

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

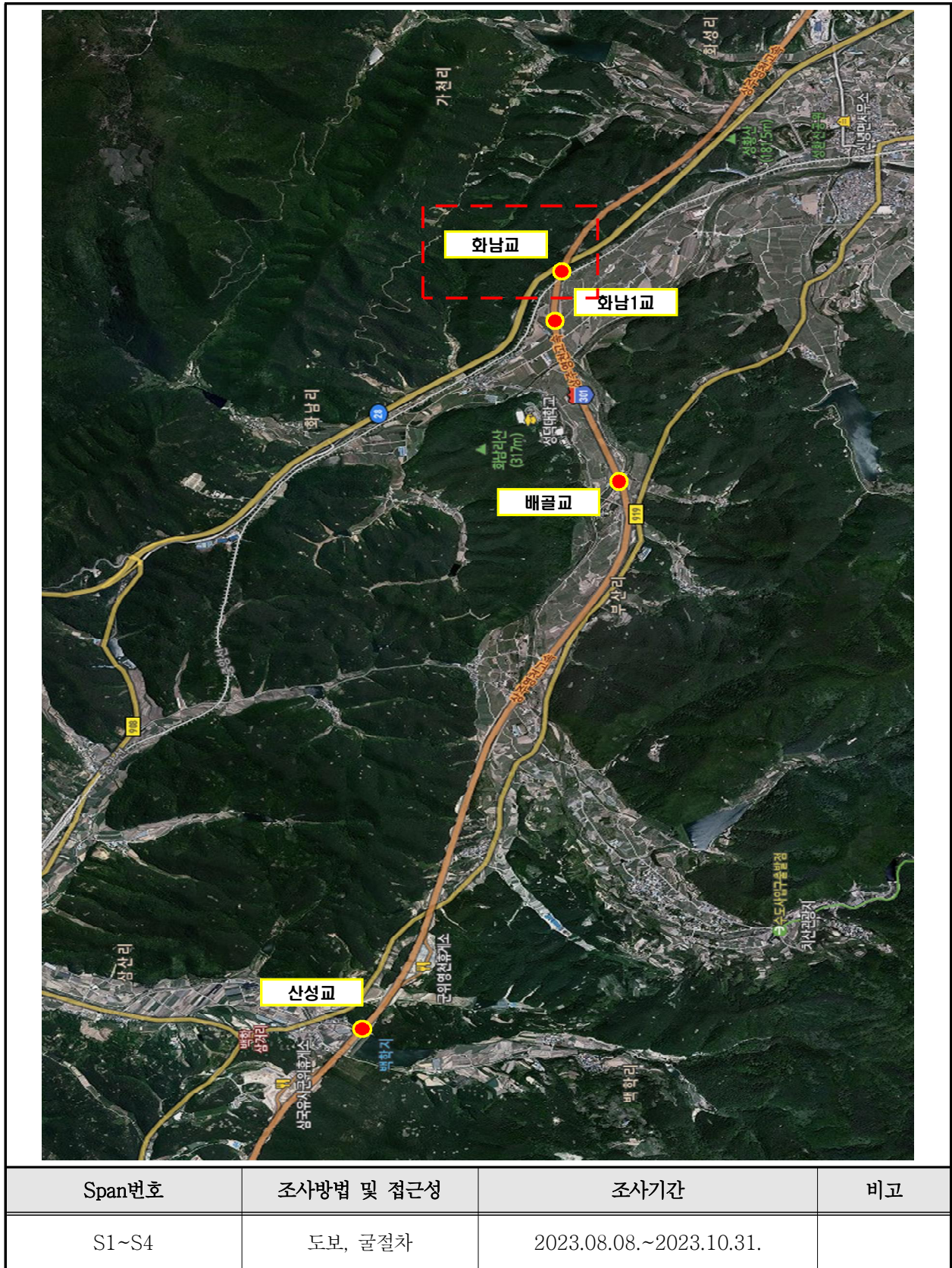
본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 화남리(상주영천고속도로 63.768~64.003km)에 위치한 교량으로서 총 연장 235.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

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		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

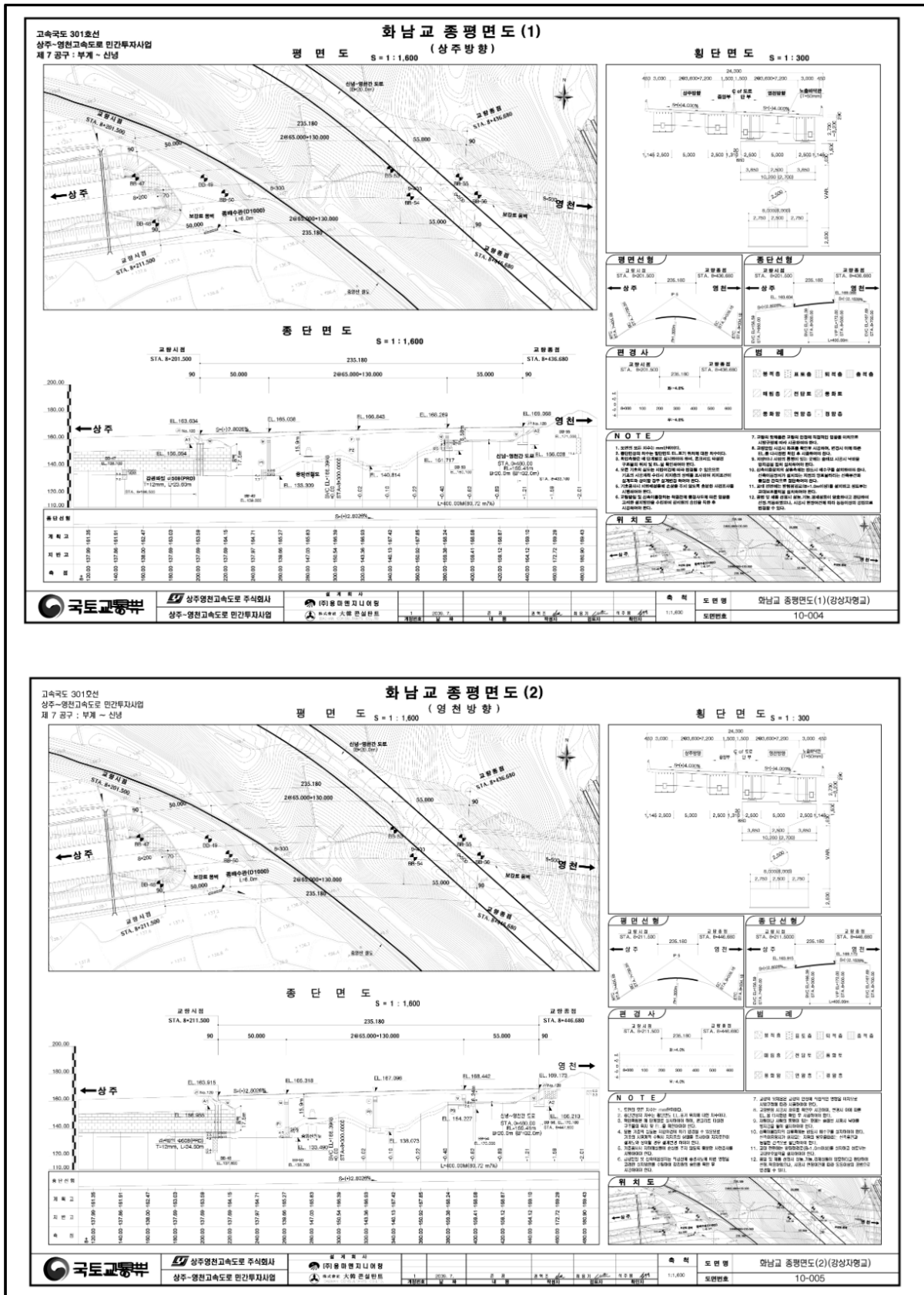


【그림 23.1.1】 위치도

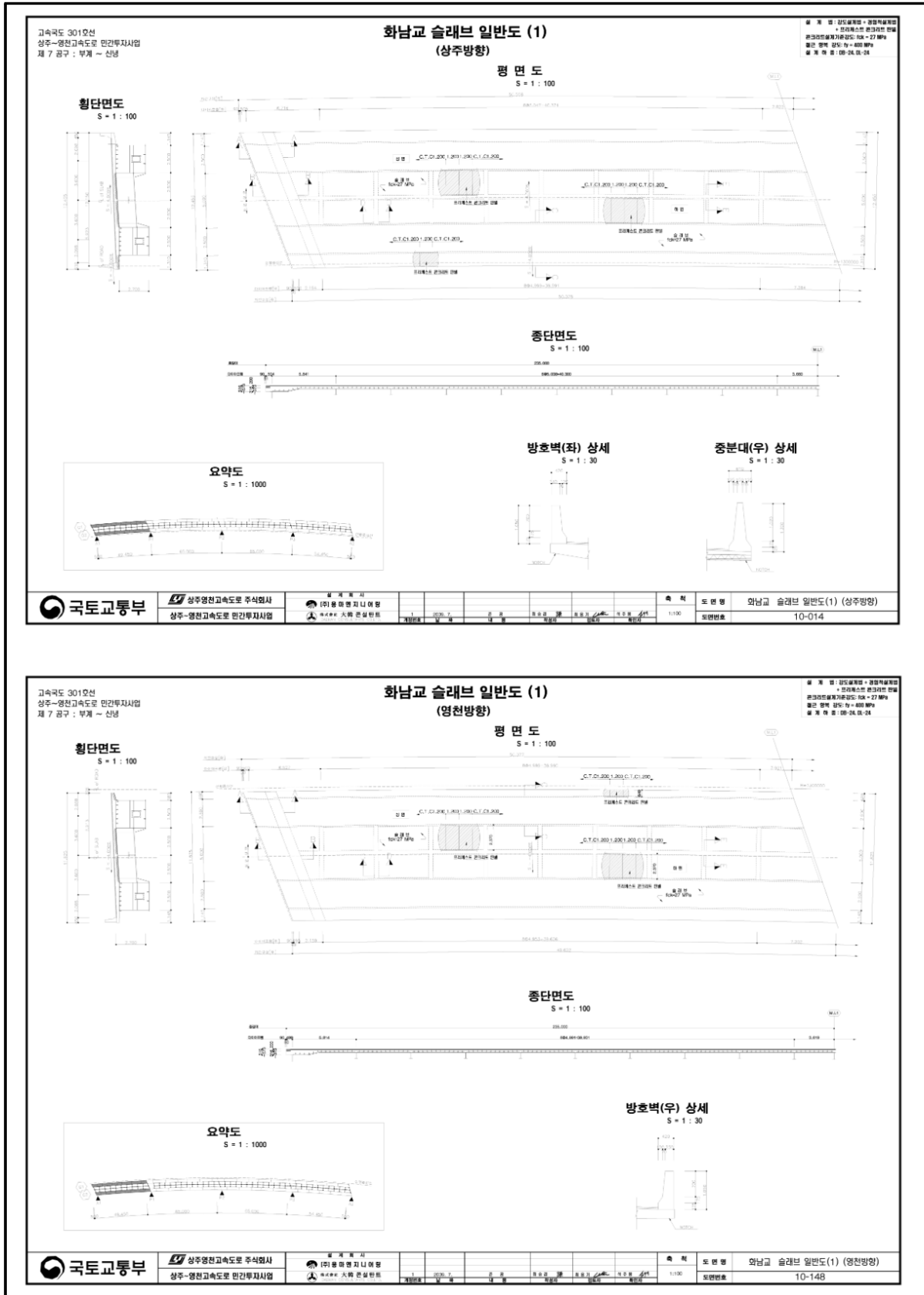
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 23.1.2】 부재별 현황

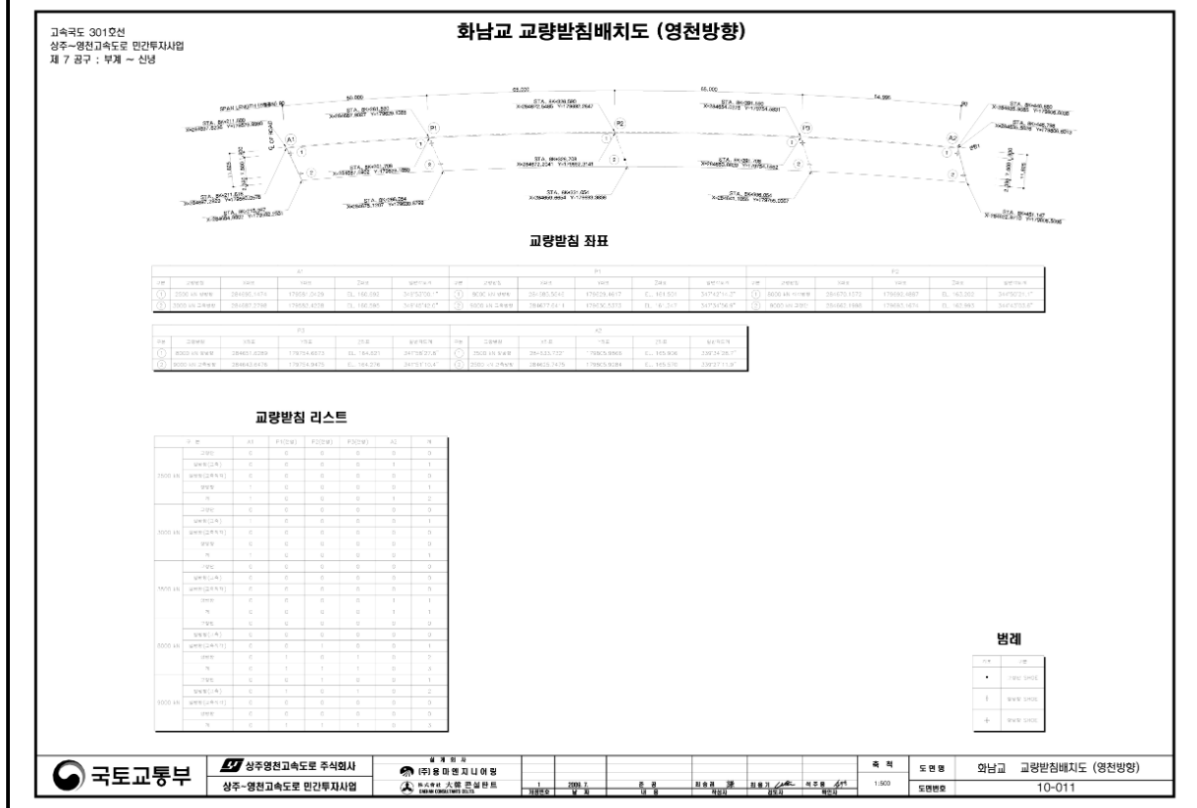
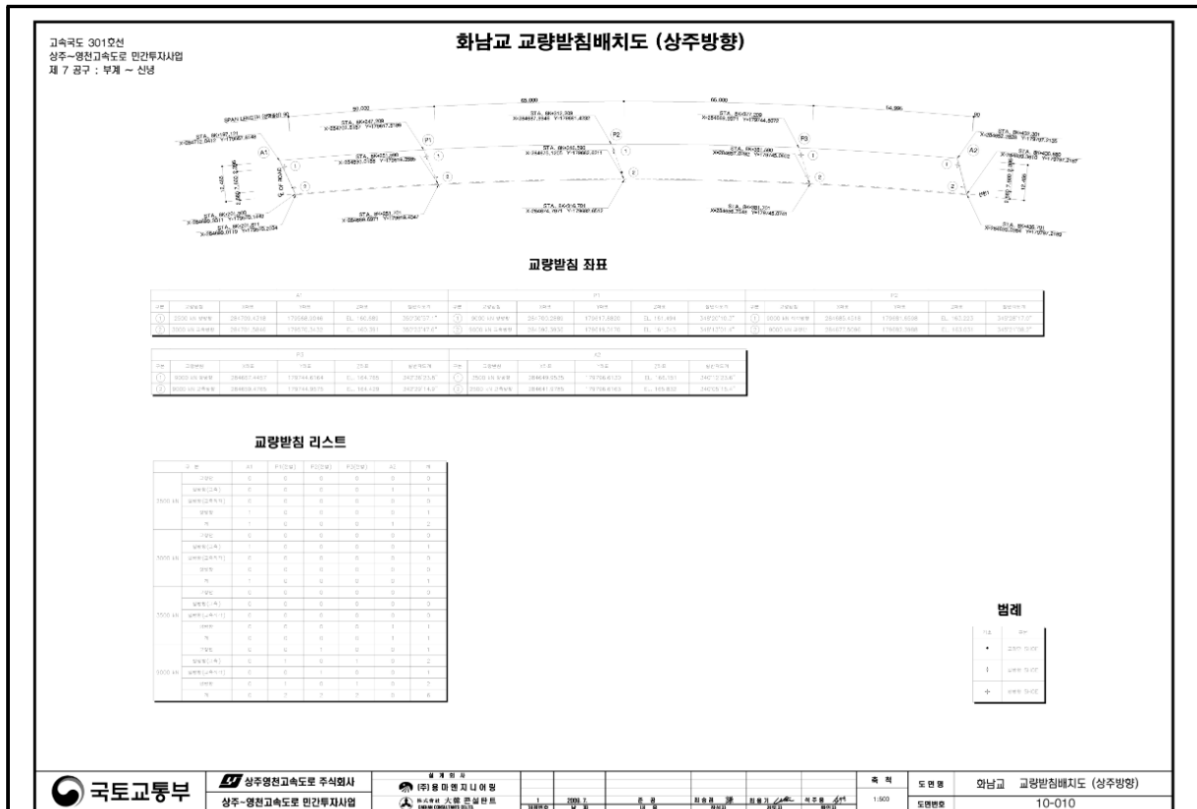
23.1.3 시설물 일반도



