

20. 산성교

20.1 시설물 개요

20.2 자료수집 및 분석

20.3 현장조사

20.4 콘크리트 내구성조사

20.5 상태평가

20.6 종합평가 및 안전등급 지정

20.7 보수·보강 및 유지관리 방안

20.8 종합결론

20. 산성교

20.1 시설물의 개요

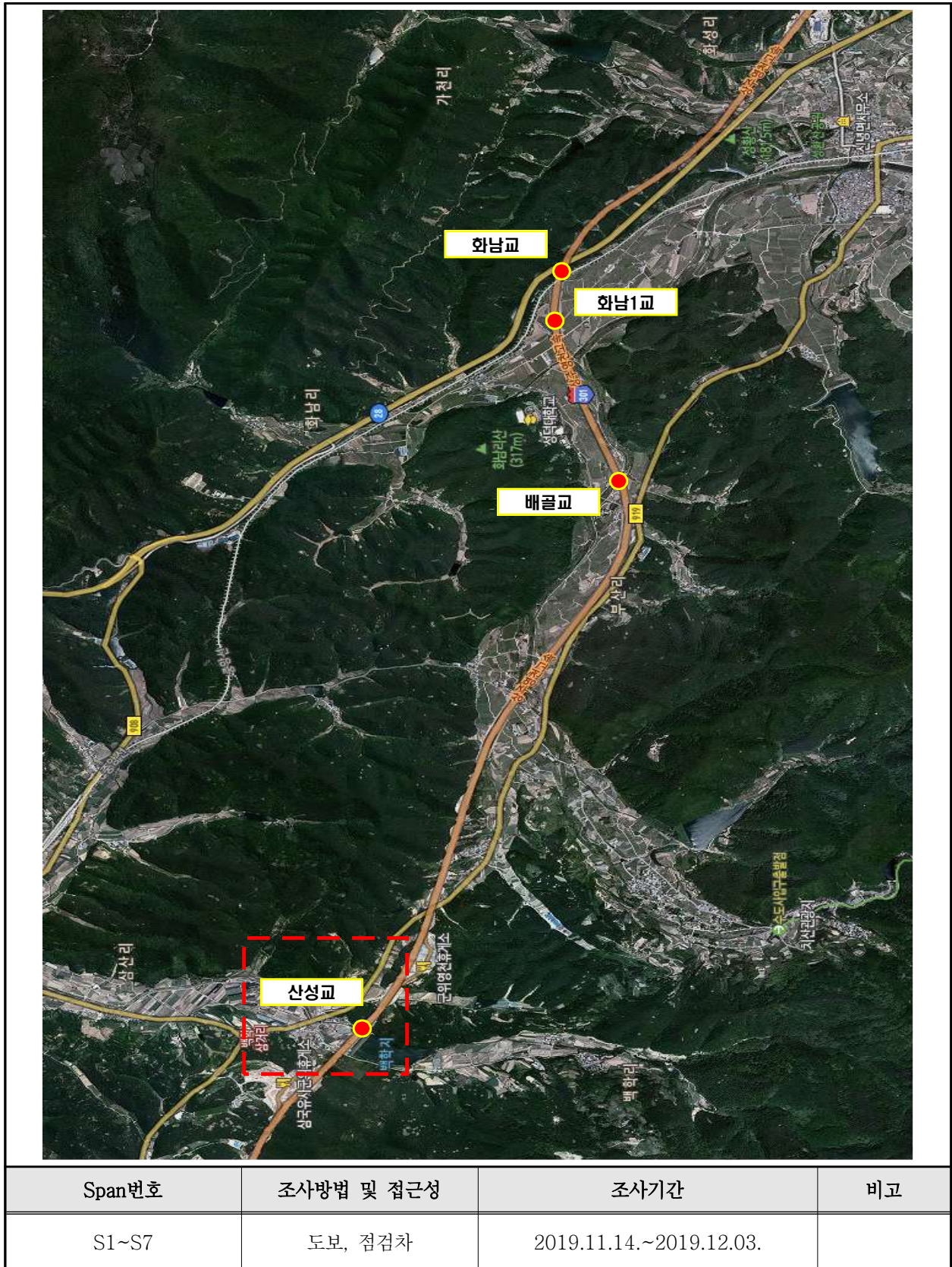
본 시설물은 경상북도 군위군 산성면 백학리(상주영천고속도로 56.596~56.881km)에 위치한 교량으로서 총 연장 285.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

20.1.1 일반사항

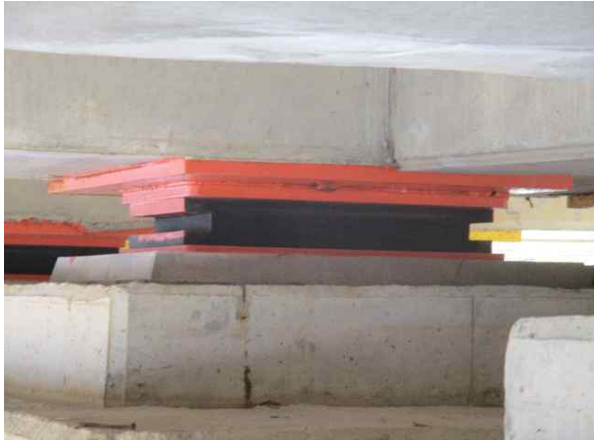
【표 20.1.1】 산성교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000256		관리번호		SY BR.20	
시설물위치		경상북도 군위군 산성면 백학리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		56.596~56.881km		공사이정		1.038~1.323km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=285.0m, (3@40m+3@40m+45m=285m)					
	폭	B=24.5m, 4차로					
구조 형식	상부	IPC GIRDER		기초 형식	교 각	직접기초	
	하부	T형			교 대	직접기초	
교량받침		고무받침		신축이음		핑거, 모노셀	
교차시설물		백학지 여수로		통과높이		7.5m	
부착시설내용							
시 공 자		경남기업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

