

8. 산호교

8.1 시설물 개요

8.2 자료수집 및 분석

8.3 현장조사

8.4 콘크리트 내구성조사

8.5 상태평가

8.6 종합평가 및 안전등급 지정

8.7 보수·보강 및 유지관리 방안

8.8 종합결론

8. 산호교

8.1 시설물의 개요

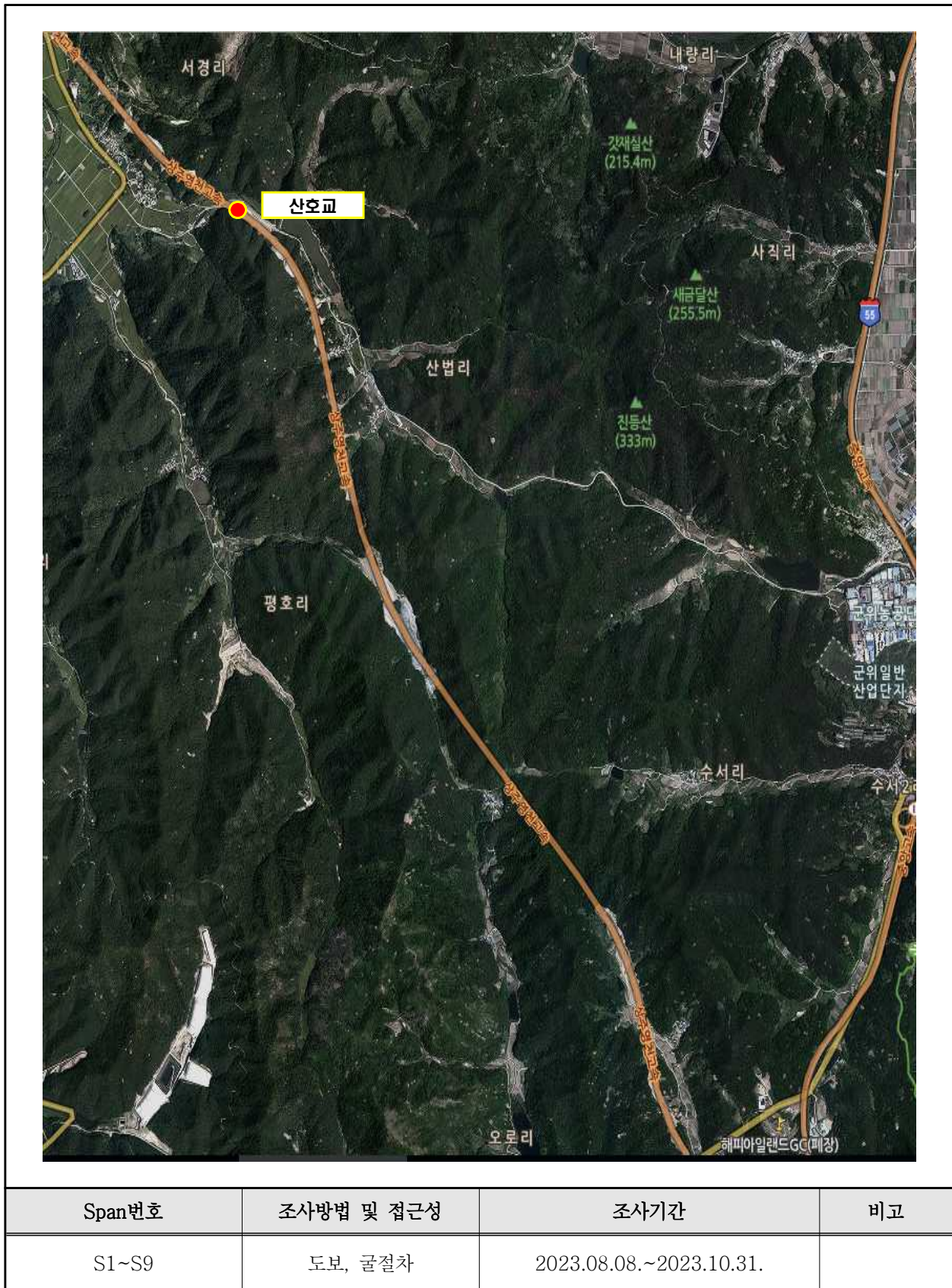
본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 서경리(상주영천고속도로 30.623~30.983km)에 위치한 교량으로서 총 연장 360.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

8.1.1 일반사항

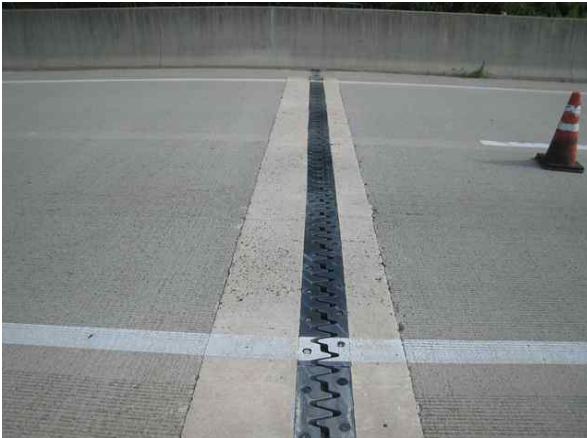
【표 8.1.1】 산호교 일반사항

구 분		내 용		구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000274		관리번호	SY BR.10	
시설물위치		대구광역시 군위군 소보면 서경리		준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		30.623~30.983km		공사이정	1.640~2.000km	
설계하중		DB 24		노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=360.0m, (9@40m=360m)				
	폭	B=24.3m, 4차로				
구조 형식	상부	IPC GIRDER		기초 형식	교 각	직접기초
	하부	교각 : T형, 교대 : 역T형			교 대	말뚝기초
교량받침		포트받침, 면진받침		신축이음	핑거	
교차시설물		이설군도2호선		통과높이	10.5m~31.5m	
부착시설내용						
시 공 자		대림산업(주)		관리주체	상주영천고속도로(주)	

8.1.2 위치도 및 전경사진

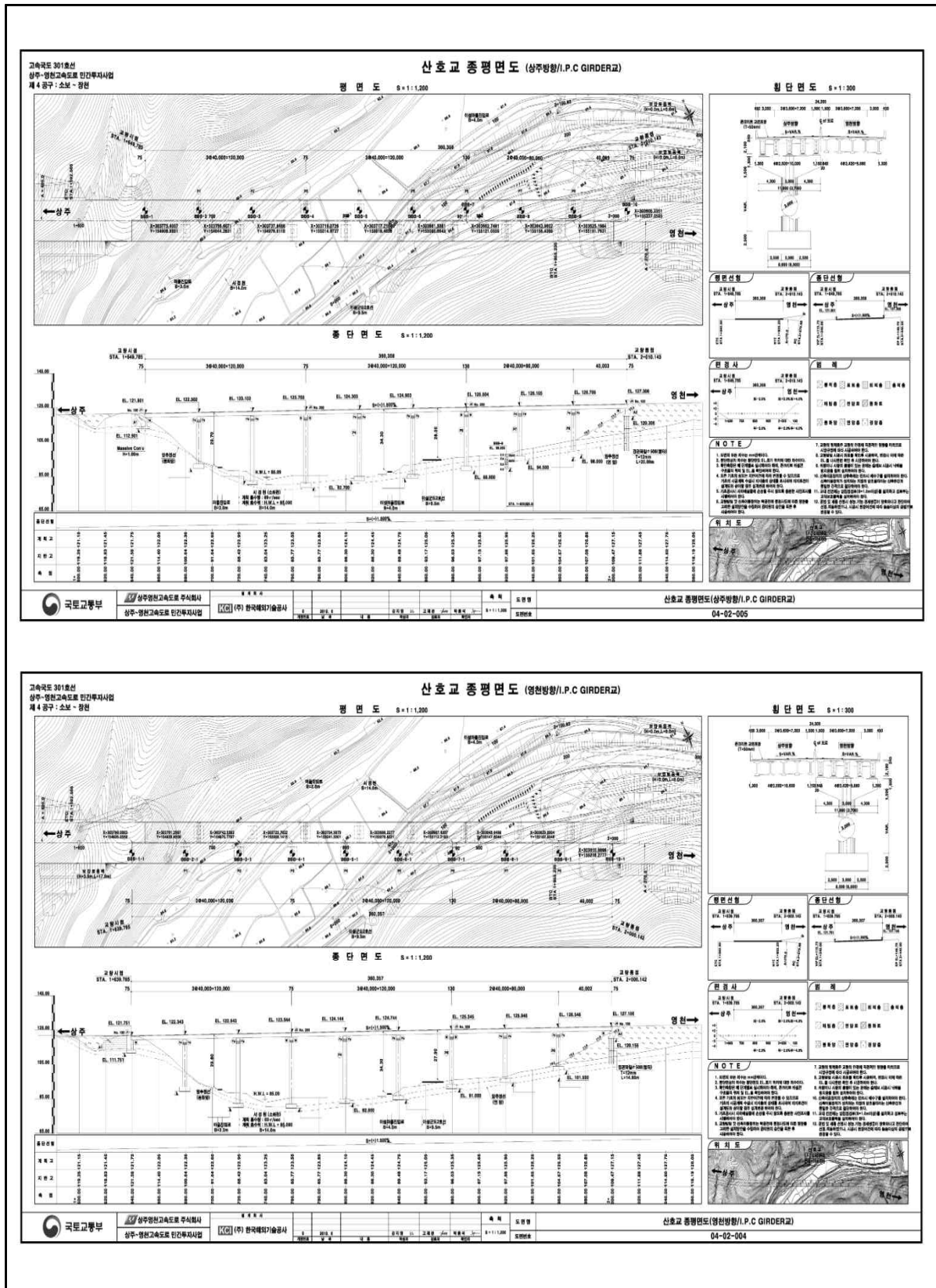


【그림 8.1.1】 위치도

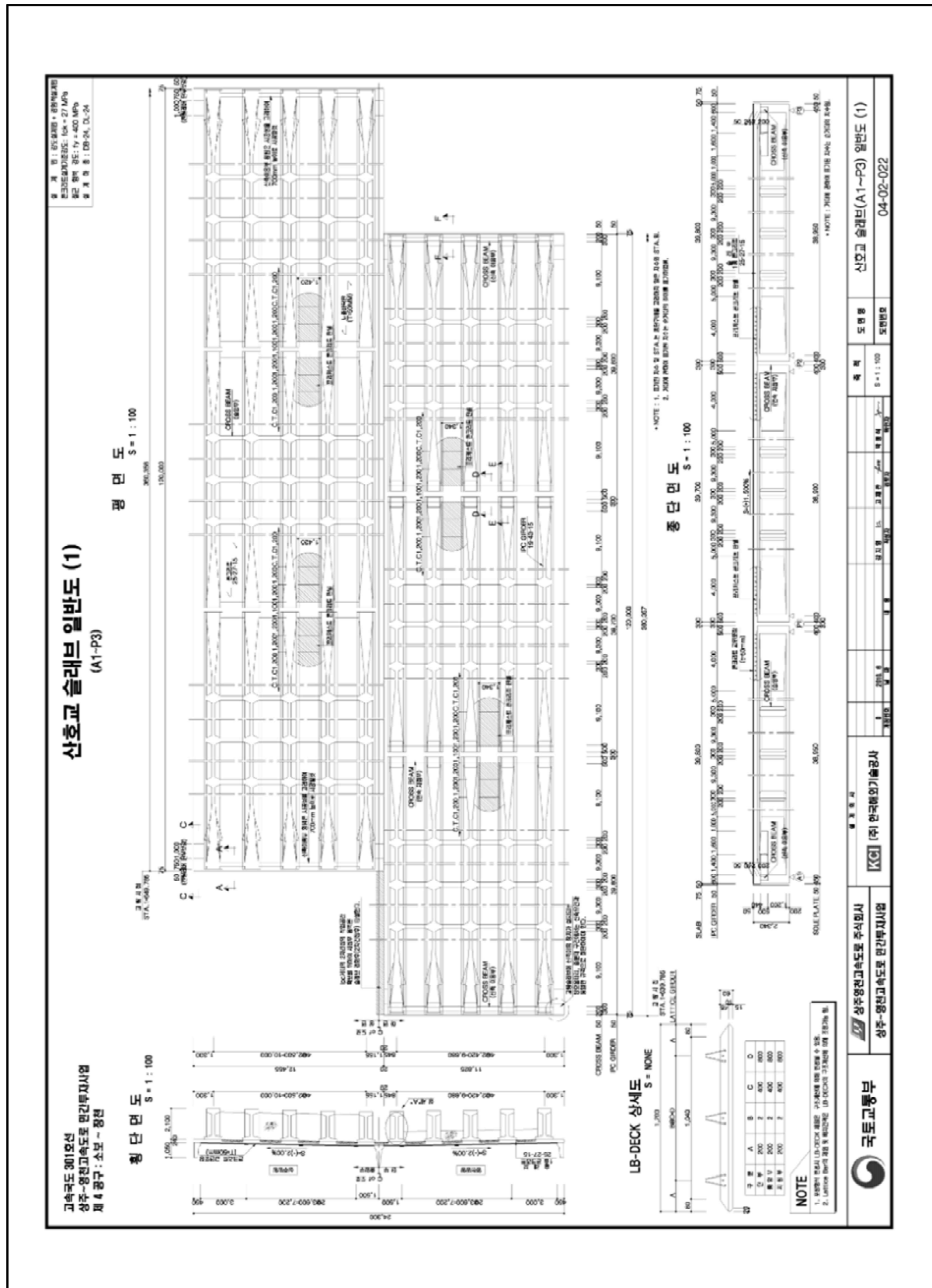
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 8.1.2】 부재별 현황