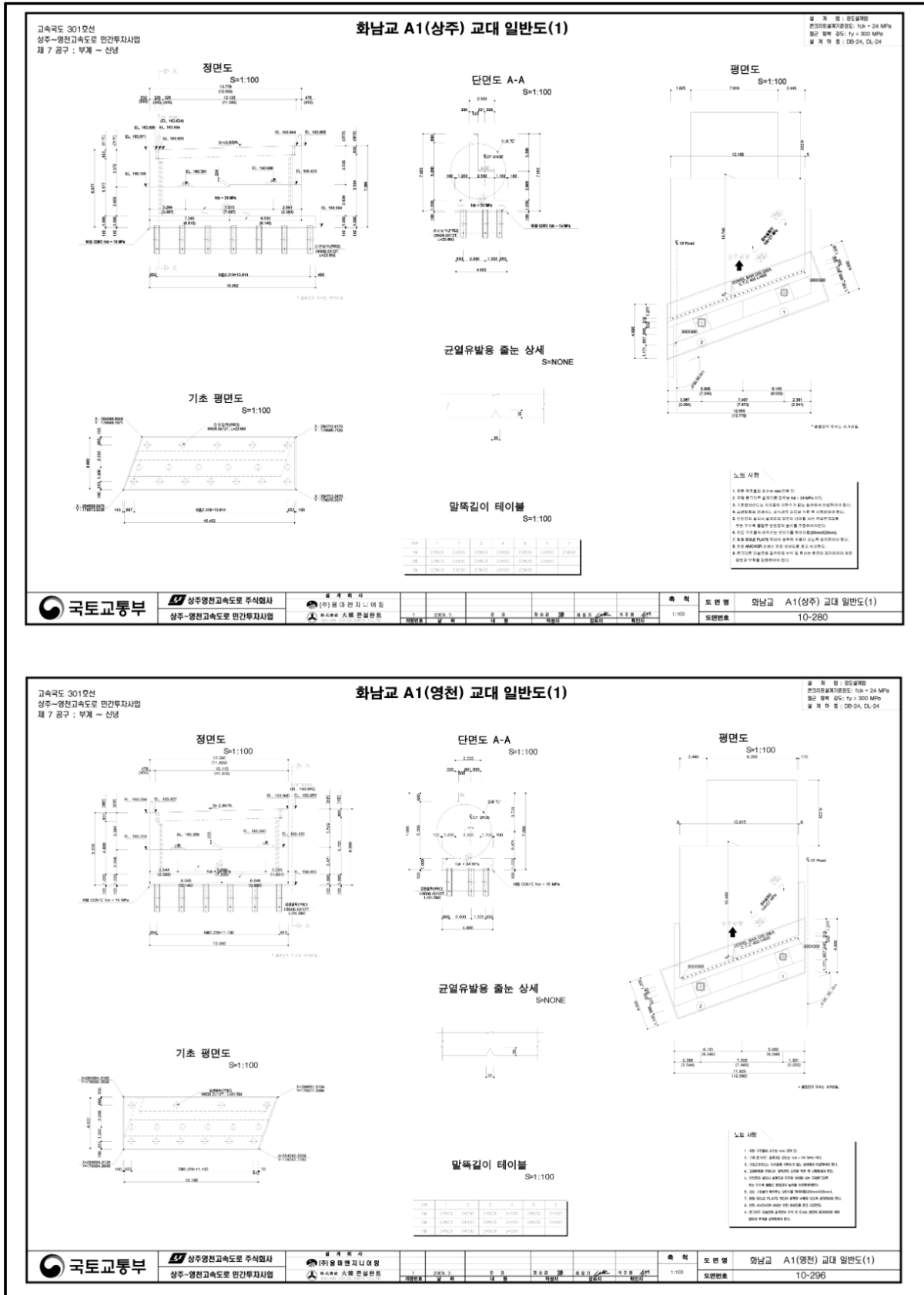
【그림 23.1.3】 종평면도



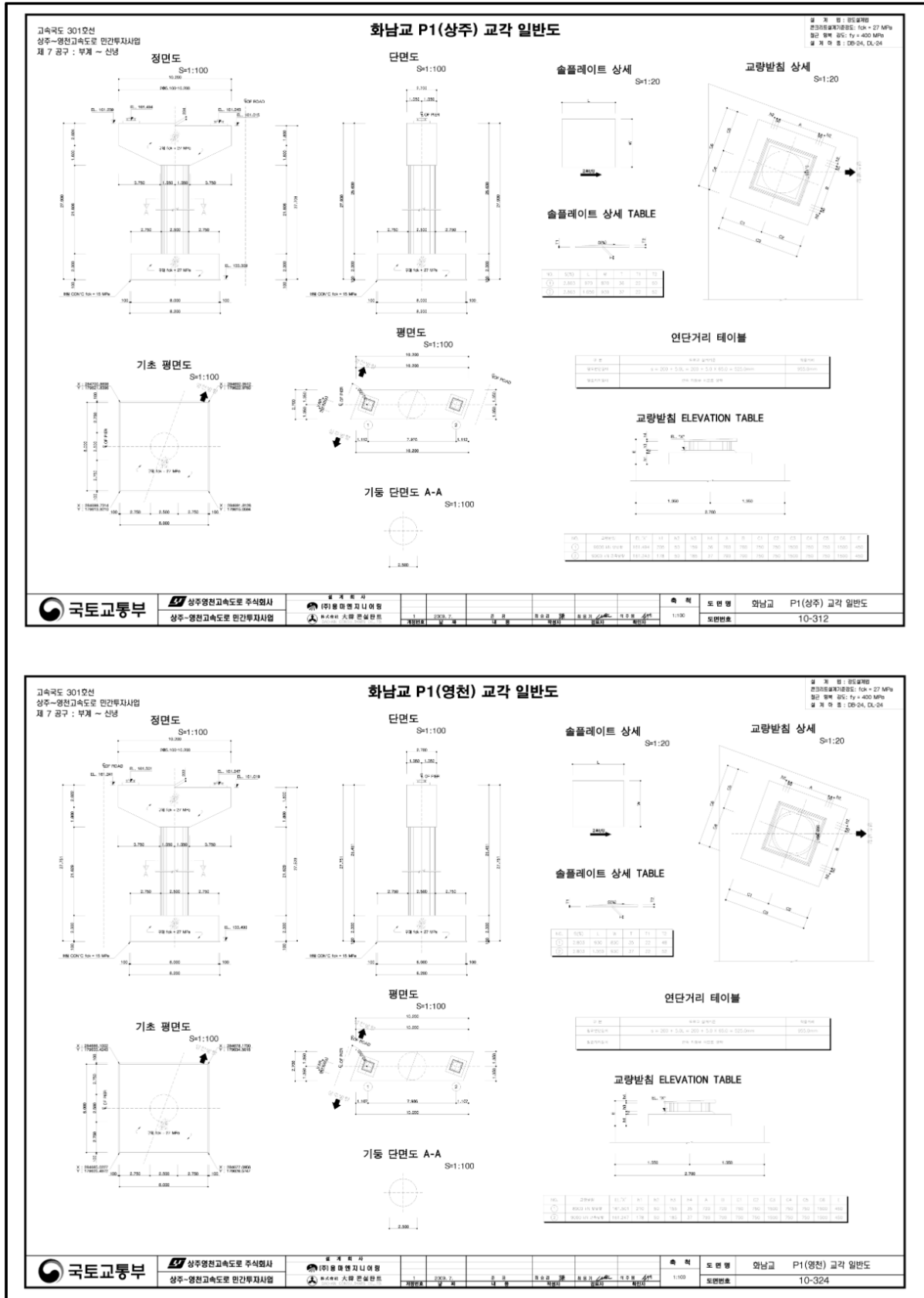
【그림 23.1.4】 슬래브 일반도



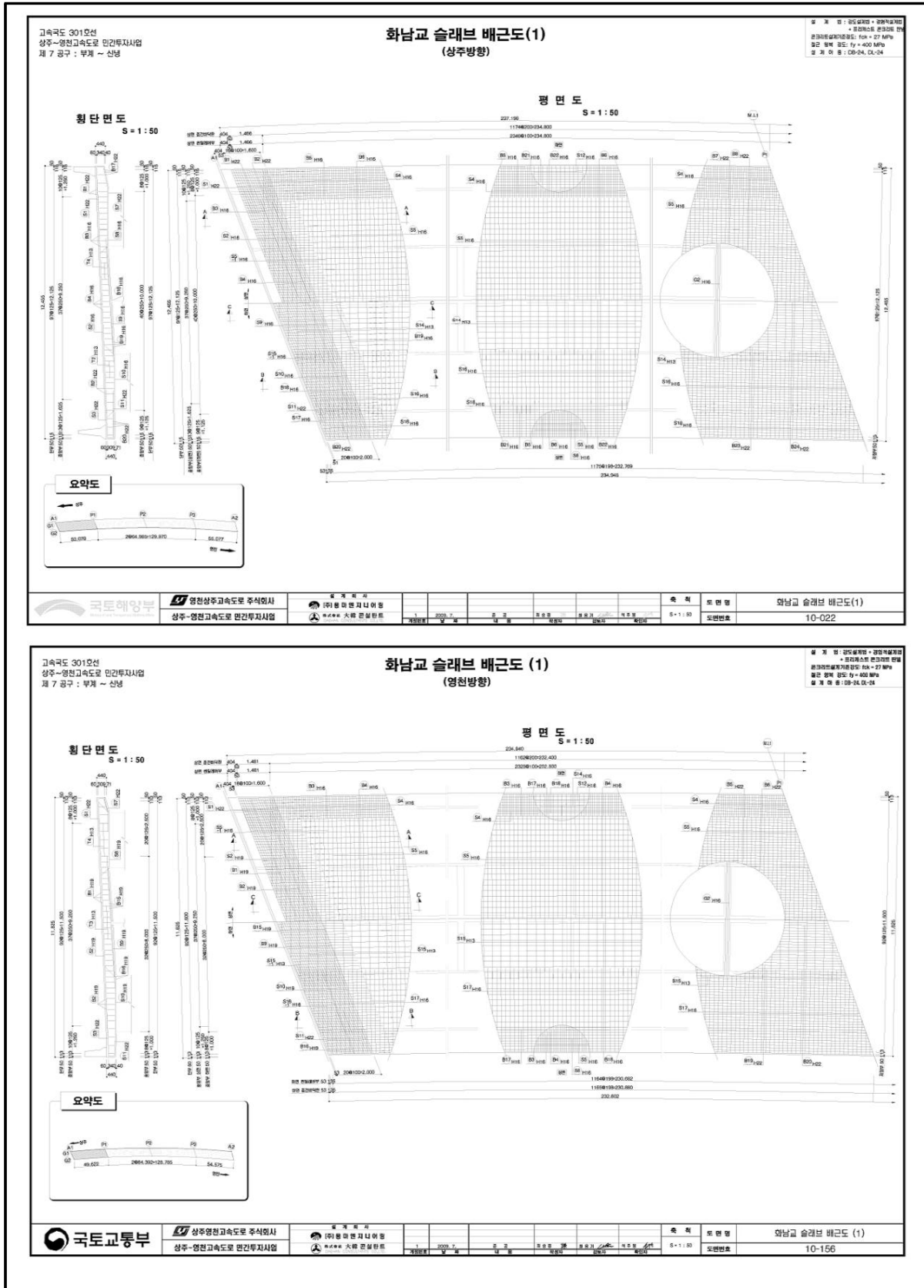
【그림 23.1.5】 교량받침 배치도



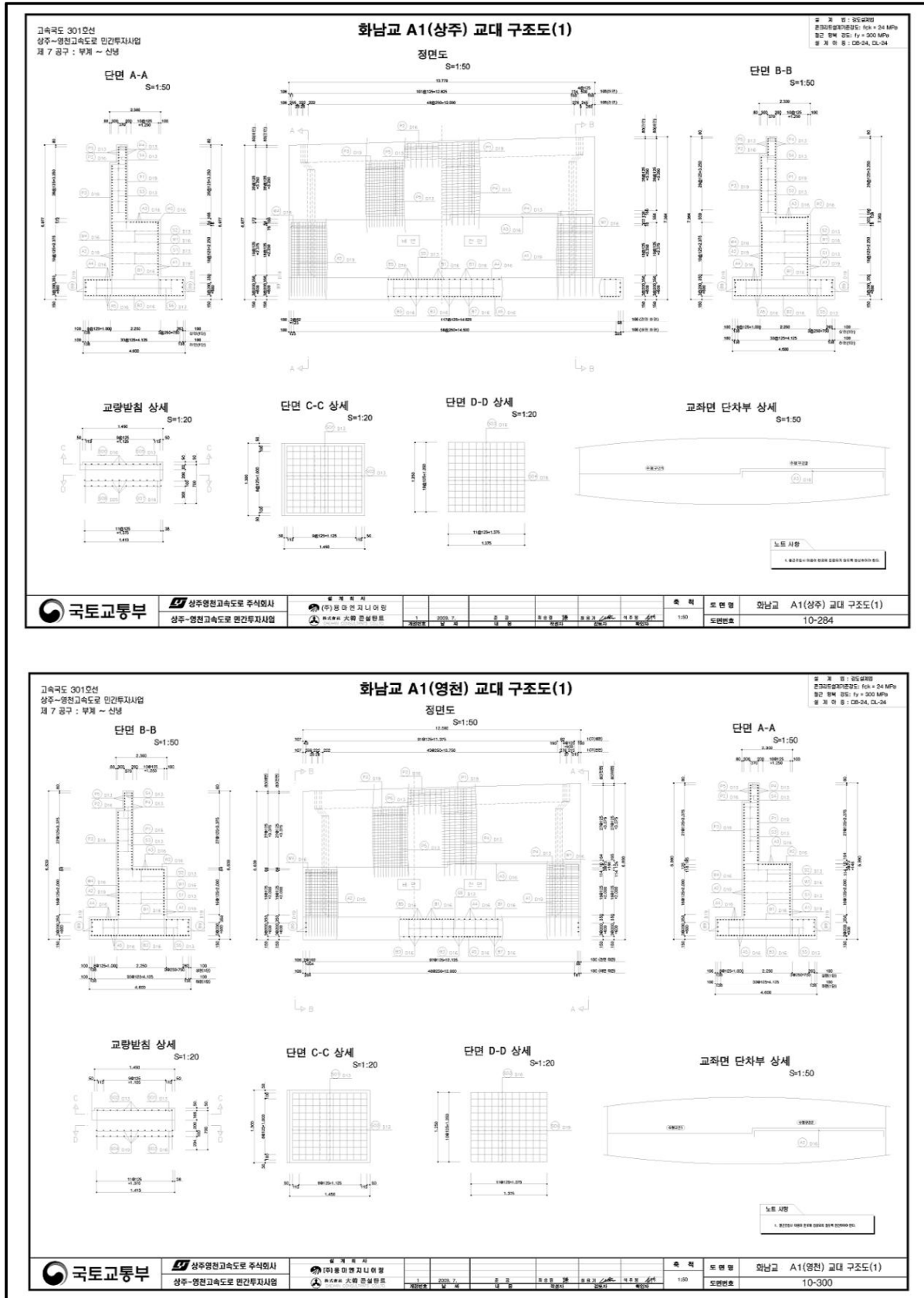
【그림 23.1.6】 교대 일반도



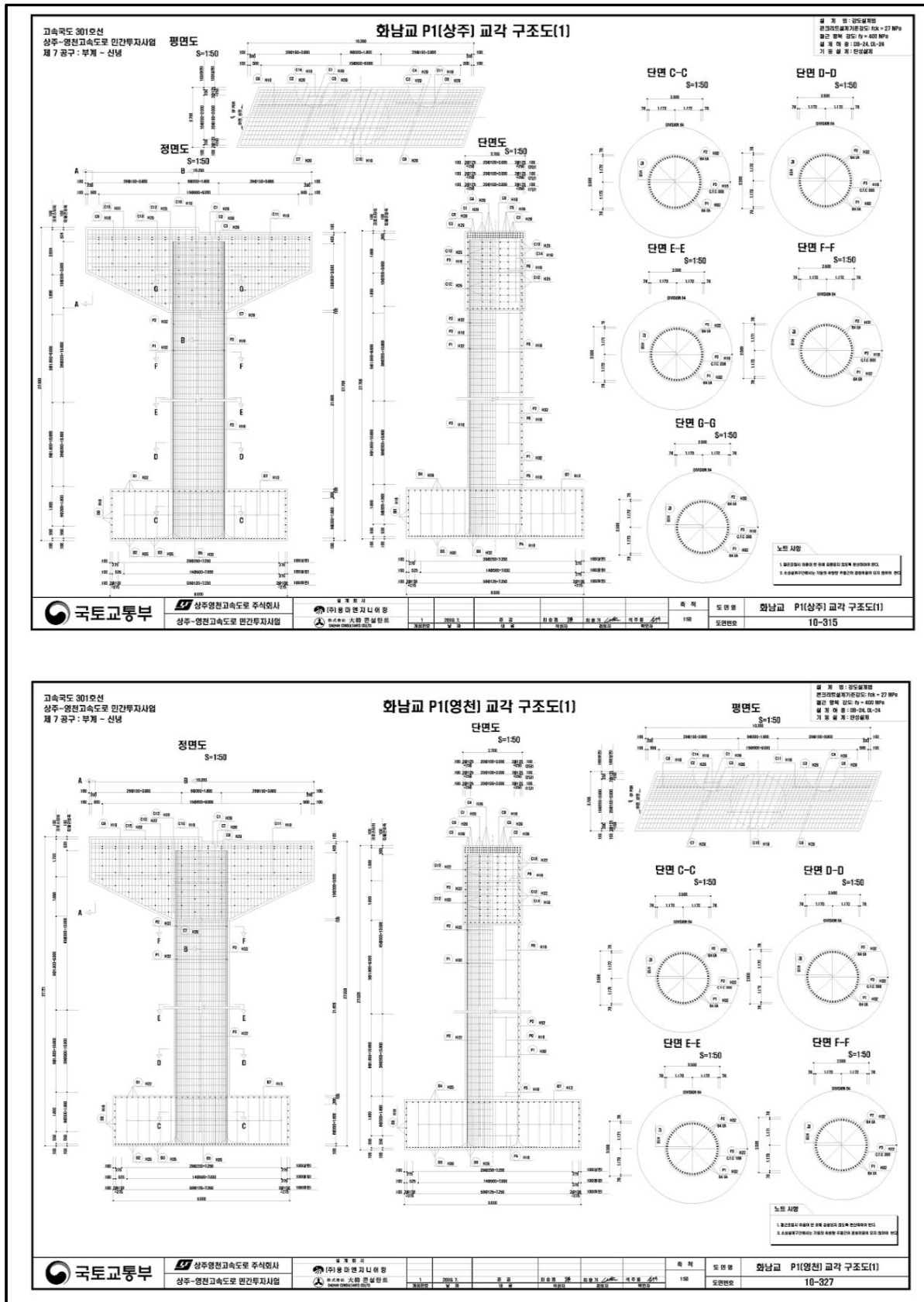
【그림 23.1.7】 교각 일반도



【그림 23.1.8】 바닥판하면 배근도



【그림 23.1.9】 교대 배근도



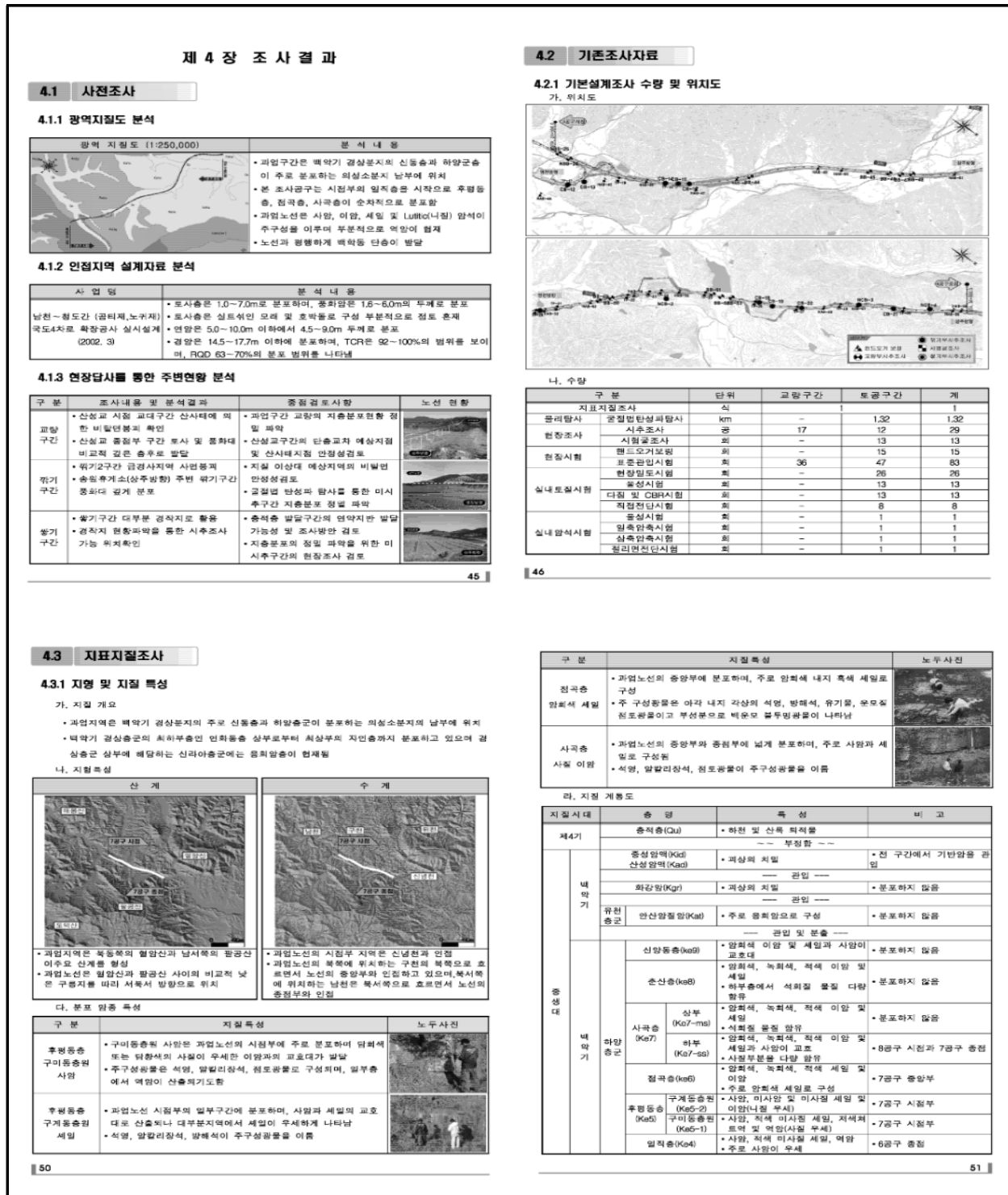
【그림 23.1.10】 교각 배근도

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 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



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

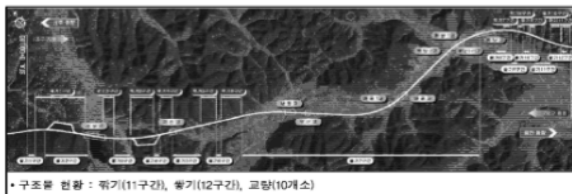
- 계획노선의 지반공학적 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선정된 계획노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사(현장시험 및 실내시험) 실시
- 지층의 구성상대 지반공학적 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

- 시설 : 경상북도 군위군 부계면 함평리(STA. 0+000)
(X=287099.61, Y=172291.69)
- 종점 : 경상북도 영천시 신녕면 화성리(STA. 9+800)
(X=286866.14, Y=181553.04)
- 연장 : 9.80km



1.4 위치도



• 구조물 현황 : 쥐기(11구간), 쌓기(12구간), 교량(10개소)

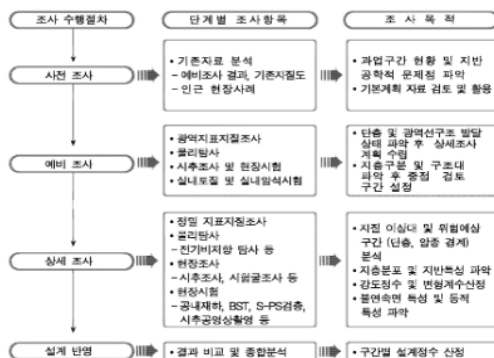
제 2 장 조 사 계 획

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 개 요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획도서에 계획되어 있는 주거 및 용기 개발면 중 불거가능성을 지닌 대각기 개발면과 고광기 개발면에 대하여 설계서 저반광학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석 파악 후 토질 및 암반상태와 안정성을 고려한 안정 개발면기울기 결정 및 대책 등을 검토하여 경제적인 개발면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 임의의 최소안전율을 갖는 활동 저할면에 대한 안정성 평가가 이루어지나 암반비탈면의 경우 지질구조 및 불연속면의 특성에 의해 안정성을 평가하게 된다. 따라서 본 검토에서는 토사와 암반 비탈면의 파괴특성 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 설계정수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 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, 켜기구간은 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

조사항목	조사 기본 방향
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 공내음위지시 등 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, 동저지계수 등 내진해석 입력자료 활용

5.2 조사위치 및 수량

교량명	신성교	치산교	남원교	무산교	매곡 1교	매곡교	화남 2교	화남 1-1교	화남 1교	화남교	계
시추조사	10	2	8	2	2	8	2	2	4	8	48
탄성파탐사	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.49
전기비저항	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54
