 백태, 하부구조 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 23.2.2】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
9	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔지니어링	장진원	정밀안전점검	화남교 (7공구)의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 교량받침 몰탈 및 반침콘크리트 균열, 바닥판하면 균열 및 백테, 하부구조 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
10	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔지니어링	장진원	정기안전점검	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백테 - 거더 외부 변형 - 가로보 상태양호 - 교대 누수흔적 백테 페인트 퇴적 - 교각 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열 백테 파손 표면백 - 교량받침 반침몰탈균열(0.3mm미만), 백테 - 신축이음 후타재 망상균열 들뜸, 파손 이격 이물잔여적, 차수판 앵커탈락 - 교면포장 균열 망상균열 포장파손 접속부 포장 파손 - 배수시설 상태양호 - 방호벽 균열(0.3mm내외), 중분대 이격 파손 및 보수부 들뜸 균열부백테	B등급
11	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔지니어링	정지운	정기안전점검	- 교면포장 포장균열 망상균열 접속도로 파손 포장파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm내외), 균열부백테 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 망상균열 들뜸, 이격, 차수판 볼트 탈락 이격 - 교량받침 무수축몰탈 및 반침콘크리트 균열 백테 - 바닥판하면 균열(폭0.3mm미만), 백테 - 거더 하부플랜지 변형 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내외), 파손 망상균열 표면백, 누수흔적, 백테 페인트 퇴적	양호
12	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전점검	- 교면포장 포장균열 망상균열 접속도로 파손 포장파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm내외), 균열부백테 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 망상균열 들뜸, 이격 차수판 볼트 탈락 이격 - 교량받침 무수축몰탈 및 반침콘크리트 균열 백테 - 바닥판하면 균열(폭0.3mm미만), 백테 - 거더 하부플랜지 변형 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내외), 파손 망상균열 표면백, 누수흔적, 백테 페인트 퇴적	양호

【표 23.2.2】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
13	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	정지운	정밀안전 점검	- 교면포장 포장균열, 망상균열, 접속도로 파손, 포장파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 균열부백테, 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 이격, 차수관 볼트 탈락, 이격 - 교량받침 무수축물탈 및 반침콘크리트 균열, 백테, 들뜸 - 바닥판하면 균열(폭0.3mm미만), 백테 - 거더 하부플렌지 변형 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 파손, 망상균열, 표면박리, 누수흔적, 백테, 폐콘크리트 퇴적	양호
14	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백테 - 거더 도장박리 변형 - 가로보 상태양호 - 교대 파손, 백테 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 균열(0.3mm미만 이상), 망상균열 표면박리, 백테 파손 - 교량받침 무수축물탈 및 반침콘크리트 균열 이동량 표시계 탈락 - 신축이음 후타재 균열(0.3mm미만), 망상균열 파손, 들뜸, 이물질퇴적, 차수관 양커 및 볼트탈락 - 교면포장 포장 균열 망상균열 파손, 접속부 파손, 접속부 이격 - 배수시설 상태양호 - 방호벽 균열(0.3mm미만 이상), 균열부백테, 중분대 이격, 파손 및 보수부 들뜸 - 점검시설 상태양호	B등 급
15	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 포장균열, 망상균열, 포장 파손, 접속도로 파손, 접속부 이격 - 방호벽 균열(0.3mm미만 이상), 균열부백테, 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 들뜸, 파손, 이물질퇴적, 차수관 볼트 탈락 - 교량받침 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 반침콘크리트 균열(0.3~mm미만), 이동량 표시계 탈락 - 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백테 - 거더 도장박리, 하부플렌지 변형 - 교대 파손, 누수흔적, 백테, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 균열(0.3mm미만 이상), 파손, 망상균열, 백테	양호

【표 23.2.2】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
16	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 포장균열, 망상균열, 포장 파손, 접속도로 파손, 접속부 이격 - 방호벽 균열(0.3mm미만, 이상), 균열부백태, 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 들뜸, 파손, 이물질퇴적, 차수관 볼트 탈락 - 교량받침 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락 - 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백태 - 거더 도장박리, 하부플렌지 변형 - 교대 파손, 누수흔적, 백태, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 망상균열, 백태	양호

23.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하차점검 및 성능평가 용역(23년 정밀안전점검 용역)	
용역기간	2023-09-11 ~ 10-05	
용역사	(주)명성엔지니어링	
외관조사결과	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백태 - 거더 도장박리, 변형 - 가로보 상태양호 - 교대 파손, 백태, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 표면박리, 백태, 파손 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 이동량 표시계 탈락 - 신축이음 후타재 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손, 들뜸, 이물질퇴적, 차수판 앵커 및 볼트탈락 - 교면포장 포장 균열, 망상균열, 파손, 접속부 파손, 접속부 이격 - 배수시설 상태양호 - 방호벽 균열(0.3mm미만, 이상), 균열부백태, 중분대 이격, 파손 및 보수부 들뜸 - 점검시설 상태양호	양방향
비파괴조사	- 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa, 교각:27Mpa)의 설계기준 강도를 상회하는 것으로 검회되어 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 발생하지 않은 것으로 판단된다. - 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	양방향
안전성평가 (진단시)	해당없음	양방향
상태평가	손상결함도 지수 0.154으로 B등급	
보수보강 (진단시)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 화남교에 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 화남교의 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. - 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로써 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다. - 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. - 교면포장 망상균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.	

23.2.5 시설물 보수 이력

【표 23.2.3】 화남교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 7공구	보수	A2 신축이음	(주)용마엔지니어링, (주)대한건설터트	경남기업(주)
	2018-07-01 ~ 2018-12-31		신축이음 후타재파손 보수	0	

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

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

23.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 23.2.4】 내진설계 여부 확인

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

23.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

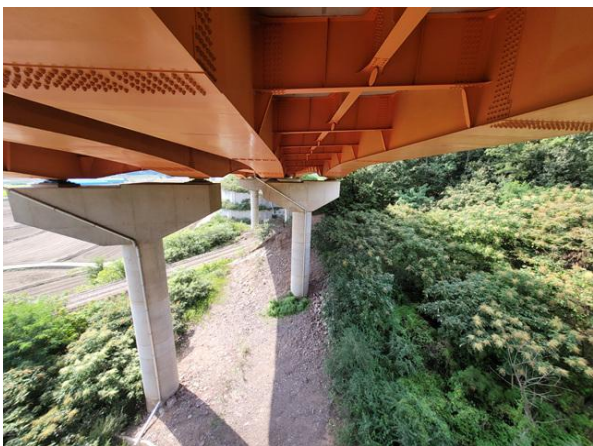
23.2.8 주변환경 및 하중변화

화남교는 경상북도 영천시 신녕면 화남리 88-1에 위치하는 1종 시설물로써 국도28호선(S4)을 횡단하는 상주영천고속도로 본선 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

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

【표 23.2.5】 하중변화 검토내용

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

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

【사진 23.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

23.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 23.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

23.3 현장조사

23.3.1 개요

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

금회 점검이후 화남교 상주방향 교면포장에 유조차 추돌 및 화재 사고가 발생하여 추가조사를 진행하였고 “23.3.4 화재지점 조사”에 수록하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보, 굴절점검차	2025.08.25.~2025.10.31.	
			
작업전경		작업전경	
			
작업전경		비파괴시험	

【사진 23.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

23.3.2 상주방향 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 화남교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=235.0m 폭 12.1m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차 및 드론을 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 백태가 발생하였다.

【표 23.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	38.50	29	—	—
S3	33.00	23	0.85	3
S4	3.00	3	—	—
합계	74.50	55	0.85	3

			
손상현황	• S2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S3 백태(0.2×2.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 백태가 조사되었고, 기존손상의 진전은 미미한 것으로 확인 되었으며, 금회 정밀안전점검에서 건조수축, 거푸집 조기탈거, 손상부 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 균열(0.3mm미만), 백태가 신규 추가로 조사되었다.

【표 23.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	8.50	11	74.50	55	▲ 66.00	신규추가
	백태	m ²	0.05	1	0.85	3	- 0.80	신규추가

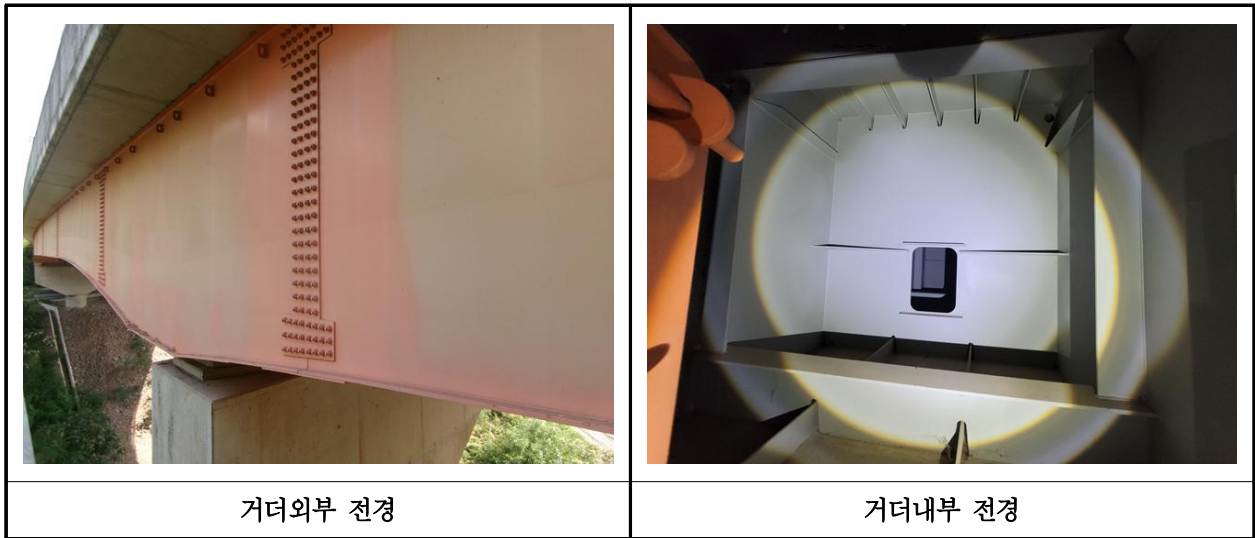
4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단되며, 또한 백태의 경우 공용중 기후변화에 의한 손상부 습기흡착 등에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미한 상태이나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차 및 드론을 이용하여 외관 조사를 실시하였다.



【사진 23.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더외부에 도장박리 및 부식 등의 손상이 조사되었고, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.3】 거더 현장조사 결과

구분		도장박리 및 부식 (㎡/개소)	
거더내부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
거더외부	S1	—	—
	S2	1.20	2
	S3	—	—
	S4	0.10	2
합계		1.30	4

			
손상현황	• S2-G1 거더외부 도장박리(0.1m×0.5m×2EA)	손상현황	• 거더내부 상태양호
원 인	• 외부충격, 시공미흡	원 인	—
조치방안	• 재도장	조치방안	—

【사진 23.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 점검과의 비교 검토결과, 기존손상인 거더외부 도장박리 및 부식, 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 공용기간 증가, 열화, 손상부 습기흡착 등으로 인한 도장박리 손상이 추가로 조사되었다.

【표 23.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더외부	도장박리 및 부식	—	0.10	2	1.30	4	▲ 1.20	신규손상

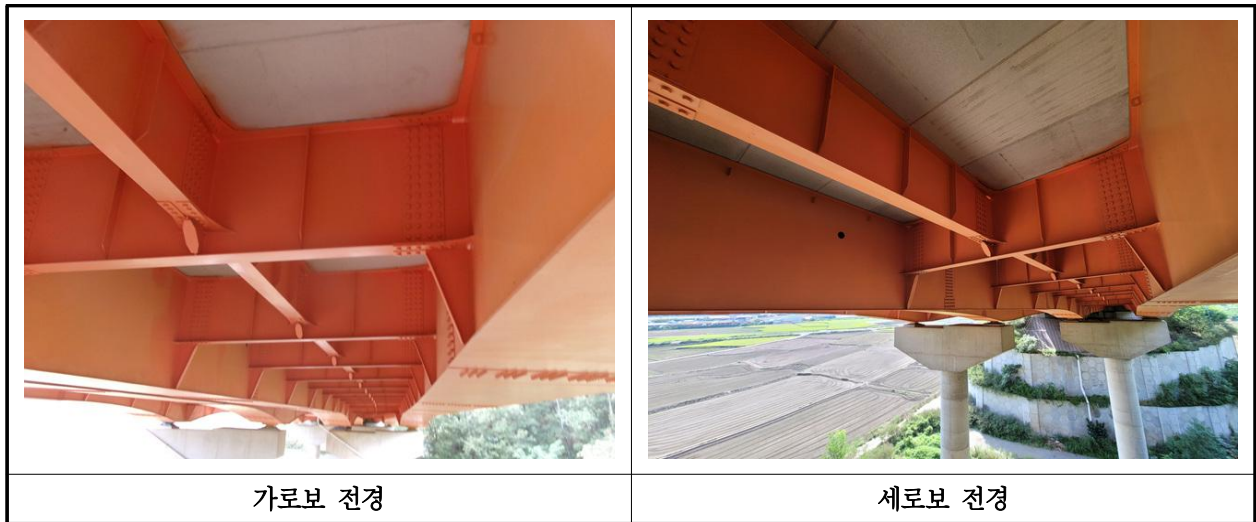
4) 검토의견

- 거더내부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더외부의 현장조사 결과, 도장박리 및 부식의 경우 공용기간 증가, 열화, 외부충격, 시공미흡, 손상부 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 Steel로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.5】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

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

【사진 23.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 점검에서 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 23.3.6】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보 및 세로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

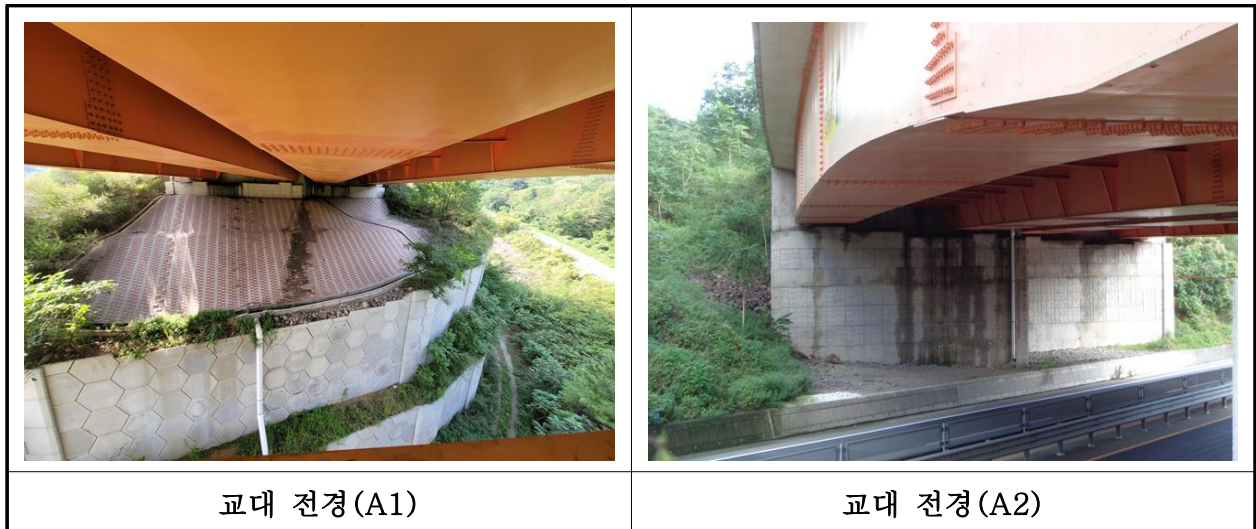
4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 화남교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접, 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었고, 기 손상인 파손은 보수된 것으로 확인되었다.

