

17. 장기교

17.1 시설물 개요

17.2 자료수집 및 분석

17.3 현장조사

17.4 콘크리트 내구성조사

17.5 상태평가

17.6 종합평가 및 안전등급 지정

17.7 보수·보강 및 유지관리 방안

17.8 종합결론

17. 장기교

17.1 시설물의 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 장기리(상주영천고속도로 44.218~44.428km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.4m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

17.1.1 일반사항

【표 17.1.1】 장기교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000251		관리번호		SY BR.17	
시설물위치		대구광역시 군위군 효령면 장기리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		44.218~44.428km		공사이정		0.030~0.210km	
설계하중		DB 24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=180.0m, (4@45m=180m)					
	폭	B=24.4m, 4차로					
구조 형식	상부	IPC GIRDER		기초 형식	교 각	직접기초	
	하부	교각 : T형, 교대 : 역T형			교 대	말뚝기초	
교량받침		고무받침		신축이음		핑거	
교차시설물		사창천		통과높이		6.5m~7.5m	
부착시설내용		방음벽					
시 공 자		지에스건설(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

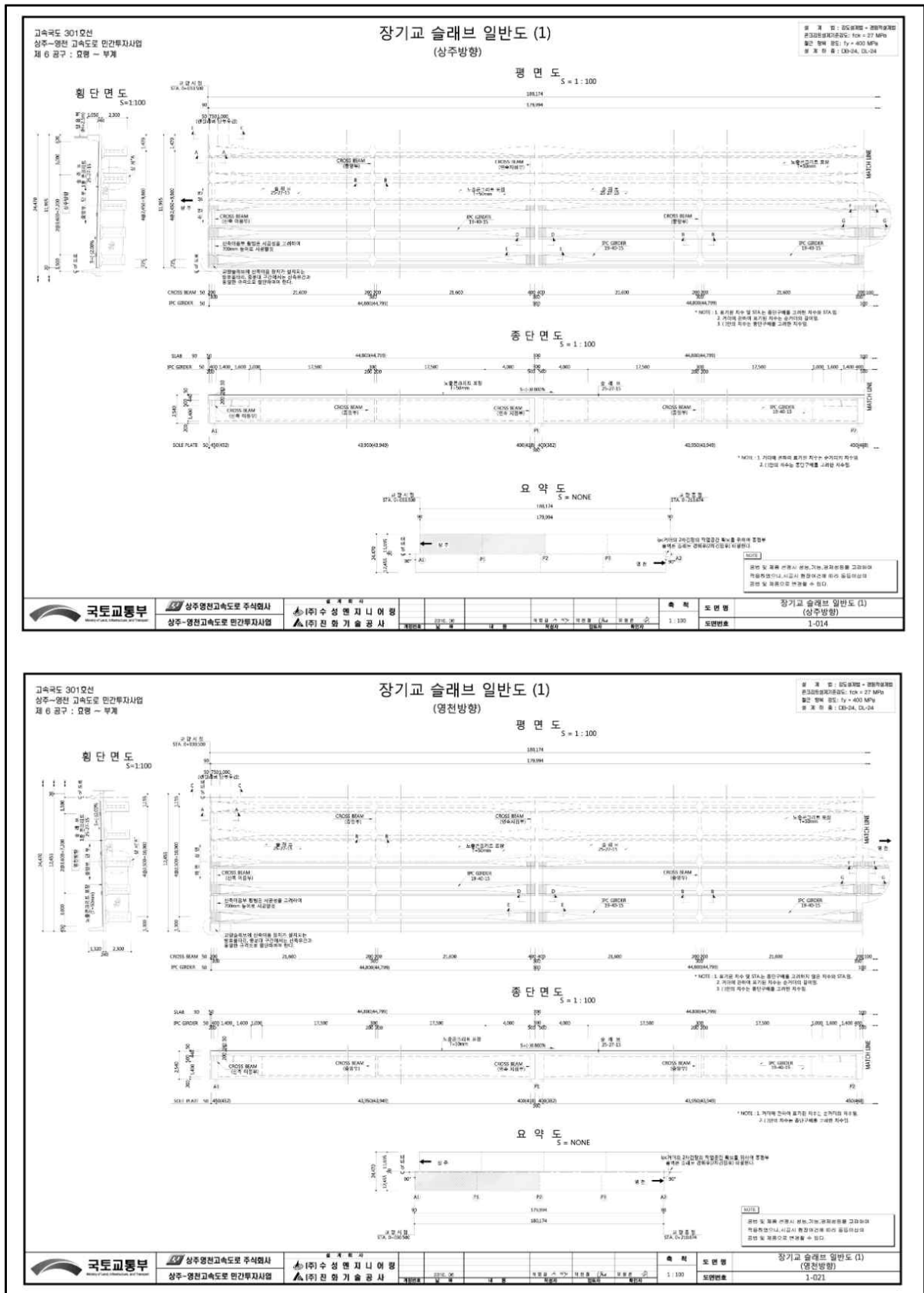
17.1.2 위치도 및 전경사진



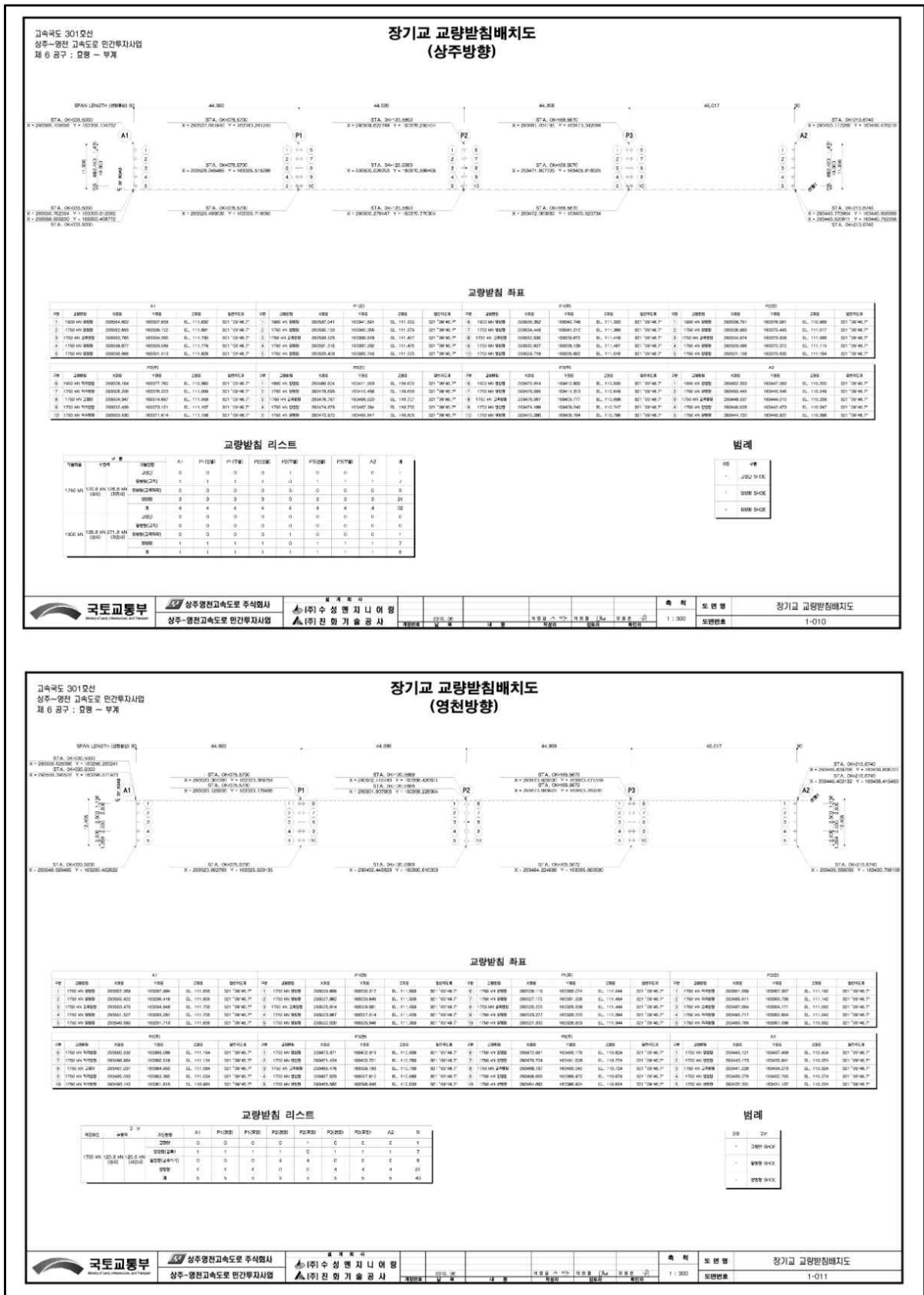
【그림 17.1.1】 위치도

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

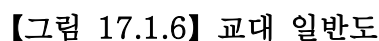
【그림 17.1.2】 부재별 현황

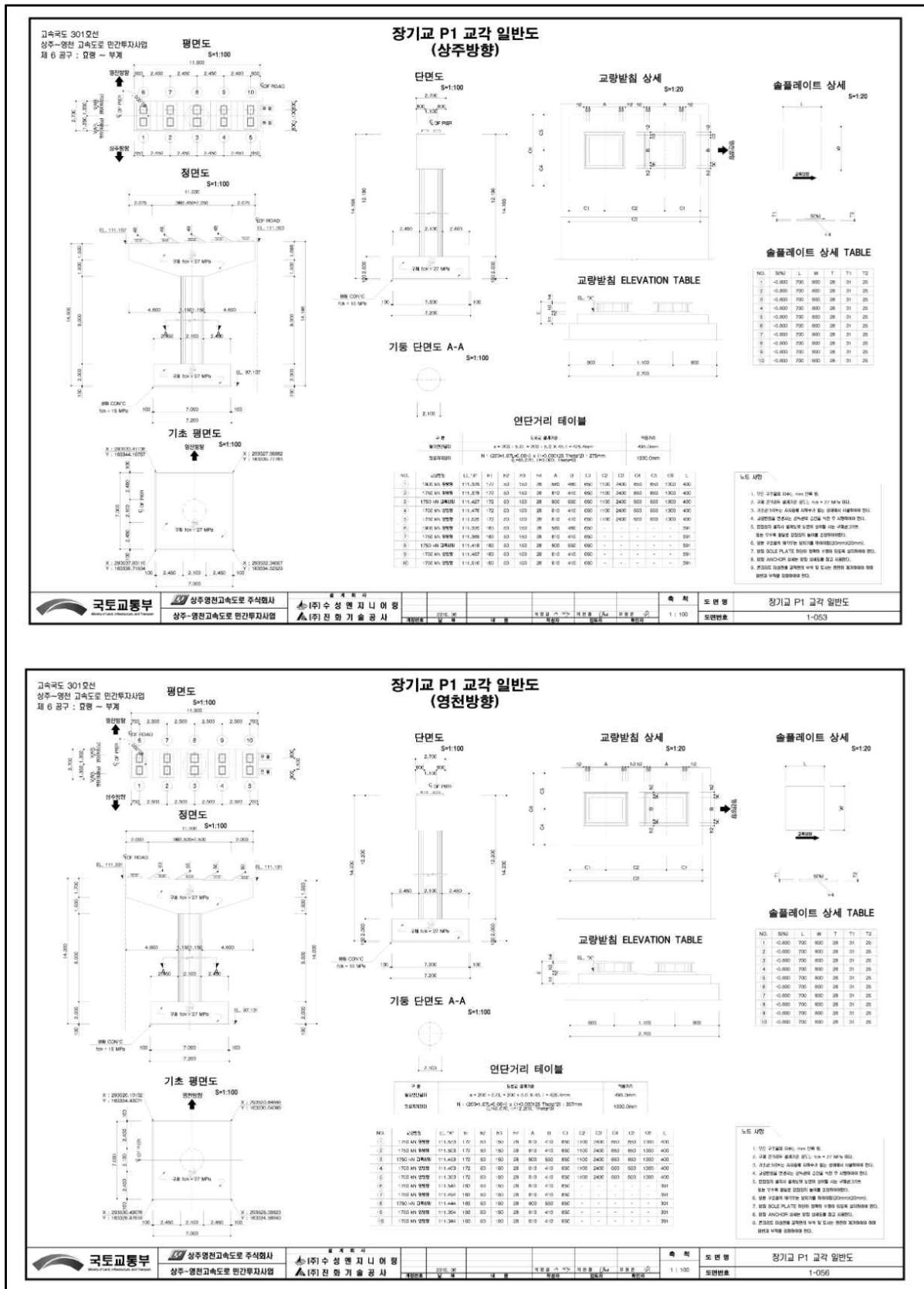


【그림 17.1.4】 슬래브 일반도

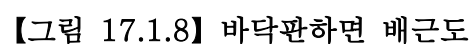


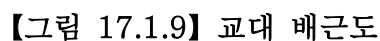
【그림 17.1.5】교량받침 배치도

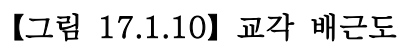




【그림 17.1.7】 교각 일반도







17.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 6공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

17.2.1 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

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

【표 17.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

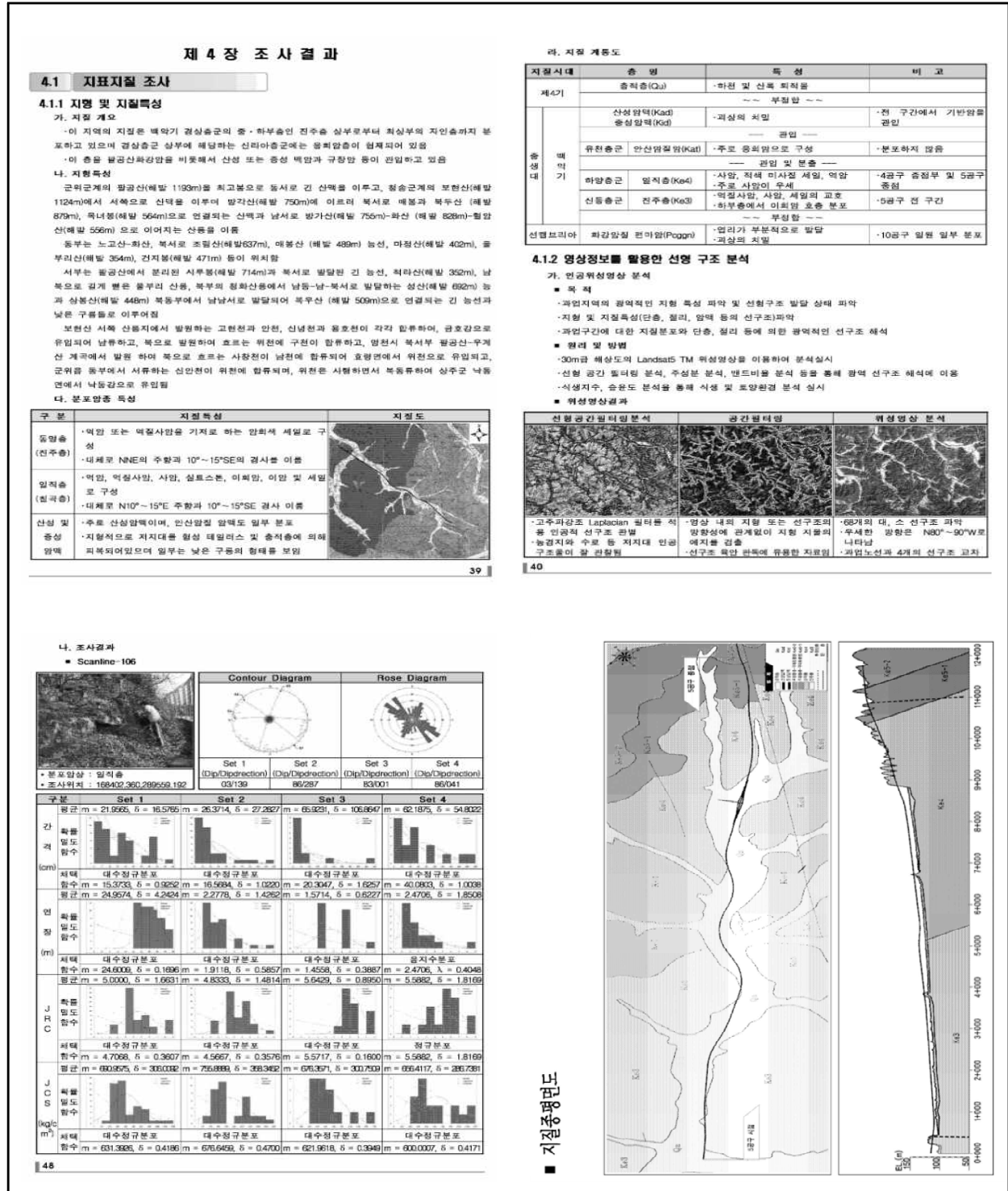
부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	12,000	12,000	교대 폭	11,000	11,100
거더 높이	2,100	2,150	교각 폭	11,500	11,500
거더 하면	900	905	난간 및 연석 높이	1,080	1,080



