

10. 산호교

10.1 시설물 개요

10.2 자료수집 및 분석

10.3 현장조사

10.4 콘크리트 내구성조사

10.5 상태평가

10.6 종합평가 및 안전등급 지정

10.7 보수·보강 및 유지관리 방안

10.8 종합결론

10. 산호교

10.1 시설물의 개요

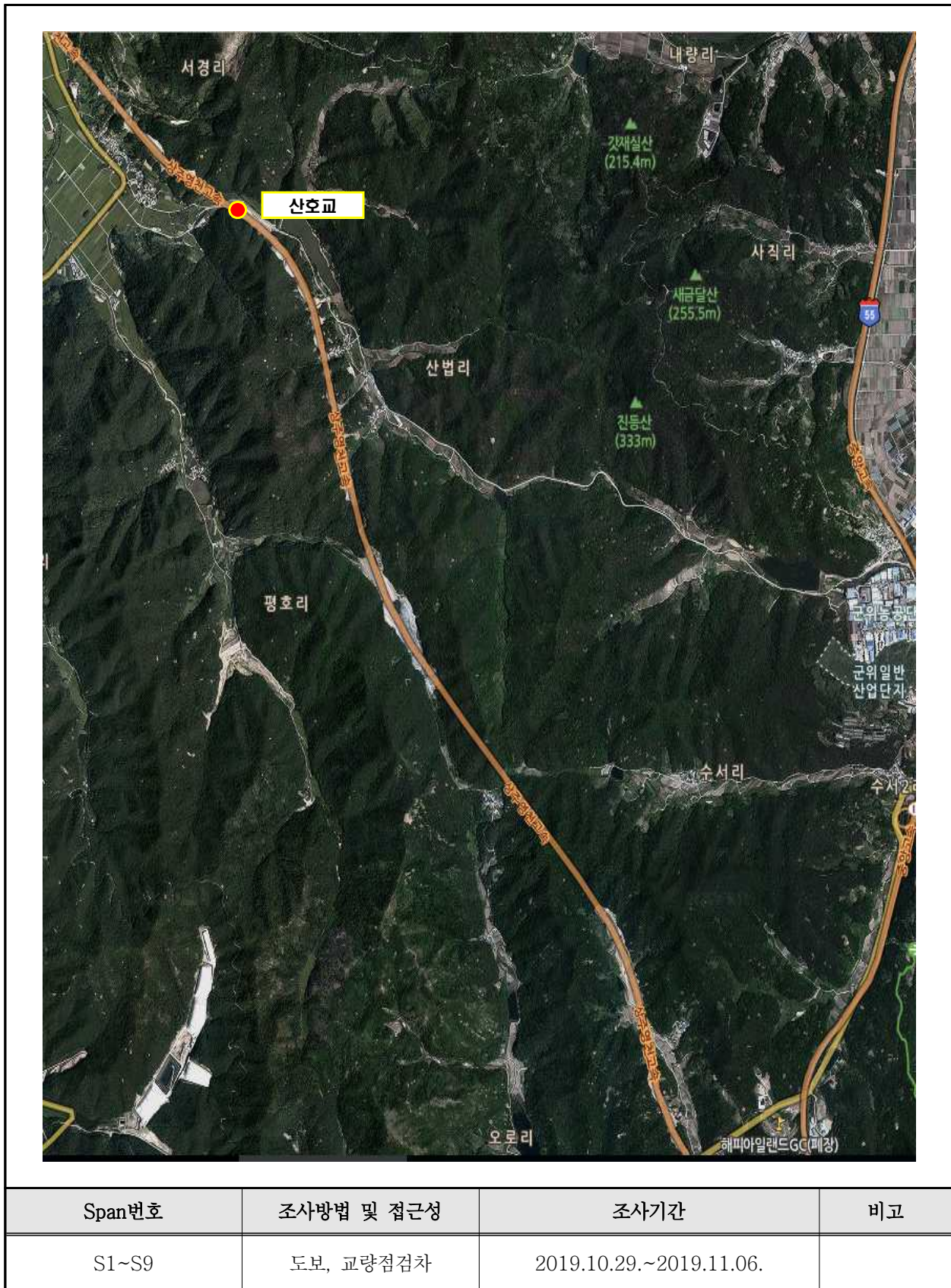
본 시설물은 경상북도 군위군 소보면 서경리(상주영천고속도로 30.623~30.983km)에 위치한 교량으로서 총 연장 360.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

10.1.1 일반사항

【표 10.1.1】 산호교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000274		관리번호		SY BR.10	
시설물위치		경상북도 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)	

10.1.2 위치도 및 전경사진

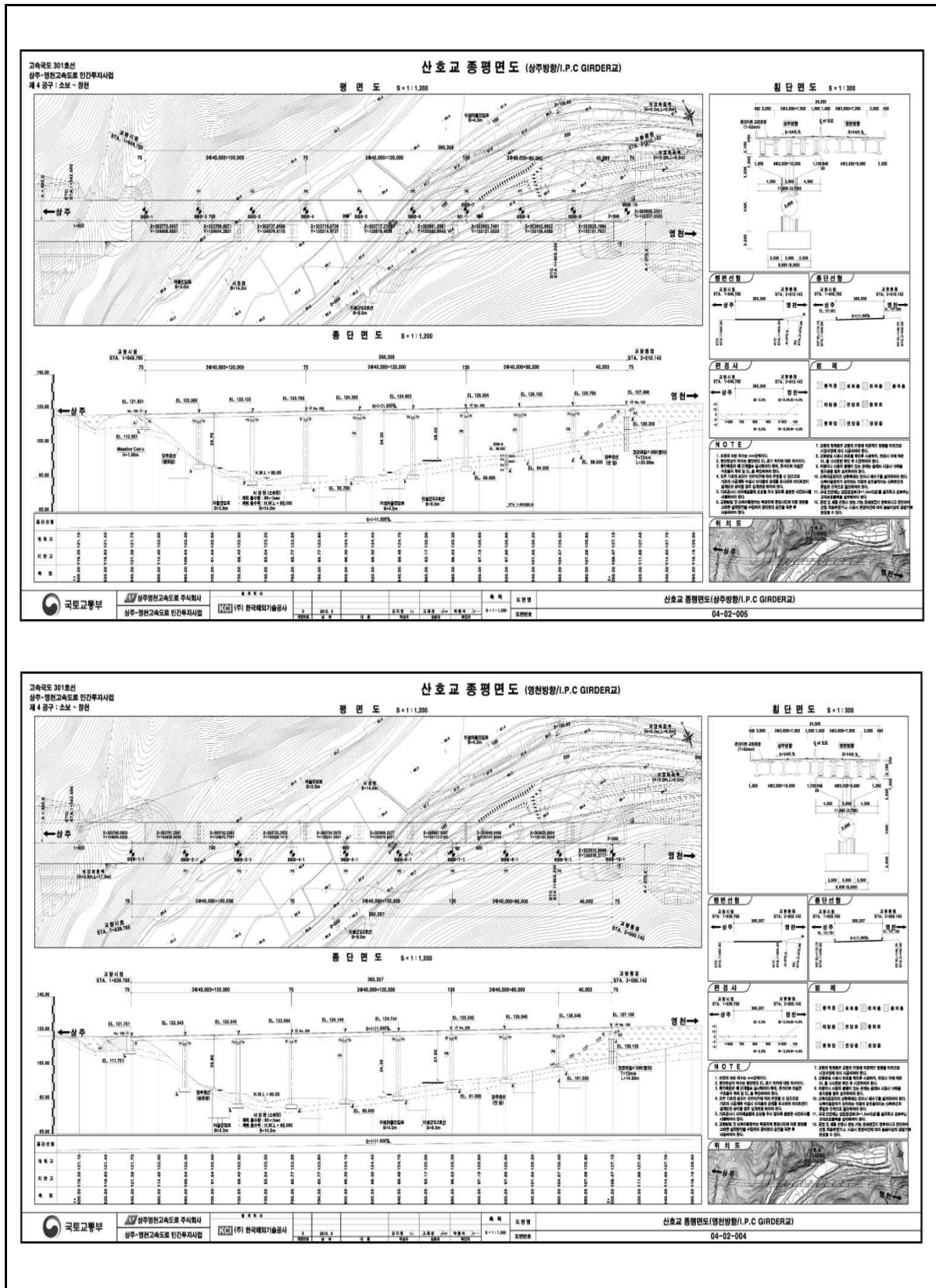


【그림 10.1.1】 위치도

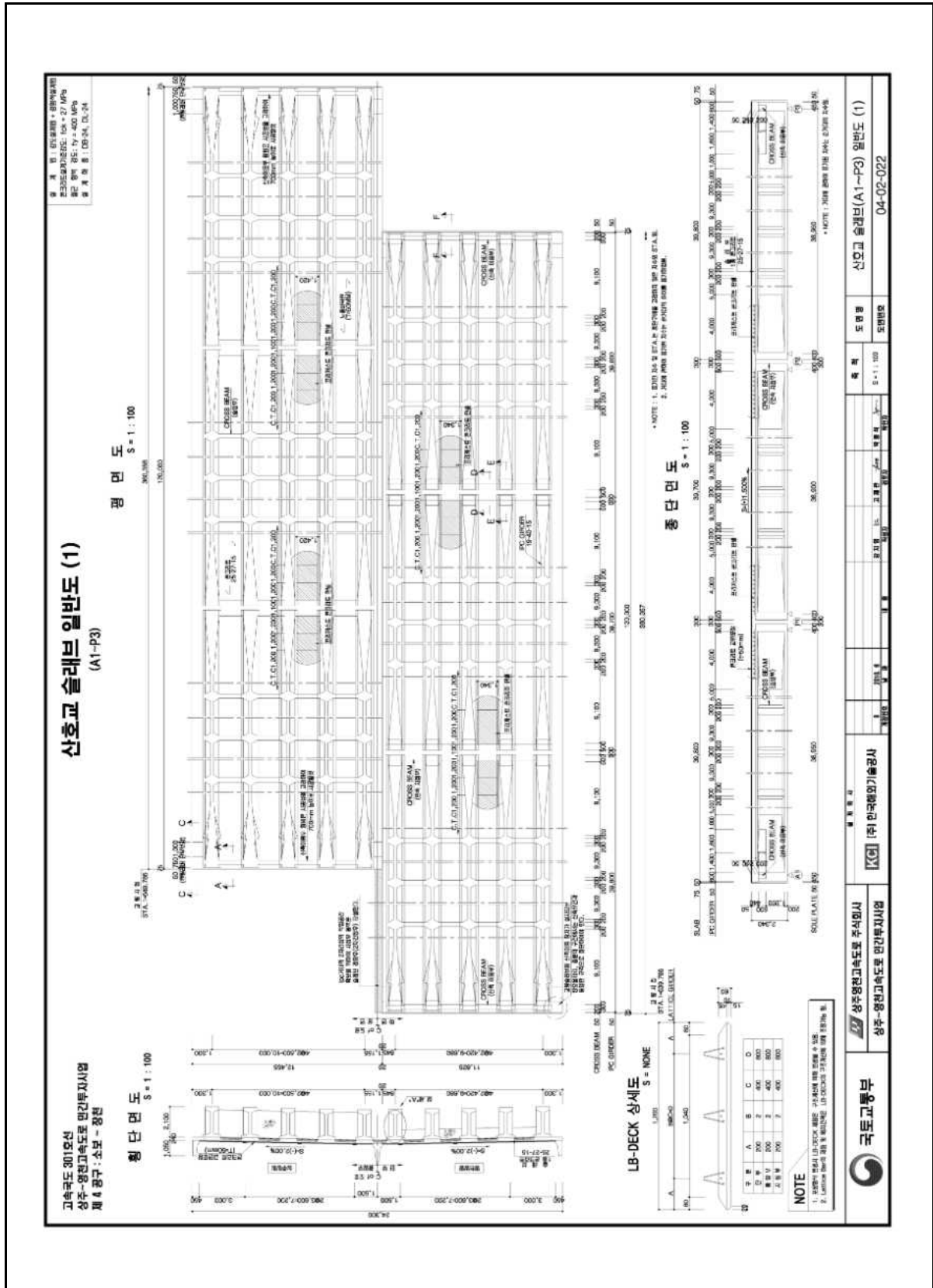
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 10.1.2】 부재별 현황

