

13. 불당교

13.1 시설물 개요

13.2 자료수집 및 분석

13.3 현장조사

13.4 콘크리트 내구성조사

13.5 상태평가

13.6 종합평가 및 안전등급 지정

13.7 보수·보강 및 유지관리 방안

13.8 종합결론

13. 불당교

13.1 시설물의 개요

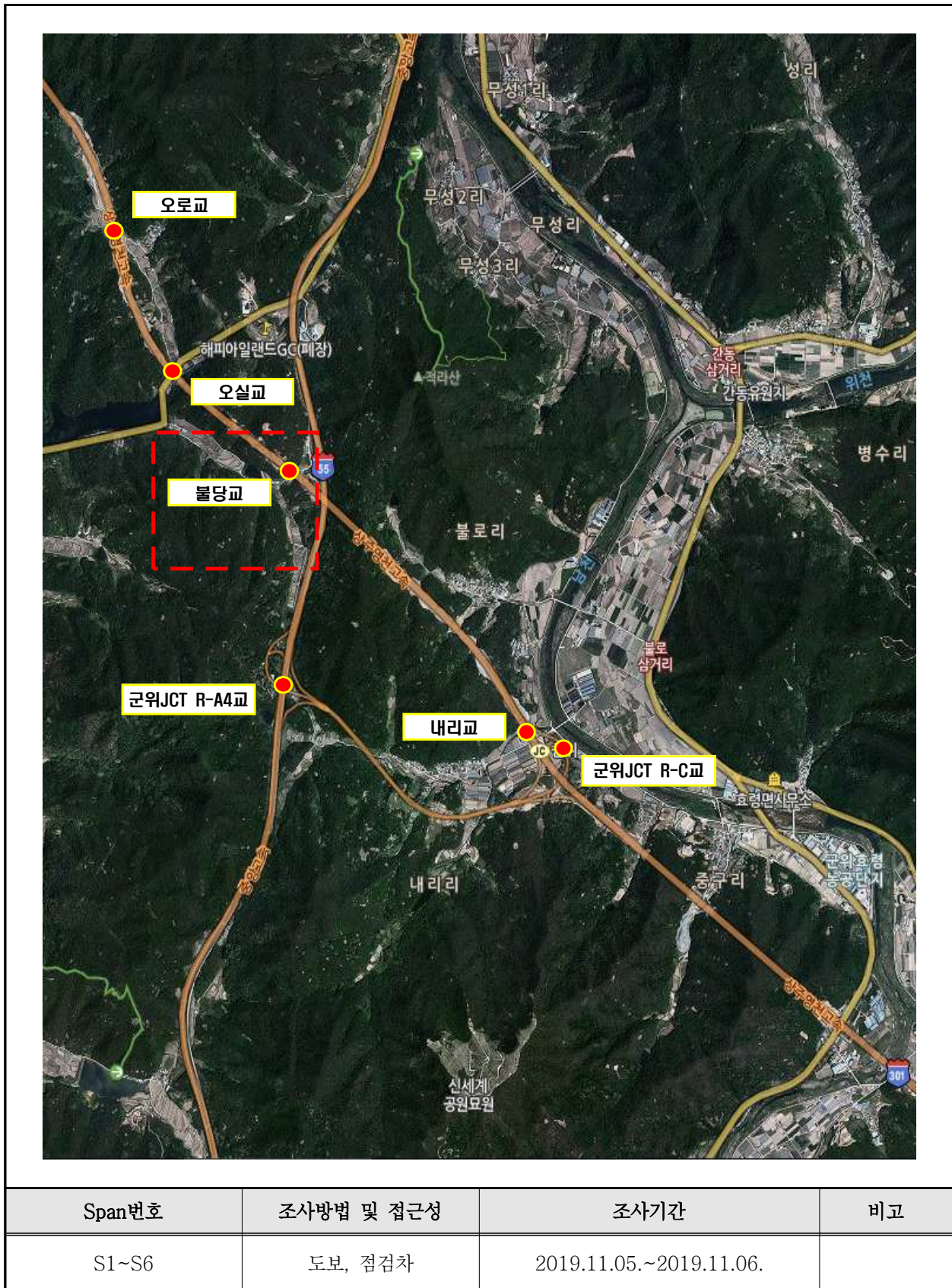
본 시설물은 경상북도 구미시 장천면 오로리(상주영천고속도로 38.817~39.057km)에 위치한 교량으로서 총 연장 240.0m, 폭 25.4m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

13.1.1 일반사항

【표 13.1.1】 불당교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000268	관리번호	SY BR.13	
시설물위치		경상북도 구미시 장천면 오로리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		38.817~39.057km	공사이정	2.582~2.822km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=240.0m, (6@40m=240m)			
	폭	B=25.4m, 4차로			
구조 형식	상부	PC빔교(PC I)	기초 형식	교 각	직접기초
	하부	T형 교각식(T)		교 대	직접, 말뚝기초
교량받침		면진받침, 포트받침	신축이음	핑거	
교차시설물		불당천	통과높이		
부착시설내용		-			
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