【사진 17.2.1】 부재 현장측정 전경

17.2.2 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



나. 지반 및 지질 조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

· 상주-영천간 고속도로 민간투자사업 실시설계(6공구)

1.2 조사목적

· 상주-영천간 고속도로 민간투자사업을 위한 지반조사
· 계획노선의 지반공학특성 특성을 고려한 조사계획 수립
· 선정된 최적노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
· 지층의 구성상태, 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
· 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

·시점 : 경상북도 군위군 군위읍 효령면(STA. 0+000)
(X=293577.5190, Y=163274.3124)
·종점 : 경상북도 군위군 군위읍 이북면(STA. 11+231)
(X=296819.0783, Y=171952.6914)
·연장 : 11.231km

1.4 위치도

제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행 흐름

가. 조사 기본방향

조사계획 수립

- 지형 및 지질 특성을 고려한 조사 범위 및 일정계획 수립
- 위성영상 분석을 통한 광역적 선구 조 분석 및 세부 조사항목 선정

시추조사 및 각종 현장시험 시행하여 구간별 상세지층 분석

- 지반의 공학적 성질 분석으로 교량 기초 설계를 위한 기초 자료 제공

중점검토구간 정밀조사 수행

무수하고 경제적인 설계 수행을 위한 상세 지반정보 제공

단계별 조사 수행

- 선구조 분석 및 물리탐사를 통한 중점검토사항 및 주요조사항목 선정
- 상세조사를 통한 지반정보자료 파악 및 분석 수행
- 지반조사 결과 분석으로 구간별 최적의 설계지반정보 선정
- 균질관리영역 분류를 통한 불연속면 특성 상세 분석
- 신뢰성 높은 분석 및 설계용량 극대화

나. 조사 수행 흐름도

조사 수행절차

사전 조사 → 예비 조사 → 상세 조사 → 설계 반영

단계별 조사항목

- 사전 조사** : 기존자료 분석, 지형도 및 지질도 분석
- 예비 조사** : 공역지표지질조사, 물리탐사, 시추조사 및 현장시험, 실내토질 및 실내암석시험
- 상세 조사** : 정밀 지표지질조사, 물리탐사, 균질법 탐사와 탐사, 현장조사, 시추조사, 시험굴조사, 현장시험, 공내재하시험, 시추공전단시험, S-PS검출, 공내열상촬영 등
- 설계 반영** : 결과 비교 및 종합분석

조 사 목 적

- 과업구간 현황 및 지반 공학적 문제점 파악
- 기초계획 자료 검토 및 활용
- 단층 및 광역선구조 발달 상태 파악 후 상세조사 계획 수립
- 지층구분 및 구조대 파악 후 중점 검토 구간 설정
- 지질 이상대 및 위험예상 구간 (단층, 암층 경계) 분석
- 강도장수 및 변형계수산정
- 지층분포 및 지반특성 파악
- 불연속면 특성 및 동적 특성 파악
- 인근구조물에 대한 영향 검토
- 구간별 설계지반정보 선정

제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 깎기 및 쌓기 비탈면 중 붕괴가능성을 지닌 대각리 비탈면과 고설기 비탈면에 대하여 설계시 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석 파악 후 토질 및 암반상태의 안정성을 고려한 안정 비탈면경사 결정 및 대책 등을 검토하여 경제적인 비탈면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 일의의 최소안전율을 갖는 활동 지향면에 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 선정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 선정
- 합리적인 비탈면 경사 검토
- 비탈면 안정대책 및 보호공법 검토

7.2 검토구간 선정 및 현황

7.2.1 선정기준

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

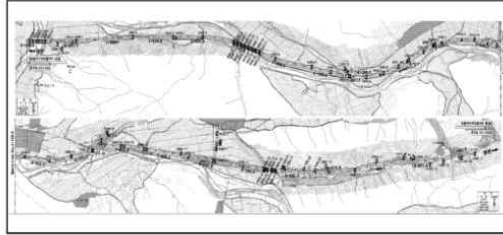
제 5 장 교량 및 토공구간 지반특성 분석 및 설계적용

제 5 장 교량 및 토공구간 지반특성 분석 및 설계적용

5.1 기본방향

조 사 항 목	조 사 기 준 방 향
지층 분포분석	-고대 및 고가에 대하여 지층조사, 현장지점, 실내시험을 실시하여 지층 분포 및 공학적 특성 파악 -토공구간의 지층분포 상태 및 공학적 특성을 파악하여 안전하고 경제적인 토공 계획 수립
내진검토	-S-PS검층 등을 통하여 산정된 동전단계수, 동탄성계수, 동포아송비율 내진해석 입력치로 활용
불기재 특성 분석	-약기 및 토취장구간에서 발생하는 토사 및 암석의 불기재 직접 여부 판단 시 반영

5.2 조사위치 및 수량



조사항목	교량 및 구조물	단위	장기교	금계교	마시교	화계교	신화교	창평교	부계IC교	가호교	황기/담프	합계
지층조사	km	6	16	2	2	2	2	2	8	20	14	74
굴절법탄성파탐사	회	3	3	-	-	-	-	-	0.34	-	3.475	3.815
공내제하시험	회	1	1	-	-	-	-	-	6	-	2	14
시추공전단시험	회	1	1	-	-	-	-	-	1	-	6	6
S-PS검층	회	1	1	-	-	-	-	-	1	-	3	3
현장투수시험	회	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
실내시험	·토질물성시험 87회, 적밀원단시험 6회, 다짐시험 14회, CBR시험 7회 ·암석압축/기온물성시험 57/13회, 점하중강도시험 57회											

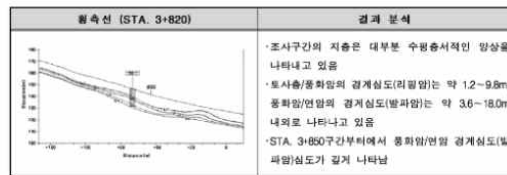
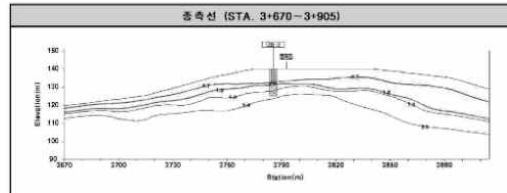
113

상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

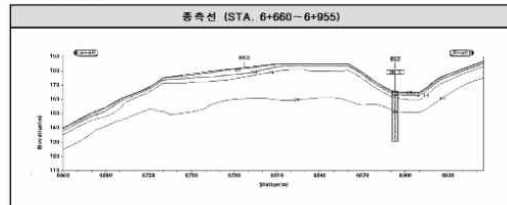
5.3 지층 분포 특성

5.3.1 굴절법탄성파탐사

■ 약기2구간



■ 약기3구간



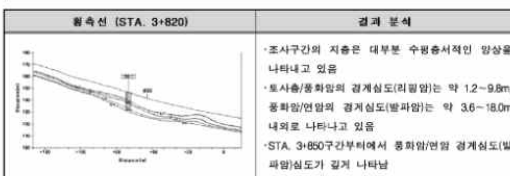
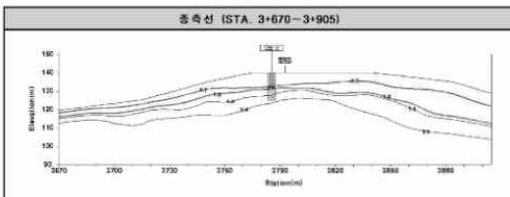
114

상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

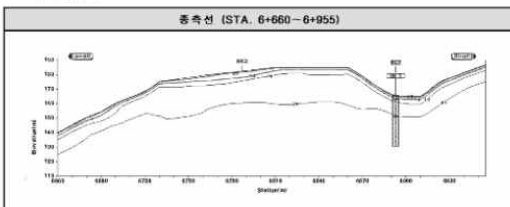
5.3 지층 분포 특성

5.3.1 굴절법탄성파탐사

■ 약기2구간



■ 약기3구간



114

상주-영천 고속도로 민간투자사업 6공구 실시설계

구 분	공 변	심 도 (m)	지층	점수비 (%)	비 중	Atterberg Limit LL(%) P(%)	Sieve Analysis(%) #10 #40 #200 0.075mm	USCS
마시교	BBB-23	2.0	중회토	8.4	2.66	N P	56.8 35.1 4.5 -	SP
	BBB-24	1.0	중회토	6.7	2.68	N P	33.0 23.8 3.5 -	GW
화계교	BBB-25	3.0	회색점토	9.4	2.66	N P	46.2 23.7 4.3 -	SP
	BBB-26	1.0	회색점토	12.2	2.67	N P	57.0 23.9 4.5 -	SP
신화교	BBB-27	3.0	회색점토	12.3	2.67	N P	40.3 13.5 1.0 -	GP
	BBB-28	1.0	중회토	8.7	2.67	N P	75.1 57.8 20.2 -	SM
창평교	BBB-29	2.0	회색점토	6.7	2.71	N P	20.4 10.2 2.3 -	GP
	BBB-30	2.0	회색점토	9.5	2.69	N P	27.1 9.9 2.9 -	GW
부계IC교	BBB-31	1.0	매립층	12.4	2.67	N P	55.3 31.6 13.8 -	SM
	BBB-32	1.0	회색점토	9.8	2.69	N P	29.1 11.1 1.1 -	GP
가호교	BBB-33	4.0	회색점토	3.2	2.69	N P	3.7 2.3 0.1 -	GP
	BBB-34	2.0	회색점토	10.2	2.67	N P	38.2 7.6 0.3 -	GP
	BBB-35	2.0	회색점토	18.4	2.67	N P	70.8 50.7 31.7 -	SM
	BBB-36	2.0	회색점토	14.1	2.68	N P	39.7 23.7 12.5 -	SM
	BBB-37	2.0	회색점토	16.1	2.67	N P	75.2 16.3 1.4 -	SP
	BBB-38	1.0	회색점토	18.7	2.67	N P	62.1 31.2 3.7 -	SM
	BBB-39	2.0	회색점토	19.2	2.65	N P	62.2 23.4 9.4 -	SW-SM
	BBB-40	3.0	회색점토	20.3	2.68	N P	52.6 17.4 0.4 -	SW

■ 도공구간

구 분	공 변	심 도 (m)	지층	점수비 (%)	비 중	Atterberg Limit LL(%) P(%)	Sieve Analysis(%) #10 #40 #200 0.075mm	USCS
약기2구간	CBB-2	1.0	중회토	7.1	2.67	N P	66.8 57.9 32.6 -	SM
	CBB-3	3.0	중회토	11.0	2.67	N P	48.5 39.2 18.3 -	SM
	CBB-10	1.0	중회토	11.7	2.67	N P	45.6 32.0 16.8 -	SM
	CBB-12	4.0	중회토	17.2	2.65	N P	59.4 44.5 26.7 -	SM
	CBB-13	1.0	중회토	25.2	2.66	N P	80.2 50.0 31.5 -	SM
	CBB-17	1.0	중회토	14.7	2.65	N P	30.0 24.6 14.3 -	GM

132

다. 구조계산서 및 내진설계

◆ 결과 요약

○ 장기교 (상주방향)

■ 단면 특성

단면 위치	Req. A _s (mm ²)	국 b(mm)	깊이 d(mm)	피복 d' _f (mm)	사용철근량 (Use A _s) (mm ²)	ρ _s (%)	ρ _{req} (%)	비 고
컨틸레버 (방음벽(1측))	1,318	####	180	60	H16 @ 200 = 993 H13 @ 200 = 634	75.49	91.80	0.K
컨틸레버 (중분대(5측))	385	###	180	60	H16 @ 200 = 993	17.43	57.90	0.K
중간슬래브 (상면)	720	###	180	60	H16 @ 200 = 993	동 방 배 근	0.K	
중간슬래브 (하면)	960	###	200	40	H18 @ 200 = 993	동 방 배 근	0.K	
중간슬래브 (상도상계벽)	646	####	200	40	H16 @ 200 = 993 H13 @ 200 = 634	55.40	102.86	0.K
슬래브단부	666	###	180	60	H16 @ 125 = 1,589	39.46	89.67	0.K
컨틸레버 단 부	2,036	###	180	60	H19 @ 100 = 2,865	102.76	150.99	0.K

■ 배력철근량(온도철근량) 산정

단면 위치	필요철근량 (mm ²)	사용철근량 (Use A _s) (mm ²)	비 고
컨틸레버	방음벽(1측) : 883 중분대(5측) : 480	H16 @ 125 = 1,589 H16 @ 250 = 794	0.K 0.K
중간 슬 래 브	720	H16 @ 250 = 794	0.K
컨틸레버 단 부	1,766	H19 @ 125 = 2,282	0.K

■ 사용성 검토 요약표

구 분	인장응력 (f _t)	허용응력 (f _{at})	균 일 폭 (B)	허용균일폭 (B _u)	비 고
컨틸레버	방음벽(1측) : 144.8 중분대(5측) : 50.8	240 240	0.208 0.090	0.260 0.260	0.K 0.K
중간 슬 래 브	72.2	240	0.112	0.260	0.K
중간 슬 래 브	101.7	240	0.146	0.260	0.K

◆ 설계 의견

- 본 구조물은 노출비단면 = 50 mm 표정으로 적용하였음.
- 철근 배근시 소요철근량의 적정성을 고려하여 철근 굵기를 조정하였으며 시공의 편의를 위하여 비단면의 컨틸레버와 중앙부는 통상간격을 사용하였음.
- 본 비단면의 구조 해석은 설계실무자료집 "도면서 18204-31780" 에 따라 컨틸레버부 구간은 기존 강도설계법을 적용하여 비단면중앙부는 경합적설계법을 적용 설계함.