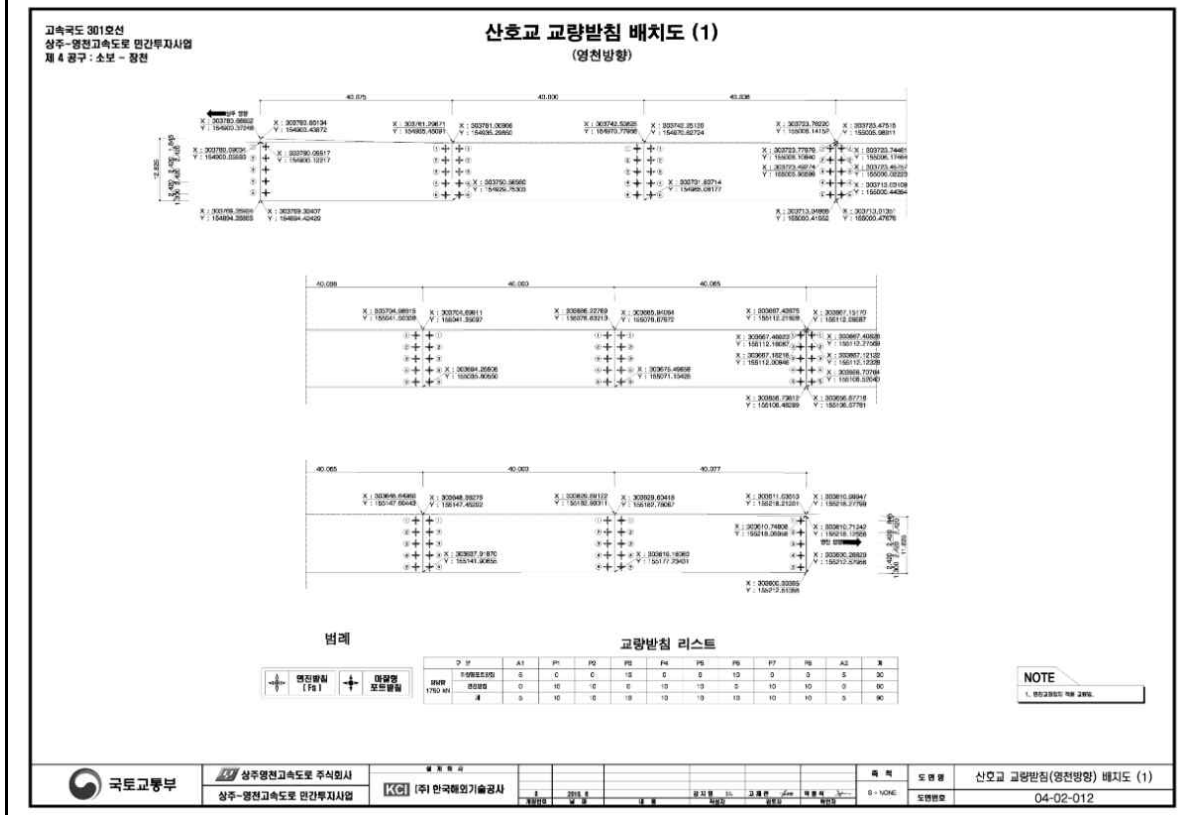
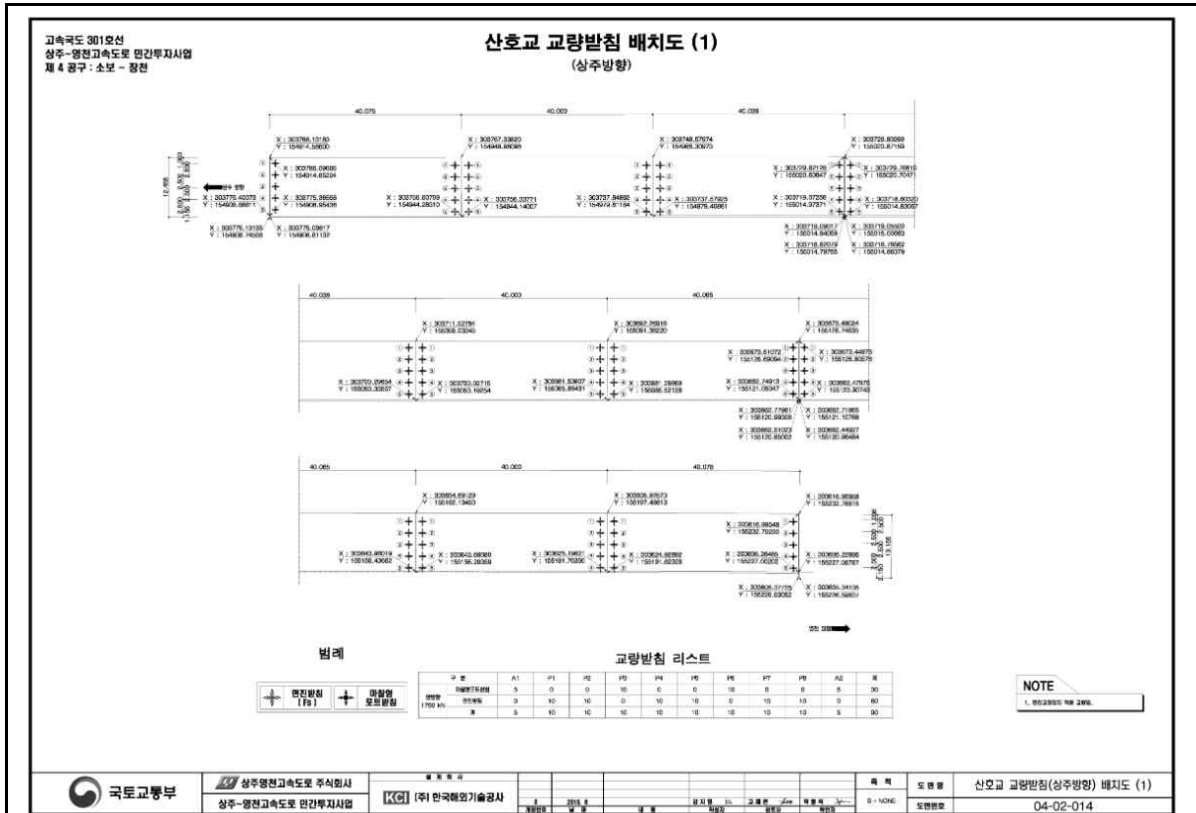
10.1.3 시설물 일반도



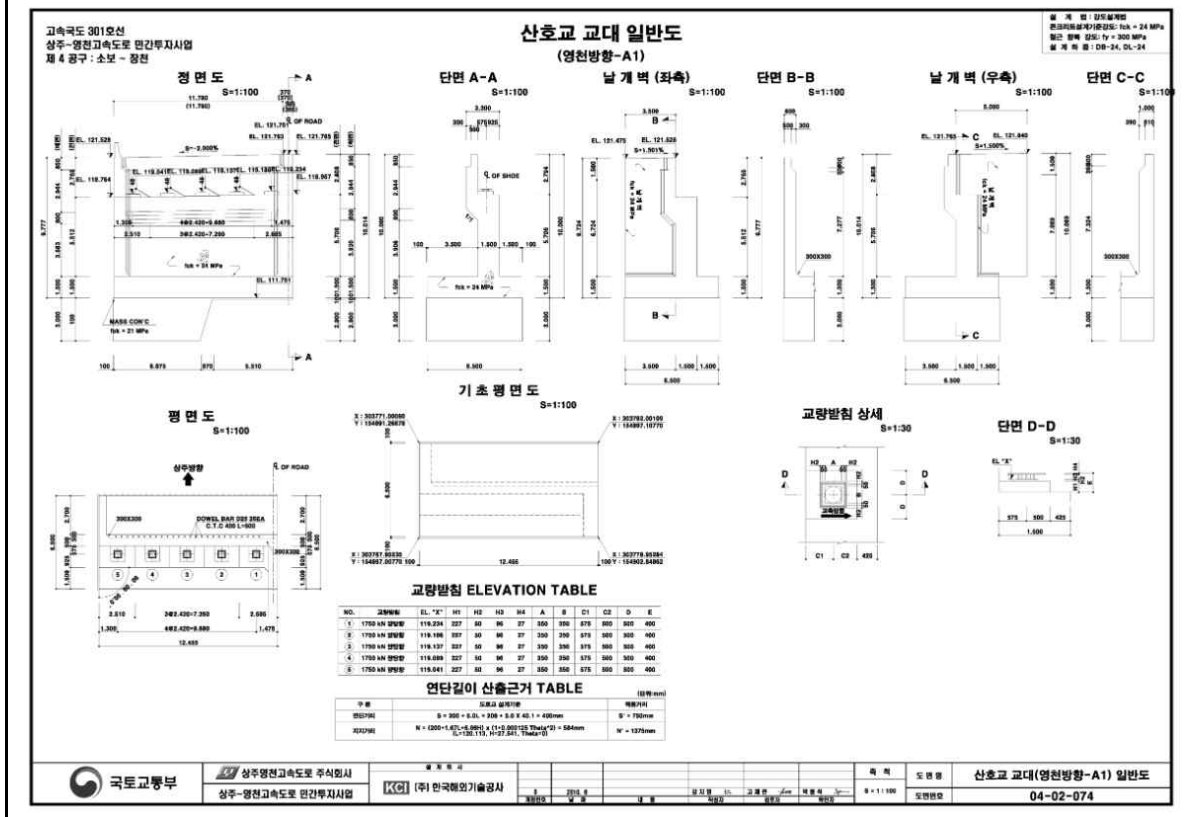
【그림 10.1.3】 종평면도



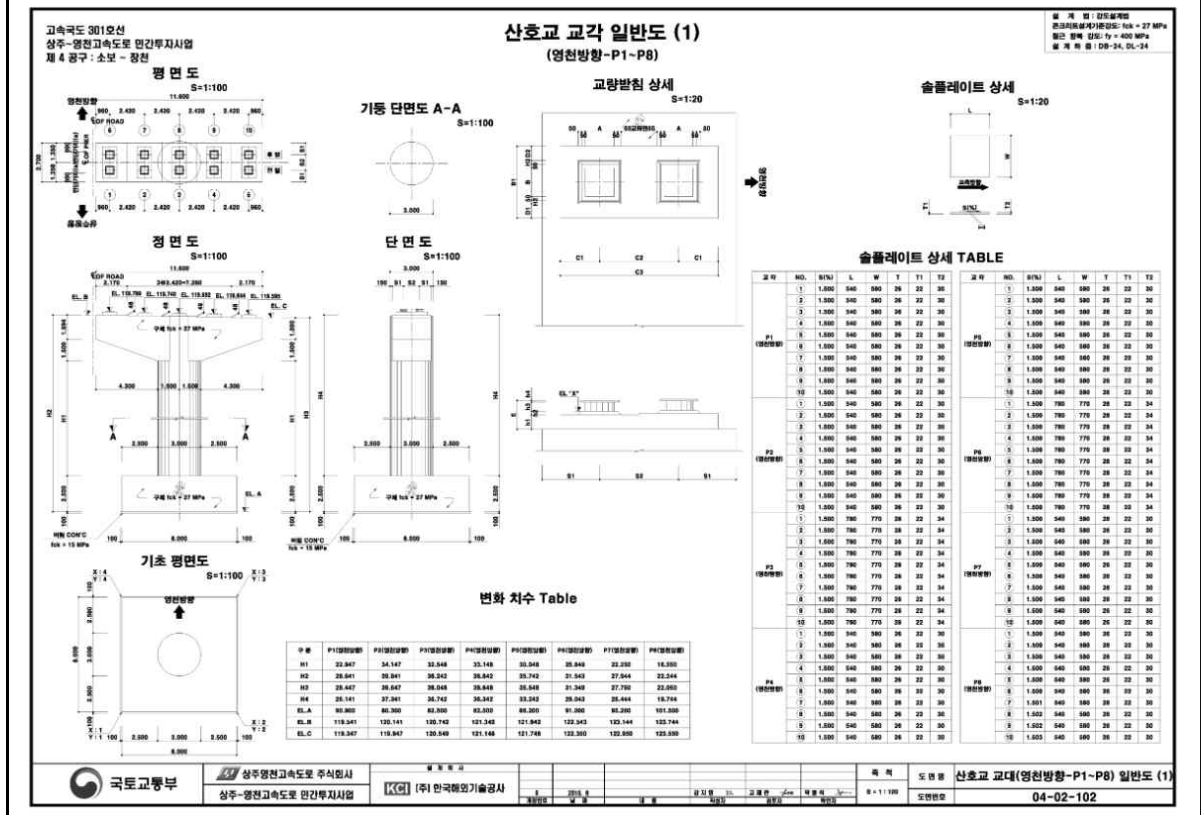
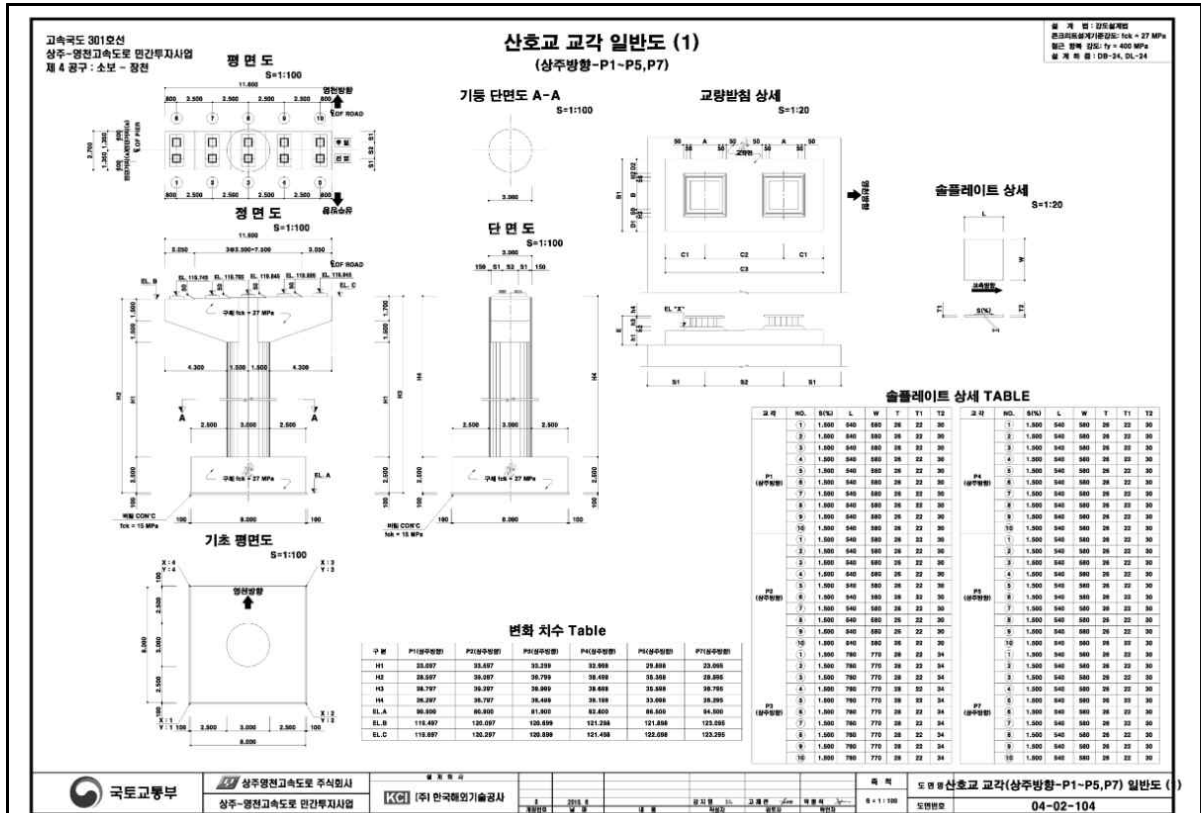
【그림 10.1.4】 슬래브 일반도