20.1.2 위치도 및 전경사진

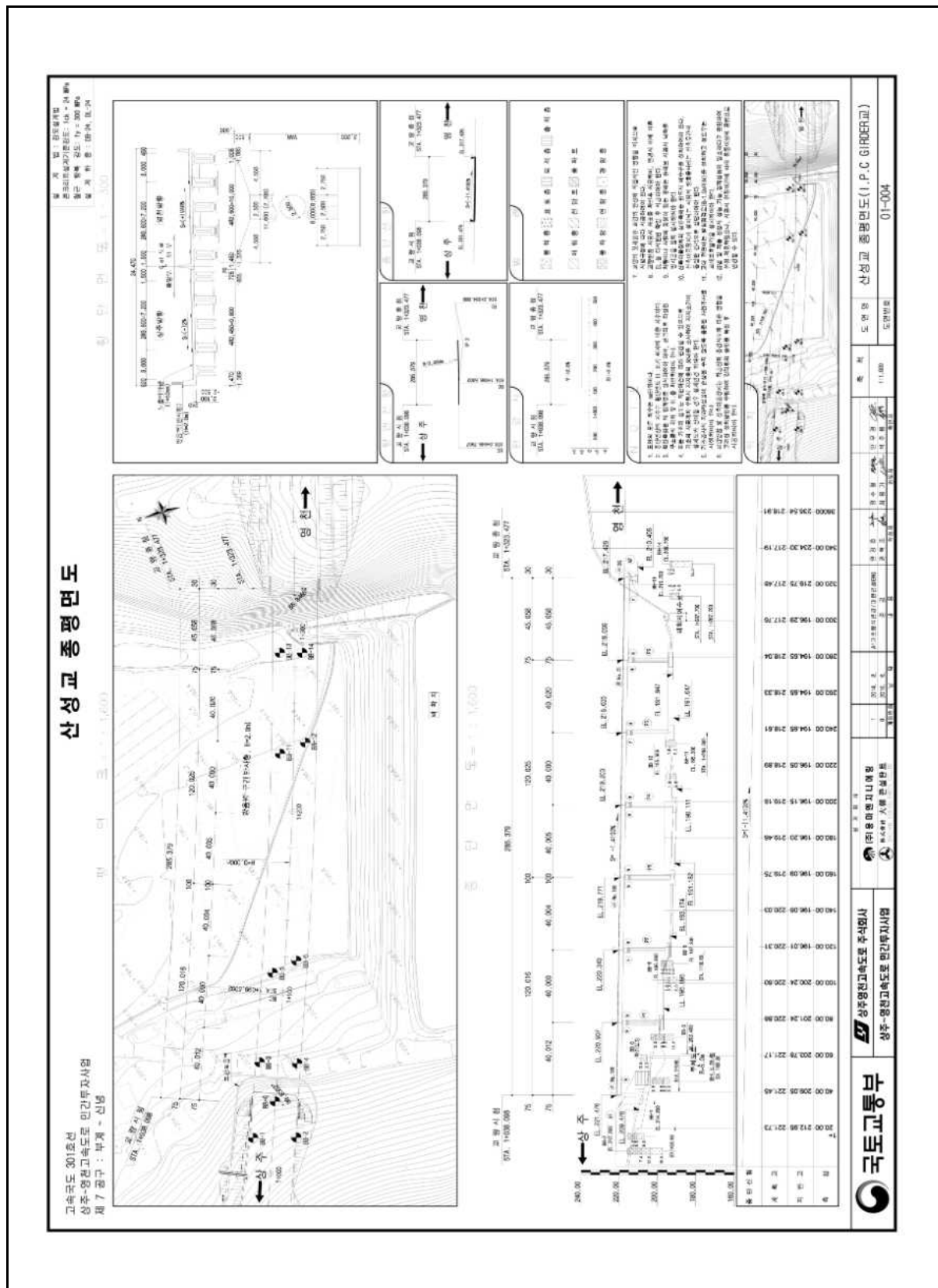


【그림 20.1.1】 위치도

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

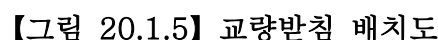
【그림 20.1.2】 부재별 현황

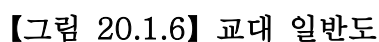
20.1.3 시설물 일반도

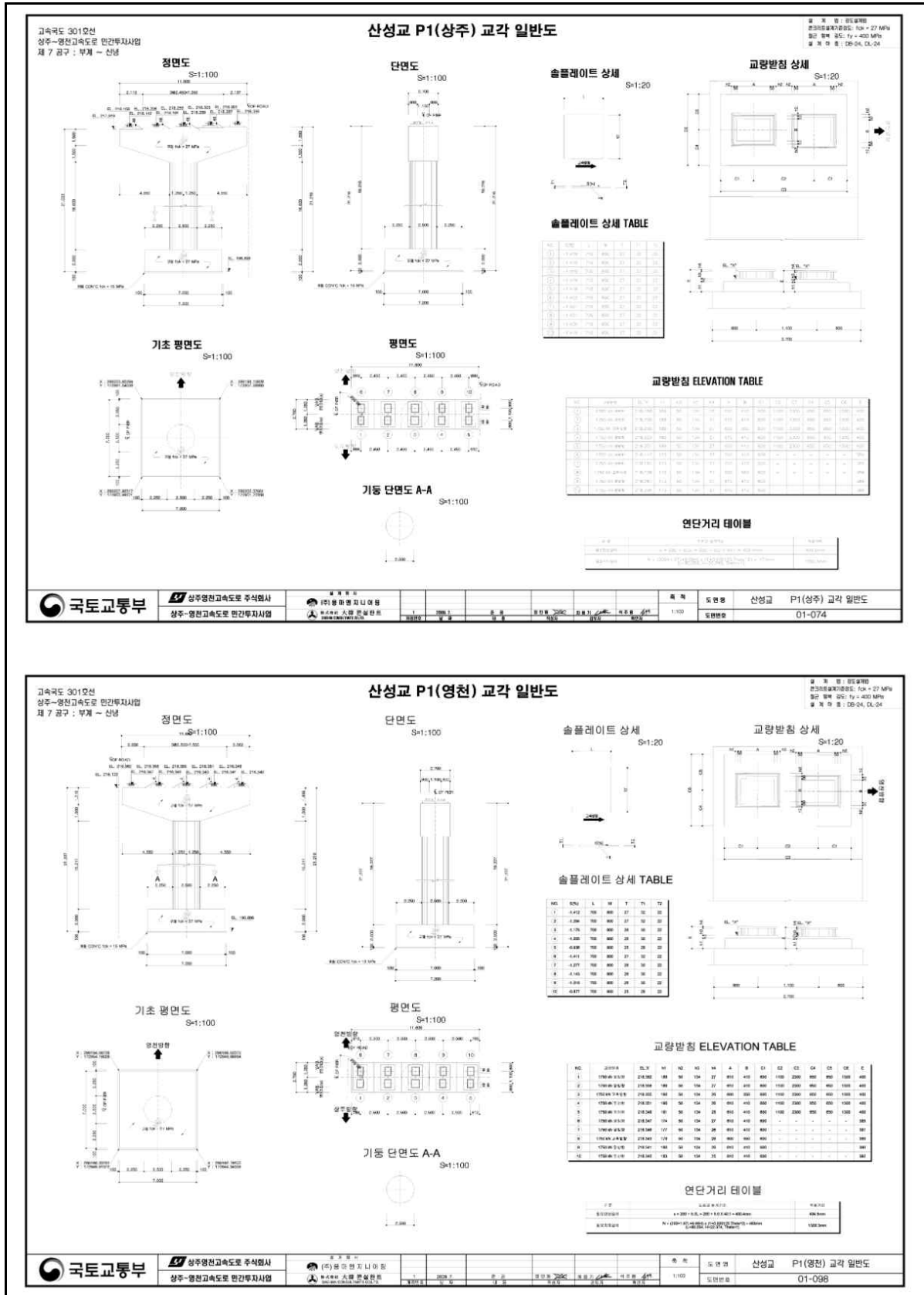


【그림 20.1.3】 평면 및 종단면도









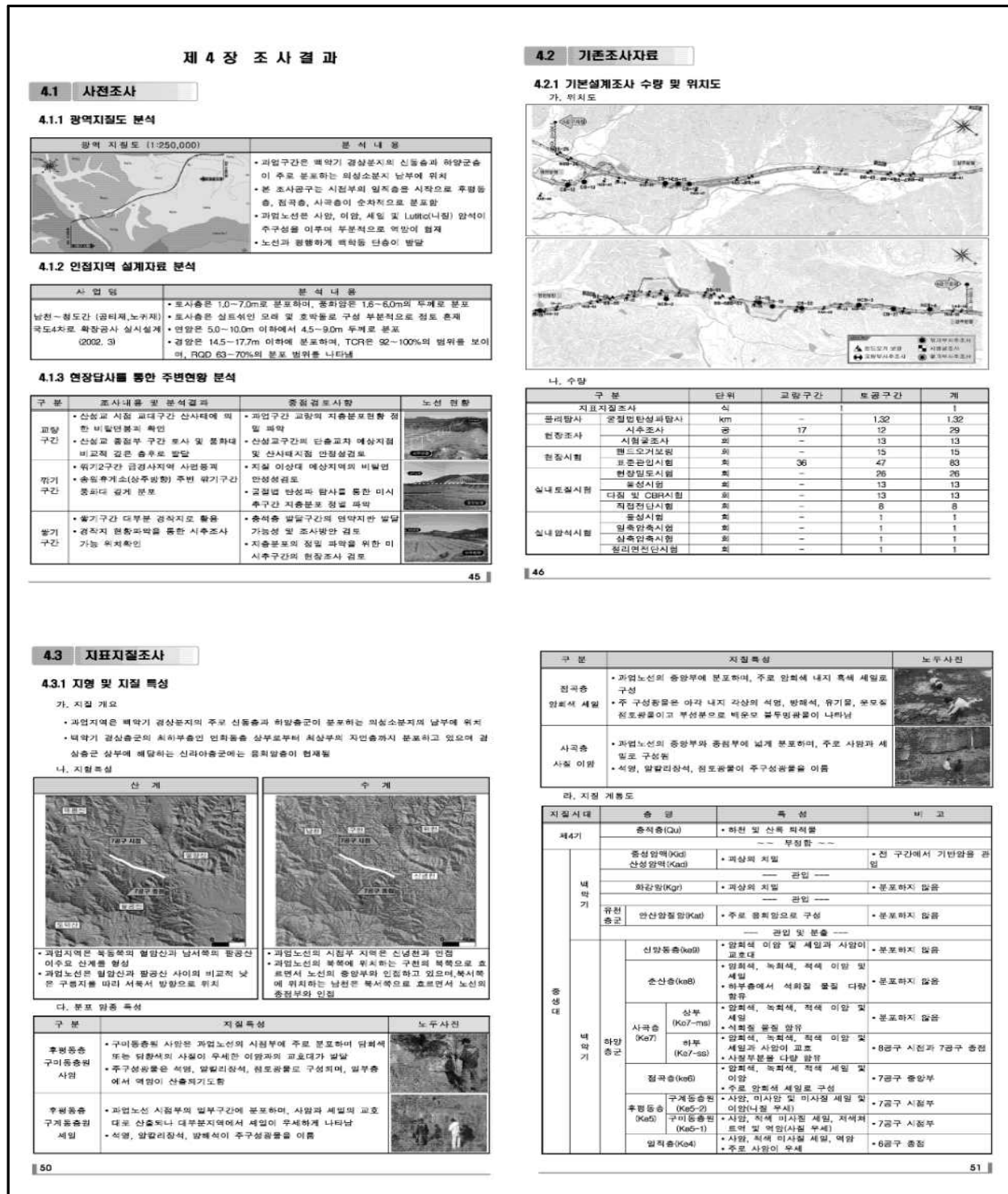
【그림 20.1.7】 교각 일반도

20.2 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.

20.2.1 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

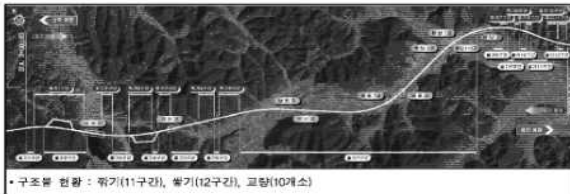
- 계획노선의 지반공학의 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선결된 계획노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태 지반공학적 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

- 시설 : 경상북도 군위군 부계면 창평리(STA. 0+000)
(X=287099.61, Y=172291.69)
- 종점 : 경상북도 영천시 신녕면 화성리(STA. 9+800)
(X=288666.14, Y=181553.04)
- 연장 : 9.80km



14 위치도



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

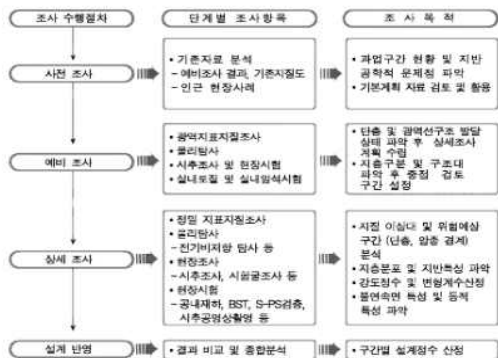
제 2 장 조 사 계 획

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 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 구간 및 분기 미달면 중 불기회가능성을 지닌 대분기 미달면과 고분기 미달면에 대하여 설계서 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석 파악 후 토질 및 암반상태와 안정성을 고려한 안정 미달면거울을 결정 및 대책 등을 검토하여 결재한 미달면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 절의 최소안침율을 갖는 활동 저할면에 대한 안정성 평가가 이루어지나, 암반비탈면의 경우 지질구조 및 불연속면의 특성에 의해 안정성을 평가하게 된다. 따라서 본 검토에서는 토사와 암반 비탈면의 파괴장식 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 미발면 설계정수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 미발면 설계정수 산정
- 합리적인 미발면 가늠기 검토
- 미발면 안정대책 및 보호공법 검토

7.2

7.2.1 선정기준

과업구간에 계획되는 비탈면 중 흩날기 구간의 검토단면 선정은 일반적으로 흩날기 높이가 10m 이상, 위기구간은 절취비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면을 원칙으로 하였으며, 그 외 현상 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

주 시 실 목	주 제 기 본 일 략
지층현황	- 시추조사 및 현상지층, 심사지층을 실시하여 지층분포상태 파악 - 지층분포 및 고지학적 특성을 파악하고 기존 취득지층 및 기초 안정성 평가 - 현상 및 심사지층을 종합해층을 통한 시추조사 및 고지층까지 선정
지층분석	- 지층분포를 파악하기 위하여 현장조사, 시추조사 및 고지층까지의 수평 - 지층 및 수평을 중심으로 한 미시구간에 물리질사를 수행하여 지층에 대한 정밀 분석 수행
내진검토	S-PG 검출 및 일대지진 등을 통하여 선정된 취토층, 중립상계층, 중립적지층을 내진특성 및 압력특성 실험