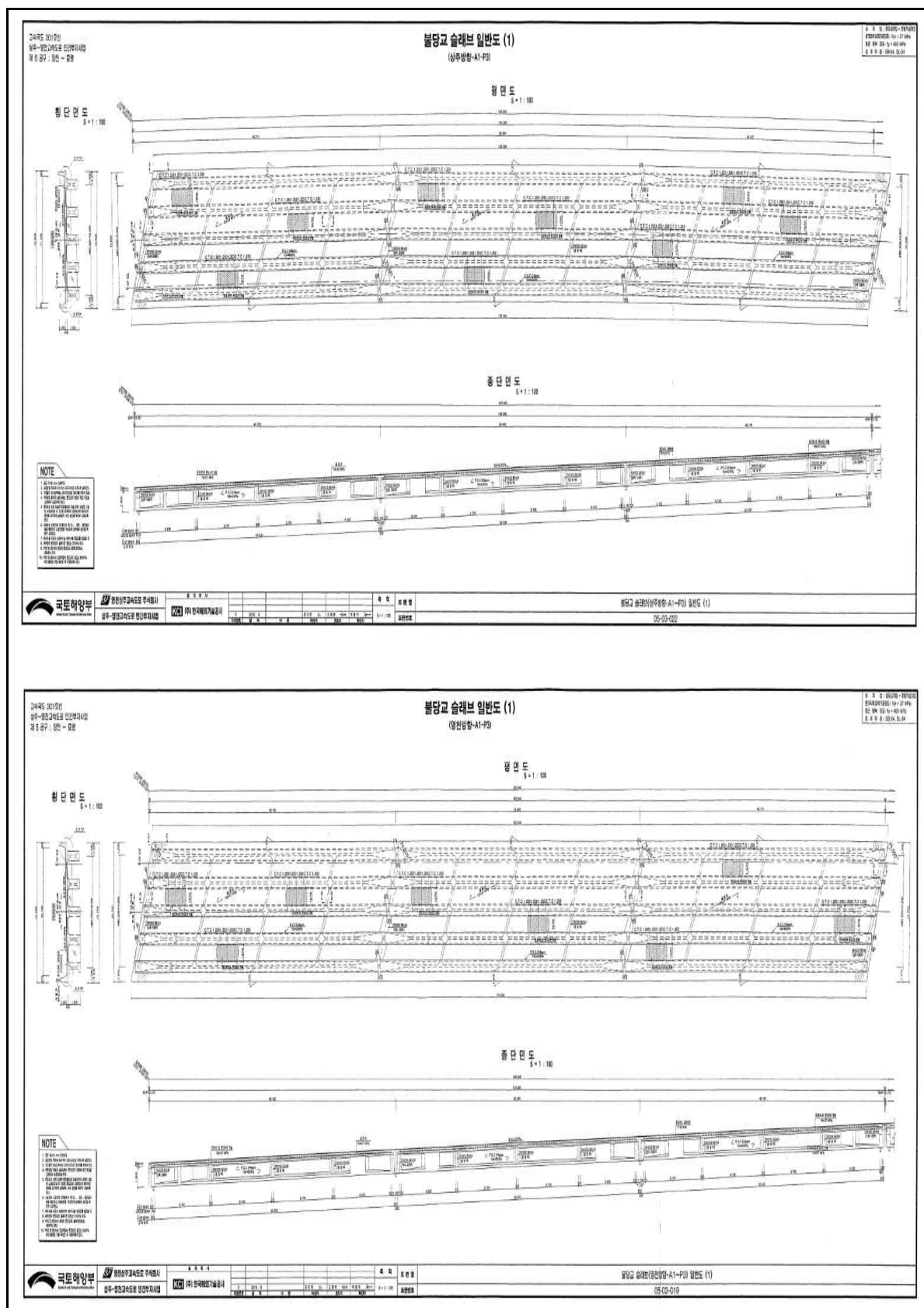
13.1.2 위치도 및 전경사진



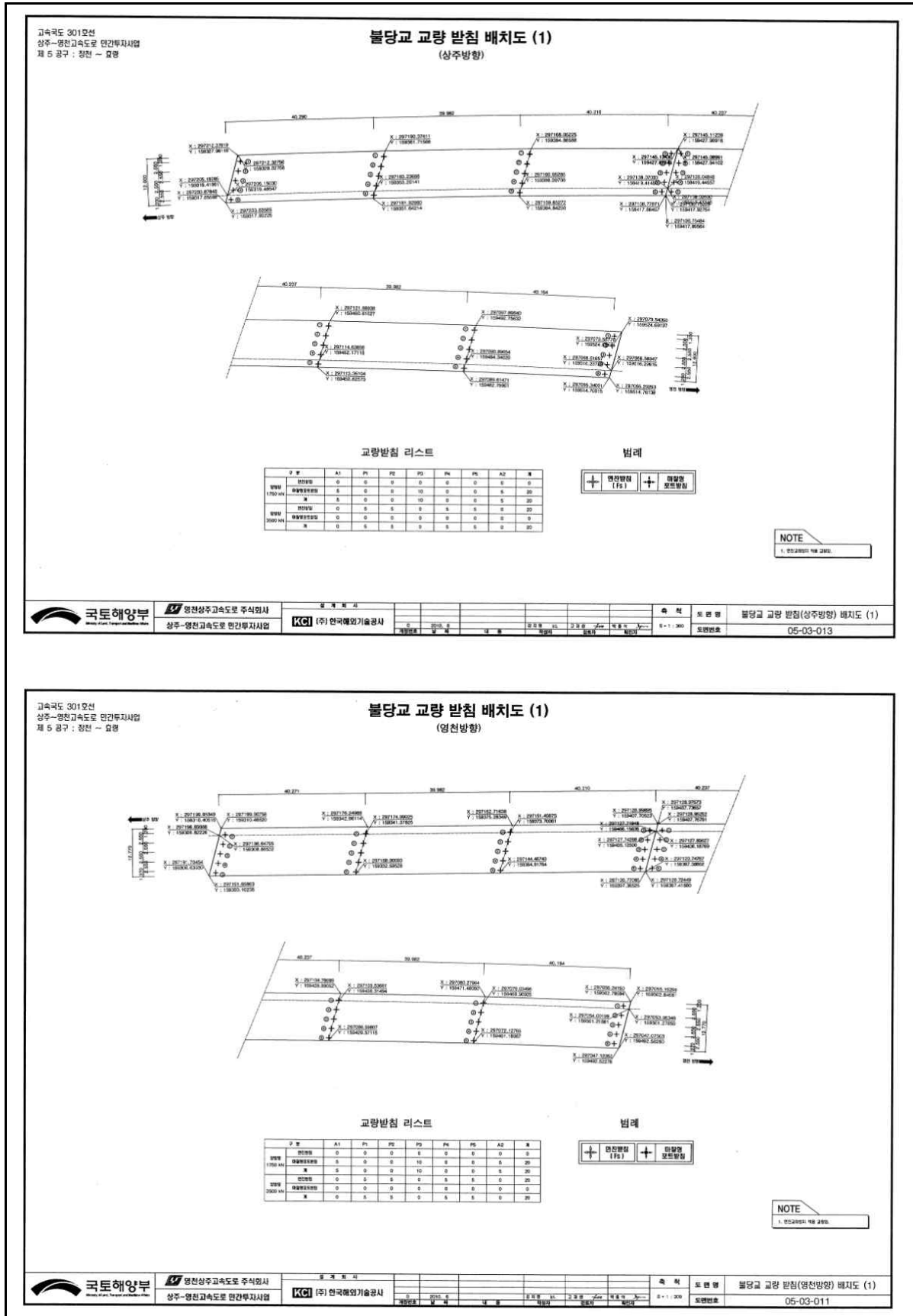
【그림 13.1.1】 위치도

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