【표 23.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
A1	5.00	1	—	—
A2	—	—	6.00	1
합계	5.00	1	6.00	1

			
손상현황	• A1 누수흔적(1.0×5.0)	손상현황	• A2 파손(0.2×0.3)-보수-
원 인	• 신축이음하부 누수, 우수유입 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 23.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으며, 기존손상인 파손에 대한 단면보수가 실시되었다.

【표 23.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	누수흔적	m ²	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음
	파손	m ²	0.06	1	-	-	▼ 0.06	보수됨

4) 검토의견

- 교대에서 조사된 누수흔적의 경우 신축이음부 우수유입으로 인한 손상으로 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음부 우수유입과 연계한 표면처리 등의 보수조치가 요구된다. 또한 금회 조사된 폐 콘크리트 퇴적의 경우 시공 후 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 화남교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다.
- 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소점검차 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 파손, 망상균열 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		파손 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	—	—	15.00	5	—	—	12.00	2
P2	14.00	8	—	—	1.09	2	6.00	1
P3	0.50	1	—	—	—	—	—	—
합계	14.50	9	15.00	5	1.09	2	18.00	3

			
손상현황	• P1 균열 (0.3mm이상)	손상현황	• P1 파손 (0.3×0.3) -보수-
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• -
조치방안	• 주입보수	조치방안	• -
			
손상현황	• P2 망상균열 (3.0×2.0)	손상현황	• P2 파손 (0.3×0.3)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부충격, 시공미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• P3 균열 (0.3mm미만) -보수-
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 23.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 망상균열이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 검토되었으며, 금회 정밀안전점검에서 균열(0.3mm미만), 파손 손상에 대한 일부 보수되었고, 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 23.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	16.50	12	14.50	9	▼ 2.00	일부보수
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	5	15.00	5	- -	변동없음
	파손	m ²	1.18	3	1.09	2	▼ 0.09	일부보수
	망상균열	m ²	18.00	3	18.00	3	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하여 부재의 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단되고, 파손의 경우 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며 내구성 및 단면확보 차원의 단면보수 등의 조치가 요구된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 화남교의 기초는 교대 A1~2 직접, 말뚝기초, 교각 P1~3 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

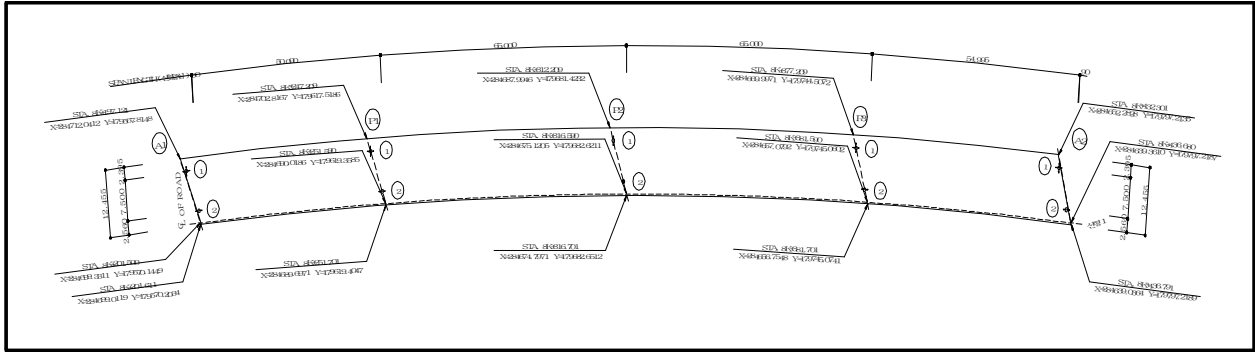
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	—
교각 P4 기초 전경	—

【사진 23.3.12】 기초 전경

아. 교량반침

1) 부재의 개요

- 화남교의 반침은 포트반침으로 총 10개소가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 23.3.1】 교량반침 배치도



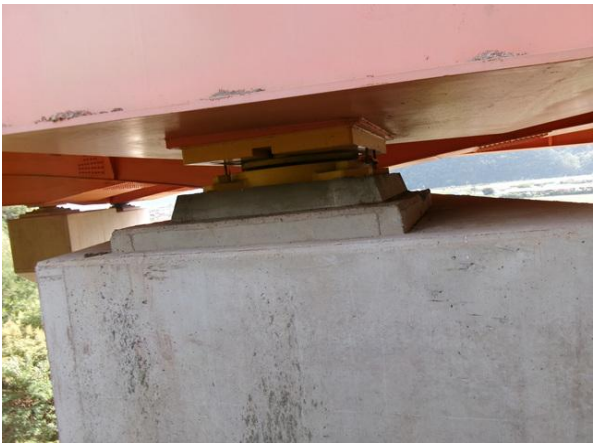
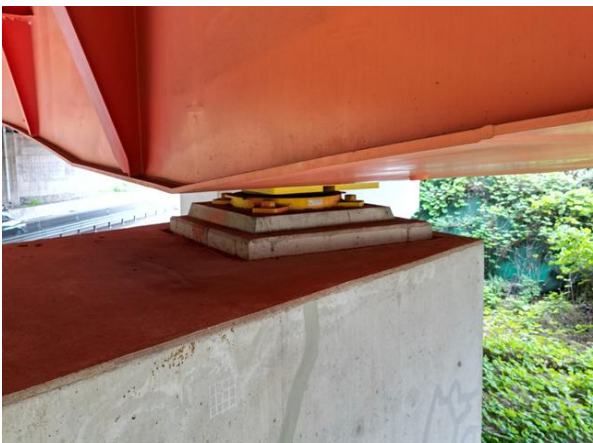
【사진 23.3.13】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량반침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만, 이상), 플레이트 부식, 이동량 표시계 탈락이 조사되었다.

【표 23.3.11】 교량반침 현장조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 균열(0.3mm이상) (m/개소)		플레이트 부식 (EA/개소)		이동량 표시계 탈락 (EA/개소)	
A1	—	—	—	—	1.00	1	2.00	2
P1	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	0.60	3	0.60	3	—	—	—	—
P3	1.20	6	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	1.80	9	0.60	3	1.00	1	2.00	2

			
손상현황	• A1-Sh1 이동량 표시계 탈락(2EA)	손상현황	• A1-Sh2 플레이트 부식(1EA)
원 인	• 시공미흡, 장기공용	원 인	• 장기공용, 습기흡착
조치방안	• 정비	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P2-Sh1 무수축물탈균열(0.3mm이상)	손상현황	• P2-Sh2 무수축물탈균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-Sh2 무수축물탈균열(0.3mm미만)	손상현황	• P3-Sh2 무수축물탈균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.14】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락이 확인되었고, 금회 점검에서 일부 무수축물탈 균열 손상이 정밀 조사로 인한 균열 폭 0.3mm이상으로 변경되었다. 또한 공용기간 증가, 습기흡착, 열화 등에 의한 플레이트 부식이 신규손상으로 추가조사되었다.

【표 23.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

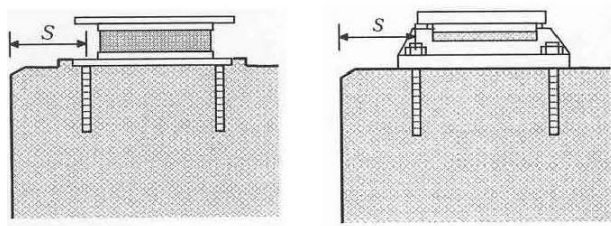
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	2.40	12	1.80	9	▼ 0.60	손상변경
	무수축물탈 균열(0.3mm이상)	m	—	—	0.60	3	▲ 0.60	손상변경
	플레이트 부식	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동 및 기능성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지하고 내구성의 확보하기 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 채도장 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 23.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 23.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200 + 5 \times 55 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=65.0m) : $200 + 5 \times 65 = 525(\text{mm})$

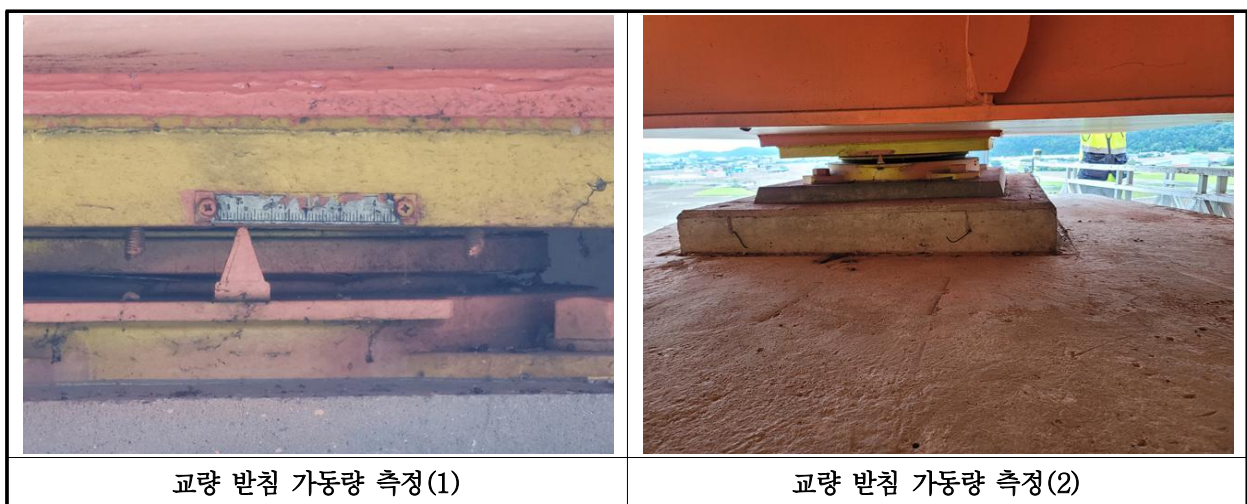
【표 23.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	680	630	O.K
P1	A1측	450	960	920	O.K
	A2측	525	780	790	O.K
P2	A1측	525	915	910	O.K
	A2측	525	940	945	O.K
P3	A1측	525	1,050	890	O.K
	A2측	475	940	890	O.K
A2		475	710	620	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 23.3.16】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 23.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT, ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	35.1	14.9	0.000012	115.0	48.4	20.6	
P1	35.1	14.9	0.000012	65.0	27.4	11.6	
P2	고정단						
P3	35.1	14.9	0.000012	65.0	27.4	11.6	
A2	35.1	14.9	0.000012	120.0	50.5	21.5	
1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2025년 09월 15일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 23.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	45	95	5	48.4	20.63	±50
	SH2	45	95	5			±50
P1	SH1	-10	40	60	27.4	11.6	±50
	SH2	-10	40	60			±50
P2		고정단					
P3	SH1	5	55	45	27.4	11.6	±50
	SH2	5	55	45			±50
A2	SH1	45	95	5	51.1	20.9	±50
	SH2	38	88	12			±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

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차 응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1(No.120), A2(No.120) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



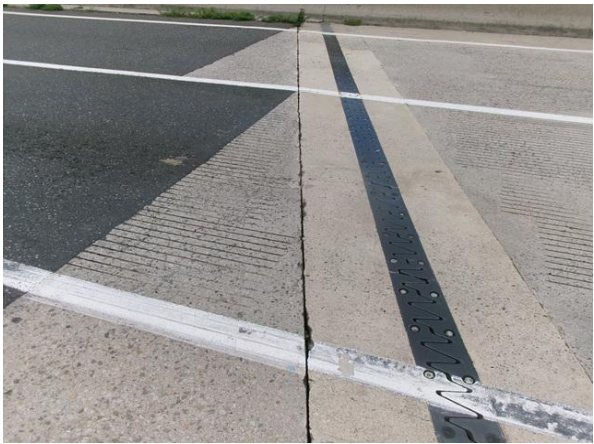
【사진 23.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 본체 후타재 균열, 이물질 퇴적, 차수판 앵커탈락, 후타재 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		이물질 퇴적 (m/개소)		차수판 앵커탈락 (개소/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	4.00	20	3.00	1	—	—	—	—
A2 (EXP J2)	2.00	10	—	—	4.00	4	0.17	7
합계	6.00	30	3.00	1	4.00	4	0.17	7

			
손상현황	• A1 후타재 균열	손상현황	• A1 후타재 파손(0.1×7.0)
원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화	원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A1 이물질 퇴적(L=3.0m)	손상현황	• A2 차수판앵커탈락(2EA)
원 인	• 공용기간증가, 우수유입	원 인	• 시공미흡, 공용기간증가
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A2 후타재 균열	손상현황	• A2 후타재 파손(0.1×1.0)
원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화	원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 23.3.18】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 후타재 균열, 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락, 후타재 파손이 확인되었고, 발생한 손상의 진전은 미미한 상태이며, 금회 점검에서 공용기간 증가, 외부충격, 표면열화, 차량운하중 등에 의한 차수판 앵커탈락, 후타재 파손이 신규 조사되었다.

【표 23.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	6.00	30	6.00	30	— —	변동없음
	이물질 퇴적	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	차수판 앵커탈락	EA	1.00	1	4.00	4	▲ 3.00	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.11	1	0.17	7	▲ 0.06	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 건조수축, 차량 통행하중 및 충격, 장기공용 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 일괄 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 조사된 이물질 퇴적의 경우 비산먼지 퇴적, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로, 신축이음의 원활한 거동을 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 차수판 앵커탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 장기공용, 표면열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전을 방지하고 내구성을 확보하기 위한 단면보수 등의 보수가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(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 : 2025. 09. 15. 기온 적용: 25.1℃(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 25.1^{\circ}\text{C} = 14.9^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-10.0^{\circ}\text{C} - (25.1^{\circ}\text{C}) = 35.1^{\circ}\text{C}$ 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 23.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (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	35.1	14.9	0.000012	115.0	48.4	20.6	10	60	87	
A2	35.1	14.9	0.000012	120.0	50.5	21.5	12	60	75	
1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2025년 09월 15일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)										

【표 23.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	48.4	20.6	10.0	120	50.6	0.4	OK	OK
	바닥판	48.4	20.6	60.0	—	—	54.4	—	OK
	거더	48.4	20.6	87.0	—	—	43.4	—	OK
P6	신축이음	50.5	21.5	12.0	120	47.5	0.5	OK	OK
	바닥판	50.5	21.5	60.0	—	—	28.5	—	OK
	거더	50.5	21.5	75.0	—	—	38.5	—	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장의 현장조사 결과, 포장부 망상균열, 포장 균열, 포장 파손, 보수부 이격, 접속부 파손, 접속부 이격 등의 손상이 발생하였다.

【표 23.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	망상균열 (m²/개소)		포장 균열 (m/개소)		포장 파손 (m²/개소)		보수부 이격 (m/개소)		접속부 파손 (m²/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	21.00	1	—	—	—	—	—	—	0.40	1	7.00	1
S2	—	—	4.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	350.00	1	—	—	—	—	1.50	1	—	—	—	—
S4	350.00	1	—	—	0.09	1	—	—	—	—	—	—
합계	721.00	3	4.00	2	0.09	1	1.50	1	0.40	1	7.00	1

			
손상현황	• S1 접속부 파손(2.0×0.2)	손상현황	• S2 포장 균열(L=2.0m)
원 인	• 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 아스콘팻칭	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 포장 망상균열(50.0m×7.0m)	손상현황	• S4 포장 보수부 이격(L=1.5m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 시공미흡, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 아스콘팻칭
			
손상현황	• S3 포장 파손(0.3×0.3)	손상현황	• S4 포장 망상균열(50.0m×7.0m)
원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 시공미흡	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 아스콘팻칭	조치방안	• 주의관찰

【사진 23.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 포장 망상균열, 포장 균열, 포장 파손, 접속부 파손, 접속부 이격이 조사되었고, 금회 점검에서 기존손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었으며. 포장 파손에 대한 일부 보수가 실시되었다. 또한 반복통행 운한중, 외부 충격, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 포장 균열, 포장 파손, 보수부 이격이 추가로 조사되었다.