5.2 조사위치 및 수량



구분	프로그램	연도									계	
		신규	치상	난립	무신고	매곡 1호	매곡	하남 2호	하남 1-1호	하남 1호		
토지조사	시추조사	10	2	8	2	2	8	2	2	4	8	46명
토지조사	탄성파측량	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.46km
	전기비파탐	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54km
	MASW	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
현장시험	재하시험	3	-	2	-	-	2	-	-	-	2	9회
	전단시험	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2회
	9-P스리프	2	-	2	-	-	2	-	-	-	2	8명
실내시험		• 토질풍상시험 19회 • 압축풍상시험 19회, 일축압입시험 19회, 점착충돌시험 68회										

143

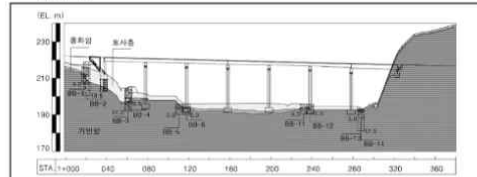
성주~영천 고속도로 민간투자사업 실시일계

5.3 지층 분포 특성

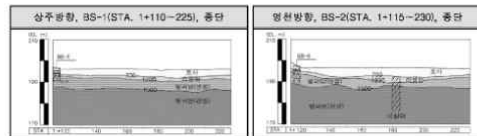
가. 산성교



1) 시추조사



- 퇴적/침적층은 점토질 모래 및 전석으로 0.8~2.3m 두께로 분포하며, N치는 1130~2430 입
 - 용화토는 점토질 모래 및 점토로 1.1~7.4m의 두께로 분포하며, N치는 1230~5011 입
 - 용화암은 0.2~1.0m 두께로 분포하며 N치는 5010~5011 입
 - 기암반은 0.5~7.4m 심도에서 출현하며, TCR=50~100%, RQD=0~92%
- 2) 굴절률분산계파환산



144

성주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

5.4 지반의 공학적 특성 분석

가. 토질 물섬

1) 교량구간

구분	구분	심도 (m)	지층	합수비 (%)	비중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)				USCS	
						LL(%)	PI(%)	#4	#10	#40	#200, 0.075mm		
산성토	BB-2	3.0	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	96.5	85.1	16	CL	
	BB-4	4.0	중회토	15.2	2.69	37.6	19.3	100	96.8	89.1	70.8	17	CL
	BB-5	2.0	중회토	21.7	2.68	35.9	16.4	100	96.4	86.0	47.4	8	SC
치상교	BB-17	1.0	중회토	10.4	2.68	36.7	16.9	97.2	93.1	78.6	41.5	5	SC
	BB-18	2.0	중회토	11.2	2.68	37.0	17.5	97.9	92.8	84.2	4	SC	
	BB-19	4.0	중회토	25.1	2.68	41.4	20.3	100	94.6	74.0	38.7	5	SC
		8.0	중회토	18.4	2.69	35.2	8.6	100	97.2	89.6	71.7	10	ML
남강교	BB-22	3.0	중회토	23.2	2.69	37.5	9.0	90.6	86.1	83.9	76.7	13	ML
		5.0	중회토	15.0	2.69	39.5	11.3	100	93.0	92.5	78.1	14	ML
	BB-24	5.0	중회토	12.4	2.67	NP	-	100	93.6	76.5	31.4	-	SM
		8.0	중회토	12.4	2.67	NP	-	100	93.6	76.5	31.4	-	SM
매곡1교	BB-29	3.0	회색흙	16.4	2.64	NP	-	41.6	33.2	25.9	15.3	-	GM
매곡교	BB-31	4.0	중회토	17.2	2.69	39.4	11.8	100	99.2	96.7	87.6	14	ML
	BB-37	4.0	중회토	12.4	2.66	NP	-	90.5	85.6	68.3	18.4	-	SM
	BB-43	3.0	회색흙	17.2	2.66	NP	-	60.4	52.8	36.3	19.5	-	SM
화전1교	BB-45	2.0	회색흙	18.2	2.67	NP	-	59.4	50.8	39.4	21.4	-	SM
	BB-46	2.0	회색흙	13.5	2.65	NP	-	41.7	33.0	25.8	14.6	-	GM
화전교	BB-50	2.0	회색흙	20.8	2.70	44.5	22.0	89.2	87.0	85.6	79.8	18	CL
		5.0	20.0	30.0	2.68	35.8	16.2	91.5	87.3	75.4	37.4	3	SC

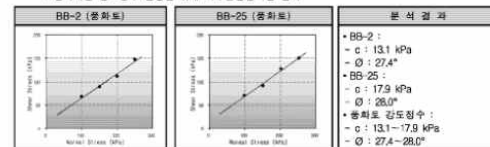
- **직접출:** 합수비 13.5~20.8%, 비율 2.64~2.70, 동일분류집 SM, GM, CL에 해당됨
- **중개차트:** 합수비 10.4~25.1%, 비율 2.66~2.69, 동일분류집 CL, SC, ML, SM에 해당됨
- **중개알:** 합수비 13.0%, 비율 2.68, 동일분류집 SC에 해당됨

150

제 5 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계적용

나. 감도 특성 분석

- 불화대출 감도정수 산정을 위해 시추공전단시험 실시



다. 변형 특성 분석

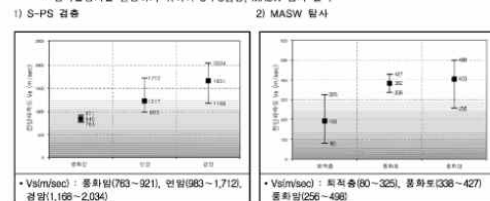
- 토사층, 풍화대층 및 기반암층 변형계수를 산정하기 위하여 LLT, PMT, GMI 실시

구분	심도(m)	변형계수(MPa)	지층	시험기종
BB-1	6.0	19.34	중회암	LLT
BB-4	6.3	3,400	연암	GMJ
BB-14	4.5	9,500	경암	GMJ
BB-22	14.0	4,050	연암	PMT
BB-25	4.5	96.18	중회암	LLT
BB-31	6.0	118.0	중회암	PMT
BB-38	5.5	109.0	중회암	PMT
BB-47	5.0	301.0	연암	PMT
BB-55	7	13,600	경암	GMJ

* 평균값 : 중회암(19MPa), 중회암(108MPa), 연암(2.9MPa), 경암(11.9MPa)

라. 동적 특성 분석

- 동적물성치를 산정하기 위하여 S-PS검출, MASW 탐사 실시



151

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

- 1.1 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER교
 1.2 경 간 : 120,000 mm
 1.3 폭 원 : 11,995 mm
 1.4 교량 등급 : 38 - 24, DL - 24 (1등급교)
 1.5 기대 길이 : 39,800 mm + 39,700 mm + 39,800 mm
 1.6 지간 길이 : 38,950 mm + 38,900 mm + 38,950 mm
 1.7 단위 중량 : 콘크리트(불균) : 2,500 kg/m³
 콘크리트(유균) : 2,350 kg/m³
 노출 콘크리트 표장 : 2,350 kg/m³

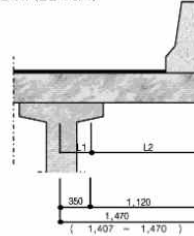
1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

- 1) 슬래브
 (1) 콘 크 리 트 : $f_{ck} = 27$ MPa
 $E_{cs} = 0.043 \times 10^4 \times f_{ck}^{1.5} \times \sqrt{f_{ck}} = 25,500$ MPa
 (2) 철 근 (SD400) : $f_y = 400$ MPa
 $E_s = 200,000$ MPa
- 2) I.P.C GIRDER
 (1) 콘 크 리 트 : $f_{ck} = 40$ MPa
 $E_{cg} = 0.03 \times 10^4 \times f_{ck}^{1.5} \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 29,300$ MPa
 (2) 철 근 (SD300) : $f_y = 300$ MPa
 $E_s = 200,000$ MPa
- (3) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전 항복응력
 ① 허용 총 압축응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 32$ Mpa)
 $f_{ci} = 0.58 \times f_{ci}' = 17.6$ MPa
 ② 허용 총 인장 응력
 $f_{ti} = 1.4$ MPa 또는 $0.25 \times \sqrt{f_{ci}'} = 1.41$ MPa 중 작은값
 $\therefore f_{ti} = 1.4$ MPa
 $f_{ti} = 0.5 \times \sqrt{f_{ci}'} = 2.83$ MPa
- (4) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력
 ① 허용 총 압축응력
 $f_{cag} = 0.4 \times f_{ck} = 16$ MPa
 ② 허용 총 인장 응력
 $f_{ti} = 0.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.16$ MPa
 $f_{ti} = 0.25 \times \sqrt{f_{ck}} = 1.58$ MPa
 $f_{cag} = 0.25 \times \sqrt{f_{ck}} = 1.58$ MPa
 $f_{cag} = 0$ MPa

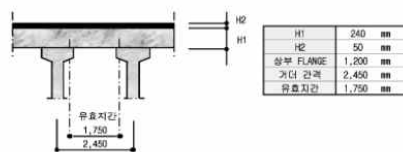
2.2 경향적 설계법이 되기 위한 검토

1) 설계단면

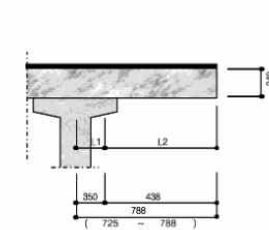
① 편월레버 (발음벽 G1측)



② 중앙부 내역면



③ 편월레버 (중면대 G5측)



1. 설계조건

- 1) 일반조건
 (1) 교량형식 : IPC GIRDER
 (2) 교량연장 : $L = 40.087 + 40.000 + 2840.054 + 40.000 + 40.059 + 45.126 = 285.379$ m
 (3) 교량폭원 : $B = 11.995$ m
 (4) 교량형식 : 1층 교량

2) 내진설계조건

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

3) 설계강도 및 탄성계수

구분		f_{ck} (MPa)	f_y (MPa)	E_s (MPa)	$n=E_s/E_c$
상부	변위면	27	-	25593	7
	거대	40	-	31579	6
	교대	24	300	27849	7
하부	우부분	27	400	25593	7
	기중	27	400	25593	7
	기초	27	400	25593	7

- 강재 탄성계수 : $E_s = 200,000.0$ MPa

4) 해석 방법

다중모드 스펙트럴 해석법

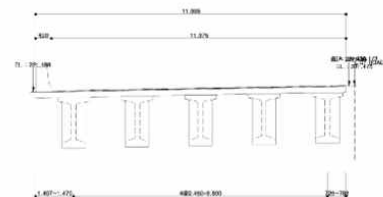
5) 참고 문헌

- (1) 도량 측정 설계기준 : 국토해양부 (2005)
 (2) 콘크리트구조 설계기준 : 국토해양부 (2007)
 (3) 도량 측정시행서 : 국토해양부 (2000)
 (4) 콘크리트구조 강관시행서 : 국토해양부 (2000)
 (5) 고속도로교량형 내진설계지침 : 한국도로공사 (2000)