1. 설계 조건

- 1) 일반 조건
 - (1) 교량 형식 : PSC BEAM, I-P.C GIRDER
 - (2) 교량연장 : L = 45.070 + 44.999 + 44.999 + 45.107 = 180.174 m
 - (3) 교량 폭원 : B = 11.995 m
 - (4) 교량 형식 : T형 교량
- 2) 내진 설계 조건
 - (1) 내진등급 : I 등급
 - (2) 가속도계수 : A = 0.154 (교량구역계수 : 0.110, 위험도계수) : 1.400
 - (3) 지반계수 : S = 1.200 (지반종류 II)
 - (4) 방진형식 : 원상방진

3) 설계강도 및 환성계수

구 분		F _{ck} (MPa)	F _y (MPa)	E _c (MPa)	n=E _s /E _c
상부	변단면	27	-	25454	8
	거 데	40	-	29315	7
	교 데	24	300	23986	8
하부	교각 두부분	27	400	25454	8
	기둥	27	400	25454	8
	기초	27	400	25454	8

~ 감차 환성계수 : E_s = 200,000.0 MPa

4) 해석 방법

다중모드 스펙트럼 해석법

5) 참고 문헌

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

1. 설계 조건

- 1.1 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER
- 1.2 경 간 : 45,000 mm + 45,000 mm
- 1.3 폭 원 : 11,995 mm
- 1.4 교량 폭원 : DB - 24, DL - 24 (1통교)
- 1.5 거더 깊이 : 44,800 mm + 44,800 mm
- 1.6 지반 깊이 : 43,950 mm + 43,950 mm
- 1.7 단위 중량 : 콘크리트(통관) ... 2,500 kg/m³
콘크리트(무관) ... 2,350 kg/m³
노출비단면 ... 2,350 kg/m³

1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

1) 슬래브

- (1) 콘 크 리 트 : f_{ck} = 27 MPa
E_{c2} = 0.043 × 10³ × 27^{1.5} × √f_{ck} = 25,500 MPa
- (2) 철 근 (SD40) : f_y = 400 MPa
E_s = 2.0 × 10⁵ MPa

2) I.P.C GIRDER

- (1) 콘 크 리 트 : f_{ck} = 40 MPa
E_{c1} = 0.043 × 10³ × 40^{1.5} × √f_{ck} + 7,700 = 29,300 MPa
- (2) 철 근 (SD30) : f_y = 300 MPa
E_s = 2.0 × 10⁵ MPa

(3) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전 항복응력

- ① 허용 횡 압축응력 [f_{cl'} = 0.8 × f_{ck} = 32 MPa
- f_{cl} = 0.55 × f_{cl'} = 17.6 MPa
- ② 허용 횡 인장 응력
- 부직원 철근이 없는 인장 구역 :
f_{tl} = 1.4 MPa 또는 0.25 × √f_{cl'} = 1.41 MPa 중 작른값
∴ f_{tl} = 1.4 MPa
- 부직원 철근이 있는 인장 구역 :
f_{tl} = 0.5 × √f_{cl'} = 2.83 MPa

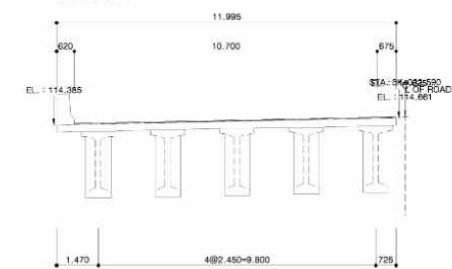
(4) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력

- ① 허용 횡 압축응력
- f_{oag} = 0.4 × f_{ck} = 16 MPa
- ② 허용 횡 인장 응력
- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부직원 철근을 갖는 부재
f_{oag} = 0.5 × √f_{cl} = 3.18 MPa
- 배면 지력과 같이 심각한 부식에 노출된 상태
f_{oag} = 0.25 × √f_{cl} = 1.58 MPa
- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부직원 철근이 없는 부재
f_{oag} = 0 MPa

3. 단면 특성

1) 상부 구조

(1) 횡 단 면 도



(2) 거더 단면치환

구 분	A	I ₃₃	I ₂₂	K	비 고
1	1.3048069	0.6290665	0.3122294	0.0143001	
2	1.2641891	0.6289582	0.2453053	0.0138137	
3	1.1917007	0.6284146	0.145006	0.0128211	
4	1.2641891	0.6289582	0.2453053	0.0138137	
5	1.1916677	0.6284145	0.1450346	0.0128207	

17.2.3 시설물 점검이력

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

【표 17.2.2】 장기교 점검이력사항

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2017.11.13 ~2017.12.28	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	장기교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 난간 파손, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 특히, 신축이음 본체 이격은 손상의 진전이 우려되므로 조속한 보수가 필요하다.	양호
2	2018.05.28 ~2018.06.29	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	장기교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열 및 들뜸 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다.	양호
3	2018.10.23 ~2018.12.14	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	장기교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열 및 들뜸 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다.	양호
4	2019.03.18 ~2019.05.28	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	장기교의 외관조사 결과, 교면포장 균열 및 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열 및 들뜸, 교량받침 무수축물탈 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 17.2.2】 장기교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
5	2019.09.16 ~2019.12.27	(주)명성엔 지니어링	장진원	정밀안전 점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 장기교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과같이자료조사,외관조사,내구성조사 등의결과를분석하여평가된구조물의상태평 가결과를종합적으로평가한안전등급은 「기 능발휘에는지장이없으나경미한손상,결함, 열화등이발생하여내구성증진을위해부분적 으로보수가필요한상태」인 「B」 등급으로 평가되었다.구조적인손상및결함은없는것으 로판단되어별도의정밀안전진단은필요없을 것으로판단되며,본보고서에제시된방안으로 보수를시행하고지속적인유지관리를실시한 다면구조물의사용성을확보하는데문제가없 을것으로사료된다.	B등급
6	2020.05.12 ~2020.06.30	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	장기교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 파손, 신축이음 후타재 균열 및 파손, 교량받침 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 철근노출, 가로보 재료분리, 하부구조 균열 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
7	2020.08.31 ~2020.12.31	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	장기교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 파손, 신축이음 후타재 균열 및 파손, 교량받침 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 철근노출, 가로보 재료분리, 하부구조 균열 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 17.2.2】 장기교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
8	2021.03.08 ~2021.06.07	(주)명성엔 지니어링	장진원	정기안전 점검	장기교 (6공구)의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 파손, 신축이음 후타재 균열 및 박리, 교량받침 무수축물탈 파손, 받침콘크리트 철근노출, 가로보 재료분리, 하부구조 균열 등의 손상이 조사되었고, 신축이음 후타재 파손에 대한 보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021.08.25 ~2021.12.10	(주)명성엔 지니어링	장진원	정밀안전 점검	? 바닥판하면상태양호 ? 거더상태양호 ? 가로보재료분리 ? 교대균열(0.3mm미만), 누수흔적, 체수 ? 교각균열(0.3mm미만) ? 교량받침플레이트도장박락및부식, 받침콘 크리트백태, 들뜸및철근노출 무수축물탈 파손 ? 신축이음이물질퇴적, 후타재박리 ? 교면포장망상균열, 접속부파손 ? 배수시설상태양호 ? 방호벽상태양호	B등급
10	2022.05.16 ~2022.06.24	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열 - 방호벽균열(폭0.3mm미만) - 신축이음후타재균열, 박리, 본체이물질퇴적 , 차수판볼트체결불량 - 교량받침무수축물탈및받침콘크리트박리, 파손, 들뜸및철근노출, 백태, 플레이트녹발생 - 가로보재료분리 - 교대균열(폭0.3mm미만), 체수및누수흔적 - 교각균열(폭0.3mm미만)	양호
11	2022.09.19 ~2022.11.30	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열 - 방호벽균열(폭0.3mm미만) - 신축이음후타재균열, 박리, 본체이물질퇴적 , 차수판볼트체결불량 - 교량받침무수축물탈및받침콘크리트박리, 파손, 들뜸및철근노출, 백태, 플레이트녹발생 - 가로보재료분리 - 교대균열(폭0.3mm미만), 체수및누수흔적 - 교각균열(폭0.3mm미만)	양호

【표 17.2.2】 장기교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
12	2023.04.03 ~2023.06.16	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열, 파손 - 방호벽균열(폭0.3mm미만) - 신축이음후타재박리, 본체이물질퇴적 - 교량받침무수축물탈탄발생침콘크리트파손, 들뜸및철근노출, 백태, 플레이트녹발생 - 가로보재료분리 - 교대균열(폭0.3mm미만), 체수및누수흔적 - 교각균열(폭0.3mm미만)	양호
13	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	2중성능 평가	? 안전성능평가 결과, 성능평가점수 0.220, 등급 b로 평가 ? 내구성능평가결과, 성능평가점수 0.100, 등급 a로 평가 ? 사용성능평가결과, 성능평가점수 0.824, 등급 e로 평가 ? 종합성능평가결과, 성능평가점수 0.243, 등급 b로 평가	B등급
14	2023.07.03 ~2023.12.08	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	? 바닥판하면 상태양호 ? 거더상태양호 ? 가로보재료분리 ? 교대균열(0.3mm미만), 체수흔적, 누수흔적 ? 교각균열(0.3mm미만), 망상균열 ? 교량받침무수축물탈탄균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 들뜸, 플레이트부식 ? 신축이음후타재균열, 박리, 파손, 이물질퇴적 ? 교면포장망상균열, 파손, 접속부파손, 후타재접속부이격 ? 배수시설배수구막힘 ? 방호벽균열(0.3mm미만), 균열부백태 ? 교량점검시설상태양호	B등급
15	2024.06.10 ~2024.06.28	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열, 포장 및 접속부 파손, 후타재 접속부 이격 - 방호벽균열(0.3mm미만), 균열부백태 - 신축이음후타재균열, 파손, 박리, 이물질퇴적 - 교량받침무수축물탈탄균열, 파손, 받침콘크리트균열, 백태, 파손, 들뜸, 플레이트부식 - 가로보재료분리 - 교대균열(0.3mm미만), 체수및누수흔적 - 교각균열(0.3mm미만), 망상균열	양호

【표 17.2.2】 장기교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
16	2024.09.23 ~2024.12.03	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 교면포장 망상균열, 포장 및 접속부 파손, 후타재 접속부 이격 - 방호벽균열(0.3mm미만), 균열부백태 - 신축이음후타재균열, 파손, 박리, 이물질퇴적 - 교량받침무수축물탈균열, 파손, 받침콘크리트균열, 백태, 파손, 들뜸, 플레이트부식 - 가로보재료분리 - 교대균열(0.3mm미만), 체수및누수흔적 - 교각균열(0.3mm미만), 망상균열	양호
17	2025.03.24 ~2025.06.18	(주)명성엔 지니어링	정지운	정기안전 점검	- 바닥판하면 상태양호 - 거더상태양호 - 가로보재료분리 - 교대체수및누수흔적 - 교각균열(0.3mm미만), 망상균열 - 교량받침무수축물탈균열, 파손, 받침콘크리트균열, 백태, 파손, 층분리, 플레이트부식 - 신축이음후타재균열, 파손, 박리, 이물질퇴적 - 교면포장망상균열, 포장및접속부파손, 후타재접속부이격 - 배수시설상태양호 - 방호벽균열(0.3mm미만), 균열부백태	양호

17.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	상주영천고속도로 시설물 안전·하자점검 및 성능평가 용역(정밀안전점검)	
용역기간	2023-07-03 ~ 2023-12-08(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
외관조사결과	- 바닥판하면 상태양호 - 거더 상태양호 - 가로보 재료분리 - 교대 균열(0.3mm미만), 체수흔적, 누수흔적 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 교량받침 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 들뜸, 플레이트 부식 - 신축이음 후타재 균열, 박리, 파손, 이물질퇴적 - 교면포장 망상균열, 파손, 접속부 파손, 후타재 접속부 이격 - 배수시설 배수구 막힘 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 균열부백태 - 교량 점검시설 상태양호	
비파괴조사	- 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa, 교각:27Mpa)의 설계기준 강도를 상회하는 것으로 검토되어 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 발생하지 않은 것으로 판단된다. - 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	
안전성평가 (진단시)	해당없음	
상태평가	손상결함도 지수 0.147으로 B등급	
보수보강 (진단시)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 장기교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. - 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」 「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.	

17.2.5 시설물 보수 이력

【표 17.2.3】 장기교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	S2 가로보, P2,P3 교각	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설(주)
	2019-07-01 ~ 2019-12-31		가로보 재료분리 보수 교각 균열 보수	0	
2	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	A1,A2 신축이음	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설(주)
	2019-01-01 ~ 2019-06-30		신축이음 후타재균열 보수,차수판볼트체결불량 보수	0	
3	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	P3,A2,A1 신축이음	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설(주)
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		신축이음 후타재파손 보수, 본체이격 보수	0	

※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※ 전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

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

17.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 17.2.4】 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.			

17.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

17.2.8 주변환경 및 하중변화

장기교는 대구광역시 군위군 효령면 장기리에 위치하는 2중 시설물로서 S4구간이 장기길, S3는 하천을 횡단하는 상주영천고속도로 본선 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 상주영천고속도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

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

【표 17.2.5】 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 17.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

17.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 17.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 정밀안전점검 및 정기안전점검 보고서 ◇ 사고기록	◇ 부재별 중점손상 - 바닥판 균열부백태 - 거더내·외부 상태양호 - 2차부재 상태양호 - 교대 철근부식 - 교각 망상균열 - 교량받침 받침콘크리트 균열, 무수축물탈 박리, 박락 - 신축이음 후타재 박리 - 교면포장 배수구 주변 파손 - 배수시설 배수관 탈락 - 방호벽 및 중분대 콘크리트 파손, 들뜸 - 교량 점검시설 상태양호	◇ 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

17.3 현장조사

17.3.1 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, 고소점검차	2025.09.09.~2025.10.31.	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		비파괴시험	

【사진 17.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

17.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 장기교는 IPC Girder 4경간으로 이루어져 있으며, 바닥판하면은 콘크리트 콘크리트로 시공되어 있고, 연장은 약 L=180.0m 폭 24.4m(4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 17.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 17.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 상태양호	손상현황	• S2 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 17.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 정밀안전점검에서도 별도의 손상은 조사되지 않았다.

【표 17.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요망된다.

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC Girder는 5열 4경간, 연장은 약 L=180.0m 폭 24.4m(4차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 17.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 17.3.3】 거더 외관조사 결과

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

			
손상현황	• S1 상태양호	손상현황	• S4 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 17.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 17.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 17.3.5】 가로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S2 재료분리 보수현황	손상현황	• S2 재료분리 보수현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 17.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 재료분리가 조사된 것으로 확인된 상태이며, 금회 재료분리 손상에 대한 보수가 실시되었다.

【표 17.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재료분리	m ²	0.06	1	-	-	▼ 0.06	보수실시

4) 검토의견

- 가로보의 외관조사 결과, 기존상인 재료분리 손상이 보수가 실시되어 손상이 없는 양호한 상태이다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 체수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 17.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		체수흔적 (㎡/개소)	
A1	—	—	4.00	2
A2	2.00	1	2.00	2
합계	2.00	1	6.00	4

			
손상현황	• A2 체수흔적(1.0×1.0)	손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 우수유입 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리

【사진 17.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 체수흔적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 균열(0.3mm미만)에 대한 보수가 실시되었다.