【표 23.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 망상균열	m ²	721.00	3	721.00	3	— —	변동없음
	포장 균열	m	2.00	1	4.00	2	▲ 2.00	신규손상
	포장 파손	m ²	0.68	4	0.09	1	▲ 0.59	신규손상
	보수부 이격	m	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	접속부 파손	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	접속부 이격	m	7.00	1	7.00	1	— —	변동없음

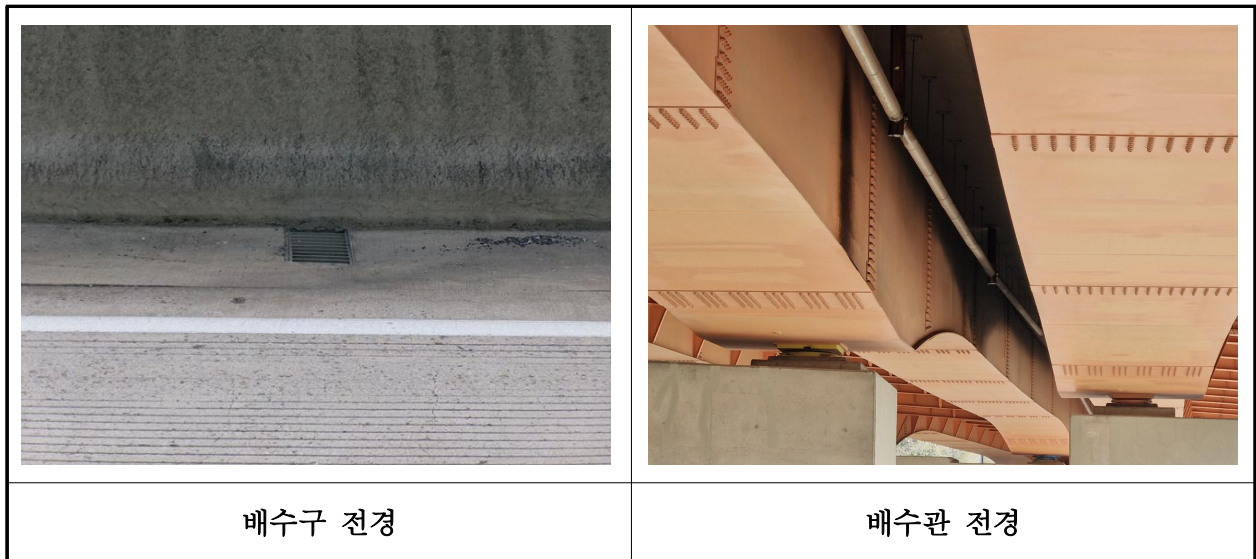
4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 포장 망상균열, 균열은 온도변화, 급격한 수화반응, 반복적인 차량통행 운하중 및 충격하중, 진동 등 복합적인 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 향후 손상의 진전 및 추가 손상 발생시 전면 재포장 등과 같은 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 포장 파손, 접속부 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 주행자의 원활하고 안정적인 주행성 확보하기 위한 아스콘 팻칭 등의 보수가 요구된다.
- 조사된 접속부 이격의 경우 초기 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.
- 조사된 보수부 이격의 경우 보수미흡에 의한 손상으로 추정되며, 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 아스콘 팻칭 보수가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 화남교의 배수시설은 중단구배 (+)2.8026%, 횡단구배 (-)4.000%~(+)4.000%로 물흐름에 의거하여 교면포장의 좌측(A1기준)에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.



【사진 23.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 배수구 상태양호	손상현황	• 배수관 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 23.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 점검에서 신규손상은 확인되지 않았다.

【표 23.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 배수시설은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물 퇴적 등의 원인으로 이물질 퇴적, 배수구 및 배수관 막힘 등으로 인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽 및 중앙분리대

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중앙분리대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 균열부백태, 방호벽 굽힘이 확인되었다.

【표 23.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		굽힘 (㎡/개소)	
S1	7.00	7	—	—	1.40	1	0.06	1
S2	8.00	8	—	—	0.20	1	—	—
S3	6.00	6	10.00	1	0.20	1	—	—
S4	—	—	50.00	1	—	—	—	—
합계	21.00	21	60.00	2	1.80	3	0.06	1

			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3×0.2)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 차량충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 방호벽 균열부백태(0.2×1.0)	손상현황	• S3 방호벽 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S3 방호벽 균열부백태(0.2×1.0)	손상현황	• S4 방호벽 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수

【사진 23.3.25】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 조사되었고, 일부 균열부백태 손상의 경우 균열(0.3mm이상)으로 손상명이 변경되었으며, 금회 점검에서 건조수축, 거푸집 조기탈거, 반복통행 윤하중, 외부충격 등에 의한 균열(0.3mm이상), 굽힘 등의 손상이 신규로 조사되었다.

【표 23.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	22.00	22	21.00	21	▼ 1.00	기존오기
	균열(0.3mm이상)	m ²	—	—	60.00	2	▲ 60.00	신규손상
	균열부백태	m ²	3.80	4	1.80	3	▼ 2.00	손상변경
	굽힘	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 균열부 백태의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형, 반복통행 윤하중, 균열부 우수유입 등 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 굽힘의 경우 차량 충돌 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 화남교 상주방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.



【사진 23.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검계단 조사 시 콘크리트 상태, 침하 여부 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
손상현황	• 교대 점검계단 상태양호
원 인	—
조치방안	—

【사진 23.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 23.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

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.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 23.3.28】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 화남교는 S4 하부에 국도28호선 도로를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

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

	
배수관 고정상태 양호	
	
신축이음 상태양호	
	
교면포장 상태양호	배수구 상태양호

【사진 23.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

23.3.3 영천방향 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 화남교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=235.0m 폭 12.1m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차 및 드론을 이용한 근접조사를 실시하였다.



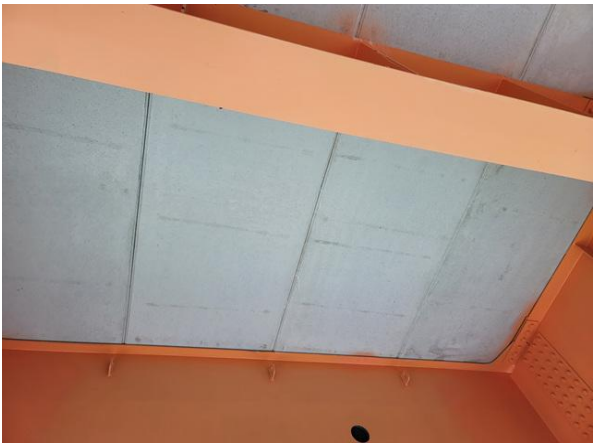
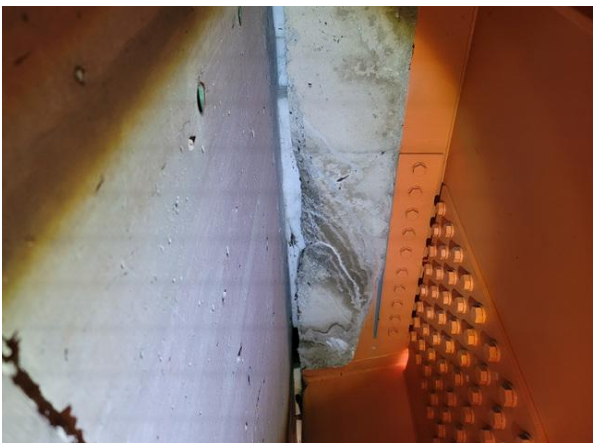
【사진 23.3.29】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 백태가 조사되었다.

【표 23.3.29】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	0.08	1
S2	9.00	6	4.50	7	—	—	—	—
S3	—	—	2.15	5	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	0.45	1	—	—
합계	9.00	6	6.65	12	0.45	1	0.08	1

			
손상현황	• S1 파손(0.2m×0.4m)	손상현황	• S2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 시공미흡, 물리적 충격 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 백태(0.3×2.5)	손상현황	• S3 백태(0.2×2.5)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 박락(1.5×0.3)	손상현황	• S4 박락(1.5×0.3)
원 인	• 시공미흡, 마감미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 마감미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 23.3.30】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판하면에서 기존손상인 백태가 조사되었고, 기존손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었으며, 금회 점검에서 건조수축, 거푸집 조기탈거, 손상부 습기흡착, 다짐미흡, 외부충격 등으로 인한 균열(0.3mm미만), 백태, 박락, 파손이 신규 조사되었다.

【표 23.3.30】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	—	—	9.00	6	▲ 9.00	신규손상
	백태	m ²	0.15	1	6.65	12	▲ 6.50	신규손상
	박락	m ²	—	—	0.45	1	▲ 0.45	신규손상
	파손	m ²	—	—	0.08	1	▲ 0.08	신규손상

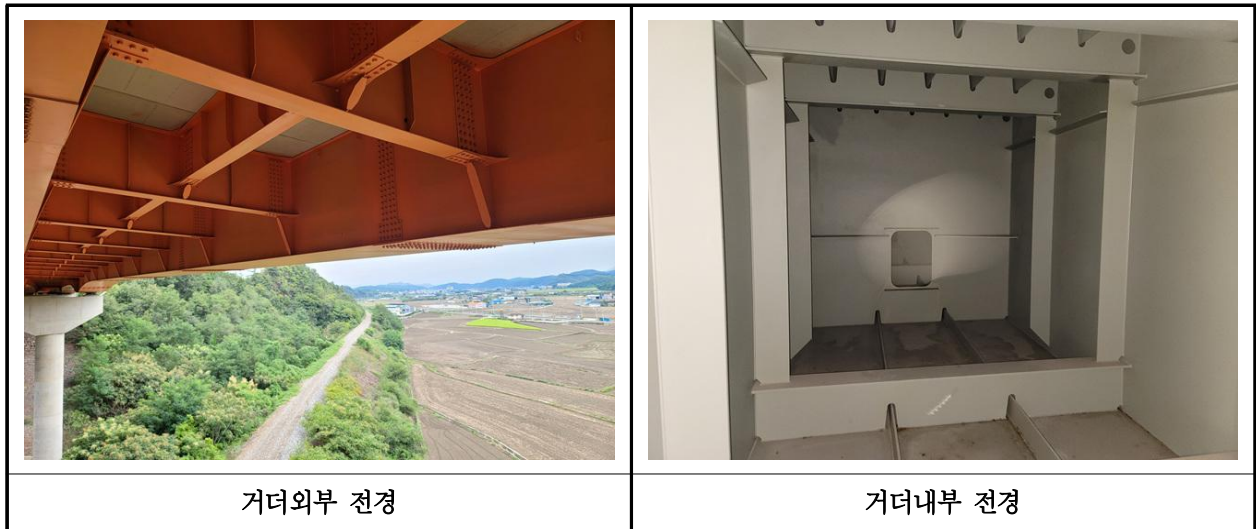
4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 추정되며, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 백태의 경우 기후변화, 손상부 습기흡착 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 박락, 파손은 시공시 전처리 미흡, 다짐미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차 및 드론을 이용하여 외관 조사를 실시하였다



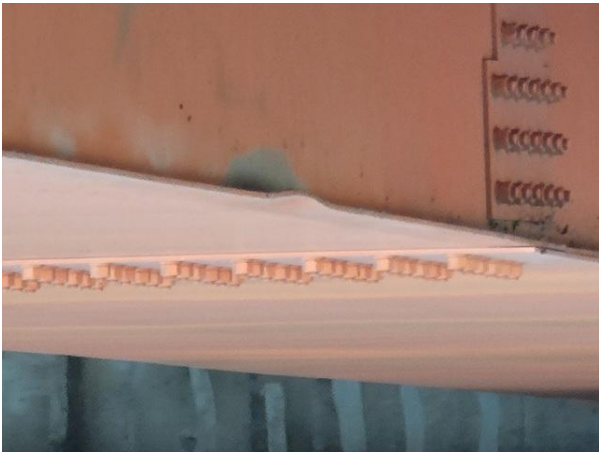
【사진 23.3.31】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 거더외부에서 하부플랜지 변형이 조사되었다.

【표 23.3.31】 거더 현장조사 결과

구분		변형 (m/개소)	
거더내부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
거더외부	S1	0.80	2
	S2	—	—
	S3	0.30	1
	S4	—	—
합계		1.20	3

			
손상현황	• S1-G1 거더외부 하부플랜지 변형	손상현황	• S1-G1 거더외부 하부플랜지 변형
원 인	• 외부충격, 시공미흡	원 인	• 외부충격, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 23.3.32】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더에서 조사된 기존손상인 거더외부 변형이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상을 조사되지 않았다. 또한 거더내부의 경우 기존손상 및 신규손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 23.3.32】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더외부	변형	m	0.80	1	0.80	1	— —	—

4) 검토의견

- 거더에서 발생한 거더외부 변형의 경우, 시공시 거더 이동시 외부충격 등에 의한 손상으로 하부플랜지에 발생하였고, 부재의 기능성 및 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 Steel로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.33】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 국부적인 부식이 확인되었다.

【표 23.3.33】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	부식 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	10.00	2
S4	—	—
합계	10.00	2

			
손상현황	• S3 가로보 부식(L=5.0m)	손상현황	• 세로보 상태양호
원 인	• 장기공용, 습기흡착	원 인	• -
조치방안	• 재도장	조치방안	• -

【사진 23.3.34】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 상태로 확인되었으나, 금회 조사시 가로보에 도장미흡부 습기흡착에 의한 부식 손상이 신규 조사되었다.

【표 23.3.34】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	부식	m	-	-	10.00	2	▲ 10.00	신규손상
세로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

4) 검토의견

- 가로보에서 조사된 부식의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 세로보의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 화남교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접, 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.35】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 누수흔적, 백태, 망상균열, 철근노출이 조사되었다.

【표 23.3.35】 교대 현장조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)	
A1	10.00	1	1.00	1	28.00	2	—	—
A2	—	—	0.02	1	—	—	0.04	2
합계	10.00	1	1.02	2	28.00	2	0.04	2

			
손상현황	• A1 백태(1.0×1.0)	손상현황	• A1 망상균열(8.0×2.0)
원 인	• 신축이음 하부 누수, 우수유입	원 인	• 건조수축, 보수미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 백태(0.1×0.2)	손상현황	• A2 백태(0.1×0.2)-부분보수-
원 인	• 신축이음 하부 누수, 우수유입	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -
			
손상현황	• A2 철근노출(0.1×0.2)	손상현황	• A2 철근노출(0.1×0.2)
원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 23.3.36】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 누수흔적, 백태가 조사되었고, 금회 점검시 기존손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 또한 백태 손상에 대한 일부 보수가 실시되었으며, 건조수축, 온도변화, 열화, 손상부 우수유입 등에 의한 망상균열, 철근노출, 백태 손상이 신규손상으로 조사되었다.