3. 단면특성

1) 상부구조

(1) 총 단면도



(2) 거대 단면도

구분	A	I_33	I_22	K	비고
1	1.2808801	0.5026238	0.3219424	0.0139626	
2	1.2389819	0.5024114	0.252572	0.0134584	
3	1.2389819	0.5024114	0.252572	0.0134584	
4	1.2389819	0.5024114	0.252572	0.0134584	
5	1.1534754	0.5019584	0.1486038	0.0124295	
6	1.2808801	0.5026238	0.3219424	0.0139626	
7	1.2389819	0.5024114	0.252572	0.0134584	
8	1.2389819	0.5024114	0.252572	0.0134584	
9	1.2389819	0.5024114	0.252572	0.0134584	
10	1.1534754	0.5019584	0.1486038	0.0124295	
11	1.3608601	0.7726737	0.3222091	0.0150793	
12	1.3189819	0.7726585	0.2528387	0.0145251	
13	1.3189819	0.7726585	0.2528387	0.0145251	
14	1.3189819	0.7726585	0.2528387	0.0145251	
15	1.2334754	0.7722006	0.1486034	0.0134582	

20.2.2 시설물 점검이력

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

【표 20.2.1】 산성교 점검이력사항

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

20.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 20.2.2】 산성교 전차 정밀안전점검 사항

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

20.2.4 기존자료

【표 20.2.3】 산성교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 28.5m, 폭 : 24.5m	
시공관리자료	· 시공사 : 경남기업(주) · 설계사 : (주)용마엔지니어링, (주)대한컨설팅	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

20.2.5 시설물 보수 이력

【표 20.2.4】 산성교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

20.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 20.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

20.3 현장조사

20.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S7	도보, 점검차	2019.11.14.~2019.12.03.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

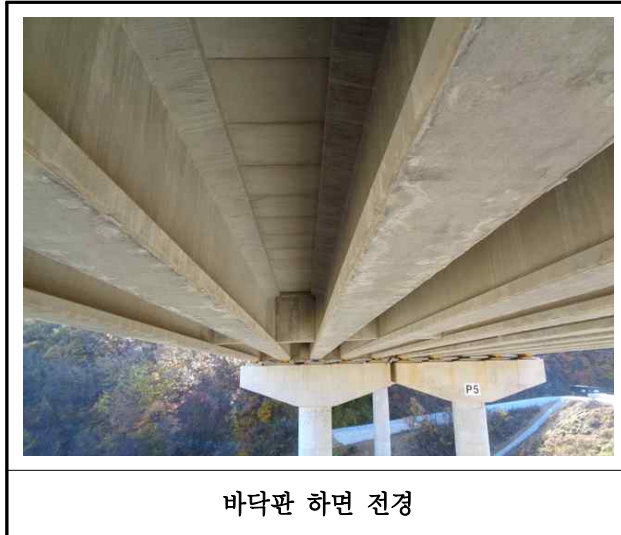
【사진 20.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

20.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산성교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=285.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 20.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 20.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—



【사진 20.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 바닥판은 주 부재로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



거더 전경

【사진 20.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 20.3.2】 거더 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—



【사진 20.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 20.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 20.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—



가로보 상태양호

【사진 20.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 산성교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



교대 전경

【사진 20.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1에서 체수, 누수흔적, 폐 콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 20.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	체수 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
A1	3.0	3	0.6	3	2.25	1
A2	—	—	—	—	—	—
합계	3.0	3	0.6	3	2.25	1

	
A1 누수흔적 (0.1m×2.0m)	A2 체수 (1.0m×1.0m)

【사진 20.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

마. 교각

1) 부재의 개요

- 산성교의 교각은 T형 교각 6기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 20.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm미만 망상균열, 폐자재 적치가 조사되었다.

【표 20.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		폐자재 적치 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—
P2	2.25	1	—	—
P3	—	—	—	—
P4	—	—	4.0	1
P5	—	—	1.0	1
P6	—	—	1.0	1
합계	2.25	1	6.0	3



【사진 20.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

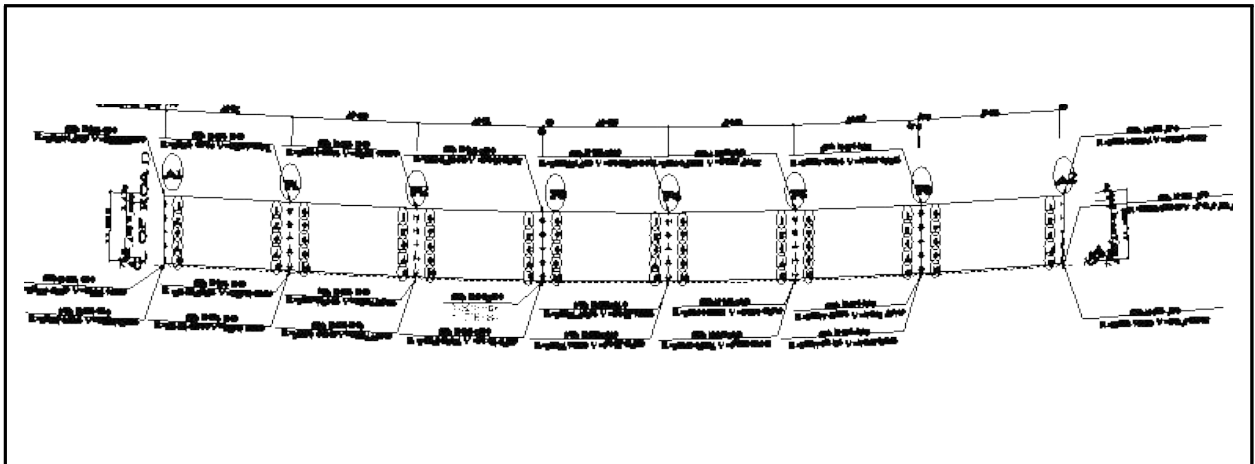
4) 검토의견

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 폐자재 적치는 정비 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 산성교의 받침은 고무받침으로 총 70개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 20.3.1】 교량받침 배치도



【사진 20.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 경미한 플레이트 부식, 도장박리가 조사되었으며, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다. 일부 받침에서 받침콘크리트 재료분리, 스토퍼 간섭이 확인되었다.

【표 20.3.6】교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		플레이트 도장박리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		스토퍼 간섭 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	1.0	1	—	—	—	—
P1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	0.06	6	—	—	—	—	—	—
P3	0.2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	0.2	1	—	—	—	—	0.05	1	1.0	1
P5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	0.4	2	0.06	6	1.0	1	0.05	1	1.0	1

	
P2-Sh9 플레이트 도장박리(0.1m×0.1m)	P3-Sh7 무수축물탈 균열(0.1mm/0.2m)
	
P4-Sh8 스톱퍼 간섭(1EA)	P4-Sh9 받침콘크리트 재료분리(0.5m×0.1m)

【사진 20.3.13】교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

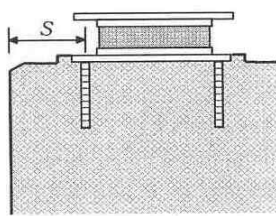
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

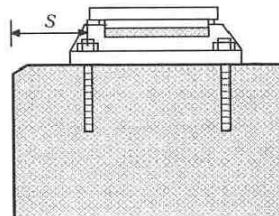
- 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박리는 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 20.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 20.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=40.0m) : $200+5 \times 45 = 400(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 45 = 450(\text{mm})$

【표 20.3.7】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		400	506	505	510	501	495	O.K
P1	A1측	400	488	495	495	500	500	O.K
	A2측	400	565	560	555	560	560	O.K
P2	A1측	400	787	785	795	807	800	O.K
	A2측	400	540	540	535	525	530	O.K
P3	A1측	400	547	535	548	555	545	O.K
	A2측	400	520	510	500	495	505	O.K
P4	A1측	400	510	515	540	545	560	O.K
	A2측	400	560	545	530	520	500	O.K
P5	A1측	400	791	785	780	773	775	O.K
	A2측	400	540	545	545	550	550	O.K
P6	A1측	400	532	530	565	574	575	O.K
	A2측	450	480	480	450	450	450	O.K
A2		450	875	880	875	880	890	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 20.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 20.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1, P3(A2)	13.6	26.4	0.00001	80.0	10.9	21.1	
P1, P3(A1) P4, P6(A1)	13.6	26.4	0.00001	40.0	5.4	10.6	
P6(A2)	13.6	26.4	0.00001	45.0	6.1	11.9	
1) 조사당시 온도 : 8.6°C (조사일 : 2019년 11월 26일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 20.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-15	82	52	10.9	21.1	±67
	SH2	-15	82	52			±67
	SH3	-15	82	52			±67
	SH4	-15	82	52			±67
	SH5	-15	82	52			±67
P1(A1)	SH1	0	25	25	5.4	10.6	±25
	SH2	0	25	25			±25
	SH3	0	25	25			±25
	SH4	0	25	25			±25
	SH5	0	25	25			±25
P1(A2)	SH6	0	25	25	5.4	10.6	±25
	SH7	0	25	25			±25
	SH8	0	25	25			±25
	SH9	0	25	25			±25
	SH10	0	25	25			±25
P2(A1)	고정단						
P3(A1)	SH1	10	24	44	5.4	10.6	±34
	SH2	10	24	44			±34
	SH3	10	24	44			±34
	SH4	10	24	44			±34
	SH5	10	24	44			±34
P3(A2)	SH6	10	57	77	10.9	21.1	±67
	SH7	10	57	77			±67
	SH8	10	57	77			±67
	SH9	10	57	77			±67
	SH10	10	57	77			±67
P4(A1)	SH1	0	25	25	5.4	10.6	±25
	SH2	0	25	25			±25
	SH3	0	25	25			±25
	SH4	0	25	25			±25
	SH5	0	25	25			±25
P4(A2)	SH6	0	25	25	5.4	10.6	±25
	SH7	0	25	25			±25
	SH8	0	25	25			±25
	SH9	0	25	25			±25
	SH10	0	25	25			±25
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 20.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5(A1)		고정단					
P6(A1)	SH1	20	47	87	5.4	10.6	±67
	SH2	20	47	87			±67
	SH3	20	47	87			±67
	SH4	20	47	87			±67
	SH5	20	47	87			±67
P6(A2)	SH6	20	47	87	6.1	11.9	±67
	SH7	20	47	87			±67
	SH8	20	47	87			±67
	SH9	20	47	87			±67
	SH10	20	47	87			±67
A2	SH1	5	20	30	6.1	11.9	±25
	SH2	5	20	30			±25
	SH3	5	20	30			±25
	SH4	5	20	30			±25
	SH5	5	20	30			±25
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