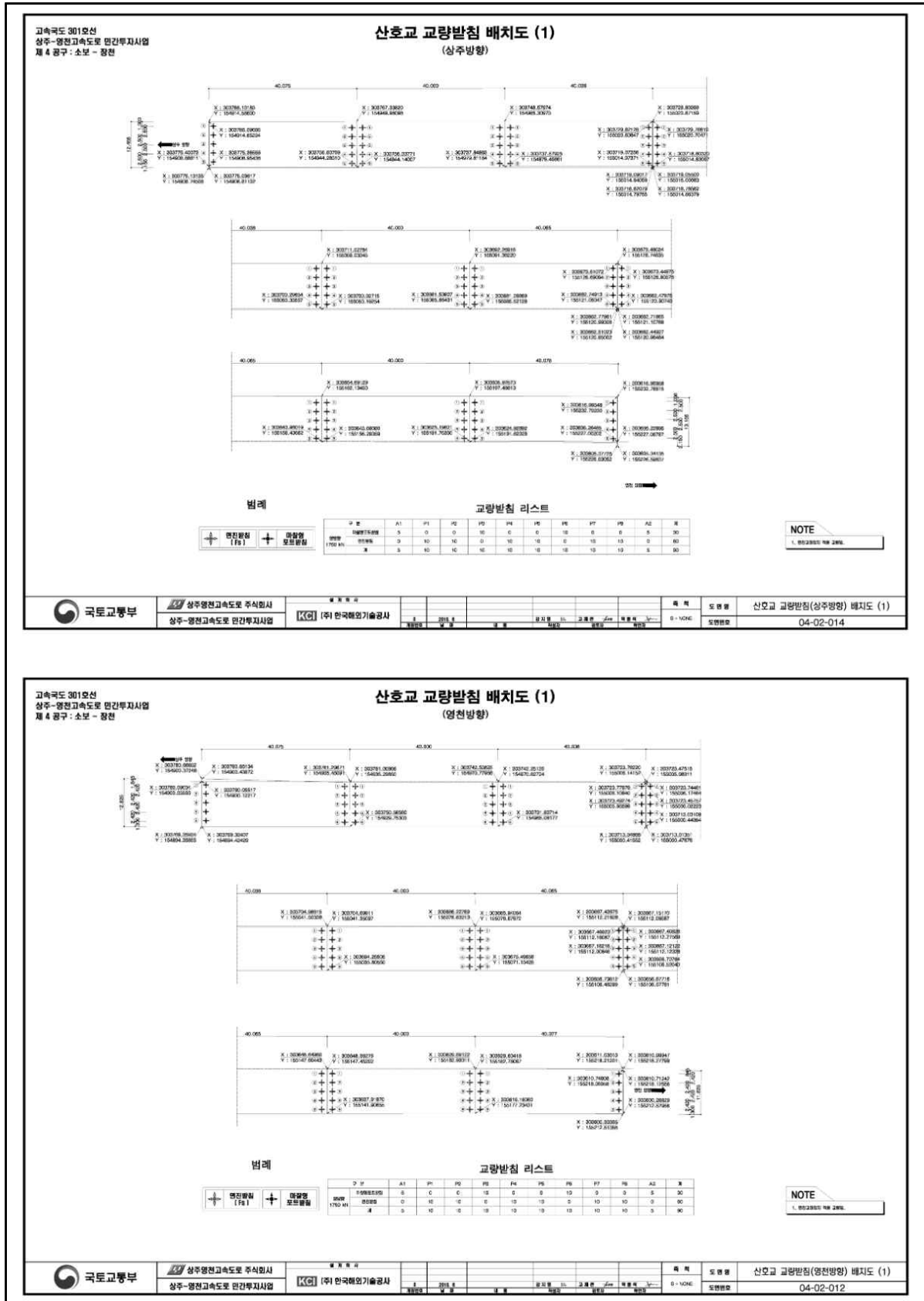
8.1.3 시설물 일반도



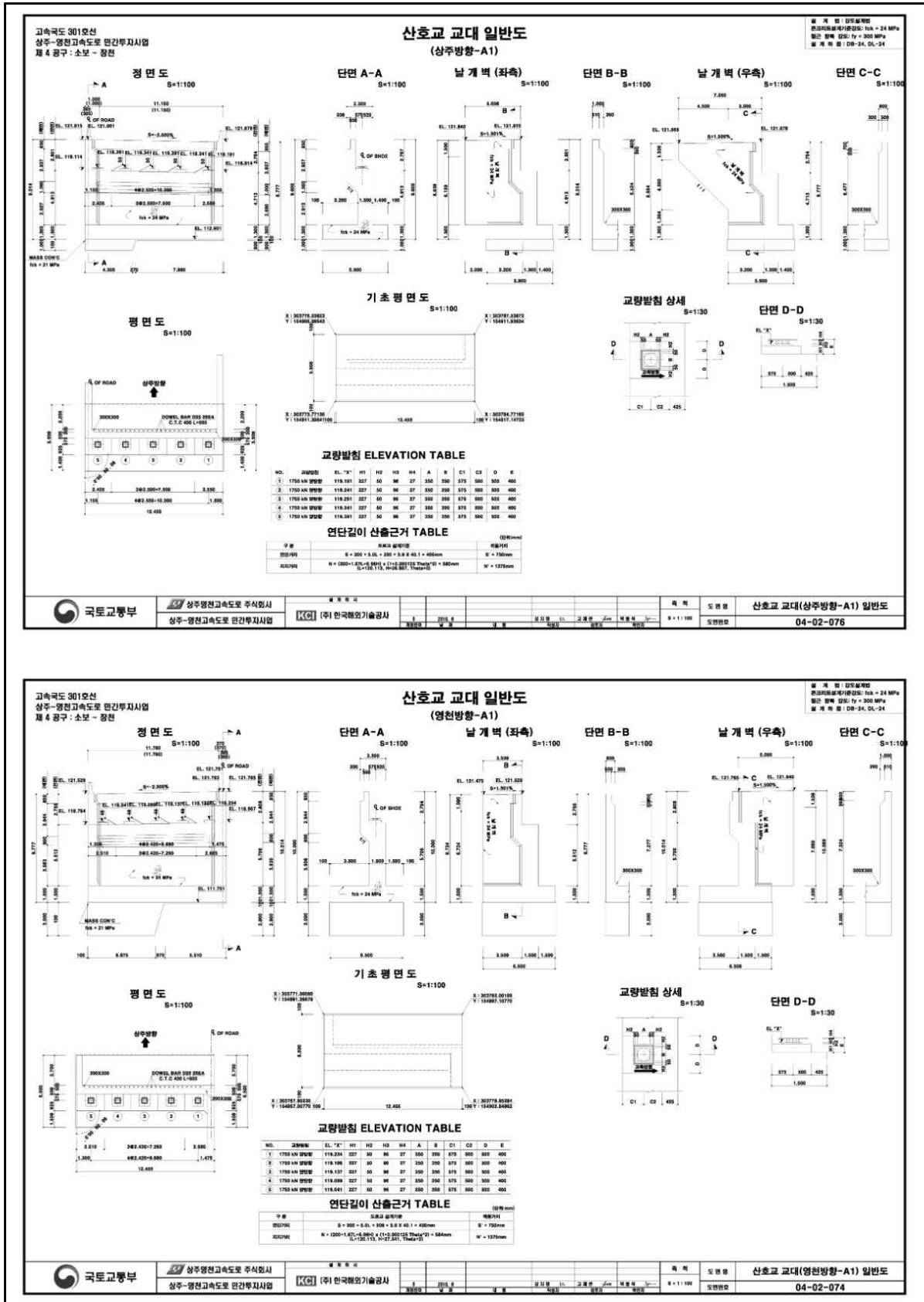
【그림 8.1.3】 종평면도



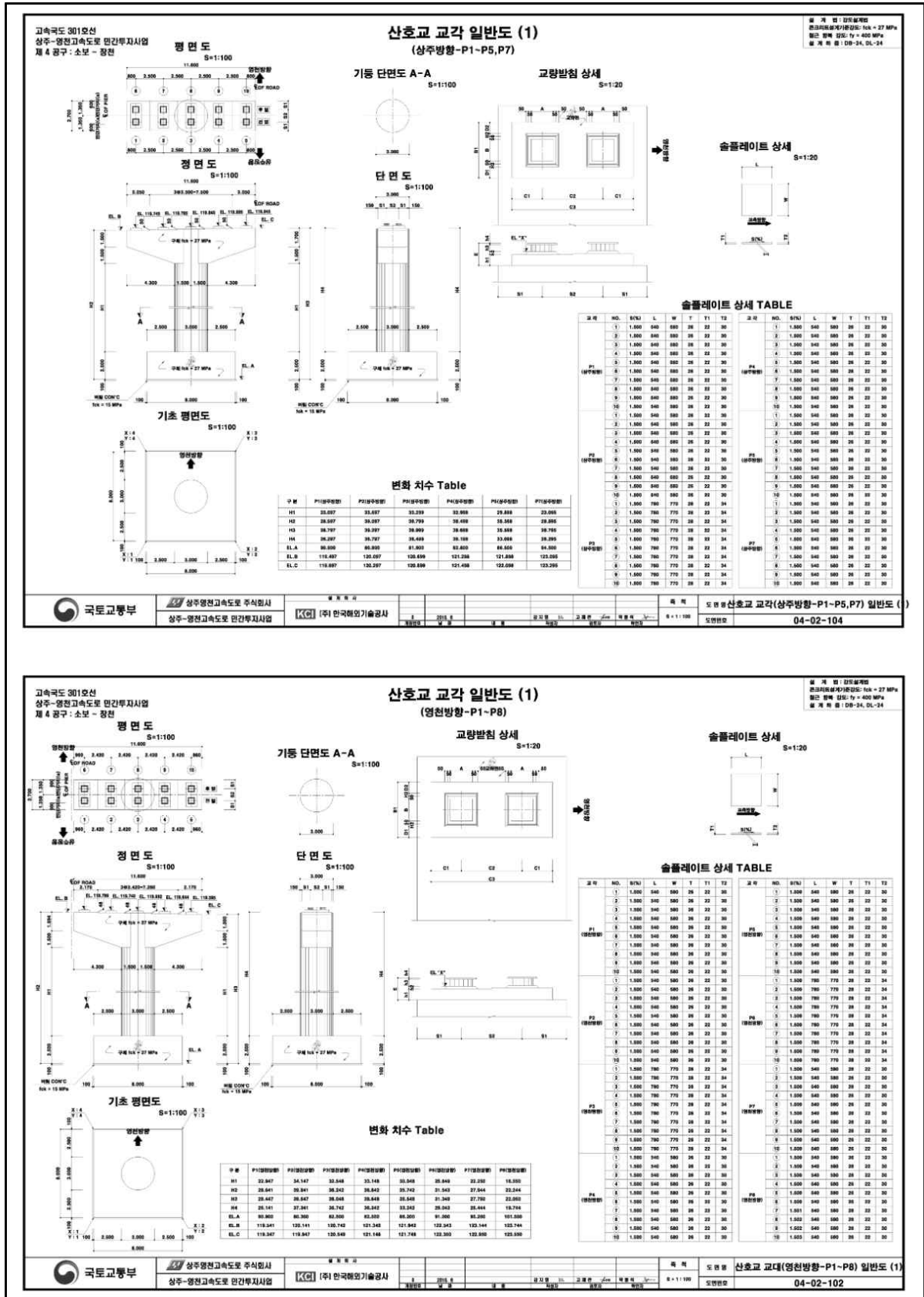
【그림 8.1.4】 슬래브 일반도



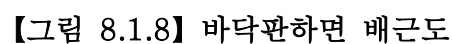
【그림 8.1.5】 교량받침 배치도

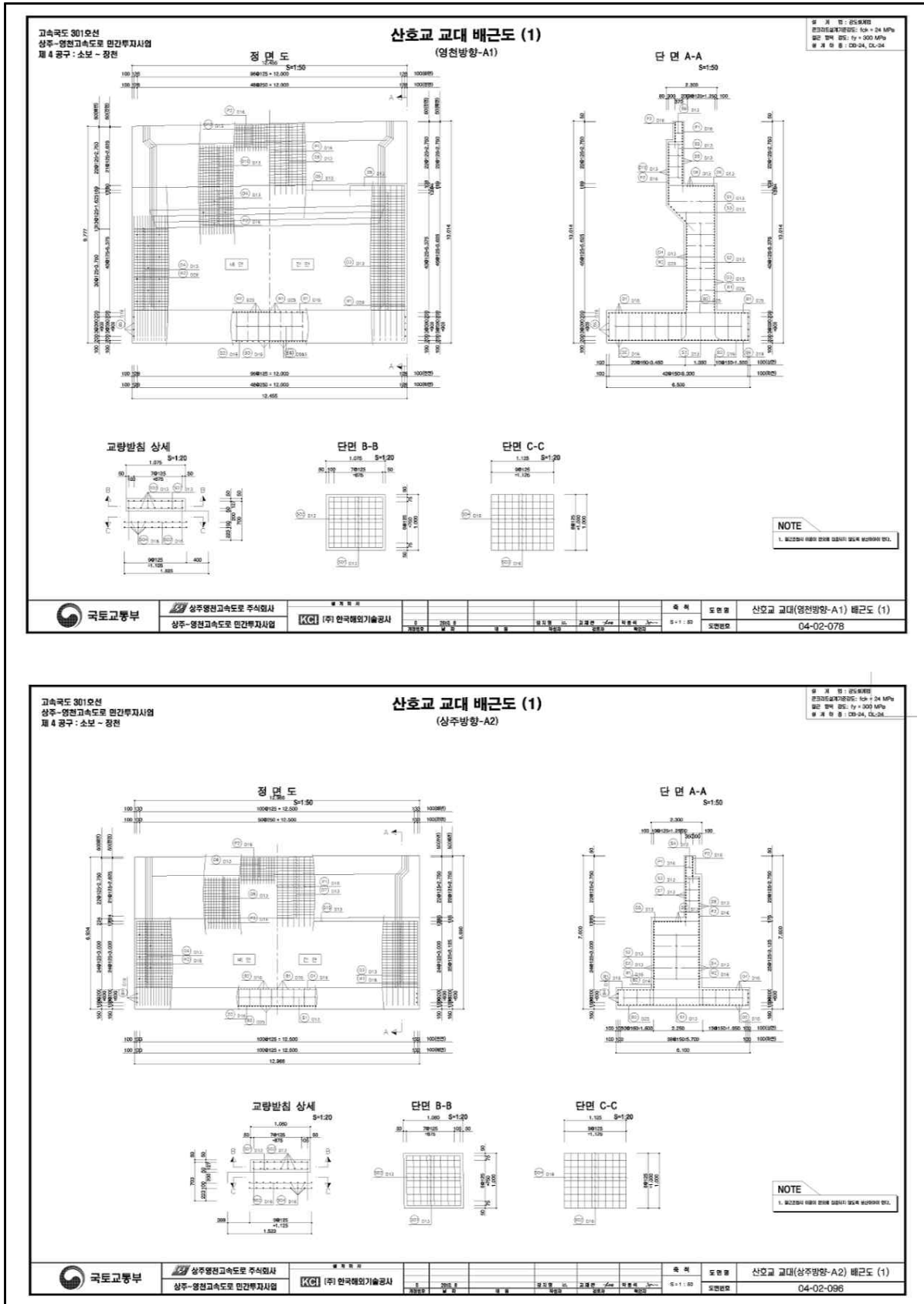


【그림 8.1.6】 교대 일반도

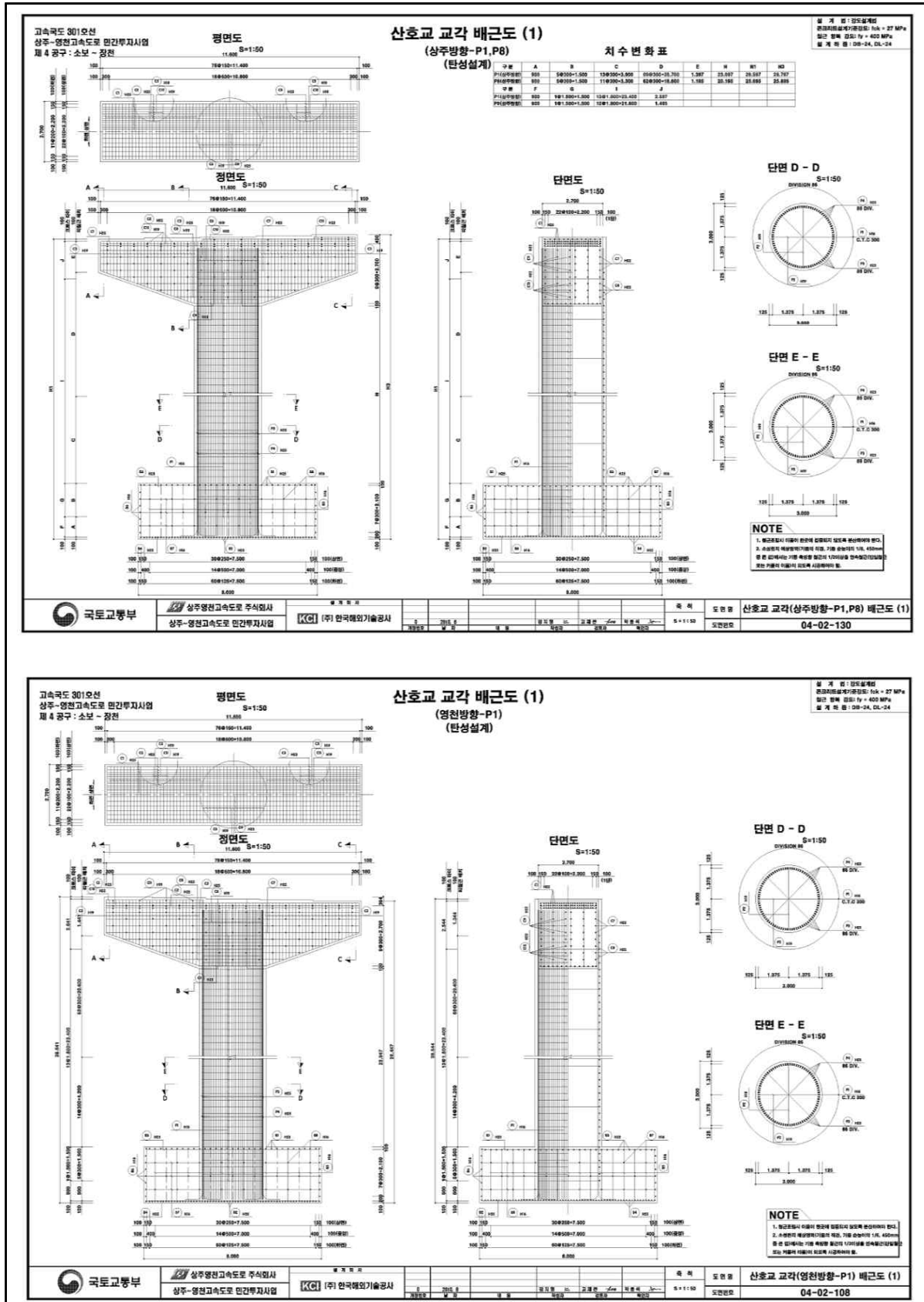


【그림 8.1.7】 교각 일반도





【그림 8.1.9】 교대 배근도



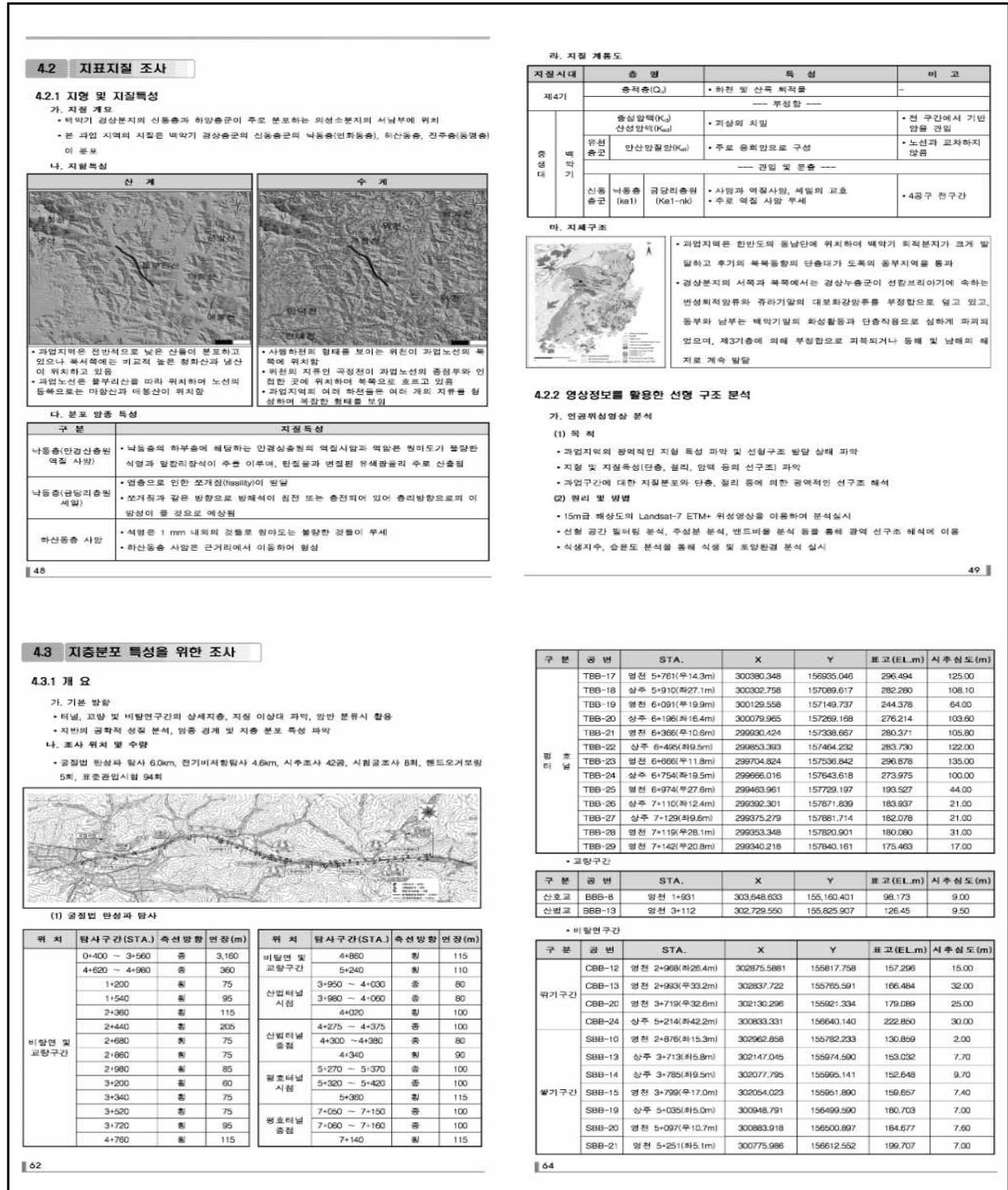
【그림 8.1.10】 교각 배근도

8.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 4공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

8.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



4.3 지층분포 특성을 위한 조사

4.3.1 개요

가. 기본 사항

- 터널, 교량 및 비탈면구간의 상세지층, 지질 이상대 파악, 안전 분류시 활용
- 지반의 광학적 성질 분석, 암종 성격 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절면 탄성파 탐사 6.0km, 전기비저항탐사 4.6km, 시추조사 42공, 시험굴조사 8회, 핸드오버탐사 5회, 표준관입시험 94회



(1) 굴절면 탄성파 탐사

위 치	탐사구간(STA.)	속선방향	연장(m)	위 치	탐사구간(STA.)	속선방향	연장(m)
비탈면 및 교량구간	0+400 ~ 3+560	중	3,160	비탈면 및 교량구간	4+860	횡	115
	4+620 ~ 4+980	중	360		5+240	횡	110
	1+200	횡	75	산입터널 시험	3+950 ~ 4+030	중	80
	1+540	횡	95		3+980 ~ 4+060	중	80
	2+360	횡	115	4+020	횡	100	
	2+440	중	205	산입터널 중점	4+275 ~ 4+375	중	100
	2+680	중	75		4+300 ~ 4+380	중	80
	2+960	횡	75	4+340	횡	90	
	2+980	횡	85	필로터널 시험	5+270 ~ 5+370	중	100
	3+200	횡	60		5+320 ~ 5+420	중	100
3+340	중	75	5+380	횡	115		
3+520	중	75	필로터널 중점	7+050 ~ 7+150	중	100	
3+720	횡	95		7+060 ~ 7+160	중	100	
4+760	중	115	7+140	횡	115		

구 분	공 번	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
필로터널	TBB-17	영천 5+761(우14.3m)	300380.348	156935.046	296.494	125.00
	TBB-18	상주 5+910(좌27.1m)	300302.758	157089.617	282.280	108.10
	TBB-19	영천 6+091(우19.9m)	300129.558	157149.737	244.378	64.00
	TBB-20	상주 6+196(좌16.4m)	300079.965	157269.188	276.214	109.60
	TBB-21	영천 6+366(우10.6m)	299930.424	157336.667	280.371	105.80
	TBB-22	상주 6+495(좌9.5m)	299853.363	157464.232	283.730	122.00
	TBB-23	영천 6+666(우11.8m)	299704.824	157536.842	296.878	135.00
	TBB-24	상주 6+754(좌19.5m)	299666.016	157643.618	273.975	100.00
	TBB-25	영천 6+974(우27.6m)	299463.961	157729.197	193.527	44.00
	TBB-26	상주 7+110(좌12.4m)	299392.301	157871.839	183.937	21.00
	TBB-27	상주 7+129(좌9.6m)	299375.279	157881.714	182.078	21.00
	TBB-28	영천 7+119(우26.1m)	299353.348	157820.901	180.080	31.00
	TBB-29	영천 7+142(우20.8m)	299340.218	157840.161	175.463	17.00

• 교량구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
산호교	B8B-8	영천 1+931	303,548.633	155,160.401	98.173	9.00
산입교	B8B-13	영천 3+112	302,729.550	155,625.907	126.45	9.50

• 비탈면구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
터널구간	CBB-12	영천 2+968(좌26.4m)	302875.5881	155817.758	157.296	15.00
	CBB-13	영천 2+963(우33.2m)	302837.722	155765.591	166.484	32.00
	CBB-20	영천 3+719(우32.6m)	302130.296	155921.334	179.089	25.00
	CBB-24	상주 5+214(좌42.2m)	300833.331	156640.140	222.860	30.00
비탈면구간	SBB-10	영천 2+876(좌15.3m)	302962.858	155782.233	130.859	2.00
	SBB-13	상주 3+713(좌5.8m)	302147.045	155974.500	153.032	7.70
	SBB-14	상주 3+785(좌9.5m)	302077.795	155995.141	152.648	9.70
	SBB-15	영천 3+799(우17.0m)	302054.023	155951.890	159.657	7.40
	SBB-19	상주 5+035(좌5.0m)	300948.791	156499.590	180.703	7.00
	SBB-20	영천 5+097(우10.7m)	300883.918	156500.897	184.677	7.60
	SBB-21	영천 5+251(좌5.1m)	300775.986	156612.552	199.707	7.00