【표 17.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	— —	보수실시 신규손상
	체수흔적	m ²	6.00	4	6.00	4	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 손상이나 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 체수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수를 실시하는 것이 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손이 조사되었다.

【표 17.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		파손 (m²/개소)	
P1	2.50	2	—	—	—	—
P2	8.00	2	6.00	1	0.02	2
P3	2.00	1	—	—	—	—
합계	12.50	5	6.00	1	0.02	2

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 균열 보수전경
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2 망상균열(2.0×3.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 파손(0.1×0.1)	손상현황	• P3 균열(0.3mm미만)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 17.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 일부 균열(0.3mm미만)에 대한 보수가 실시되었다.

【표 17.3.10】 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	17.00	8	12.50	5	▼ 4.50	보수실시 신규손상
	망상균열	m ²	—	—	6.00	1	▲ 6.00	신규손상
	파손	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규손상

4) 검토의견

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격, 외부충격에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 장기교의 기초는 교대 A1, A2 말뚝기초, 교각 P1~3 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

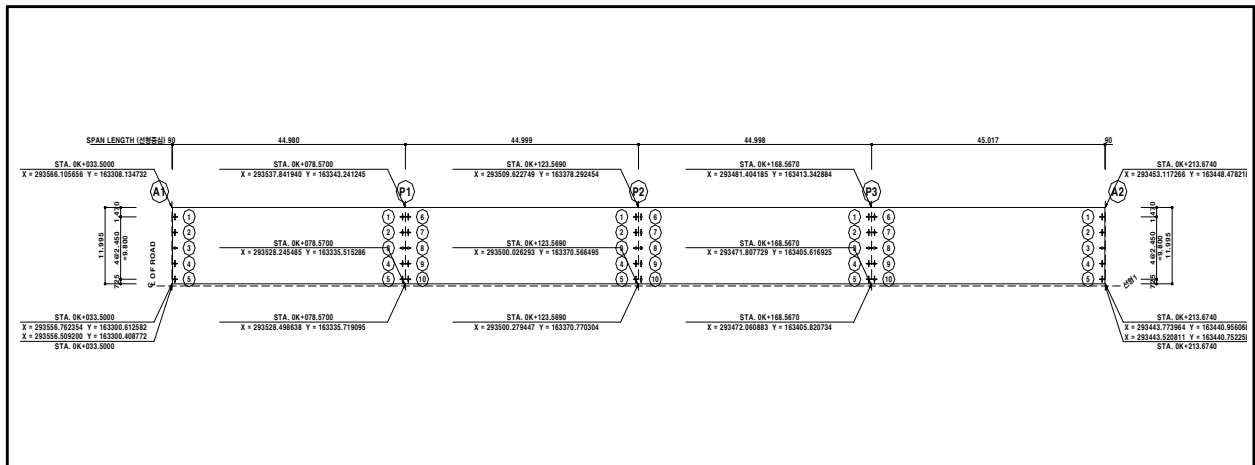
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	—
교각 P3 기초 전경	—

【사진 17.3.12】 기초 전경

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 고무받침으로 하부구조 각 부재에 5~10기씩 총 40기가 설치되어있다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 17.3.1】 교량받침 배치도



【사진 17.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태, 플레이트 부식이 조사되었다.

【표 17.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		받침콘크리트 백태 (㎡/개소)	
A1	1.00	1	2.00	2	—	—
P1	—	—	2.00	2	1.00	5
P2	—	—	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	4.00	4	—	—
합계	1.00	1	8.00	8	1.00	5

			
손상현황	• A1-Sh3 플레이트 부식	손상현황	• A1-Sh3 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인	• 공용기간 증가, 습기흡착	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-Sh2 플레이트 부식	손상현황	• P1-Sh6 받침콘크리트 백태(1.0×0.2)
원 인	• 공용기간 증가, 습기흡착	원 인	• 우수유입, 습기흡착
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리

【사진 17.3.14】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태, 플레이트 부식 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 플레이트 부식, 받침콘크리트 백태 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 17.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

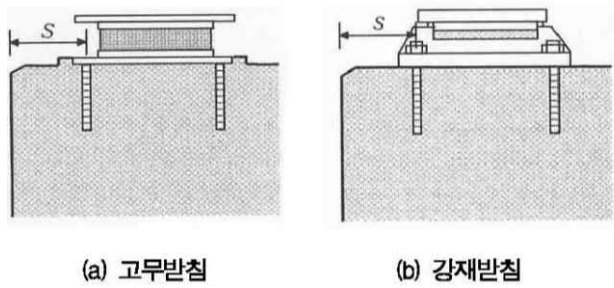
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	6.00	6	8.00	8	▲ 2.00	신규손상
	받침콘크리트 백태	m ²	0.40	2	1.00	5	▲ 0.60	신규손상

4) 검토의견

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

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.



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

【그림 17.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 17.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45 = 350(\text{mm})$

【표 17.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		350	665	665	660	665	675	O.K
P1	A1측	350	560	565	570	580	555	O.K
	A2측	350	490	480	500	500	495	O.K
P2	A1측	350	570	565	570	565	585	O.K
	A2측	350	545	565	560	565	560	O.K
P3	A1측	350	510	510	520	510	520	O.K
	A2측	350	550	545	570	565	545	O.K
A2		350	610	600	605	590	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 17.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 17.3.14】 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	24.4	15.6	0.00001	90.0	22.0	14.0	
P1	24.4	15.6	0.00001	45.0	11.0	7.0	
P2	고정단						
P3	24.4	15.6	0.00001	45.0	11.0	7.0	
A2	24.4	15.6	0.00001	90.0	22.0	14.0	
1) 조사당시 온도 : 19.4℃(조사일 : 2025년 9월 9일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 17.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	+18	102	66	22.0	14.0	±84
	SH2	+18	113	77			±95
	SH3	+18	113	77			±95
	SH4	+18	113	77			±95
	SH5	+18	102	66			±84
P1	SH1	0	84	84	11.0	7.0	±84
	SH2	0	95	95			±95
	SH3	0	95	95			±95
	SH4	0	95	95			±95
	SH5	0	95	95			±95
	SH6	0	84	84			±84
	SH7	0	95	95			±95
	SH8	0	95	95			±95
	SH9	0	95	95			±95
	SH10	0	95	95			±95
P2	고정단						
P3	SH1	0	84	84	11.0	7.0	±84
	SH2	0	95	95			±95
	SH3	0	95	95			±95
	SH4	0	95	95			±95
	SH5	0	95	95			±95
	SH6	0	84	84			±84
	SH7	0	95	95			±95
	SH8	0	95	95			±95
	SH9	0	95	95			±95
	SH10	0	95	95			±95
A2	SH1	-15	69	99	22.0	14.0	±84
	SH2	-15	80	110			±95
	SH3	-15	80	110			±95
	SH4	-15	80	110			±95
	SH5	-15	80	110			±95
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K							

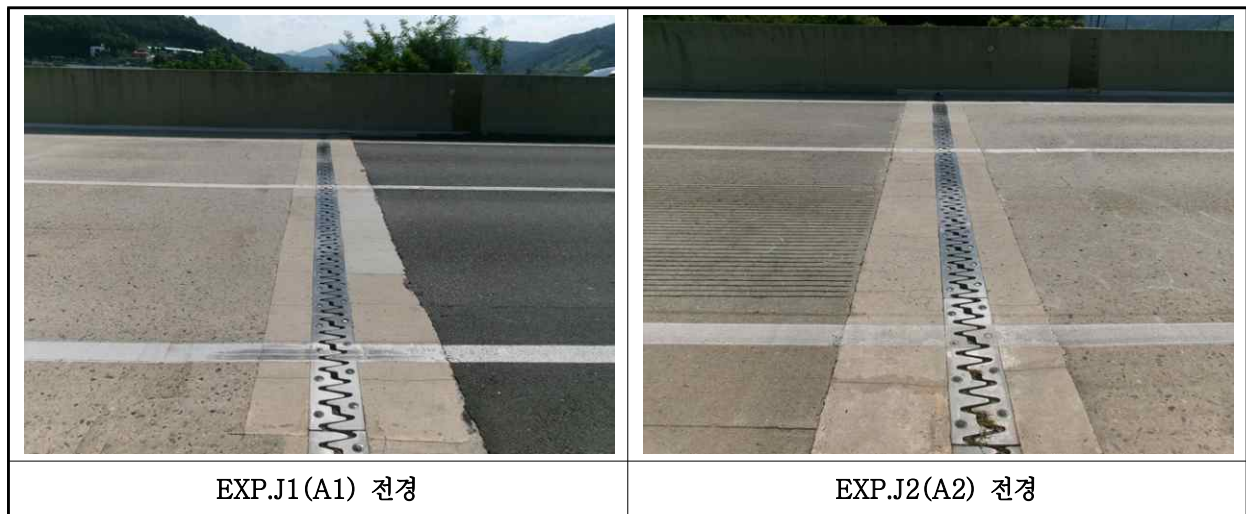
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 박리, 본체 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 17.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	4.80	11	0.04	2	3.00	1	3.00	3
A2 (EXP J2)	1.30	3	0.02	1	3.00	1	10.00	1
합계	6.10	14	0.06	3	6.00	2	13.00	4

			
손상현황	• A1 후타재 균열	손상현황	• A1 이물질퇴적 (L=3.0m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 차량윤하중	원 인	• 공용기간 증가, 비산물퇴적
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 정비(청소)
			
손상현황	• A1 후타재 균열	손상현황	• A1 후타재 파손 (0.1×0.2)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 차량윤하중	원 인	• 다짐부족, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수

【사진 17.3.18】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 파손, 본체 이물질퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 후타재 균열, 파손, 하부 누수 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 17.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	3.80	8	6.10	14	▲ 2.30	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.02	1	0.06	3	▲ 0.04	신규손상
	본체 이물질퇴적	m	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음
	하부 누수	m	—	—	13.00	4	▲ 13.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 조사된 후타재 파손의 경우 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 차량윤하중 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 본체 이물질퇴적의 경우 비산물퇴적, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 후타재 균열의 경우 건조수축, 공용기간 증가, 차량 윤하중 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 즉각적인 보수보다 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 11. 기온 적용: 24.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-24.4℃ = 10.6℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(24.4℃) = 29.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				
	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 17.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 17.3.18】 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	26.1	13.9	0.00001	90.0	23.5	12.5	35.0	75.0	118.0	
A2	26.1	13.9	0.00001	90.0	23.5	12.5	45.0	120.0	160.0	
1) 조사당시 온도 : 21.1°C(조사일 : 2025년 9월 18일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5°C ~ 35°C(보통지방)										

【표 17.3.19】 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	23.5	12.5	35.0	100	41.5	22.5	OK	OK
	바닥판	23.5	12.5	75.0	-	-	62.5	-	OK
	거더	23.5	12.5	118.0	-	-	105.5	-	OK
A2	신축이음	23.5	12.5	45.0	100	31.5	32.5	OK	OK
	바닥판	23.5	12.5	120.0	-	-	107.5	-	OK
	거더	23.5	12.5	160.0	-	-	147.5	-	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

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



【사진 17.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 기 손상인 포장부 망상균열, 접속부 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 17.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	280.00	1	1.00	1
S2	280.00	1	—	—
S3	280.00	1	—	—
S4	280.00	1	—	—
합계	1,120.00	4	1.00	1

			
손상현황	• S1 접속부 파손(0.5×2.0)	손상현황	• S1 망상균열(40.0×7.0)
원 인	• 침하, 시공미흡	원 인	• 건조수축, 차량윤하중
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S2 망상균열(40.0×7.0)	손상현황	• S3 망상균열(40.0×7.0)
원 인	• 건조수축, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S4 망상균열(40.0×7.0)	손상현황	• S4 망상균열(40.0×7.0)
원 인	• 건조수축, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 17.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 망상균열, 접속부 파손이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 17.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	1,120.0	4	1,120.0	4	- -	변동없음
	접속부 파손	m ²	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 차량 윤회중 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다 주의 관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 접속부 파손의 경우 접속부 침하, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 장기교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 17.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 17.3.22】 배수시설 외관조사 결과

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

			
손상현황	• A2 배수관 상태양호	손상현황	• S4 배수구 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 17.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 정밀안전점검과 금회 정밀안전점검에서 별도의 추가적인 손상은 조사되지 않았다.

【표 17.3.23】 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 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통해 원활한 배수를 유지하는 것이 필요하다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 17.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
S1	—	—
S2	13.00	5
S3	—	—
S4	—	—
합계	13.00	5

			
손상현황	• S2 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S2 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 17.3.25】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 금회 추가 손상은 조사되지 않았다.

【표 17.3.25】 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	13.00	5	13.00	5	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽의 외관조사 결과, 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 즉각적인 보수보다 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

- 장기교의 교량 점검시설은 미설치인 상태로 확인되었다.

타. 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 17.3.26】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 장기교는 S4구간이 장기길, S3는 하천을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

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

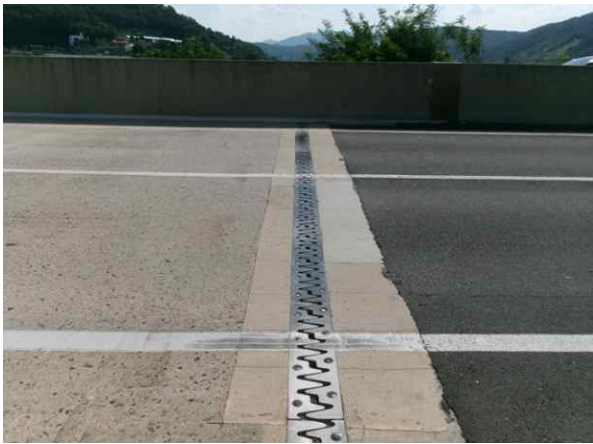
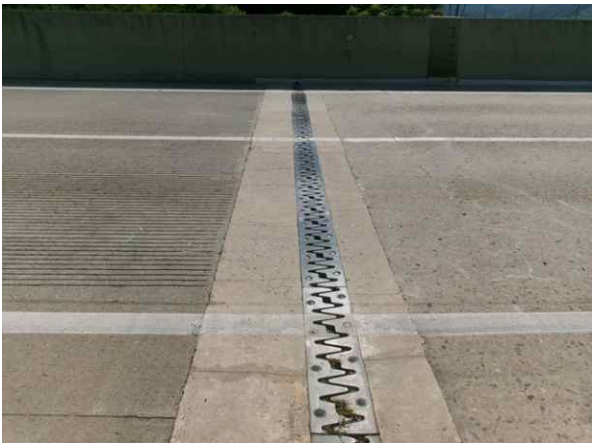


교각 코핑부 상태양호



중분대 하면 상태양호

【사진 17.3.26】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
배수관 고정상태 양호	
	
신축이음 상태양호	
	
교면포장 상태양호	교량 집수구 상태양호

【사진 17.3.26】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

17.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 장기교는 IPC Girder 4경간으로 이루어져 있으며, 바닥판하면은 콘크리트 콘크리트로 시공되어 있고, 연장은 약 L=180.0m 폭 24.4m(4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 17.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 17.3.27】 바닥판하면 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 바닥판하면 상태양호	손상현황	• S4 바닥판하면 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 17.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 정밀안전점검과 금회 정밀안전점검에서 별도의 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

【표 17.3.28】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요망된다.