【표 23.3.36】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.24	12	1.02	2	▲ 0.78	일부보수 신규손상
	망상균열	m ²	—	—	28.00	2	▲ 28.00	신규손상
	철근노출	m ²	—	—	0.04	2	▲ 0.04	신규손상

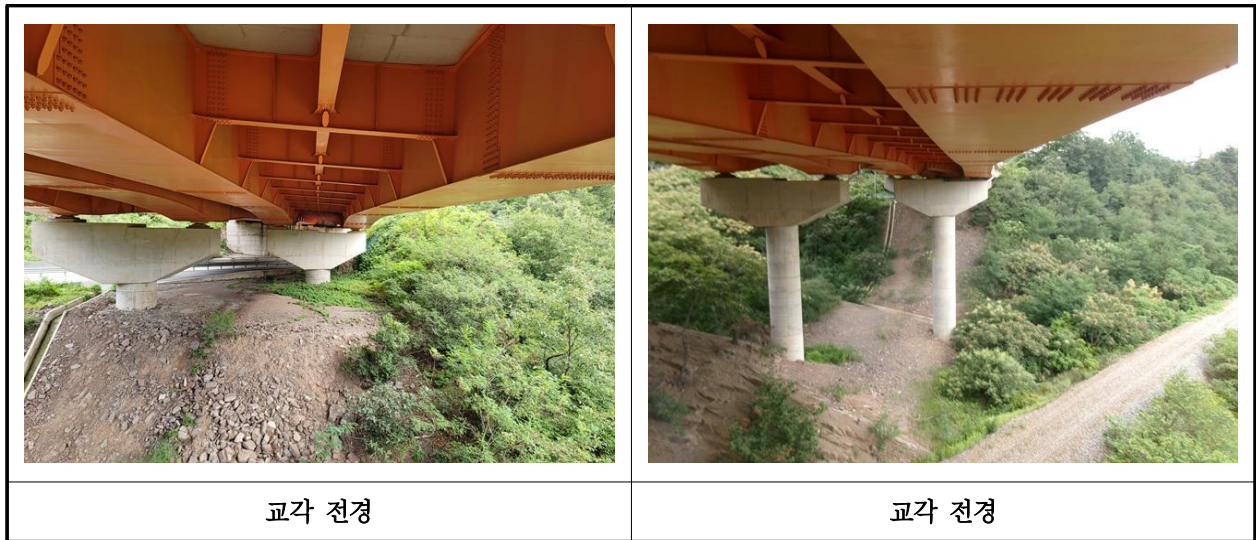
4) 검토의견

- 교대에서 조사된 백태, 누수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입 및 습기흡착 등이 원인인 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 표면처리 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로 우수유입 및 습기흡착으로 인한 균열부백태 등의 손상진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다.
- 조사된 철근노출의 경우 다짐미흡부 우수유입, 습기흡착, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 지속적인 우수유입 및 습기흡착으로 인한 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 단면보수(방청) 등의 보수조치가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 화남교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어 있다.
- 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소점검차 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.37】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태, 층분리, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.37】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		층분리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—	4.00	1	0.15	2	1.00	1	0.02	1
P2	3.00	6	1.00	1	1.00	1	—	—	—	—	—	—
P3	0.50	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	3.50	7	1.00	1	5.00	2	0.15	2	1.00	1	0.02	1

			
손상현황	• P1 망상균열(2.0×2.0)	손상현황	• P1 층분리 (1.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P2 균열(0.3mm이상)	손상현황	• P2 망상균열(1.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 백태(0.1×1.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.38】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 조사된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열, 백태, 층분리 등의 손상이 확인되었고, 기존 손상의 진전은 미미한 것으로 검토되었으며, 금회 점검에서 외부충격으로 인한 파손이 신규로 조사되었다. 또한 기존 균열, 망상균열에 대한 일부 보수가 실시되었다.

【표 23.3.38】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	3.50	7	▼ 3.00	일부보수
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	망상균열	m ²	7.25	3	5.00	2	▼ 2.25	일부보수
	백태	m ²	0.15	2	0.15	2	- -	변동없음
	층분리	m ²	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	파손	m ²	-	-	0.02	1	▲ 0.02	신규손상

4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 조사된 백태는 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수, 습기흡착 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 조사된 층분리 및 파손, 재료분리의 경우 시공시 외부충격, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 화남교의 기초는 교대 A1~2 직접, 말뚝기초, 교각 P1~3 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

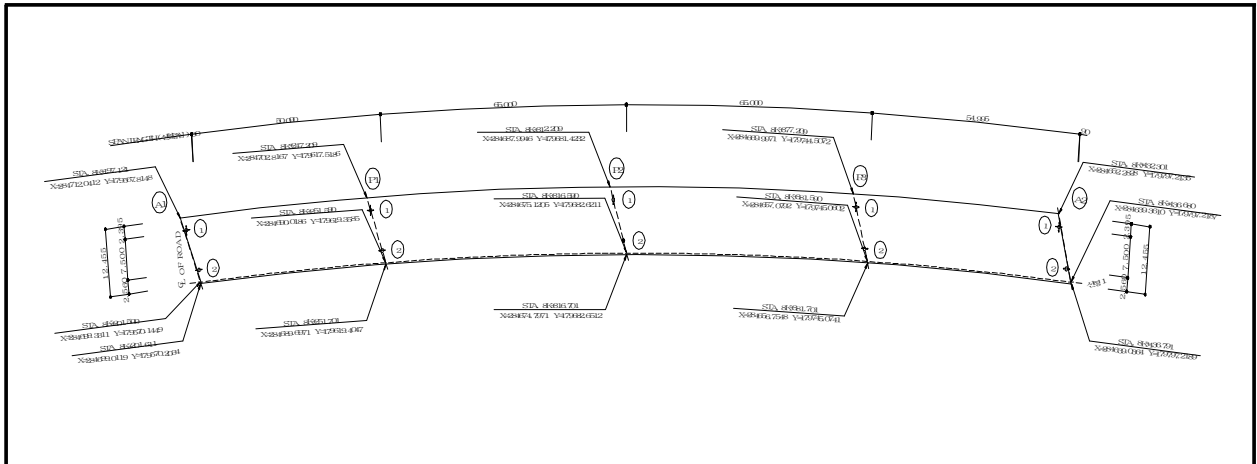
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	—
교각 P4 기초 전경	—

【사진 23.3.39】 기초 전경

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 화남교의 반침은 포트반침으로 총 10개소가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 23.3.3】 교량반침 배치도



【사진 23.3.40】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량반침에 대한 현장조사 결과, 무수축물탈 및 반침콘크리트 (균열0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락이 국부적으로 조사되었다.

【표 23.3.39】 교량받침 현장조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		이동량 표시계 탈락 (EA/개소)		플레이트 부식 (EA/개소)	
A1	-	-	-	-	2.00	2	2.00	2
P1	1.00	5	0.20	1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	0.20	1	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	1.20	6	0.20	1	2.00	2	2.00	2



손상현황	• A1-Sh1 플레이트 부식(2EA)
원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 재도장



손상현황	• P3-Sh1 무수축물탈균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리



손상현황	• P1-Sh1 반침콘크리트균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리



손상현황	• A1-Sh2 이동량 표시계 탈락(2EA)
원 인	• 시공미흡, 장기공용
조치방안	• 정비

【사진 23.3.41】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락이 조사되었고, 기존손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었으며, 금회 점검에서 도장미흡 부 습기흡착, 열화 등으로 인한 플레이트 부식이 신규 조사되었다.

【표 23.3.40】 교량받침 기 점검 결과 비교

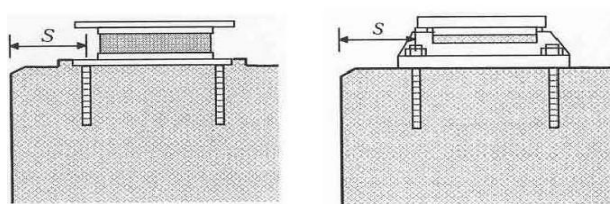
구분	손상 내용	단 위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.20	6	1.20	6	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.20	1	- -	변동없음
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	-	-	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 건조수축, 거푸집 조기 탈거 등에 의한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열 손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리 등의 보수조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 이동량 표시계 탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 23.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 23.3.42】 교량반침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 50 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200+5 \times 55 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=65.0m) : $200+5 \times 65 = 525(\text{mm})$

【표 23.3.41】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	705	615	O.K
P1	A1측	450	990	940	O.K
	A2측	525	990	945	O.K
P2	A1측	525	880	880	O.K
	A2측	525	880	860	O.K
P3	A1측	525	1,050	815	O.K
	A2측	475	920	910	O.K
A2		475	600	565	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 23.3.43】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 23.3.42】 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	35.1	14.9	0.000012	115.0	48.4	20.6	
P1	35.1	14.9	0.000012	65.0	27.4	11.6	
P2	고정단						
P3	35.1	14.9	0.000012	65.0	27.4	11.6	
A2	35.1	14.9	0.000012	120.0	50.5	21.5	
1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2025년 09월 15일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 23.3.43】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	45	95	5	48.4	20.6	±50
	SH2	45	99	9			±50
P1	SH1	10	40	60	27.4	11.6	±50
	SH2	10	40	60			±50
P2	고정단						
P3	SH1	5	55	45	27.4	11.6	±50
	SH2	5	55	45			±50
A2	SH1	38	88	12	50.5	21.5	±50
	SH2	38	88	12			±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, A2에 팽거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.44】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 층 분리, 후타재 파손, 차수판 볼트탈락, 하부누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.44】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		후타재 층분리 (㎡/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		하부누수 (m/개소)	
A1(EXP J1)	2.40	8	—	—	0.02	1	—	—	0.71	2	0.50	1
A2(EXP J2)	—	—	6.00	4	—	—	2.00	2	0.20	2	—	—
합계	2.40	8	6.00	4	0.02	1	2.00	2	0.91	4	0.50	1

손상현황 • A1 후타재 균열 (0.3mm미만)	손상현황 • A1 후타재 층분리 (0.1×0.2)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인 • 차량윤하중, 외부충격 등
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 단면보수
손상현황 • A1 후타재 파손 (0.1×0.7)	손상현황 • A1 하부누수 (L=0.5m)
원 인 • 차량윤하중, 외부충격 등	원 인 • 장기공용, 차량윤하중 등
조치방안 • 단면보수	조치방안 • 주의관찰
손상현황 • A2 후타재 망상균열 (0.5×3.0)	손상현황 • A2 차수판 볼트탈락 (2EA)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인 • 시공미흡 등
조치방안 • 표면처리	조치방안 • 정비

【사진 23.3.45】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 층분리, 차수판 볼트탈락이 확인되었고, 기존손상의 진전은 미미한 것으로 검토되었으며, 금회 점검에서 표면열화, 중차량반복통행, 공용기간 증가, 열화 등으로 인한 후타재 파손, 하부누수가 신규손상으로 조사되었다.

【표 23.3.45】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	2.40	8	2.40	8	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	6.00	4	— —	변동없음
	후타재 층분리	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	—	—	0.91	4	▲ 0.91	신규손상
	하부누수	m	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음장치에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조사된 후타재 파손, 층분리의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 차수판 앵커탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비 가 요망된다.
- 조사된 하부누수의 경우 주행차량의 윤하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상을 발생시킬 수 있으나 정도가 경미하여 주의관찰 후 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(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 : 2025. 09. 15. 기온 적용: 25.1℃ (일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃ - 25.1℃ = 14.9℃ ΔT(수축시) : -10.0℃ - (25.1℃) = 35.1℃ 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>선팡창계수 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	선팡창계수 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	선팡창계수 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 23.3.46】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.46】 신축이음장치 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창 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	35.1	14.9	0.000012	115.0	49.0	20.0	20	75	64	
A2	35.1	14.9	0.000012	120.0	51.1	20.9	18	50	60	
1) 조사당시 온도 : 25.1℃(조사일 : 2025년 09월 15일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)										

【표 23.3.47】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	48.4	20.6	21.0	120	50.6	0.4	OK	OK
	바닥판	48.4	20.6	75.0	-	-	54.4	-	OK
	거더	48.4	20.6	64.0	-	-	43.4	-	OK
A2	신축이음	50.5	21.5	22.0	120	47.5	0.5	OK	OK
	바닥판	50.5	21.5	50.0	-	-	28.5	-	OK
	거더	50.5	21.5	60.0	-	-	38.5	-	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.1℃(09월 15일)로써 이때 측정유간은 21.0~22.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.47】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 전구간에 포장부 망상균열이 확인되었고, 국부적인 접속부 포장파손, 포장 파손, 접속부 이격이 확인되었다.

【표 23.3.48】 교면포장 현장조사 결과

구분	망상균열 (m²/개소)		접속부 포장 파손 (m²/개소)		포장 파손 (m²/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	400.00	1	5.75	2	—	—	8.00	1
S2	520.00	1	—	—	—	—	—	—
S3	520.00	1	—	—	0.10	1	—	—
S4	52.00	1	—	—	0.85	2	8.00	1
합계	1,492.00	4	5.75	2	0.95	3	16.00	2

			
손상현황	• S1 접속부 포장파손(1.0m×0.5m)	손상현황	• S1 망상균열(50.0m×8.0m)
원 인	• 차량윤하중, 외부충격 등	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S2 망상균열(65.0m×8.0m)	손상현황	• S3 망상균열(65.0m×8.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 포장파손(0.2m×0.5m)	손상현황	• S1 접속부 이격(L=8.0m)
원 인	• 차량윤하중, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 접속부 침하 등
조치방안	• 아스콘팻칭	조치방안	• 주의관찰

【사진 23.3.48】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 접속부 이격이 조사되었고, 기존손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 조사시 망상균열에 대한 일부 보수가 실시되었고, 외부충격, 차량 반복통행 운하등 등으로 인한 접속부 포장파손, 포장파손, 접속부 이격이 신규손상으로 조사되었다.

【표 23.3.49】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	1,960.00	4	1,492.00	4	▲ 468.00	일부보수
	접속부 포장파손	m ²	5.25	1	5.75	2	▲ 0.50	신규손상
	포장파손	m ²	—	—	0.95	3	▲ 0.95	신규손상
	접속부 이격	m	8.00	1	16.00	2	▲ 8.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 차량 반복통행 운하중 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 접속부 갓길측에 조사된 접속도로 파손은 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 단면보수 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 포장 파손의 경우 외부 충격, 차량 운하중 등에 의한 손상으로 내구성 및 주행 차량의 안전성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 화남교의 배수시설은 종단구배 (+)2.8026%, 횡단구배 (-)4.000%~(+)4.000%로 물흐름에 의거하여 교면포장의 우측(A1기준)에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.



【사진 23.3.49】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 23.3.50】 배수시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 배수구 상태양호	손상현황	• 배수관 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 23.3.50】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 점검에서 신규손상은 확인되지 않았다.

【표 23.3.51】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 배수시설의 경우 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

차. 방호벽 및 중앙분리대

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm이상), 보수부 충분리, 파손이 조사되었다.

【표 23.3.52】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm이상) (m/개소)		보수부 충분리 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	2.00	5	—	—
S2	2.00	2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	1.50	1	0.50	1	5.09	3
합계	3.50	3	2.50	6	5.09	3

			
손상현황	• S1 방호벽 보수부 충분리(1.0×0.4)	손상현황	• S2 중분대 이격(L=65.0m)-보수-
원 인	• 시공미흡, 장기공용 등	원 인	• -
조치방안	• 단면보수	조치방안	• -
			
손상현황	• S2 방호벽 균열(0.3mm이상)	손상현황	• S2 방호벽 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등	원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S4 방호벽 중분대 균열(0.3mm이상)	손상현황	• S4 중분대 보수부 충분리(0.5×1.0)
원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 단면보수

【사진 23.3.52】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 조사된 균열(0.3mm이상), 파손 및 보수부 충분리가 조사되었고, 기존손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 또한 금회 점검에서 온도변화, 거푸집 조기탈거, 보수미흡 등으로 인한 균열(0.3mm이상), 보수부 충분리 등의 손상이 추가로 조사되었으며, 균열(0.3mm미만) 손상이 정밀조사로 인하여 균열(0.3mm이상)으로 변경되었고, 충분대 이격에 대한 보수가 실시되었다.