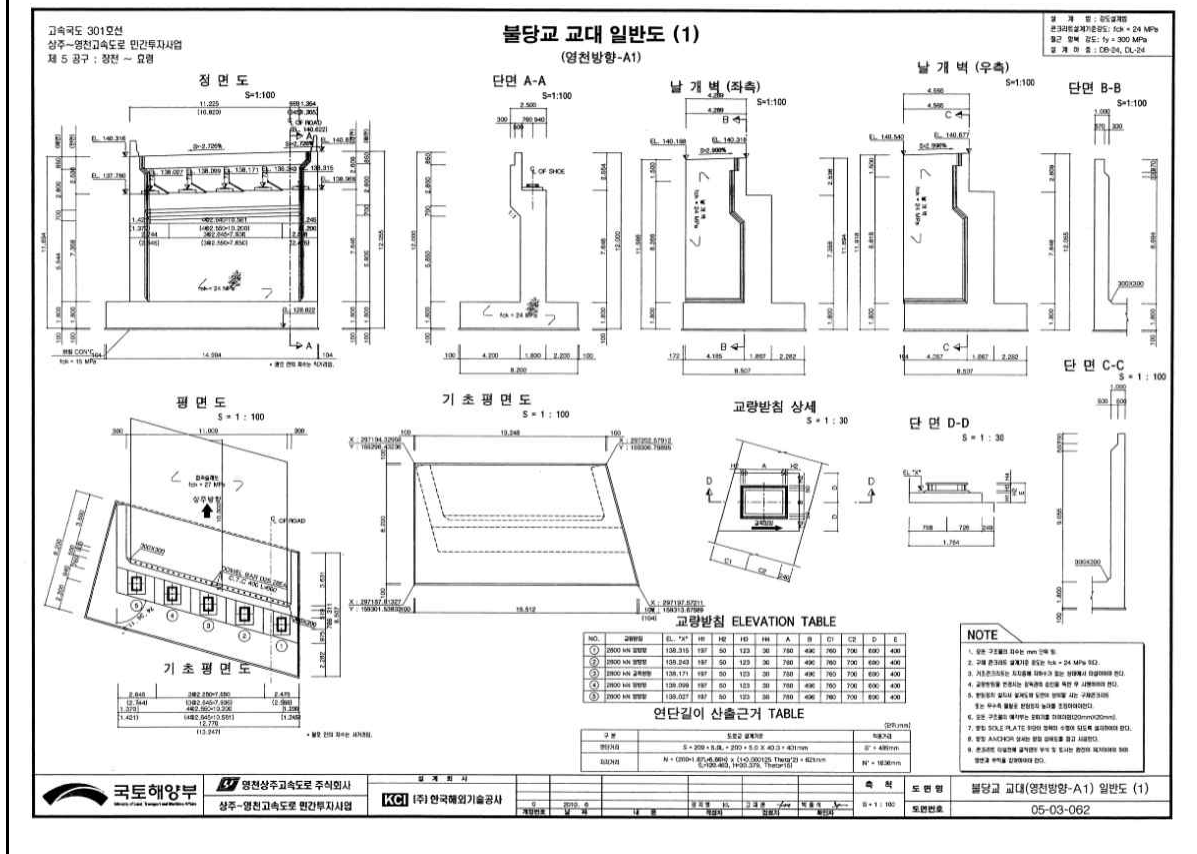
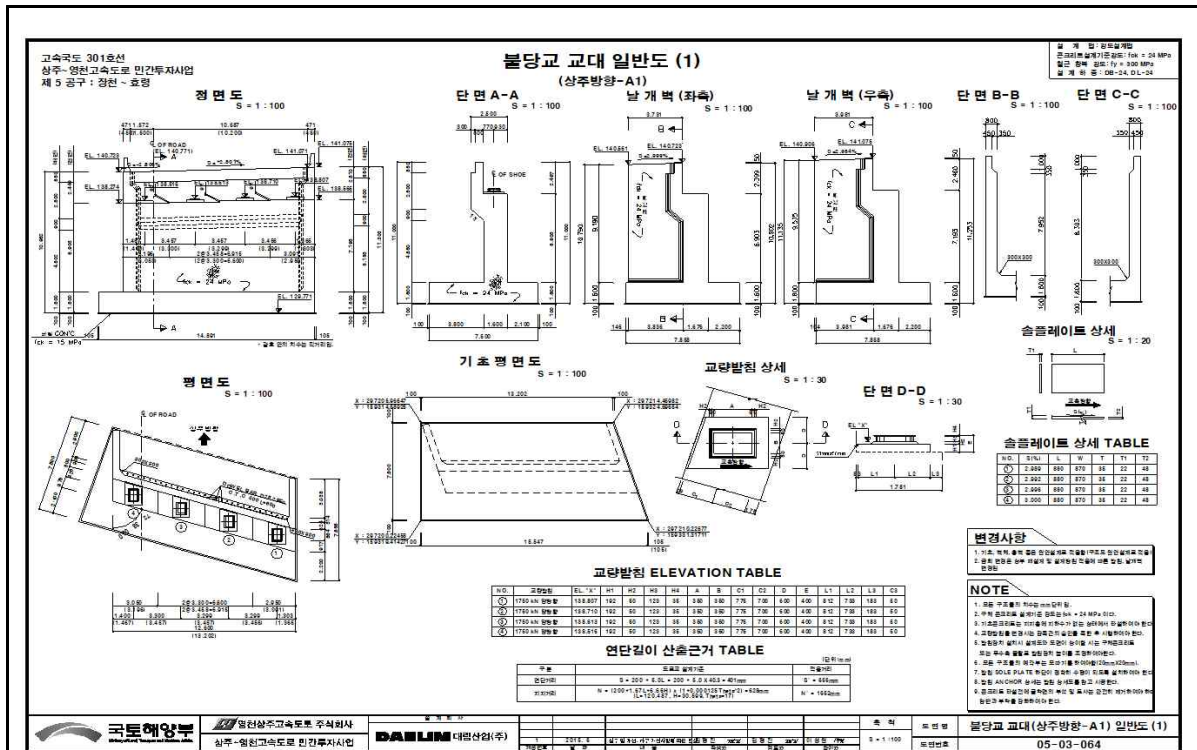
【그림 13.1.2】 부재별 현황



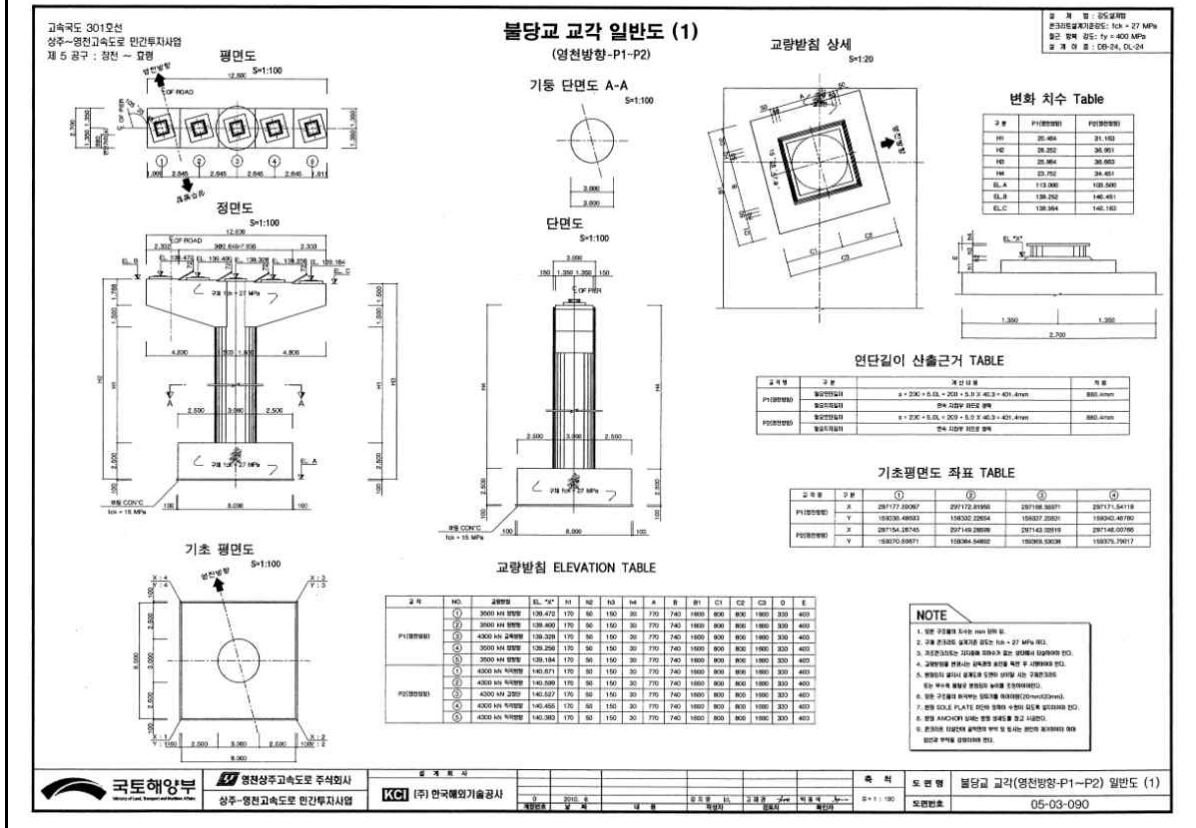
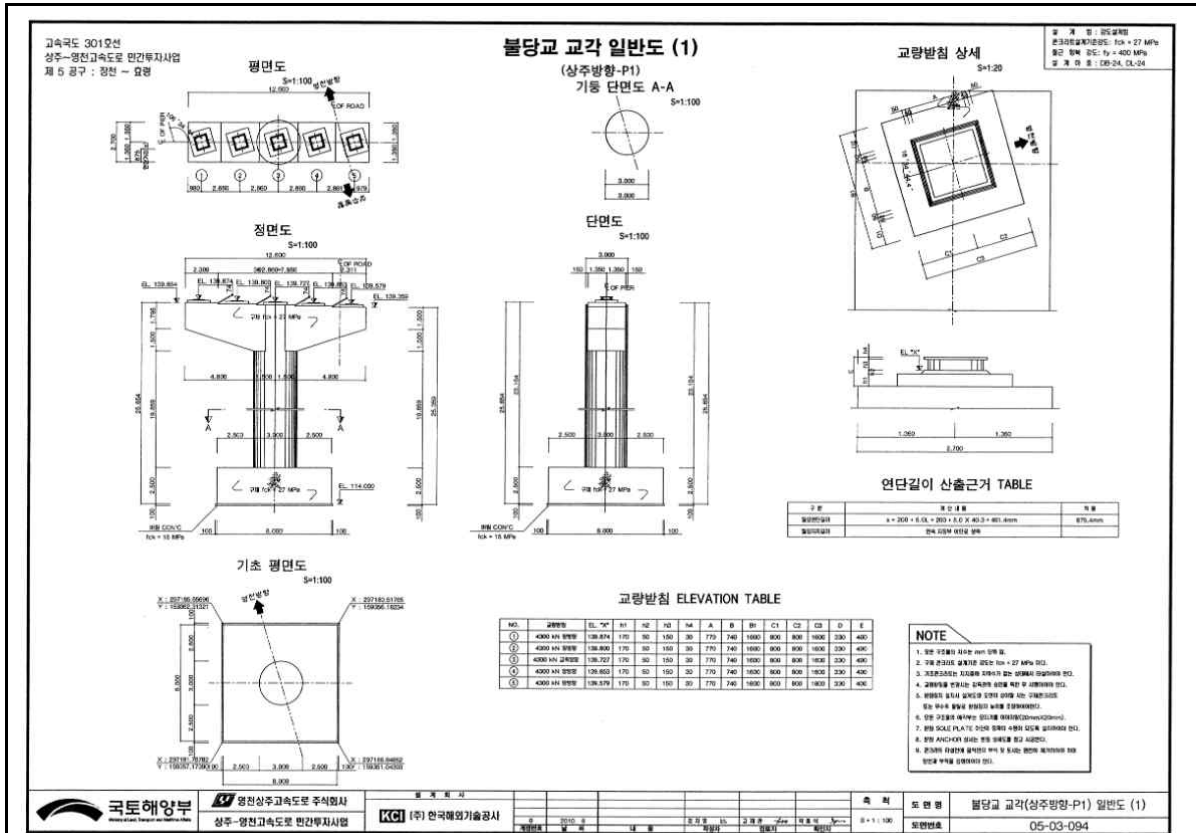
【그림 13.1.4】 슬래브 일반도