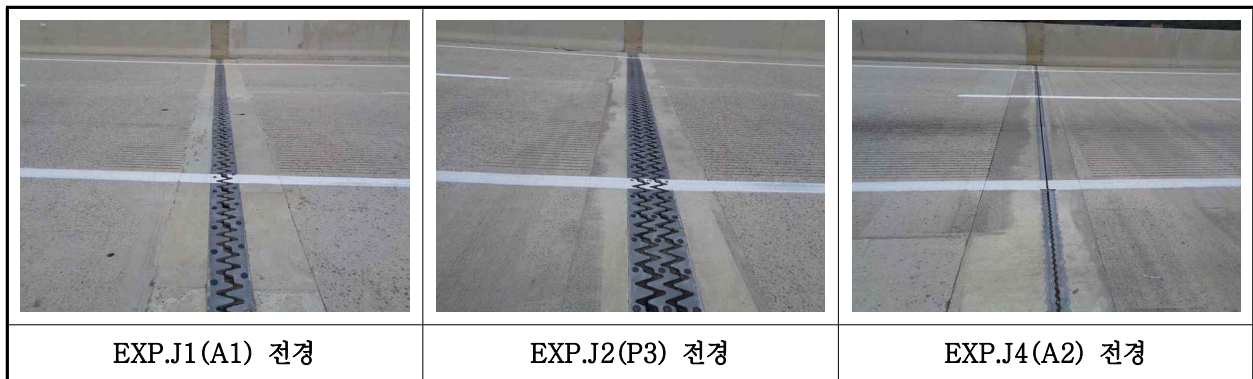
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3, P6에 팽거 조인트, A2에 모노셀 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 20.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 본체 이물질퇴적 등이 조사되었다.

【표 20.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	3.5	7	2.0	1
P3 (EXP J2)	—	—	2.0	1
P6 (EXP J3)	—	—	3.0	1
A2 (EXP J4)	—	—	2.0	1
합계	3.5	7	9.0	4

	
A1 후타재 균열(0.2mm/0.5m)	A2 본체 이물질퇴적(2.0m)

【사진 20.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

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 : 2019. 11. 26. 기온 적용: 8.6℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-8.6℃ = 26.4℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(8.6℃) = 13.6℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	
	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
						

【사진 20.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 20.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	13.6	26.4	0.00001	80.0	10.9	21.1	
P3(A1)	13.6	26.4	0.00001	40.0	5.4	10.6	
P3(A2)	13.6	26.4	0.00001	80.0	10.9	21.1	
P6(A1)	13.6	26.4	0.00001	40.0	5.4	10.6	
P6(A2)	13.6	26.4	0.00001	45.0	6.1	11.9	
A2	13.6	26.4	0.00001	0	0	0	

1) 조사당시 온도 : 8.6℃(조사일 : 2019년 11월 26일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 20.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	10.9	21.1	55	100	65.9	33.9	O.K
P3(A1)	5.4	10.6	65	150	70.4	54.4	O.K
P3(A2)	10.9	21.1	65	150	75.9	43.9	O.K
P6(A1)	5.4	10.6	80	150	85.4	69.4	O.K
P6(A2)	6.1	11.9	80	150	86.1	68.1	O.K
A2	0	0	20	75	20	20	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 8.6℃(11월 26일)로써 이때 측정유간은 20.0~80.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경

【사진 20.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 20.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	-	-



교면포장 상태양호

【사진 20.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요



【사진 20.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수관 탈락이 발생하였다

【표 20.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	1.0	1
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	1.0	1



S4 배수구 막힘

【사진 20.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 배수구 막힘이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 청소 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 20.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 폭 0.3mm 내,외 균열, 파손이 확인되었다.

【표 20.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열 0.3mm이상 (m/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	0.5	1	1.0	1	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	3.0	3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	0.3	1
S5	—	—	—	—	—	—
S6	3.5	7	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—
합계	7.0	11	1.0	1	0.3	1

	
S1 방호벽 균열(0.3mm/1.0m)	S3 방호벽 균열(0.2mm/1.0m)
	
S4 중분대 하부 파손(0.3m×1.0m)	S5 중분대 균열(0.2mm/0.5m)

【사진 20.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열, 파손은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 시공미흡 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수, 주입보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

20.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산성교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=285.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 20.3.25】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 20.3.16】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—



바닥판하면 상태양호

【사진 20.3.26】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 바닥판은 주 부재로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



거더 내측 전경

【사진 20.3.27】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 20.3.17】 거더 외관조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—



【사진 20.3.28】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 20.3.29】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 20.3.18】 가로보 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	—	—



가로보 상태양호

【사진 20.3.30】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 산성교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



교대 전경 (A1)

【사진 20.3.31】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 폭 0.3mm 미만 균열, 체수, 백태, 파손 및 철근노출 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 20.3.19】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 미만) (m/개소)		체수 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)	
A1	2.5	1	1.0	1	0.3	1	0.3	1
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	2.5	1	1.0	1	0.3	1	0.3	1

	
A1 균열(0.2mm/2.5m)	A1 체수(1.0m×1.0m)
	
A1 백태(0.3m×1.0m)	A1 파손 및 철근노출(1.0m×0.3m)

【사진 20.3.32】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 백태, 체수가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.
- 파손은 시공초기 외부충격, 시공미흡에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. 발생한 폭 0.3mm 미만 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기 탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 산성교의 교각은 T형 교각 6기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 20.3.33】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm이상 균열, 망상균열, 폐콘크리트 퇴적이 조사되었다.

【표 20.3.20】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm이상 (m/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—	—	—
P2	5.0	1	—	—	—	—
P3	—	—	15.0	1	—	—
P4	—	—	—	—	22.5	1
P5	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—
합계	5.0	1	15.0	1	22.5	1

	
P3 폐 콘크리트 퇴적(15.0m×1.0m)	P2 코핑부 배면 균열(0.3mm/5.0m)

【사진 20.3.34】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

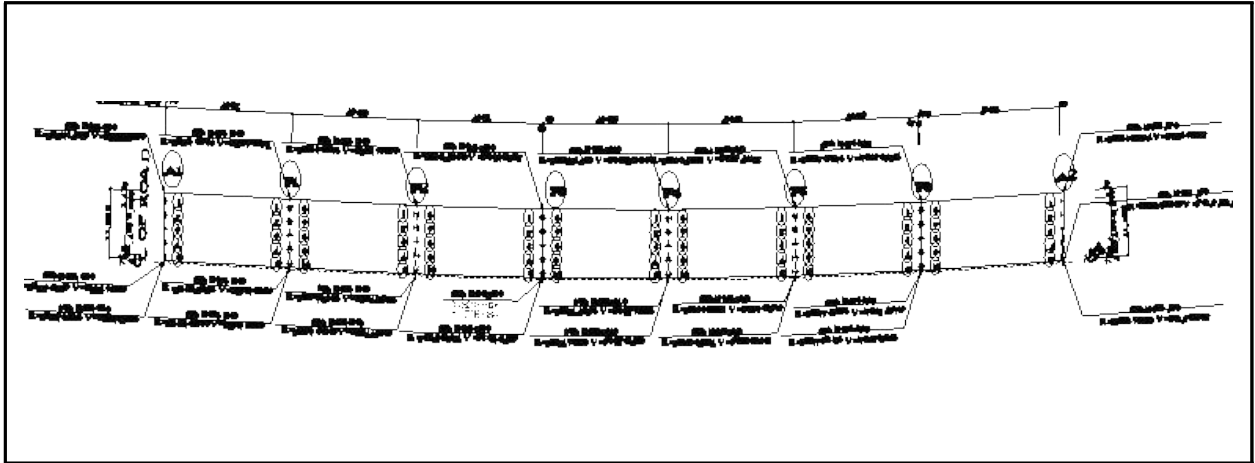
4) 검토의견

- 교각 코핑에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각의 폐 콘크리트 퇴적은 정비 등의 조치가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 산성교의 받침은 고무받침으로 총 70개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 20.3.3】 교량받침 배치도



【사진 20.3.35】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열이 조사되었다.

【표 20.3.21】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 0.3mm미만 (m/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	1.0	5
P5	—	—
P6	—	—
A2	—	—
합계		



【사진 20.3.36】 교량반침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

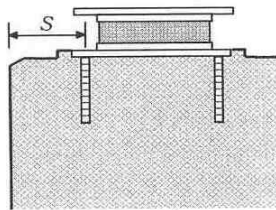
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

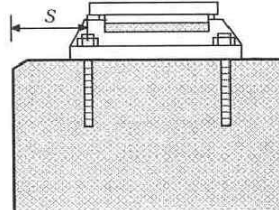
- 반침콘크리트 및 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

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) 강제받침

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

【그림 20.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 20.3.37】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 ($L=40.0\text{m}$) : $200+5 \times 45 = 400(\text{mm})$
- 거더 경간길이 ($L=50.0\text{m}$) : $200+5 \times 45 = 450(\text{mm})$