MASW	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	3
제하시험	3	-	2	-	-	2	-	-	-	2	9
전단시험	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
S-PS 검증	2	-	2	-	-	2	-	-	-	2	8
실내시험	• 토질응집시험 19회 • 압축응집시험 19회, 인축압축시험 19회, 점하중시험 68회										

143

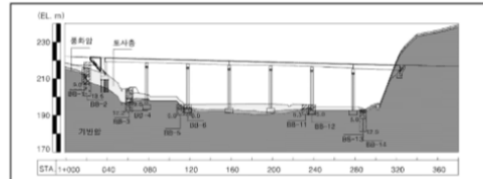
상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

5.3 지층 분포 특성

가. 산성교

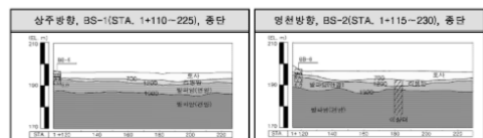


1) 시추조사



- 피적/분적층은 점토질 모래 및 전석으로 0.8~2.3m 두께로 분포하며, N치는 1150~2430 임
- 풍화토는 점토질 모래 및 점토로 1.1~7.4m 두께로 분포하며, N치는 1290~5011 임
- 풍화암은 0.2~1.0m 두께로 분포하며 N치는 5010~5011 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	심도 (m)	지층	함수비 (%)	지중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)					USCS
						LL(%)	PI(%)	#4	#10	#40	#200	0.02mm	
산성교	BB-2	3.0	중화토	18.0	2.68	36.5	17.8	100	98.3	92.6	72.1	16	CL
		6.0		11.6	2.69	37.2	17.1	100	97.0	86.5	65.1	16	CL
	BB-4	4.0	중화토	15.2	2.69	37.6	19.3	100	96.8	89.1	70.8	17	CL
		2.0	중화토	21.7	2.68	36.9	16.4	100	96.4	86.0	47.4	8	SC
치산교	BB-17	1.0	중화토	10.4	2.68	36.7	16.9	97.2	93.1	78.6	41.5	5	SC
	BB-18	2.0	중화토	11.2	2.68	37.0	17.6	100	97.9	82.8	44.2	4	SC
남원교	BB-19	4.0	중화토	25.1	2.68	41.4	20.3	100	94.6	74.0	38.7	5	SC
		8.0		18.4	2.69	35.2	8.6	100	97.2	89.6	71.7	10	ML
	BB-20	3.0	중화토	23.2	2.69	37.5	9.0	90.6	86.1	83.9	76.7	13	ML
		5.0		15.0	2.69	39.5	11.3	100	96.0	92.4	78.1	14	ML
	BB-24	5.0	중화토	12.4	2.67	NP	-	100	93.6	76.9	31.4	-	SM
		2.0		16.4	2.64	NP	-	41.6	33.2	25.9	15.3	-	GM
매곡1교	BB-29	3.0	피적층	16.4	2.64	NP	-	41.6	33.2	25.9	15.3	-	GM
매곡교	BB-31	4.0	중화토	17.2	2.69	39.4	11.8	100	99.2	96.7	87.6	14	ML
	BB-37	4.0	중화토	12.4	2.66	NP	-	90.5	85.6	68.3	18.4	-	SM
화남1교	BB-43	3.0	피적층	17.2	2.66	NP	-	60.4	52.8	36.3	19.5	-	SM
	BB-45	2.0	피적층	18.2	2.67	NP	-	59.4	50.8	39.4	21.4	-	SM
		BB-46	2.0	피적층	13.5	2.65	NP	-	41.7	33.0	25.8	14.6	-
	화남교	BB-50	2.0	피적층	20.8	2.70	44.5	22.0	89.2	87.0	85.6	79.8	18
BB-53		2.0	중화토	13.0	2.68	35.8	16.2	91.6	87.3	75.4	37.4	3	SC

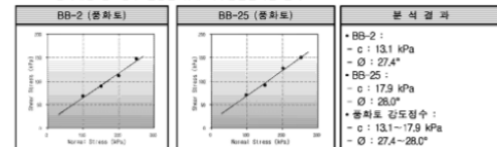
- 피적층 : 함수비 13.5~20.8%, 비중 2.64~2.70, 통일분류상 SM, GM, CL에 해당됨
- 풍화토 : 함수비 10.4~25.1%, 비중 2.66~2.69, 통일분류상 CL, SC, ML, SM에 해당됨
- 풍화암 : 함수비 13.0%, 비중 2.68, 통일분류상 SC에 해당됨