【그림 13.1.5】 교량받침 배치도



【그림 13.1.6】 교대 일반도



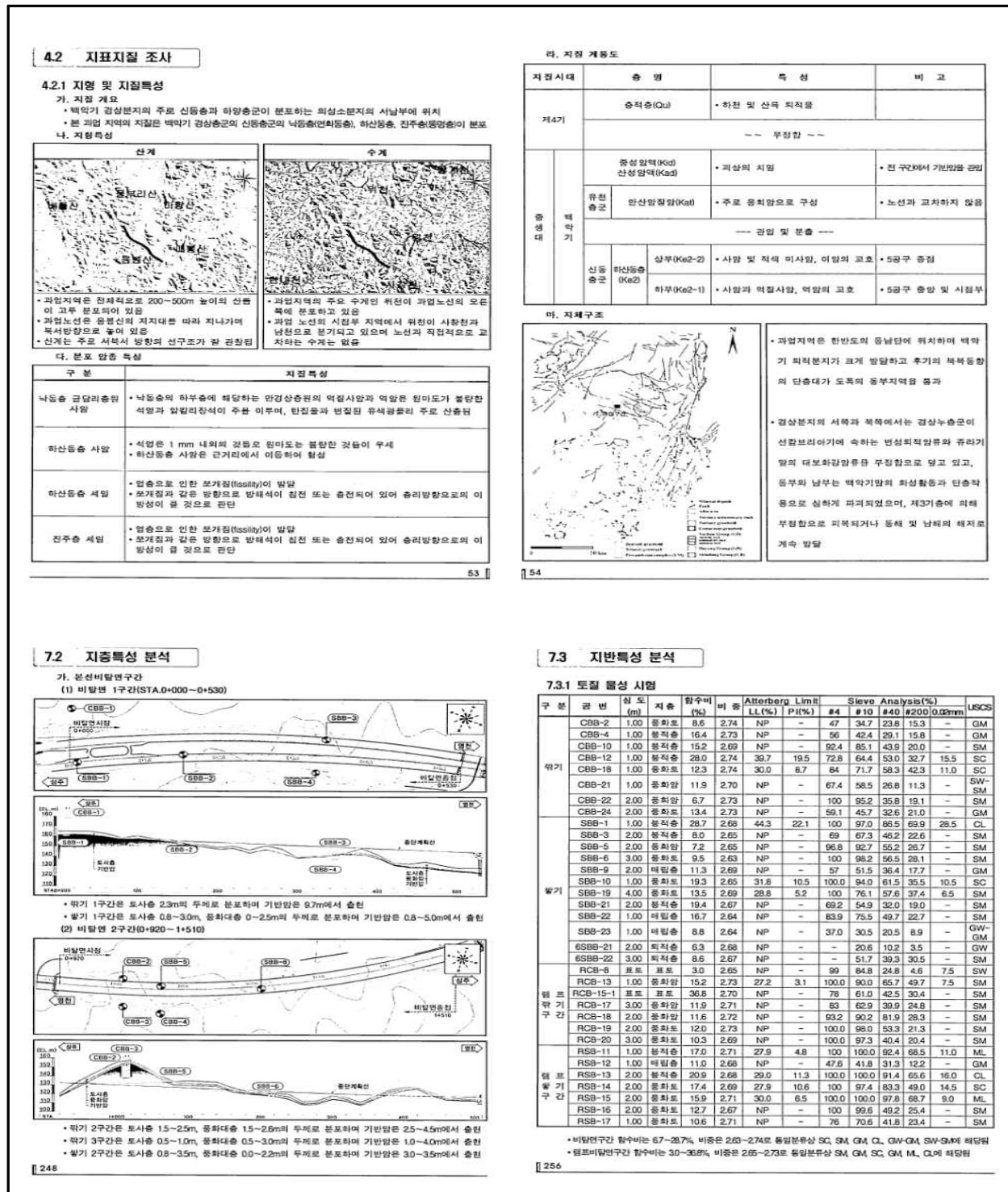
【그림 13.1.7】 교각 일반도

13.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 5공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

13.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



7.2 지층특성 분석

가. 분석비밀면 구간
(1) 비밀면 1구간(STA.0+000~0+530)

• 랑기 1구간은 토사층 2.3m 두께로 분포하여 기반암은 9.7m에서 출현
• 랑기 1구간은 토사층 0.8~3.0m, 풍화대층 0~2.5m 두께로 분포하여 기반암은 0.8~5.0m에서 출현

(2) 비밀면 2구간(0+520~1+510)

• 랑기 2구간은 토사층 1.5~2.5m, 풍화대층 1.5~2.6m 두께로 분포하여 기반암은 2.5~4.5m에서 출현
• 랑기 3구간은 토사층 0.5~1.0m, 풍화대층 0.5~3.0m 두께로 분포하여 기반암은 1.0~4.0m에서 출현
• 랑기 2구간은 토사층 0.8~3.5m, 풍화대층 0.0~2.2m 두께로 분포하여 기반암은 3.0~3.5m에서 출현