【표 23.3.53】 방호벽 및 충분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	—	—	▼ 1.00	손상변경
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	3.50	3	▲ 2.00	신규손상
	보수부 충분리	m ²	0.50	1	2.50	6	▲ 2.00	신규손상
	파손	m ²	5.09	2	5.09	2	— —	변동없음
	충분대 이격	m	245.00	3	—	—	▼ 245.00	보수됨

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 조기탈거 등 복합적 원인에 의한 손상으로 주입보수 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 보수부 충분리, 파손의 경우 보수미흡, 다짐미흡, 접속부 침하, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 화남교 영천방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.



【사진 23.3.53】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검계단 조사 시 콘크리트 상태, 침하 여부 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 23.3.54】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
손상현황	• 교대 점검계단 상태양호
원 인	—
조치방안	—

【사진 23.3.54】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 23.3.55】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 교량 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.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 23.3.56】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 화남교는 S4 하부에 국도28호선 도로를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

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

배수관 고정상태 양호	
신축이음 상태양호	
교면포장 상태양호	배수구 상태양호

【사진 23.3.55】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

23.3.4 화재지점 조사

가. 교면포장

1) 부재의 개요

- 2025년 11월 17일 화남교 상주방향 교면포장에 유조차의 추돌 및 화재 사고가 발생하였으며, 화재는 2시간 이상 지속되었고 이에 따른 영향 조사를 실시하였다.
- 상세 내용은 부록의 긴급점검 보고서의 내용에 수록하였다.

	
사고 전 교면포장 전경	사고 전 교면포장 전경
	
사고 후 교면포장 전경(상주방향)	사고 후 교면포장 전경(영천방향)

【사진 23.3.56】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 사고 후 교량의 현장조사 결과, 교면포장 재포장 및 세척 필요, 방호벽 충분대 단면보수 및 표면처리 필요, 난간 및 낙하 방지망 교체 필요, 방호벽 파손 등의 손상이 발생하였다.

【표 23.3.57】 화재지점 현장조사 결과(상주방향)

구분	교면포장 재포장 필요 (㎡/개소)		교면포장 세척필요 (㎡/개소)		충분대 단면보수 필요 (㎡/개소)		충분대 표면처리 필요 (㎡/개소)		난간 교체 필요 (m/개소)		낙하물 방지망 교체 필요 (m/개소)	
S1	600.00	1	—	—	75.00	1	—	—	50.00	1	66.00	1
S2	780.00	1	—	—	97.50	1	—	—	65.00	1	—	—
S3	—	—	780.00	1	—	—	97.50	1	65.00	1	—	—
S4	—	—	660.00	1	—	—	82.50	1	55.00	1	46.00	1
합계	1,380.00	2	1,440.00	2	172.50	2	180.00	2	235.00	4	112.00	2

【표 23.3.58】 화재지점 현장조사 결과(영천방향)

구분	교면포장 세척필요 (㎡/개소)		충분대 단면보수 필요 (㎡/개소)		충분대 표면처리 필요 (㎡/개소)		난간 교체 필요 (m/개소)		낙하물 방지망 교체 필요 (m/개소)		방호벽 파손 (㎡/개소)	
S1	600.00	1	75.00	1	—	—	50.00	1	66.00	1	—	—
S2	780.00	1	97.50	1	—	—	65.00	1	—	—	10.00	1
S3	780.00	1	—	—	97.50	1	65.00	1	—	—	2.00	1
S4	660.00	1	—	—	82.50	1	55.00	1	46.00	1	1.00	1
합계	2,820.00	4	172.50	2	180.00	2	235.00	4	112.00	2	13.00	3

			
손상현황	• S2 교면포장 그을림 (50.0×10.0)	손상현황	• S2 교면포장 그을림 (50.0×10.0)
조치방안	• 재포장	조치방안	• 재포장
			
손상현황	• S2 방호벽 그을림 (50.0m×1.0m)	손상현황	• S2 방호벽 그을림 (50.0m×1.0m)
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 방호벽 파손 및 난간 파손 (5.0×0.5)	손상현황	• S4 방호벽 파손 및 난간 파손 (5.0×0.5)
조치방안	• 난간재설치	조치방안	• 난간재설치

【사진 23.3.57】 화재지점 사고 후 손상현황

3) 검토의견

- 사고 이후 교면포장은 유조차 추돌 후 전도된 유조차의 화재로 인해 발생한 그을림이 발생하였으며, 교면포장으로서의 기능을 상실한 것으로 확인되어 상주방향 S1~2 구간에 재포장, 상주방향 S3~4, 영천방향 S1~4 구간에 청소 보수가 요망된다.
- 조사된 방호벽 파손, 난간 교체 필요, 낙하물 방지망 교체 필요의 경우 차량 충돌 및 화재로 인해 발생한 손상으로 부재의 기능성의 회복하고, 부재의 단면을 확보하기 위한 보수조치가 필요하다.
- 조사된 중분대 단면보수, 표면처리 필요의 경우 화재 이후 중앙분리대 측에 비파괴 시험을 시행하여 S1~2 구간에 콘크리트 강도저하가 발생한 것으로 검토되어 중앙분리대의 기능을 회복하기 위한 단면보수 및 표면처리 등의 보수조치가 필요하다.
- 금회 화재사고로 인한 현장조사 및 시험, 이상유무의 상세한 보고서는 부록 긴급안전점검 보고서에 수록하였다.

23.3.5 외관조사 총괄표

【표 23.3.59】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	74.50	55	
	백태	m ²	0.85	3	
거더내부	상태양호	—	—	—	
거더외부	도장박리 및 부식	m ²	1.30	4	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	5.00	1	
	페콘크리트 퇴적	m ²	6.00	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	14.50	9	
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	5	
	파손	m ²	1.09	2	
	망상균열	m ²	18.00	3	
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	1.80	9	
	무수축물탈균열(0.3mm이상)	m	0.60	3	
	플레이트 부식	EA	1.00	1	
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	
신축이음	후타재균열	m	6.00	30	
	이물질퇴적	m	3.00	1	
	차수판 앵커탈락	EA	4.00	4	
	후타재 파손	m ²	0.17	7	
교면포장	포장 망상균열	m ²	721.00	3	
	포장 균열		4.00	2	
	포장 파손	m	0.09	1	
	보수부 이격	m ²	1.50	1	
	접속부 파손	m ²	0.40	1	
	접속부 이격	m	7.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	21.00	21	
	균열(0.3mm이상)	m ²	60.00	2	
	균열부백태	m ²	1.80	3	
	긁힘	m ²	0.06	1	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 23.3.60】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	9.00	6	
	백태	m ²	6.65	12	
	박락	m ²	0.45	1	
	파손	m ²	0.08	1	
거더내부	상태양호	—	—	—	
거더외부	변형	m	0.80	2	
가로보	부식	m	10.00	2	
세로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	
	백태	m ²	1.02	2	
	망상균열	m ²	28.00	2	
	철근노출	m ²	0.04	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	7	
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	
	망상균열	m ²	5.00	2	
	백태	m ²	0.15	2	
	충분리	m ²	1.00	1	
	파손	m ²	0.02	1	
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	1.20	6	
	반침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	
	플레이트 부식	EA	2.00	2	
신축이음	후타재 균열	m	2.40	8	
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	
	후타재 충분리	m ²	0.02	1	
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	
	후타재 파손	m ²	0.91	4	
	하부누수	m	0.50	1	
교면포장	망상균열	m ²	1,492.00	4	
	접속부 포장파손	m ²	5.75	2	
	포장파손	m ²	0.95	3	
	접속부 이격	m	16.00	2	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열(0.3mm이상)	m	3.50	3	
	보수부 충분리	m ²	2.50	6	
	파손	m ²	5.09	2	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 23.3.61】 사고지점 손상내용 총괄표(상주방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교면포장	재포장 필요	m ²	1,380.00	2	
	세척 필요	m ²	1,440.00	2	
방호벽	중분대 단면보수 필요	m ²	172.50	2	
	중분대 표면처리 필요	m ²	180.00	2	
	난간 교체 필요	m	235.00	4	
	낙하물 방지망 교체 필요	m	112.00	2	

【표 23.3.62】 사고지점 손상내용 총괄표(영천방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
교면포장	세척 필요	m ²	2,820.00	4	
방호벽	중분대 단면보수 필요	m ²	172.50	2	
	중분대 표면처리 필요	m ²	180.00	2	
	난간 교체 필요	m	235.00	4	
	낙하물 방지망 교체 필요	m	112.00	2	
	방호벽 파손	m ²	13.00	3	

23.3.6 전회차 손상물량 비교

【표 23.3.63】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열(0.3mm미만)	m	8.50	11	74.50	55	▲ 66.00	신규추가
	백태	m ²	0.05	1	0.85	3	— 0.80	신규추가
거더외부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더내부	도장박리 및 부식	—	0.10	2	1.30	4	▲ 1.20	신규손상
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	누수흔적	m ²	5.00	1	5.00	1	— —	변동없음
	페콘크리트 퇴적	m ²	6.00	1	6.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	0.06	1	—	—	▼ 0.06	보수됨
교각	균열(0.3mm미만)	m	16.50	12	14.50	9	▼ 2.00	일부보수
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	5	15.00	5	— —	변동없음
	파손	m ²	1.18	3	1.09	2	▼ 0.09	일부보수
	망상균열	m ²	18.00	3	18.00	3	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈락균열(0.3mm미만)	m	2.40	12	1.80	9	▼ 0.60	손상변경
	무수축물탈락균열(0.3mm이상)	m	—	—	0.60	3	▲ 0.60	손상진전
	플레이트 부식	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
신축이음	후타재균열	m	6.00	30	6.00	30	— —	변동없음
	이물질퇴적	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	차수판 앵커탈락	EA	1.00	1	4.00	4	▲ 3.00	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.11	1	0.17	7	▲ 0.06	신규손상
교면포장	포장 망상균열	m ²	721.00	3	721.00	3	— —	변동없음
	포장 균열	m	2.00	1	4.00	2	▲ 2.00	신규손상
	포장 파손	m ²	0.68	4	0.09	1	▲ 0.59	신규손상
	보수부 이격	m	—	—	1.50	1	▲ 1.50	신규손상
	접속부 파손	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	접속부 이격	m	7.00	1	7.00	1	— —	변동없음
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	22.00	22	21.00	21	▼ 1.00	기존오기
	균열(0.3mm이상)	m ²	—	—	60.00	2	▲ 60.00	신규손상
	균열부백태	m ²	3.80	4	1.80	3	▼ 2.00	손상변경
	긁힘	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

【표 23.3.64】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	—	—	9.00	6	▲ 9.00	신규손상
	백태	m ²	0.15	1	6.65	12	▲ 6.50	신규손상
	박락	m ²	—	—	0.45	1	▲ 0.45	신규손상
	파손	m ²	—	—	0.08	1	▲ 0.08	신규손상
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더외부	변형	m	0.80	1	0.80	1	— —	—
가로보	부식	m	—	—	10.00	2	▲ 10.00	신규손상
세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.24	12	1.02	2	▲ 0.78	일부보수 신규손상
	망상균열	m ²	—	—	28.00	2	▲ 28.00	신규손상
	철근노출	m ²	—	—	0.04	2	▲ 0.04	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	3.50	7	▼ 3.00	일부보수
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	7.25	3	5.00	2	▼ 2.25	일부보수
	백태	m ²	0.15	2	0.15	2	— —	변동없음
	충분리	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
교량받침	무수축물갈(균열(0.3mm미만))	m	1.20	6	1.20	6	— —	변동없음
	반침(균열(0.3mm미만))	m	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	2.40	8	2.40	8	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	6.00	4	— —	변동없음
	후타재 충분리	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	—	—	0.91	4	▲ 0.91	신규손상
	하부누수	m	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
교면포장	망상균열	m ²	1,960.00	4	1,492.00	4	▲ 468.00	일부보수
	접속부 포장파손	m ²	5.25	1	5.75	2	▲ 0.50	신규손상
	포장파손	m ²	—	—	0.95	3	▲ 0.95	신규손상
	접속부 이격	m	8.00	1	16.00	2	▲ 8.00	신규손상
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	—	—	▼ 1.00	손상변경
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	3.50	3	▲ 2.00	신규손상
	보수부 충분리	m ²	0.50	1	2.50	6	▲ 2.00	신규손상
	파손	m ²	5.09	2	5.09	2	— —	변동없음
	충분대이격	m	245.00	3	—	—	▼ 245.00	보수됨
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

23.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

23.4.1 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 23.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(상주방향)

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

【표 23.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(영천방향)

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

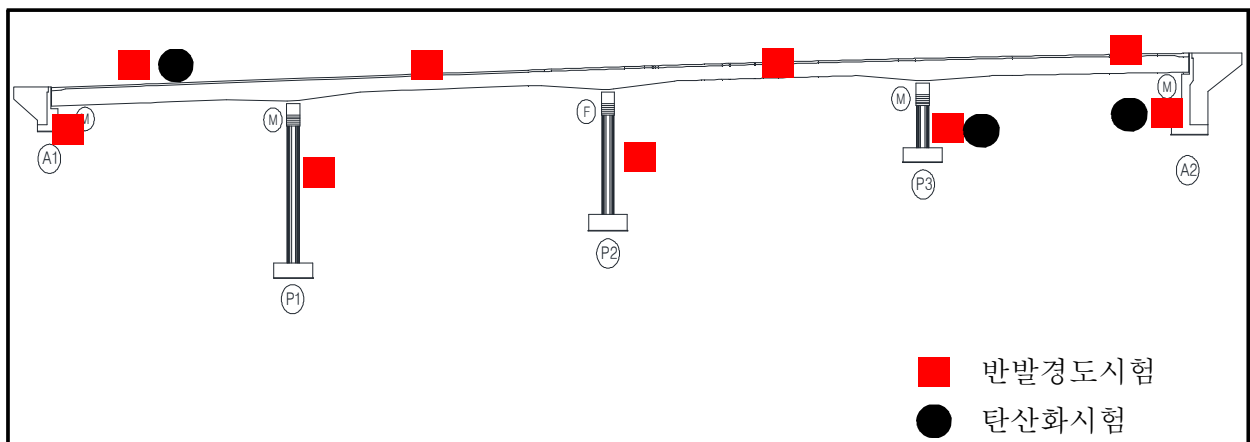
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

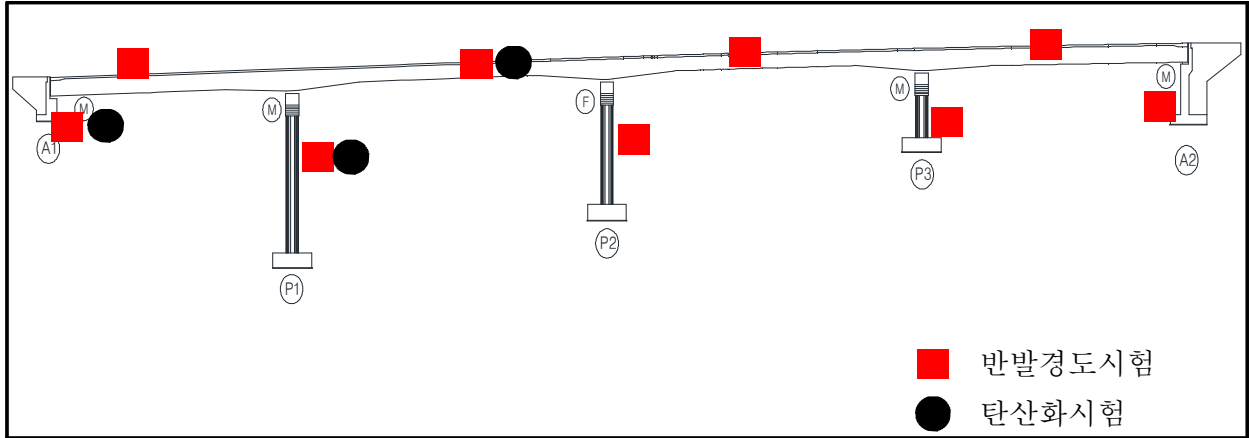


【사진 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 23.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 23.4.2】영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

23.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 20개소)을 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.