150

제 5 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

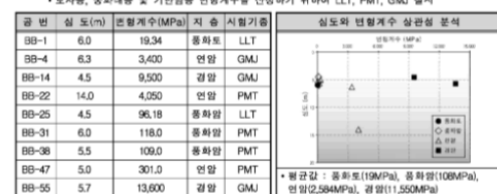
나. 강도 특성 분석

- 풍화대층 강도특성 실험을 위해 시추공전단시험 실시



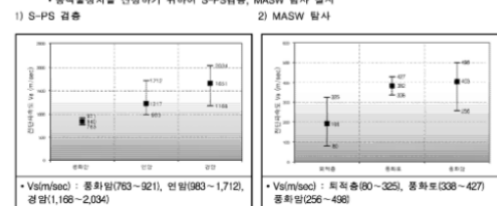
다. 변형 특성 분석

- 토사층, 풍화대층 및 기반암층 변형계수를 선정하기 위하여 LLT, PMT, GMJ 실시



라. 동적 특성 분석

- 동적특성치를 선정하기 위하여 S-PS검증, MASW 탐사 실시



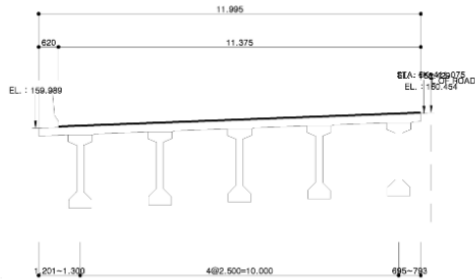
151

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	1.1363203	0.8710379	0.1253936	0.0159605	

1. 설계기준

1) 교량 정보

- i) 교량명 : 화남교
- ii) 교량종류 : 1. 복교 (09-24 및 04-24 적용)
- iii) 교량형식 : 합성철 STEEL BOX GIRDER 교
- iv) 교량연장 : L = 50.090 + 65.000 + 65.000 + 55.080 = 235.170 m
- v) 교량폭력 : B = 12.455 m
- vi) 주교폭력 : B = 2.500 m H = 2.700 m ~ 3.200 m
- vii) 사각 : 70.0 °

2) 하중

- i) 고정하중 (☞ 도.설 2.1.2)
 - 옮긴 콘크리트 : $R_{ck} = 25.000 \text{ kN/m}^2$
 - 무근 콘크리트 : $R_{sk} = 23.500 \text{ kN/m}^2$
 - 강재 : $R_{sk} = 79.500 \text{ kN/m}^2$
 - 노출콘크리트 포장 : $R_{sk} = 23.500 \text{ kN/m}^2$
- ii) 활하중 (☞ 도.설 2.1.3)
 - 09-24 : $P_r = 96.000 \text{ kN}$
 - P1 : $P_1 = 24.000 \text{ kN}$
 - 04-24 : $P_{r1} = 12.700 \text{ kN/m}$
 - $P_{r2} = 108.000 \text{ kN}$
 - $P_{r3} = 156.000 \text{ kN}$
- 충격계수 : $\gamma = 15 / (40 + L) \leq 0.3$ (☞ 도.설 2.1.4)

3) 사용재료

- i) 콘크리트 : 설계기준강도 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
탄성계수 $E_c = 25000 \text{ MPa}$
- ii) 철근(SD40) : 항복강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$
탄성계수 $E_s = 200000 \text{ MPa}$
- iii) 강재
 - 주부재 : SM508 사용 (상판, 하판, 복판, 상부플라이트, 하부플라이트, 수평보강재, 지중부 다이어프램, 지중보강재, 스퀘어라이트)
 - 부부재 : SM5208 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	SM490	SM490	SM570
40 이하	140	190	210	250	260
40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (210)	250 (260)	
75 초과 100 이하	130	175 (190)	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 교량

2) 내진 설계조건

- (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	27649	7
하부	두부재	27	400	29693	7
	기둥	27	400	29693	7
	기초	27	400	29693	7

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

4) 해석 방법

다중모드 스펙트럼 해석법

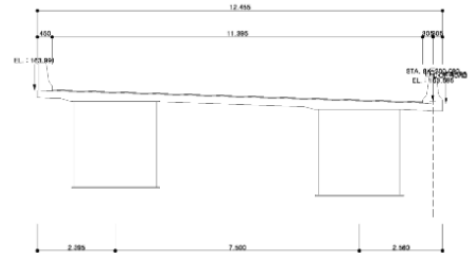
5) 참고 문헌

- (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	0.8529001	0.3395152	
13	0.3996487	0.189964	1.4748	0.5369203	0.8331204	0.3119733	
14	0.3945617	0.183676	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	0.2337773	
17	0.3708657	0.1902	1.4748	0.2698576	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	0.256506	
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	

23.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검 2회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 23.2.1】 화남교 점검이력사항

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

【표 23.2.1】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀안전점검	- 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.	B
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	화남교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열, 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 교량받침 몰탈 및 반침콘크리트 균열, 바닥판하면 균열 및 백태, 하부구조 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태에서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기안전점검	화남교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열, 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 교량받침 몰탈 및 반침콘크리트 균열, 바닥판하면 균열 및 백태, 하부구조 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태에서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 23.2.1】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기안전점검	화남교 (7공구)의 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 상태에서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 31	정밀안전점검	- 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.	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	- 교면포장 포장균열, 망상균열, 접속도로 파손, 포장파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 균열부백태, 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 이격, 차수판 볼트 탈락, 이격 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열 백태 - 바닥판하면 균열(폭0.3mm미만), 백태 - 거더 하부플렌지 변형 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 파손, 망상균열, 표면박리, 누수흔적, 백태 - 폐콘크리트 퇴적	양호

【표 23.2.1】 화남교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 12. 31	정기안전점검	- 교면포장 포장균열, 망상균열, 접속도로 파손, 포장파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 균열부백태, 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 이격, 차수판 볼트 탈락, 이격 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 백태 - 바닥판하면 균열(폭0.3mm미만), 백태 - 거더 하부플렌지 변형 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 파손, 망상균열, 표면박리, 누수흔적, 백태, 폐콘크리트 퇴적	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 30	정기안전점검	- 교면포장 포장균열, 망상균열, 접속도로 파손, 포장파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 균열부백태, 파손 및 보수부 들뜸, 중분대 이격 - 신축이음 후타재 망상균열, 들뜸, 이격, 차수판 볼트 탈락, 이격 - 교량받침 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 백태, 들뜸 - 바닥판하면 균열(폭0.3mm미만), 백태 - 거더 하부플렌지 변형 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm내/외), 파손, 망상균열, 표면박리, 누수흔적, 백태, 폐콘크리트 퇴적	양호

23.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

1) 상주방향

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면의 기 손상인 폭 0.3mm미만 균열, 백태의 진전은 없는 것으로 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 폭 0.3mm미만 균열 3개소가 추가 조사되었다. ■ 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 백태의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 표면처리 등의 조치가 필요하다.	
Steel Box Girder	■ 거더 내,외부의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	■ 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	■ 기 손상인 누수흔적의 진전은 미미한 상태로 확인되며, 금회 정밀조사로 인한 페콘크리트 퇴적이 조사되었다. ■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다. 또한 금회 조사된 페 콘크리트 퇴적의 경우 시공 후 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.	
교각	■ 기 손상인 폭 0.3mm 내,외 균열, 파손, 망상균열의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 폭 0.3mm미만 균열이 추가 확인되었다. ■ 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
교량받침	■ 기 손상인 무수축물탈 균열의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 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.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
신축이음장치	■ 신축이음 현장조사 결과, 기 본체 이물질퇴적, 접속부 이격, 차수판 앵커탈락의 진전은 미미한 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 후타재 보수부 망상균열, 후타재 파손이 신규 확인되었다. ■ 금회 조사된 후타재 파손, 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 후타재 이격은 접속부 침하에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 주의관찰을 요하며, 발생한 차수판 앵커 탈락은 공용중 발생한 손상으로 정비 등의 조치가 요구된다. ■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.1℃(10월 5일)로써 이때 측정유간은 25.0~30.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장은 기 손상인 포장부 망상균열의 진전은 미미한 수준이며, 금회 정밀 조사로 인한 포장 균열, 포장 파손, 접속부 파손 등의 손상이 조사되었다. ■ 교면포장의 망상균열 및 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 조사된 포장 파손 접속부 파손의 경우 주행성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.	
배수시설	■ 배수구는 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.	
방호벽	■ 방호벽은 기 손상 균열의 진전은 미미한 것으로 확인되었고, 금회 균열부 백태가 추가 조사되었다. ■ 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형, 균열부 우수유입 등 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.	
교량점검시설	■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

2) 영천방향

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면의 기 손상 인 백태의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 바닥판하면의 발생된 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.	
Steel Box Girder	■ 거더 내부는 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 거더외부 국부적인 변형이 신규 확인되었다. ■ 발생한 거더외부 변형의 경우, 시공시 거더 이동시 찍힘 등에 의한 손상으로 국부적인 것으로 확인된 바, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	■ 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 상태로 확인되었고, 신규 손상은 조사되지 않았다. ■ 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	■ 기 손상인 폭 0.3mm 미만 균열, 백태의 진전은 미미한 것으로 조사되었고, 금회 백태, 균열 각 1개소가 추가 조사되었다. ■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.	
교각	■ 기 손상인 폭 0.3mm 내,외 균열, 표면박리, 망상균열의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 망상균열, 백태가 추가 조사되었다. ■ 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 외부 우수유입으로 인한 백태는 표면처리 등의 유지관리가 필요하며, 표면박리의 경우 시공시 외부 충격, 다짐불량에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
교량받침	■ 기 받침 몰탈 균열의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 몰탈 균열, 백태가 추가 조사되었다. ■ 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열 및 백태는 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열 및 우수유입으로 인한 손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수 및 표면처리하는 것이 바람직 할 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.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
신축이음장치	■ 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 박리가 확인되었고, 손상의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 신축이음에 발생한 후타재 망상균열 및 들뜸은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.1℃(10월 5일)로써 이때 측정유간은 27.0~35.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장은 기 손상인 망상균열 및 접속부 파손의 전전, 신규는 없는 상태로 확인되었다. ■ 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 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.	
배수시설	■ 배수구는 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.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 초기 거푸집 탈형 등 복합적 원인에 의한 손상으로 주입보수 등의 조치가 요구된다. 또한 발생한 파손, 보수부 들뜸, 이격의 경우 접속부 침하, 외부 충격 등에 의한 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 단면보수, 주기적인 점검을 통한 이격 진행여부 확인 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.	
교량점검시설	■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.1~27.7	24.0	
		교각	27.7~28.9	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		65.0~66.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

시 험 명	시험부위		시험 결과(영천방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.5~27.5	24.0	
		교각	27.0~29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		66.0~68.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		94.0~96.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
화남교	0.159	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비(상주방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바퀴하면	폭0.3mm미만 균열	표면처리	6.0	9.0	m	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.1	m²	—	—	하자
교대	누수흔적	표면처리	5.0	7.5	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	6.0	9.0	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	15.5	5.8	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	15.0	22.5	m	—	—	하자
	파손	단면보수	1.27	1.9	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	18.0	27.0	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.4	0.9	m	54	49	3순위
신축이음	이물질퇴적	정비	3.0	4.5	m	25	113	3순위
	차수판 앵커탈락	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	0.25	0.4	m²	54	22	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.02	0.1	m²	165	17	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	350.0	525.0	m²	54	28,350	3순위
	균열	표면처리	2.0	0.8	m	54	43	3순위
	포장파손	단면보수	0.09	0.1	m²	165	17	3순위
	접속부 파손	단면보수	0.4	0.6	m²	165	99	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.0	8.3	m	54	448	3순위
	균열부백태	표면처리	3.6	5.4	m²	54	292	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		294,878		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		147,439		
	합계	—		—		442,317		
개략공사비 총계(천원)		442,317						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 보수·보강 방안 및 개략공사비(영천방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바퀴하면	백태	표면처리	0.15	0.2	m ²	—	—	하자
거더외부	변형	유지관리	0.5	0.8	m	—	—	하자
교대	누수흔적	표면처리	10.0	15.0	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.24	0.4	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.5	2.4	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.0	1.5	m	—	—	하자
	표면박리	단면보수	1.0	1.5	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	7.25	10.9	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.1	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	표면처리	1.2	0.5	m	54	27	3순위
	받침콘크리트 균열 (0.3mm미만)	표면처리	0.2	0.1	m	54	5	3순위
	백태	표면처리	0.1	0.2	m ²	54	11	3순위
신축이음	후타재 망상균열	표면처리	6.0	9.0	m ²	54	486	3순위
	후타재 들뜸	단면보수	0.02	0.1	m ²	165	17	2순위
교면포장	망상균열	표면처리	1,960.0	2,940.0	m ²	54	158,760	3순위
	접속부 포장파손	단면보수	5.0	7.5	m ²	165	1,238	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.4	m	54	22	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.5	2.3	m	65	150	2순위
	파손 및 보수부 들뜸	단면보수	0.59	0.9	m ²	165	149	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		167		160,698		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		84		80,349		
	합계	—		251		241,047		
개략공사비 총계(천원)		241,298						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

사. 종합결론

- 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.

23.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 기 손상인 하부구조 폭 0.3mm 내,외 균열, 파손, 누수흔적, 바닥판하면 균열, 후타재 망상균열, 들뜸, 포장 망상균열, 방호벽 균열 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정밀안전점검은 총2회, 정기안전점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

23.2.5 시설물 보수 이력

【표 23.2.2】 화남교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	신축이음 후타재파손 보수	하자보수	18년 07월 ~ 18년 12월	-	경남기업(주)	-

23.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 23.2.3】 내진설계 여부 확인

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

23.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

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.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보, 굴절점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 23.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

23.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

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 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 백태가 발생하였다.

【표 23.3.1】 바닥판하면 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	2.50	5	—	—
S3	3.00	3	0.05	1
S4	3.00	3	—	—
합계	8.50	11	0.05	1

			
손상현황	• S2 균열(0.2mm/0.5m*5EA)	손상현황	• S3 백태(0.1m×1.0m)
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, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열(0.3mm미만)이 신규 추가 조사되었다.

【표 23.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	6.00	6	8.50	11	▲ 2.50	신규추가
	백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 백태의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 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 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 23.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태이고, 거더외부는 도장박리가 조사되었다.

【표 23.3.3】 거더 외관조사 결과

구분		도장박리 (㎡/개소)	
거더내부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
거더외부	S1	0.10	2
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
합계		0.10	2

			
손상현황	• S4-G1 거터외부 도장박리(0.1m×0.5m*2EA)	손상현황	• 거터내부 상태양호
원 인	• 외부충격, 시공미흡	원 인	—
조치방안	• 재도장	조치방안	—

【사진 23.3.5】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거터 내부는 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 거터외부의 경우 금회 정밀안전점검 결과 도장박리가 신규 조사되었다.