7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질 물성 시험

구분	공변 심도 (m)	지층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limit	Sieve Analysis (%)				USCS			
						LL (%)	PI (%)	#4	#10				
랑기	CBB-2	1.00	충적토	8.6	2.74	NP	-	47	34.7	23.8	15.3	GM	
	CBB-4	1.00	충적토	16.4	2.73	NP	-	56	42.4	29.1	15.8	GM	
	CBB-10	1.00	충적토	15.2	2.69	NP	-	92.4	85.1	43.9	20.0	SM	
	CBB-12	1.00	충적토	28.0	2.74	38.7	19.5	72.8	64.4	53.0	32.7	15.5	SC
	CBB-18	1.00	충적토	12.3	2.74	30.0	8.7	84	71.7	58.3	42.3	11.0	SC
	CBB-21	1.00	충적암	11.9	2.70	NP	-	67.4	58.5	26.8	11.3	-	SW-SM
	CBB-22	2.00	충적암	6.7	2.73	NP	-	100	95.2	35.8	19.1	-	SM
	CBB-24	2.00	충적암	13.4	2.73	NP	-	58.1	45.7	32.5	21.0	-	GM
	SBB-1	1.00	충적토	28.7	2.68	44.3	22.1	100	97.0	86.5	59.9	28.5	CL
	SBB-3	2.00	충적암	8.0	2.65	NP	-	69	67.3	45.2	22.6	-	SM
불기	SBB-5	2.00	충적암	7.2	2.65	NP	-	96.8	92.7	55.2	26.7	-	SM
	SBB-6	3.00	충적암	9.5	2.63	NP	-	100	98.2	56.5	28.1	-	SM
	SBB-9	2.00	매립층	11.3	2.69	NP	-	57	51.5	36.4	17.7	-	GM
	SBB-10	1.00	충적토	19.3	2.65	31.8	10.5	100.0	94.0	61.5	35.5	10.5	SC
	SBB-19	4.00	충적토	13.5	2.69	28.8	5.2	100	76.1	57.6	37.4	6.5	SM
	SBB-21	2.00	충적암	19.4	2.67	NP	-	69.2	54.9	32.0	19.0	-	SM
	SBB-22	1.00	매립층	16.7	2.64	NP	-	83.9	75.5	49.7	22.7	-	SM
	SBB-23	1.00	매립층	8.8	2.64	NP	-	37.0	30.5	20.5	8.9	-	GW-GM
	6SBB-21	2.00	적지층	6.3	2.68	NP	-	-	20.6	10.2	3.5	-	GW
	6SBB-22	3.00	적지층	8.6	2.67	NP	-	-	51.7	39.3	30.5	-	SM
원 표 구간	RCB-6	표토	표토	3.0	2.65	NP	-	99	84.8	24.8	4.6	7.5	SW
	RCB-13	1.00	충적암	15.2	2.73	27.2	3.1	100.0	90.0	65.7	49.7	7.5	SM
	RCB-15	1.00	표토	36.8	2.70	NP	-	78	61.0	42.5	30.4	-	SM
	RCB-17	3.00	충적암	11.9	2.71	NP	-	83	62.9	39.9	24.8	-	SM
	RCB-18	2.00	충적암	11.6	2.72	NP	-	93.2	90.2	81.9	28.3	-	SM
	RCB-19	2.00	충적토	12.0	2.73	NP	-	100.0	98.0	53.3	21.3	-	SM
	RCB-20	3.00	충적토	10.3	2.69	NP	-	100.0	97.3	40.4	20.4	-	SM
	RBB-11	1.00	충적층	17.0	2.71	27.9	4.8	100	100.0	92.4	68.5	11.0	ML
	RBB-12	1.00	매립층	11.0	2.68	NP	-	47.6	41.8	31.3	12.2	-	GM
	RBB-13	2.00	충적층	20.9	2.68	29.0	11.3	100.0	100.0	91.4	65.6	16.0	CL
원 표 구간	RBB-14	2.00	충적토	17.4	2.69	27.9	10.6	100	97.4	83.3	49.0	14.5	SC
	RBB-15	2.00	충적토	15.9	2.71	30.0	6.5	100.0	100.0	97.8	68.7	9.0	ML
	RBB-16	2.00	충적토	12.7	2.67	NP	-	100	99.6	49.2	25.4	-	SM
	RBB-17	1.00	충적토	10.6	2.71	NP	-	76	70.6	41.8	23.4	-	SM

• 비밀면 구간 함수비는 67~28.7%, 비중은 2.63~2.74로 통일분류상 SC, SM, GM, CL, GW-GM, SW-SM에 해당함
• 원표비밀면 구간 함수비는 30~36.8%, 비중은 2.65~2.73로 통일분류상 SM, GM, SC, GM, ML, CL에 해당함

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계특용

제 6 장 교량구간 지반특성 분석 및 설계특용

6.1 개요

6.1.1 기본방향

조 사 항 목	조 사 기 준 방 향
지층 현황분석	• 고대 및 교각에 대하여 시추조사, 현장시험, 실내시험을 실시하여 지층 분포 및 공학적 특성 파악 • 교량구간의 지층분포 상태 및 공학적 특성을 파악하여 안전하고 경제적인 토공 계획 수립
내진검토	• S-PS검층을 통하여 산정된 중진단계수, 중안상계수, 등로아상계수를 내진해석 입력자료 활용
활기재 특성 분석	• 활기재 타설구간에서 발생하는 토사 및 암석의 활기재 직립 여부 판단시 반영

6.1.2 조사위지 및 수량



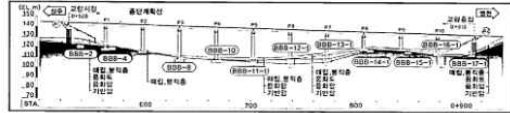
조사항목	교량	만 위	오로교	오설교	불당교	중구교	효령교	갈매교	웹교	계
시추조사	공	22	8	13	14	5	4	18	84	
두수시험	최	10	2	-	7	2	-	9	30	
공내재하 시험	최	11	3	-	3	2	-	7	25	
S-PS검층	공	1	1	-	1	-	-	1	4	
실내토질시험	• 기본물성시험 46회									
실내압축시험	• 철근증강도시험 130회, 등로아상/중진단계수 2050회									

233

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

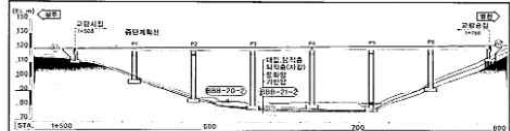
6.2 지층특성 분석

(1) 오로교



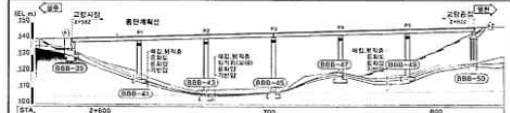
- 대립-봉직층은 0.3~3.5m의 두께로 분포하며, N치는 7/30~50/1의 범위를 보임
- 풍화토는 1.1~4.1m의 두께로 분포하며, N치는 20/30~50/10의 범위를 보임
- 풍화암은 0.6~6.5m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 0.3~12.3m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 90~100/0~100의 범위를 보임