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC Girder는 5열 4경간, 연장은 약 L=180.0m 폭 24.4m(4차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 17.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 17.3.29】 거더 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	0.04	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.04	1

			
손상현황	• S1 파손(0.2×0.2)	손상현황	• S1 파손(0.2×0.2)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 17.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 점검 결과 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 17.3.30】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	m ²	—	—	0.04	1	▲ 0.04	신규손상

4) 검토의견

- 거더에 조사된 파손의 경우 시공미흡, 외부충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 17.3.31】 가로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 재료분리 보수현황	손상현황	• S1 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 17.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존 재료분리에 대한 보수가 실시되었고, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 17.3.32】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재료분리	m ²	0.10	1	-	-	▼ 0.10	보수실시

4) 검토의견

- 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 기 손상인 체수, 누수흔적 등의 손상이 조사되었다.

【표 17.3.33】 교대 외관조사 결과

구분	체수흔적 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
	구분	개소	구분	개소
A1	8.00	4	—	—
A2	—	—	0.60	4
합계	8.00	4	0.60	4

			
손상현황	• A1 체수흔적(1.0×2.0)	손상현황	• A2 누수흔적(8.0×5.0)
원 인	• 신축이음부 우수유입 등	원 인	• 신축이음부 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 17.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검된 체수흔적, 누수흔적이 확인되었으며, 금회 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 17.3.34】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	체수흔적	m ²	8.00	4	8.00	4	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	0.60	4	0.60	4	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에 발생한 누수흔적, 체수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수를 실시하는 것이 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열이 조사되었다.

【표 17.3.35】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
P1	3.50	2	—	—	0.30	1
P2	3.00	1	3.00	1	—	—
P3	—	—	—	—	—	—
합계	6.50	3	10.00	3	0.30	1

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 백태(0.3×1.0)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 우수유입, 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 망상균열(1.0×3.0)	손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 17.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태 등의 손상이 추가로 조사되었고, 기존 균열(0.3mm미만), 망상균열에 대한 보수가 실시되었다.

【표 17.3.36】 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	10.00	7	6.50	3	▼ 3.50	신규손상 보수실시
	망상균열	m ²	10.00	3	10.00	3	- -	신규손상 보수실시
	백태	m ²	-	-	0.30	1	▲ 0.30	신규손상

4) 검토의견

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 우수유입, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 장기교의 기초는 교대 A1, A2 말뚝기초, 교각 P1~3 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

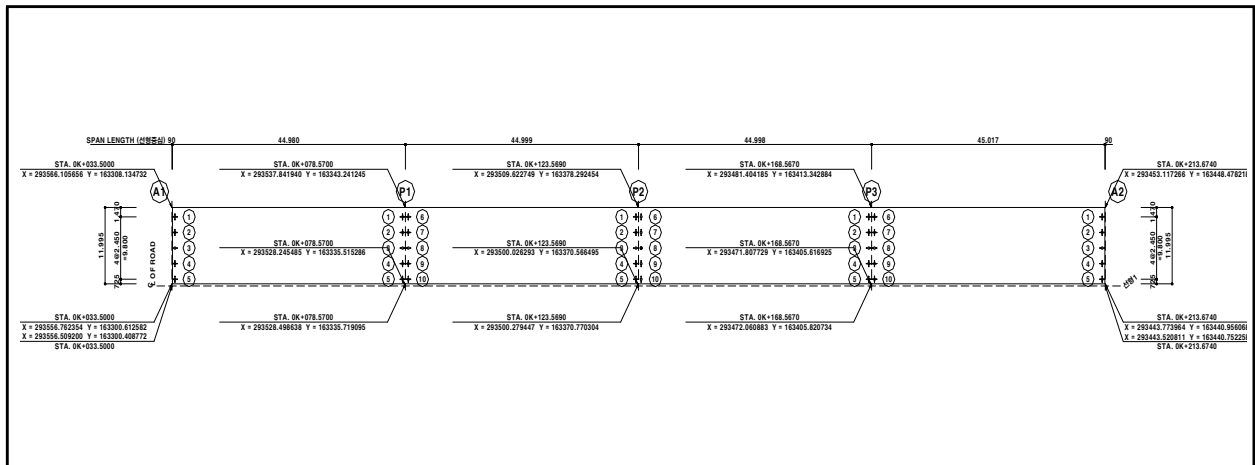
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	—
교각 P3 기초 전경	—

【사진 17.3.37】 기초 전경

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 고무받침으로 하부구조 각 부재에 5~10기씩 총 40기가 설치되어있다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 17.3.3】 교량받침 배치도



【사진 17.3.38】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 파손, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 층분리, 층 분리 및 잡철근노출, 백태, 플레이트 부식 파손, 들뜸, 플레이트 부식이 조사되었다.

【표 17.3.37】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm 미만) (m/개소)		무수축물탈 파손 (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm 미만) (m/개소)		받침콘크리트 층분리 (㎡/개소)		받침콘크리트 층분리 및 잡철근노출 (㎡/개소)		받침콘크리트 백태 (㎡/개소)		플레이트부식 (EA/개소)	
A1	-	-	0.01	1	-	-	0.14	1	0.02	1	-	-	4.00	4
P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.70	4	-	-
P2	0.40	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2
P3	-	-	-	-	0.30	1	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-	-	0.03	3	-	-	-	-	3.00	3
합계	0.40	2	0.01	1	0.30	1	0.17	4	0.02	1	0.70	4	9.00	9

			
손상현황	• A1-Sh1 물탈 파손(0.1×0.1)	손상현황	• A1-Sh2 플레이트 부식
원 인	• 다짐부족, 거푸집 조기탈거	원 인	• 공용기간 증가, 습기흡착
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 재도장

【사진 17.3.39】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• A1-Sh3 플레이트 부식	손상현황	• A1-Sh2 받침콘크리트 잡철근노출(0.1×0.1)
원 인	• 공용기간 증가, 습기흡착	원 인	• 다짐부족, 거푸집 조기탈거 시공미흡
조치방안	• 재도장	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• A2-Sh2 받침콘크리트 층분리(0.1×0.1)	손상현황	• P1-Sh1 받침콘크리트 백태(1×0.2)
원 인	• 다짐부족, 거푸집 조기탈거	원 인	• 우수유입, 습기흡착
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2-Sh2 몰탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P3-Sh3 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 17.3.39】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 몰탈 균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 층분리, 플레이트 부식 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 몰탈 파손, 받침콘크리트 층분리, 층분리 및 잡철근노출, 백태, 플레이트 부식 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 17.3.38】 교량받침 기 점검 결과 비교

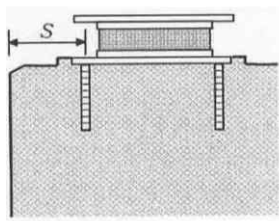
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	0.40	2	- -	변동없음
	무수축몰탈 파손	m ²	-	-	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
	받침콘리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.04	4	0.17	4	▲ 0.13	신규손상
	받침콘크리트 층분리 및 잡철근노출	m ²	-	-	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	받침콘크리트 백태	m ²	-	-	0.70	1	▲ 0.70	신규손상
	플레이트부식	EA	7.00	7	9.00	9	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

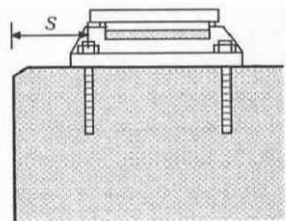
- 교량받침에 조사된 몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 몰탈 파손, 받침콘크리트 층분리, 층분리 및 잡철근노출의 경우 다짐부족, 거푸집 조기탈거, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 17.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 17.3.40】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45 = 350(\text{mm})$

【표 17.3.39】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		350	655	655	665	670	670	O.K
P1	A1측	350	520	535	550	535	520	O.K
	A2측	350	525	520	530	520	515	O.K
P2	A1측	350	625	635	605	630	630	O.K
	A2측	350	610	625	620	615	600	O.K
P3	A1측	350	520	535	525	540	550	O.K
	A2측	350	510	520	540	535	510	O.K
A2		350	600	610	610	600	615	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 17.3.41】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 17.3.40】 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	24.4	15.6	0.00001	90.0	22.0	14.0	
P1	24.4	15.6	0.00001	45.0	11.0	7.0	
P2	고정단						
P3	24.4	15.6	0.00001	45.0	11.0	7.0	
A2	24.4	15.6	0.00001	90.0	22.0	14.0	
1) 조사당시 온도 : 19.4℃(조사일 : 2025년 9월 9일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 17.3.41】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-25	59	109	22.0	14.0	±84
	SH2	-25	70	120			±95
	SH3	-25	70	120			±95
	SH4	-25	70	120			±95
	SH5	-25	59	109			±84
P1	SH1	-5	79	89	11.0	7.0	±84
	SH2	-5	90	100			±95
	SH3	-5	90	100			±95
	SH4	-5	90	100			±95
	SH5	-5	90	100			±95
	SH6	0	84	84			±84
	SH7	0	95	95			±95
	SH8	0	95	95			±95
	SH9	0	95	95			±95
	SH10	0	95	95			±95
P2	고정단						
P3	SH1	0	84	84	11.0	7.0	±84
	SH2	0	95	95			±95
	SH3	0	95	95			±95
	SH4	0	95	95			±95
	SH5	0	95	95			±95
	SH6	-5	79	89			±84
	SH7	-5	90	100			±95
	SH8	-5	90	100			±95
	SH9	-5	90	100			±95
	SH10	-5	90	100			±95
A2	SH1	-15	69	99	22.0	14.0	±84
	SH2	-15	80	110			±95
	SH3	-15	80	110			±95
	SH4	-15	80	110			±95
	SH5	-15	80	110			±95
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.42】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열, 파손, 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 17.3.42】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 파손 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	0.05	1	—	—
A2 (EXP J3)	—	—	3.00	1
합계	0.05	1	3.00	1

			
손상현황	• A1 후타재 파손(0.1×0.5)	손상현황	• A2 이물질퇴적(L=3.0m)
원 인	• 차량윤하중, 보수미흡	원 인	• 공용기간 증가, 비산물퇴적
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 정비(청소)

【사진 17.3.43】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 파손, 이물질퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 추가로 조사되지 않았고 기존 후타재 균열에 대한 보수가 실시되었다.

【표 17.3.43】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	0.60	2	—	—	▲ 0.60	보수실시
	후타재 파손	m ²	0.05	1	0.05	1	▲ 0.05	변동없음
	이물질퇴적	m	3.00	1	3.00	1	▲ 3.00	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 조사된 후타재 파손의 경우 차량 운하중, 보수미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산물퇴적 등에 의한 손상으로 정비(청소) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																		
이론 신축량	• 온도변화에 의한 이동량 ▶ $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																						
	• 소요 가동량 산정 조사일 : 2023. 9. 11. 기온 적용: 24.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-24.4℃ = 10.6℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(24.4℃) = 29.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ • 형식별 온도변화범위(℃) <table><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선행창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><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></tbody></table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 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	선행창계수 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 17.3.44】 신축이음 유간 측정방법

【표 17.3.44】 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	26.1	13.9	0.00001	90.0	23.5	12.5	40.0	80.0	105.0	
A2	26.1	13.9	0.00001	90.0	23.5	12.5	48.0	115.0	180.0	

1) 조사당시 온도 : 21.1°C(조사일 : 2025년 9월 18일, 평균온도, 상주)
2) 검토온도 : -5°C ~ 35°C(보통지방)

【표 17.3.45】 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	23.5	12.5	40.0	100	36.5	27.5	OK	OK
	바닥판	23.5	12.5	80.0	-	-	67.5	-	OK
	거더	23.5	12.5	105.0	-	-	92.5	-	OK
A2	신축이음	23.5	12.5	48.0	100	28.5	35.5	OK	OK
	바닥판	23.5	12.5	115.0	-	-	102.5	-	OK
	거더	23.5	12.5	180.0	-	-	167.5	-	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

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



【사진 17.3.45】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 포장부 전구간에 망상균열, 일부구간 포장 파손, 후타재 접속부 이격이 조사되었다.

【표 17.3.46】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (m/개소)		포장 파손 (m/개소)		후타재 접속부 이격 (m/개소)	
S1	120.00	1	0.05	1	11.00	1
S2	120.00	1	—	—	—	—
S3	120.00	1	—	—	—	—
S4	120.00	1	—	—	—	—
합계	480.00	4	0.05	1	11.00	1

			
손상현황	• S1 후타재 접속부 이격(L=11.0m)	손상현황	• S1 망상균열(40.0×3.0)
원 인	• 공용기간 증가, 접속부 침하	원 인	• 건조수축, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S1 파손(0.5×0.1)	손상현황	• S3 망상균열(40.0×3.0)
원 인	• 외부충격	원 인	• 건조수축, 차량윤하중
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 17.3.46】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 망상균열, 포장 파손, 접속부 이격이 확인되었으며, 금회 추가 손상은 조사되지 않았다.

【표 17.3.47】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	480.00	4	480.00	4	- -	변동없음
	포장 파손	m ²	0.05	1	0.05	1	- -	변동없음
	후타재 접속부 이격	m	11.00	1	11.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열, 파손은 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 공용중 열화, 차량 운하중, 성토부 침하 등에 의한 손상으로 판단되며, 파손의 경우 단면보수, 망상균열의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰 후 진전시 재포장 등과 같은 보수대책을 수립하는 것이 필요할 것으로 사료된다.
- 후타재 접속부 이격의 경우 공용기간 증가, 접속부 침하 등에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상 정도가 경미하며 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 수준은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 17.3.47】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘이 조사되었다.

【표 17.3.48】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	3.00	3
S3	2.00	2
S4	—	—
합계	5.00	5

			
손상현황	• S2 배수구 막힘 1EA	손상현황	• S3 배수구 막힘 1EA
원 인	• 공용기간 증가, 비산물 퇴적 등	원 인	• 공용기간 증가, 비산물 퇴적 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 17.3.48】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 17.3.49】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	5.00	5	▲ 4.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나 배수구 막힘이 조사되었으며, 이는 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 정비(청소) 등의 정비를 실시하는 것이 요구된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

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



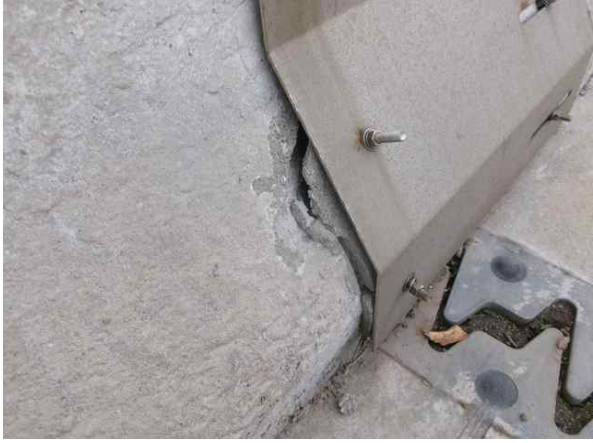
【사진 17.3.49】 방호벽 및 중양분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손, 균열부백태가 조사되었다.