【그림 10.1.5】 교량받침 배치도



【그림 10.1.6】 교대 일반도



【그림 10.1.7】 교각 일반도

10.2 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.

10.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

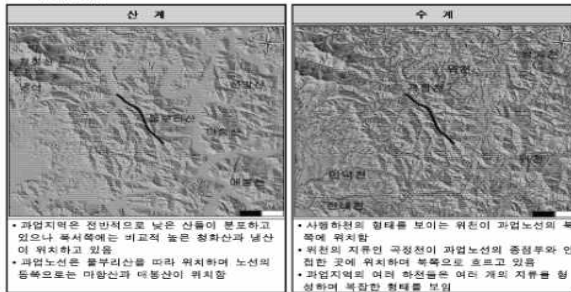
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성수분지의 서남부에 위치
- 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(민화동층), 하양층, 진주층(동명층)이 분포

나. 지질특성



다. 분포 암종 특성

구 분	지질특성
낙동층(안강신동층 역질 사암)	• 낙동층의 하부층에 해당하는 민경상층의 역질사암과 역암은 원마도가 불완전한 사암과 알칼리장석이 주를 이루며, 민질물과 연결된 유색광물리 주로 산출됨
낙동층(관동리층 역질 셰일)	• 압축으로 인한 쏘개질(foliation)이 발달 • 쏘개질과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 증진되어 있어 층리방향으로의 이 방향성이 잘 것으로 예상됨
하양층 사암	• 석결은 1 mm 내외의 결들로 원마도는 불완전한 것들이 주세 • 하양층 사암은 근거리에서 이용하여 함성

48

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 공학적 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, 핸드오버탐 5회, 표준관입시험 94회



(1) 굴절면 탄성파 탐사

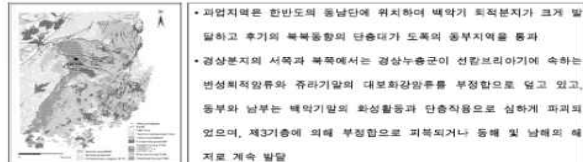
위 치	탐사구간(STA.)	속선방향	연장(m)	위 치	탐사구간(STA.)	속선방향	연장(m)
비탈면 및 교량구간	0+400 ~ 3+560	중	3,160	비탈면 및 교량구간	4+880	횡	115
	4+620 ~ 4+980	중	360		5+240	횡	110
	1+200	횡	75	산입터널 시험	3+950 ~ 4+030	중	80
	1+540	횡	95		3+980 ~ 4+060	중	80
	2+360	횡	115	4+020	횡	100	
	2+440	중	205	산입터널 중점	4+275 ~ 4+375	중	100
	2+680	중	75		4+300 ~ 4+380	중	80
	2+980	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	횡	115		7+140	횡	115	

52

라. 지질 계층도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Q ₄)	• 하천 및 산곡 퇴적물 --- 부정합 ---	-
중생대	충성암맥(K _{ca}) 산성암맥(K _{ca})	• 괴상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
	유전층군 안산암질암(K _{ca})	• 주로 중회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
		--- 관입 및 분출 ---	
백악기	신동층군 (K _{sl})	• 사암과 역질사암, 셰일의 교호	• 4공구 전구간
	금당리층군 (K _{sl} -n _{sl})	• 주로 역질 사암 주세	

마. 지세구조



4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 원격탐사영상 분석

(1) 목적

- 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
- 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조) 파악
- 과업구간에 대한 지질정보와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

(2) 원리 및 방법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 맵드버를 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

49

필로터널

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	157289.188	276.214	103.60
	TBB-21	영천 6+366(우10.6m)	299930.424	157338.667	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(우27.8m)	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	표 고(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

54

나. 지반 및 지질 조사보고서

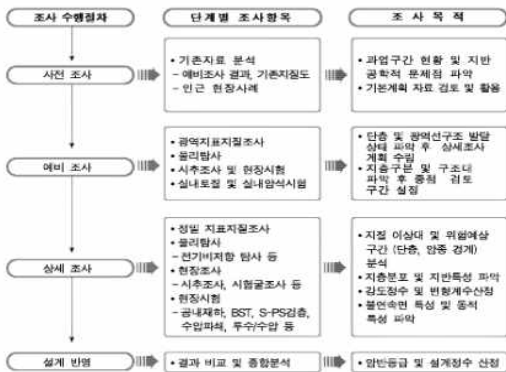
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

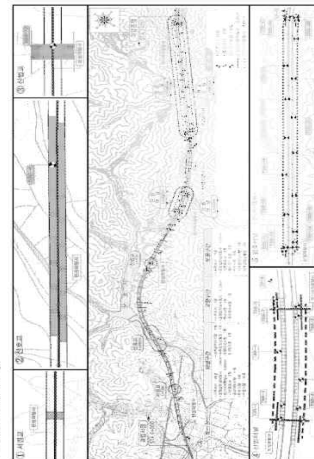
가. 조사 기본방향



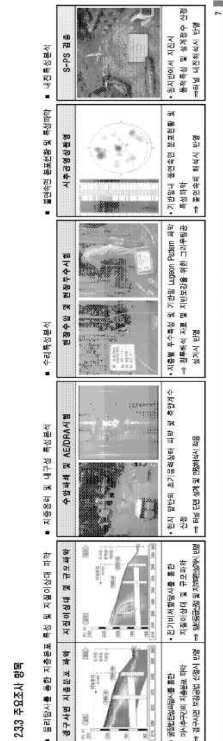
나. 조사 수행 효율도



3

[illegible]

23.2 조사 위치 및 수량



222 조오준의 어문

3.2 암반의 분류 및 기준

3.2.1 암반분류 방법

일반 분류	한국도공서, 철도청, 한국기술개발원의 철도 서술지하철 분류기준에 따라 중화로, 종화암, 연암, 보물길, 한국기술개발원의 철도 및 지하철 분류기준에 입각하여 RGD, RMR 및 Q 분류, 지반의 안정을 분류하고 분석을 수행함
기재 방법	암석의 풍화상태, 불연속면의 길이 : 강도 및 안정표시는 (ISRM)기준(암석공학회의) 분류 기준에 따름 사주공정에서 확인 시추공으로 암석시료 및 육안 관찰하여 American Institute of Professional Geologists에서 제시한 '공학학적' 평가를 위한 암석등급의 계획방법 및 시추공상태 작성 방법에도 의거하여 시추공상태를 작성
기술 내용	각, 불연속면의 간격과 상태, 풍화상태, 강도, 암석질 등을 기술함 → 암석의 기원(화성, 갈색, 회색, 청색 및 녹색)에 따른(연한), 암석간의 명암 및 층계의 시굴층을 나타냄 강도, 풍화정도, 파쇄정도는 사출물 분류 기준에 의거하여 분류함 시추공상태에는 암석명, N치, RGD, 시추암질명, 풍상도, 적립지, 풍상도, 결로지, 크리피지 등 및 불연속면에 대한 관측 내용(암면의 형태)의 풍상도, 강도, 강사, 거절기들 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
종 류	I	II	III	IV	V
암 질	매우 양호 (Excellent)	양호 (Good)	보통 (Fair)	불량 (Poor)	매우 불량 (Very Poor)

다. Q값에 따른 알반등급(Banton, 1974)

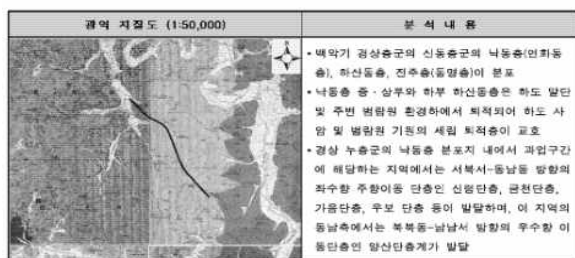
Q값	1000 ~ 400	400 ~ 100	100 ~ 40	40 ~ 10	10 ~ 4	4 ~ 1	1 ~ 0.1	0.1 ~ 0.01	0.01 ~ 0.00
등급	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
암질	지극히 악성	극히 악성	매우 악성	양호	보통	불량	매우 불량	극히 불량	지극히 불량

- 테닐구간에 분포하는 알반에 대하여 유사한 공학적 특성을 보이는 몇 개의 군으로 분류
- 설계 및 시공에 영향을 주는 지반의 여러 특성을 등급에 따라 구분하여 조사, 설계 시공에 이르는 과정에 걸쳐 일관성 있는 기존 재시알식의 기본색(흙색, 갈색, 회색, 녹색)에 알(원한)과 알(진한)의 명암 및 혼색에 대한 점두용어를 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 바달연구관 저반특성 분석 및 설계치용

6.5 교량구간 설계 지반정수 산정

6.5.1 개요

- 기존 문헌자료, 건설사, 설계자용사제, 시험결과를 비교분석, 물리적 특성, 변형특성, 강도특성, 수리특성을 파악하여 변형계수(E), 포아송비(μ), 강도정수(σ_c , σ_s , 단축중량(γ_s), 투수계수(k) 등의 설계지반정수 산정
- 토질종류는 매립층, 불적층, 퇴적층, 풍화토, 풍화암으로 분류됨
- 풍화암은 기반암이 풍화 조성된 상태로 N지는 50/10을 상회하며 굴전시 습기 표시확함

6.5.2 산정결과 요약

가. 연속체 해석을 위한 설계 지반정수 산정 결과

구 분	변형계수, E_n (MPa)	단위중량, γ_s (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 설계지반 정수 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 설계지반 정수 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	5,880
면 압	0.340	1,350	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_s (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
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_s (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_n (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	0.35	-	0.30
안동시권내 국도대체우회도로 (교리-수상) 건설공사	20	16	33	100	13,900	1,720	0.35	0.33
					6,250	-	-	0.23

나. 본 과업구간 설계 치용

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_n (MPa)	12.0	-	8.0	40.0	15.0	150.0	3,800

184

제 6 장 교량 및 바달연구관 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	20	-	24	31	210
안동시권내 국도대체우회도로 (교리-수상) 건설공사	33	30	30	32	40	10	-	20	30	350
					33	40				430