(2) 오설교



- 대립-봉직층은 0.4~3.2m의 두께로 분포하며, N치는 6/30~50/4의 범위를 보임
- 피적층은 0.7~3.9m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/15의 범위를 보임
- 풍화토는 1.2m의 두께로 분포하며, N치는 18/30의 범위를 보임
- 풍화암은 0.8~1.3m의 두께로 분포하며, N치는 50/10~50/8의 범위를 보임
- 기반암은 1.4~5.6m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 90~100/0~52의 범위를 보임

(3) 불당교



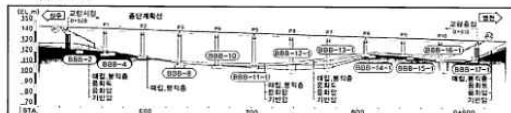
- 대립-봉직층은 0.4~3.6m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/3의 범위를 보임
- 피적층은 0.4~2.3m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/13의 범위를 보임
- 풍화토는 0.9~3.0m의 두께로 분포하며, N치는 11/30~50/14의 범위를 보임
- 풍화암은 0.5~4.9m의 두께로 분포하며, N치는 50/10~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 1.9~5.4m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 83~100/0~100의 범위를 보임

234

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

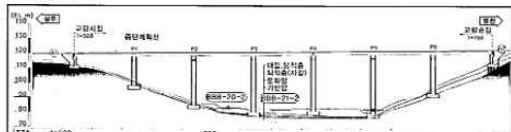
6.2 지층특성 분석

(1) 오로교



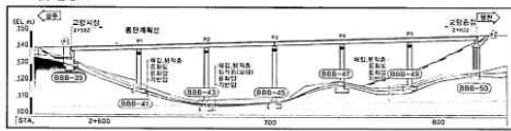
- 대립-봉직층은 0.3~3.5m의 두께로 분포하며, N치는 7/30~50/1의 범위를 보임
- 풍화토는 1.1~4.1m의 두께로 분포하며, N치는 20/30~50/10의 범위를 보임
- 풍화암은 0.6~6.5m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 0.3~12.3m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 90~100/0~100의 범위를 보임

(2) 오설교



- 대립-봉직층은 0.4~3.2m의 두께로 분포하며, N치는 6/30~50/4의 범위를 보임
- 피적층은 0.7~3.9m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/15의 범위를 보임
- 풍화토는 1.2m의 두께로 분포하며, N치는 18/30의 범위를 보임
- 풍화암은 0.8~1.3m의 두께로 분포하며, N치는 50/10~50/8의 범위를 보임
- 기반암은 1.4~5.6m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 90~100/0~52의 범위를 보임

(3) 불당교

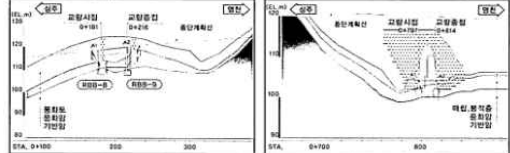


- 대립-봉직층은 0.4~3.6m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/3의 범위를 보임
- 피적층은 0.4~2.3m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/13의 범위를 보임
- 풍화토는 0.9~3.0m의 두께로 분포하며, N치는 11/30~50/14의 범위를 보임
- 풍화암은 0.5~4.9m의 두께로 분포하며, N치는 50/10~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 1.9~5.4m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 83~100/0~100의 범위를 보임

234

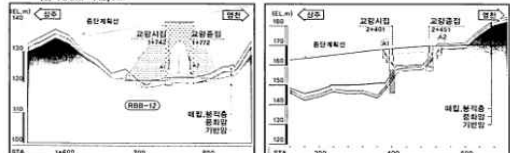
상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(7) RAMP-A1.2교



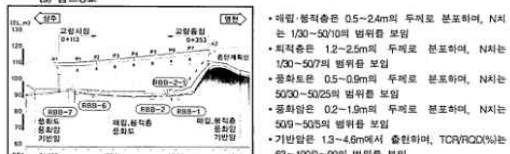
- 대립-봉직층은 0.2~1.8m의 두께로 분포하며, N치는 5/30의 범위를 보임
- 피적층은 1.1~2.1m의 두께로 분포하며, N치는 6/30~50/6의 범위를 보임
- 풍화토는 4.9~10.2m의 두께로 분포하며, N치는 17/30~50/11의 범위를 보임
- 풍화암은 0.8~6.0m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/8의 범위를 보임
- 기반암은 1.1~13.5m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 43~100/0~98의 범위를 보임

(8) RAMP-A3.4교



- 대립-봉직층은 1.5~3.6m의 두께로 분포하며, N치는 4/30~50/4의 범위를 보임
- 풍화토는 5.8m의 두께로 분포하며, N치는 11/30~50/27의 범위를 보임
- 풍화암은 4.7m의 두께로 분포하며, N치는 50/8의 범위를 보임
- 기반암은 1.5~13.3m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 50~100/0~67의 범위를 보임

(9) 웹교교



- 대립-봉직층은 0.5~2.4m의 두께로 분포하며, N치는 1/30~50/10의 범위를 보임
- 피적층은 1.2~2.5m의 두께로 분포하며, N치는 1/30~50/7의 범위를 보임
- 풍화토는 0.5~0.9m의 두께로 분포하며, N치는 50/30~50/25의 범위를 보임
- 풍화암은 0.2~1.9m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/5의 범위를 보임
- 기반암은 1.3~4.6m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 63~100/0~90의 범위를 보임

236

다. 구조계산서 및 내진설계

■ 결과 요약

■ 안전성검토 및 용역정보

구분	항목	하중값	안전율	비고
평상시	전도에 대한 안전	8154.351	1779.477	0.K
	활동에 대한 안전	807.520	425.501	0.K
	지진력에 대한 안전	1595.0	342.955	0.K
지진시	전도에 대한 안전	7914.851	3309.643	0.K
	활동에 대한 안전	788.715	579.049	0.K
	지진력에 대한 안전	2379.0	474.977	0.K

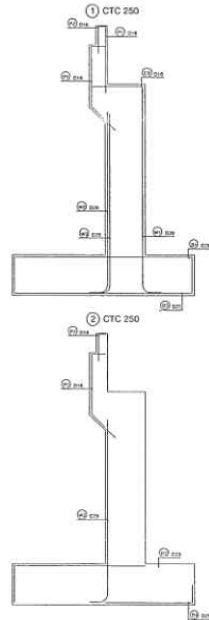
■ 단면 형상계

단면위치	크기 H(mm)	ds (mm)	Re, As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	안전율	비고
총 벽	800.0	60.0	886.0	0198125	134.721	296.971	2.130 0.K
벽체	1800.0	128.30	6824.0	0258125 + 0258125	2132.705	2958.493	1.387 0.K
기초받침	1800.0	100.0	3500.0	0258125	1124.968	1726.425	1.535 0.K
기초받침	1800.0	100.0	4754.0	0258125	1521.679	2178.322	1.431 0.K
좌측남계벽 A	1000.0	80.0	1636.0	0198125	285.110	527.853	1.851 0.K
좌측남계벽 B	1000.0	80.0	3379.0	0258125	771.340	1156.125	1.499 0.K
좌측남계벽 C	1000.0	80.0	4182.0	0338125	948.312	1414.864	1.492 0.K
우측남계벽 A	1000.0	80.0	1934.0	0198125	336.262	527.853	1.570 0.K
우측남계벽 B	1000.0	80.0	3904.0	0258125	887.382	1156.125	1.303 0.K
우측남계벽 C	1000.0	80.0	5009.0	0338125	1128.023	1414.864	1.254 0.K

■ 사용철근 검토

구분	단면위치	사용철근(fsa)	단면적(mm ²)	비고
총 벽	73.470	150.0	0.110	0.300 0.K
	103.10	150.0	0.160	0.430 0.K
	109.920	150.0	0.170	0.440 0.K
기초받침	99.650	150.0	0.160	0.430 0.K
	84.630	150.0	0.120	0.350 0.K
	104.980	150.0	0.150	0.330 0.K
좌측남계벽	105.320	150.0	0.150	0.320 0.K
	99.830	150.0	0.140	0.350 0.K
	120.770	150.0	0.170	0.330 0.K
우측남계벽	125.260	150.0	0.160	0.320 0.K

■ 주철근 조립도



-1918-

-1919-

2.1 내진 목적을 위한 제원

(1) 내진등급 및 가속도 계수

■ 지진구역 구분

지진구역	지진구역
I	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시
II	경기도, 강원도 남부, 충청남도, 충청북도, 경상남도, 경상북도, 전라남도, 전라북도
III	경남도 북서부, 경상남도 남서부, 제주도

경남도 북서부(군,시) : 무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 태안, 양양, 강진, 고흥 ...