【사진 23.4.2】반발경도시험 현장사진

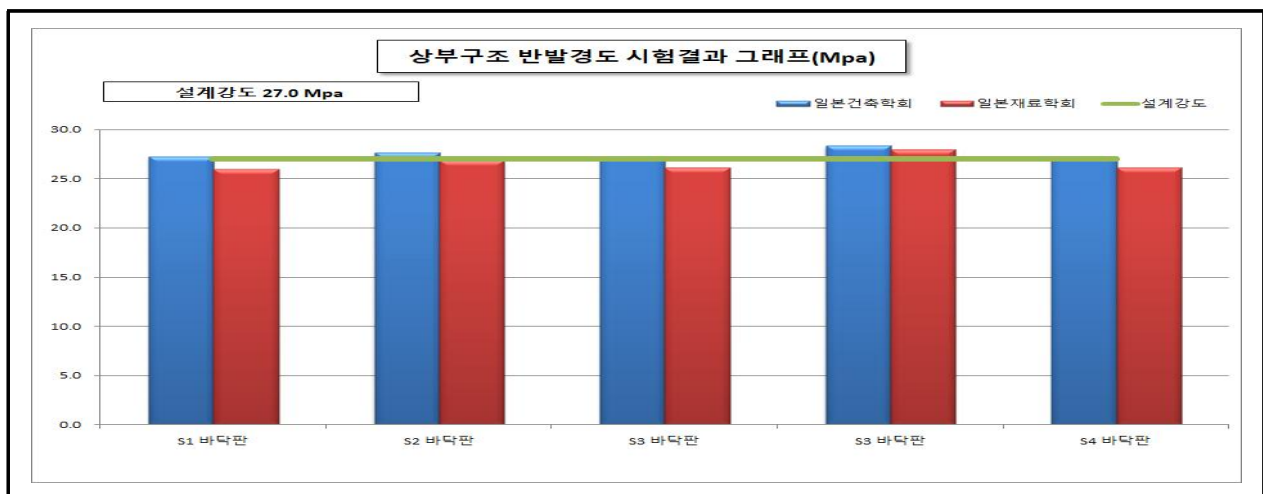
1) 비파괴강도 시험결과(상주방향)

【표 23.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 상주방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	46.7	26.0	27.2	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	47.7	26.8	27.7			건전부
	S3	바닥판	46.8	26.1	27.3			건전부
	S3	바닥판	49.2	28.0	28.3			건전부
	S4	바닥판	46.8	26.1	27.3			건전부
평균			—	26.6	27.6	—	—	
표준편차			—	0.80	0.45	—	—	
변동계수			—	0.030	0.016	—	—	
최대값			—	28.0	28.3	—	—	
최소값			—	26.0	27.2	—	—	

【표 23.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (상주방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.2	~ 28.3	27.0	27.6	100.7 ~ 104.8	



【그림 23.4.2】 상주방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 23.4.5】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대, 상주방향)

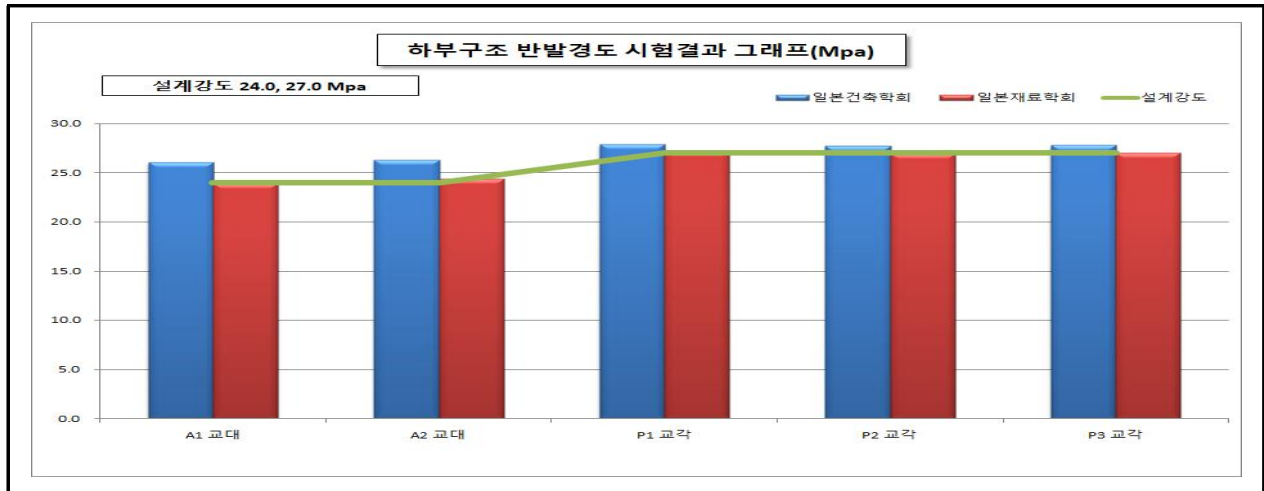
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.1	23.9	26.0	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	44.6	24.3	26.3			건전부
평균			—	24.1	26.2	—	—	
표준편차			—	0.31	0.18	—	—	
변동계수			—	0.013	0.007	—	—	
최대값			—	24.3	26.3	—	—	
최소값			—	23.9	26.0	—	—	

【표 23.4.6】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각, 상주방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	48.1	27.1	27.9	0.63	27.0	건전부
	P2	교각	47.8	26.9	27.7			비건전부
	P3	교각	48.0	27.0	27.8			건전부
평균			—	27.0	27.8	—	—	
표준편차			—	0.08	0.05	—	—	
변동계수			—	0.003	0.002	—	—	
최대값			—	27.1	27.9	—	—	
최소값			—	26.9	27.7	—	—	

【표 23.4.7】하부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (상주방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대	26.0	~ 26.3	24.0	26.2	108.3 ~ 109.6	
교각	27.7	~ 27.9	27.0	27.8	102.6 ~ 103.3	



【그림 23.4.3】 상주방향 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.3MPa, 하부구조(교대) 26.0~26.3MPa, 하부구조(교각) 27.7~27.9MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.4%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 비파괴강도 시험결과(영천방향)

【표 23.4.8】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 영천방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도(MPa)	비고
			반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회			
상부 구조	S1	바닥판	46.2	25.6	27.0	0.63	27.0	건전부
	S1	바닥판	46.8	26.1	27.3			건전부
	S2	바닥판	47.8	26.9	27.7			건전부
	S3	바닥판	50.0	28.6	28.7			건전부
	S4	바닥판	47.7	26.8	27.7			건전부
평균			—	26.8	27.7	—	—	
표준편차			—	1.08	0.61	—	—	
변동계수			—	0.040	0.022	—	—	
최대값			—	28.6	28.7	—	—	
최소값			—	25.6	27.0	—	—	

【표 23.4.9】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (영천방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.0	~ 28.7	27.0	27.7	100.0 ~ 106.3	



【그림 23.4.2】 영천방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 23.4.10】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대, 영천방향)

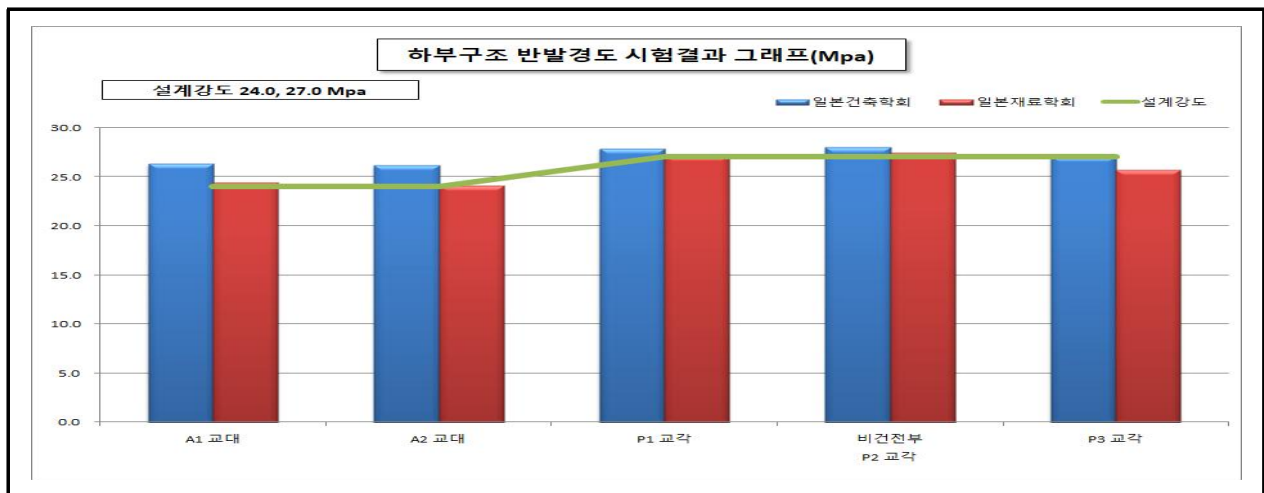
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.8	24.5	26.3	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	44.4	24.1	26.2			건전부
평균			—	24.3	26.3	—	—	
표준편차			—	0.23	0.13	—	—	
변동계수			—	0.009	0.005	—	—	
최대값			—	24.5	26.3	—	—	
최소값			—	24.1	26.2	—	—	

【표 23.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각, 영천방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	48.2	27.2	27.9	0.63	27.0	건전부
	P2	교각	48.5	27.5	28.0			비건전부
	P3	교각	46.4	25.7	27.1			건전부
평균			—	26.8	27.7	—	—	
표준편차			—	0.92	0.52	—	—	
변동계수			—	0.034	0.019	—	—	
최대값			—	27.5	28.0	—	—	
최소값			—	25.7	27.1	—	—	

【표 23.4.12】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (영천방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대	26.0	~ 26.3	24.0	26.1	108.3 ~ 109.6	
교각	27.4	~ 27.5	27.0	27.5	101.5 ~ 101.9	



【그림 23.4.3】 영천방향 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.0~28.7MPa, 하부구조(교대) 26.2~26.3MPa, 하부구조(교각) 27.1~28.0MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 100.6%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

3) 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.13】 상주방향 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.1 ~ 28.5	27.2 ~ 28.3	27.0
	교대	24.3 ~ 26.9	26.0 ~ 26.3	24.0
	교각	27.4 ~ 28.2	27.7 ~ 27.9	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

【표 23.4.14】 영천방향 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.2 ~ 28.5	27.0 ~ 28.7	27.0
	교대	24.5 ~ 26.7	26.0 ~ 26.3	24.0
	교각	27.3 ~ 28.3	27.4 ~ 27.5	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

4) 반발경도 시험보고서

【표 23.4.15】상주방향 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 16. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	화남교(상주방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa,
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	26.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
머린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

【표 23.4.16】영천방향 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 16. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	화남교(영천방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa,
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	26.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 23.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과(상주방향)

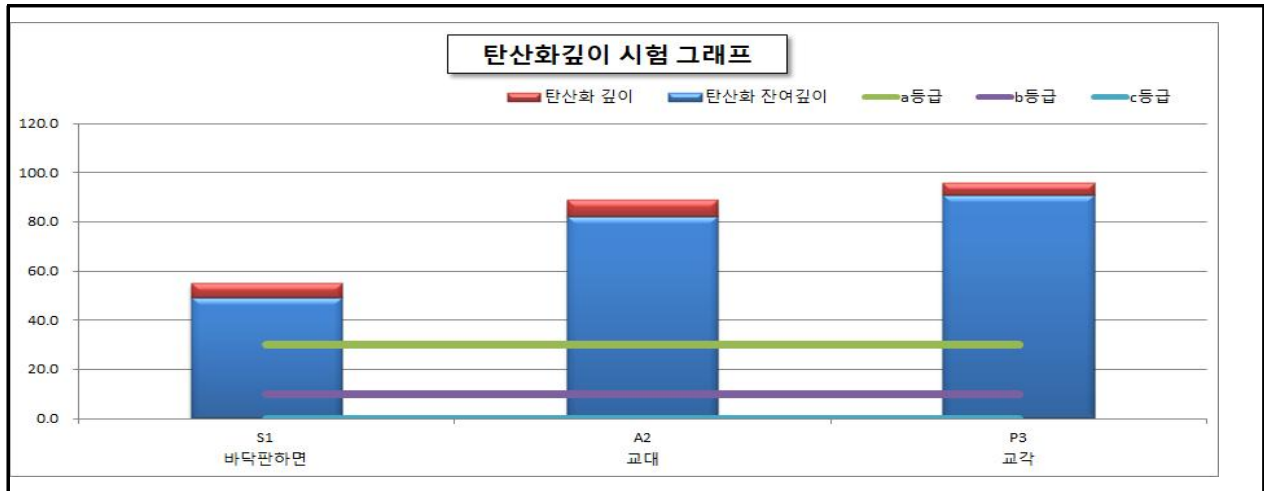
【표 23.4.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (상주방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과연수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판하면	6.0	55.0	49.0	8	2.12	100년 이상	a등급	
하부 구조	A2 교대	7.0	89.0	82.0	8	2.47	100년 이상	a등급	
	P3 교각	5.0	96.0	91.0	8	1.77	100년 이상	a등급	

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

【표 23.4.18】 탄산화 시험결과 분석 (상주방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	6.0	49.0	
하부구조	5.0~7.0	82.0~91.0	



【그림 23.4.4】 상주방향 탄산화 깊이 측정결과

2) 탄산화 깊이 측정결과(영천방향)

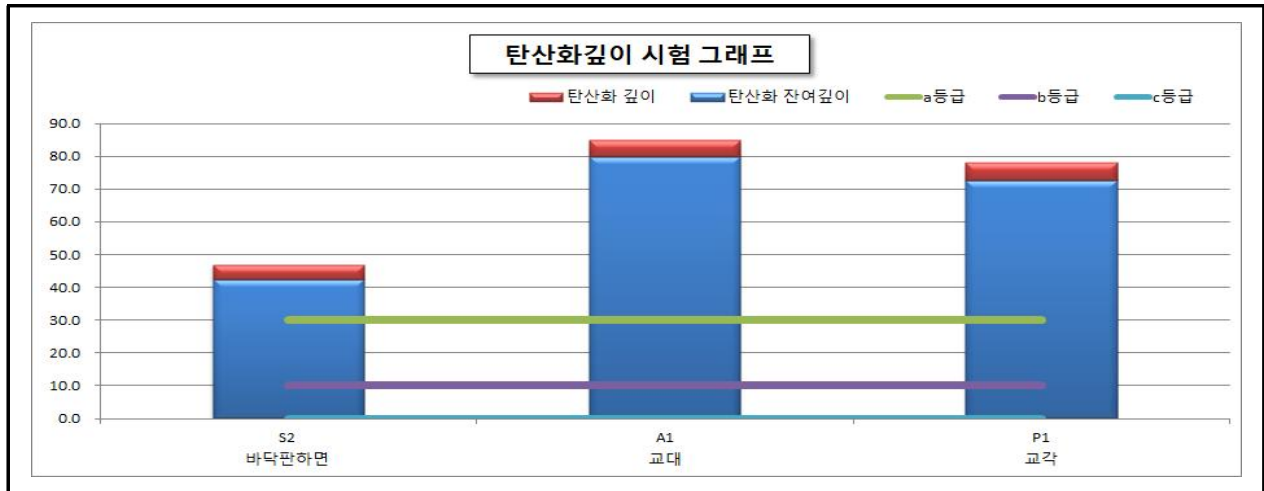
【표 23.4.19】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (영천방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	4.5	47.0	42.5	8	1.59	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	5.0	85.0	80.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
	P1 교각	5.5	78.0	72.5	8	1.94	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 23.4.20】 탄산화 시험결과 분석 (영천방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.5	42.5	
하부구조	5.0~5.5	72.5~80.0	