나. 지반 및 지질 조사보고서

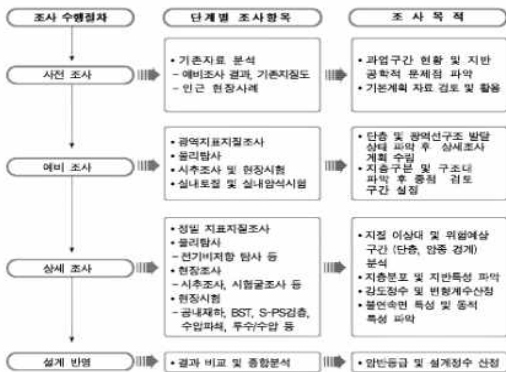
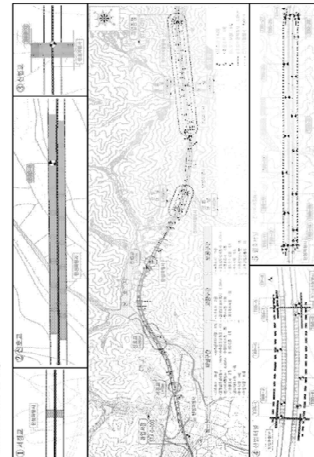
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

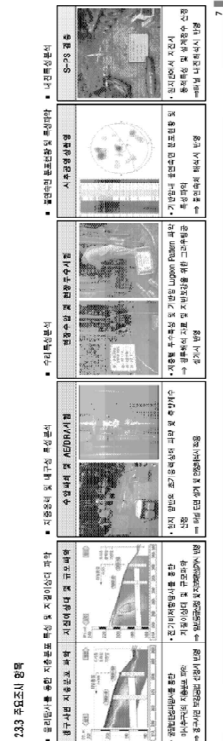
가. 조사 기본방향



나. 조사 수행 흐름도

[illegible]

232 조사영의 명사랑



422 KCTI 800

3.2 암반의 분류 및 기준

3.2.1 암반분류 방법

학문 분야	• 한국도공사, 철도청, 한국기술개발협회 및 서술지화물 분류기준에 따른 중화학, 중화학, 연합, 분합 및 합성물, 분류하지 여부인간은 합성물도 표시하지 RGD, RMR 및 Q 분류에 의해 정반을 분류하고 분류를 수정함
기재 방법	• 암석의 화학분석, 불연속적인 기간 : 장소 및 암질표는 ISIRI국립자연과학박물관의 분류 원칙에 따라 분류 • 조미(조미)에서 시추 시공을 암석실 및 육안관찰하여 American Institute of Professional Geologists에서 제시한 "공학학적 목적을 위한 암석실의 계획방법 및 시추수상도 작성 방법"에 의거하여 시추수상도를 작성
기술 내용	• 석, 불연속적인 기간과 산성, 중성, 알칼리, 강도, 암질표 등을 기술함 - 암석의 기원(화성, 갈색, 회색, 강도 및 특색)에 따른(연한), 암(연한)의 명칭 및 흔색의 시추수상도를 사용함 • 강도, 풍화도, 파쇄도는 시추수상도 기준에 의거하여 분류 • 시추수상도에는 암질명, 산성, RGD, 시추암질표, 수상도 작업지, 수상도 검토지, 크리비수 등 및 불연속적인 기간에 관한 중요지(암(연한)의 풍화상태, 강도, 강경, 강사, 기물기) 등을 기재하고, 기재함

가. RQD에 의한 암반분류(Deere, 1968)

RQD(%)	100 ~ 90	90 ~ 75	75 ~ 50	50 ~ 25	< 25
암 질	매우 양호 (Excellent)	양호 (Good)	보통 (Fair)	불량 (Poor)	매우 불량 (Very Poor)

나. RMR에 따른 암반등급(Bieniawski, 1974)

RMR	100 ~ 81	80 ~ 61	60 ~ 41	40 ~ 21	< 20
등급	I	II	III	IV	V
암질	매우 양호 (Excellent)	양호 (Good)	보통 (Fair)	불량 (Poor)	매우 불량 (Very Poor)

다. Q값에 따른 암반등급(Banton, 1974)

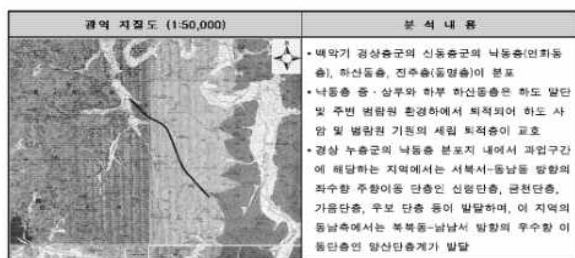
Q값	1000 ~ 400	400 ~ 100	100 ~ 40	40 ~ 10	10 ~ 4	4 ~ 1	1 ~ 0.1	0.1 ~ 0.01	0.01 ~ 0.00
등급	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
암질	지극히 양호	극히 양호	매우 양호	양호	보통	불량	매우 불량	극히 불량	지극히 불량

- 실제 및 시공에 영향을 주는 지반의 여러 특성을 등급에 따라 구분하여 조사, 실제 시공에 이르는 과정에 걸쳐 일관성 있는 기준 제시(일시의 기본색(흙색), 간색, 회색, 녹색)에 앞(전하)과 앞(전하)의 명암 및 혼색에 대한 접두어를 사용

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석



4.1.2 기본설계자료 분석

구분	분석내용
터널구간	• 불적층은 0.4~4.0m, 풍화도는 1.6~4.2m, 풍화암은 0.5~2.5m 두께로 분포 • 연암은 0.0~5.0m, 경암은 1.6~16.5m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=23~76/0~30, 경암 TCR/RQD(%)=60~100/12~100로 적절암으로 구성
교량구간	• 불적층은 0.5~0.8m, 풍화도는 0.6m, 풍화암은 2.8~4.0m 두께로 분포 • 연암은 1.4~4.5m, 경암은 2.6~16.1m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=26~93/0~40, 경암 TCR/RQD(%)=80~100/1~100로 적절암으로 구성
비탈면구간	• 불적층은 0.5~1.4m, 풍화도는 0.7~1.6m, 풍화암은 1.0~1.9m 두께로 분포 • 연암은 1.5~7.5m, 경암은 3.3~3.6m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=26~60/0~9, 경암 TCR/RQD(%)=90~100/67~100로 적절암으로 구성

제 6 장 교량 및 비탈면구간 저반특성 분석 및 설계치용

6.5 교량구간 설계 지반정수 산정

6.5.1 개요

- 기존 문헌자료, 경험식, 설계치용사례, 시험결과를 비교분석, 물리적 특성, 변형특성, 강도특성, 수리특성을 파악하여 변형계수(E_s), 포아송비(μ), 강도정수(c , ϕ), 단위중량(γ), 투수계수(k) 등의 설계지반정수 산정
- 토질종류는 매립층, 불적층, 퇴적층, 풍화토, 풍화암으로 분류됨
- 풍화암은 기반암이 풍화 조성된 상태로 N 지는 50/10을 상회하며 굴진시 쉽게 토사화됨

6.5.2 산정결과 요약

가. 연속체 해석을 위한 설계지반정수 산정 결과

구 분	변형계수, E_s (MPa)	단위중량, γ (kN/m ³)	점착력, c (kPa)	내부마찰각, ϕ (°)
매립·불적층	12.0	19.0	10.0	30.0
퇴적층(모래)	8.0	19.0	0.0	29.0
퇴적층(자갈)	40.0	19.0	0.0	35.0
풍화토	15.0	19.5	18.0	28.0
풍화암	150.0	20.0	26.0	31.0
면 압	3,800	23.0	230.0	35.5
경 압	7,500	25.0	336.0	41.0

나. 수리해석을 위한 설계지반정수 산정 결과

구 분	매립·불적층	퇴적층(모래)	퇴적층(자갈)	풍화토	풍화암	면 압	경 압
투수계수, k (cm/sec)	9.80×10^{-4}	4.79×10^{-3}	8.89×10^{-2}	2.90×10^{-4}	2.80×10^{-3}	4.50×10^{-5}	1.00×10^{-7}

다. 내진 해석을 위한 설계지반정수 산정 결과

구 분	동포아송비, μ_s	전단파속도, V_s (m/sec)	등전단계수, G_s (MPa)	등탄성계수, E_s (MPa)	동적변형계수, K_s (MPa)
매립·불적층	0.450	370	260	750	2,340
퇴적층(모래)	0.430	422	330	960	2,420
풍화토	0.420	540	560	1,610	3,510
풍화암	0.410	770	1,180	3,330	5,860
면 압	0.340	1,360	4,190	11,210	11,550
경 압	0.310	1,730	7,480	19,560	16,910

183

상주-영천고속도로 민간투자사업 실시계획

6.5.3 단위중량

가. 기존 설계치용 사례 검토

구 분	단위중량, γ (kN/m ³)				
	불 적 층	퇴 적 층	풍 화 토	풍 화 암	기 반 암
기 본 설 계	-	-	18.0	19.0	26.0
대구-포항간 고속도로(제9공구)	-	-	19.0	21.0	26.7
남천-청도1(굴터재) 국도건설공사	18.0	-	19.0	20.0	25.0 27.0
안동시권내 국도대체우회도로(교리-수상) 건설공사	19.0	18.0	19.0	20.0	23.0 25.0

나. 본 과업구간 설계치용

구 분	매 립 · 불 적 층	퇴 적 층 (모래)	퇴 적 층 (자갈)	풍 화 토	풍 화 암	면 압	경 압
단위중량, γ (kN/m ³)	19.0	19.0	19.0	19.5	20.0	23.0	25.0

6.5.4 변형계수

가. 기존 설계치용 사례 검토

구 분	변형계수, E_s (MPa)				포아송비, μ			
	불 적 층	퇴 적 층	풍 화 토	기 반 암	불 적 층	퇴 적 층	풍 화 토	기 반 암
기 본 설 계	-	-	50	140	-	-	0.35	0.35
대구-포항간 고속도로(제9공구)	-	-	30	300	-	-	0.35	0.30
남천-청도1(굴터재) 국도건설공사	33	-	35	320	1,700 13,900	0.35	-	0.35 0.30
안동시권내 국도대체우회도로 (교리-수상) 건설공사	20	16	33	100	1,720 6,250	-	-	0.35 0.33

나. 본 과업구간 설계치용

구 분	매 립 · 불 적 층	퇴 적 층 (모래)	퇴 적 층 (자갈)	풍 화 토	풍 화 암	면 압	경 압
변형계수, E_s (MPa)	12.0	-	8.0	40.0	15.0	150.0	3,800

184

제 6 장 교량 및 비탈면구간 저반특성 분석 및 설계치용

6.5.5 점착력 및 내부마찰각

가. 기존 설계치용 사례 검토

구 분	내부마찰각, ϕ (°)					점착력, c (kPa)				
	불 적 층	퇴 적 층	풍 화 토	풍 화 암	기 반 암	불 적 층	퇴 적 층	풍 화 토	풍 화 암	기 반 암
기 본 설 계	-	-	27	30	30	-	-	15	30	30
대구-포항간 고속도로(제9공구)	-	-	25	30	35	-	-	50	100	20
남천-청도1(굴터재) 국도건설공사	30	-	28	33	35 40	20	-	24	31	210 350
안동시권내 국도대체우회도로 (교리-수상) 건설공사	33	30	30	32	33 40	10	-	20	30	230 430

나. 본 과업구간 설계치용

구 분	매 립 · 불 적 층	퇴 적 층 (모래)	퇴 적 층 (자갈)	풍 화 토	풍 화 암	면 압	경 압
내부마찰각, ϕ (°)	30.0	29.0	35.0	28.0	31.0	35.5	41.0
점착력, c (kPa)	10.0	0.0	0.0	18.0	26.0	230.0	336.0

6.5.6 수리해석을 위한 설계 지반정수 산정

가. 기존 설계치용 사례 검토

구 분	불 적 층	풍 화 토	풍 화 암	기 반 암
남천-청도1(굴터재) 국도건설공사	7.9×10^{-3}	2.8×10^{-3}	3.4×10^{-4}	-
안동시권내 국도대체우회도로 (교리-수상) 건설공사	9.0×10^{-4}	6.6×10^{-4}	4.6×10^{-4}	3.8×10^{-5} 5.7×10^{-5}
부산신항배후철도 제3공구(진영-죽산간) 복선전철 건설공사	1.5×10^{-3}	4.0×10^{-4}	2.5×10^{-4}	4.7×10^{-5} (면압)
원하댐 비상여수로 건설공사	1.6×10^{-3}	6.5×10^{-4}	9.1×10^{-6}	-

185

상주-영천고속도로 민간투자사업 실시계획

나. 본 과업구간 설계치용

구 분	매 립 · 불 적 층	퇴 적 층 (모래)	퇴 적 층 (자갈)	풍 화 토	풍 화 암	면 압	경 압
투수계수, k (cm/sec)	9.80×10^{-4}	4.79×10^{-3}	8.89×10^{-2}	2.90×10^{-4}	2.80×10^{-3}	4.50×10^{-5}	1.00×10^{-7}

6.5.7 내진해석을 위한 설계 지반정수 산정

- 교량구간 내진해석을 위한 설계 지반정수 산정을 위하여 지반조사시 시추공을 대상으로 하층지 한층과 유사 실시

가. 토사 및 중회암층

(1) 전단파 속도(V_s)

• 기존 설계치용 사례 검토

구 분	불 적 층	퇴 적 층	풍 화 토	풍 화 암
기 본 설 계	250	-	-	400
남천-청도1(굴터재) 국도건설공사	-	-	400	500
안동시권내 국도대체우회도로(교리-수상) 건설공사	250	250	270	580
부산신항배후철도 제3공구(진영-죽산간) 복선전철 건설공사	329	-	725	945

(2) 동적 지반 특성치 산정

구 분	전 단 파 속 도, V_s (m/sec)	동 포 아 송 비, μ_s	등 전 단 계 수, G_s (MPa)	등 탄 성 계 수, E_s (MPa)	동 제 처 변 형 계 수, K_s (MPa)
매 립 · 불 적 층	370	0.450	260	750	2,340
퇴 적 층 (모래)	422	0.430	330	960	2,420
풍 화 토	540	0.420	560	1,610	3,510
풍 화 암	770	0.410	1,180	3,330	5,860
면 압	1,360	0.340	4,190	11,210	11,550
경 압	1,730	0.310	7,480	19,560	16,910

186

다. 구조계산서 및 내진설계

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

결과 요약

○ 산호교 (상주 방향, A1 ~ P3)

■ 단면 형상계

단면 위치	Section No.	Span (m)	Width (m)	Depth (m)	Reinforcement (mm ²)	Area (mm ²)	Perimeter (mm)	Volume (m ³)	Weight (kN)
상부 (상부)	1,150	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	66.57	91.90	0.6	0.6
중간 (중간)	573	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	39.85	57.55	0.3	0.3
하부 (하부)	720	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	동 방 배근		0.3	0.3
상부 (상부)	960	1,000	180	47	H13 @ 400 = 993	동 방 배근		0.3	0.3
중간 (중간)	700	1,000	200	60	H16 @ 125 = 1,589	39.46	100.46	0.3	0.3
하부 (하부)	2,318	1,000	180	60	H19 @ 100 = 2,885	94.24	150.99	0.3	0.3

■ 배력형상계 (본도형상계) 산정

단면 위치	Section No.	Span (m)	Width (m)	Depth (m)	Reinforcement (mm ²)	Area (mm ²)	Perimeter (mm)	Volume (m ³)	Weight (kN)
상부 (상부)	777				H16 @ 250 = 794	0.6			
중간 (중간)	480				H16 @ 250 = 794	0.6			
하부 (하부)	1,583				H16 @ 125 = 1,589	0.6			

■ 사용성 검토 요약표

단면 위치	Section No.	Span (m)	Width (m)	Depth (m)	Reinforcement (mm ²)	Area (mm ²)	Perimeter (mm)	Volume (m ³)	Weight (kN)
상부 (상부)	110				0.158	0.250	0.6		
중간 (중간)	48				0.064	0.250	0.6		
하부 (하부)	65				0.096	0.250	0.6		

-132-

1. 설계 조건

- 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER
- 교량 길이 : 120,000 mm
- 교량 폭 : 12,455 mm
- 교량 등급 : D0 - 24, DL - 24 (1등급교)
- 기타 길이 : 39,800 mm + 39,700 mm + 39,800 mm
- 지반 깊이 : 39,950 mm + 39,800 mm + 39,950 mm
- 단위 중량 : 콘크리트(불균) : 2,500 kgf/m³
콘크리트(무균) : 2,350 kgf/m³
L.M.C 포설 : 2,350 kgf/m³

1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

1) 골재

- 콘 크 리 트 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
 $E_{cs} = 0.043 \times 10^5 \times \sqrt{f_{ck}} + 29,500 \text{ MPa}$
- 설 계 강 (SD400) : $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

2) I.P.C GIRDER

- 콘 크 리 트 : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
 $E_{cp} = 0.03 \times 10^5 \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 29,300 \text{ MPa}$
- 설 계 강 (SD300) : $f_y = 300 \text{ MPa}$
 $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

(3) 그리드와 콘크리트에 의한 손실이 일어나지 않는 합성응력

- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 30 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 30 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 있는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$ 또는 $0.25 \times \sqrt{f_{ci}'} = 1.41 \text{ MPa}$ 중 작은값
 $\therefore f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 없는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 0.5 \times \sqrt{f_{ci}'} = 2.83 \text{ MPa}$

(4) 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 허용응력

- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 30 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 30 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 있는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$ 또는 $0.25 \times \sqrt{f_{ci}'} = 1.41 \text{ MPa}$ 중 작은값
 $\therefore f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 없는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 0.5 \times \sqrt{f_{ci}'} = 2.83 \text{ MPa}$

-133-

8. 내진 해석 결과

8.1 시간이력해석

- 그림 6.1은 입력된 지진파에 의한 동적 응답의 시간이력을 나타내고 있다.
- 그림 6.2는 방위에 따른 동적응답의 최대변위와 최대변위를 나타내고 있으며, 여러 방향에서의 최대변위와 최대변위를 비교하여 최대변위를 나타내고 있다.
- 그림 6.3은 입력된 지진파에 의한 교각의 동적응답을 나타내고 있다.
- 그림 6.4는 입력된 지진파에 의한 교각의 동적응답을 나타내고 있다.