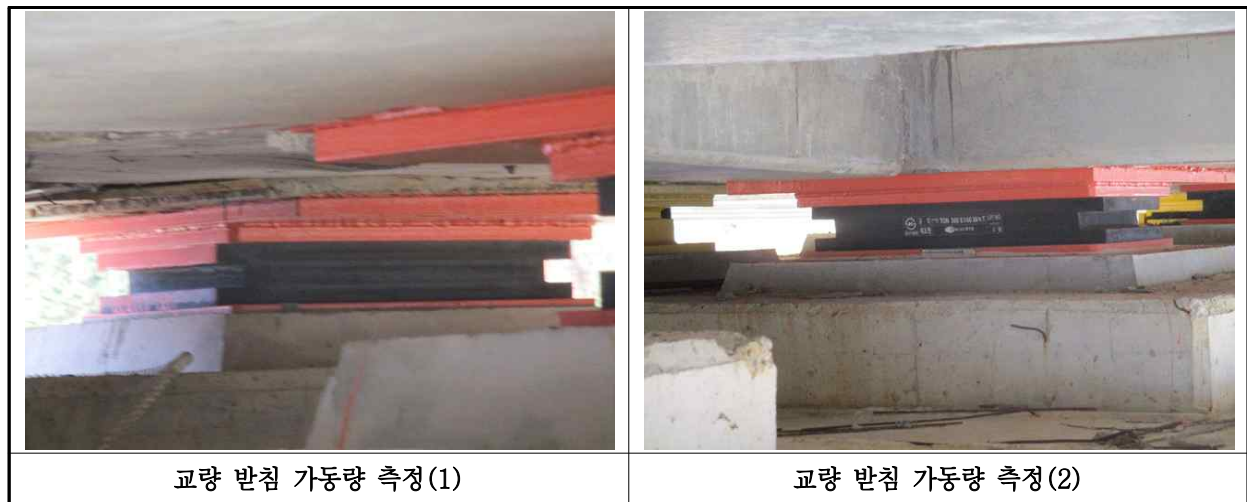
【표 20.3.22】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		400	512	510	490	500	510	O.K
P1	A1측	400	505	529	530	535	525	O.K
	A2측	400	535	522	525	515	495	O.K
P2	A1측	400	775	765	780	795	795	O.K
	A2측	400	525	545	545	505	535	O.K
P3	A1측	400	545	530	545	545	545	O.K
	A2측	400	505	495	507	505	495	O.K
P4	A1측	400	535	545	552	545	545	O.K
	A2측	400	505	500	490	493	490	O.K
P5	A1측	400	815	815	820	845	855	O.K
	A2측	400	515	515	505	475	480	O.K
P6	A1측	400	500	525	540	530	545	O.K
	A2측	450	495	490	485	470	460	O.K
A2		450	900	900	915	900	900	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 20.3.38】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 20.3.23】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1, P3(A2)	13.6	26.4	0.00001	80.0	10.9	21.1	
P1, P3(A1) P4, P6(A1)	13.6	26.4	0.00001	40.0	5.4	10.6	
P6(A2)	13.6	26.4	0.00001	45.0	6.1	11.9	
1) 조사당시 온도 : 8.6°C (조사일 : 2019년 11월 26일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 20.3.24】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-10	77	57	10.9	21.1	±67
	SH2	-10	77	57			±67
	SH3	-10	77	57			±67
	SH4	-10	77	57			±67
	SH5	-10	77	57			±67
P1(A1)	SH1	0	25	25	5.4	10.6	±25
	SH2	0	25	25			±25
	SH3	0	25	25			±25
	SH4	0	25	25			±25
	SH5	0	25	25			±25
P1(A2)	SH6	0	25	25	5.4	10.6	±25
	SH7	0	25	25			±25
	SH8	0	25	25			±25
	SH9	0	25	25			±25
	SH10	0	25	25			±25
P2(A1)	고정단						
P3(A1)	SH1	5	29	39	5.4	10.6	±34
	SH2	5	29	39			±34
	SH3	5	29	39			±34
	SH4	5	29	39			±34
	SH5	5	29	39			±34
P3(A2)	SH6	10	57	77	10.9	21.1	±67
	SH7	10	57	77			±67
	SH8	10	57	77			±67
	SH9	10	57	77			±67
	SH10	10	57	77			±67
P4(A1)	SH1	5	20	30	5.4	10.6	±25
	SH2	5	20	30			±25
	SH3	5	20	30			±25
	SH4	5	20	30			±25
	SH5	5	20	30			±25
P4(A2)	SH6	5	20	30	5.4	10.6	±25
	SH7	5	20	30			±25
	SH8	5	20	30			±25
	SH9	5	20	30			±25
	SH10	5	20	30			±25
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 20.3.25】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5(A1)		고정단					
P6(A1)	SH1	20	47	87	5.4	10.6	±67
	SH2	20	47	87			±67
	SH3	20	47	87			±67
	SH4	20	47	87			±67
	SH5	20	47	87			±67
P6(A2)	SH6	20	47	87	6.1	11.9	±67
	SH7	20	47	87			±67
	SH8	20	47	87			±67
	SH9	20	47	87			±67
	SH10	20	47	87			±67
A2	SH1	5	20	30	6.1	11.9	±25
	SH2	5	20	30			±25
	SH3	5	20	30			±25
	SH4	5	20	30			±25
	SH5	5	20	30			±25
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

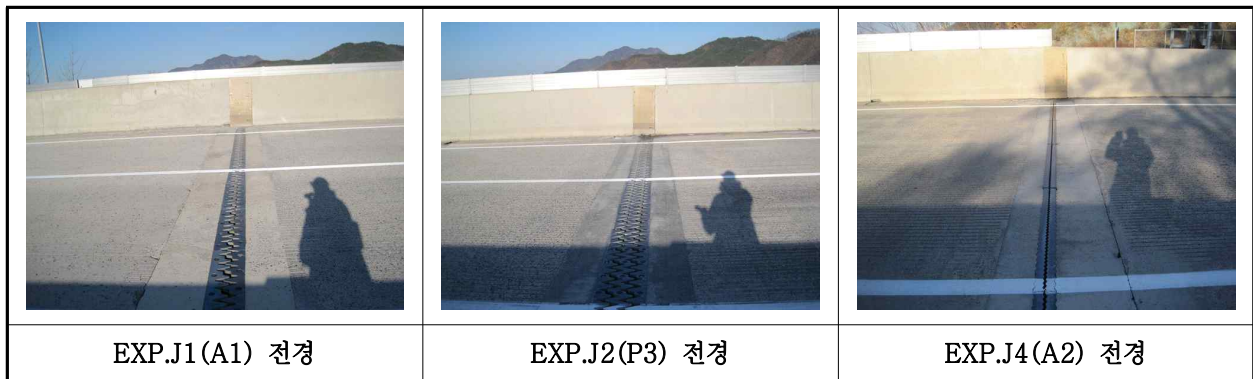
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3, P6에 팽거 조인트, A2에 모노셀 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 20.3.39】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 박리, 차수판 변형이 조사되었다.

【표 20.3.26】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 및 들뜸, 박리 (개소/개소)		차수판 변형 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—	0.15	2	—	—
P3 (EXP J2)	—	—	—	—	—	—
P6 (EXP J3)	8.0	20	0.02	2	—	—
A2 (EXP J4)	2.5	5	0.01	1	1.0	1
합계	10.5	25	0.18	5	1.0	1

	
A1 후타재 박리 (0.1m×0.5m)	A1 후타재 파손 및 들뜸 (0.2m×0.5m)
	
A2 후타재 균열 (0.3mm/0.5m)	P6 후타재 파손 (0.1m×0.1m)

【사진 20.3.40】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 박리, 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 차수판 파손은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2019. 11. 26. 기온 적용: 8.6℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-8.6℃ = 26.4℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(8.6℃) = 13.6℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 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 20.3.41】 신축이음 유간 측정방법

【표 20.3.27】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	13.6	26.4	0.00001	80.0	10.9	21.1	
P3(A1)	13.6	26.4	0.00001	40.0	5.4	10.6	
P3(A2)	13.6	26.4	0.00001	80.0	10.9	21.1	
P6(A1)	13.6	26.4	0.00001	40.0	5.4	10.6	
P6(A2)	13.6	26.4	0.00001	45.0	6.1	11.9	
A2	13.6	26.4	0.00001	0	0	0	

1) 조사당시 온도 : 8.6℃(조사일 : 2019년 11월 26일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 20.3.28】 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	10.9	21.1	59	100	69.9	37.9	O.K
P3(A1)	5.4	10.6	117	150	122.4	106.4	O.K
P3(A2)	10.9	21.1	117	150	127.9	95.9	O.K
P6(A1)	5.4	10.6	72	150	77.4	61.4	O.K
P6(A2)	6.1	11.9	72	150	78.1	60.1	O.K
A2	0	0	17	75	17	17	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 8.6℃(11월 26일)로써 이때 측정유간은 17.0~117.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



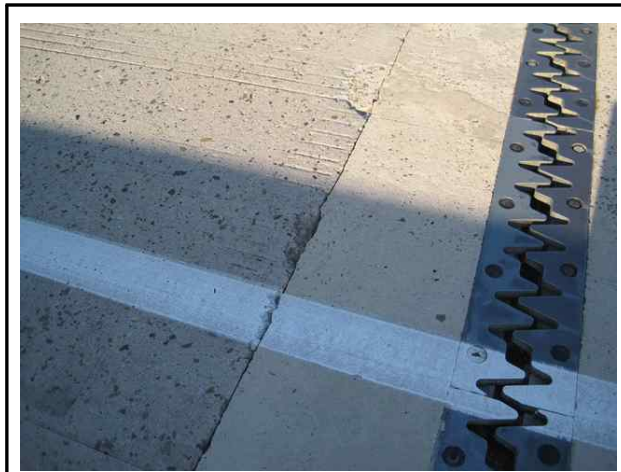
【사진 20.3.42】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장은 본선은 양호한 상태이며, 접속도로 파손가 1개소 확인되었다.

【표 20.3.29】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속도로 파손 (㎡/개소)	
S1	0.06	2
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
합계	0.06	2



S1 접속도로 박리(0.1m×0.3m)

【사진 20.3.43】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장의 본선은 양호한 상태이나, 접속도로 파손가 조사되었고, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요



배수구 전경

【사진 20.3.44】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 20.3.30】 배수시설 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
합계	-	-



【사진 20.3.45】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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 20.3.46】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm 내,외 균열이 확인되었다.