【표 23.3.4】 거터 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거터내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거터외부	도장박리	—	—	—	0.10	2	▲ 0.10	신규손상

4) 검토의견

- 거터 내부의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거터 외부의 외관조사 결과, 도장박리의 경우 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 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 점검차를 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 상태로 확인되었고, 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 23.3.6】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

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

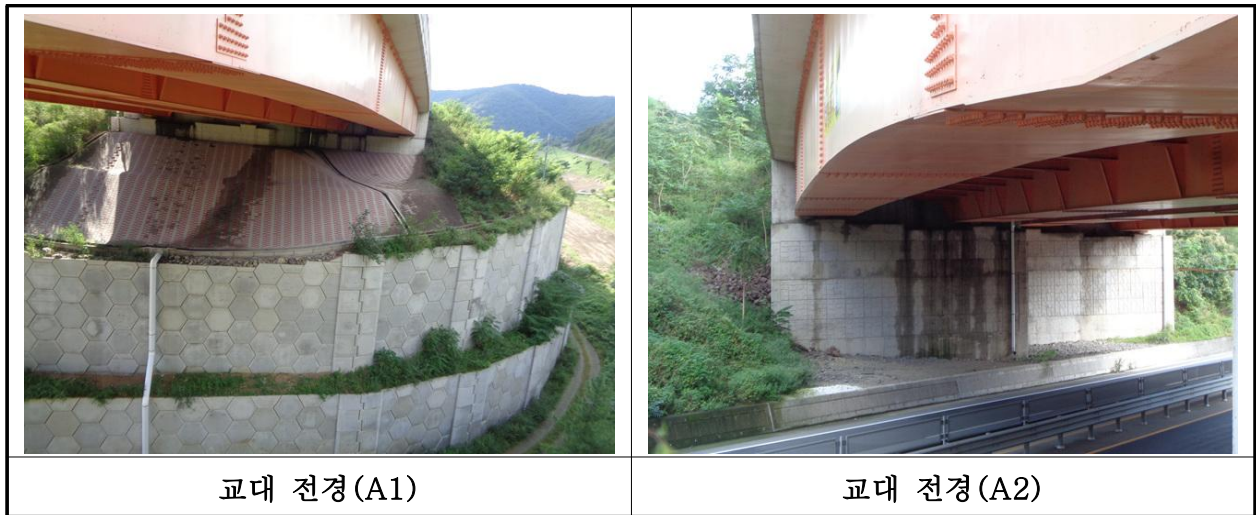
4) 검토의견

- 가로보 및 세로보의 외관조사 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 외관조사 결과, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 23.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
A1	5.00	1	—	—	—	—
A2	—	—	6.00	1	0.06	1
합계	5.00	1	6.00	1	0.06	1

			
손상현황	• A2 페콘크리트 퇴적(6.0m×1.0m)	손상현황	• A2 파손(0.2m×0.3m)
원 인	• 시공미흡, 마감불량	원 인	• 외부충격, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 단면보수

【사진 23.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 기 손상인 누수흔적, 페콘크리트 퇴적이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 파손이 신규 조사되었다.

【표 23.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

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

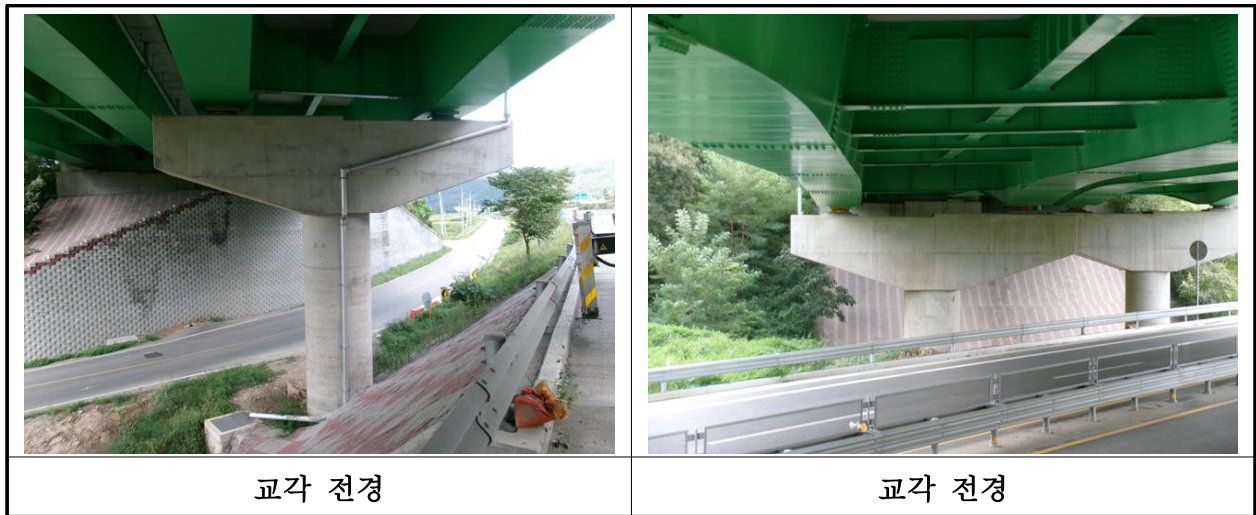
4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다. 또한 금회 조사된 페 콘크리트 퇴적의 경우 시공 후 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.
- 파손의 경우 외부충격 및 시공미흡으로 인한 손상으로 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 화남교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		파손 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	0.50	1	15.00	1	0.09	1	12.00	1
P2	14.00	8	—	—	1.09	2	6.00	1
P3	2.00	3	—	—	—	—	—	—
합계	16.50	12	15.00	1	1.18	3	18.00	2

			
손상현황	• P2 균열 (0.2mm/0.5m*4EA)	손상현황	• P2 균열 (0.2mm/3.0m*4EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1 균열 (0.3mm/3.0m*5EA)	손상현황	• P1 균열 (0.3mm/3.0m*5EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• P2 파손 (0.3m×0.3m)	손상현황	• S3 접속부 침하 보수현황
원 인	• 외부충격, 시공미흡	원 인	• 상태양호
조치방안	• 단면보수	조치방안	-

【사진 23.3.11】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 기 손상인 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 망상균열이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 인한 균열(0.3mm미만)이 신규 추가 조사되었다.

【표 23.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	15.50	11	16.50	12	▲ 1.00	신규추가
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	1	15.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	1.27	4	1.18	3	▼ 0.09	기존오기
	망상균열	m ²	18.00	2	18.00	2	— —	변동없음

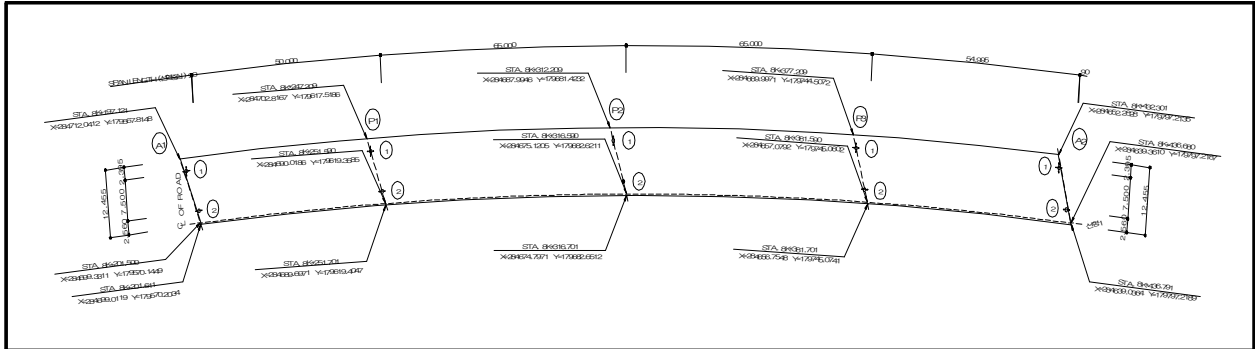
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

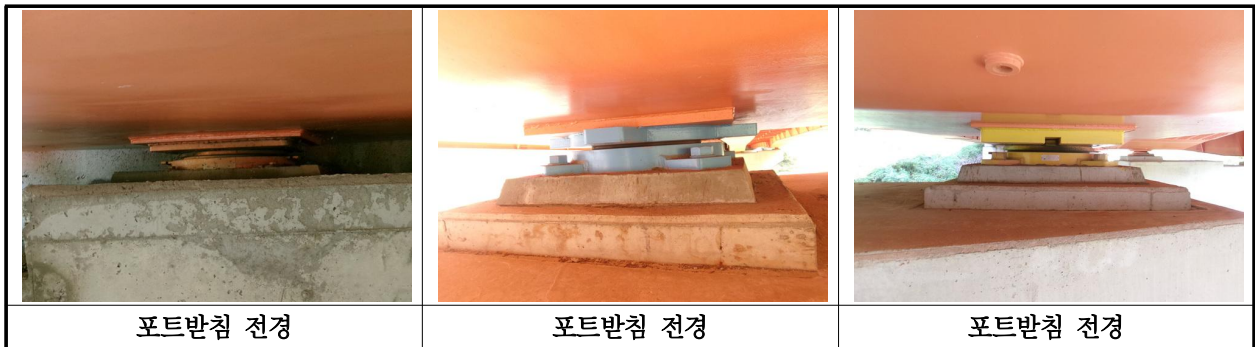
바. 교량반침

1) 부재의 개요

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



【그림 23.3.1】 교량반침 배치도



【사진 23.3.12】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈균열(0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락이 조사되었다.

【표 23.3.11】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		이동량 표시계 탈락 (EA/개소)	
A1	—	—	2.00	2
P1	—	—	—	—
P2	1.20	6	—	—
P3	1.20	6	—	—
A2	—	—	—	—
합계	2.40	12	2.00	2

			
손상현황	• P3-Sh2 무수축물탈균열(0.1mm/0.2mm*6EA)	손상현황	• A1-Sh1 이동량 표시계 탈락(2EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 시공미흡, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비

【사진 23.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 기 손상인 무수축물탈균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 이동량 표시계 탈락이 신규 조사되었다.

【표 23.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

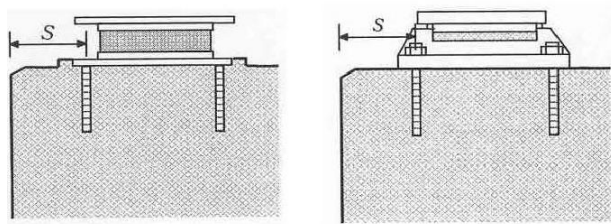
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	2.40	12	2.40	12	- -	증감없음
	이동량 표시계 탈락	EA	-	-	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이동량 표시계 탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.

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 23.3.14】 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	690	630	O.K
P1	A1측	450	970	920	O.K
	A2측	525	780	795	O.K
P2	A1측	525	915	915	O.K
	A2측	525	930	950	O.K
P3	A1측	525	1,055	880	O.K
	A2측	475	935	895	O.K
A2		475	700	630	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 23.3.15】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 , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	35.5	14.5	0.000012	115.0	49.0	20.0	
P1	35.5	14.5	0.000012	65.0	27.7	11.3	
P2	고정단						
P3	35.5	14.5	0.000012	65.0	27.7	11.3	
A2	35.5	14.5	0.000012	120.0	51.1	20.9	
1) 조사당시 온도 : 25.5℃(조사일 : 2023년 09월 18일, 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	25	75	25	49.0	20.0	±50
	SH2	25	75	25			±50
P1	SH1	0	45	55	27.7	11.3	±50
	SH2	0	50	50			±50
P2	고정단						
P3	SH1	5	55	45	27.7	11.3	±50
	SH2	5	55	45			±50
A2	SH1	10	60	40	51.1	20.9	±50
	SH2	10	60	40			±50
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

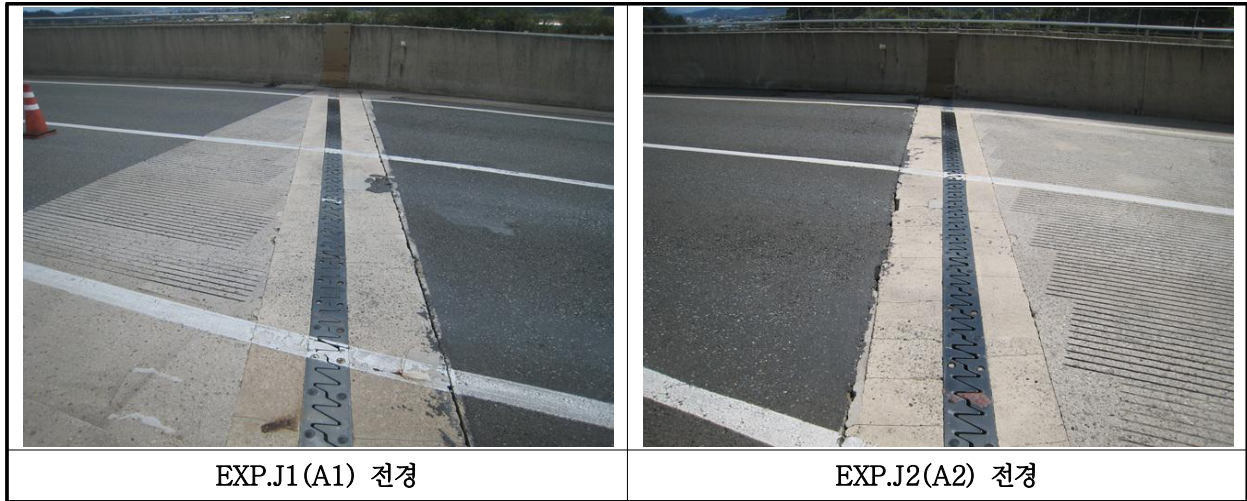
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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 23.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 본체 후타재균열(0.3mm미만), 이물질퇴적, 접속부 이격, 차수판 앵커탈락, 후타재 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재균열(0.3mm미만) (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 앵커탈락 (개소/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	4.00	20	3.00	1	—	—	0.09	1
A2 (EXP J2)	2.00	10	—	—	1.00	1	0.02	1
합계	6.00	30	3.00	1	1.00	1	0.11	2

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

【사진 23.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락, 후타재 파손이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 기존 후타재 망상균열이 후타재 파손으로 손상이 변경되었고, 후타재균열이 신규 조사되었다.

【표 23.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	—	—	6.00	30	▲ 6.00	신규손상
	이물질퇴적	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	차수판 앵커탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	0.25	1	—	—	▼ 0.25	파손으로 변경
	후타재 파손	m ²	0.02	1	0.11	1	▲ 0.09	신규추가

4) 검토의견

- 금회 조사된 후타재균열(0.3mm미만), 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 발생한 차수판 앵커 탈락은 공용중 발생한 손상으로 정비 등의 조치가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																							
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 09. 18. 기온 적용: 25.5℃(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 25.5^{\circ}\text{C} = 14.5^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-10.0^{\circ}\text{C} - (25.5^{\circ}\text{C}) = 35.5^{\circ}\text{C}$ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선행창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)																				
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																				
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																				

【사진 23.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선행창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	35.5	14.5	0.000012	115.0	49.0	20.0	10.0	65.0	90.0	
A2	35.5	14.5	0.000012	120.0	51.1	20.9	22.0	75.0	92.0	
1) 조사당시 온도 : 22.1℃(조사일 : 2021년 10월 5일, 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)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	49.0	20.0	10.0	120	59.0	-10.0	N.G
A2	51.1	20.9	22.0	120	73.1	1.1	O,K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.5℃(09월 18일)로써 이때 측정유간은 10.0~22.0mm 범위로 나타났다. A2측 신축이음은 충분한 여유량을 확보하고있고, A1측 신축이음의 경우 유간이 다소 부족한 것으로 측정되었으나 신축이음 및 받침에 손상은 미미한 것으로 확인되어 하절기시 주의관찰이 필요하다.

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 23.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (m ² /개소)		포장 균열 (m/개소)		포장 파손 (m ² /개소)		접속부 파손 (m ² /개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	21.00	1	—	—	—	—	0.40	1	7.00	1
S2	—	—	2.00	1	—	—	—	—	—	—
S3	350.00	1	—	—	0.09	1	—	—	—	—
S4	350.00	1	—	—	0.54	3	—	—	—	—
합계	721.00	3	2.00	1	0.68	4	0.40	1	7.00	1

			
손상현황	• S1 망상균열(7.0m×3.0m)	손상현황	• S3 포장 망상균열(50.0m×7.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 포장 균열(L=2.0m)	손상현황	• S4 포장 파손(0.3m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 차량윤하중, 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 접속부 파손(2.0m×0.2m)	손상현황	• S3 접속부 이격(L=7.00m)
원 인	• 차량윤하중, 시공미흡, 외부충격	원 인	• 접속부 침하, 시공미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 23.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 망상균열, 포장 균열, 포장 파손, 접속부 파손, 접속부 이격이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 포장 파손이 신규 추가 조사되었다.