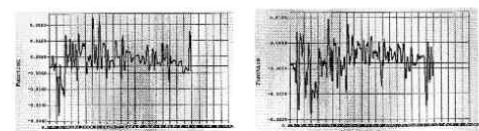


그림 6.1 Lateral Displacement Response Histories of Bearings

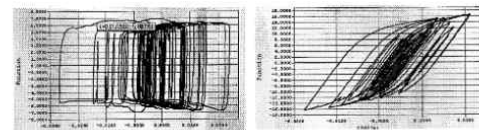


그림 6.2 Lateral Force-Displacement Response Curve of Bearings

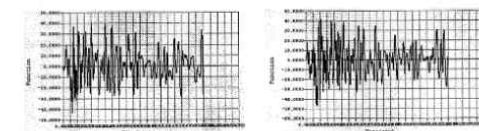


그림 6.3 Lateral Shear Force Response Histories of Pier

-133-

8.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검2회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 8.2.1】 산호교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	산호교의 주요 손상현황으로는 교면포장 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. 30	정기안전점검	산호교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 본체 이격, 후타재 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요하다. 금회, 일부 부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	산호교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열 및 파손, 신축이음 본체 단차, 후타재 파손, 배수시설 배수구 막힘 및 그레이팅 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	산호교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 배수시설 배수구 막힘 및 그레이팅 파손, 난간 균열 및 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손, 바닥판 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 8.2.1】 산호교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산호교에 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 산호교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	산호교의 외관조사 결과, 배수시설 배수구 그레이팅 파손, 난간 균열 및 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손, 바닥판 파손, 거더 및 가로보 박락, 철근노출, 하부부조 균열, 박리 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기안전점검	산호교의 외관조사 결과, 배수시설 배수구 그레이팅 파손, 난간 균열 및 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손, 바닥판 파손, 거더 및 가로보 박락, 철근노출, 하부부조 균열, 박리 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기안전점검	산호교(4공구)의 외관조사 결과, 배수시설 배수구 그레이팅 파손, 난간 균열 및 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손, 바닥판 파손, 거더 및 가로보 박락, 철근노출, 하부부조 균열, 박리 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수 및 정비가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 8.2.1】 산호교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 31	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산호교에 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 산호교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	- 교면포장 포장부 균열 - 배수시설 배수구 그레이팅 파손 - 방호벽 균열, 파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 파손, 차수판 볼트탈락, 이물질 퇴적 - 교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 플레이트 부식, 철근노출 - 바닥판 박락, 파손 - 거더 박락, 균열부백태, 가로보 재료분리, 철근노출 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 백태, 폐콘크리트 퇴적, 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3mm내/외), 박리, 철근노출, 망상균열, 표면박리	양호

【표 8.2.1】 산호교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 12. 31	정기안전점검	- 교면포장 포장부 균열 - 배수시설 배수구 그레이팅 파손 - 방호벽 균열, 파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 파손, 차수판 볼트탈락, 이물질 퇴적 - 교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 플레이트 부식, 철근노출 - 바닥판 박락, 파손 - 거더 박락, 균열부백태, 가로보 재료분리, 철근노출 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 백태, 폐콘크리트 퇴적, 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3mm내/외), 박리, 철근노출, 망상균열, 표면박리	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 30	정기안전점검	- 교면포장 포장부 균열 - 배수시설 배수구 그레이팅 파손 - 방호벽 균열, 파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 파손, 차수판 볼트탈락, 이물질 퇴적 - 교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 플레이트 부식, 철근노출 - 바닥판 박락, 파손 - 거더 박락, 균열부백태, 가로보 재료분리, 철근노출 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 백태, 폐콘크리트 퇴적, 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3mm내/외), 박리, 철근노출, 망상균열, 표면박리	양호

8.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

1) 상주방향

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
Steel Box Girder	거더의 외관조사 결과, 균열부 백태가 발생 하였으며, 손상부는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	
가로보	가로보의 외관조사 결과, 금회 하자보수가 시행 중이었고, 가로보 철근노출은 보수된 상태이며, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 점검당시 보수 중으로 확인된 바, 차후 정밀안전점검시 추가 보수 물량 및 보수상태에 대한 확인 등의 유지관리가 필요하며, 일부 구간에서 발생된 재료분리는 시공시 마감불량 및 다짐불량에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수가 필요한 상태이다.	
교대	- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다. - 발생된 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.	
교각	- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. - 교각에 발생한 코핑부 박리는 시공 미흡 및 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. - 금회 점검시 하자 보수가 시행 중이었고, 0.3mm이상 균열의 주입보수, 철근노출부 단면보수가 실시 되었다. 보수 상태는 양호하며, 점검당시 보수 중이므로 차후 정밀안전점검시 추가 보수 물량, 상태 확인 등의 유지 관리가 필요하다.	
교량받침	- 받침본체에서 조사된 본체 부식은 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 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. - 발생된 받침 콘크리트 재료분리 및 철근노출은 시공 미흡, 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 및 사용성 확보차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하다. - 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. - 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 20.5℃(9월 28일)로써 이때 측정유간은 40.0~100.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장은 신규 손상인 포장부 균열 및 접속도로 균열이 확인되었고, 차량의 반복하중, 우수, 공용에 의해 열화가 발생한 것으로 판단된다. 손상부에 대한 즉시보수보다는 주기적인 유지관리로 손상의 정도를 판단하는 것이 바람직하다.	
배수시설	■ 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공 미흡에 의한 그레이팅 파손이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 파손은 차수판 설치 시 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
교량점검시설	■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

2) 영천방향

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판하면의 외관조사 결과, 발생한 박락 및 파손은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.	
Steel Box Girder	거더에 대한 외관조사 결과 박락은 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 내구성 확보차원의 단면보수가 요구된다.	
가로보	가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다. - 교대에 발생한 균열 및 균열부백태는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생한 페 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.	
교각	- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. - 교각 코핑부에 발생한 박리의 경우 시공미흡 및 공용기간 증가에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. - 금회 점검시 하자 보수가 시행 중이었고, 0.3mm이상 균열의 주입보수가 실시되었다. 보수 상태는 양호하며, 점검당시 보수 중이므로 차후 정밀안전점검시 추가 보수 물량, 상태 확인 등의 유지 관리가 필요하다.	
교량받침	- 받침본체에서 조사된 플레이트 부식은 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 채도장이 필요하다. - 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. - 받침콘크리트에서 조사된 철근노출은 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수+방청이 요망된다. - 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. - 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 신축유간 측정결과, 측정일 온도(9월 28일)로써 이때 측정유간은 30.0~110.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장의 본선은 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
배수시설	■ 배수구는 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생된 폐 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다. ■ 방호벽에 발생한 파손은 차량 추돌 등 외부 충격으로 인하여 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
교량점검시설	■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

1) 상주방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.6 ~ 28.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.6 ~ 47.2	40.0	
	하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	
		교각	27.7 ~ 28.7	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	46.0~62.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음	
	하부구조	92.0~93.0	a등급		
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

2) 영천방향

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.1 ~ 28.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.5 ~ 47.6	40.0	
	하부구조	교대	26.1 ~ 27.6	24.0	
		교각	27.4 ~ 28.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		63.0~75.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~115.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
산호교	0.142	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

1) 상주방향

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	균열부백태	표면처리	0.05	0.1	m²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	3.25	4.9	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.0	2.3	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.1	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	76.5	28.7	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	15.0	22.5	m²	—	—	하자
	철근노출	단면보수명칭	0.05	0.1	m²	—	—	하자
	박리	단면보수	6.0	9.0	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.2	0.1	m	54	5	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.05	0.1	m²	165	17	2순위
	플레이트 부식	재도장	55.0	55.0	EA	25	1,375	2순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수명칭	0.08	0.1	m²	215	22	1순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	12.1	18.2	m	54	983	3순위
	이물질퇴적	정비	6.0	9.0	m	25	225	3순위
	후타재 파손	정비	0.07	0.1	m²	25	3	3순위
교면포장	포장부 균열	표면처리	16.0	6.0	m	54	324	3순위
배수시설	그레이팅 파손	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
방호벽	파손	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	22		1,394		1,578		
	재경비 (순공사비의 50%)	11		697		789		
	합계	33		2,091		2,367		
개략공사비 총계(천원)		4,491						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

2) 영천방향

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
바판하면	박락, 파손	단면보수	0.16	0.2	m²	—	—	하자
거더	박락	단면보수	0.15	0.2	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.0	0.8	m	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	8.0	12.0	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	2.5	3.8	m²			하자
	균열부백태	표면처리	0.3	0.5	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	61.5	23.1	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	15.0	22.5	m²	—	—	하자
	표면박리	단면보수	0.45	0.7	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.5	0.2	m	54	11	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	5.6	2.1	m	54	113	3순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수병형	0.04	0.1	EA	215	22	1순위
	플레이트 부식	채도장	65.0	65.0	EA	5	325	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.5	0.8	m²	165	132	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	17.2	25.8	m	54	1,393	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	8.0	12.0	m²	54	648	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.12	0.2	m²	165	33	2순위
	이물질퇴적	정비	9.0	13.5	m	25	338	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	20.0	7.5	m	54	405	3순위
	중분대 파손	단면보수	3.0	4.5	m²	165	743	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비2	22		1,233		2,908		
	재경비 (순공사비의 50%)	11		617		1,454		
	합계	33		1,850		4,362		
개략공사비 총계(천원)		4,580						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산호교에 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 산호교의 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.

8.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

8.2.5 시설물 보수 이력

【표 8.2.2】 산호교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공사	비고
1	신축이음 본체이격 보수, 후타재 파손 보수	하자보수	17년 07월 ~ 17년 12월	-	DL산업	
2	신축이음 후타재균열 보수, 차수판 너트 탈락 보수	하자보수	19년 01월 ~ 19년 06월	-	DL산업	
3	가로보 재료분리 보수, 교대 균열보수, 교각 균열보수, 박리보수	하자보수	19년 07월 ~ 19년 12월	-	DL산업	
4	거더 표면보수 신축이음 정비	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	-	DL산업	
5	교각 주입보수, 단면보수 상부구조 단면보수	하자보수	21년 11월	-	DL산업	

8.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 8.2.3】 내진설계 여부 확인

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

8.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

8.2.8 자료수집 현황

안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료는 각 평가별 보고서 내에 수록하였다.

8.3 현장조사

8.3.1 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~S9	도보, 굴절점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 8.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

8.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산호교는 총 9경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=360.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 굴절점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 8.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 바닥판하면 상태양호	손상현황	• 바닥판하면 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 8.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC Girder는 콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 굴절점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 8.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더에 백태 및 균열부백태가 조사되었다.

【표 8.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	균열부백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	0.30	3
S8	—	—	0.05	1
S9	0.05	1	—	—
합계	0.05	1	0.35	4

			
손상현황	• S9-G1 균열부백태(0.1m×0.5m)	손상현황	• S8-G1 백태(0.1m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 8.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열부백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 백태가 신규 조사되었다.

【표 8.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열부백태	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.35	4	▲ 0.35	신규추가

4) 검토의견

- 거더의 외관조사 결과, 균열부 백태 및 백태가 발생 하였으며, 손상부는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면처리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

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 8.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 재료분리, 균열부백태 등의 손상이 발생하였다.

【표 8.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	0.03	1
S5	0.30	1	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
합계	0.30	1	0.03	1

			
손상현황	• S4 G1~G2 균열부백태 (0.1m×0.3m)	손상현황	• S5 G1~G2 재료분리 (0.3m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 시공미흡, 우수유입	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S9 G2~G3 재료분리 보수현황	손상현황	• S6 G4~G5 재료분리 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 기 손상인 재료분리가 조사되었고, 하자보수로 전구간 보수된 것이 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 재료분리, 균열부백태가 신규 조사되었다.

【표 8.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재료분리	m ²	3.25	6	0.30	1	▼ 2.95	보수/신규추가
	균열부백태	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규추가

4) 검토의견

- 가로보의 외관조사 결과, 기 손상인 재료분리는 보수되었으며, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 신규 발생된 균열부백테, 재료분리는 시공시 마감불량 및 다짐불량, 건조수축, 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수가 필요한 상태이다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 산호교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보, 굴절점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.8】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 교대 상태양호	손상현황	• A2 교대 백태 보수현황
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교대는 금회 정밀안전점검 결과 기 손상인 균열, 백태가 보수된 것이 확인되었고, 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 8.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.00	2	—	—	▼ 6.00	보수실시
	백태	m ²	0.05	1	—	—	▼ 0.05	보수실시

4) 검토의견

- 교대는 현재 손상이 없고, 기 보수부의 상태는 양호하며, 정기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 산호교의 교각은 T형교각 8기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.10】 교각 손상현황

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 8.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P2 교각 균열 보수현황	손상현황	• P3 교각 균열 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• P5 교각 망상균열 보수현황	손상현황	• P6 교각 균열 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• P7 교각 균열 보수현황	손상현황	• P8 교각 표면바리 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 작은 금회 정밀안전점검 결과 기 손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리가 보수된 것이 확인되었고, 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 8.3.10】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	76.50	52	—	—	▼ 76.50	보수실시
	망상균열	m ²	15.00	1	—	—	▼ 15.00	보수실시
	박리	m ²	6.00	1	—	—	▼ 6.00	보수실시

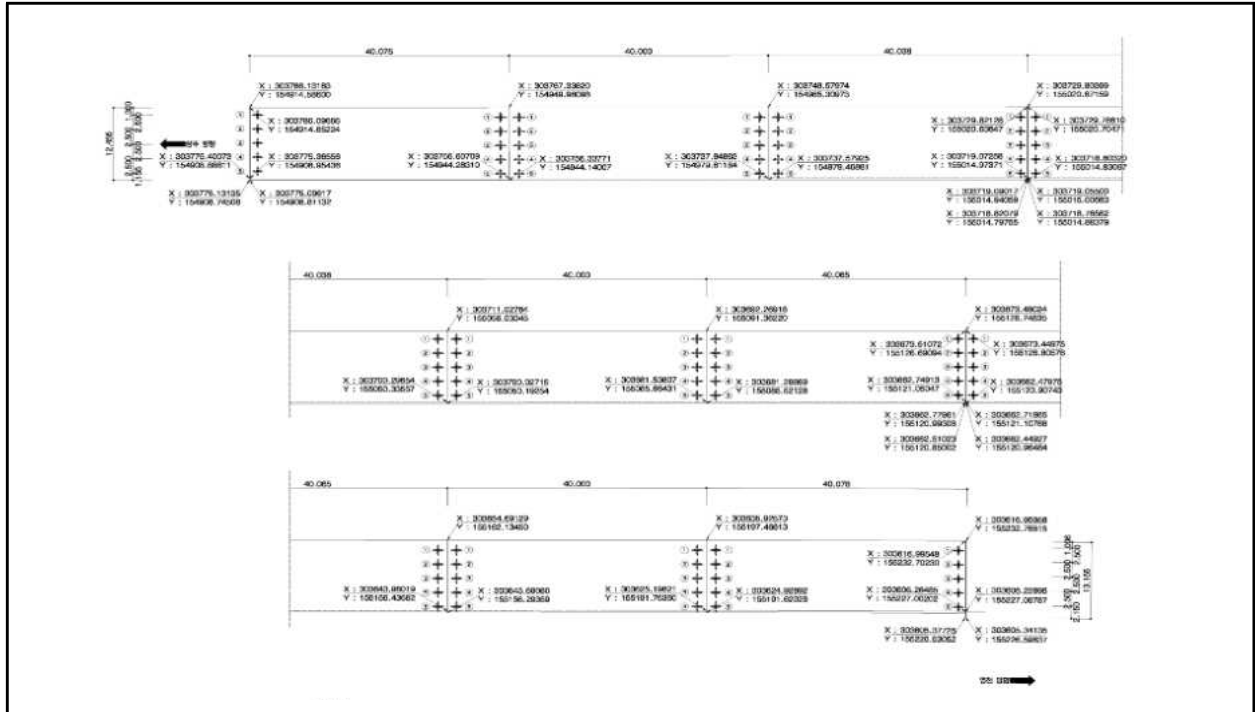
4) 검토의견

- 교각은 현재 손상이 없고, 기 보수부의 상태는 양호하며, 정기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 산호교의 받침은 포트받침 30개, 먼진받침 60개, 총 90개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 8.3.1】 교량받침 배치도



【사진 8.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 경미한 Plate부식이 조사되었으며, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다. 일부 받침에서 조사된 받침콘크리트 재료분리, 철근노출이 확인되었다.

【표 8.3.11】 교량반침 외관조사 결과

구분	Plate부식 (EA/개소)		받침콘크리트철근노출 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	9.00	9	—	—
P2	10.00	10	—	—
P3	—	—	—	—
P4	10.00	10	—	—
P5	10.00	10	—	—
P6	—	—	—	—
P7	8.00	8	—	—
P8	8.00	8	—	—
A2	—	—	0.03	3
합계	55.00	55	0.03	3

			
손상현황	• P4-Sh9 무수축물탈균열 보수현황	손상현황	• P7-Sh10 받침콘크리트재료분리 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• A2-Sh3 받침콘크리트부식 보수현황	손상현황	• P4-Sh10 Plate부식(10EA)
원 인	• 상태양호	원 인	• 신축이음 하부 우수유입
조치방안	—	조치방안	• 재도장

【사진 8.3.13】 교량반침 손상현황

			
손상현황	• P5-Sh9 Plate부식(10EA)	손상현황	• A2-Sh5 받침콘크리트철근노출(0.1m×0.1m×3ea)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	• 신축이음 하부 우수유입
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장

【사진 8.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 Plate부식이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과, 받침콘크리트 철근노출, 받침콘크리트 재료분리, 무수축물탈균열(0.3mm미만)이 보수되었고, 신규 받침콘크리트 철근노출이 조사되었다.

【표 8.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

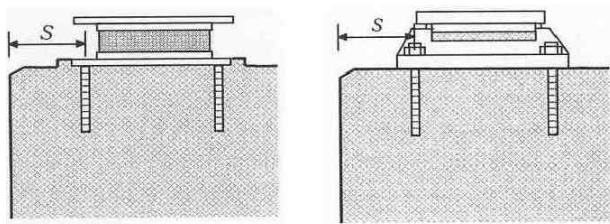
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	—	—	▼ 0.20	보수실시
	받침콘크리트재료분리	m²	0.05	1	—	—	▼ 0.05	보수실시
	Plate부식	EA	55.00	55	55.00	55	— —	변동없음
	받침콘크리트철근노출	m²	0.08	4	0.03	3	▼ 0.05	보수/신규추가

4) 검토의견

- 받침본체에서 조사된 Plate부식은 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.
- 발생된 받침콘크리트 철근노출은 시공 미흡, 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 및 사용성 확보차원의 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 8.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 8.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=40.0m) : $200 + 5 \times 40 = 400(\text{mm})$

【표 8.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		400	810	815	815	810	815	O.K
P1	A1측	400	645	645	770	640	640	O.K
	A2측	400	580	590	700	595	590	O.K
P2	A1측	400	620	630	740	630	630	O.K
	A2측	400	540	540	680	540	530	O.K
P3	A1측	400	610	610	730	620	610	O.K
	A2측	400	590	590	710	590	580	O.K
P4	A1측	400	615	605	740	615	615	O.K
	A2측	400	595	590	725	600	605	O.K
P5	A1측	400	600	595	740	600	590	O.K
	A2측	400	610	615	750	615	615	O.K
P6	A1측	400	610	615	750	615	615	O.K
	A2측	400	610	610	740	610	610	O.K
P7	A1측	400	570	575	700	570	570	O.K
	A2측	400	575	580	720	580	590	O.K
P8	A1측	400	600	595	720	585	595	O.K
	A2측	400	615	625	740	620	620	O.K
A2		400	825	830	835	840	835	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 8.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 8.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P1	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P2	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P3(A1)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P3(A2)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P4	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P5	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P6(A1)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P6(A2)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P7	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P8	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
A2	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
1) 조사당시 온도 : 25.3℃(조사일 : 2023년 9월 05일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 8.3.15】교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동	이동량	허용변위 (mm)
			수축	신장			
A1	SH1	0	100	100	18.2	5.8	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P1	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P2	SH1	0	96	96	6.1	01.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P3(A1)	SH1	-15	85	115	18.2	5.8	±100
	SH2	-15	85	115			±100
	SH3	-15	85	115			±100
	SH4	-15	85	115			±100
	SH5	-15	85	115			±100
P3(A2)	SH6	-20	80	120	18.2	5.8	±100
	SH7	-20	80	120			±100
	SH8	-20	80	120			±100
	SH9	-20	80	120			±100
	SH10	-20	80	120			±100
P4	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 8.3.15】교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	5	101	91			±96
	SH7	5	101	91			±96
	SH8	5	101	91			±96
	SH9	5	101	91			±96
	SH10	5	101	91			±96
P6(A1)	SH1	-15	85	115	18.2	5.8	±100
	SH2	-15	85	115			±100
	SH3	-15	85	115			±100
	SH4	-15	85	115			±100
	SH5	-15	85	115			±100
P6(A2)	SH6	-15	85	115	18.2	5.8	±100
	SH7	-15	85	115			±100
	SH8	-15	85	115			±100
	SH9	-15	85	115			±100
	SH10	-15	85	115			±100
P7	SH1	5	101	91	6.1	1.9	±96
	SH2	5	101	91			±96
	SH3	5	101	91			±96
	SH4	5	101	91			±96
	SH5	5	101	91			±96
	SH6	5	101	91			±96
	SH7	5	101	91			±96
	SH8	5	101	91			±96
	SH9	5	101	91			±96
	SH10	5	101	91			±96
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 8.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P8	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
A2	SH1	20	120	80	18.2	5.8	±100
	SH2	20	120	80			±100
	SH3	20	120	80			±100
	SH4	20	120	80			±100
	SH5	20	120	80			±100
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

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, P6, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 파손, 본체 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 8.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	7.90	19	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	3.30	11	3.00	1	—	—
P6 (EXP J3)	—	—	3.00	1	—	—
A2 (EXP J4)	4.20	14	—	—	0.07	2
합계	15.40	44	6.00	2	0.07	2

			
손상현황	• A1 후타재 균열 (0.2mm/0.5*11EA)	손상현황	• P3 후타재 균열 (0.2mm/0.3*7EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 후타재 균열 (0.2mm/0.3*10EA)	손상현황	• A2 후타재 파손 (0.1m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P6 본체 이물질퇴적 (L=6.0m)	손상현황	• P6 본체 이물질퇴적 (L=6.0m)
원 인	• 공용기간증가, 우수유입	원 인	• 공용기간증가, 우수유입
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 8.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 파손, 본체 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상부의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 후타재 균열이 신규 조사되었다.