나. 본 과업구간 설계 치용

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	9.03×10^{-4}	6.61×10^{-4}	4.61×10^{-5}	3.81×10^{-5}
				5.74×10^{-5}
부산신항배후철도 제3공구(진영-죽산간) 복선전철 건설공사	1.5×10^{-3}	4.0×10^{-4}	2.5×10^{-4}	4.7×10^{-5}
				(면압)
임하댐 비상여수로 건설공사	1.6×10^{-3}	6.5×10^{-4}	9.1×10^{-6}	-

185

상주-영천고속도로 민간투자사업 실시계획

나. 본 과업구간 설계 치용

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	전단파속도, V_s (m/sec)	동포아송비, μ_s	등전단계수, G_s (MPa)	등탄성계수, E_s (MPa)	동적변형계수, 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	5,880
면 압	1,350	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)	Top Width (m)	Bottom Width (m)	Top Area (m²)	Bottom Area (m²)	Top Moment (m³)	Bottom Moment (m³)	Top I (m⁴)	Bottom I (m⁴)	Top S (m³)	Bottom S (m³)	Top Z (m)	Bottom Z (m)
상부교대 (상주 방향)	1,150	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	H13 @ 200 = 634	66.57	91.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	573	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	H13 @ 200 = 634	39.85	57.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	720	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	H13 @ 200 = 634	39.85	57.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	960	1,000	180	60	H16 @ 200 = 993	H13 @ 200 = 634	39.85	57.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	700	1,000	200	60	H16 @ 125 = 1,589	H13 @ 150 = 834	39.46	100.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	2,318	1,000	180	60	H16 @ 100 = 2,885	H13 @ 150 = 834	94.24	150.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

■ 배력형상계 (상주 방향) 산정

단면 위치	Section No.	Span (m)	Width (m)	Depth (m)	Top Width (m)	Bottom Width (m)	Top Area (m²)	Bottom Area (m²)	Top Moment (m³)	Bottom Moment (m³)	Top I (m⁴)	Bottom I (m⁴)	Top S (m³)	Bottom S (m³)	Top Z (m)	Bottom Z (m)
상부교대 (상주 방향)	777	1,000	180	60	H16 @ 250 = 794	H13 @ 250 = 794	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	480	1,000	180	60	H16 @ 250 = 794	H13 @ 250 = 794	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	1,583	1,000	180	60	H16 @ 125 = 1,589	H13 @ 150 = 834	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

■ 사용성 검토 요약표

단면 위치	Section No.	Span (m)	Width (m)	Depth (m)	Top Width (m)	Bottom Width (m)	Top Area (m²)	Bottom Area (m²)	Top Moment (m³)	Bottom Moment (m³)	Top I (m⁴)	Bottom I (m⁴)	Top S (m³)	Bottom S (m³)	Top Z (m)	Bottom Z (m)
상부교대 (상주 방향)	110	1,000	180	60	0.158	0.260	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	48	1,000	180	60	0.064	0.260	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
교대 (상주 방향)	65	1,000	180	60	0.006	0.260	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1. 설계조건

- 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER
- 교대 간 : 120,000 mm
- 폭 : 12,455 mm
- 교량 등급 : D0 - 24, DL - 24 (1등급교)
- 기대 길이 : 39,800 mm + 39,700 mm + 39,800 mm
- 지대 길이 : 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 허용응력

1) 골재

- 콘크리트 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
 $E_{cs} = 0.043 \times 10^6 \times \sqrt{f_{ck}} + 29,500 \text{ MPa}$
- 철근 (SD400) : $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

2) I.P.C GIRDER

- 콘크리트 : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
 $E_{cp} = 0.03 \times 10^6 \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 23,300 \text{ MPa}$
- 철근 (SD300) : $f_y = 300 \text{ MPa}$
 $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

(3) 그리드와 콘크리트에 의한 손실이 일어나지 않는 합성응력

- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 32 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 32 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 있는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$ 또는 $0.25 \times \sqrt{f_{ci}'} = 1.41 \text{ MPa}$ 중 작은값
 $f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$
- 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 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 32 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 허용 응력 ($f_{ci}' = 0.8 \times f_{ck} = 32 \text{ MPa}$)
 $f_{ci} = 0.55 \times f_{ci}' = 17.6 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 있는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$ 또는 $0.25 \times \sqrt{f_{ci}'} = 1.41 \text{ MPa}$ 중 작은값
 $f_{ti} = 1.4 \text{ MPa}$
- 부착된 철근이 없는 인장 구역 :
 $f_{ti} = 0.5 \times \sqrt{f_{ci}'} = 2.83 \text{ MPa}$

8. 내진해석결과

8.1 시간이력해석

- 그림 6.1은 입력된 지진파에 의한 교량의 최대변위와 최대변위를 나타내고 있다.
- 그림 6.2는 교량의 최대변위와 최대변위를 나타내고 있으며, 이러한 입력파에서의 최대변위와 최대변위를 나타내고 있다.
- 그림 6.3은 입력된 지진파에 의한 교량의 최대변위와 최대변위를 나타내고 있다.
- 그림 6.4는 입력된 지진파에 의한 교량의 최대변위와 최대변위를 나타내고 있다.

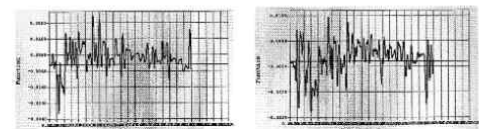


그림 6.1 Lateral Displacement Response Histories of Bearings

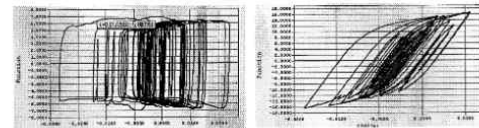


그림 6.2 Lateral Force-Displacement Response Curve of Bearings

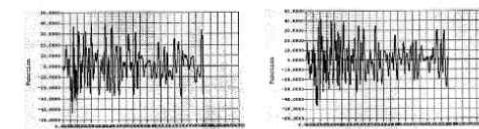


그림 6.3 Lateral Shear Force Response Histories of Pier

10.2.2 시설물 점검이력

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

【표 10.2.1】 산호교 점검이력사항

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

10.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 10.2.2】 산호교 전차 정밀안전점검 사항

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

10.2.4 기존자료

【표 10.2.3】 산호교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 360.0m, 폭 : 24.3m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

10.2.5 시설물 보수 이력

【표 10.2.4】 산호교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

10.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 10.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

10.3 현장조사

10.3.1 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, 교량점검차	2019.10.29.~2019.11.06.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 10.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

10.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산호교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=270.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 10.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 10.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

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



바닥판하면 상태 양호

【사진 10.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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 거더는 콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



【사진 10.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태이나, 일부구간 누수흔적이 발생하였다.

【표 10.3.2】 거더 외관조사 결과

구분	누수흔적	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	0.75	1
합계	0.75	1

	
거더 S9-G1 누수흔적(0.5m×1.5m)	거더 S9-G1 누수흔적(0.5m×1.5m)

【사진 10.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더의 외관조사 결과, 누수흔적이 발생 하였으며, 손상부는 시공시 발생한 누수흔적으로 추정되며, 미관 확보 차원의 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 10.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 10.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리		철근노출	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	0.25	1	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	0.09	3
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	1.00	4	—	—
합계	1.25	5	0.09	3

	
S3 재료분리 (0.5m×0.5m)	S9 재료분리 (0.5m×0.5m)
	
S6 철근노출 (0.1m×0.3m)	S6 철근노출 (0.1m×0.3m)

【사진 10.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

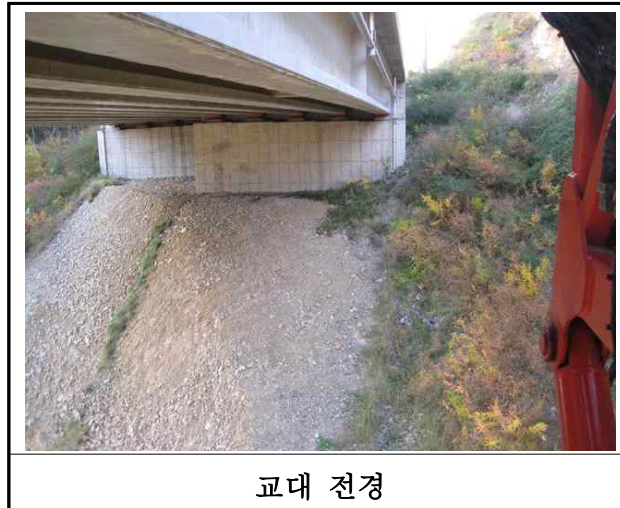
4) 검토의견

- 가로보의 외관조사 결과, 일부 구간에서 재료분리 및 철근노출 등의 손상이 조사되었고, 손상 부는 시공시 마감불량 및 다짐불량, 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면 보수, 단면보수+방청 등의 보수가 필요한 상태이다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



교대 전경

【사진 10.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 0.3mm 미만 균열, 백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 10.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 미만) (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
A1	6.0	2	—	—
A2	—	—	0.05	1
합계	6.0	2	0.05	1

	
A1 균열 (0.2mm/3.0m)	A2 백태 (0.1m×0.5m)

【사진 10.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.
- 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



교각 전경

【사진 10.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm내, 외 균열, 철근노출, 박리 등의 손상이 조사되었다.

【표 10.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열 0.3mm이상 (m/개소)		철근노출 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	12.0	12	—	—	—	—	—	—
P3	33.0	22	4.0	2	—	—	—	—
P4	—	—	—	—	0.05	1	—	—
P5	—	—	36.0	12	—	—	—	—
P6	4.5	3	6.0	2	—	—	—	—
P7	—	—	3.5	7	—	—	—	—
P8	3.0	2	—	—	—	—	4.5	1
합계	52.5	39	49.5	23	0.05	1	4.5	1

	
P2 코핑부 균열(0.2mm/1.5m)	P4 코핑부 철근노출(0.5m×0.1m)
	
P2 코핑부 균열(0.3mm/3.0m)	P8 코핑부 박리(15.0m×0.3m)

【사진 10.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

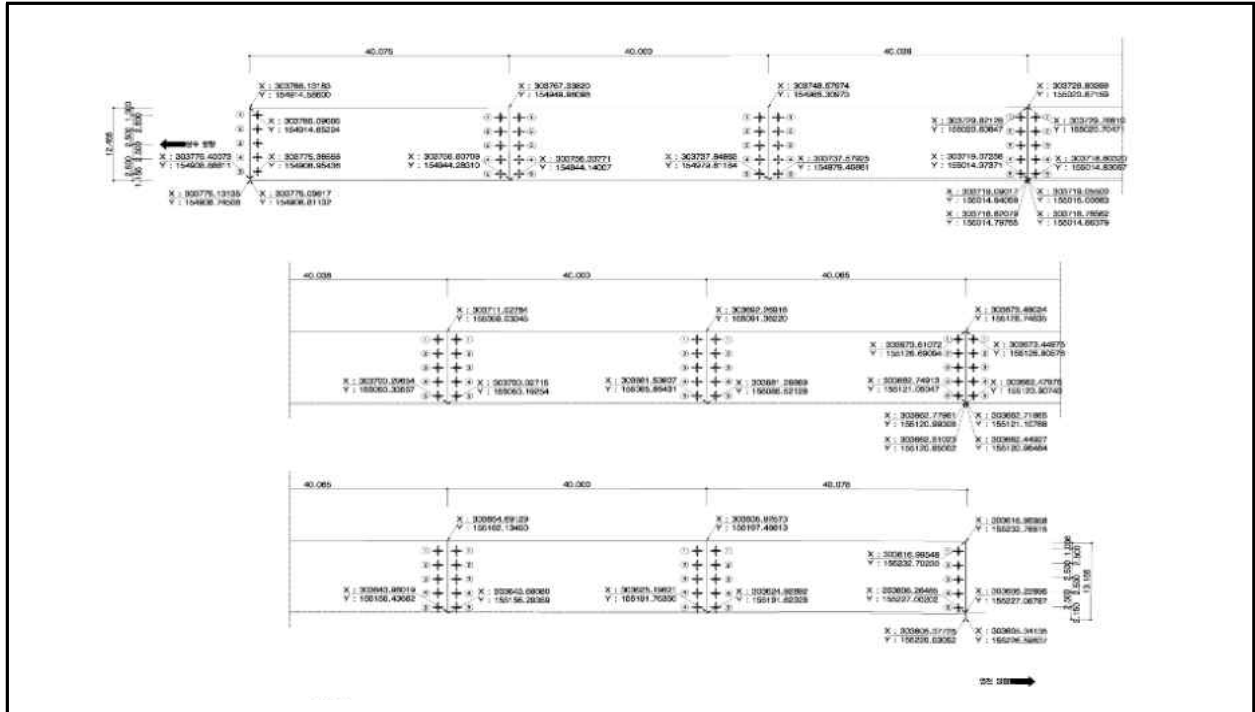
4) 검토의견

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 코핑부 박리 및 철근노출은 시공 미흡 및 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 단면보수, 단면보수+방청 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 10.3.1】 교량받침 배치도



【사진 10.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 10.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		받침콘크리트 철근노출 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	—	—	—	—	9.0	9	—	—
P2	—	—	—	—	10.0	10	—	—
P3	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	0.2	1	—	—	10.0	10	—	—
P5	—	—	—	—	10.0	10	—	—
P6	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	0.05	1	8.0	8	—	—
P8	—	—	—	—	8.0	8	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	2.0	2
합계	0.2	1	0.05	1	55.0	55	2.0	2



【사진 10.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

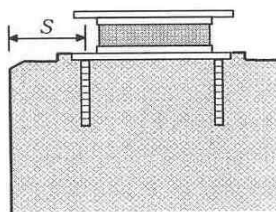
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

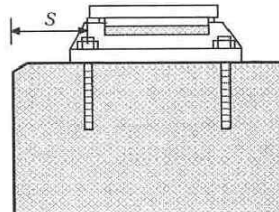
- 받침본체에서 조사된 본체 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 발생한 받침 콘크리트 재료분리 및 철근노출은 시공 미흡, 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 및 사용성 확보차원의 단면보수, 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.