【그림 23.4.5】 영천방향 탄산화 깊이 측정결과

3) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 23.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1 (상주방향)	
실측 피복두께(mm)	55.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.0
잔여깊이(mm)	49.0
탄산화 속도계수	2.12
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(49)

A (탄산화 속도 계수)

2.12132

(mm/year0.5)

등급 산정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 23.4.21】탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교대 A2 (상주방향)	
실측 피복두께(mm)	89.0
탄산화 진행깊이(mm)	7.0
잔여깊이(mm)	82.0
탄산화 속도계수	2.47
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (82)	2.47487 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

하부구조 - 교각 P3 (상주방향)

실측 피복두께(mm)	96.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	91.0
탄산화 속도계수	1.77
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

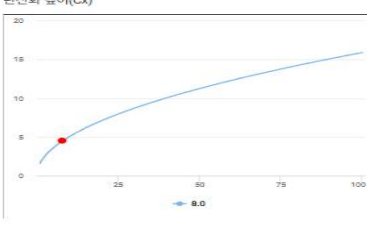
탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (91)	1.76777 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

【표 23.4.21】탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S2 (영천방향)	
실측 피복두께(mm)	47.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.5
잔여깊이(mm)	42.5
탄산화 속도계수	1.59
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

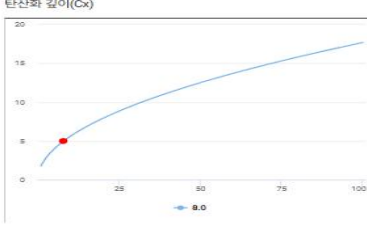
탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준				
a (42.5)	1.59099 (mm/year0.5)	등급	a	b	c	d
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급
		

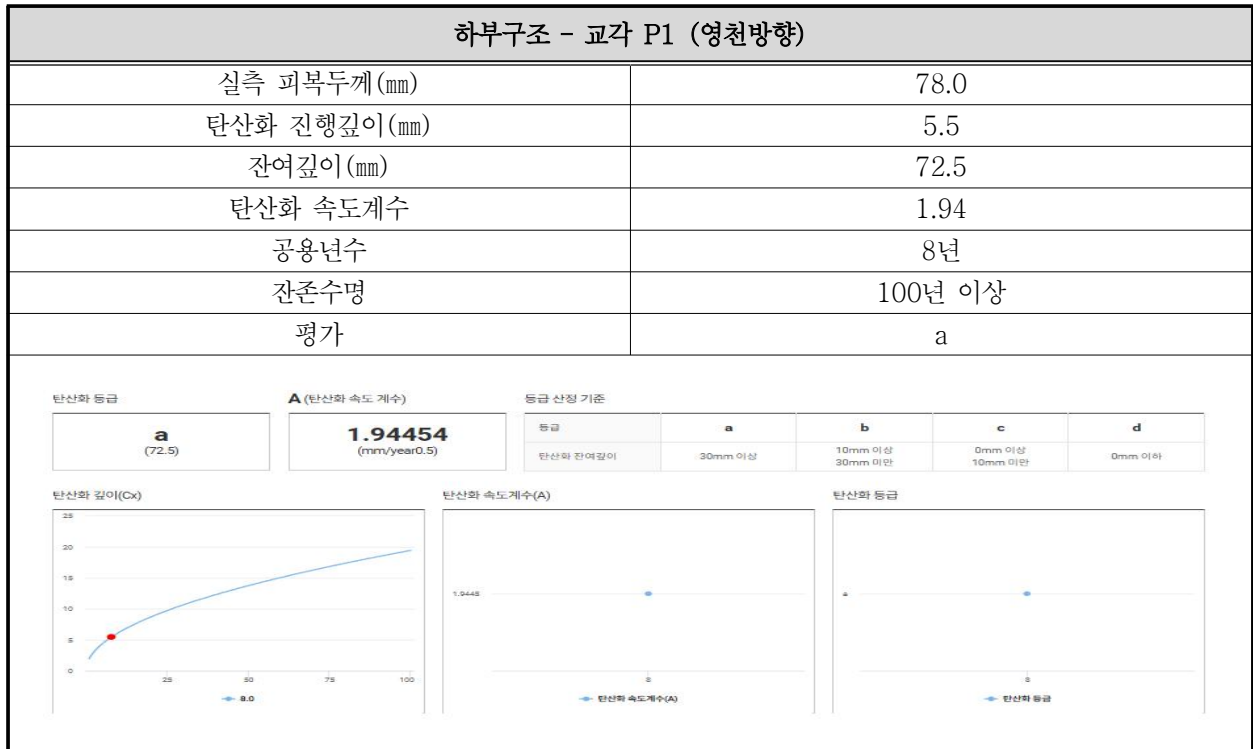
하부구조 - 교대 A1 (영천방향)

실측 피복두께(mm)	85.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	80.0
탄산화 속도계수	1.77
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준				
a (80)	1.76777 (mm/year0.5)	등급	a	b	c	d
		탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급
		

【표 23.4.21】탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)



3) 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.22】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교 (상주방향)

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.5~5.0	67.0~72.5	a	6.0	49.0	a	
하부구조	5.0~6.5	82.5~84.0	a	5.0~7.0	82.0~91.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

【표 23.4.23】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교 (영천방향)

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.0~5.5	36.5~37.0	a	4.5	42.5	a	
하부구조	5.5~7.5	66.5~73.5	a	5.0~5.5	72.5~80.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험 보고서

【표 23.4.24】 상주방향 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 16일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	8년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

【표 23.4.25】 영천방향 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 16일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	8년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 23.4.26】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.5 ~ 28.8	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.0 ~ 26.2	24.0	
		교각	27.3 ~ 27.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		49.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		82.0~91.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

【표 23.4.27】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.7 ~ 28.3	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.0 ~ 26.3	24.0	
		교각	27.4 ~ 27.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		42.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		72.5~80.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 23.4.28】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.1	~ 28.5	27.2	~ 28.3	■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대	24.3	~ 26.9	26.0	~ 26.3	
		교각	27.4	~ 28.2	27.7	~ 27.9	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		67.0~72.5	a	49.0	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		82.5~84.0	a	82.0~91.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 23.4.29】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.2	~ 28.5	27.0	~ 28.7	■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대	24.5	~ 26.7	26.0	~ 26.3	
		교각	27.3	~ 28.3	27.4	~ 27.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.0	a	42.5	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		66.5~73.5	a	72.5~80.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

23.5 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 -2024. 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.

23.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상주방향

금회 현장조사 및 시험결과 후 상주방향에 유조차 추돌 화재 사고가 발생하였으며 이에 대한 손상을 동시에 반영하여 상태평가를 수행하였으며, 그 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

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

【표 23.5.1】 상주방향 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	S.T.B	a	a	a	d	b	d	b	b	b	q	a	—
S2	P1	S.T.B	c	b	a	d	b	d	—	a	c	q	—	—
S3	P2	S.T.B	c	a	a	d	a	d	—	c	b	q	—	—
S4	P3	S.T.B	b	b	a	d	a	d	—	b	b	q	—	a
	A2								c	a	a	q		a
평균			0.275	0.150	0.100	0.700	0.150	0.700	0.300	0.200	0.220	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.050	0.030	0.005	0.049	0.005	0.014	0.027	0.018	0.044	—	0.004	0.003
													0.248	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.248) < 0.260$

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

포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 “c” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 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 불편감을 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

국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 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. 영천방향

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

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

【표 23.5.2】 영천방향 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	S.T.B	b	b	a	d	a	d	c	c	b	q	—	a
S2	P1	S.T.B	b	a	a	d	a	d	—	c	b	q	a	a
S3	P2	S.T.B	b	b	b	d	a	d	—	b	c	q	—	—
S4	P3	S.T.B	a	a	a	d	a	d	—	c	b	q	—	—
	A2								c	a	a	q		a
평균			0.175	0.150	0.125	0.700	0.100	0.700	0.400	0.300	0.220	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.032	0.030	0.006	0.049	0.003	0.014	0.036	0.027	0.044	—	0.004	0.003
													0.248	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.248) < 0.260$

라. 영천방향 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

포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 “c” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 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

국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생한 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 23.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.248	B	235.00	2	470.00	0.500	0.124
영천방향	0.248	B	235.00	2	470.00	0.500	0.124
합계(Σ)			470.00	4	940.00	1.000	0.248
1. 평가지수 =							0.248
2. 상태평가결과 =							B

23.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 23.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

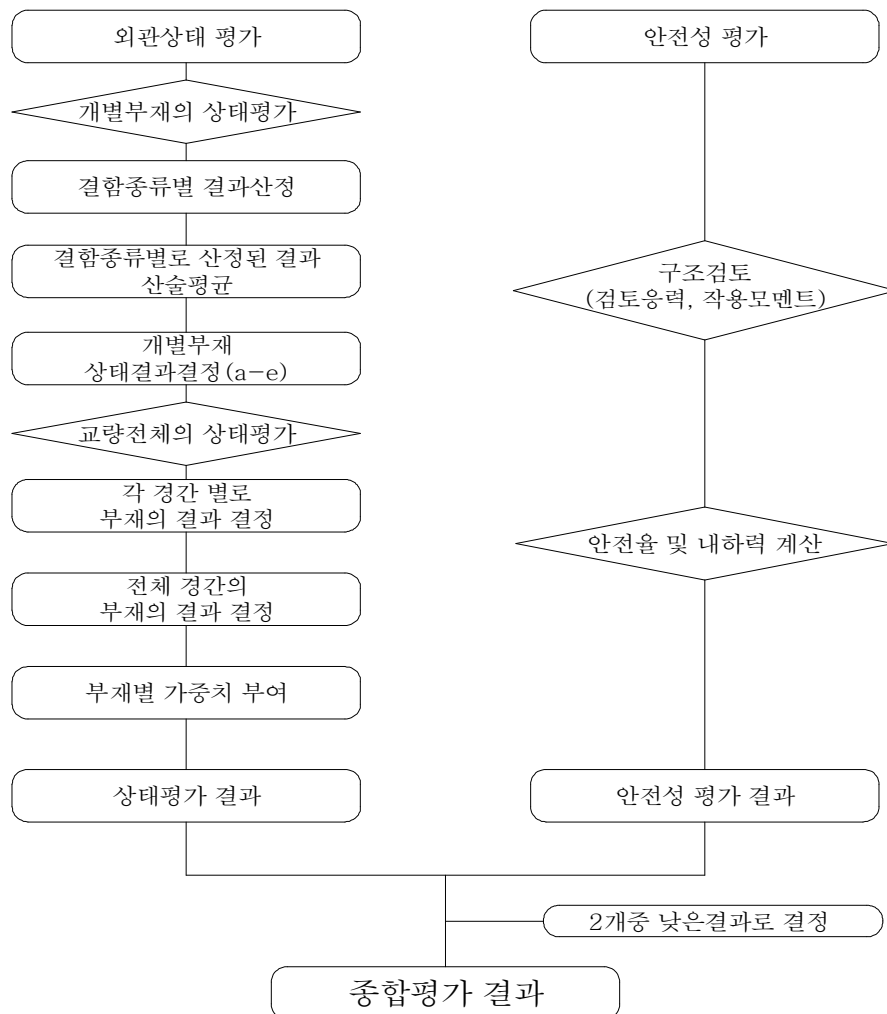
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.192	0.248
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 화남교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.192에서 0.248로 0.056 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 금회 정밀안전점검 결과 신축이음 파손, 하부누수, 교면포장 망상균열, 교대 철근노출, 유조차 추돌 및 화재 사고로 인한 교면포장 및 난간 손상 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

23.6 종합평가 및 안전등급 지정

23.6.1 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 23.6.1】 종합평가 결과 산정절차

23.6.2 종합평가 결과

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

【표 23.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
화남교	0.248	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

23.6.3 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 23.6.2】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

23.7 보수·보강 및 유지관리방안

23.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 23.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	74.50	55	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.85	3	표면처리	3순위
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
거더외부	도장박리 및 부식	m ²	1.30	4	재도장	2순위
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	5.00	1	표면처리	3순위
	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.00	1	정비	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	14.50	9	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	5	주입보수	1순위
	파손	m ²	1.09	2	단면보수	2순위
	망상균열	m ²	18.00	3	표면처리	3순위
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	1.80	9	표면처리	3순위
	무수축물탈균열(0.3mm이상)	m	0.60	3	주입보수	1순위
	플레이트 부식	EA	1.00	1	재도장	2순위
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
신축이음	후타재균열	m	6.00	30	표면처리	3순위
	이물질퇴적	m	3.00	1	정비	3순위
	차수판 앵커탈락	EA	4.00	4	정비	3순위
	후타재 파손	m ²	0.17	7	단면보수	2순위
교면포장	포장 망상균열	m ²	721.00	3	주의관찰	—
	포장 균열		4.00	2	주의관찰	—
	포장 파손	m	0.09	1	아스콘팻칭	3순위
	보수부 이격	m ²	1.50	1	아스콘팻칭	3순위
	접속부 파손	m ²	0.40	1	아스콘팻칭	3순위
	접속부 이격	m	7.00	1	주의관찰	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	21.00	21	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m ²	60.00	2	주입보수	3순위
	균열부백태	m ²	1.80	3	표면처리	3순위
	긁힘	m ²	0.06	1	단면보수	3순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

나. 영천방향

【표 23.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	9.00	6	표면처리	3순위
	백태	m ²	6.65	12	표면처리	3순위
	박락	m ²	0.45	1	단면보수	2순위
	파손	m ²	0.08	1	단면보수	2순위
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
거더외부	변형	m	0.80	2	주의관찰	—
가로보	부식	m	10.00	2	채도장	2순위
세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	표면처리	3순위
	백태	m ²	1.02	2	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	28.00	2	표면처리	3순위
	철근노출	m ²	0.04	2	단면보수(방청)	1순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	7	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	1순위
	망상균열	m ²	5.00	2	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.15	2	표면처리	3순위
	충분리	m ²	1.00	1	단면보수	2순위
	파손	m ²	0.02	1	단면보수	2순위
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	1.20	6	표면처리	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	3순위
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
	플레이트 부식	EA	2.00	2	채도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	2.40	8	표면처리	3순위
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	표면처리	3순위
	후타재 충분리	m ²	0.02	1	단면보수	2순위
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
	후타재 파손	m ²	0.91	4	단면보수	2순위
	하부누수	m	0.50	1	주의관찰	—
교면포장	망상균열	m ²	1,492.00	4	주의관찰	—
	접속부 포장파손	m ²	5.75	2	아스콘팻칭	3순위
	포장파손	m ²	0.95	3	아스콘팻칭	3순위
	접속부 이격	m	16.00	2	주의관찰	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열(0.3mm이상)	m	3.50	3	주입보수	3순위
	보수부 충분리	m ²	2.50	6	단면보수	3순위
	파손	m ²	5.09	2	단면보수	3순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

다. 화재지점 보수·보강 방안

【표 23.7.2】 손상별 보수·보강 방안(상주방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교면포장	재포장 필요	m ²	1,380.00	2	재포장	1순위
	세척 필요	m ²	1,440.00	2	청소	1순위
방호벽	중분대 단면보수 필요	m ²	172.50	2	단면보수	1순위
	중분대 표면처리 필요	m ²	180.00	2	표면처리	1순위
	난간 교체 필요	m	235.00	4	재설치	1순위
	낙하물 방지망 교체 필요	m	112.00	2	재설치	1순위

【표 23.7.3】 손상별 보수·보강 방안(영천방향)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교면포장	세척 필요	m ²	2,820.00	4	청소	1순위
방호벽	중분대 단면보수 필요	m ²	172.50	2	단면보수	1순위
	중분대 표면처리 필요	m ²	180.00	2	표면처리	1순위
	난간 교체 필요	m	235.00	4	재설치	1순위
	낙하물 방지망 교체 필요	m	112.00	2	재설치	1순위
	방호벽 파손	m ²	13.00	3	단면보수	1순위

23.7.2 개략공사비

사고구간의 개략공사비에 관한 내용은 긴급점검보고서에 첨부하였다.