【표 8.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

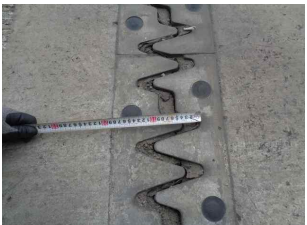
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	12.10	33	15.40	44	▲ 3.30	신규추가
	이물질 퇴적	m	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.07	2	0.07	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상의 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 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 05. 기온 적용: 25.3℃(일평균) ΔT(신장시) : $35^{\circ}\text{C} - 25.3^{\circ}\text{C} = 9.7^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (25.3^{\circ}\text{C}) = 30.3^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 8.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 8.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	25.0	80.0	116.0	
P3	30.3	9.7	0.00001	120.0	36.4	11.6	103.0	100.0	230.0	
P6	30.3	9.7	0.00001	120.0	36.4	11.6	85.0	125.0	260.0	
A2	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	19.0	60.0	105.0	
1) 조사당시 온도 : 25.7℃(조사일 : 2023년 9월 05일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 30℃(보통지방)										

【표 8.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	18.2	5.8	25.0	120.0	43.2	19.2	O.K
P3	36.4	11.6	103.0	250.0	139.4	91.4	O.K
P6	36.4	11.6	85.0	250.0	121.4	73.4	O.K
A2	18.2	5.8	19.0	120.0	37.2	13.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 25.7℃(09월 05일)로써 이때 측정유간은 19.0~103.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



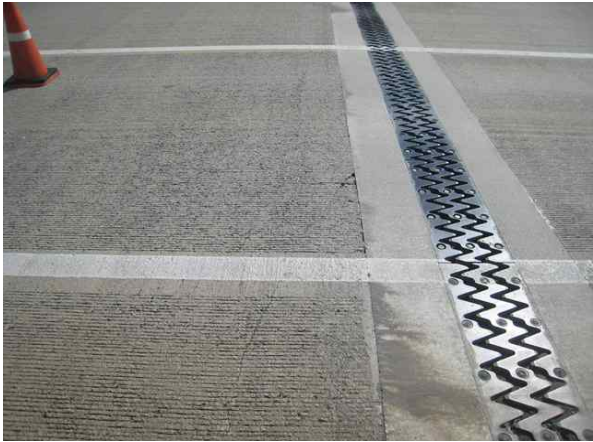
【사진 8.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장 균열(0.3mm미만) 및 포장 파손이 조사되었다.

【표 8.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 균열(0.3mm미만) (m/개소)		포장 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	10.00	1	0.20	1
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	2.50	1
합계	10.00	1	2.70	2

			
손상현황	• S4 포장 균열(L=10.0m)	손상현황	• S4 포장 파손(1.0m×0.2m)
원 인	• 장기공용, 차량운하중, 건조수축	원 인	• 장기공용, 차량운하중, 다짐불량
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검시 포장 균열이 조사되었고, 접속부 포장 균열이 일부 보수된 것이 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 포장 파손이 신규 조사되었다.

【표 8.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	16.00	3	10.00	1	▼ 6.00	일부보수
	포장 파손	m ²	—	—	2.70	1	▲ 2.70	신규추가

4) 검토의견

- 교면포장은 포장 균열 및 포장 파손이 확인되었고, 차량의 반복하중, 우수, 공용에 의해 열화에 의한 손상으로 판단되며, 주행에 문제는 없으나 부재의 사용성 확보차원의 표면처리, 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 8.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 그레이팅 파손이 발생하였다

【표 8.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	그레이팅 파손 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	1.00	1
S9	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• S8 배수구 그레이팅 파손(1EA)	손상현황	• 배수관 상태양호
원 인	• 장기공용, 시공미흡	원 인	—
조치방안	• 정비	조치방안	—

【사진 8.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상인 그레이팅 파손이 발생하였고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

【표 8.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동 없음

4) 검토의견

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공 미흡에 의한 그레이팅 파손이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 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 8.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 방호벽 파손, 중분대 파손이 확인되었다.

【표 8.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	2.01	2
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	2.01	2

			
손상현황	• S4 방호벽 파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• S4 중분대 파손(2.0m×1.0m)
원 인	• 외부충격, 시공미흡 등	원 인	• 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 파손이 발생하였고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

【표 8.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	파손	m ²	0.01	1	2.01	2	▲ 2.00	신규추가

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 파손은 차수판 설치 시 발생한 손상이고, 중앙분리대에 발생한 파손의 경우 차량 추돌 등 외부충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 산호교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.



【사진 8.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 8.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 교대 점검계단 상태양호	손상현황	• 교대 점검계단 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 8.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

8.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산호교는 총 9경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=360.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판하면 전경

바닥판하면 전경

【사진 8.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 파손, 재료분리가 조사되었다.

【표 8.3.28】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	0.20	2
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	0.10	1	—	—
합계	0.10	1	0.20	2

			
손상현황	• S9 파손(0.2m×0.5m)	손상현황	• S9 재료분리(0.1m×1.0m×2EA)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판하면은 기 손상인 파손이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 재료분리가 신규 조사되었다.

【표 8.3.29】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	파손	m ²	0.16	2	0.10	1	▼ 0.06	기존오기
	재료분리	m ²	—	—	0.20	2	▲ 0.20	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 발생한 파손 및 재료분리는 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

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



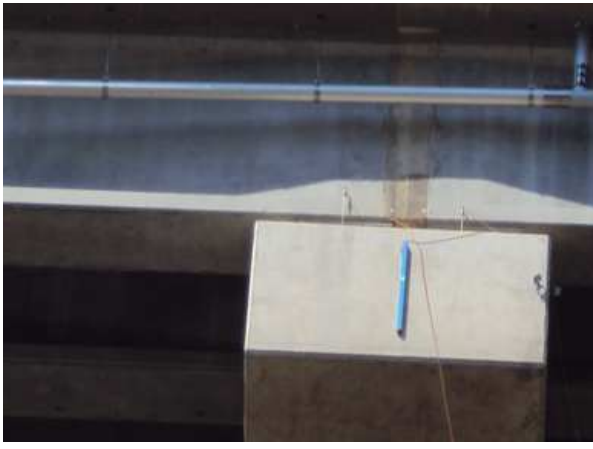
【사진 8.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 8.3.30】 거더 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S4-G5 거더 박락 보수	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• 상태양호	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더는 기 손상인 박락이 보수된 것이 확인되었고 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 8.3.31】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	박락	m ²	0.15	1	—	—	▼ 0.15	보수 실시

4) 검토의견

- 거더에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

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 8.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 재료분리가 조사되었다.

【표 8.3.32】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	0.25	1
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	0.25	1

			
손상현황	• S6 G4~G5 재료분리 (0.5m×0.5m)	손상현황	• A1 균열 (0.3mm미만) 보수 실시
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡	원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보는 기 손상이 없는 양호한 상태였으나, 금회 정밀안전점검 결과 신규 재료분리가 조사되었다.

【표 8.3.33】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재료분리	—	—	—	0.25	1	▲ 0.25	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 조사된 재료분리는 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



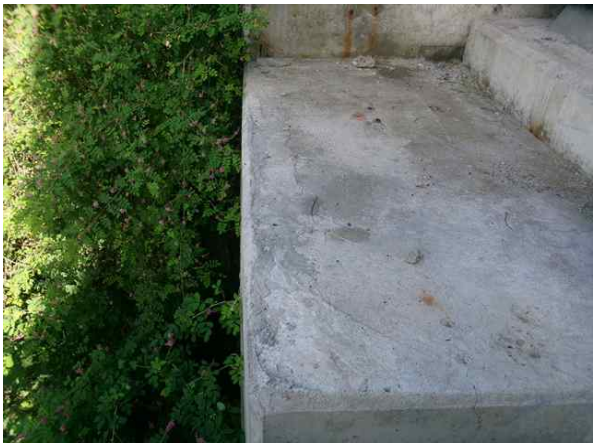
【사진 8.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 들뜸, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 8.3.34】 교대 외관조사 결과

구분	들뜸 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	0.30	1	2.00	2	—	—
A2	—	—	—	—	0.50	1
합계	0.30	1	2.00	2	0.50	1

			
손상현황	• A1 들뜸 (0.2m×1.5m)	손상현황	• A1 페콘크리트퇴적 (1.0m×1.0m×2EA)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 마감미흡	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A2 누수흔적 (0.5m×1.0m)	손상현황	• A2 균열, 균열부백태 보수현황
원 인	• 신축이음 하부 누수, 마감불량	원 인	• 상태양호
조치방안	• 표면처리	조치방안	-
			
손상현황	• A2 페콘크리트퇴적 정비현황	손상현황	• A2 누수흔적 일부 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	-	조치방안	• -

【사진 8.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교대는 전회 점검에서 폐콘크리트퇴적, 누수흔적이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 전구간 보수되었고, 폐콘크리트퇴적, 누수흔적이 일부 보수된 것이 확인되었으며 신규 들뜸이 조사되었다.

【표 8.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	균열부백태	m ²	0.30	2	—	—	▼ 0.30	보수실시
	들뜸	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규추가
	폐콘크리트 퇴적	m ²	10.00	4	2.00	2	▼ 8.00	일부보수
	누수흔적	m ²	3.00	2	0.50	1	▼ 2.50	일부보수

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 일부 보수된 상태이나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 교대에 발생한 들뜸은 장기공용, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생한 폐 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 산호교의 교각은 T형교각 8기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 8.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 8.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—
P2	0.50	1	—	—
P3	—	—	—	—
P4	—	—	—	—
P5	—	—	2.00	1
P6	1.50	1	—	—
P7	—	—	—	—
P8	—	—	—	—
합계	2.00	2	2.00	1

			
손상현황	• P2 균열 (0.2mm/0.5m)	손상현황	• P2 균열 (0.2mm/0.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P5 망상균열 (0.5m x 2.0m)	손상현황	• P6 균열 (0.2mm/1.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P5 균열 보수현황	손상현황	• P7 균열 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면박리 등의 손상이 조사되었으나 금회 정밀안전점검결과 전구간 보수되었고 신규 균열(0.3mm미만), 망상균열이 국부적으로 발생하였다.

【표 8.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	61.50	34	2.00	2	▼ 59.50	일부보수
	망상균열	m ²	15.00	1	2.00	1	▼ 13.00	일부보수
	표면박리	m ²	0.45	1	—	—	▼ 0.45	보수실시

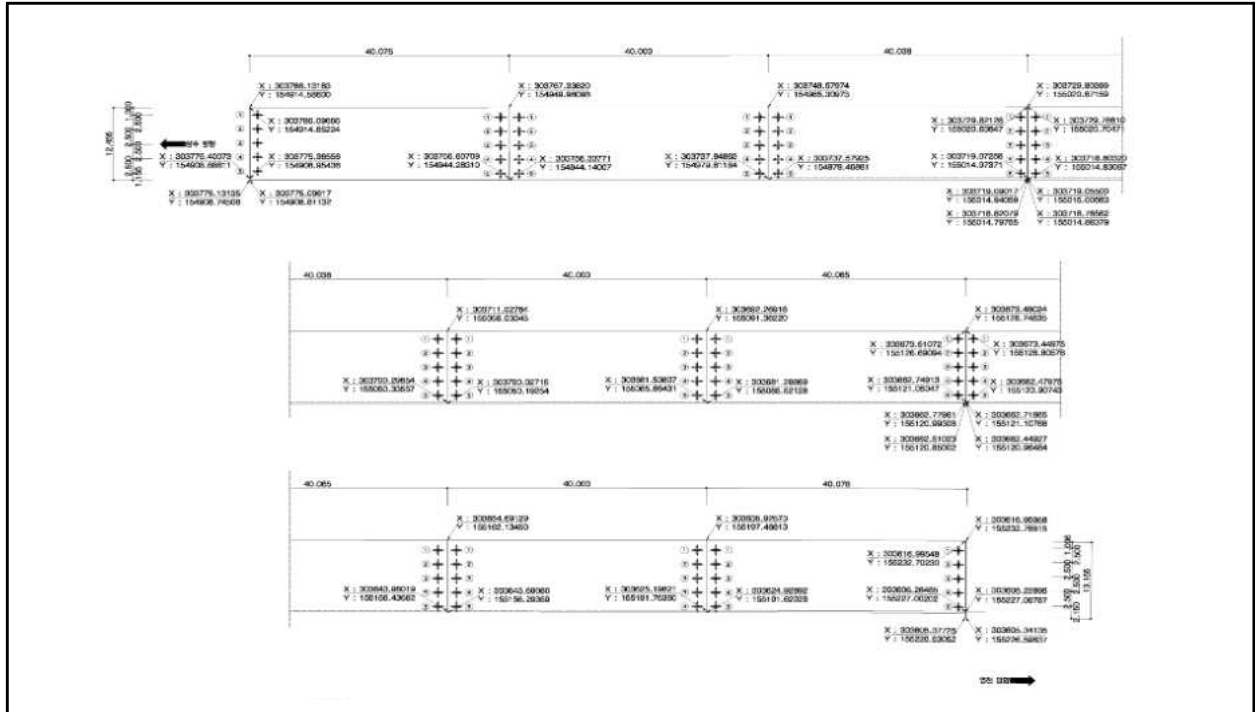
4) 검토의견

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 산호교의 받침은 포트받침 30개, 먼진받침 60개, 총 90개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 8.3.3】 교량받침 배치도



【사진 8.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 경미한 Plate부식이 조사되었으며, 무수축물탈, 받침콘크리트 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다. 일부 받침에서 받침콘크리트 철근노출이 확인되었다.

【표 8.3.38】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		Plate부식 (EA/개소)	
A1	—	—	—	—	5.00	5
P1	—	—	—	—	2.00	2
P2	—	—	—	—	10.00	10
P3	—	—	—	—	10.00	10
P4	0.60	3	—	—	10.00	10
P5	—	—	—	—	10.00	10
P6	—	—	—	—	4.00	4
P7	—	—	0.30	1	10.00	10
P8	—	—	—	—	10.00	10
A2	—	—	—	—	1.00	1
합계	0.60	3	0.30	1	72.00	72

			
손상현황	• P4-Sh5 무수축몰탈균열(0.2mm/0.2m*3EA)	손상현황	• P7-Sh5 반침콘크리트균열(0.2mm/0.3m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4-Sh10 Plate부식(8EA)	손상현황	• P6-Sh10 Plate부식(2EA)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	• 신축이음 하부 우수유입
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장

【사진 8.3.38】 교량반침 손상현황

			
손상현황	• P4-Sh10 무수축몰탈균열 보수현황	손상현황	• P3-Sh4 받침콘크리트균열 보수현황
원 인	• 상태양호	원 인	• 상태양호
조치방안	-	조치방안	-

【사진 8.3.38】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교량받침의 경우 기 손상인 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, Plate부식이 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 인한 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리가 일부 보수된 것이 확인되었고, 무수축몰탈균열 및 Plate부식이 신규 조사되었다.

【표 8.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈균열 (0.3mm미만)	m	0.50	2	0.60	3	▲ 0.10	보수/신규추가
	받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	m	5.60	12	0.30	1	▼ 5.30	일부보수
	받침콘크리트철근노출	m ²	0.04	4	-	-	- -	보수실시
	Plate부식	EA	65.00	65	72.00	72	▲ 7.00	신규추가
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.50	2	-	-	▼ 0.50	보수실시

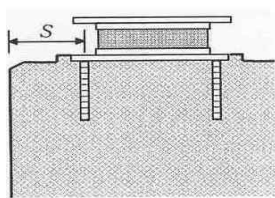
4) 검토의견

- 교량받침 본체에서 조사된 Plate부식은 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.

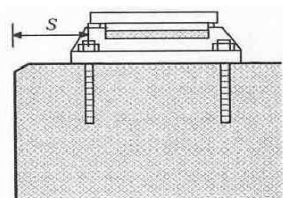
- 받침콘크리트 및 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

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) 강재받침

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

【그림 8.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 8.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

－ 거더 경간길이(L=40.0m) : $200+5 \times 40 = 400(\text{mm})$

【표 8.3.40】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		400	810	820	810	815	810	O.K
P1	A1측	400	550	545	700	540	540	O.K
	A2측	400	630	620	760	625	630	O.K
P2	A1측	400	625	625	755	610	620	O.K
	A2측	400	600	610	740	600	615	O.K
P3	A1측	400	600	610	720	615	610	O.K
	A2측	400	590	595	740	600	620	O.K
P4	A1측	400	620	630	770	615	620	O.K
	A2측	400	585	600	740	610	600	O.K
P5	A1측	400	600	600	740	610	620	O.K
	A2측	400	540	540	675	530	535	O.K
P6	A1측	400	610	620	755	610	600	O.K
	A2측	400	600	610	750	580	590	O.K
P7	A1측	400	595	585	730	590	595	O.K
	A2측	400	610	630	745	620	610	O.K
P8	A1측	400	600	610	730	600	615	O.K
	A2측	400	625	610	745	600	610	O.K
A2		400	830	840	835	840	820	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 8.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 8.3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P1	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P2	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P3(A1)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P3(A2)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P4	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P5	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P6(A1)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P6(A2)	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
P7	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
P8	30.3	9.7	0.00001	20.0	6.1	1.9	
A2	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	
1) 조사당시 온도 : 25.3℃(조사일 : 2023년 9월 05일, 평균온도, 상주)							
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 8.3.42】 교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 최대수축	이동량 최대신장	허용변위 (mm)
			수축	신장			
A1	SH1	0	100	100	18.2	5.8	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P1	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P2	SH1	0	96	96	6.1	01.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P3(A1)	SH1	-15	85	115	18.2	5.8	±100
	SH2	-15	85	115			±100
	SH3	-15	85	115			±100
	SH4	-15	85	115			±100
	SH5	-15	85	115			±100
P3(A2)	SH6	-25	75	125	18.2	5.8	±100
	SH7	-25	75	125			±100
	SH8	-25	75	125			±100
	SH9	-25	75	125			±100
	SH10	-25	75	125			±100
P4	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 8.3.42】 교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P6(A1)	SH1	-20	80	120	18.2	5.8	±100
	SH2	-20	80	120			±100
	SH3	-20	80	120			±100
	SH4	-20	80	120			±100
	SH5	-20	80	120			±100
P6(A2)	SH6	-10	90	110	18.2	5.8	±100
	SH7	-10	90	110			±100
	SH8	-10	90	110			±100
	SH9	-10	90	110			±100
	SH10	-10	90	110			±100
P7	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 8.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P8	SH1	0	96	96	6.1	1.9	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
	SH6	0	96	96			±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
A2	SH1	50	150	50	18.2	5.8	±100
	SH2	50	150	50			±100
	SH3	50	150	50			±100
	SH4	50	150	50			±100
	SH5	50	150	50			±100
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