【표 17.3.50】 방호벽 및 중양분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.09	1	—	—
S2	—	—	—	—	0.15	1
S3	—	—	—	—	0.30	2
S4	3.00	1	—	—	—	—
합계	3.00	1	0.09	1	0.45	3

			
손상현황	• S1 방호벽 파손(0.3×0.3)	손상현황	• S2 방호벽 균열부백태(0.1×1.5)
원 인	• 외부충격, 시공미흡	원 인	• 우수유입, 수분침투 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 방호벽 균열부백태(0.1×1.5)	손상현황	• S4 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 우수유입, 수분침투 등	원 인	• 건조수축, 공용기간 경과 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 17.3.50】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 17.3.51】 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	3.00	1	3.00	1	- -	변동없음
	파손	m ²	-	-	0.09	1	▲ 0.09	신규손상
	균열부백태	m ²	0.45	3	0.45	3	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 즉각적인 보수보다 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 균열부 백태의 경우 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 장기교의 점검시설은 교량 상면 갓길에서 교대로 이동할 수 있는 철근콘크리트 점검계단이 A1, A2에 시공되어 있다.



교량점검시설 전경(A1)

【사진 17.3.51】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 시공된 점검계단은 양호한 상태로 조사되었다.

【표 17.3.52】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
A2	—	—
합계	—	—

		—	
손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• —
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 17.3.52】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검계단은 손상이 없는 양호한 상태로, 신규손상이 확인되지 않았다.

【표 17.3.53】 교량 점검시설 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 조사되었고, 점검로는 점검자의 안전과 연관되어 있으므로, 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 17.3.54】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 장기교는 S4구간이 장기길, S3는 하천을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수구 막힘(S2, 3)이 조사되었으며, 점검당시 경미한 막힘 상태로 동절기를 대비하여 차량의 통행 안전성을 확보하기 위한 정비 등의 조치를 실시하고 주기적으로 관리하는 것이 필요하다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

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



교각 코핑부 상태양호



중분대 하면 상태양호

【사진 17.3.53】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

배수관 고정상태 양호	
신축이음 상태양호	
교면포장 상태양호	S3 교량 집수구 막힘

【사진 17.3.53】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

17.3.4 현장조사 총괄표

【표 17.3.55】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	재료분리	m ²	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
	체수흔적	m ²	6.00	4	
교각	균열(0.3mm미만)	m	12.50	5	
	망상균열	m ²	6.00	1	
	파손	m ²	0.02	2	
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	
	플레이트 부식	EA	8.00	8	
	받침콘크리트 백태	m ²	1.00	5	
신축이음	후타재 균열	m	6.10	14	
	후타재 파손	m ²	0.06	3	
	본체 이물질퇴적	m	6.00	2	
	하부 누수	m	13.00	4	
교면포장	망상균열	m ²	1,120.0	4	
	접속부 파손	m ²	1.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	13.00	5	

【표 17.3.56】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	파손	m ²	0.04	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	채수흔적	m ²	8.00	4	
	누수흔적	m ²	0.60	4	
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	3	
	망상균열	m ²	10.00	3	
	백태	m ²	0.30	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	
	무수축물탈 파손	m ²	0.01	1	
	받침콘리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.17	4	
	받침콘크리트 층분리 및 잡철근노출	m ²	0.02	1	
	받침콘크리트 백태	m ²	0.70	1	
	플레이트부식	EA	9.00	9	
신축이음	후타재 파손	m ²	0.05	1	
	이물질퇴적	m	3.00	1	
교면포장	망상균열	m ²	480.00	4	
	포장 파손	m ²	0.05	1	
	후타재 접속부 이격	m	11.00	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	5.00	5	
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	3.00	1	
	파손	m ²	0.09	1	
	균열부백태	m ²	0.45	3	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

17.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 17.3.57】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
가로보	재료분리	m ²	0.06	1	—	—	▼ 0.06	보수실시
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	—	보수실시 신규손상
	채수흔적	m ²	6.00	4	6.00	4	—	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	17.00	8	12.50	5	▼ 4.50	보수실시 신규손상
	망상균열	m ²	—	—	6.00	1	▲ 6.00	신규손상
	파손	m ²	—	—	0.02	2	▲ 0.02	신규손상
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	—	변동없음
	플레이트 부식	EA	6.00	6	8.00	8	▲ 2.00	신규손상
	받침콘크리트 백태	m ²	0.40	2	1.00	5	▲ 0.60	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	3.80	8	6.10	14	▲ 2.30	신규손상
	후타재 파손	m ²	0.02	1	0.06	3	▲ 0.04	신규손상
	본체 이물질퇴적	m	6.00	2	6.00	2	—	변동없음
	하부 누수	m	—	—	13.00	4	▲ 13.00	신규손상
교면포장	망상균열	m ²	1,120.0	4	1,120.0	4	—	변동없음
	접속부 파손	m ²	1.00	1	1.00	1	—	변동없음
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	13.00	5	13.00	5	—	변동없음

【표 17.3.58】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더	파손	m ²	—	—	0.04	1	▲ 0.04	신규손상
가로보	재료분리	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수실시
교대	채수흔적	m ²	8.00	4	8.00	4	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	0.60	4	0.60	4	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	10.00	7	6.50	3	▼ 3.50	신규손상 보수실시
	망상균열	m ²	10.00	3	10.00	3	— —	신규손상 보수실시
	백태	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	0.40	2	— —	변동없음
	무수축물탈 파손	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
	받침콘리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 충분리	m ²	0.04	4	0.17	4	▲ 0.13	신규손상
	받침콘크리트 충분리 및 잡철근노출	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	받침콘크리트 백태	m ²	—	—	0.70	1	▲ 0.70	신규손상
	플레이트부식	EA	7.00	7	9.00	9	▲ 2.00	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	0.60	2	—	—	▲ 0.60	보수실시
	후타재 파손	m ²	0.05	1	0.05	1	▲ 0.05	변동없음
	이물질퇴적	m	3.00	1	3.00	1	▲ 3.00	변동없음
교면포장	망상균열	m ²	480.00	4	480.00	4	— —	변동없음
	포장 파손	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	후타재 접속부 이격	m	11.00	1	11.00	1	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	5.00	5	▲ 4.00	신규손상
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.09	1	▲ 0.09	신규손상
	균열부백태	m ²	0.45	3	0.45	3	— —	변동없음
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

17.4 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.

17.4.1 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 17.4.1】 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	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

【표 17.4.2】 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	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

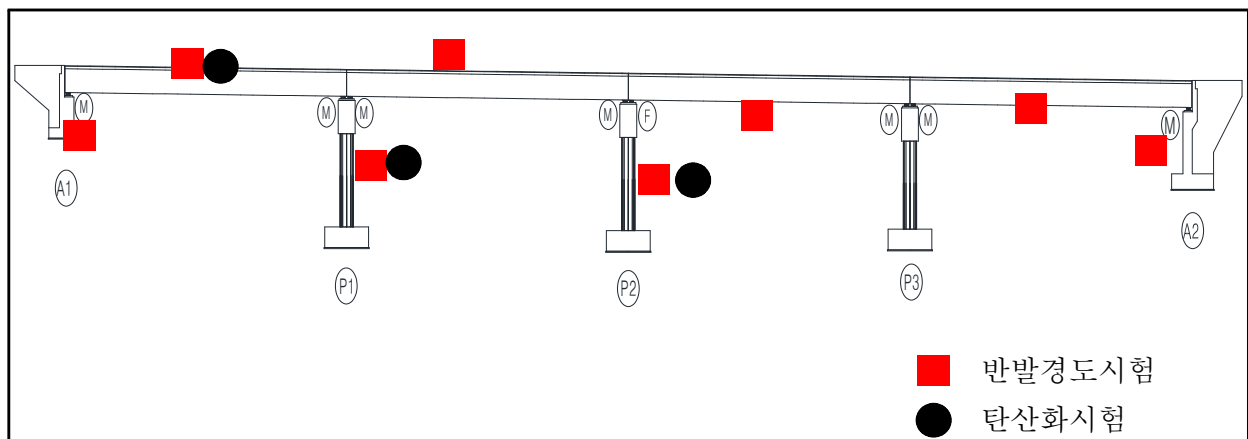
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

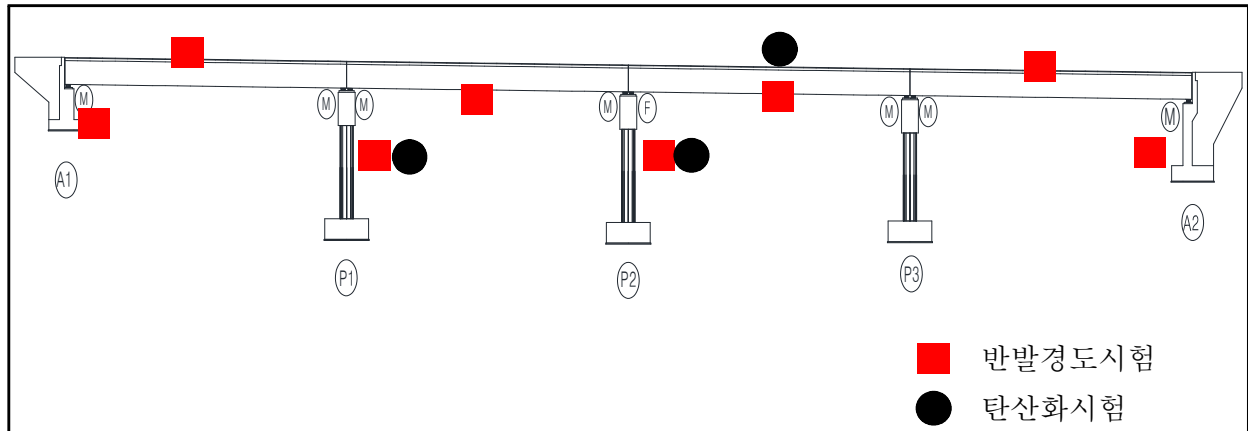


【사진 17.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 17.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 17.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

17.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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



【사진 17.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과(상주방향)

【표 17.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 상주방향)

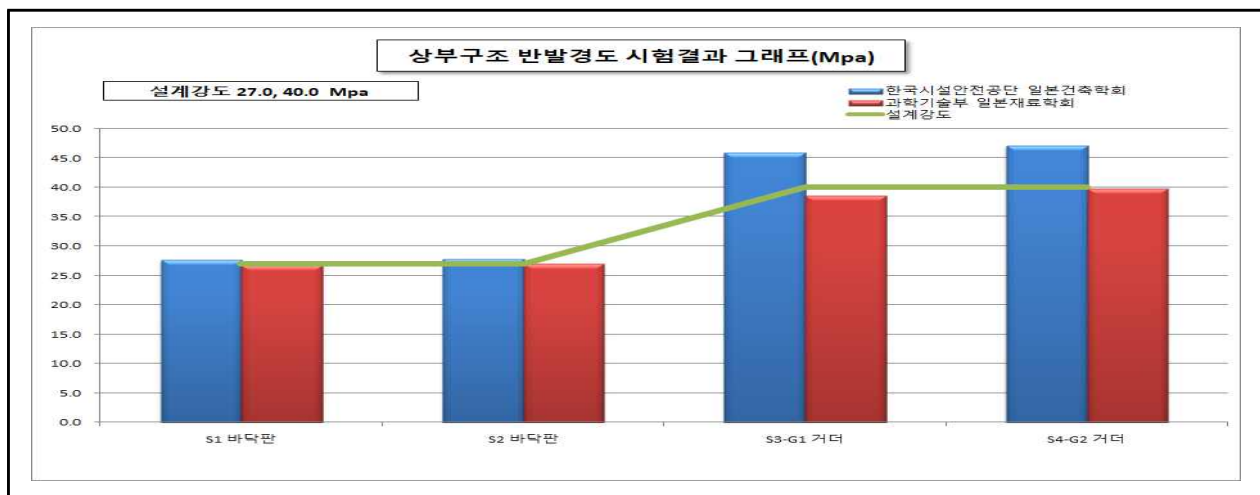
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	47.7	26.8	27.7	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	48.0	27.0	27.8			건전부
평균			—	26.9	27.7	—	—	
표준편차			—	0.18	0.10	—	—	
변동계수			—	0.007	0.004	—	—	
최대값			—	27.0	27.8	—	—	
최소값			—	26.8	27.7	—	—	

【표 17.4.4】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더, 상주방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
상부 구조	S3-G1	거더	48.5	38.6	45.9	0.63	40.0	건전부
	S4-G2	거더	49.9	39.8	47.1			건전부
평균			—	39.2	46.5	—	—	
표준편차			—	0.90	0.80	—	—	
변동계수			—	0.023	0.017	—	—	
최대값			—	39.8	47.1	—	—	
최소값			—	38.6	45.9	—	—	

【표 17.4.5】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (상주방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정 일본건축학회, 한국시설안전공단		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)		비고
바닥판	27.7	~ 27.8	27.0	27.7	102.6	~ 103.0	
거더	45.9	~ 47.1	40.0	46.5	114.8	~ 117.8	



【그림 17.4.3】 상주방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 17.4.6】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대, 상주방향)

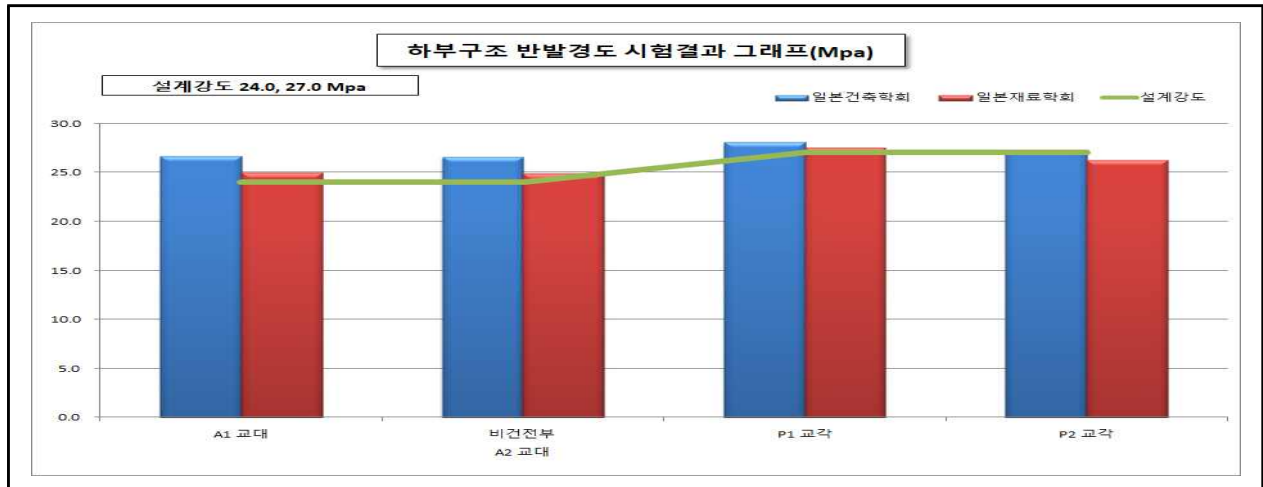
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	45.4	25.0	26.6	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.3	24.9	26.6			비건전부
평균			—	24.9	26.6	—	—	
표준편차			—	0.08	0.05	—	—	
변동계수			—	0.003	0.002	—	—	
최대값			—	25.0	26.6	—	—	
최소값			—	24.9	26.6	—	—	