【표 23.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	721.00	3	721.0	3	— —	변동없음
	포장 균열	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	0.09	1	0.68	4	▲ 0.59	신규추가
	접속부 파손	m ²	0.40	1	0.40	1	— —	변동없음
	접속부 이격	m	7.00	1	7.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장의 망상균열 및 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 조사된 포장 파손 접속부 파손의 경우 주행성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 화남교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 23.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.22】 배수시설 외관조사 결과

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

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

【사진 2.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상도 확인되지 않았다.

【표 23.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 배수구는 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

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 확인되었다.

【표 23.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	8.00	8	1.40	1
S2	8.00	8	0.20	1
S3	6.00	6	0.20	1
S4	—	—	2.00	1
합계	22.00	22	3.80	4

			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.2mm/1.0m*8EA)	손상현황	• S2 중분대 균열(0.2mm/1.0m*3EA)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 방호벽 균열(0.2mm/1.0m*6EA)	손상현황	• S2 방호벽 균열부백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 방호벽 균열부백태(0.2m×1.0m)	손상현황	• S4 방호벽 균열부백태(0.2m×10.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열부백태가 신규 추가 조사되었다.

【표 23.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	22.00	22	22.00	22	- -	변동없음
	균열부백태	m ²	3.60	3	3.80	4	▲ 0.20	신규추가

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만) 및 균열부 백태의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형, 균열부 우수유입 등 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



교대 점검계단 전경

【사진 23.3.25】 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 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

	
손상현황	• 교대 점검계단 상태양호
원 인	—
조치방안	—

【사진 23.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 23.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 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.

23.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

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 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



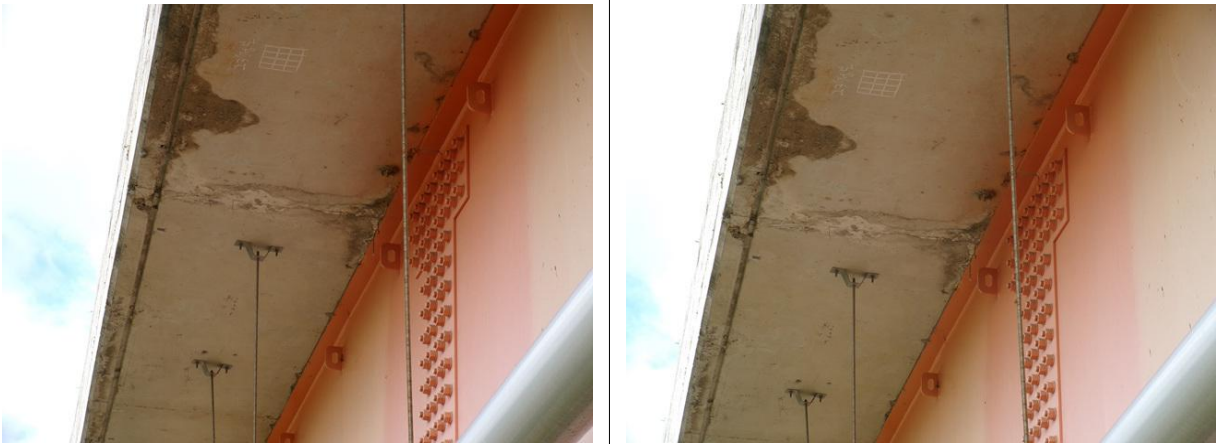
【사진 23.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 백태가 조사되었다.

【표 23.3.28】 바닥판하면 외관조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.15	1
S4	—	—
합계	0.15	1

			
손상현황	• S3 백태(0.3m×0.5m)	손상현황	• S3 백태(0.3m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판하면의 기 손상 인 백태의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 23.3.29】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	백태	m ²	0.15	1	0.15	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생된 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 23.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.30】 거더 외관조사 결과

구분		변형 (m/개소)	
거더내부	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
거더외부	S1	0.50	1
	S2	—	—
	S3	0.30	1
	S4	—	—
합계		0.80	2

			
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 23.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더 내부는 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 거더외부 국부적인 변형이 신규 추가 확인되었다.

【표 23.3.31】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더외부	변형	m	0.50	1	0.80	1	▲ 0.30	신규추가

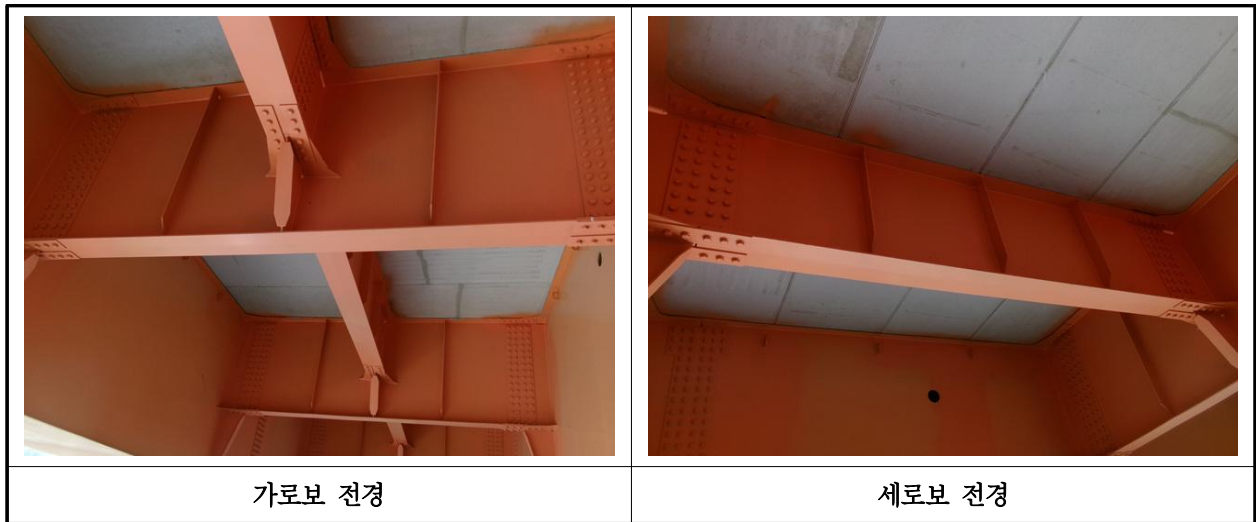
4) 검토의견

- 발생한 거더외부 변형의 경우, 시공시 거더 이동시 찍힘 등에 의한 손상으로 국부적인 것으로 확인된 바, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 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 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 23.3.31】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.30】 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 23.3.32】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 23.3.33】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보의 외관조사 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 23.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1에 누수흔적, 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 23.3.34】 교대 외관조사 결과

구분	누수흔적 (m ² /개소)		백태 (m ² /개소)	
A1	10.00	1	—	—
A2	—	—	0.24	12
합계	10.00	1	0.24	12

			
손상현황	• A1 누수흔적(5.0m×2.0m)	손상현황	• A2 백태(0.1m×0.2m×11EA)
원 인	• 신축이음 하부 누수, 마감불량	원 인	• 신축이음 하부 누수, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 23.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 누수흔적, 백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 23.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 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	0.24	12	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 화남교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



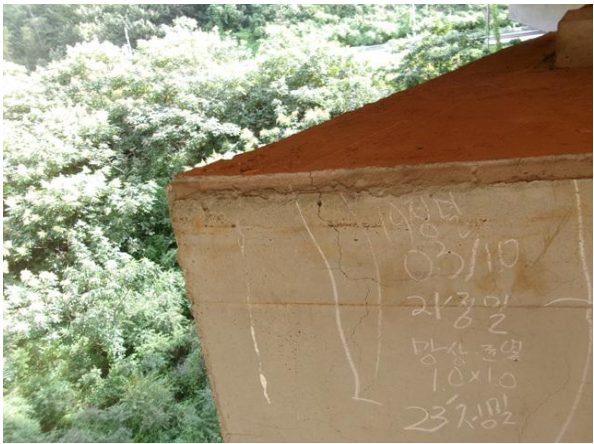
【사진 23.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		표면박리 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
P1	3.00	6	—	—	1.00	1	6.25	2	0.15	2
P2	3.00	6	1.00	1	—	—	1.00	1	—	—
P3	0.50	1	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	6.50	13	1.00	1	1.00	1	7.25	3	0.15	2

					
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P2 균열(0.2mm/0.5m)</td></tr> </table>	손상현황	• P2 균열(0.2mm/0.5m)	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P2 균열(0.3mm/1.0m)</td></tr> </table>	손상현황	• P2 균열(0.3mm/1.0m)
손상현황	• P2 균열(0.2mm/0.5m)				
손상현황	• P2 균열(0.3mm/1.0m)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등				
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등				
<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	조치방안	• 표면처리	<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 주입보수</td></tr> </table>	조치방안	• 주입보수
조치방안	• 표면처리				
조치방안	• 주입보수				
					
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P2 균열(0.3mm/1.0m)</td></tr> </table>	손상현황	• P2 균열(0.3mm/1.0m)	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P2 망상균열(1.0m×1.0m)</td></tr> </table>	손상현황	• P2 망상균열(1.0m×1.0m)
손상현황	• P2 균열(0.3mm/1.0m)				
손상현황	• P2 망상균열(1.0m×1.0m)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등				
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등				
<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 주입보수</td></tr> </table>	조치방안	• 주입보수	<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	조치방안	• 표면처리
조치방안	• 주입보수				
조치방안	• 표면처리				
					
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P1 표면박리(1.0m×1.0m)</td></tr> </table>	손상현황	• P1 표면박리(1.0m×1.0m)	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P1 백태(0.1m×1.0m)</td></tr> </table>	손상현황	• P1 백태(0.1m×1.0m)
손상현황	• P1 표면박리(1.0m×1.0m)				
손상현황	• P1 백태(0.1m×1.0m)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 외부충격, 시공미흡</td></tr> </table>	원 인	• 외부충격, 시공미흡	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 우수유입 등</td></tr> </table>	원 인	• 우수유입 등
원 인	• 외부충격, 시공미흡				
원 인	• 우수유입 등				
<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr> </table>	조치방안	• 단면보수	<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	조치방안	• 표면처리
조치방안	• 단면보수				
조치방안	• 표면처리				

【사진 23.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 표면박리, 망상균열, 백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 백태가 신규 조사되었다.

【표 23.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	6.50	13	- -	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	표면박리	m ²	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	망상균열	m ²	7.25	3	7.25	3	- -	변동없음
	백태	m ²	0.05	1	0.15	1	▲ 0.10	신규추가

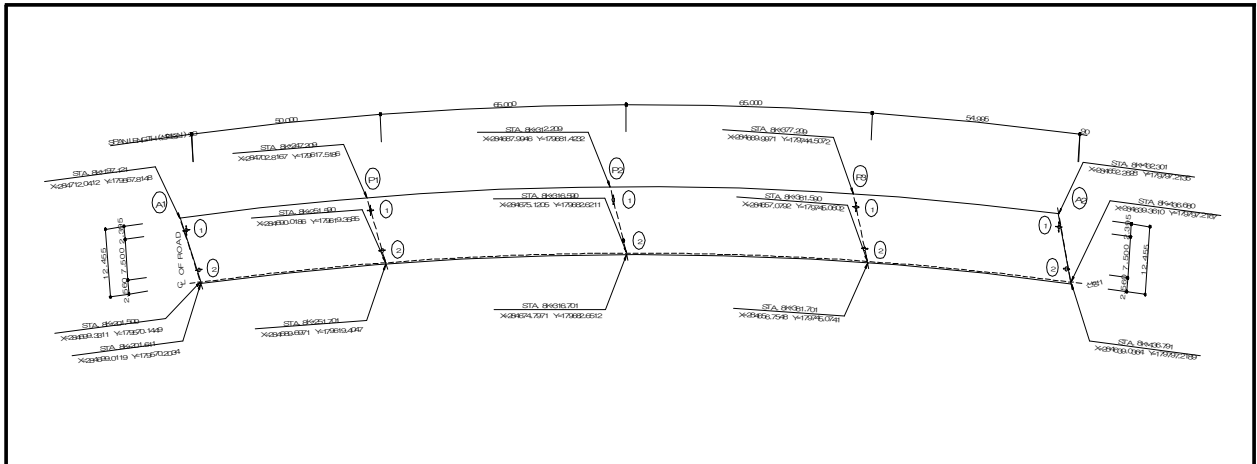
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 외부 우수유입으로 인한 백태는 표면처리 등의 유지관리가 필요하며, 표면박리의 경우 시공시 외부 충격, 다짐불량에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

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 23.3.37】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량반침 현장조사 결과 무수축물탈 및 반침콘크리트에 폭 0.3mm미만 균열, 이동량 표시계 탈락이 국부적으로 조사되었다.

【표 23.3.38】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트균열(0.3mm미만) (m/개소)		이동량 표시계 탈락 (EA/개소)	
A1	—	—	—	—	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

			
손상현황	• P1-Sh1 무수축물탈균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P3-Sh1 무수축물탈균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1-Sh1 받침콘크리트균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• A1-Sh2 이동량 표시계 탈락(2EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 시공미흡, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비

【사진 23.3.38】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 무수축물탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만), 백태가 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 백태가 기존 오기로 확인되었고 이동량 표시계 탈락이 신규 조사되었다.

【표 23.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

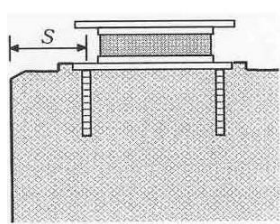
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	1.20	6	1.20	6	- -	변동없음
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.20	1	- -	변동없음
	백태	m ²	0.10	1	-	-	▼ 0.10	기존오기
	이동량 표시계 탈락	EA	-	-	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

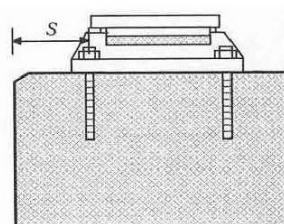
- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열 및 우수유입으로 인한 손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수 및 표면처리하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 이동량 표시계 탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.

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 24.3.39】 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 23.3.40】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		450	708	615	O.K
P1	A1측	450	990	940	O.K
	A2측	525	990	940	O.K
P2	A1측	525	870	885	O.K
	A2측	525	880	865	O.K
P3	A1측	525	1,055	810	O.K
	A2측	475	923	900	O.K
A2		475	600	560	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 24.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 23.3.41】 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	35.5	14.5	0.000012	115.0	49.0	20.0	
P1	35.5	14.5	0.000012	65.0	27.7	11.3	
P2	고정단						
P3	35.5	14.5	0.000012	65.0	27.7	11.3	
A2	35.5	14.5	0.000012	120.0	51.1	20.9	
1) 조사당시 온도 : 25.5℃(조사일 : 2023년 09월 18일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 23.3.42】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	20	70	30	49.0	20.0	±50
	SH2	20	70	30			±50
P1	SH1	10	60	40	27.7	11.3	±50
	SH2	10	60	40			±50
P2		고정단					
P3	SH1	5	55	45	27.7	11.3	±50
	SH2	5	55	45			±50
A2	SH1	28	78	22	51.1	20.9	±50
	SH2	28	78	22			±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 23.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 들뜸, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 23.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		후타재 들뜸 (㎡/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)	
A1 (EXP J1)	2.40	8	—	—	0.02	1	—	—
A2 (EXP J2)	—	—	6.00	4	—	—	2.00	2
합계	2.40	8	6.00	4	0.02	1	2.00	2

			
손상현황	• A1 후타재 균열 (0.2mm/0.3m*8EA)	손상현황	• A2 후타재 망상균열 (0.5m×3.0m×4EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 후타재 들뜸 (0.1m×0.2m)	손상현황	• A2 차수판 볼트탈락 (2EA)
원 인	• 차량윤하중, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 정비

【사진 23.3.42】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 후타재 균열 (0.3mm미만), 후타재 박리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 23.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m ²	—	—	2.40	8	▲ 2.40	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	6.00	4	— —	변동없음
	후타재 들뜸	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열 및 들뜸은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 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 가동량 산정 조사일 : 2023. 09. 18. 기온 적용: 25.5℃ (일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-25.5℃ = 14.5℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(25.5℃) = 35.5℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (1/℃)	
	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 23.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 23.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 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	35.5	14.5	0.000012	115.0	49.0	20.0	22.0	70.0	65.0	
A2	35.5	14.5	0.000012	120.0	51.1	20.9	21.0	60.0	60.0	
1) 조사당시 온도 : 22.1°C (조사일 : 2021년 10월 5일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -10°C ~ 40°C (보통지방)										

【표 23.3.46】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	49.0	20.0	22.0	120	71.0	2.0	O,K
A2	51.1	20.9	21.0	120	72.1	0.1	O,K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O,K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.5°C (09월 18일)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 23.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 전구간에 포장부 망상균열이 확인되었고, 일부 접속부 포장 파손이 확인되었다.