가. 상주방향

【표 23.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥면	균열(0.3mm미만)	표면처리	74.50	27.94	m ²	250	6,985	3순위
	백태	표면처리	0.85	1.27	m ²	250	318	3순위
거터외부	도장박리 및 부식	재도장	1.30	1.95	m ²	415	809	2순위
교대	누수흔적	표면처리	5.00	7.50	m ²	250	1,875	3순위
	폐콘크리트 퇴적	정비	6.00	9.00	m ²	8	72	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	14.50	5.44	m ²	250	1,360	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	15.00	22.50	m	187	4,208	1순위
	파손	단면보수	1.09	1.64	m ²	960	1,574	2순위
	망상균열	표면처리	18.00	27.00	m ²	250	6,750	3순위
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	표면처리	1.80	0.68	m ²	250	170	3순위
	무수축몰탈균열(0.3mm이상)	주입보수	0.60	0.90	m	187	168	1순위
	플레이트 부식	재도장	1.00	1.00	EA	415	415	2순위
	이동량 표시계 탈락	정비	2.00	2.00	EA	8	16	3순위
신축이음	후타재균열	표면처리	6.00	2.25	m ²	250	563	3순위
	이물질퇴적	정비	3.00	3.00	EA	8	24	3순위
	차수판 앵커탈락	정비	4.00	4.00	EA	8	32	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.17	0.26	m ²	960	250	2순위
교면포장	포장 파손	아스콘팻칭	0.09	0.14	m ²	166	23	3순위
	보수부 이격	아스콘팻칭	1.50	2.25	m ²	166	374	3순위
	접속부 파손	아스콘팻칭	0.40	0.60	m	166	100	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	21.00	7.88	m ²	250	1,970	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	60.00	90.00	m	187	16,830	3순위
	균열부백태	표면처리	1.80	2.70	m ²	250	675	3순위
	굽힘	단면보수	0.06	0.09	m ²	960	86	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	4,376		3,048		38,222		
	재경비 (순공사비의 50%)	2,188		1,524		19,111		
	합계	6,564		4,572		57,333		
개략공사비 총계(천원)		68,469						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 23.7.5】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥면하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.00	3.38	m ²	250	845	3순위
	백태	표면처리	6.65	9.98	m ²	250	2,495	3순위
	박락	단면보수	0.45	0.68	m ²	960	653	2순위
	파손	단면보수	0.08	0.12	m ²	960	115	2순위
가로보	부식	재도장	10.00	15.00	m	415	6,225	2순위
교대	누수흔적	표면처리	10.00	15.00	m ²	250	3,750	3순위
	백태	표면처리	1.02	1.53	m ²	250	383	3순위
	망상균열	표면처리	28.00	42.00	m ²	250	10,500	3순위
	철근노출	단면보수(형상)	0.04	0.06	m ²	1,114	67	1순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.50	1.31	m ²	250	328	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	187	281	1순위
	망상균열	표면처리	5.00	7.50	m ²	250	1,875	3순위
	백태	표면처리	0.15	0.22	m ²	250	55	3순위
	충분리	단면보수	1.00	1.50	m ²	960	1,440	2순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	960	29	2순위
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	표면처리	1.20	0.45	m ²	250	113	3순위
	반침콘크리트균열(0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.08	m ²	250	20	3순위
	이동량 표시계 탈락	정비	2.00	2.00	EA	8	16	3순위
	플레이트 부식	재도장	2.00	2.00	EA	415	830	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	2.40	3.60	m	250	900	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	6.00	9.00	m ²	250	2,250	3순위
	후타재 충분리	단면보수	0.02	0.03	m ²	960	29	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	2.00	2.00	EA	8	16	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.91	1.37	m ²	960	1,315	2순위
교면포장	접속부 포장파손	아스콘팻칭	5.75	8.63	m ²	166	1,433	3순위
	포장파손	아스콘팻칭	0.95	1.42	m ²	166	236	3순위
방호벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.50	5.25	m	187	982	3순위
	보수부 충분리	단면보수	2.50	3.75	m ²	960	3,600	3순위
	파손	단면보수	5.09	7.64	m ²	960	7,334	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	347		10,636		37,129		
	재경비 (순공사비의 50%)	174		5,318		18,565		
	합계	521		15,954		55,694		
개략공사비 총계(천원)		72,168						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

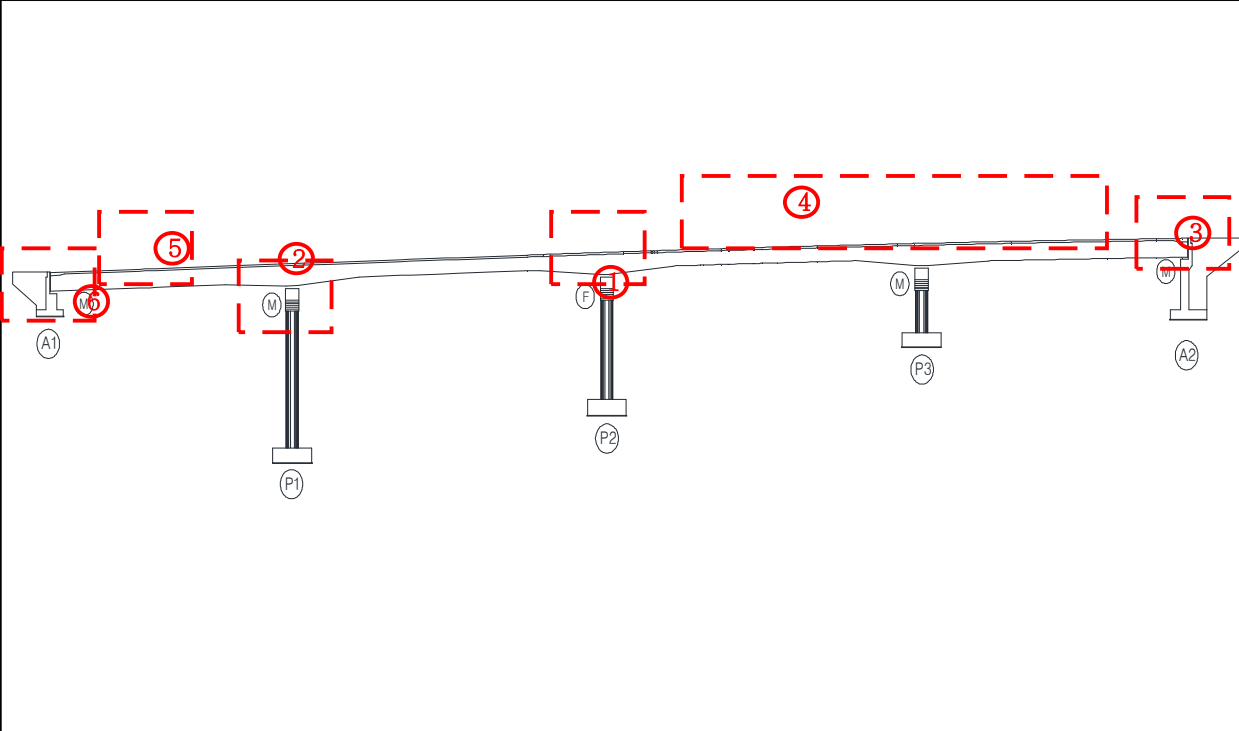
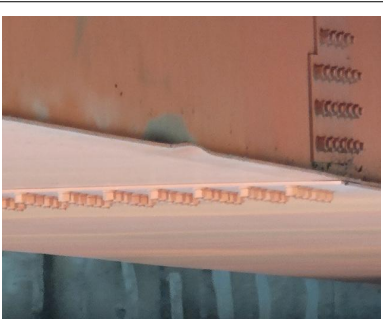
23.7.3 유지관리방안

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 23.7.5】 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 교각 P1 폭 0.3mm 이상 균열 - 진전 여부확인	① 교각 P2 폭 0.3mm 이상 균열 - 진전 여부확인	③교대 A2 철근노출 - 진전 여부확인
		
④ 포장 S1~2 화재구간 - 추가손상 및 진전 여부확인	⑤ 거더 S1 변형 - 진전 여부확인	⑥ 배수시설 A1 오염 - 진전 여부확인
		

23.8 종합결론

본 시설물은 경경상북도 영천시 신녕면 화남리 88-1(상주영천고속도로 63.768~64.003km)에 위치한 교량으로서 총 연장 235.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

23.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단되며, 또한 백태의 경우 공용중 기후변화에 의한 손상부 습기흡착 등에 의한 손상으로 손상의 정도는 경미한 상태이나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.

2) Steel Box Girder

- 거더내부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더외부의 현장조사 결과, 도장박리 및 부식의 경우 공용기간 증가, 열화, 외부충격, 시공미흡, 손상부 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 누수흔적의 경우 신축이음부 우수유입으로 인한 손상으로 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음부 우수유입과 연계한 표면처리 등의 보수조치가 요구된다. 또한 금회 조사된 폐 콘크리트 퇴적의 경우 시공 후 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하여 부재의 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단되고, 파손의 경우 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며 내구성 및 단면확보 차원의 단면보수 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동 및 기능성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지하고 내구성의 확보하기 위한 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 건조수축, 차량 통행하중 및 충격, 장기공용 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 일괄 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 조사된 이물질 퇴적의 경우 비산먼지 퇴적, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로, 신축이음의 원활한 거동을 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 차수판 앵커탈락의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 장기공용, 표면열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전을 방지하고 내구성을 확보하기 위한 단면보수 등의 보수가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 포장 망상균열, 균열은 온도변화, 급격한 수화반응, 반복적인 차량통행 윤하중 및 충격하중, 진동 등 복합적인 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 바닥판하면과 연계된 손상 없이 포장부 표면에 국한된 손상으로 주행차량에 미치는 영향이 미미한바 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 향후 손상의 진전 및 추가 손상 발생시 전면 재포장 등과 같은 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 포장 파손, 접속부 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 주행자의 원활하고 안정적인 주행성 확보하기 위한 아스콘 패칭 등의 보수가 요구된다.
- 조사된 접속부 이격의 경우 초기 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.
- 조사된 보수부 이격의 경우 보수미흡에 의한 손상으로 추정되며, 향후 공용기간 경과시 손상의 진전 및 추가 손상 발생으로 주행성 저하가 발생할 우려가 있으므로 아스콘 패칭 보수가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물 퇴적 등의 원인으로 이물질 퇴적, 배수구 및 배수관 막힘 등으로 인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽 및 중앙분리대

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 균열부 백태의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형, 반복통행 윤하중, 균열부 우수유입 등 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리, 주입보수 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 굽힘의 경우 차량 충돌 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 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 교면포

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.3MPa, 하부구조(교대) 26.0~26.3MPa, 하부구조(교각) 27.7~27.9MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.4%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에 발생된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 추정되며, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 조사된 백태의 경우 기후변화, 손상부 습기흡착 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 박락, 파손은 시공시 전처리 미흡, 다짐미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더에서 발생한 거더외부 변형의 경우, 시공시 거더 이동시 외부충격 등에 의한 손상으로 하부플랜지에 발생하였고, 부재의 기능성 및 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보에서 조사된 부식의 경우 공용기간 증가, 습기흡착, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 세로보의 현장조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 백태, 누수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입 및 습기흡착 등이 원인인 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 표면처리 등의 보수조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로 우수유입 및 습기흡착으로 인한 균열부백태 등의 손상진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다.
- 조사된 철근노출의 경우 다짐미흡부 우수유입, 습기흡착, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 지속적인 우수유입 및 습기흡착으로 인한 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 단면보수(방청) 등의 보수조치가 필요하다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 조사된 백태는 균열부 우수유입, 신축이음 하부로부터 유입된 우수, 습기흡착 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 조사된 층분리 및 파손, 재료분리의 경우 시공시 외부충격, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열 손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리 등의 보수조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 이동량 표시계 탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.

- 조사된 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음장치에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 및 온도변화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조사된 후타재 파손, 층분리의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 차수판 앵커탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비 가 요망된다.
- 조사된 하부누수의 경우 주행차량의 운하중, 장기공용 등에 의한 손상으로 판단되며, 교면수 유입에 의해 콘크리트 부재(바닥판, 거더, 교대, 교각) 표면오염 및 교량받침 부식 등의 손상을 발생시킬 수 있으나 정도가 경미하여 주의관찰 후 신축이음 교체 등의 보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.1℃(09월 15일)로써 이때 측정유간은 21.0~22.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 차량 반복통행 운하중 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보가 바람직 할 것으로 판단된다. 접속부 갓길측에 조사된 접속도로 파손은 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 단면보수 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 포장 파손의 경우 외부 충격, 차량 운하중 등에 의한 손상으로 내구성 및 주행 차량의 안전성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설의 경우 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

10) 방호벽 및 중앙분리대

- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 조기탈거 등 복합적 원인에 의한 손상으로 주입보수 등의 조치가 요구된다.
- 조사된 보수부 충분리, 파손의 경우 보수미흡, 다짐미흡, 접속부 침하, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

11) 교량 점검시설

- 교량 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) 27.0~28.7MPa, 하부구조(교대) 26.2~26.3MPa, 하부구조(교각) 27.1~28.0MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 100.6%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 사고 후 현장조사 및 시험

- 사고 이후 교면포장은 유조차 충돌 후 전도된 유조차의 화재로 인해 발생한 그을림이 발생하였으며, 교면포장으로서의 기능을 상실한 것으로 확인되어 상주방향 S1~2 구간에 재포장, 상주방향 S3~4, 영천방향 S1~4 구간에 청소 보수가 요망된다.
- 조사된 방호벽 파손, 난간 교체 필요, 낙하물 방지망 교체 필요의 경우 차량 충돌 및 화재로 인해 발생한 손상으로 부재의 기능성의 회복하고, 부재의 단면을 확보하기 위한 보수조치가 필요하다.
- 조사된 중분대 단면보수, 표면처리 필요의 경우 화재 이후 중앙분리대 측에 비파괴 시험을 시행하여 S1~2 구간에 콘크리트 강도저하가 발생한 것으로 검토되어 중앙분리대의 기능을 회복하기 위한 단면보수 및 표면처리 등의 보수조치가 필요하다.
- 금회 화재사고로 인한 현장조사 및 시험, 이상유무의 상세한 보고서는 부록 긴급안전점검 보고서에 수록하였다.

라. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 화남교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.192에서 0.248로 0.056 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 금회 정밀안전점검 결과 신축 이음 파손, 하부누수, 교면포장 망상균열, 교대 철근노출, 유조차 충돌 및 화재 사고로 인한 교면포장 및 난간 손상 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 화남교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태 평가 결과를 종합적으로 평가한 화남교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다.

23.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 2025년 11월 17일 유조차 추돌 및 화재 사고로 인한 바닥판의 콘크리트 내하력 저하, 강재 거더의 열화 유무를 확인하기 위하여 긴급안전점검을 실시하였으며, 긴급안전점검 결과, 정밀안전진단 및 사용제한은 필요하지 않은 것으로 검토되었다.

23.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 사고지점 교면포장 재포장 및 세척 필요, 교각 균열(0.3mm이상), 교대 철근노출은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

23.8.4 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 바