【표 17.4.7】 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	48.6	27.5	28.1	0.63	27.0	건전부
	P2	교각	47.0	26.2	27.3			건전부
평균			—	26.9	27.7	—	—	
표준편차			—	0.91	0.51	—	—	
변동계수			—	0.034	0.018	—	—	
최대값			—	27.5	28.1	—	—	
최소값			—	26.2	27.3	—	—	

【표 17.4.8】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (상주방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정			설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)			비고
	일본건축학회								
교대	26.6	~	26.6	24.0	27.8	110.8	~	110.8	
교각	27.3	~	28.1	27.0	28.2	101.1	~	104.1	



【그림 17.4.4】 상주방향 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.7~27.8MPa, 상부구조(거더) 45.9~47.1MPa 하부구조(교대) 26.6MPa, 하부구조(교각) 27.3~28.1MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.8%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 17.4.9】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 영천방향)

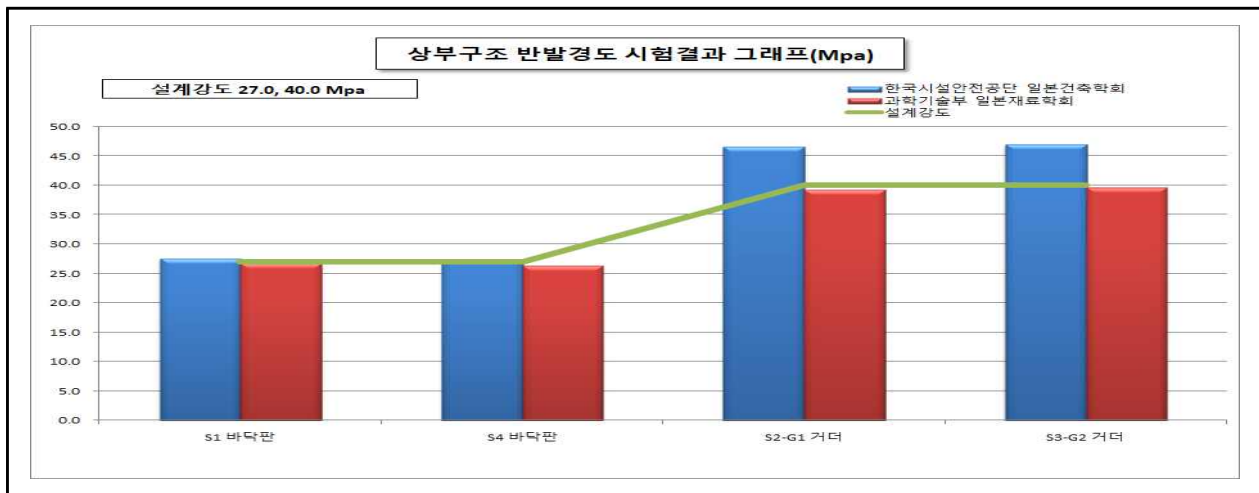
시험위치			반발경도법 (MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	47.5	26.7	27.6	0.63	27.0	건전부
	S4	바닥판	47.1	26.3	27.4			건전부
평균			—	26.5	27.5	—	—	
표준편차			—	0.28	0.16	—	—	
변동계수			—	0.010	0.006	—	—	
최대값			—	26.7	27.6	—	—	
최소값			—	26.3	27.4	—	—	

【표 17.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더, 영천방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
상부 구조	S2-G1	거더	49.3	39.3	46.6	0.63	40.0	건전부
	S3-G2	거더	49.7	39.7	46.9			건전부
평균			—	39.5	46.8	—	—	
표준편차			—	0.30	0.27	—	—	
변동계수			—	0.008	0.006	—	—	
최대값			—	39.7	46.9	—	—	
최소값			—	39.3	46.6	—	—	

【표 17.4.11】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (영천방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정 일본건축학회, 한국시설 안전공단		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)		비고
바닥판	27.4	~ 27.6	27.0	27.5	101.5	~ 102.2	
거더	46.6	~ 46.9	40.0	46.8	116.5	~ 117.2	



【그림 17.4.5】 영천방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 17.4.12】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대, 영천방향)

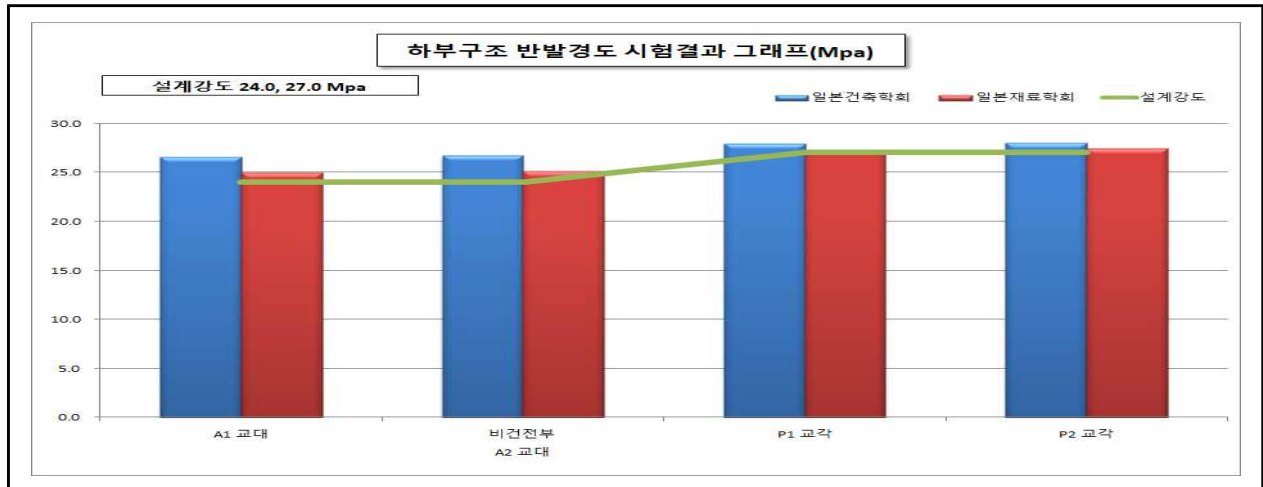
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	45.4	24.9	26.6	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.6	25.1	26.7			비건전부
평균			—	25.0	26.7	—	—	
표준편차			—	0.11	0.06	—	—	
변동계수			—	0.005	0.002	—	—	
최대값			—	25.1	26.7	—	—	
최소값			—	24.9	26.6	—	—	

【표 17.4.13】 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	48.3	27.3	27.9	0.63	27.0	건전부
	P2	교각	48.5	27.5	28.0			건전부
평균			—	27.4	28.0	—	—	
표준편차			—	0.11	0.06	—	—	
변동계수			—	0.004	0.002	—	—	
최대값			—	27.5	28.0	—	—	
최소값			—	27.3	27.9	—	—	

【표 17.4.14】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (영천방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정			설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)			비고
	일본건축학회								
교대	26.6	~	26.7	24.0	26.7	110.8	~	111.3	
교각	27.9	~	28.0	27.0	28.0	103.3	~	103.7	



【그림 17.4.6】 영천방향 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.2~27.5MPa, 상부구조(거더) 46.1~46.3MPa, 하부구조(교대) 27.6~27.9MPa, 하부구조(교각) 28.0~28.1MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 100.4%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 17.4.15】 상주방향 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.2 ~ 28.1	27.7 ~ 27.8	27.0
	거더	40.0 ~ 48.6	45.9 ~ 47.1	40.0
	교대	25.6 ~ 27.1	26.6 ~ 26.6	24.0
	교각	27.0 ~ 28.4	27.3 ~ 28.1	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

【표 17.4.16】영천방향 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.3 ~ 28.2	27.4 ~ 27.6	27.0
	거더	40.4 ~ 48.3	46.6 ~ 46.9	40.0
	교대	25.4 ~ 27.0	26.6 ~ 26.7	24.0
	교각	27.8 ~ 28.6	27.9 ~ 28.0	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 17.4.17】 상주방향 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 09. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	장기교(상주방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 거더 40MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	19.4℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

【표 17.4.18】영천방향 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 09. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	장기교(영천방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 거더 40MPa, 교대 : 24.0MPa, 교각 : 27.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	19.4℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 17.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과(상주방향)

【표 17.4.19】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (상주방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판하면	3.0	46.0	43.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
하부 구조	P1 교각	4.0	79.0	75.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
	P2 교각	4.5	78.0	73.5	8	1.59	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0mm~4.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 17.4.20】탄산화 시험결과 분석 (상주방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0	43.0	
하부구조	4.0~4.5	73.5~75.0	



【그림 17.4.7】상주방향 탄산화 깊이 측정결과

2) 탄산화 깊이 측정결과(영천방향)

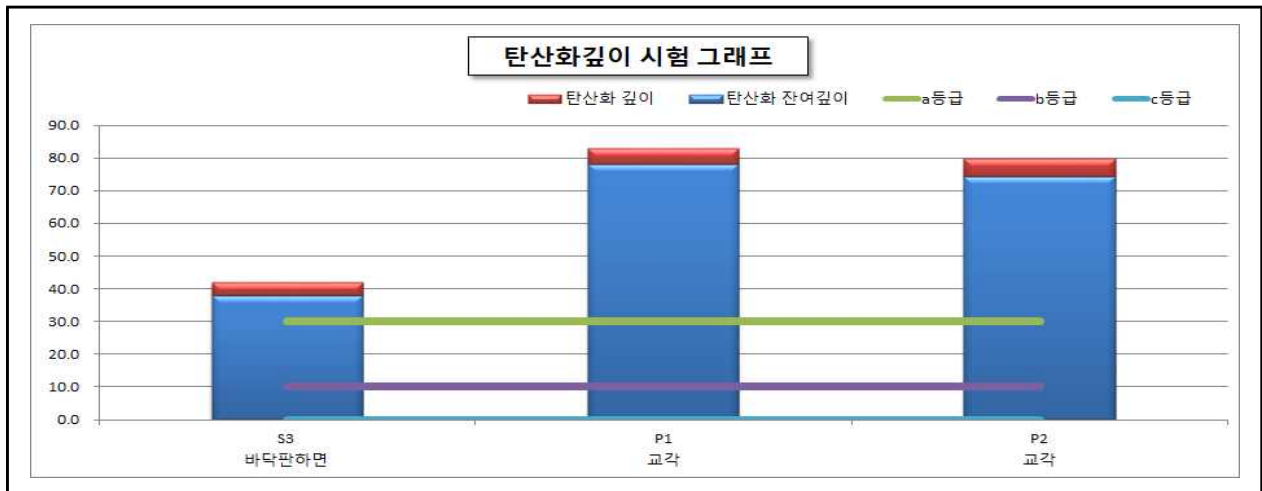
【표 17.4.21】탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (영천방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S3 바닥판하면	4.0	42.0	38.0	8	1.41	100년 이상	a등급	
하부 구조	P1 교각	5.0	83.0	78.0	8	1.77	100년 이상	a등급	
	P2 교각	5.5	80.0	74.5	8	1.94	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 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 17.4.22】 탄산화 시험결과 분석 (영천방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0	38.0	
하부구조	5.0~5.5	74.5~78.0	



【그림 17.4.8】 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. 장기교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 17.4.23】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S1 (상주방향)	
실측 피복두께(mm)	46.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.0
잔여깊이(mm)	43.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (43)	1.06066 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

하부구조 - 교각 P1 (상주방향)

실측 피복두께(mm)	79.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	75.0
탄산화 속도계수	1.41
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (75)	1.41421 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

【표 17.4.23】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P2 (상주방향)	
실측 피복두께(mm)	78.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.5
잔여깊이(mm)	73.5
탄산화 속도계수	1.59
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (73.5)	1.59099 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

상부구조 - 바닥판 S3 (영천방향)

실측 피복두께(mm)	42.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	38.0
탄산화 속도계수	1.41
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (38)	1.41421 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

【표 17.4.23】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1 (영천방향)	
실측 피복두께(mm)	83.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	78.0
탄산화 속도계수	1.77
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(78)

A (탄산화 속도 계수)

1.76777
(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

하부구조 - 교각 P2 (영천방향)	
실측 피복두께(mm)	80.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.5
잔여깊이(mm)	74.5
탄산화 속도계수	1.94
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(74.5)

A (탄산화 속도 계수)

1.94454
(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

3) 기 점검결과와의 비교

【표 17.4.24】 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	4.0	42.0	a	3.0	43.0	a	
하부구조	5.0~6.0	57.0	a	4.0~4.5	73.5~75.0	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 17.4.25】 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	3.00	39.0	a	4.0	38.0	a	
하부구조	4.0~5.0	59.0~70.0	a	5.0~5.5	74.5~78.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 17.4.26】 상주방향 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 09일
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 17.4.27】 영천방향 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 09일
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 17.4.28】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.7 ~ 27.8	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
		거더	45.9 ~ 47.1	40.0	
	하부구조	교대	26.6 ~ 26.6	24.0	
		교각	27.3 ~ 28.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	43.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음	
	하부구조	73.5~75.0	a등급		
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

【표 17.4.29】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.4 ~ 27.6	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
		거더	46.6 ~ 46.9	40.0	
	하부구조	교대	26.6 ~ 26.7	24.0	
		교각	27.9 ~ 28.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음	
	하부구조	74.5~78.0	a등급		
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 17.4.30】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.2	~	28.1	27.7	~	27.8	■ 강도저하 없음.
		거더	40.0	~	48.6	45.9	~	47.1	
	하부구조	교대	25.6	~	27.1	26.6	~	26.6	
		교각	27.0	~	28.4	27.3	~	28.1	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		42.0		a	43.0		a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		57.0		a	73.5~75.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 17.4.31】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.3	~	28.2	27.4	~	27.6	■ 강도저하 없음.
		거더	40.4	~	48.3	46.6	~	46.9	
	하부구조	교대	25.4	~	27.0	26.6	~	26.7	
		교각	27.8	~	28.6	27.9	~	28.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		39.0		a	38.0		a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		59.0~70.0		a	74.5~78.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

17.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 현장조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 현장조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

17.5.1 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.