【표 20.3.31】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm 미만 (m/개소)		균열 0.3mm 이상 (m/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	1.5	1
S3	—	—	2.0	1
S4	50.0	5	—	—
S5	25.0	5	—	—
S6	10.0	3	—	—
S7	5.0	1	—	—
합계	90.0	14	3.5	2

	
S2 균열(1.0mm/1.5m)	S3 균열(1.0mm/1.5m)
	
S4 균열(0.2mm/12.0m)	S4 균열(0.2mm/6.0m)

【사진 20.3.47】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

20.3.4 외관조사 총괄표

【표 20.3.32】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	체수	m ²	3.0	3	
	누수흔적	m ²	0.6	3	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.0	3	
교각	망상균열	m ²	2.25	1	
	폐자재 적치	m ²	4.0	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.4	2	
	플레이트 도장박리	m ²	0.06	6	
	플레이트 부식	EA	1.0	1	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.05	1	
	스토퍼 간섭	EA	1.0	1	
신축이음	후타재 균열	m	3.5	7	
	이물질퇴적	m	9.0	4	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수구 막힘	EA	1.0	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	7.0	11	
	균열(0.3mm이상)	m	1.0	1	
	파손	m ²	0.3	1	

【표 20.3.33】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열 (0.3mm미만)	m	2.5	1	
	체수	m ³	1.0	1	
	백태	m ²	0.3	1	
	파손 및 철근노출	m ³	0.3	1	
교각	균열 (0.3mm이상)	m	5.0	1	
	페콘크리트 퇴적	m ³	15.0	1	
	망상균열	m ²	22.5	1	
교량받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	m	1.0	5	
신축이음	후타재 균열	m	10.5	25	
	후타재 파손 및 들뜸, 박리	EA	0.18	5	
	차수판 변형	EA	1.0	1	
교면포장	접속도로 파손	m ²	0.06	2	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열 (0.3mm미만)	m	90.0	14	
	균열 (0.3mm이상)	m	3.5	2	

20.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

20.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2019. 01, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

20.4.1 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 20.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 20.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

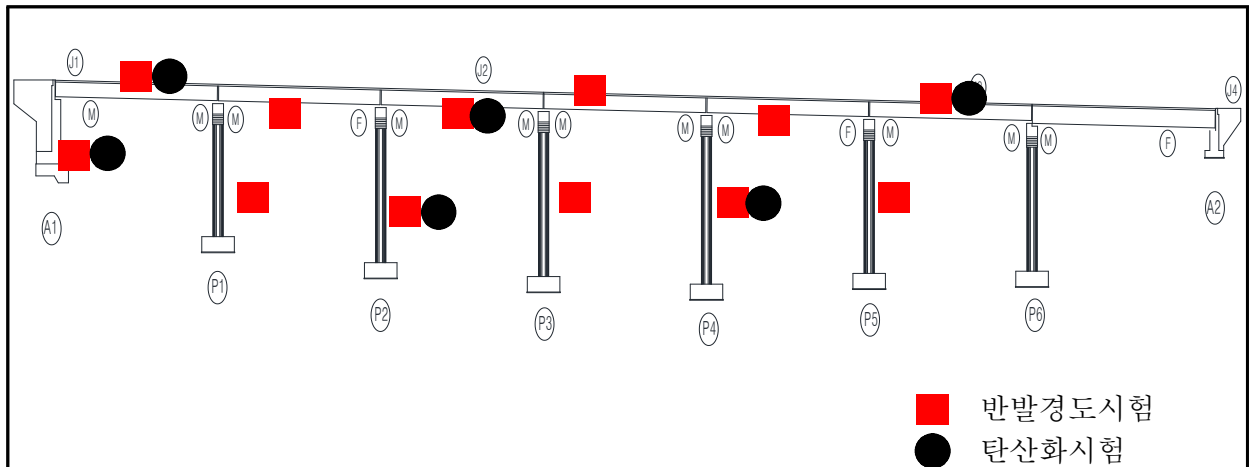
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

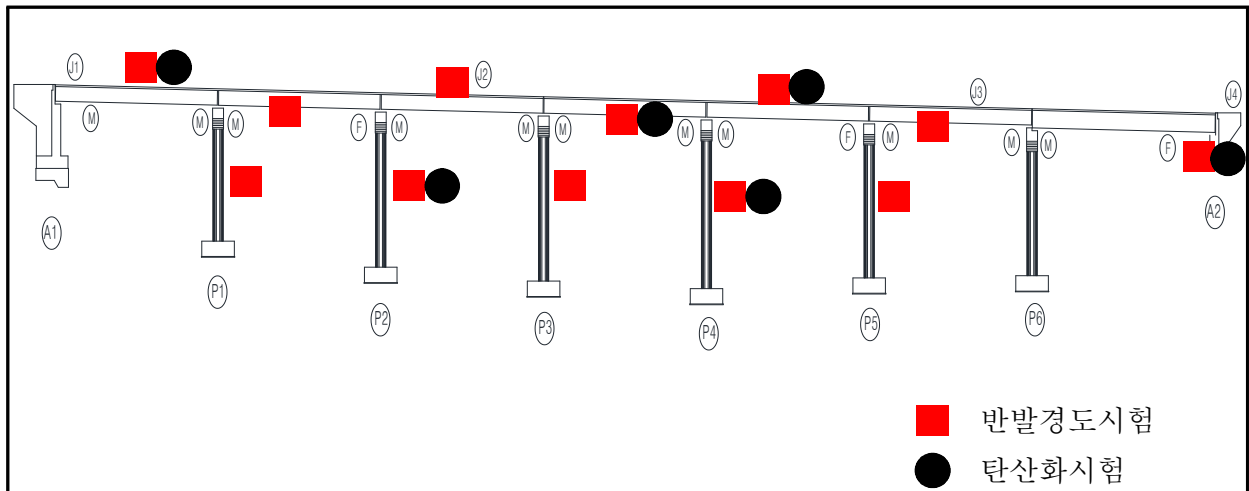


【사진 20.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

20.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 12개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 20.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.6	28.1	28.9	0.66	27.0	
	S4 바닥판하면	47.2	27.8	28.8			
	S6 바닥판하면	47.3	27.9	28.8			
	S2-G1 거더	47.9	40.6	47.2		40.0	
	S3-G2 거더	48.8	41.5	48.6			
	S5-G1 거더	47.7	40.4	46.9			
	평 균	47.8	34.4	38.2	—	—	

【표 20.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.9	25.9	28.8	0.66	24.0	
	P1 교각	48.3	28.7	28.8			
	P2 교각	46.8	27.5	29.1			
	P3 교각	46.9	27.5	29.5		27.0	
	P4 교각	46.5	27.2	29.0			
	P5 교각	46.9	27.5	27.7			
	평 균	46.7	27.4	28.8	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.4~38.2MPa, 하부구조 27.4~28.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~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 20.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.9 ~ 28.9	27.0	103.4 ~ 106.8
	거더	40.8 ~ 47.6	40.0	102.1 ~ 119.0
하부구조	교대	25.9 ~ 28.8	24.0	107.7 ~ 119.8
	교각	27.7 ~ 28.8	27.0	102.5 ~ 106.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 20.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	28.7~29.1	27.4~28.3	24.0~27.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

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 20.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	5.5	67.0	61.5	a	3.89	100년이상	
	S6 바닥판하면	4.5	67.0	62.5	a	3.18	100년이상	
	S3-G2 거더	4.0	50.0	46.0	a	2.83	100년이상	
하부구조	A1 교대	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	
	P2 교각	8.0	100.0	92.0	a	5.66	100년이상	
	P4 교각	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 20.4.8】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비 고
상부구조	4.0~5.5	46.0~62.5	
하부구조	6.0~8.0	92.0~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 20.4.9】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	6.0~8.0	56.0~67.0	a	4.0~5.5	46.0~62.5	a	
하부구조	1.0~8.5	59.0~87.5	a	6.0~8.0	92.0~94.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 12개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 20.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	49.4	29.6	29.8	0.66	27.0	
	S3 바닥판하면	48.8	29.1	29.5			
	S5 바닥판하면	47.1	27.7	28.7			
	S2-G2 거더	48.5	41.2	48.1		40.0	
	S4-G3 거더	48.5	41.2	48.1			
	S6-G1 거더	47.5	40.2	46.6	-	-	
	평 균	48.3	34.8	38.5			

【표 20.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	45.2	26.1	29.5	0.66	24.0	
	P1 교각	47.8	28.3	28.7			
	P2 교각	48.1	28.5	29.4		27.0	
	P3 교각	46.7	27.4	29.4			
	P4 교각	48.3	28.7	28.9			
	P5 교각	47.5	28.0	27.8	-	-	
	평 균	47.3	27.8	29.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.8~38.5MPa, 하부구조 27.8~29.0MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~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 20.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.8 ~ 29.3	27.0	106.8 ~ 108.7
	거더	40.9 ~ 47.6	40.0	102.2 ~ 119.1
하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	108.8 ~ 115.9
	교각	28.2 ~ 28.8	27.0	104.4 ~ 106.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 20.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	26.1~27.6	27.0~28.5	24.0~27.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

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 20.4.14】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.54	100년이상	
	S5 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.54	100년이상	
	S4-G3 거더	3.0	50.0	47.0	a	2.12	100년이상	
하부구조	A2 교대	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P2 교각	8.0	100.0	92.0	a	5.66	100년이상	
	P4 교각	5.0	100.0	95.0	a	3.54	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 20.4.15】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~5.0	47.0~62.0	
하부구조	5.0~8.0	92.0~85.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 20.4.16】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.0~2.5	71.0~79.5	a	3.0~5.0	47.0~62.0	a	
하부구조	2.0~16.5	58.0~92.5	a	5.0~8.0	92.0~85.0	a	
검토의견	■ 기준 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 20.4.17】상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.9 ~ 28.9	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.8 ~ 47.6	40.0	
	하부구조	교대	25.9 ~ 28.8	24.0	
		교각	27.7 ~ 28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		46.0~62.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 20.4.18】영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.8 ~ 29.3	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.9 ~ 47.6	40.0	
	하부구조	교대	26.1 ~ 27.8	24.0	
		교각	28.2 ~ 28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		47.0~62.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~85.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

본 구조물은 금회 점검이 준공후 최초 정밀안전점검이다.

【표 20.4.19】상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	29.4 ~ 30.7		27.9 ~ 28.9		■ 강도저하 없음
		거더	-		40.8 ~ 47.6		
	하부구조	교대	28.4 ~ 29.1		25.9 ~ 28.8		
		교각	28.8 ~ 29.5		27.7 ~ 28.8		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		56.0~67.0	a	46.0~62.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		59.0~87.5	a	92.0~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용연수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 20.4.20】영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 31.4		28.8 ~ 29.3		■ 강도저하 없음
		거더	-		40.9 ~ 47.6		
	하부구조	교대	25.8 ~ 26.4		26.1 ~ 27.8		
		교각	27.3 ~ 28.0		28.2 ~ 28.8		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		71.0~79.5	a	47.0~62.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		58.0~92.5	a	92.0~85.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

20.5 상태평가

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

20.5.1 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 20.5.1】 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	IPC	a	a	a	a	a	c	b	b	b	q	a	a
S2	P1	IPC	a	a	a	a	a	a	—	a	a	q	—	—
S3	P2	IPC	a	a	a	a	a	b	—	b	b	q	a	a
S4	P3	IPC	a	a	a	a	b	b	b	b	a	q	—	—
S5	P4	IPC	a	a	a	a	a	a	—	b	b	q	—	a
S6	P5	IPC	a	a	a	a	a	b	—	a	b	q	a	—
S7	P6	IPC	a	a	a	a	a	a	b	a	b	q	—	—
	A2								b	a	a	q	—	—
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.114	0.186	0.200	0.150	0.163	—	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	0.007	0.003	0.004	0.018	0.014	0.033	—	0.004	0.003
													0.128	
													A	