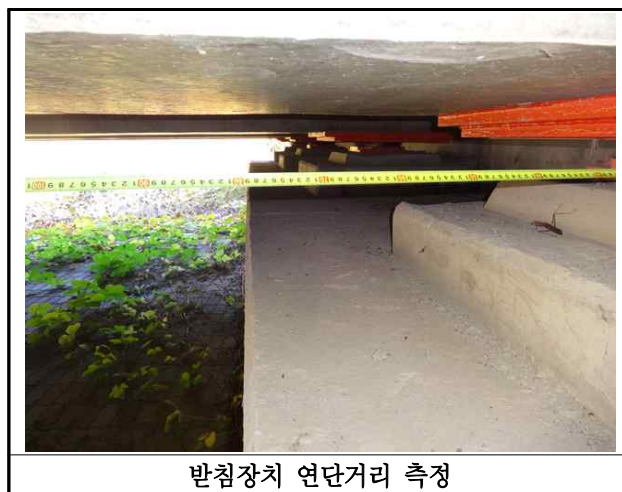
(a) 고무받침



(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 10.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 10.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 10.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		400	810	820	800	815	820	O.K
P1	A1측	400	650	640	780	640	630	O.K
	A2측	400	580	570	710	600	590	O.K
P2	A1측	400	620	640	750	640	630	O.K
	A2측	400	540	540	680	550	530	O.K
P3	A1측	400	610	600	730	615	610	O.K
	A2측	400	580	600	715	580	580	O.K
P4	A1측	400	615	605	745	610	610	O.K
	A2측	400	590	590	720	600	615	O.K
P5	A1측	400	600	595	740	600	590	O.K
	A2측	400	610	620	750	610	610	O.K
P6	A1측	400	610	620	750	610	615	O.K
	A2측	400	610	605	740	610	620	O.K
P7	A1측	400	565	580	700	570	563	O.K
	A2측	400	570	580	720	610	600	O.K
P8	A1측	400	600	590	720	580	590	O.K
	A2측	400	615	625	740	610	610	O.K
A2		400	820	830	840	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 10.3.15】 교량받침 이동량 측정

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

【표 10.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P1	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P3	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P4	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P5	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
1) 조사당시 온도 : 12.2°C (조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주)							
2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 10.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	10	40	50	20.6	27.3	±50
	SH2	10	40	50			±50
	SH3	10	40	50			±50
	SH4	10	40	50			±50
	SH5	10	40	50			±50
P1(A1)	SH1	10	86	106	20.6	27.3	±96
	SH2	10	86	106			±96
	SH3	10	86	106			±96
	SH4	10	86	106			±96
	SH5	10	86	106			±96
P1(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P2(A1)	SH1	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
P2(A2)	SH6	5	91	101	20.6	27.3	±96
	SH7	5	91	101			±96
	SH8	5	91	101			±96
	SH9	5	91	101			±96
	SH10	5	91	101			±96
P3(A1)	SH1	5	91	101	20.6	27.3	±50
	SH2	5	91	101			±50
	SH3	5	91	101			±50
	SH4	5	91	101			±50
	SH5	5	91	101			±50
P3(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±50
	SH7	0	96	96			±50
	SH8	0	96	96			±50
	SH9	0	96	96			±50
	SH10	0	96	96			±50
P4(A1)	SH1	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
P4(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 10.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5(A1)	SH1	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH2	5	95	105			±96
	SH3	5	95	105			±96
	SH4	5	95	105			±96
	SH5	5	95	105			±96
P5(A2)	SH6	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH7	5	95	105			±96
	SH8	5	95	105			±96
	SH9	5	95	105			±96
	SH10	5	95	105			±96
P6(A1)	SH1	5	45	55	20.6	27.3	±50
	SH2	5	45	55			±50
	SH3	5	45	55			±50
	SH4	5	45	55			±50
	SH5	5	45	55			±50
P6(A2)	SH6	5	45	55	20.6	27.3	±50
	SH7	5	45	55			±50
	SH8	5	45	55			±50
	SH9	5	45	55			±50
	SH10	5	45	55			±50
P7(A1)	SH1	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
P7(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P8(A1)	SH1	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
P8(A2)	SH6	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH7	5	95	105			±96
	SH8	5	95	105			±96
	SH9	5	95	105			±96
	SH10	5	95	105			±96
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 10.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A2	SH1	0	50	50	20.6	27.3	±50
	SH2	0	50	50			±50
	SH3	0	50	50			±50
	SH4	0	50	50			±50
	SH5	0	50	50			±50
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

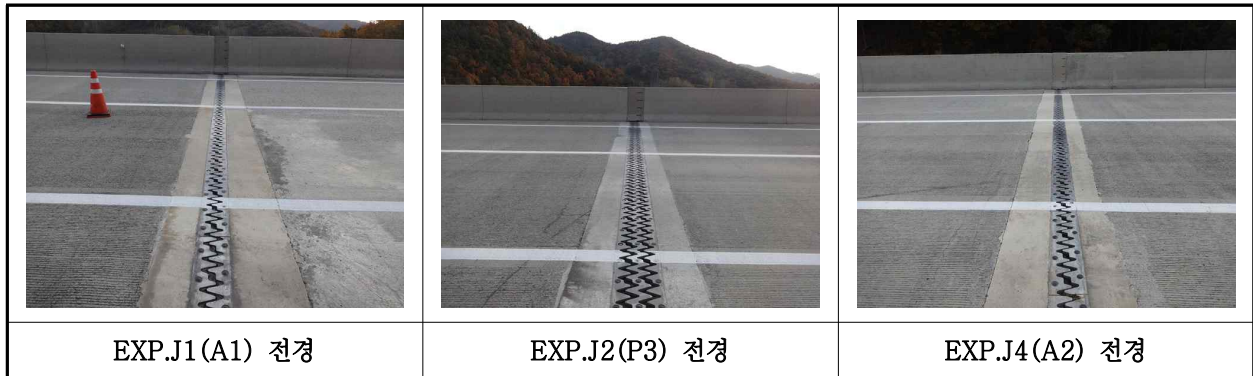
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3, P6, A2에 팽거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



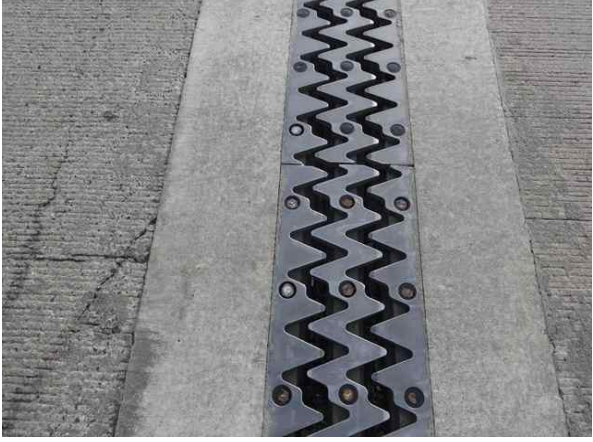
【사진 10.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 10.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (개소/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	7.9	19	—	—	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	1.2	4	3.0	1	1.0	1	—	—
P6 (EXP J3)	—	—	3.0	1	—	—	—	—
A2 (EXP J4)	3.0	10	—	—	—	—	0.07	2
합계	12.1	33	6.0	2	1.0	1	0.07	2

	
A1 후타재 균열 (0.2mm/0.3m)	A2 후타재 파손 (0.1m×0.2m)
	
P3 본체 이물질퇴적 (3m)	P6 후타재 균열 (0.2mm/0.3m)

【사진 10.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

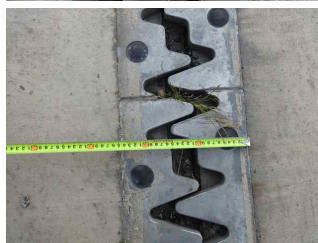
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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 이물질퇴적이 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 가동량 산정 - 조사일 : 2019. 11. 6. 기온 적용: 12.2°C(일평균) ΔT(신장시) : $35.0^{\circ}\text{C} - 12.2^{\circ}\text{C} = 22.8^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (12.2^{\circ}\text{C}) = 17.2^{\circ}\text{C}$ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위($^{\circ}\text{C}$)				 	
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α ($/^{\circ}\text{C}$)	
	강 교	상로교	$-10 \sim +40$	$-20 \sim +40$	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	$-10 \sim +50$	$-20 \sim +40$	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		$-5 \sim +35$	$-15 \sim +35$	1.0×10^{-5}	

【사진 10.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 10.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P3	17.2	22.8	0.00001	240.0	41.3	54.7	
P6	17.2	22.8	0.00001	240.0	41.3	54.7	
A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
1) 조사당시 온도 : 12.2℃(조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 10.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 싹유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	20.6	27.3	45	120.0	65.6	17.7	O.K
P3	41.3	54.7	120	250.0	161.3	65.3	O.K
P6	41.3	54.7	105	250.0	146.3	50.3	O.K
A2	20.6	27.3	50	120.0	70.6	22.7	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 싹유간 측정결과, 측정일 온도는 12.3℃(11월 06일)로써 이때 측정 유간은 45.0~120.0mm 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.



교면포장 전경

【사진 10.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 10.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
합계	-	-



【사진 10.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

	
배수구 전경	배수관 전경

【사진 10.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 그레이팅 파손이 발생하였다

【표 10.3.14】 배수시설 외관조사 결과

구분	그레이팅 파손 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	1.0	1
S9	—	—
합계	1.0	1



S8 그레이팅 파손

【사진 10.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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.



방호벽 전경

【사진 10.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 균열이 확인되었고, 금회 철근노출, 박리가 신규 조사되었다.

【표 10.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	0.01	1
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	0.01	1



【사진 10.3.24】 방호벽 및 중앙분리대
손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 파손은 차수판 설치 시 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

10.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산호교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=270.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 10.3.25】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 박락, 파손이 조사되었다.

【표 10.3.16】바닥판하면 현장조사 결과

구분	박락, 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.06	1
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	0.10	1
합계	0.16	2

	
S2 바닥판하면 박락(0.3m×0.2m)	S9 바닥판하면 파손(0.2m×0.5m)

【사진 10.3.26】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생한 파손은 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



거더 내측 전경

【사진 10.3.27】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나, 일부 구간에 들뜸이 발생하였다.

【표 10.3.17】 거더 외관조사 결과

구분	박락 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	0.15	1
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	0.15	1



【사진 10.3.28】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더의 박락은 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 내구성 확보차원의 단면보수가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 10.3.29】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 10.3.18】 가로보 현장조사 결과

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



가로보 상태양호

【사진 10.3.30】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

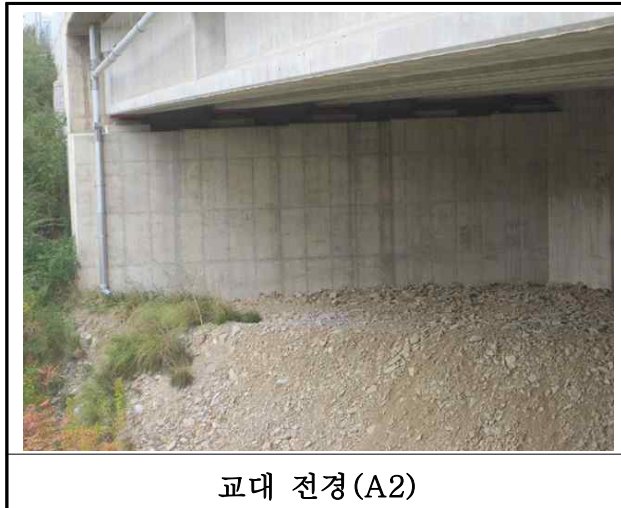
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



교대 전경 (A2)

【사진 10.3.31】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 0.3mm 미만 균열, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 10.3.19】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 미만) (m/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	2.0	1	—	—	—	—
A2	—	—	8.0	2	2.5	1
합계	2.0	1	8.0	2	2.5	1

	
A1 균열 (0.2mm/2.0m)	A1 균열 (0.2mm/2.0m)
	
A2 누수흔적 (0.5m×5.0m)	A2 폐 콘크리트 퇴적 (2.0m×2.0m)

【사진 10.3.32】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다.
- 교대에 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.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



교각 전경

【사진 10.3.33】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm이상 균열이 조사되었다.