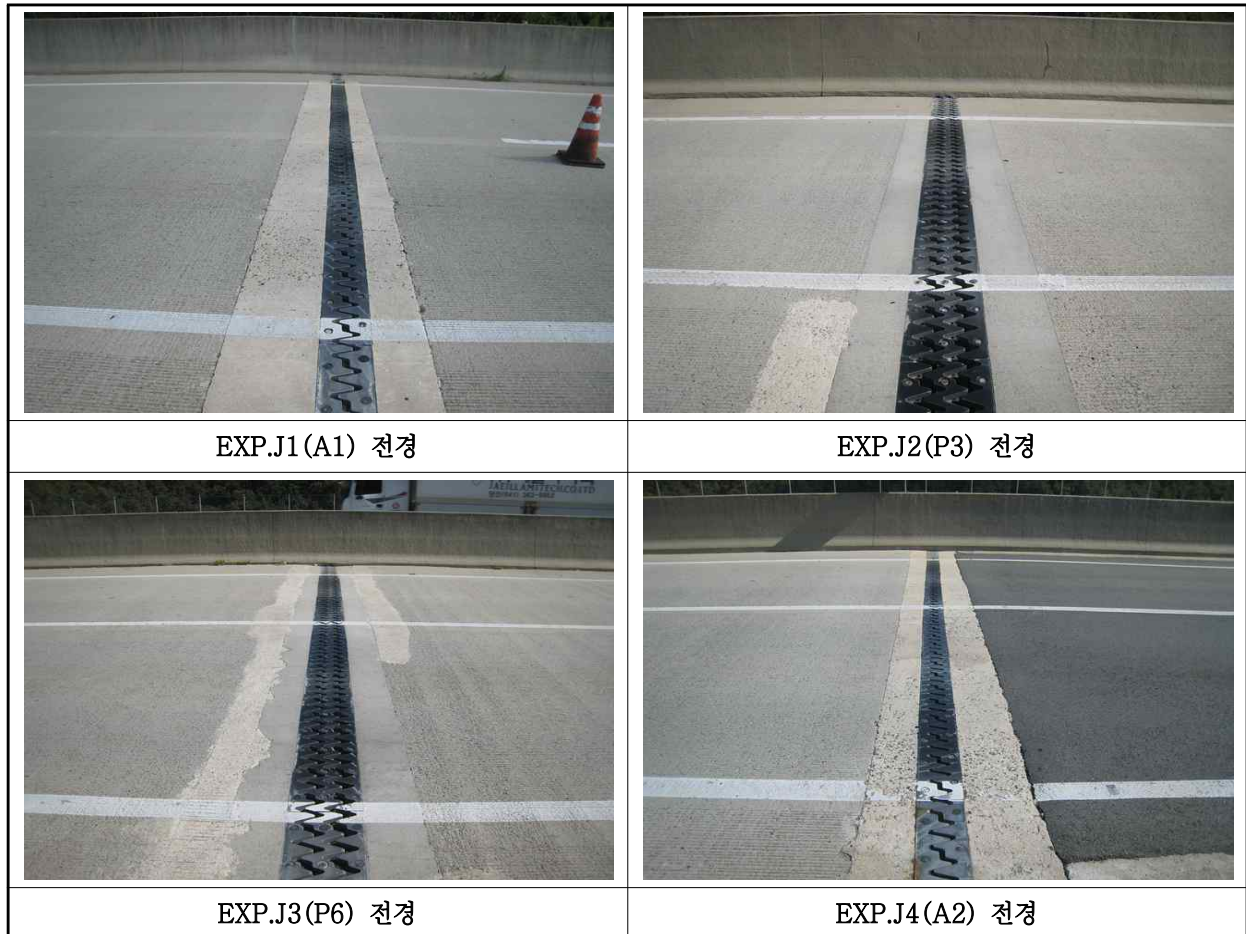
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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, P6, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



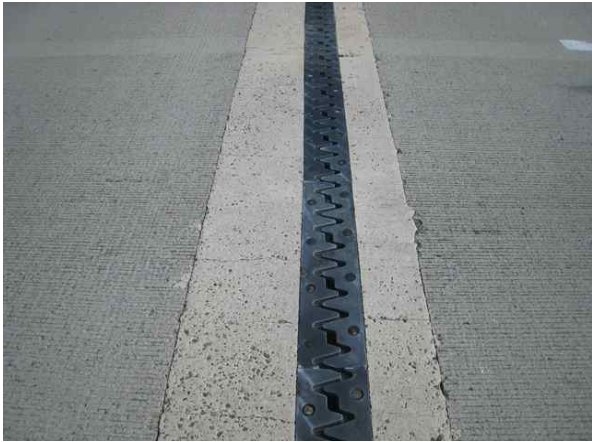
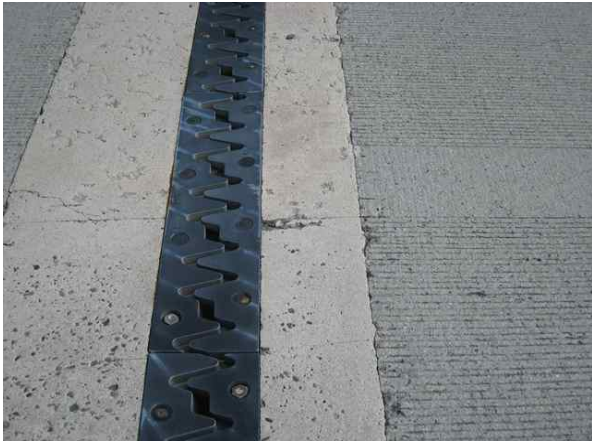
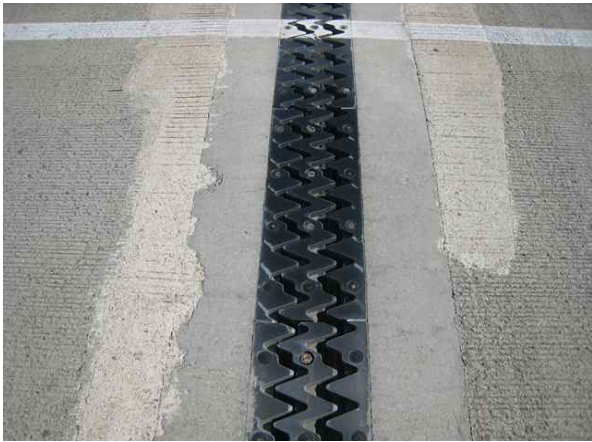
【사진 8.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 후타재 파손, 본체 이물질퇴적이 조사되었고, 차수판 볼트탈락은 보수된 것이 확인되었다.

【표 8.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 망상균열 (m²/개소)		후타재 파손 (m²/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	11.50	29	—	—	0.02	2	3.00	1
P3 (EXP J2)	4.50	15	—	—	—	—	3.00	1
P6 (EXP J3)	1.20	4	—	—	—	—	3.00	1
A2 (EXP J4)	—	—	8.00	2	0.10	1	—	—
합계	17.20	48	8.00	2	0.12	3	9.00	3

			
손상현황	• A1 후타재 균열 (0.2mm/0.5*14EA)	손상현황	• A1 후타재 파손 (0.1m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 후타재 균열 (0.2mm/0.3*15EA)	손상현황	• P6 후타재 균열 (0.2mm/0.3*4EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P6 본체 이물질퇴적 (L=3.0m)	손상현황	• A2 후타재 망상균열 (0.5m×8.0m×2EA)
원 인	• 공용기간증가, 우수유입	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.42】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 파손, 본체 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상부의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 8.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	17.20	48	17.20	48	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	8.00	2	8.00	2	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.12	3	0.12	3	— —	변동없음
	이물질퇴적	m	9.00	3	9.00	3	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열은 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 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 단면 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상의 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 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 05. 기온 적용: 25.3℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-25.3℃ = 9.7℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(25.3℃) = 30.3℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				
	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 8.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 8.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	45.0	80.0	100.0	
P3	30.3	9.7	0.00001	120.0	36.4	11.6	105.0	105.0	235.0	
P6	30.3	9.7	0.00001	120.0	36.4	11.6	105.0	140.0	285.0	
A2	30.3	9.7	0.00001	60.0	18.2	5.8	27.0	130.0	165.0	
1) 조사당시 온도 : 25.7℃(조사일 : 2023년 9월 05일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 30℃(보통지방)										

【표 8.3.46】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	18.2	5.8	45.0	120.0	63.2	39.2	O.K
P3	36.4	11.6	105.0	250.0	141.4	93.4	O.K
P6	36.4	11.6	105.0	250.0	141.4	93.4	O.K
A2	18.2	5.8	27.0	120.0	45.2	21.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 25.7℃ (09월 05일)로써 이때 측정유간은 27.0~105.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 8.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 8.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 교면포장 상태양호	손상현황	• 교면포장 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 8.3.45】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 8.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 교면포장의 본선은 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 8.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘이 조사되었다.

【표 8.3.49】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)	
S1	—	—
S2	2.00	2
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	1.00	1
S9	—	—
합계	3.00	3

			
손상현황	• S2 배수구 막힘 (2EA)	손상현황	• S8 배수구 막힘 (1EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입	원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 8.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 전회 점검에서 손상이 없는 양호한 상태였으나, 금회 정밀안전점검 결과 배수구 막힘이 신규 조사되었다.

【표 8.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 교량 인근 사면 및 성토부에서의 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 8.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 중앙분리대 균열(0.3mm미만), 중앙분리대 파손이 확인되었다.

【표 8.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	6.00	6	—	—
S3	1.00	1	—	—
S4	5.00	5	3.00	1
S5	5.00	5	—	—
S6	3.00	3	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
합계	20.00	20	3.00	1

			
손상현황	• S5 중분대 균열(0.2mm/1.0m*5EA)	손상현황	• S4 중분대 파손(3.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 단면보수

【사진 8.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 중앙분리대 균열(0.3mm미만), 중앙분리대 파손의 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 8.3.52】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	20.00	20	20.00	20	— —	변동없음
	중분대 파손	m ²	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생된 폐 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.
- 방호벽에 발생한 파손은 차량 추돌 등 외부 충격으로 인하여 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 산호교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.



교대 점검계단 전경

【사진 8.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 8.3.53】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
P10	—	—
P11	—	—
합계	—	—



손상현황	• 교대 점검계단 상태양호
원 인	—
조치방안	—

【사진 8.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 8.3.54】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

8.3.4 외관조사 총괄표

【표 8.3.55】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거터	균열부백태	m ²	0.05	1	
	백태	m ²	0.35	4	
가로보	재료분리	m ²	0.30	1	
	균열부백태	m ²	0.03	1	
교대	상태양호	—	—	—	
교각	상태양호	—	—	—	
교량받침	Plate부식	EA	55.00	55	
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.03	3	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	15.40	44	
	이물질퇴적	m	6.00	2	
	후타재 파손	m ²	0.07	2	
교면포장	포장 균열	m	10.00	1	
	포장 파손	m ²	2.70	2	
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	파손	m ²	2.01	2	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 8.3.56】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	파손	m ²	0.10	1	
	재료분리	m ²	0.20	2	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	재료분리	m ²	0.25	1	
교대	뜯뜸	m ²	0.30	1	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	2.00	2	
	누수흔적	m ²	0.50	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	
	망상균열	m ²	2.00	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.60	3	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	
	Plate부식	EA	72.00	72	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	17.20	48	
	후타재 망상균열	m ²	8.00	2	
	후타재 파손	m ²	0.12	3	
	이물질퇴적	m	9.00	3	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수구 막힘	EA	3.00	3	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	20.00	20	
	중분대 파손	m ²	3.00	1	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

8.3.5 전회차 손상물량 비교 (상주방향)

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
거더	균열부백태	m ²	0.05	1	0.05	1	—	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.35	4	▲ 0.35	신규추가
가로보	재료분리	m ²	3.25	6	0.30	1	▼ 2.95	보수/신규추가
	균열부백태	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규추가
교대	균열(0.3mm미만)	m	6.00	2	—	—	▼ 6.00	보수실시
	백태	m ²	0.05	1	—	—	▼ 0.05	보수실시
교각	균열(0.3mm미만)	m	76.50	52	—	—	▼ 76.50	보수실시
	망상균열	m ²	15.00	1	—	—	▼ 15.00	보수실시
	박리	m ²	6.00	1	—	—	▼ 6.00	보수실시
교량받침	무수축물탈락균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	—	—	▼ 0.20	보수실시
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.05	1	—	—	▼ 0.05	보수실시
	Plate부식	EA	55.00	55	55.00	55	—	변동없음
	받침콘크리트철근노출	m ²	0.08	4	0.03	3	▼ 0.05	보수/신규추가
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	12.10	33	15.40	44	▲ 3.30	신규추가
	이물질 퇴적	m	6.00	2	6.00	2	—	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.07	2	0.07	2	—	변동없음
교면포장	포장 균열	m	16.00	3	10.00	1	▼ 6.00	일부보수
	포장 파손	m ²	—	—	2.70	1	▲ 2.70	신규추가
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.00	1	1.00	1	—	변동 없음
방호벽	파손	m ²	0.01	1	2.01	2	▲ 2.00	신규추가
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—

8.3.6 전회차 손상물량 비교 (영천방향)

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	파손	m ²	0.16	2	0.10	1	▼ 0.06	기존오기
	재료분리	m ²	—	—	0.20	2	▲ 0.20	신규손상
거더	박락	m ²	0.15	1	—	—	▼ 0.15	보수실시
가로보	재료분리	—	—	—	0.25	1	▲ 0.25	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수실시
	균열부백태	m ²	0.30	2	—	—	▼ 0.30	보수실시
	들뜸	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규추가
	폐콘크리트 퇴적	m ²	10.00	4	2.00	2	▼ 8.00	일부보수
	누수흔적	m ²	3.00	2	0.50	1	▼ 2.50	일부보수
교각	균열(0.3mm미만)	m	61.50	34	2.00	2	▼ 59.50	일부보수
	망상균열	m ²	15.00	1	2.00	1	▼ 13.00	일부보수
	표면박리	m ²	0.45	1	—	—	▼ 0.45	보수실시
교량받침	무수축물탈균열 (0.3mm미만)	m	0.50	2	0.60	3	▲ 0.10	보수/신규추가
	받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	m	5.60	12	0.30	1	▼ 5.30	일부보수
	받침콘크리트철근노출	m ²	0.04	4	—	—	— —	보수실시
	Plate부식	EA	65.00	65	72.00	72	▲ 7.00	신규추가
	받침콘크리트재료분리	m ²	0.50	2	—	—	▼ 0.50	보수실시
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	17.20	48	17.20	48	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	8.00	2	8.00	2	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.12	3	0.12	3	— —	변동없음
	이물질퇴적	m	9.00	3	9.00	3	— —	변동없음
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
배수시설	배수구 막힘	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	20.00	20	20.00	20	— —	변동없음
	중분대 파손	m ²	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

8.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

8.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정, 염화물침투량 시험 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 8.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	8	8	9	8	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	3	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		2	2	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

【표 8.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	8	8	9	9	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	2	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		2	2	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	—	—	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

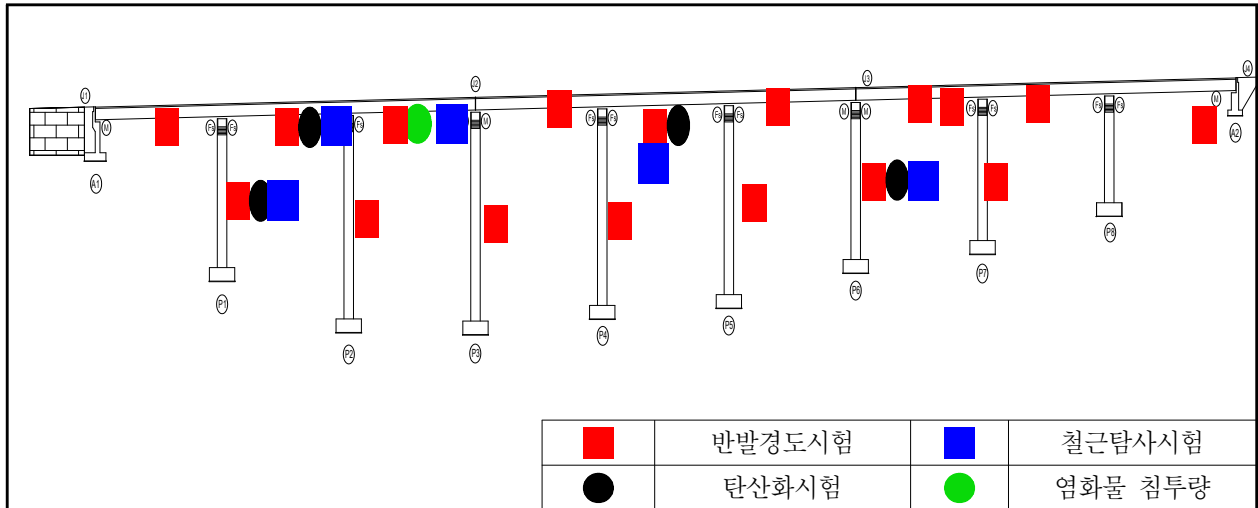
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

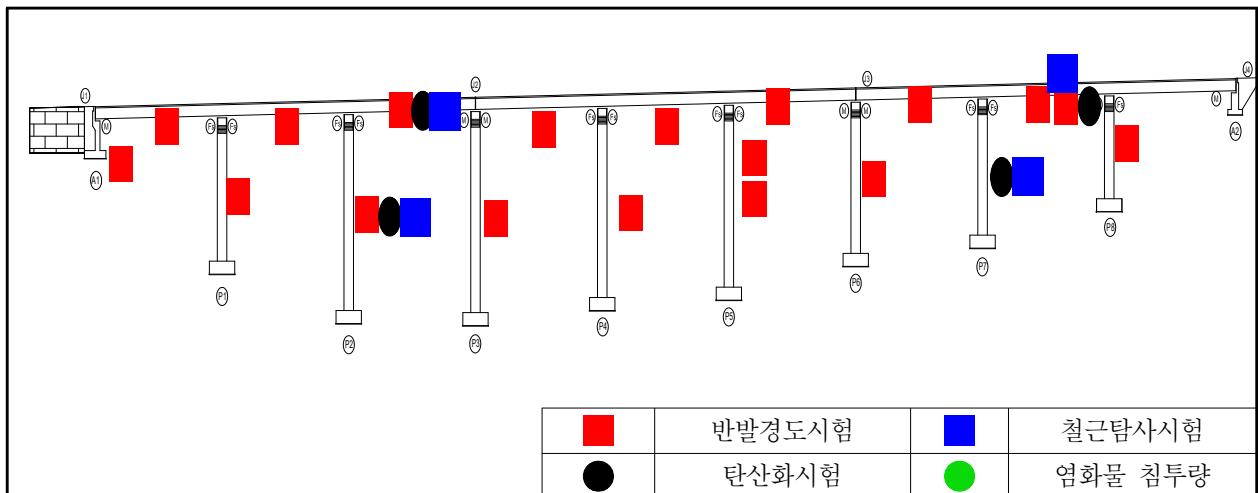
	
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황
	
철근탐사시험	염화물침투량 시험

【사진 8.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 8.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 8.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

8.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 17개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 8.4.3】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2 바닥판하면	47.3	27.0	27.9	0.64	27.0	
	S4 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S5 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S6 바닥판하면	47.8	27.4	28.2			
	S7 바닥판하면	48.2	27.8	28.3			
	S8 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S3 가로보	47.8	27.4	28.2			

【표 8.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1-G1 거더	49.1	40.5	47.6	0.64	40.0	
	S7-G1 거더	49.7	41.1	48.5			

【표 8.4.5】 하부구조(교대) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	46.0	26.0	27.3	0.64	24.0	

【표 8.4.6】하부구조(교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1 교각	48.5	28.0	28.5	0.64	27.0	
	P2 교각	47.7	27.4	28.1			
	P3 교각	48.0	27.6	28.2			
	P4 교각	47.6	27.3	28.1			
	P5 교각	47.4	27.1	28.0			
	P6 교각	48.4	27.9	28.4			
	P7 교각	47.7	27.4	28.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.0~28.3MPa, 상부구조(거더) 40.5~48.5MPa, 하부구조(교대) 26.0~27.3MPa, 하부구조(교각) 27.1~28.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 8.4.7】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.3	27.0	100.0 ~ 104.8
	거더	40.5 ~ 48.5	40.0	101.3 ~ 121.2
하부구조	교대	26.0 ~ 27.3	24.0	108.3 ~ 113.8
	교각	27.1 ~ 28.5	27.0	100.4 ~ 105.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.8】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판가로보	28.1 ~ 28.7	27.0 ~ 28.3	27.0
	거더	40.7 ~ 47.6	40.5 ~ 48.5	40.0
	교대	26.1 ~ 27.6	26.0 ~ 27.3	24.0
	교각	27.4 ~ 28.3	27.1 ~ 28.5	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 8.4.9】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S2 바닥판하면	4.0	36.0	32.0	a	1.63	100년이상	
	S5 바닥판하면	3.5	36.0	32.5	a	1.43	100년이상	
하부구조	P1 교각	6.0	62.0	56.0	a	2.45	100년이상	
	P6 교각	5.0	64.0	59.0	a	2.04	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.5~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 8.4.10】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.5~4.0	32.0~32.5	
하부구조	5.0~6.0	56.0~59.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.11】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	2.5~5.5	56.5~64.5	a	3.5~4.0	32.0~32.5	a	
하부구조	4.5~6.5	98.5~104.0	a	5.0~6.0	56.0~59.0	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.						