【표 23.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		접속부 포장 파손 (㎡/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	400.00	1	5.25	1	8.00	1
S2	520.00	1	—	—	—	—
S3	520.00	1	—	—	—	—
S4	520.00	1	—	—	—	—
합계	1,960.00	4	5.25	1	8.00	1

			
손상현황	• S1 망상균열 (50.0m×8.0m)	손상현황	• S2 망상균열 (65.0m×8.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 망상균열 (65.0m×8.0m)	손상현황	• S1 접속부 포장파손 (3.5m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 차량윤하중, 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 접속부 이격 (L=8.0m)	손상현황	• S4 접속부 포장파손 보수현황
원 인	• 시공미흡, 접속부 침하 등	원 인	• 상태양호
조치방안	• 주의관찰	조치방안	-

【사진 23.3.45】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 접속부 이격이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 A2측 접속부 파손이 보수되었고, A1측 접속부 파손이 신규 추가 조사되었다.

【표 23.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	1,960.0	4	1,960.0	4	- -	변동없음
	접속부 포장파손	m ²	5.00	1	5.25	1	▲ 0.25	보수/신규추가
	접속부 이격	m	8.00	1	8.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 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.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 화남교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 23.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 23.3.49】 배수시설 외관조사 결과

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

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

【사진 23.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상도 확인되지 않았다.

【표 23.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 중분대 이격, 파손 및 보수부 들뜸이 조사되었다.

【표 23.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		중분대 이격 (m/개소)		파손 및 보수부 들뜸 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	50.00	1	—	—
S2	1.00	1	—	—	65.00	1	—	—
S3	—	—	—	—	65.00	1	—	—
S4	—	—	1.50	1	65.00	1	5.59	3
합계	1.00	1	1.50	1	245.00	4	5.59	3

			
손상현황	• S2 방호벽 균열(0.2mm/1.0m)	손상현황	• S4 중분대 균열(0.3mm/1.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S2 중분대 이격(L=65.0m)	손상현황	• S4 중분대 이격(L=65.0m)
원 인	• 시공미흡, 침하 등	원 인	• 시공미흡, 침하 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S4 중분대 파손(0.3m×0.3m)	손상현황	• S4 중분대 보수부 들뜸(0.5m×1.0m)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 23.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서, 균열(0.3mm미만, 이상), 중분대 이격, 파손 및 보수부 들뜸이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 파손 및 보수부 들뜸 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 23.3.52】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	중분대 이격	m	245.00	4	245.00	4	— —	변동없음
	파손 및 보수부 들뜸	m ²	0.59	2	5.59	3	▲ 5.00	신규추가

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형 등 복합적 원인에 의한 손상으로 주입보수 등의 조치가 요구된다. 또한 발생한 파손, 보수부 들뜸, 이격의 경우 접속부 침하, 외부 충격 등에 의한 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 단면보수, 주기적인 점검을 통한 이격 진행여부 확인 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



【사진 23.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 23.3.53】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 23.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 23.3.54】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 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.

23.3.4 외관조사 총괄표

【표 23.3.51】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열 (0.3mm미만)	m	8.50	11	
	백태	m ²	0.05	1	
거더내부	상태양호	—	—	—	
거더외부	도장박리	m ²	0.10	2	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	5.00	1	
	페콘크리트 퇴적	m ²	6.00	1	
	파손	m ²	0.06	1	
교각	균열 (0.3mm미만)	m	16.50	12	
	균열 (0.3mm이상)	m	15.00	1	
	파손	m ²	1.18	3	
	망상균열	m ²	18.00	2	
교량받침	무수축물탈균열 (0.3mm미만)	m	2.40	12	
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	
신축이음	후타재균열 (0.3mm미만)	m	6.00	30	
	이물질퇴적	m	3.00	1	
	차수판 앵커탈락	EA	1.00	1	
	후타재 파손	m ²	0.11	2	
교면포장	망상균열	m ²	721.00	3	
	포장 균열	m	2.00	1	
	포장 파손	m ²	0.68	4	
	접속부 파손	m ²	0.40	1	
	접속부 이격	m	7.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	22.00	22	
	균열부백태	m ²	3.80	4	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 23.3.52】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	백태	m ²	0.15	1	
거더내부	상태양호	—	—	—	
거더외부	변형	m	0.80	2	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	
	백태	m ²	0.24	12	
교각	균열 (0.3mm미만)	m	6.50	13	
	균열 (0.3mm이상)	m	1.00	1	
	표면박리	m ²	1.00	1	
	망상균열	m ²	7.25	3	
	백태	m ²	0.15	3	
교량받침	무수축물탈균열 (0.3mm미만)	m	1.20	6	
	받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	m	0.20	1	
	이동량 표시계 탈락	m ²	2.00	2	
신축이음	후타재균열 (0.3mm미만)	m	2.40	8	
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	
	후타재 들뜸	m ²	0.02	1	
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	
교면포장	망상균열	m ²	1,960.00	4	
	접속부 포장파손	m ²	5.25	1	
	접속부 이격	m	8.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열 (0.3mm미만)	m	1.00	1	
	균열 (0.3mm이상)	m	1.50	1	
	중분대 이격	m	245.00	4	
	파손 및 보수부 들뜸	m ²	5.59	3	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

23.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 23.3.53】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열(0.3mm미만)	m	6.00	6	8.50	11	▲ 2.50	신규추가
	백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
거더외부	도장박리	—	—	—	0.10	2	▲ 0.10	신규손상
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
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	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	15.50	11	16.50	12	▲ 1.00	신규추가
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	1	15.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	1.27	4	1.18	3	▼ 0.09	기존오기
	망상균열	m ²	18.00	2	18.00	2	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈락(0.3mm미만)	m	2.40	12	2.40	12	— —	증감없음
	이동량 표시계 탈락	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	—	—	6.00	30	▲ 6.00	신규손상
	이물질퇴적	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	차수판 앵커탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	0.25	1	—	—	▼ 0.25	파손으로변경
	후타재 파손	m ²	0.02	1	0.11	1	▲ 0.09	신규추가
교면포장	망상균열	m ²	721.00	3	721.0	3	— —	변동없음
	포장 균열	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	0.09	1	0.68	4	▲ 0.59	신규추가
	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	22.00	22	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	3.60	3	3.80	4	▲ 0.20	신규추가
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

【표 23.3.54】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	백태	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더외부	변형	m	0.50	1	0.80	1	▲ 0.30	신규추가
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.24	12	0.24	12	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	6.50	13	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	표면박리	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	7.25	3	7.25	3	— —	변동없음
	백태	m ²	0.05	1	0.15	1	▲ 0.10	신규추가
교량받침	무수축물탈락균열(0.3mm미만)	m	1.20	6	1.20	6	— —	변동없음
	반침크리 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	기존오기
	이동량 표시계 탈락	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m ²	—	—	2.40	8	▲ 2.40	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	6.00	4	— —	변동없음
	후타재 들뜸	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
교면포장	망상균열	m ²	1,960.0	4	1,960.0	4	— —	변동없음
	접속부 포장파손	m ²	5.00	1	5.25	1	▲ 0.25	보수/신규추가
	접속부 이격	m	8.00	1	8.00	1	— —	변동없음
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	중분대 이격	m	245.00	4	245.00	4	— —	변동없음
	파손 및 보수부 들뜸	m ²	0.59	2	5.59	3	▲ 5.00	신규추가
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(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 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】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 23.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

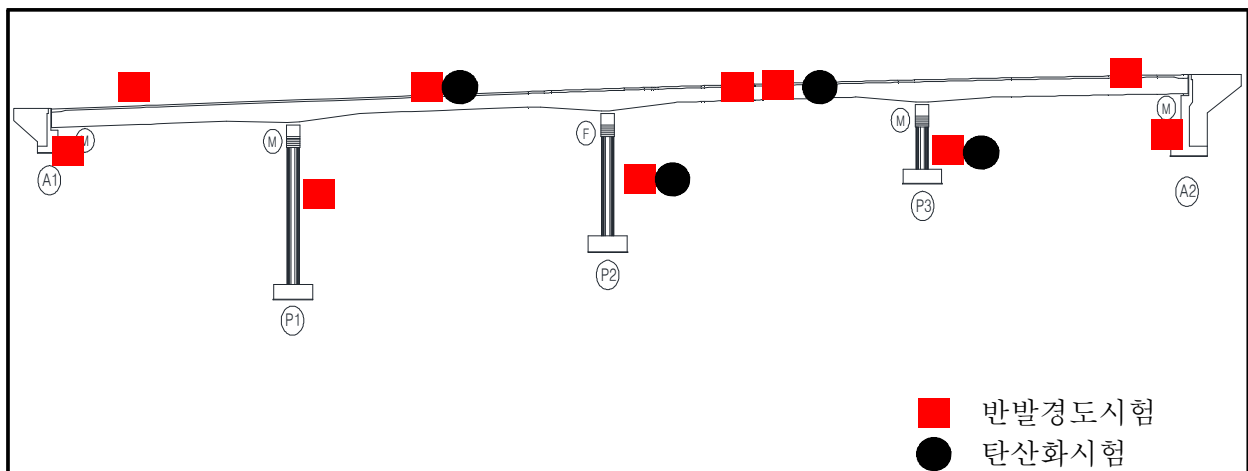
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

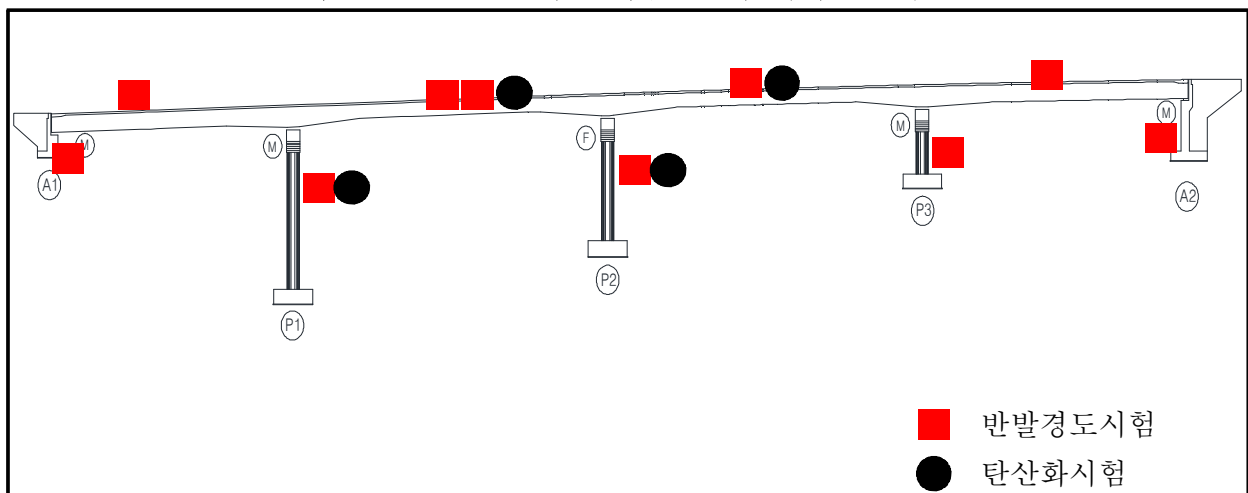


【사진 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 23.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(상주방향)



【그림 23.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(영천방향)

23.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 10개소)을 실시하였으며, 검토결과
 과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 23.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.8	27.4	28.2	0.64	27.0	
	S2 바닥판하면	48.2	27.8	28.3			
	S3 바닥판하면	48.4	27.9	28.4			
	S3 바닥판하면	48.6	28.1	28.5			
	S4 바닥판하면	47.4	27.1	28.0			

【표 23.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.0	24.3	26.4	0.64	24.0	
	A2 교대	45.0	25.2	26.9			

【표 23.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1 교각	48.0	27.6	28.2	0.64	27.0	
	P2 교각	47.9	27.5	28.2			
	P3 교각	47.7	27.4	28.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.1~28.5MPa, 하부구조(교대) 24.3~26.9MPa, 하부구조(교각) 27.4~28.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 23.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.5	27.0	100.4 ~ 105.6
하부구조	교대	24.3 ~ 26.9	24.0	101.3 ~ 112.1
	교각	27.4 ~ 28.2	27.0	101.5 ~ 104.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.0 ~ 28.8	27.1 ~ 28.5	27.0
	교대	26.1 ~ 27.7	24.3 ~ 26.9	24.0
	교각	27.7 ~ 28.9	27.4 ~ 28.2	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 23.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S2 바닥판하면	5.0	72.0	67.0	a	2.04	100년이상	
	S3 바닥판하면	4.5	77.0	72.5	a	1.84	100년이상	
하부구조	P2 교각	6.5	89.0	82.5	a	2.65	100년이상	
	P3 교각	5.0	89.0	84.0	a	2.04	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 23.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.5~5.0	67.0~72.5	
하부구조	5.0~6.5	82.5~84.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.10】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	5.0~6.0	65.0~66.0	a	4.5~5.0	67.0~72.5	a	
하부구조	5.0~7.0	93.0~95.0	a	5.0~6.5	82.5~84.0	a	
검토의견	■ 기존 및 급회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 10개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 23.4.11】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.0	27.6	28.2	0.64	27.0	
	S2 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S2 바닥판하면	48.6	28.1	28.5			
	S3 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S4 바닥판하면	47.9	27.5	28.2			

【표 23.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.2	24.5	26.5	0.64	24.0	
	A2 교대	44.7	24.9	26.7			

【표 23.4.13】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1 교각	48.0	27.6	28.2	0.64	27.0	
	P2 교각	47.6	27.3	28.1			
	P3 교각	48.2	27.8	28.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.5MPa, 하부구조(교대) 24.5~26.7MPa, 하부구조(교각) 27.3~28.3MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 23.4.14】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.5	27.0	100.7 ~ 105.6
하부구조	교대	24.5 ~ 26.7	24.0	102.1 ~ 111.3
	교각	27.3 ~ 28.3	27.0	101.1 ~ 104.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.15】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.0 ~ 28.8	27.2 ~ 28.5	27.0
	교대	25.5 ~ 27.5	24.5 ~ 26.7	24.0
	교각	27.0 ~ 29.0	27.3 ~ 28.3	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 23.4.16】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S2 바닥판하면	5.5	42.0	36.5	a	2.25	100년이상	
	S3 바닥판하면	4.0	41.0	37.0	a	1.63	100년이상	
하부구조	P1 교각	5.5	79.0	73.5	a	2.25	100년이상	
	P2 교각	7.5	74.0	66.5	a	3.06	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~7.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 23.4.17】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0~5.5	36.5~37.0	
하부구조	5.5~7.5	66.5~73.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 23.4.18】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	3.0~5.0	66.0~68.0	a	4.0~5.5	36.5~37.0	a	
하부구조	4.0~6.0	94.0~96.0	a	5.5~7.5	66.5~73.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 23.4.19】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.3 ~ 26.9	24.0	
		교각	27.4 ~ 28.2	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		67.0~72.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		82.5~84.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 23.4.20】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.5 ~ 26.7	24.0	
		교각	27.3 ~ 28.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		66.5~73.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 23.4.21】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0	~	28.8	27.1	~	28.5	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.1	~	27.7	24.3	~	26.9	
		교각	27.7	~	28.9	27.4	~	28.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		65.0~66.0		a	67.0~72.5		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		93.0~95.0		a	82.5~84.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 23.4.22】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0	~ 28.8	27.2	~ 28.5	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	25.5	~ 27.5	24.5	~ 26.7	
		교각	27.0	~ 29.0	27.3	~ 28.3	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		66.0~68.0	a	36.5~37.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		94.0~96.0	a	66.5~73.5	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 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

23.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상주방향

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

【표 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	b	a	b	a	b	c	b	b	q	a	—
S2	P1	S.T.B	b	a	a	b	a	b	—	a	c	q	—	—
S3	P2	S.T.B	b	a	a	c	a	b	—	b	b	q	—	—
S4	P3	S.T.B	b	a	a	c	a	b	—	b	b	q	a	a
	A2								c	a	b	q	—	a
평균			0.175	0.125	0.100	0.300	0.100	0.200	0.400	0.160	0.240	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.032	0.025	0.005	0.021	0.003	0.004	0.036	0.014	0.048	—	0.004	0.003
※포장의 경우 S3, S4 전구간 망상균열이 있으나 주행의 안전성이 저하되는 수준은 아니므로 c로 상향평가하였다.													0.195	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.195) < 0.260$

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 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. 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.