【표 10.3.20】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm이상 (m/개소)	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	42.0	28
P6	—	—
P7	30.0	20
P8	—	—
합계	72.0	48



【사진 10.3.34】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

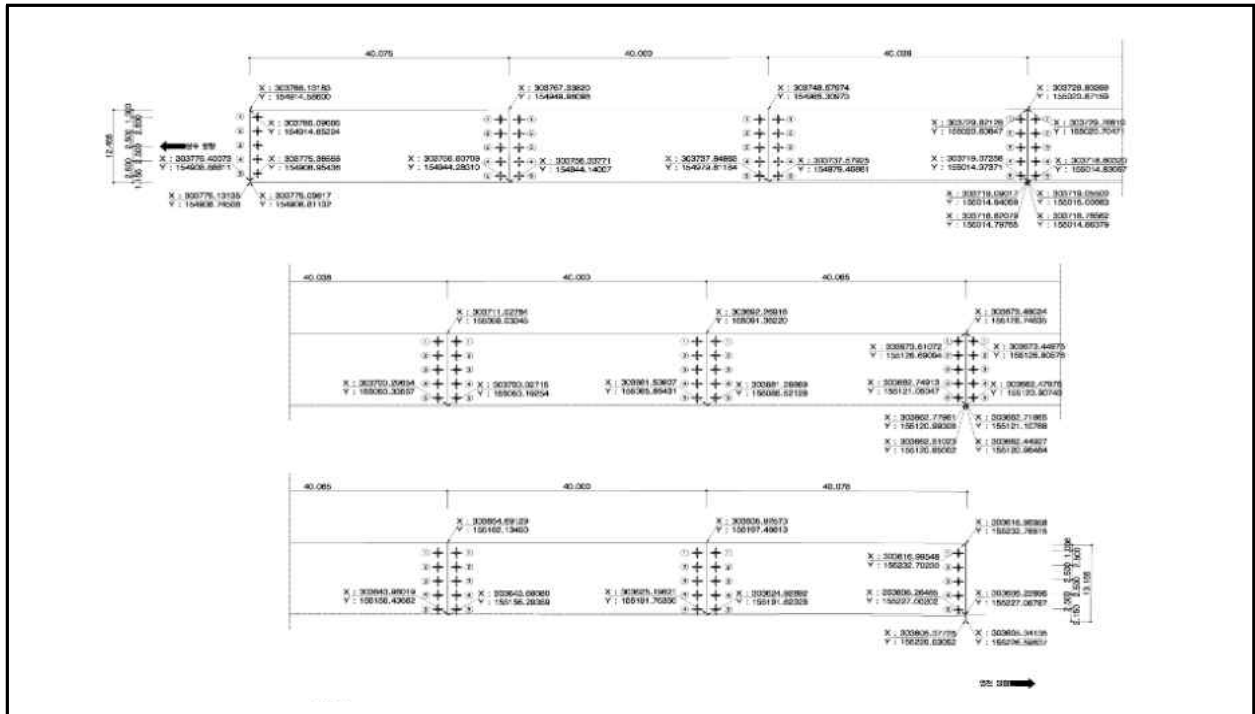
4) 검토의견

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

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



【그림 10.3.3】 교량받침 배치도



【사진 10.3.35】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 10.3.21】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 0.3mm미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3mm미만 (m/개소)		받침콘크리트 철근노출 (개소/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	—	—	—	—	—	—	2.0	2
P2	—	—	—	—	—	—	2.0	2
P3	—	—	3.0	6	—	—	2.0	2
P4	—	—	—	—	—	—	2.0	2
P5	—	—	—	—	—	—	2.0	2
P6	—	—	—	—	—	—	2.0	2
P7	—	—	0.3	1	—	—	2.0	2
P8	—	—	—	—	—	—	2.0	2
A2	0.2	1	—	—	1.0	1	—	—
합계	0.2	1	3.3	7	1.0	1	16.0	16

	
A2-Sh3 받침콘크리트 철근노출(1EA)	P1-SH1,8 플레이트 부식(0.5m×0.5m)
	
P3-Sh5 받침콘크리트 균열(0.2mm/0.5m)	P6-SH1,6 플레이트 부식(0.5m×0.5m)

【사진 10.3.36】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

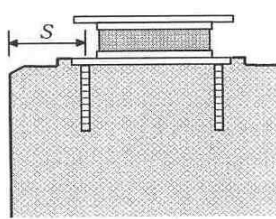
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

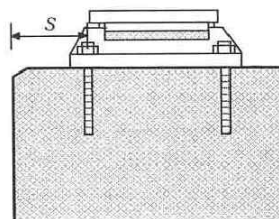
- 받침본체에서 조사된 플레이트 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트에서 조사된 철근노출은 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수+방청이 요망된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 10.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

【사진 10.3.37】교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 10.3.22】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 10.3.38】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 10.3.23】 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	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P1	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P3	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P4	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P5	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
1) 조사당시 온도 : 12.2℃(조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주)							
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 10.3.24】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	10	40	50	20.6	27.3	±50
	SH2	10	40	50			±50
	SH3	10	40	50			±50
	SH4	10	40	50			±50
	SH5	10	40	50			±50
P1(A1)	SH1	5	91	101	20.6	27.3	±96
	SH2	5	91	101			±96
	SH3	5	91	101			±96
	SH4	5	91	101			±96
	SH5	5	91	101			±96
P1(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P2(A1)	SH1	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH2	0	96	96			±96
	SH3	0	96	96			±96
	SH4	0	96	96			±96
	SH5	0	96	96			±96
P2(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P3(A1)	SH1	5	91	101	20.6	27.3	±50
	SH2	5	91	101			±50
	SH3	5	91	101			±50
	SH4	5	91	101			±50
	SH5	5	91	101			±50
P3(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±50
	SH7	0	96	96			±50
	SH8	0	96	96			±50
	SH9	0	96	96			±50
	SH10	0	96	96			±50
P4(A1)	SH1	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH2	5	95	105			±96
	SH3	5	95	105			±96
	SH4	5	95	105			±96
	SH5	5	95	105			±96
P4(A2)	SH6	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH7	5	95	105			±96
	SH8	5	95	105			±96
	SH9	5	95	105			±96
	SH10	5	95	105			±96
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 10.3.24】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5(A1)	SH1	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH2	5	95	105			±96
	SH3	5	95	105			±96
	SH4	5	95	105			±96
	SH5	5	95	105			±96
P5(A2)	SH6	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH7	5	95	105			±96
	SH8	5	95	105			±96
	SH9	5	95	105			±96
	SH10	5	95	105			±96
P6(A1)	SH1	0	45	55	20.6	27.3	±50
	SH2	0	45	55			±50
	SH3	0	45	55			±50
	SH4	0	45	55			±50
	SH5	0	45	55			±50
P6(A2)	SH6	0	45	55	20.6	27.3	±50
	SH7	0	45	55			±50
	SH8	0	45	55			±50
	SH9	0	45	55			±50
	SH10	0	45	55			±50
P7(A1)	SH1	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH2	5	95	105			±96
	SH3	5	95	105			±96
	SH4	5	95	105			±96
	SH5	5	95	105			±96
P7(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
P8(A1)	SH1	5	95	105	20.6	27.3	±96
	SH2	5	95	105			±96
	SH3	5	95	105			±96
	SH4	5	95	105			±96
	SH5	5	95	105			±96
P8(A2)	SH6	0	96	96	20.6	27.3	±96
	SH7	0	96	96			±96
	SH8	0	96	96			±96
	SH9	0	96	96			±96
	SH10	0	96	96			±96
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 10.3.24】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A2	SH1	20	30	70	20.6	27.3	±50
	SH2	20	30	70			±50
	SH3	20	30	70			±50
	SH4	20	30	70			±50
	SH5	20	30	70			±50
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

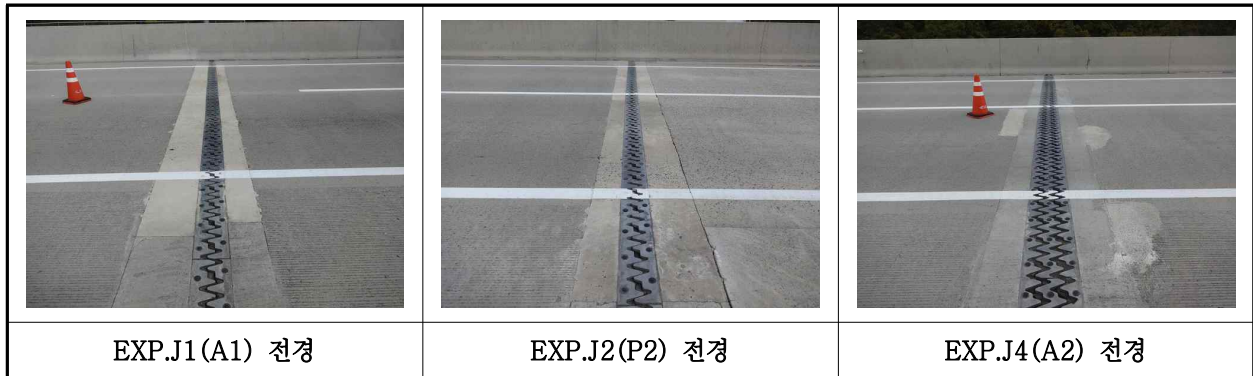
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3, P6, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



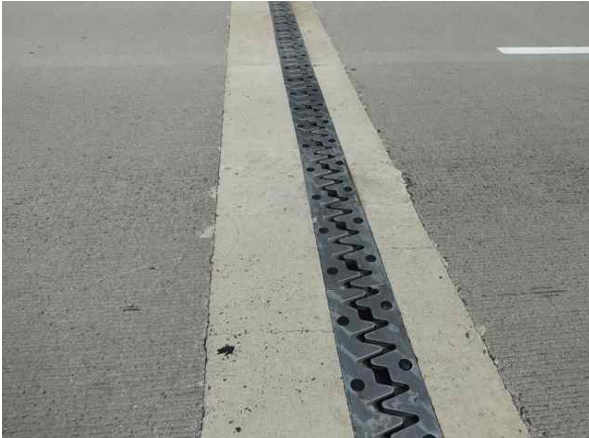
【사진 10.3.39】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열 및 망상균열, 후타재 파손, 본체 이물질퇴적, 차수판 볼트 탈락이 조사되었다.

【표 10.3.25】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	11.5	29	—	—	0.02	2	3.0	1	—	—
P3 (EXP J2)	4.5	15	—	—	—	—	3.0	1	—	—
P6 (EXP J3)	1.2	4	—	—	—	—	3.0	1	1.0	1
A2 (EXP J4)	—	—	8.0	2	0.10	1	—	—	—	—
합계	17.2	48	8.0	2	0.12	3	9.0	3	1.0	1

	
A1 본체 이물질퇴적(3.0m)	A1 후타재 균열(0.2mm/0.5)
	
A1 후타재 파손(0.1m×0.1m)	A1 후타재 망상균열(0.5m×8.0m)

【사진 10.3.40】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에 서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 채수 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 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 차수판 볼트탈락, 파손은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2019. 11. 6. 기온 적용: 12.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-12.2℃ = 22.8℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(12.2℃) = 17.2℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팡창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 10.3.41】 신축이음 유간 측정방법

【표 10.3.26】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
P3	17.2	22.8	0.00001	240.0	41.3	54.7	
P6	17.2	22.8	0.00001	240.0	41.3	54.7	
A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.3	
1) 조사당시 온도 : 12.2°C(조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주)							
2) 검토온도 : -5°C ~ 35°C(보통지방)							

【표 10.3.27】 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	20.6	27.3	46	120.0	66.6	18.7	O.K
P3	41.3	54.7	120	250.0	161.3	65.3	O.K
P6	41.3	54.7	128	250.0	169.3	73.3	O.K
A2	20.6	27.3	40	120.0	60.6	12.7	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 12.3°C(11월 06일)로써 이때 측정 유간은 40.0~128.0mm 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.



교면포장 전경

【사진 10.3.42】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 10.3.28】 교면포장 외관조사 결과

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



교면포장 상태양호

【사진 10.3.43】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요



배수관 전경

【사진 10.3.44】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 10.3.29】 배수시설 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
합계	-	-



배수시설 상태 양호

【사진 10.3.45】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 10.3.46】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 0.3mm 미만 균열이 확인되었다.