3) 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 18개소)을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 8.4.12】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.3	27.0	27.9	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	48.2	27.8	28.3			
	S5 바닥판하면	48.3	27.8	28.4			
	S6 바닥판하면	48.2	27.8	28.3			
	S7 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S8 바닥판하면	48.0	27.6	28.2			
	S4 가로보	48.1	27.4	28.2			

【표 8.4.13】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G2 거더	50.9	42.3	50.2	0.64	40.0	
	S8-G5 거더	51.9	43.3	51.7			

【표 8.4.14】 하부구조(교대) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.1	24.4	26.5	0.64	24.0	

【표 8.4.15】하부구조(교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1 교각	47.7	27.4	28.1	0.64	27.0	
	P2 교각	48.5	28.0	28.5			
	P3 교각	47.5	27.2	28.0			
	P4 교각	48.1	27.7	28.3			
	P5 교각	48.0	27.6	28.2			
	P5 교각(비건전)	47.5	27.2	28.0			
	P6 교각	47.9	27.5	28.2			
	P8 교각	48.1	27.7	28.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.0~28.4MPa, 상부구조(거더) 42.3~51.7MPa, 하부구조(교대) 24.4~26.5MPa, 하부구조(교각) 27.2~28.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 8.4.16】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판, 가로보	27.0 ~ 28.4	27.0	100.0 ~ 105.2
	거더	42.3 ~ 51.7	40.0	105.7 ~ 129.3
하부구조	교대	24.4 ~ 26.5	24.0	101.7 ~ 110.4
	교각	27.2 ~ 28.5	27.0	100.7 ~ 105.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.17】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판가로보	28.1 ~ 28.7	27.0 ~ 28.4	27.0
	거더	40.5 ~ 47.6	42.3 ~ 51.7	40.0
	교대	26.1 ~ 27.6	24.4 ~ 26.5	24.0
	교각	27.4 ~ 28.3	27.2 ~ 28.5	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 8.4.18】 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	S3 바닥판하면	4.0	47.0	43.0	a	1.63	100년이상	
	S8 바닥판하면	5.0	44.0	39.0	a	2.04	100년이상	
하부구조	P2 교각	6.5	64.0	57.5	a	2.65	100년이상	
	P8 교각	6.0	76.0	70.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~6.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 8.4.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0~5.0	39.0~43.0	
하부구조	6.0~6.5	57.5~70.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 8.4.20】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	3.0~4.0	47.0~63.0	a	4.0~5.0	39.0~43.0	a	
하부구조	5.0~7.0	93.0~95.0	a	6.0~6.5	57.5~70.0	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.						

3) 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 8.4.21】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판/가로보	27.0 ~ 28.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	42.3 ~ 51.7	40.0	
	하부구조	교대	24.4 ~ 26.5	24.0	
		교각	27.2 ~ 28.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		32.0~32.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		56.0~59.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 8.4.22】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과			비 고	
			측정결과		설계기준		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판/가로보	27.0	~	28.3	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.5	~	48.5	40.0	
	하부구조	교대	26.0	~	27.3	24.0	
		교각	27.1	~	28.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		39.0~43.0		a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음	
	하부구조		57.5~70.0		a등급		
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임						

라. 기 점검결과와 비교

【표 8.4.23】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판가로보	27.6	~	28.7	27.0	~	28.4	■ 강도저하 없음
		거더	40.6	~	47.2	42.3	~	51.7	
	하부구조	교대	26.2	~	27.9	24.4	~	26.5	
		교각	27.7	~	28.7	27.2	~	28.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		46.0~62.0		a	32.0~32.5		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~93.0		a	56.0~59.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 8.4.24】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판가로보	28.1	~	28.7	27.0	~	28.3	■ 강도저하 없음
		거더	40.5	~	47.6	40.5	~	48.5	
	하부구조	교대	26.1	~	27.6	26.0	~	27.3	
		교각	27.4	~	28.3	27.1	~	28.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		63.0~75.0		a	39.0~43.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		93.0~115.5		a	57.5~70.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

마. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

8.5 안전성능 평가

시설물의 상태안전성능평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12.)』의 상태안전성능평가 기준에 따라 실시한다.

8.5.1 상태안전성능 평가

상태안전성능평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

가. 상주방향 상태안전성능평가 결과

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

【표 8.5.1】 상주방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	IPC	a	a	a	a	a	a	c	a	a	q
S2	P1	IPC	a	a	a	a	a	a	—	b	a	q
S3	P2	IPC	a	a	a	a	a	a	—	b	a	q
S4	P3	IPC	a	a	b	b	a	c	b	a	a	q
S5	P4	IPC	a	a	b	a	a	a	—	b	a	q
S6	P5	IPC	a	a	a	a	a	a	—	b	a	q
S7	P6	IPC	a	b	a	a	a	a	b	a	a	q
S8	P7	IPC	a	b	b	a	b	a	—	b	a	q
S9	P8	IPC	a	b	b	a	a	a	—	b	a	q
	A2								c	c	a	q
평균			0.100	0.133	0.144	0.111	0.111	0.133	0.300	0.190	0.100	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.015	0.033	0.006	0.004	0.003	0.003	0.021	0.029	0.025	—
											0.139	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.139) < 0.260$

나. 상주방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생한 상태로 지속적인 관찰 후 보수가 필요한 “b” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

부분적 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “c” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 영천방향 상태안전성능평가 결과

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

【표 8.5.2】 영천방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	IPC	a	a	a	a	a	a	c	b	b	q
S2	P1	IPC	a	a	a	a	b	b	—	b	a	q
S3	P2	IPC	a	a	a	a	a	b	—	b	b	q
S4	P3	IPC	b	a	a	a	a	c	b	b	a	q
S5	P4	IPC	a	a	a	a	a	b	—	b	a	q
S6	P5	IPC	a	a	b	a	a	b	—	b	b	q
S7	P6	IPC	a	a	a	a	a	a	b	b	b	q
S8	P7	IPC	a	a	a	a	b	a	—	b	a	q
S9	P8	IPC	b	a	a	a	a	a	—	b	a	q
	A2								c	b	b	q
평균			0.122	0.100	0.111	0.100	0.122	0.178	0.300	0.200	0.150	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.025	0.004	0.004	0.004	0.004	0.021	0.030	0.038	—
											0.148	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.148) < 0.260$

라. 영천방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생한 상태로 지속적인 관찰 후 보수가 필요한 “b” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

문제가 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

부분적 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 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 8.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.139	B	360	2	720	0.500	0.070
영천방향	0.148	B	360	2	720	0.500	0.074
합계(Σ)			720	4	1,440	1.000	0.143
1. 평가지수 =							0.143
2. 상태평가결과 =							B

8.5.2 구조안전성능평가

금회 과업은 2종 성능평가로써 기 진단(구조해석)자료가 부재한 상태로 설계당시 준공도면, 구조계산서 등 기초자료를 검토하여 구조안전성능평가를 실시하였다.

구조안전성능 항목별 평가방법은 정량적으로 평가하기 어렵거나 또한 다양한 경우가 대부분이므로 상호의 평가결과를 비교하는 것이 필수적이다.

본 장에 기술되지 않은 평가항목으로서 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 구조안전성능 기준을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한, 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

가. 구조안전성능평가 결과산정

1) 바닥판 및 IPC GIRDER

(1) 교량형식

- 구조형식 : IPC GIRDER교
- 경 간 장 : 9@40 = 360.0 m
- 폭 원 : 12.455 m
- 교량등급 : 1등급
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

- ① 설계기준강도 : $f_{ck} = 27MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 25,500MPa$

○ 철근

- ① 항복강도 : $f_y = 400MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 200,000MPa$

○ IPC GIRDER 콘크리트

- ① 설계기준강도 : $f_{ck} = 40MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 29,300MPa$

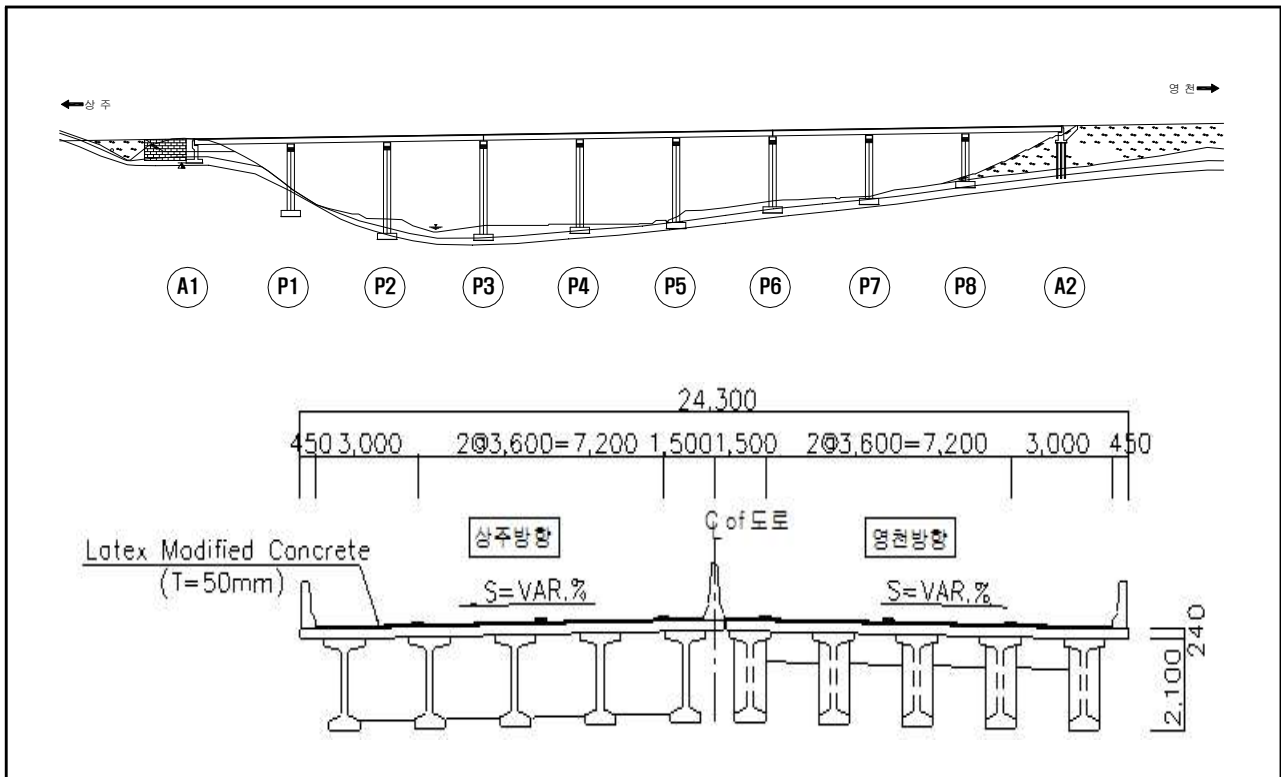
○ 철근

- ① 항복강도 : $f_y = 300MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 200,000MPa$

○ PS강재 - SWPC 7B ϕ 15.2mm

- ① 인장강도 : $f_{pu} = 1,900MPa$
- ② 항복강도 : $F_{py} = 1,600MPa$
- ② 탄성계수 : $E_p = 200,000MPa$

(3) 검토단면



(4) 구조계산 결과요약

■ 구조해석 결과

구 분	고정하중 모멘트 (kN · m)	활하중 모멘트 (kN · m)	계수하중 모멘트 (kN · m)	소요 철근량 (cm ²)	사용 철근량 (cm ²)	공칭 모멘트 (kN · m)	결과
켄틸레버부 (방호벽G1측)	5.642	0.000	39.181	6.610	16.270	57.900	O.K
켄틸레버부 (중앙분리대측)	11.644	18.353	70.842	12.310	16.270	91.720	O.K

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

본 과업에서는 교량별 바닥판 및 주거더(IPC GIRDER)에 대하여 세부지침(2022.12)을 토대로 설계하중에 대한 구조검토 결과를 이용하여 기본내하력을 산정한다.

2) 허용응력설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율 (RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_{LS(1+i)}}$$

여기서, RF : 내하율

f_a : 재료의 허용응력

f_d : 고정하중에 의한 응력

$f_{LS(1+i)}$: 충격계수를 고려한 설계활하중(LS-22)에 의한 응력

② 내하력(Load Carrying Capacity)

$$\text{기본내하력(P)} = \text{RF} \times \text{Pr}$$

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중(LS-22)

3) 강도설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d \cdot M_d}{\gamma_\ell \cdot M_\ell(1+i)}$$

여기서, RF : 내하율

ϕM_n : 설계휨강도

M_d : 고정하중에 의한 모멘트

$M_\ell(1+i)$: 충격계수를 고려한 설계활하중에 의한 모멘트

γ_d : 고정하중계수(1.3)

γ_ℓ : 활하중계수(2.15)

② 내하력(Load Carrying Capacity)

$$\text{기본내하력(P)} = \text{RF} \times \text{Pr}$$

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중

■ 허용응력설계법에 의한 IPC GIRDER의 내하율 평가결과

구 분			허용응력 (MPa)	설계사하중응력 (MPa)	설계활하중응력 (MPa)	내하율 (R.F)
산호교	외측 거더	상연	16.0	11.88	1.41	2.922
		하연	-3.2	6.61	-3.45	2.843
	내측 거더	상연	16.0	11.87	1.57	2.631
		하연	-3.2	6.65	-4.00	2.463

구 분		내하율	설계하중	기본내하력
외측주형	상연	2.922	DB-24	설계하중 이상
	하연	2.843	DB-24	설계하중 이상
내측주형	상연	2.631	DB-24	설계하중 이상
	하연	2.463	DB-24	설계하중 이상

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하력 평가결과

구 분	ϕM_n	M_d	$M_l(1+i)$	$R.F$
켄틸레버부	91.72	11.644	18.353	4.363

구 분	내하율(RF)	설계하중	기본내하력(P)
켄틸레버부	4.36	DB-24	설계하중 이상

4) 내하력평가 결과

바닥판의 기본내하력은 강도설계법에 따라 평가하였고, 주거더(IPC GIRDER)의 경우는 허용응력설계법에 따라 검토하였다. 검토 결과, 모두 설계내하력인 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. 다음은 내하력평가 결과를 보여준다.

8.5.3 안전성능평가 결과

평가대상에 대하여 상태안전성능 및 구조안전성능을 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태안전성능지수와 구조안전성능지수를 비교하여 작은 값을 최종 안전성능지수로 결정하여 교량의 안전성능 결과를 결정한다.

단, 구조안전성능을 실시하지 않은 경우는 상태안전성능지수를 안전성능지수로 갈음한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
산호교	0.143	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.143로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

8.6 내구성능 평가

8.6.1 콘크리트 내구성능 평가

콘크리트의 내구성능 평가항목은 크게 열화진전평가와 열화환경평가로 구분되며, 열화진전평가로는 탄산화 깊이, 염화물 함유량, 피복 콘크리트의 품질이며, 열화환경평가는 비래염분에 의한 염해환경 및 동결융해의 반복에 의한 동해환경이다.

콘크리트 내구성능 평가 결과 산정방법은 내구성능 평가 지표별 결과 중 가장 낮은 등급인 최저등급을 반영한다.

열화진전평가는 각 세부부재별로 정해진 시험수량과 개소에서 실시하며, 열화환경평가는 전체 시설물을 대상으로 실시한다.

열화진전평가와 열화환경평가는 독립적으로 실시하며, 대상 시설물의 내구성능 등급에는 열화진전평가만이 사용되며, 열화환경평가는 종합등급 산정에는 활용하지 않으며 기타 구조물의 유지관리 업무에 활용된다.

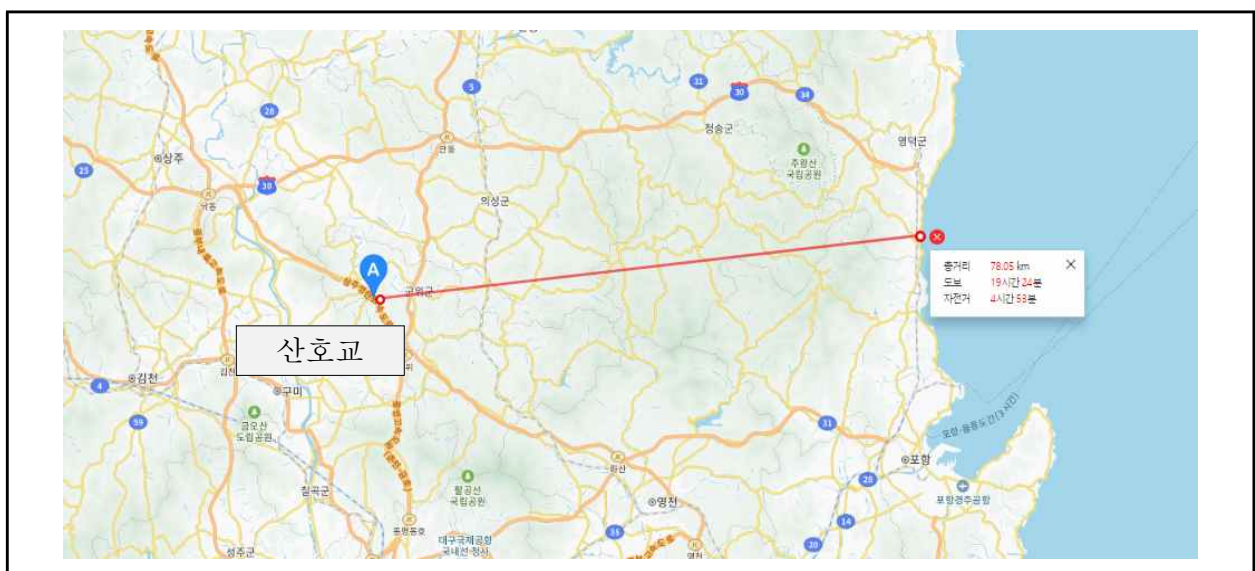
8.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 대구광역시 군위군 소보면 서경리에 위치하며, 동해안으로부터 약 78.1km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과, 동해안으로부터 교량까지의 거리가 500m를 초과하여 평가등급은 A등급으로 분석되었다.