■ 지진구역계수(재원주기 500년에 해당)

지진구역	I	II
구역계수	0.11	0.07

■ 위험도계수

재원주기(년)	50	100	200	500	1000	2400
위험도계수 I	0.40	0.57	0.73	1.00	1.40	2.00

■ 도로교의 내진등급과 설계지침

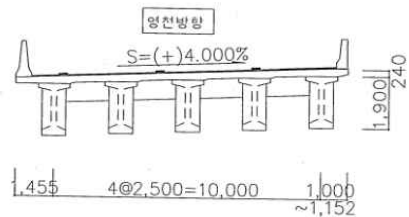
내진등급	내진등급	설계지침
내진1등급	- 고속도로, 자동차 전용도로, 국도, 지방도 또는	1000년
	- 일반국도상의 교량	
	- 지방도, 시도 및 군도 중 지역의 방재계획상 중요한 도로에	
	- 건설된 교량, 해당도로의 일일평균교통량을 기준으로 판단	
	- 현상 대 중요한 교량	
내진2등급	- 내진1등급과 견성되는 도로위에 놓이는 고가교량	500년
내진3등급	- 내진1등급과 견성하지 않는 교량	

-2207-

3. 단면특성

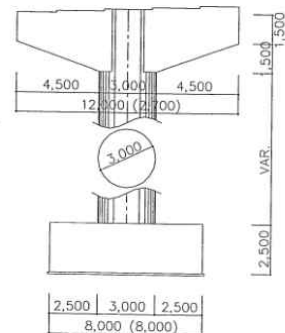
3.1 상부구조

: 상부구조는 IPC 8E/8E 거더로 이루어져 있으며 교폭은 12.150m이다.
상부구조의 일반도는 아래와 같다.



3.2 하부구조

: 하부구조는 석재기초로 구성되어 있으며 계획된 제원은 다음과 같다.



-2208-

13.2.2 시설물 점검이력

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

【표 13.2.1】 불당교 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

13.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 13.2.2】 불당교 전차 정밀안전점검 사항

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

13.2.4 기존자료

【표 13.2.3】 불당교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 240.0m, 폭 : 25.4m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : ㈜한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

13.2.5 시설물 보수 이력

【표 13.2.4】 불당교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

13.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 13.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

13.3 현장조사

13.3.1 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~S6	도보, 점검차	2019.11.05.~2019.11.06.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 13.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

13.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 불당교는 총 6경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=240.0m 폭 25.4m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 13.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 재료분리가 발생하였다.

【표 13.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	6.0	1
S5	—	—
S6	—	—
합계	6.0	1

	
S1 재료분리(30.0m×0.2m)	S1 재료분리(30.0m×0.2m)

【사진 13.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생한 재료분리는 위커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생한 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

나. PCI Girder

1) 부재의 개요

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



거더 전경

【사진 13.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 13.3.2】 거더 외관조사 결과

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



거더 상태양호

【사진 13.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

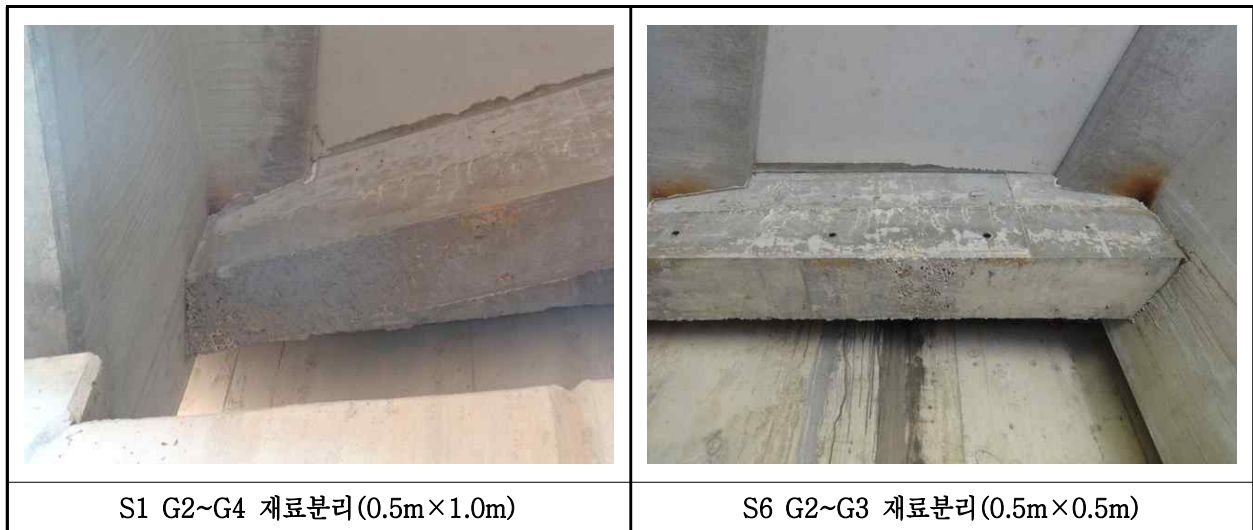
【사진 13.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 재료분리 등의 손상이 조사되었다.

【표 13.3.3】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	1.0	2
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	0.25	1
합계	1.25	3



【사진 13.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생한 재료분리는 위커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생한 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 13.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 13.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 미만) (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		거푸집 미제거 (㎡/개소)	
A1	3.0	1	0.05	1	—	—
A2	—	—	—	—	10.0	1
합계	3.0	1	0.05	1	10.0	1

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

【사진 13.3.9】 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.
- 교대에 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

- 불당교의 교각은 T형교각 5기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 13.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm내,외 균열, 망상균열, 폐 콘크리트 퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 13.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열 0.3mm이상 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
P1	—	—	9.0	3	4.0	1	1.0	1
P2	—	—	7.0	4	4.0	1	—	—
P3	3.0	3	—	—	—	—	—	—
P4	6.0	12	18.0	6	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	9.0	15	34.0	13	8.0	2	1.0	1

	
P1 코핑부 균열(0.3mm/3.0m)	P1 페콘크리트 퇴적
	
P2 코핑부 망상균열(2.0m×2.0m)	P4 코핑부 균열(0.3mm/3.0m)