【표 10.3.30】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 미만) (m/개소)	
S1	—	—
S2	6.0	6
S3	1.0	1
S4	5.0	5
S5	5.0	5
S6	3.0	3
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
합계	20.0	20

	
S2 균열(0.2mm/1.0m)	S5 균열(0.2mm/1.0m)

【사진 10.3.47】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생한 페 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.

10.3.4 외관조사 총괄표

【표 10.3.31】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	누수흔적	m ²	0.75	1	
가로보	재료분리	m ²	1.25	5	
	철근노출	m ²	0.09	3	
교대	균열(0.3mm미만)	m ²	6.0	2	
	백태	m ²	0.05	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	52.5	39	
	균열(0.3mm이상)	m	49.5	23	
	철근노출	m ²	0.05	1	
	박리	m ²	4.5	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.2	1	
	반침콘크리트 재료분리	m ²	0.05	1	
	플레이트 부식	EA	55.0	55	
	반침콘크리트 철근노출	EA	2.0	2	
신축이음	후타재 균열	m	12.1	33	
	이물질퇴적	m	6.0	2	
	차수판 볼트탈락	EA	1.0	1	
	후타재 파손	m ²	0.07	2	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.0	1	
방호벽 및 중분대	파손	m ²	0.01	1	

【표 10.3.32】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	박락, 파손	m ²	0.16	2	
거더	박락	m ²	0.15	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.0	1	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	8.0	1	
	누수흔적	m ²	2.5	1	
교각	균열(0.3mm이상)	m	72.0	48	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.2	1	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	3.3	7	
	받침콘크리트 철근노출	EA	1.0	1	
	플레이트 부식	EA	16.0	16	
신축이음	후타재 균열	m ²	17.2	48	
	후타재 망상균열	m ²	8.0	2	
	후타재 파손	m ²	0.12	3	
	이물질퇴적	m	9.0	3	
	차수판 볼트탈락	EA	1.0	1	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	20.0	20	

10.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

10.4 콘크리트 내구성 조사

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

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

10.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 10.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트:1개소/50m	• 철근콘크리트:1개소/50m	8	8	8	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		3	3	3	3	

【표 10.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트:1개소/50m	• 철근콘크리트:1개소/50m	8	8	8	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		3	3	3	3	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

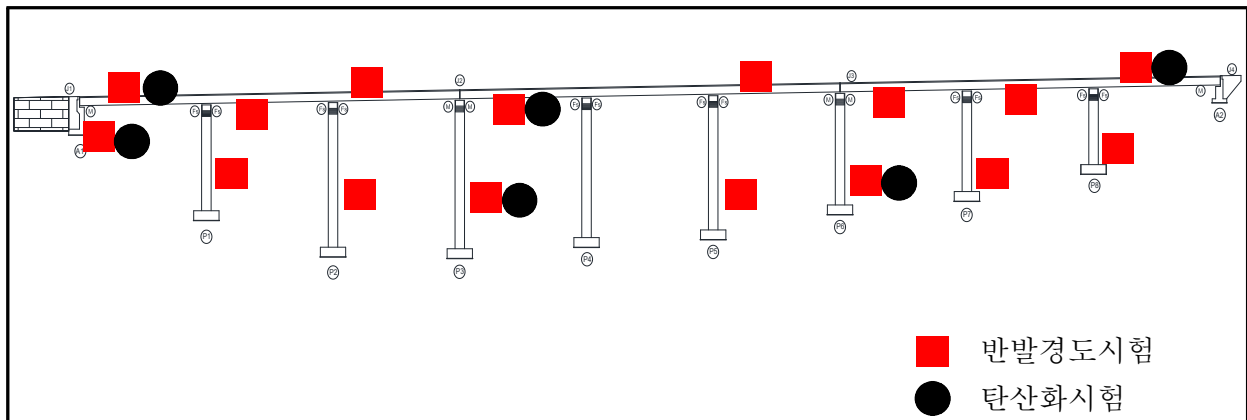
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

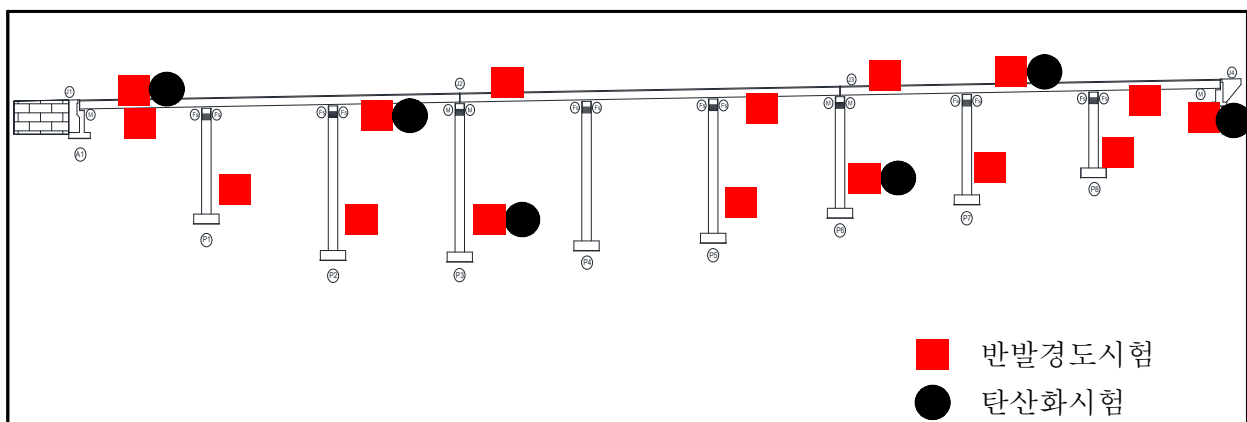


【사진 10.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 10.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 10.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

10.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 10.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.3	27.9	28.8	0.66	27.0	
	S3 바닥판하면	46.9	27.5	28.6			
	S6 바닥판하면	46.8	27.5	28.6			
	S9 바닥판하면	47.0	27.6	28.7			
	S2-G2 거더	48.1	40.8	47.5		40.0	
	S4-G1 거더	47.7	40.4	46.9			
	S7-G2 거더	47.9	40.6	47.2			
	S8-G1 거더	47.7	40.4	46.9			
	평 균	47.4	34.1	37.9	—	—	

【표 10.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.3	26.2	27.9	0.66	24.0	
	P1 교각	47.1	27.7	28.7			
	P2 교각	47.1	27.7	28.7			
	P3 교각	46.9	27.5	28.6		27.0	
	P5 교각	46.7	27.4	28.5			
	P6 교각	48.1	28.5	29.2			
	P7 교각	46.9	27.5	28.6			
	P8 교각	46.9	27.5	28.6			
	평 균	46.9	27.5	28.6	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.1~37.9MPa, 하부구조 27.5~28.6MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 10.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.6 ~ 28.7	27.0	102.3 ~ 106.1
	거더	40.6 ~ 47.2	40.0	101.4 ~ 117.9
하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	109.1 ~ 116.1
	교각	27.7 ~ 28.7	27.0	102.6 ~ 106.3

② 기 점검결과와의 비교

【표 10.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	25.9~28.3	27.1~28.2	24.0~27.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 10.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.54	100년이상	
	S9 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.54	100년이상	
	S4-G1 거더	4.0	50.0	46.0	a	2.83	100년이상	
하부구조	A1 교대	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	
	P3 교각	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	
	P6 교각	8.0	100.0	92.0	a	5.66	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 10.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0~5.0	46.0~62.0	
하부구조	7.0~8.0	92.0~93.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 10.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	0.2~0.4	59.6~59.8	a	4.0~5.0	46.0~62.0	a	
하부구조	0.8~1.0	90.0~94.2	a	7.0~8.0	92.0~93.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 10.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.1	28.5	29.2	0.66	27.0	
	S4 바닥판하면	46.9	27.5	28.6			
	S7 바닥판하면	48.0	28.5	29.1			
	S8 바닥판하면	49.1	29.4	29.7			
	S1-G2 거더	47.3	40.0	46.3		40.0	
	S3-G1 거더	47.9	40.6	47.2			
	S6-G1 거더	47.2	39.9	46.2			
	S8-G1 거더	47.5	40.2	46.6			
	평 균	47.8	34.3	37.9	—	—	

【표 10.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	45.4	26.3	27.9	0.66	24.0	
	P1 교각	47.3	27.9	28.8			
	P2 교각	47.9	28.4	29.1			
	P3 교각	47.3	27.9	28.8		27.0	
	P5 교각	47.2	27.8	28.8			
	P6 교각	47.9	28.4	29.1			
	P7 교각	48.2	28.6	29.2			
	P8 교각	47.2	27.8	28.8			
	평 균	47.3	27.9	28.8	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.3~37.9MPa, 하부구조 27.9~28.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 10.4.12】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.5 ~ 29.1	27.0	105.5 ~ 121.4
	거더	40.2 ~ 46.6	40.0	100.5 ~ 116.5
하부구조	교대	26.3 ~ 27.9	24.0	109.5 ~ 116.3
	교각	28.1 ~ 28.9	27.0	111.9 ~ 112.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 10.4.13】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	26.8~28.3	27.1~28.5	24.0~27.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 10.4.14】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	4.0	67.0	63.0	a	2.83	100년이상	
	S8 바닥판하면	3.5	67.0	63.5	a	2.47	100년이상	
	S3-G1 거더	3.0	50.0	47.0	a	2.12	100년이상	
하부구조	A2 교대	5.0	100.0	95.0	a	3.54	100년이상	
	P3 교각	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P6 교각	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 10.4.15】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~4.0	47.0~63.0	
하부구조	5.0~7.0	93.0~95.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 10.4.16】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	0.2~0.4	59.6~61.8	a	3.0~4.0	47.0~63.0	a	
하부구조	0.5~0.8	84.5~95.2	a	5.0~7.0	93.0~95.0	a	
검토의견	■ 기준 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 10.4.17】상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

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				

【표 10.4.18】영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.5 ~ 29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.2 ~ 46.6	40.0	
	하부구조	교대	26.3 ~ 27.9	24.0	
		교각	28.1 ~ 28.9	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		47.0~63.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

본 구조물은 금회 점검이 준공후 최초 정밀안전점검이다.

【표 10.4.19】상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.6 ~ 28.9		27.6 ~ 28.7		■ 강도저하 없음
		거더	41.5 ~ 50.0		40.6 ~ 47.2		
	하부구조	교대	24.6 ~ 27.2		26.2 ~ 27.9		
		교각	27.9 ~ 28.3		27.7 ~ 28.7		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		59.6~59.8	a	46.0~62.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		90.0~94.2	a	92.0~93.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용연수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 10.4.20】영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.9 ~ 29.1		28.5 ~ 29.1		■ 강도저하 없음
		거더	41.7 ~ 50.2		40.2 ~ 46.6		
	하부구조	교대	28.5 ~ 29.1		26.3 ~ 27.9		
		교각	28.5 ~ 29.1		28.1 ~ 28.9		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		59.6~61.8	a	47.0~63.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		84.5~95.2	a	93.0~95.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

10.5 상태평가

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

10.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상주방향

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

【표 10.5.1】 상주방향 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSCI	a	a	a	a	a	a	b	a	b	q	a	a
S2	P1	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	a	a	q	—	—
S3	P2	PSCI	a	a	b	a	a	a	—	a	b	q	—	—
S4	P3	PSCI	a	a	a	a	a	b	b	a	c	q	a	a
S5	P4	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	a	c	q	—	—
S6	P5	PSCI	a	a	c	a	a	a	—	a	c	q	—	—
S7	P6	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	a	c	q	—	a
S8	P7	PSCI	a	a	a	a	b	a	—	a	c	q	—	—
S9	P8	PSCI	a	b	b	a	a	a	—	a	b	q	a	—
	A2								b	a	b	q	—	—
평균			0.100	0.111	0.156	0.100	0.111	0.111	0.200	0.100	0.290	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.022	0.008	0.007	0.003	0.002	0.018	0.009	0.058	—	0.004	0.003
													0.153	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.153) < 0.260$