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

【표 17.5.1】 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	PSCI	a	a	a	b	a	a	c	b	a	q	a	—
S2	P1	PSCI	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	—	a
S3	P2	PSCI	a	a	a	b	a	a	—	a	b	q	—	a
S4	P3	PSCI	a	a	a	b	a	b	—	a	b	q	—	—
	A2								c	b	b	q		—
평균			0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	0.150	0.400	0.160	0.180	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.014	0.003	0.003	0.036	0.014	0.036	—	0.004	0.003
• 포장부 망상균열의 경우 손상의 면적상은 d등급이나 손상의 정도가 경미하여 b등급으로 하향조정하여 평가를 실시함.													0.156	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.156) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태인 “a” 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

결함의 진행 여부를 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 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 손상이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 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 17.5.2】 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	PSCI	a	b	a	b	a	b	c	b	a	q	—	—
S2	P1	PSCI	a	a	a	b	b	b	—	b	b	q	—	a
S3	P2	PSCI	a	a	a	b	b	b	—	b	b	q	a	a
S4	P3	PSCI	a	a	a	b	a	b	—	a	a	q	—	—
	A2								b	b	a	q		—
평균			0.100	0.125	0.100	0.200	0.150	0.200	0.300	0.180	0.140	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균X가중치)/가중치합			0.018	0.025	0.005	0.014	0.005	0.004	0.027	0.016	0.028	—	0.004	0.003
• 포장부 망상균열의 경우 손상의 면적상은 d등급이나 면적대비 손상의 정도가 경미하여 b등급으로 하향조정하여 평가를 실시함.													0.149	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.149) < 0.130$

라. 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

결함의 진행 여부를 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 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 손상이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태인 “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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 17.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.156	B	310.00	3	930.00	0.500	0.078
영천방향	0.149	B	310.00	3	930.00	0.500	0.074
합계(Σ)			620.00	6	1,860.00	1.000	0.153
1. 평가지수 =							0.153
2. 상태평가결과 =							B

17.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 17.5.4】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

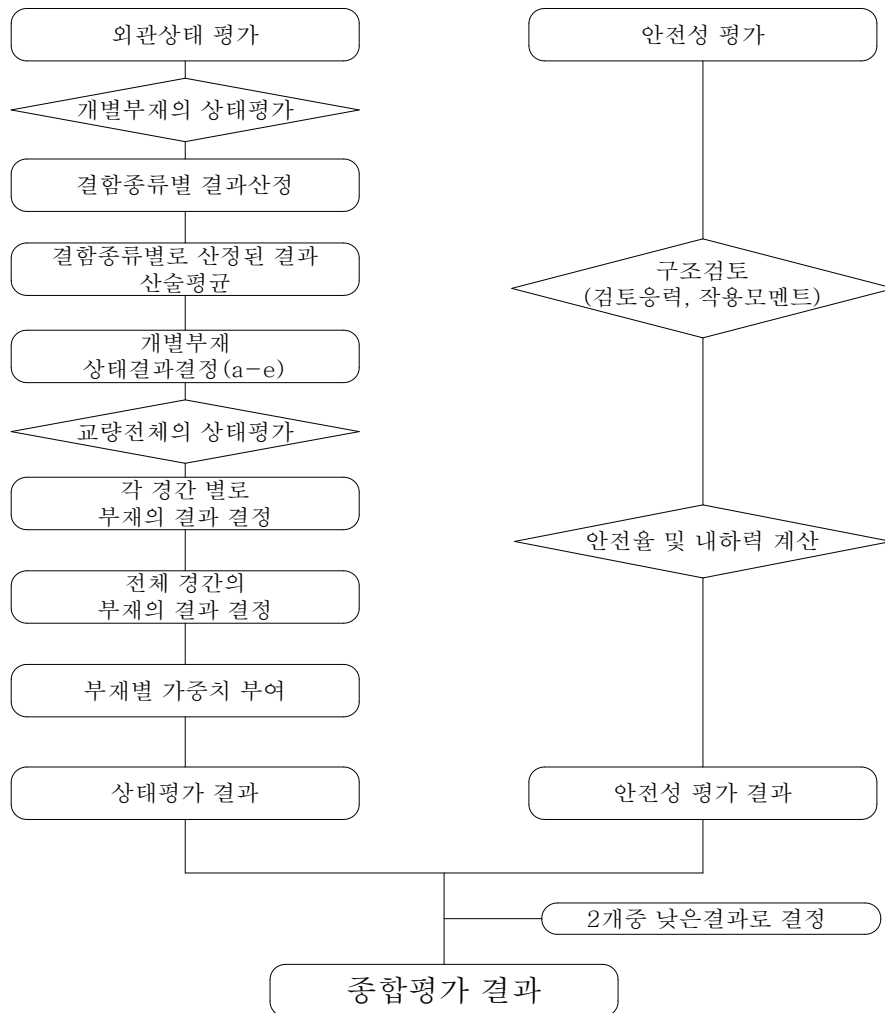
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.147	0.153
상태평가결과	B	B
총 평	●금회 정밀안전점검 결과, 장기교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. ●전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.147에서 0.153로 0.006 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. ●환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 정밀조사로 인한 가로보, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음, 방호벽 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

17.6 종합평가 및 안전등급 지정

17.6.1 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 17.6.1】 종합평가 결과 산정절차

17.6.2 종합평가 결과

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

【표 17.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
장기교	0.153	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

17.6.3 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 17.6.2】 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

17.7 보수·보강 및 유지관리방안

17.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 17.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	표면처리	3순위
	채수흔적	m ²	6.00	4	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	12.50	5	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	6.00	1	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.02	2	단면보수	2순위
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	표면처리	3순위
	플레이트 부식	EA	8.00	8	재도장	3순위
	받침콘크리트 백태	m ²	1.00	5	표면처리	3순위
신축이음	후타재 균열	m	6.10	14	주의관찰	—
	후타재 파손	m ²	0.06	3	단면보수	2순위
	본체 이물질퇴적	m	6.00	2	정비	3순위
	하부 누수	m	13.00	4	주의관찰	—
교면포장	망상균열	m ²	1,120.0	4	주의관찰	—
	접속부 파손	m ²	1.00	1	단면보수	2순위
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	13.00	5	주의관찰	—

나. 영천방향

【표 17.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	파손	m ²	0.04	1	단면보수	2순위
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	채수흔적	m ²	8.00	4	주의관찰	—
	누수흔적	m ²	0.60	4	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	3	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	10.00	3	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.30	1	표면처리	3순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	표면처리	3순위
	무수축물탈 파손	m ²	0.01	1	단면보수	2순위
	받침콘리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 층분리	m ²	0.17	4	단면보수	2순위
	받침콘크리트 층분리 및 잡철근노출	m ²	0.02	1	단면보수+방청	1순위
	받침콘크리트 백태	m ²	0.70	1	표면처리	3순위
	플레이트부식	EA	9.00	9	채도장	3순위
신축이음	후타재 파손	m ²	0.05	1	단면보수	2순위
	이물질퇴적	m	3.00	1	정비	3순위
교면포장	망상균열	m ²	480.00	4	주의관찰	—
	포장 파손	m ²	0.05	1	단면보수	2순위
	후타재 접속부 이격	m	11.00	1	주의관찰	—
배수시설	배수구 막힘	EA	5.00	5	정비	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	3.00	1	주의관찰	—
	파손	m ²	0.09	1	단면보수	2순위
	균열부백태	m ²	0.45	3	표면처리	3순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

17.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 17.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m ²	250	188	3순위
교각	균열 (0.3mm미만)	표면처리	12.50	4.69	m ²	250	1,173	3순위
	망상균열	표면처리	6.00	9.00	m ²	250	2,250	3순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	m ²	960	29	2순위
교량받침	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m ²	250	95	3순위
	플레이트 부식	재도장	8.00	8.00	EA	415	3,320	3순위
	반침콘크리트 백태	표면처리	1.00	1.50	m ²	250	375	3순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.06	0.09	m ²	960	86	2순위
	본체 이물질퇴적	정비	6.00	9.00	m	8	72	3순위
교면포장	접속부 파손	단면보수	1.00	1.50	m ²	960	1,440	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	-		1,497		7,473		
	재경비 (순공사비의 50%)	-		749		3,737		
	합계	-		2,246		11,210		
개략공사비 총계(천원)		13,455						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 17.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	파손	단면보수	0.04	0.06	m ²	1,152	69	2순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.44	m ²	250	610	3순위
	망상균열	표면처리	10.00	15.00	m ²	250	3,750	3순위
	백태	표면처리	0.30	0.45	m ²	250	113	3순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.40	0.15	m ²	250	38	3순위
	무수축물탈 파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	960	19	2순위
	반침콘리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.30	0.11	m ²	250	28	3순위
	반침콘크리트 충분리	단면보수	0.17	0.26	m ²	960	250	2순위
	반침콘크리트 충분리 및 갑판 노출	단면보수명칭	0.02	0.03	m ²	1,114	33	1순위
	반침콘크리트 백태	표면처리	0.70	1.05	m ²	250	263	3순위
	플레이트부식	재도장	9.00	9.00	EA	415	3,735	3순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.05	0.08	m ²	960	77	2순위
	이물질퇴적	정비	3.00	4.50	m	8	36	3순위
교면포장	포장 파손	단면보수	0.05	0.08	m ²	960	77	2순위
배수시설	배수구 막힘	정비	5.00	5.00	EA	184	920	3순위
방호벽 및 중분대	파손	단면보수	0.09	0.14	m ²	960	134	2순위
	균열부백태	표면처리	0.45	0.68	m ²	250	170	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	33		626		9,663		
	재경비 (순공사비의 50%)	17		313		4,832		
	합계	50		939		14,495		
개략공사비 총계(천원)		15,483						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

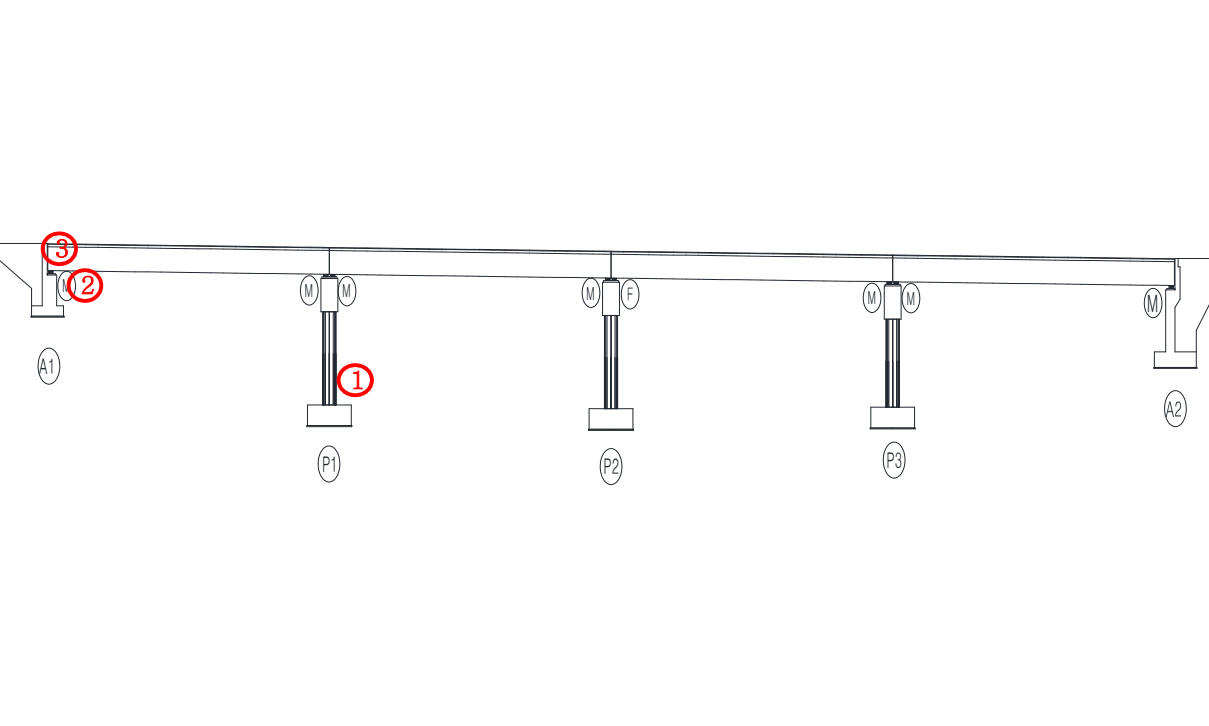
17.7.3 유지관리방안

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 17.7.5】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
방호벽	• 방호벽 손상여부 점검
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	• 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검)
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 백태 - 진전 여부확인	② 교량받침 A1 받침콘크리트 층분리 및 잡철물 노출 - 진전 여부확인	③ 신축이음 A1 후타재 파손 - 진전 여부확인
		
—	—	—
—	—	—

17.8 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 장거리(상주영천고속도로 44.218~44.428km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.4m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

17.8.1 종합의견

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

17.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요망된다.

2) IPC Girder

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

3) 가로보

- 가로보의 외관조사 결과, 기존상인 재료분리 손상이 보수가 실시되어 손상이 없는 양호한 상태이다.

4) 교대

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 손상이나 내구성 확보 차원에서 표면처리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 체수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의

진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수를 실시하는 것이 요구된다.

5) 교각

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격, 외부충격에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 시공시 외부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 채도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 백태의 경우 외부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 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 조사된 후타재 파손의 경우 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 차량윤하중 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 본체 이물질퇴적의 경우 비산물퇴적, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 후타재 균열의 경우 건조수축, 공용기간 증가, 차량 윤하중 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 즉각적인 보수보다 주의관찰 후

손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 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 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 차량 윤하중 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다 주의 관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 접속부 파손의 경우 접속부 침하, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 배수시설

- 배수시설은 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통해 원활한 배수를 유지하는 것이 필요하다.

10) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽의 외관조사 결과, 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 즉각적인 보수보다 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 장기교의 교량 점검시설은 미설치인 상태로 확인되었다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.7~27.8MPa, 상부구조(거더) 45.9~47.1MPa 하부구조(교대) 26.6MPa, 하부구조(교각) 27.3~28.1MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로

상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계 기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.8%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 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0mm~4.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요망된다.

2) IPC Girder

- 거더에 조사된 파손의 경우 시공미흡, 외부충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등 보수가 필요하다고 판단된다.

3) 가로보

- 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 교대

- 교대에 발생한 누수흔적, 체수흔적의 경우 신축이음을 통한 우수유입에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수를 실시하는 것이 요구된다.

5) 교각

- 교각에 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 백태의 경우 우수유입, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등 보수가 필요하다고 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 조사된 몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 몰탈 파손, 받침콘크리트 층분리, 층분리 및 잡철근노출의 경우 다짐부족, 거푸집 조기탈거, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트 부식의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 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 조사된 후타재 파손의 경우 차량 윤하중, 보수미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이물질퇴적의 경우 공용기간 증가, 비산물퇴적 등에 의한 손상으로 정비(청소) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 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 망상균열, 파손은 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 공용중 열화, 차량 윤하중, 성토부 침하 등에 의한 손상으로 판단되며, 파손의 경우 단면보수, 망상균열의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰 후 진전시 재포장 등과 같은 보수대책을 수립하는 것이 필요할 것으로 사료된다.
- 후타재 접속부 이격의 경우 공용기간 증가, 접속부 침하 등에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상 정도가 경미하며 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 수준은 아니므로 주의관찰 후 손상

의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이나 배수구 막힘이 조사되었으며, 이는 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 정비(청소) 등의 정비를 실시하는 것이 요구된다.

10) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 즉각적인 보수보다 주의관찰 후 손상 진전 시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 균열부 백태의 경우 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 조사되었고, 점검로는 점검자의 안전과 연관되어 있으므로, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.2~27.5MPa, 상부구조(거더) 46.1~46.3MPa, 하부구조(교대) 27.6~27.9MPa, 하부구조(교각) 28.0~28.1MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 거더: 40MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 100.4%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저

하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 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. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 장기교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.147에서 0.153로 0.006 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 정밀조사로 인한 가로보, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음, 방호벽 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 장기교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 장기교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」 「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.

17.8.3 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

17.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교각 백태, 교량받침 받침콘크리트 층분리 및 잡철물 노출, 신축이음 후타재 파손에 대하여 손상의 진전여부에 대한 지속적인 유지관리가 요구된다.

17.8.5 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