【그림 8.6.1】 위치도

【표 8.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	동해안	전지역	500초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2013년부터 2022년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.5일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 8.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	대구광역시 군위군 소보면 서경리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	0일	2017.11~2018.3	7일	2020.11~2021.3	2일
2014.11~2015.3	0일	2018.11~2019.3	1일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	2일	2019.11~2020.3	0일	2022.11~2023.3	1일
2016.11~2017.3	2일	평균 강설일수			1.5일

주) 강설일수는 최근 10년간 최심신적설이 발생한 일수의 연간 평균값, *참고 : 기상자료개방포털 (<https://data.kma.go.kr/>)

주) 해당 시설물의 위치인 영천 관측소에는 최심신적설 자료가 구비되어있지 않아 인근 지역인 대구 관측소의 2013년부터 2022년 까지 10년간의 기록으로 평가하였음

나. 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃} & {강수량 > 0}인 연평균 일수

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

{일 최저기온 < -2.2℃} & {일 최고기온 > 0℃}인 연평균 일수

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.9회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 57.4회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연평균 5.7회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 8.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 소보면 서경리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	67일	2017.11~2018.3	62일	2020.11~2021.3	49일
2014.11~2015.3	70일	2018.11~2019.3	54일	2021.11~2022.3	65일
2015.11~2016.3	51일	2019.11~2020.3	34일	2022.11~2023.3	63일
2016.11~2017.3	59일	동결융해 횟수 (수분접촉)			57.4회

【표 8.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	대구광역시 군위군 소보면 서경리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	3일	2017.11~2018.3	6일	2020.11~2021.3	6일
2014.11~2015.3	13일	2018.11~2019.3	7일	2021.11~2022.3	2일
2015.11~2016.3	5일	2019.11~2020.3	1일	2022.11~2023.3	5일
2016.11~2017.3	9일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			5.7회

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 8.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
		0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	S3 바닥	5.146	0.806	0.726	b

【표 8.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S3	—	—	3.182

【표 8.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/m³)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	바닥판	S3	30년 초과	a

【표 8.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S3	b	a	b

2) 탄산화 깊이

【표 8.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	상주방향	S2 바닥판하면	4.0	1.63	30년 초과	a	a
		S5 바닥판하면	3.5	1.43	30년 초과	a	a
		P1 교각	6.0	2.45	30년 초과	a	a
		P6 교각	5.0	2.04	30년 초과	a	a
	영천방향	S3 바닥판하면	4.0	1.63	30년 초과	a	a
		S8 바닥판하면	5.0	2.04	30년 초과	a	a
		P2 교각	6.5	2.65	30년 초과	a	a
		P8 교각	6.0	2.45	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 8.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	S2 바닥판하면	101.8	—	a	0.10	a
		S4 바닥판하면	102.5	—	a		
		S5 바닥판하면	102.5	—	a		
		S6 바닥판하면	102.9	—	a		
		S7 바닥판하면	103.9	—	a		
		S8 바닥판하면	102.5	—	a		
		S4 가로보	102.9	—	a		
		S1-G1 거더	110.1	—	a		
		S7-G1 거더	112.0	—	a	0.10	a
		A2 교대	111.0	—	a		
		P1 교각	104.6	—	a		
		P2 교각	102.7	—	a		
		P3 교각	103.4	—	a		
		P4 교각	102.5	—	a		
		P5 교각	102.0	—	a		
		P6 교각	104.4	—	a		
		P7 교각	102.7	—	a		

【표 8.6.16】 피복 콘크리트의 품질 평가(계속)

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	영천방향	S1 바닥판하면	101.8	—	a	0.10	a
		S3 바닥판하면	103.9	—	a		
		S5 바닥판하면	104.1	—	a		
		S6 바닥판하면	103.9	—	a		
		S7 바닥판하면	102.2	—	a		
		S8 바닥판하면	103.4	—	a		
		S4 가로보	102.9	—	a		
		S2-G2 거더	115.6	—	a		
		S8-G5 거더	118.7	—	a		
		A1 교대	106.0	—	a	0.10	a
		P1 교각	102.7	—	a		
		P2 교각	104.6	—	a		
		P3 교각	102.2	—	a		
		P4 교각	103.4	—	a		
		P5 교각 (건전)	103.7	—	a		
		P5 교각 (비건전)	102.5	98.8	a		
		P6 교각	103.2	—	a		
		P7 교각	103.7	—	a		

마. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 8.6.17】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		9@40 = 360m
교폭		24.3m
바닥판의 높이		10.5m~31.5m
거더 갯수		5
2차 부재		L=2.5m, 교축방향 17.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		50mm~100mm
공용연수		6년
위치	지역	대구광역시 군위군 소보면 서경리
	해안 이격거리	78.1km

【표 8.6.18】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	b	a	a	a	0.2
	거더(35)	—	—	a	a	0.1
	2차부재(7)	—	—	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.2 \times 33 + 0.1 \times 35 + 0.1 \times 7 + 0.1 \times 25) / 100 = 0.133$			
		등급	B			

【표 8.6.19】 열화환경지표의 평가

열화환경지표		평가등급
제설제 염해환경		A
비래염분 염해환경	해안거리에 따른 비래염분 염해환경	A
동해환경		B

8.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 8.6.23】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.133	a	1.00	0.133
결함도점수				0.133
내구성능평가 결과				B

8.7 사용성능 평가

교량의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적에 만족하기 위한 성능으로 정의한다.

시설물의 사용성능은 주행성과 기능성으로 구분되며, 주행성은 사용자의 편의를 도모하는 시설의 성능으로 시설물에 대한 이용자의 만족도로 평가하며, 기능성은 시설물이 계획 당시의 목적대로 서비스를 제공할 수 있는 역량과 이를 유지할 수 있는 조건의 충족여부로 평가한다.

각 성능별로 세부지표의 평가 결과를 가중치를 반영하여 최종 평가 등급으로 결정한다.

교량의 세부지표는 성능평가의 정의에 따라 주행성과 기능성으로 구분하고 해당 시설물의 특성을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

교량에서는 서비스의 성능에 직접적인 영향을 미치는 시설물의 성능으로 사용자의 만족도 측면에서 주행성과 시설물의 기능유지 측면에서 유지관리성, 수요 및 용량을 선정한다.

8.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 4.18~4.20으로 평가되었다.

【표 8.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	360.0	4.18	a등급
	상주영천고속도로	상주	2	360.0	4.18	a등급
	상주영천고속도로	영천	1	360.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	2	360.0	4.20	a등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 4.0이상으로 산정되어 매우양호한 상태인 a등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

3) 진동사용성

(1) 측정

- 해당 교량의 진동사용성 평가를 위하여 교량의 최대 처짐과 고유진동수를 측정하였으며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 8.899mm/s, 7.60Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 8기가 시공되어있으며, 점검로의 경우 설치되어있지 않은 것으로 확인되었다.

【표 8.7.2】 점검시설 평가결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	점검로가 교각마다 모두 설치 되어 있을 때	점검로가 신설되어 모두 양호한 상태	
b	점검로가 교각의 80% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로가 모두 양호한 상태	
c	점검로가 교각의 60% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 20% 미만의 수리 및 10% 미만의 교체가 필요 할때	
d	점검로가 교각의 40% 이상 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 40% 미만의 수리 및 20% 미만의 교체가 필요 할때	
e	점검로가 교각의 40% 미만으로 설치되어 있을 때	설치된 점검로의 40% 이상의 수리 및 20% 이상의 교체가 필요한 상태	○

- 점검로가 교각의 40% 미만으로 설치되어 있는 상태로, e등급으로 평가된다.

5) 교통량

대상 시설물의 상주영천고속도로 2022년 수요예측 및 상주영천고속도로 수요실제 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 49,877/일이며, 수요실제 교통량은 30,787/일로 수요예측/수요실제의 비율이 100이상으로 산정되어 a등급으로 평가되었다.

【표 8.7.3】 교통량의 성능평가

구 분	수요예측(대/일) a	수요실제(대/일) b	대비(%) $a/b \times 100$	평가등급	비고
산호교	49,877	30,787	162.0	a등급	2022년 교통량

8.7.2 사용성능평가 결과

【표 8.7.4】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	a	0.1
		조명시설	0.150	—	—
		진동사용성	0.202	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	e	1.0
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.1
				결합도점수	0.452
				등급	C

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, $0.1 \times 0.247(\text{포장상태}) + 1.0 \times 0.202(\text{진동사용성}) + 1.0 \times 0.206(\text{점검시설의 유무}) + 0.1 \times 0.195(\text{교통수요}) = 0.452$

8.8 종합성능평가

성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합 성능등급을 결정하였다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하였다.

【표 8.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	산호교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.143	b	0.68
내구성능 평가	0.133	b	0.19
사용성능 평가	0.452	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.143 \times 0.68 + 0.133 \times 0.19 + 0.452 \times 0.13 = 0.196$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.181 • 종합성능평가 결과 : B등급		

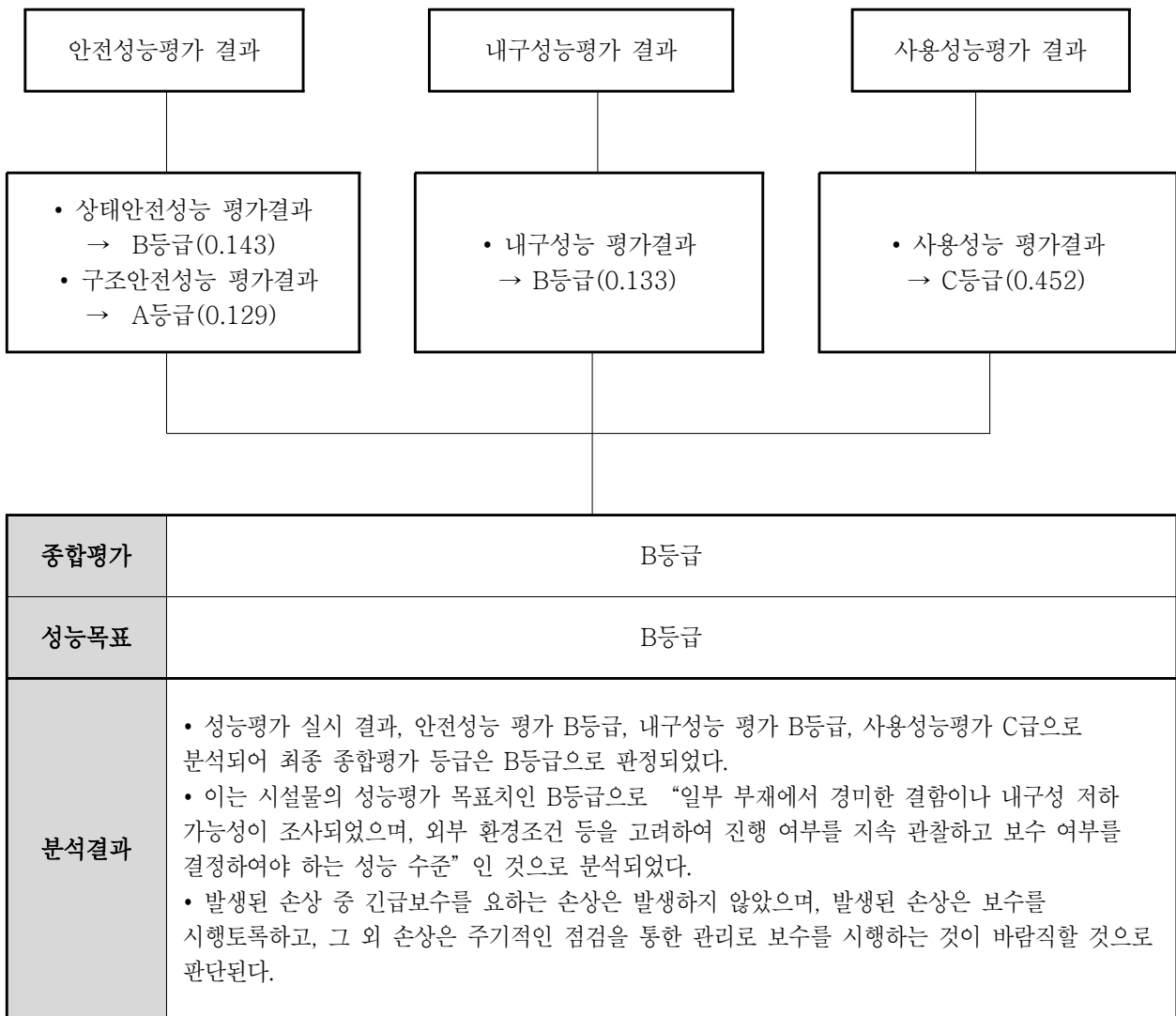
8.9 유지관리 전략제안

8.9.1 성능목표 등급 산정

【표 8.9.1】 성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 813대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	18.3km
성능목표 등급	B($0.20 \leq X < 0.26$)

8.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



8.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향 보수 개략공사비

【표 8.9.2】 상주방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	균열부백태	표면처리	0.05	0.08	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.35	0.52	m ²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	0.30	0.45	m ²	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
교량받침	Plate부식	재도장	55.00	55.00	EA	40	2,200	2순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수명칭	0.03	0.05	m ²	215	11	1순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	15.40	5.78	m ²	54	312	3순위
	이물질퇴적	정비	6.00	9.00	m	25	225	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.07	0.11	m ²	165	18	2순위
교면포장	포장 균열	표면처리	10.00	3.8	m ²	54	205	3순위
	포장 파손	단면보수	2.70	4.05	m ²	165	668	2순위
배수시설	그레이팅 파손	정비	1.00	1.00	EA	25	25	3순위
방호벽	파손	단면보수	2.01	3.01	m ²	165	497	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	11		3,383		767		
	재경비 (순공사비의 50%)	6		1,692		384		
	합계	17		5,075		1,151		
개략공사비 총계(천원)		6,243						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향 보수 개략공사비

【표 8.9.3】 영천방향 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥하면	파손	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
	재료분리	단면보수	0.20	0.30	m²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	0.25	0.38	m²	—	—	하자
교대	뜯뜸	단면보수	0.30	0.45	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	2.00	3.00	m²			하자
	누수흔적	표면처리	0.50	0.75	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	2.00	3.00	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.60	0.22	m	54	12	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.30	0.11	m	54	6	3순위
	Plate부식	채도장	72.00	72.00	EA	40	2,880	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	17.20	6.45	m	54	348	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	8.00	12.00	m²	54	648	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.12	0.18	m²	165	30	2순위
	이물질퇴적	정비	9.00	13.50	m	25	338	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	3.00	3.00	EA	25	75	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	20.00	7.50	m	54	405	3순위
	중분대 파손	단면보수	3.00	4.50	m²	165	743	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비2	—		3,653		1,832		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		1,827		916		
	합계	—		5,480		2,748		
개략공사비 총계(천원)		8,228						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

다. 상주방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 8.9.4】 상주방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
표면처리	0.05	0.08	—	—	균열부백태	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
표면처리	0.35	0.52	—	—	백태	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
단면보수	0.30	0.45	—	—	재료분리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	8
표면처리	0.03	0.05	—	—	균열부백태	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	8
재도장	55.00	55.00	40	2200	Plate부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수+방청	0.03	0.05	215	11	반점, 균열, 파손 철근노출	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	15.40	5.78	54	312	후타재 균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	5
정비	6.00	9.00	25	225	이물잔여	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	5
단면보수	0.07	0.11	165	18	후타재 파손	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	5
표면처리	10.00	3.80	54	205	포장 균열	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	8
단면보수	2.70	4.05	165	668	포장 파손	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	8
정비	1.00	1.00	25	25	그레이팅 파손	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	12
단면보수	2.01	3.01	165	497	파손	방호벽	안전 성능	b	1.00	FALSE	0.68	0.09	0.00000	13

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 8.9.5】영천방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수	0.10	0.15	—	—	파손	바닥판 하면	안전 성능	b	1.00	FALSE	0.68	0.09	0.00000	15
단면보수	0.20	0.30	—	—	재료분리	바닥판 하면	안전 성능	b	1.00	FALSE	0.68	0.09	0.00000	15
단면보수	0.25	0.38	—	—	재료분리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	13
단면보수	0.30	0.45	—	—	뜯뜸	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	4
정비	2.00	3.00	0	0	패콘크리트 퇴적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	4
표면처리	0.50	0.75	—	—	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	4
표면처리	2.00	0.75	—	—	균열 (0.3mm미만)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	4
표면처리	2.00	3.00	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	4
표면처리	0.60	0.22	54	12	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	0.30	0.11	54	6	반상균열 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
재도장	72.00	72.00	40	2880	Plate부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	17.20	6.45	54	348	후타재 균열 (0.3mm미만)	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	9
표면처리	8.00	12.00	54	648	후타재 망상균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	9
단면보수	0.12	0.18	165	30	후타재 파손	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	9
정비	9.00	13.50	25	338	이물잔류	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	9
정비	3.00	3.00	25	75	배수구막힘	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	14
표면처리	20.00	7.50	54	405	균열 (0.3mm미만)	방호벽	안전 성능	b	1.00	FALSE	0.68	0.09	0.00000	15
단면보수	3.00	4.50	165	743	중문대 파손	방호벽	안전 성능	b	1.00	FALSE	0.68	0.09	0.00000	15

마. 유지관리 전략 제언

관리주체는 관할 내 교량의 경제성(교통량, 투입비용, 향후교통량), 검토사항(시공성, 제 3 대상 위험도, 노선, 환경), 사고위험 등을 종합적으로 고려하여 다수의 시설물 중 보수의 우선순위가 높은 시설물을 결정하고, 개별시설물의 비용효과 분석을 통해 선정된 시설물 내의 부재별 보수·보강 우선순위를 결정하여 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다만, 부재별 우선순위를 선정할 때 부재 내의 손상의 경중을 고려한 것이 아닌, 부재별 총공사비와 해당 부재의 가중치를 비교하여 도출된 결론으로써 부재별 보수·보강의 효율성을 판단하는 것이므로 우선순위가 높은 부재라고 하더라도 그 부재가 주요손상을 포함하고 있다고 할 수는 없다. 그러므로 보수를 실시하고자 할 때 주요 손상에 대해 우선적으로 보수를 하고 순위별로 순차적으로 보수 조치를 취하도록 한다.

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.181로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족하고 있는 것으로 조사되었고, 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

8.10 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 소보면 서경리(상주영천고속도로 30.623~30.983km)에 위치한 교량으로서 총 연장 360.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어, 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” (이하 “시설물안전법” 이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

8.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 바닥판하면은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) IPC Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더에 백태 및 균열부백태가 조사되었다.
- 거더의 외관조사 결과, 균열부 백태 및 백태가 발생 하였으며, 손상부는 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면처리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 재료분리, 균열부백태 등의 손상이 발생하였다.
- 가로보의 외관조사 결과, 기 손상인 재료분리는 보수되었으며, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 신규 발생한 균열부백태, 재료분리는 시공시 마감불량 및 다짐불량, 건조수축, 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수가 필요한 상태이다.

4) 교대

- 교대는 현재 손상이 없고, 기 보수부의 상태는 양호하며, 정기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각은 현재 손상이 없고, 기 보수부의 상태는 양호하며, 정기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과 경미한 Plate부식이 조사되었으며, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다. 일부 받침에서 조사된 받침콘크리트 재료분리, 철근노출이 확인되었다.
- 받침본체에서 조사된 Plate부식은 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.
- 발생한 받침콘크리트 철근노출은 시공 미흡, 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 및 사용성 확보차원의 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 파손, 본체 이물질퇴적이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 25.7℃(09월 05일)로써 이때 측정유간은 19.0~103.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 포장 균열 및 포장 파손이 조사되었다.
- 교면포장은 포장 균열 및 포장 파손이 확인되었고, 차량의 반복하중, 우수, 공용에 의해 열화에 의한 손상으로 판단되며, 주행에 문제는 없으나 부재의 사용성 확보차원의 표면처리, 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 그레이팅 파손이 발생하였다
- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공 미흡에 의한 그레이팅 파손이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 방호벽 파손, 중분대 파손이 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 파손은 차수판 설치 시 발생한 손상이고, 중앙분리대에 발생판 파손의 경우 차량 충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검계단 조사 시 콘크리트 상태, 침하 여부 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.0~28.3MPa, 상부구조(거더) 40.5~48.5MPa, 하부구조(교대) 26.0~27.3MPa, 하부구조(교각) 27.1~28.5MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.5~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 파손, 재료분리가 조사되었다.
- 바닥판하면의 외관조사 결과, 발생한 파손 및 재료분리는 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

2) IPC Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과 재료분리가 조사되었다.
- 가로보에 조사된 재료분리는 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 드의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 들뜸, 누수흔적, 페콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 일부 보수된 상태이나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 교대에 발생한 들뜸은 장기공용, 시공초기 다짐미흡, 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생한 페 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열이 조사되었다.
- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과 경미한 Plate부식이 조사되었으며, 무수축몰탈, 받침콘크리트 폭 0.3mm미만 균열이 국부적으로 조사되었다. 일부 받침에서 받침콘크리트 철근노출이 확인되었다.
- 교량받침 본체에서 조사된 Plate부식은 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.
- 받침콘크리트 및 무수축몰탈에서 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

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 후타재 파손, 본체 이물질퇴적이 조사되었고, 차수판 볼트탈락은 보수된 것이 확인되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열은 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 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 단면 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 25.7℃(09월 05일)로써 이때 측정유간은 27.0~105.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장의 본선은 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘이 조사되었다.
- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 교량 인근 사면 및 성토부에서의 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 중앙분리대 균열(0.3mm미만), 중앙분리대 파손이 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생한 폐 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.
- 방호벽에 발생한 파손은 차량 충돌 등 외부 충격으로 인하여 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검계단 조사 시 콘크리트 상태, 침하 여부 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.0~28.4MPa, 상부구조(거더) 42.3~51.7MPa, 하부구조(교대) 24.4~26.5MPa, 하부구조(교각) 27.2~28.5MPa 로 측정 되었다.

었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

- 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~6.5mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

8.10.2 성능평가 결과

【표 8.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	산호교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.143	b	0.68
내구성능 평가	0.133	b	0.19
사용성능 평가	0.452	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.143 \times 0.68 + 0.133 \times 0.19 + 0.452 \times 0.13 = 0.196$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.181 • 종합성능평가 결과 : B등급		

8.10.3 종합결론

- 산호교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 받침콘크리트 철근노출, plate부식, 신축이음 후타재 균열, 후타재 파손 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, B등급(0.181)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표를 달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

8.10.4 사용제한의 필요성 여부

- 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태에서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

8.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 반침콘크리트 철근노출은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

8.10.6 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.