나. 영천방향

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

【표 10.5.2】 영천방향 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSCI	a	a	a	a	a	a	b	a	b	q	a	—
S2	P1	PSCI	b	a	a	a	a	b	—	b	a	q	—	—
S3	P2	PSCI	a	a	a	a	a	b	—	b	a	q	a	—
S4	P3	PSCI	a	b	a	a	a	b	b	b	a	q	—	a
S5	P4	PSCI	a	a	a	a	a	b	—	b	a	q	—	—
S6	P5	PSCI	a	a	a	a	a	b	—	b	c	q	—	—
S7	P6	PSCI	a	a	a	a	a	a	b	b	a	q	—	a
S8	P7	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	c	q	a	—
S9	P8	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	a	q	—	—
	A2								b	c	b	q	—	a
평균			0.111	0.111	0.100	0.100	0.100	0.156	0.200	0.210	0.180	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.020	0.022	0.005	0.007	0.003	0.003	0.018	0.019	0.036	—	0.004	0.003
													0.140	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.140) < 0.260$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 10.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.140	B	360	2	520	0.500	0.076
영천방향	0.140	B	360	2	520	0.500	0.070
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.146
1. 평가지수 =							0.146
2. 상태평가결과 =							B

10.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

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

나. 영천방향

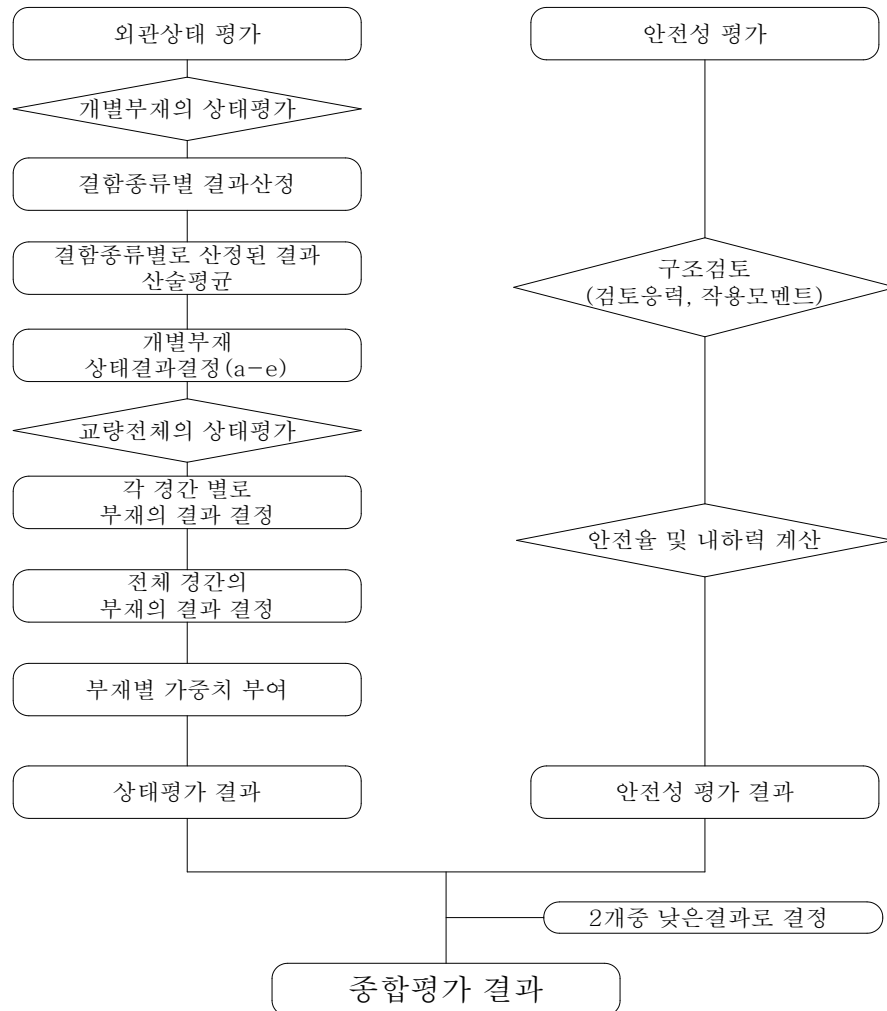
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

10.6 종합평가 및 안전등급 지정

10.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 10.6.1】 종합평가 결과 산정절차

10.6.2 종합평가 결과

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

【표 10.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
산호교	0.146	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

10.6.3 안전등급 지정

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

【표 10.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

10.7 보수·보강 및 유지관리방안

10.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 10.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	누수흔적	m ²	0.75	1	표면처리	하자
가로보	재료분리	m ²	1.25	5	단면보수	하자
	철근노출	m ²	0.09	3	단면보수+방청	하자
교대	균열(0.3mm미만)	m ²	6.0	2	표면처리	하자
	백태	m ²	0.05	1	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	52.5	39	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	49.5	23	주입보수	하자
	철근노출	m ²	0.05	1	단면보수+방청	하자
	박리	m ²	4.5	1	단면보수	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.2	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.05	1	단면보수	2순위
	플레이트 부식	EA	55.0	55	재도장	2순위
	받침콘크리트 철근노출	EA	2.0	2	단면보수+방청	1순위
신축이음	후타재 균열	m	12.1	33	표면처리	3순위
	이물질퇴적	m	6.0	2	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
	후타재 파손	m ²	0.07	2	단면보수	2순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.0	1	정비	3순위
방호벽	파손	m ²	0.01	1	단면보수	2순위

나. 영천방향

【표 10.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	박락, 파손	m ²	0.16	2	단면보수	하자
거더	박락	m ²	0.15	1	단면보수	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.0	1	표면처리	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	8.0	1	정비	하자
	누수흔적	m ²	2.5	1	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm이상)	m	72.0	48	주입보수	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.2	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	3.3	7	표면처리	3순위
	받침콘크리트 철근노출	EA	1.0	1	단면보수+방청	1순위
	플레이트 부식	EA	16.0	16	재도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m ²	17.2	48	표면처리	3순위
	후타재 망상균열	m ²	8.0	2	표면처리	3순위
	후타재 파손	m ²	0.12	3	단면보수	2순위
	이물질퇴적	m	9.0	3	정비	3순위
	차수판 볼트탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	20.0	20	표면처리	3순위

10.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 10.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	누수흔적	표면처리	0.75	1.1	m ²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	1.25	1.9	m ²	—	—	하자
	철근노출	단면보수명칭	0.09	0.1	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.0	9.0	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.1	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	52.5	78.8	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	49.5	74.3	m	—	—	하자
	철근노출	단면보수명칭	0.05	0.1	m ²	—	—	하자
	박리	단면보수	4.5	6.8	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.2	0.1	m	54	5	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.05	0.1	m ²	165	17	2순위
	플레이트 부식	재도장	55.0	55.0	EA	25	1,375	2순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수명칭	2.0	2.0	EA	217	434	1순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	12.1	4.5	m	54	243	3순위
	이물질퇴적	정비	6.0	9.0	m	25	225	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
배수시설	그레이팅 파손	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
방호벽	파손	단면보수	0.01	0.1	m ²	165	17	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	434		1,409		523		
	재경비 (순공사비의 50%)	217		705		262		
	합계	615		2,114		785		
개략공사비 총계(천원)		3,514						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 10.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바퀴하면	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	3.0	m	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	8.0	12.0	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	2.5	3.8	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	72.0	108.0	m	—	—	하자
교량받침	무수축모탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.2	0.1	m	54	5	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	3.3	1.2	m	54	65	3순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수방청	1.0	1.0	EA	217	217	1순위
	플레이트 부식	재도장	16.0	16.0	EA	5	80	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	17.2	6.5	m	54	351	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
	차수판 볼트탈락	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	20.0	7.5	m	54	405	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	217		113		1,850		
	재경비 (순공사비의 50%)	109		57		925		
	합계	326		170		2,775		
개략공사비 총계(천원)		3,271						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

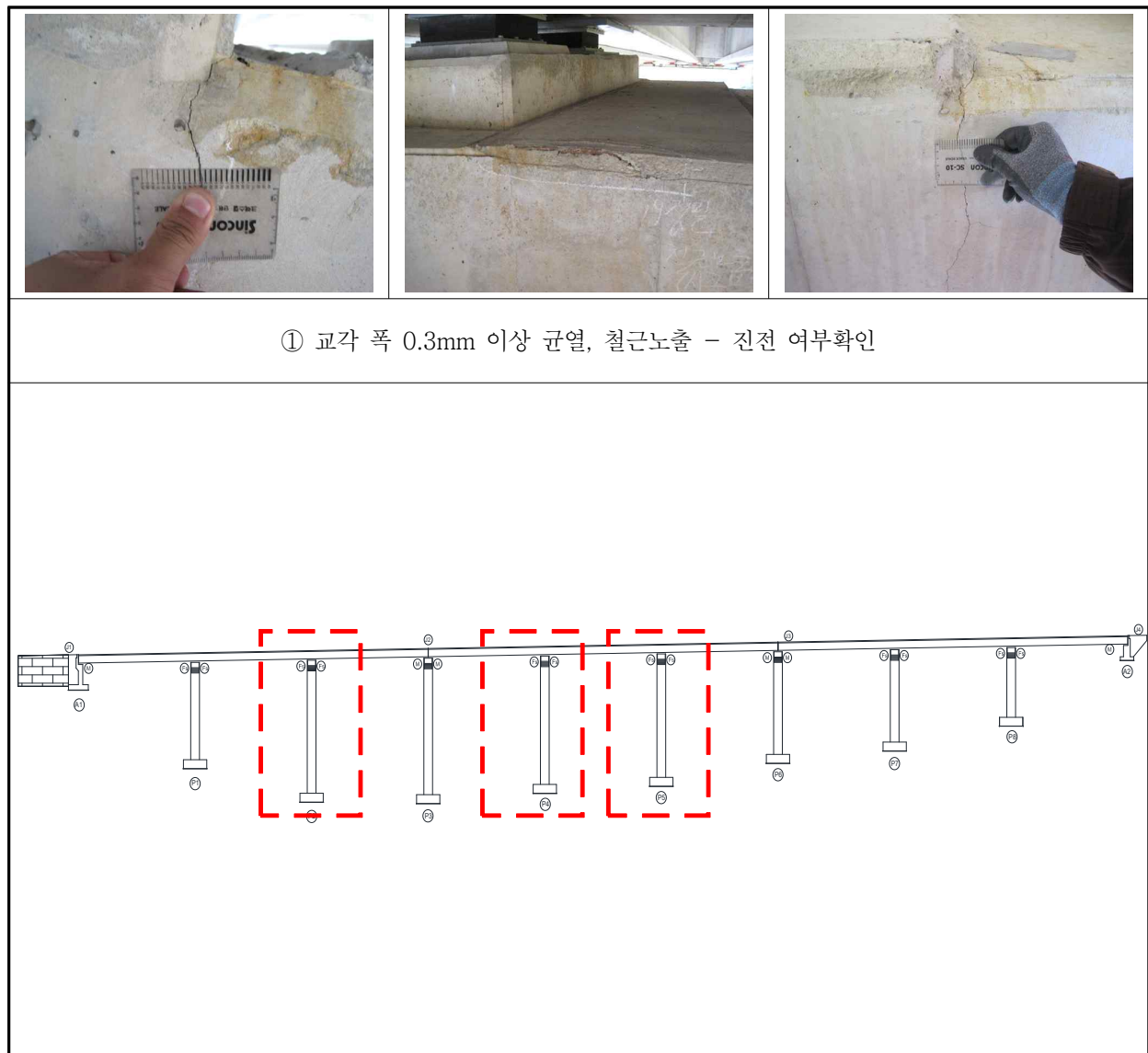
10.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 10.7.5】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	• 방호벽 손상여부 점검
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	• 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	• 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상



10.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 군위군 소보면 서경리(상주영천고속도로 30.623~30.983km)에 위치한 교량으로서 총 연장 360.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

10.8.1 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

- 거더의 외관조사 결과, 누수흔적이 발생 하였으며, 손상부는 시공시 발생한 누수흔적으로 추정되며, 미관 확보 차원의 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보의 외관조사 결과, 일부 구간에서 재료분리 및 철근노출 등의 손상이 조사되었고, 손상부는 시공시 마감불량 및 다짐불량, 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면 보수, 단면보수+방청 등의 보수가 필요한 상태이다.

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.
- 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 발생한 코핑부 박리 및 철근노출은 시공 미흡 및 피복부족에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 조사된 본체 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트 설치)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.
- 발생한 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.

7) 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 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 12.3℃(11월 06일)로써 이때 측정유간은 45.0~120.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 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 발생한 파손은 차수판 설치 시 발생한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.1~37.9MPa, 하부구조 27.5~28.6MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0mm로 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

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

2) IPC Girder

- 거더의 박락은 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 내구성 확보차원의 단면보수가 요구된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다.
- 교대에 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.

5) 교각

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 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 재도장이 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.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 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.
- 차수관 볼트탈락, 파손은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 12.3℃(11월 06일)로써 이때 측정유간은 40.0~128.0mm 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

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

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생된 폐 콘크리트 퇴적은 청소 등의 정비가 요구된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.3~37.9MPa, 하부구조 27.9~28.8MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.0~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2017년 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 신규 발생되었다.
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “0.146, B등급” 으로 평가되었다.

라. 결론

- 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.

10.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