■ 결함도 범위 : $0.100 \leq \text{결함도지수}(0.128) < 0.130$

나. 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 20.5.2】 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	IPC	a	a	a	b	a	a	b	a	c	q	a	—
S2	P1	IPC	a	a	a	a	a	c	—	a	a	q	—	—
S3	P2	IPC	a	a	a	a	a	c	—	a	c	q	—	a
S4	P3	IPC	a	a	a	a	a	b	a	a	b	q	a	—
S5	P4	IPC	a	a	a	a	a	b	—	b	b	q	a	a
S6	P5	IPC	a	a	a	a	a	b	—	a	a	q	—	—
S7	P6	IPC	a	a	a	a	a	b	b	a	a	q	—	—
	A2								b	a	a	q	—	a
평균			0.100	0.100	0.100	0.114	0.100	0.243	0.175	0.113	0.200	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균X가중치)/가중치합			0.018	0.020	0.005	0.008	0.003	0.005	0.016	0.010	0.040	—	0.004	0.003
													0.132	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.132) < 0.260$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 20.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
상주방향	0.128	A	285	2	570	0.500	0.064
영천방향	0.133	B	285	2	570	0.500	0.066
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.130
1. 평가지수 =							0.130
2. 상태평가결과 =							B

20.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

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

나. 영천방향

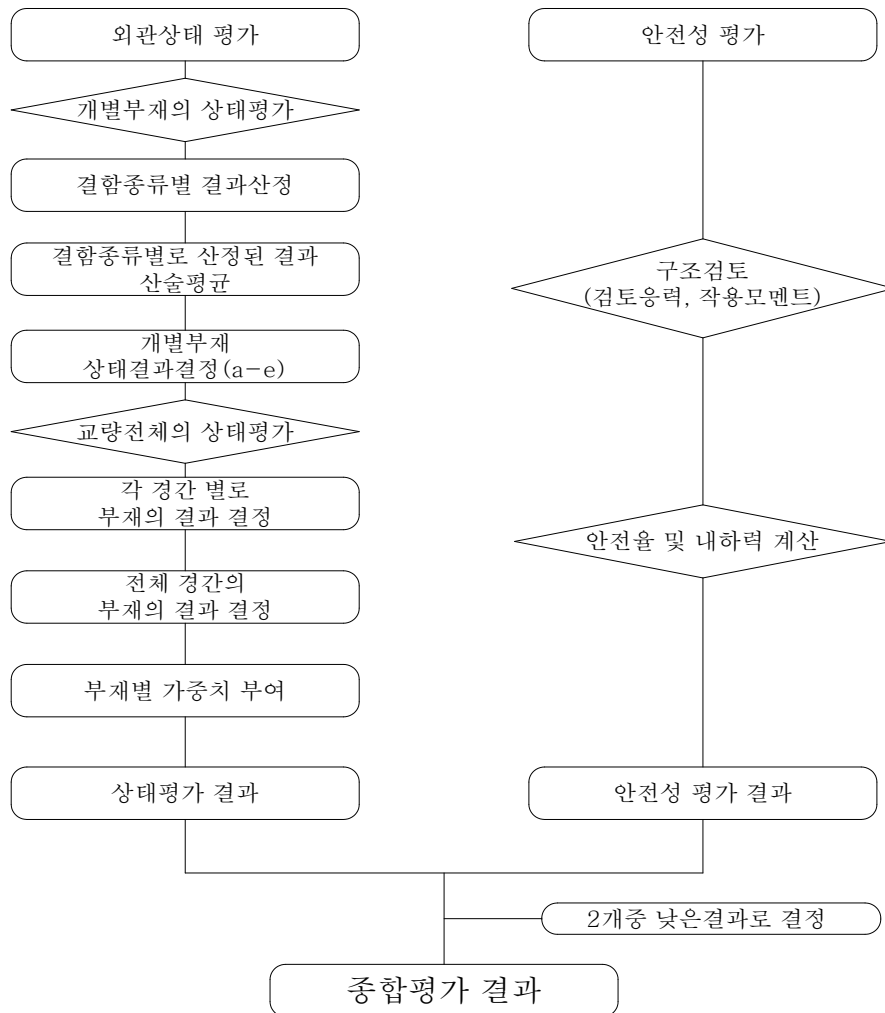
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

20.6 종합평가 및 안전등급 지정

20.6.1 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 20.6.1】 종합평가 결과 산정절차

20.6.2 종합평가 결과

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

【표 20.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
산성교	0.130	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

20.6.3 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 20.6.2】 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

20.7 보수·보강 및 유지관리방안

20.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 20.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	체수	m ²	3.0	3	표면처리	하자
	누수흔적	m ²	0.6	3	표면처리	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	6.0	3	정비	하자
교각	망상균열	m ²	2.25	1	표면처리	하자
	폐자재 적치	m ²	4.0	1	정비	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.4	2	표면처리	3순위
	플레이트 도장박리	m ²	0.06	6	재도장	2순위
	플레이트 부식	EA	1.0	1	재도장	2순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.05	1	단면보수	2순위
	스토퍼 간섭	EA	1.0	1	유지관리	4순위
신축이음	후타재 균열	m	3.5	7	표면처리	3순위
	이물질퇴적	m	9.0	4	정비	3순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	배수구 막힘	EA	1.0	1	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	7.0	11	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	1.0	1	주입보수	2순위
	파손	m ²	0.3	1	단면보수	2순위

나. 영천방향

【표 20.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.5	1	표면처리	하자
	채수	m ²	1.0	1	표면처리	하자
	백태	m ²	0.3	1	표면처리	하자
	파손 및 철근노출	m ²	0.3	1	단면보수+방청	하자
교각	균열(0.3mm이상)	m	5.0	1	주입보수	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	15.0	1	정비	하자
	망상균열	m ²	22.5	1	표면처리	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.0	5	표면처리	3순위
신축이음	후타재 균열	m	10.5	25	표면처리	3순위
	후타재 파손 및 들뜸, 박리	EA	0.18	5	단면보수	2순위
	차수판 변형	EA	1.0	1	정비	3순위
교면포장	접속도로 파손	m ²	0.06	2	단면보수	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	90.0	14	표면처리	3순위
	균열(0.3mm이상)	m	3.5	2	주입보수	2순위

20.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 20.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	채수	표면처리	3.0	4.5	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	0.6	0.9	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	2.25	3.4	m²	—	—	하자
교각	망상균열	표면처리	2.25	3.4	m²	—	—	하자
	폐자재 적치	정비	6.0	9.0	m²	—	—	하자
교량받침	무수축모탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.4	0.2	m	54	11	3순위
	플레이트 도장박리	재도장	0.06	0.1	m²	40	4	2순위
	플레이트 부식	재도장	1.0	1.5	EA	40	60	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.05	0.1	m²	165	17	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	3.5	1.3	m	54	70	3순위
	이물질퇴적	정비	9.0	13.5	m	25	338	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	7.0	2.6	m	54	140	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.0	1.5	m	65	98	2순위
	파손	단면보수	0.3	0.5	m²	165	83	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		262		597		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		131		299		
	합계	—		393		896		
개략공사비 총계(천원)		1,289						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 20.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.5	3.8	m	—	—	하자
	채수	표면처리	1.0	1.5	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.3	0.5	m²	—	—	하자
	파손 및 철근노출	단면보수/망형	0.3	0.5	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	5.0	7.5	m	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	15.0	22.5	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	22.5	33.8	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.4	m	54	22	3순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	10.5	3.9	m	54	211	3순위
	후타재 파손 및 들뜸, 박리	단면보수	0.18	0.3	EA	165	50	2순위
	차수관 변형	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
교면포장	접속도로 파손	단면보수	0.06	0.1	m²	—	—	하자
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	90.0	33.8	m	54	1,825	3순위
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.5	5.3	m	65	345	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		395		2,096		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		198		198		
	합계	—		593		2,294		
개략공사비 총계(천원)		2,887						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

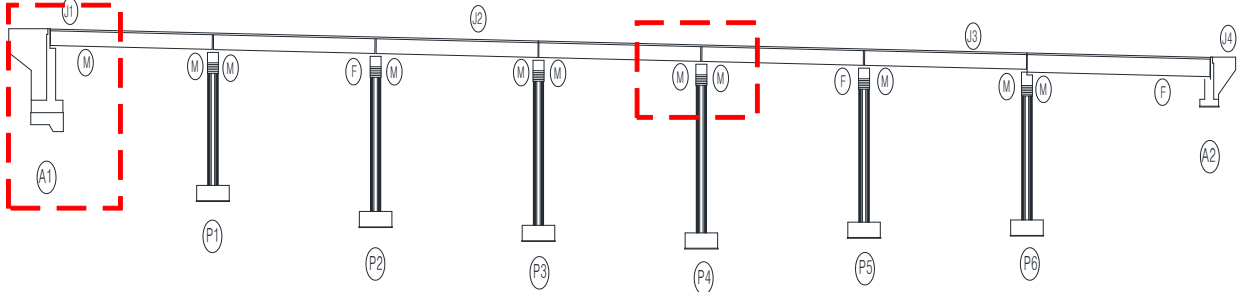
20.7.3 유지관리방안

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 20.7.5】 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 교량받침 스토퍼 간섭 - 진전 여부확인	① 교대 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인
	

20.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 군위군 산성면 백학리(상주영천고속도로 56.596~56.881km)에 위치한 교량으로서 총 연장 285.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

20.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 바닥판은 주 부재로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

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

4) 교대

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

5) 교각

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 폐자재 적치는 정비 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박리는 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 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.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우, 시공 미흡에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 8.6℃(11월 26일)로써 이때 측정유간은 20.0~80.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 배수구 막힘이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 청소 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열, 파손은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 시공미흡 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수, 주입보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.4~38.2MPa, 하부구조 27.4~28.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~8.0mm로 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

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 바닥판은 주 부재로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) IPC Girder

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

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 백태, 체수가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.
- 파손은 시공초기 외부충격, 시공미흡에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. 발생된 폭 0.3mm 미만 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각 코핑에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각의 패 콘크리트 퇴적은 정비 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 받침콘크리트 및 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 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 박리, 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 차수판 파손은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 8.6℃(11월 26일)로써 이때 측정유간은 17.0~117.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장의 본선은 양호한 상태이나, 접속도로 파손가 조사되었고, 손상부는 단면보수 등의 조치가 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 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.8~38.5MPa, 하부구조 27.8~29.0MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2017년 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 신규 발생되었다.
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “0.130, B등급” 으로 평가되었다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산성교에 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 산성교의 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.

20.8.2 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.