【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	a	b	a	c	a	b	c	b	b	q	a	a
S2	P1	S.T.B	a	a	a	c	a	b	—	b	b	q	a	a
S3	P2	S.T.B	b	b	a	c	a	b	—	a	c	q	—	—
S4	P3	S.T.B	a	a	a	c	a	c	—	b	b	q	—	—
	A2								b	a	b	q	—	—
평균			0.125	0.150	0.100	0.400	0.100	0.250	0.300	0.160	0.240	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.023	0.030	0.005	0.028	0.003	0.005	0.027	0.014	0.048	—	0.004	0.003
※포장의 경우 S1~S4 전구간 망상균열이 있으나 주행의 안전성이 저하되는 수준은 아니므로 c로 상향평가하였다.													0.190	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.190) < 0.260$

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	0.195	B	235	2	470	0.500	0.097
영천방향	0.190	B	235	2	470	0.500	0.095
합계(Σ)			470	4	940	1.000	0.192
1. 평가지수 =							0.192
2. 상태평가결과 =							B

23.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 23.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

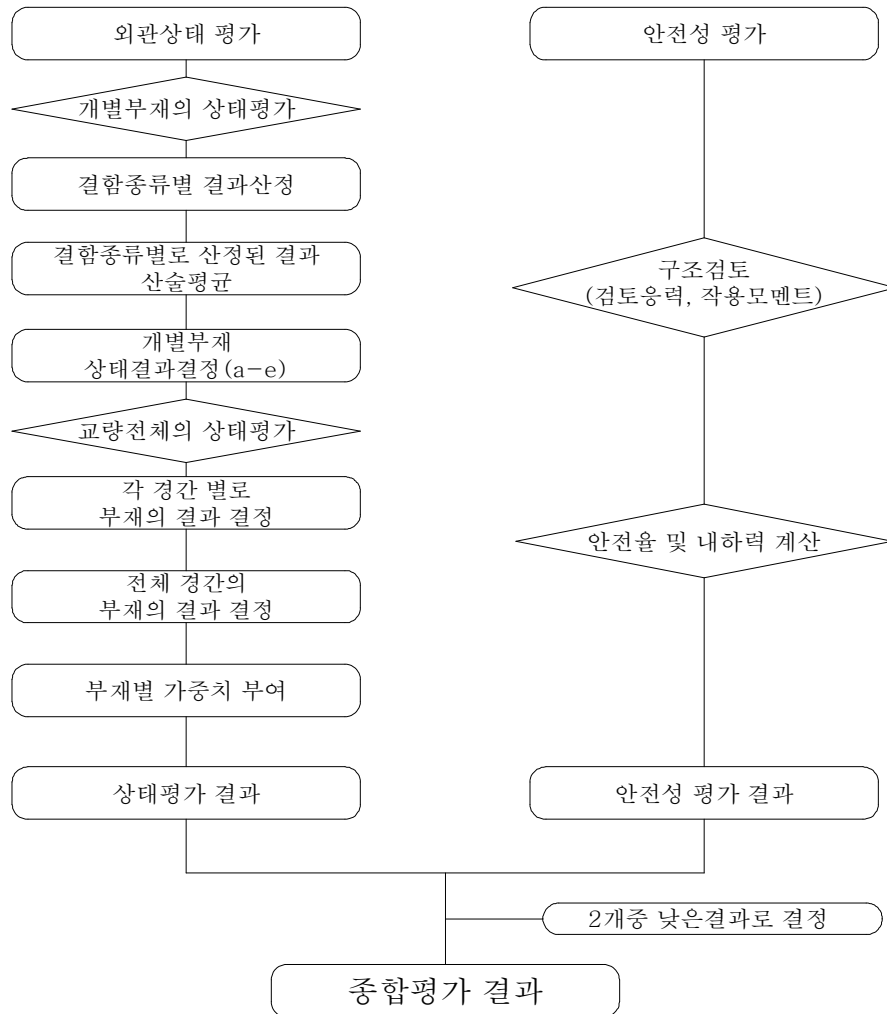
구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.159	0.192
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 화남교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.159에서 0.192로 0.033 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 금회 정밀안전점검 결과 신축이음 파손 및 들뜸, 교면포장 망상균열, 교각 균열 등의 신규 손상으로 인하여 전체 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	0.192	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
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	8.50	11	표면처리	하자
	백태	m ²	0.05	1	표면처리	하자
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
거더외부	도장박리	m ²	0.10	2	재도장	하자
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	5.00	1	표면처리	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.00	1	정비	하자
	파손	m ²	0.06	1	단면보수	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	16.50	12	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	15.00	1	주입보수	하자
	파손	m ²	1.18	3	단면보수	하자
	망상균열	m ²	18.00	2	표면처리	하자
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	m	2.40	12	표면처리	3순위
	이동량 표시계 탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	6.00	30	표면처리	3순위
	이물질퇴적	m	3.00	1	정비	3순위
	차수판 앵커탈락	EA	1.00	1	정비	3순위
	후타재 파손	m ²	0.11	2	단면보수	2순위
교면포장	망상균열	m ²	721.00	3	표면처리	3순위
	포장 균열	m	2.00	1	표면처리	3순위
	포장 파손	m ²	0.68	4	단면보수	2순위
	접속부 파손	m ²	0.40	1	단면보수	3순위
	접속부 이격	m	7.00	1	주의관찰	4순위
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	22.00	22	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	3.80	4	표면처리	3순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

나. 영천방향

【표 23.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	백태	m ²	0.15	1	표면처리	하자
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
거더외부	변형	m	0.80	2	주의관찰	하자
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	10.00	1	표면처리	하자
	백태	m ²	0.24	12	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	하자
	표면박리	m ²	1.00	1	단면보수	하자
	망상균열	m ²	7.25	3	표면처리	하자
	백태	m ²	0.15	3	표면처리	하자
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	1.20	6	표면처리	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	3순위
	이동량 표시계 탈락	m ²	2.00	2	정비	3순위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	2.40	8	표면처리	3순위
	후타재 망상균열	m ²	6.00	4	표면처리	3순위
	후타재 들뜸	m ²	0.02	1	단면보수	2순위
	차수판 볼트탈락	EA	2.00	2	정비	3순위
교면포장	망상균열	m ²	1,960.00	4	표면처리	3순위
	접속부 포장파손	m ²	5.25	1	단면보수	2순위
	접속부 이격	m	8.00	1	주의관찰	4순위
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	주입보수	2순위
	충분대 이격	m	245.00	4	주의관찰	4순위
	파손 및 보수부 들뜸	m ²	5.59	3	단면보수	2순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

23.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 23.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥면	균열(0.3mm미만)	표면처리	8.50	3.19	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.08	m ²	—	—	하자
거더외부	도장박리	재도장	0.10	0.15	m ²	—	—	하자
교대	누수흔적	표면처리	5.00	7.50	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	6.00	9.00	m ²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	16.50	6.19	m ²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	15.00	22.50	m	—	—	하자
	파손	단면보수	1.18	1.77	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	18.00	27.00	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.40	0.90	m ²	54	49	3순위
	이동량 표시계 탈락	정비	2.00	2.00	EA	25	50	3순위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	표면처리	6.00	9.00	m	54	486	3순위
	이물질퇴적	정비	3.00	1.00	EA	25	25	3순위
	차수판 앵커탈락	정비	1.00	1.50	m ²	25	38	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.11	0.17	m ²	165	28	2순위
교면포장	망상균열	표면처리	721.00	108.150	m ²	54	58,401	3순위
	포장 균열	표면처리	2.00	0.75	m ²	54	41	3순위
	포장 파손	단면보수	0.68	1.02	m ²	165	168	2순위
	접속부 파손	단면보수	0.40	0.60	m ²	165	99	3순위
	접속부 이격	주의관찰	7.00	10.50	m	—	—	4순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.00	8.25	m ²	54	446	3순위
	균열부백태	표면처리	3.80	5.70	m ²	54	308	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		196		59,943		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		98		29,972		
	합계	—		294		89,915		
개략공사비 총계(천원)		90,209						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 23.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥면	백태	표면처리	0.15	0.22	m²	—	—	하자
거더외부	변형	유지관리	0.80	1.20	m	—	—	하자
교대	누수흔적	표면처리	10.00	15.00	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.24	0.36	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.44	m²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	—	—	하자
	표면박리	단면보수	1.00	1.50	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	7.25	10.88	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.15	0.22	m²	—	—	하자
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	표면처리	1.20	0.45	m²	54	24	3순위
	반침콘크리트균열(0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.08	m²	54	4	3순위
	이동량 표시계 탈락	정비	2.00	3.00	EA	25	75	3순위
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	표면처리	2.40	3.60	m²	54	194	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	6.00	9.00	m²	54	486	3순위
	후타재 들뜸	단면보수	0.02	0.03	m²	165	5	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	2.00	3.00	EA	25	75	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	1,960.00	2,940.00	m²	54	158,760	3순위
	접속부 포장파손	단면보수	5.25	7.88	m²	165	1,300	2순위
	접속부 이격	주의관찰	8.00	12.00	m	—	—	4순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m²	54	21	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.50	2.25	m	65	146	2순위
	중분대 이격	주의관찰	245.00	367.50	m²	—	—	4순위
	파손 및 보수부 들뜸	단면보수	5.59	8.39	m²	165	1,384	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		2,835		159,999		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		1,418		80,000		
	합계	—		4,253		239,999		
개략공사비 총계(천원)		244,252						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

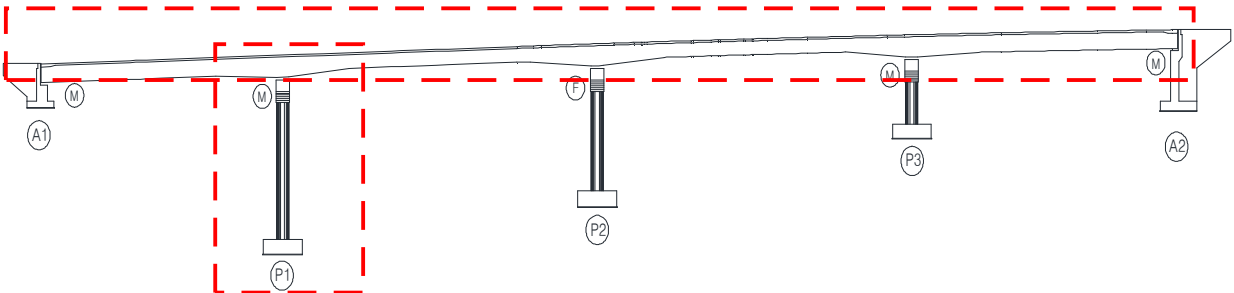
23.7.3 유지관리방안

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 폭 0.3mm 이상 균열 - 진전 여부확인	
	
② 교면포장 망상균열 - 진전 여부확인	
	

23.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 신녕면 화남리(상주영천고속도로 63.768~64.003km)에 위치한 교량으로서 총 연장 235.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 6년간 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) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 백태가 발생하였다.
- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 백태의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 표면처리 등의 조치가 필요하다.

2) Steel Box Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태이고, 거더외부는 도장박리가 조사되었다.
- 거더 내부의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더 외부의 외관조사 결과, 도장박리의 경우 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 누수흔적, 페콘크리트 퇴적, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검

을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다. 또한 금회 조사된 폐 콘크리트 퇴적의 경우 시공 후 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.

- 파손의 경우 외부충격 및 시공미흡으로 인한 손상으로 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 파손, 망상균열 등의 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 파손은 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과, 무수축물탈균열(0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락이 조사되었다.
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이동량 표시계 탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.
- 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

- 신축이음 현장조사 결과 본체 후타재균열(0.3mm미만), 이물질퇴적, 접속부 이격, 차수판 앵커탈락, 후타재 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 금회 조사된 후타재균열(0.3mm미만), 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 발생한 차수판 앵커 탈락은 공용중 발생한 손상으로 정비 등의 조치가 요구된다.

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.5℃(09월 18일)로써 이때 측정유간은 10.0~22.0mm 범위로 나타났다. A2측 신축이음은 충분한 여유량을 확보하고있고, A1측 신축이음의 경우 유간이 다소 부족한 것으로 측정되었으나 신축이음 및 받침에 손상은 미미한 것으로 확인되어 하절기시 주의관찰이 필요하다.

8) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과, 포장부 망상균열, 포장 균열, 포장 파손, 접속부 파손, 접속부 이격 등의 손상이 발생하였다.
- 교면포장의 망상균열 및 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 조사된 포장 파손 접속부 파손의 경우 주행성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 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

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만) 및 균열부 백태의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가, 초기 거푸집 탈형, 균열부 우수유입 등 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.1~28.5MPa, 하부구조(교대) 24.3~26.9MPa, 하부구조(교각) 27.4~28.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.5mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 백태가 조사되었다.
- 바닥판하면의 발생된 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.

2) Steel Box Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 거더외부는 하부플랜지 변형이 조사되었다.
- 발생한 거더외부 변형의 경우, 시공시 거더 이동시 찍힘 등에 의한 손상으로 국부적인 것으로 확인된 바, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1에 누수흔적, 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만, 이상), 표면박리, 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 외부 우수유입으로 인한 백태는 표면처리 등의 유지관리가 필요하며, 표면박리의 경우 시공시 외부 충격, 다짐불량에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 교량받침 현장조사 결과 무수축물탈 및 받침콘크리트에 폭 0.3mm미만 균열, 이동량 표시계 탈락이 국부적으로 조사되었다.
- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열 및 우수유입으로 인한 손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수 및 표면처리하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이동량 표시계 탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.
- 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

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 들뜸, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열 및 들뜸은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트탈락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 25.5℃(09월 18일)로써 이때 측정유간은 21.0~22.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과, 전구간에 포장부 망상균열이 확인되었고, 일부 접속부 포장 파손이 확인되었다.
- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 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.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

9) 배수시설

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

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 중분대 이격, 파손 및 보수부 들뜸이 조사되었다.
- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형 등 복합적 원인에 의한 손상으로 주입보수 등의 조치가 요구된다. 또한 발생한 파손, 보수부 들뜸, 이격의 경우 접속부 침하, 외부 충격 등에 의한 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 단면보수, 주기적인 점검을 통한 이격 진행여부 확인 등의 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~28.5MPa, 하부구조(교대) 24.5~26.7MPa, 하부구조(교각) 27.3~28.3MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~7.5mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 화남교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.159에서 0.192로 0.033 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 금회 정밀안전점검 결과 신축 이음 파손 및 들뜸, 교면포장 망상균열, 교각 균열 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 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 정밀안전 진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

23.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

23.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 망상균열은 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 바람직할 것으로 판단된다.