【사진 13.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

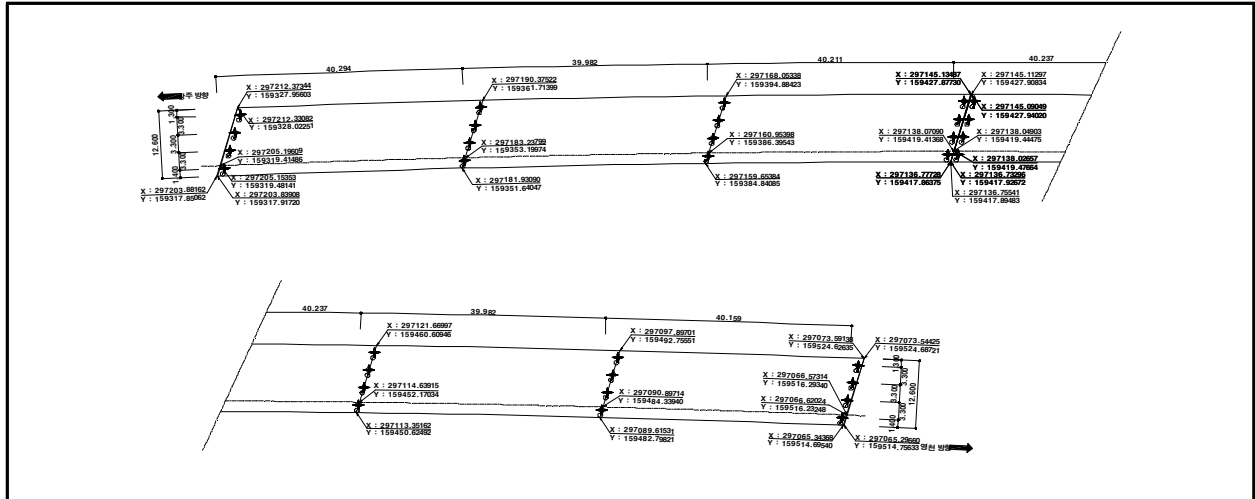
4) 검토의견

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

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 불당교의 반침은 면진반침 16개소, 포트반침 16개소, 총 32개소가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 13.3.1】 교량반침 배치도



【사진 13.3.12】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열, 반침 콘크리트 재료분리가 조사되었다.

【표 13.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	0.2	1	—	—
P2	0.6	3	0.06	1
P3	0.4	2	—	—
P4	0.4	2	—	—
P5	0.4	2	—	—
A2	—	—	—	—
합계	2.0	10	0.06	1

	
P1-Sh3 무수축물탈 균열(0.1mm/0.2m)	P2-Sh3 받침콘크리트 재료분리(0.3m×0.2m)
	
P4-Sh2 무수축물탈 균열(0.1mm/0.2m)	P5-Sh2 무수축물탈 균열(0.1mm/0.2m)

【사진 13.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

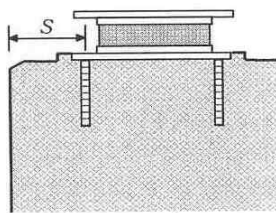
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

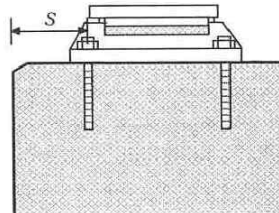
- 받침콘크리트에 발생한 재료분리는 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생한 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

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 13.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 13.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 13.3.7】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		400	700	690	690	700	O.K
P1		400	980	980	990	980	O.K
P2		400	980	990	990	970	O.K
P3	A1측	400	690	700	690	680	O.K
	A2측	400	640	650	670	670	O.K
P4		400	980	990	970	960	O.K
P5		400	980	980	980	980	O.K
A2		400	800	790	780	770	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 13.3.15】 교량받침 이동량 측정

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

【표 13.3.8】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1, P3, A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.4	
P1, P2 P4, P5	17.2	22.8	0.00001	80.0	13.8	18.2	
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 13.3.9】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	40	110	190	20.6	27.4	±150
	SH2	40	110	190			±150
	SH3	40	110	190			±150
	SH4	40	110	190			±150
	SH5	40	110	190			±150
P1	SH1	10	90	110	13.8	18.2	±100
	SH2	10	90	110			±100
	SH3	10	90	110			±100
	SH4	10	90	110			±100
	SH5	10	90	110			±100
P2	SH1	0	100	100	13.8	18.2	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P3(A1)	SH1	10	140	160	20.6	27.4	±150
	SH2	10	140	160			±150
	SH3	10	140	160			±150
	SH4	10	140	160			±150
	SH5	10	140	160			±150
P3(A2)	SH6	10	140	160	20.6	27.4	±150
	SH7	10	140	160			±150
	SH8	10	140	160			±150
	SH9	10	140	160			±150
	SH10	10	140	160			±150
P4	SH1	0	100	100	13.8	18.2	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P5	SH1	10	90	110	13.8	18.2	±100
	SH2	10	90	110			±100
	SH3	10	90	110			±100
	SH4	10	90	110			±100
	SH5	10	90	110			±100
A2	SH6	40	110	190	20.6	27.4	±150
	SH7	40	110	190			±150
	SH8	40	110	190			±150
	SH9	40	110	190			±150
	SH10	40	110	190			±150
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

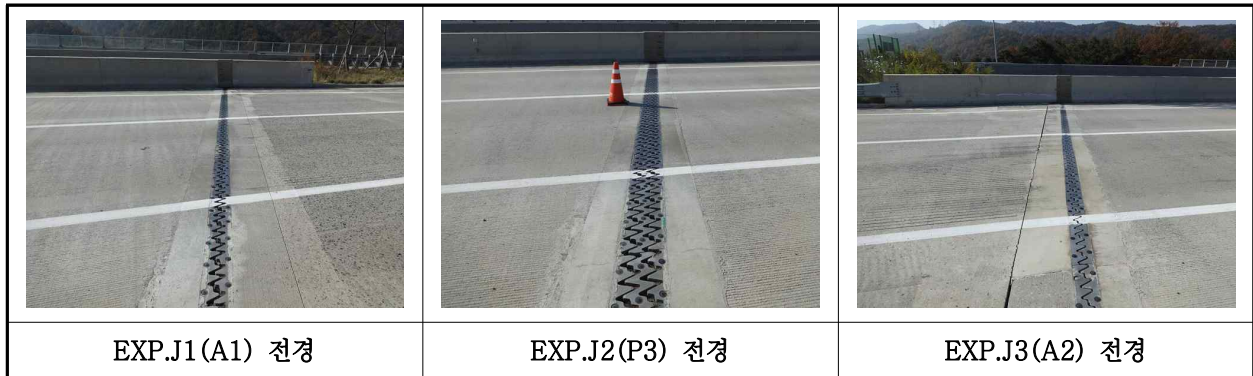
② 교량받침 이동량 검토의견

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



【사진 13.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 파손, 이격, 본체 이물질퇴적, 차수판 앵커탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 13.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 앵커탈락 (개소/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		후타재 이격 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	5.8	14	—	—	—	—	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	4.8	16	3.0	1	1.0	1	—	—	—	—
A2 (EXP J3)	8.6	22	—	—	—	—	0.2	2	6.0	2
합계	19.2	52	3.0	1	1.0	1	0.2	2	6.0	2

	
A1 후타재 균열 (0.2mm/0.5m)	A2 후타재 이격 (3.0m/20.0mm)
	
A2 후타재 파손 (0.1m×1.0m)	P3 이물질퇴적 (3.0m)

【사진 13.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 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 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2019. 11. 6. 기온 적용: 12.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-12.2℃ = 28.8℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(12.2℃) = 17.2℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)	
	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	

【사진 13.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 13.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창계수 (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	27.4	
P3	17.2	22.8	0.00001	240.0	41.3	54.7	
A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.4	
1) 조사당시 온도 : 12.2℃(조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 13.3.12】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	20.6	27.4	46	100	66.6	18.6	O.K
P3	41.3	54.7	90	200	131.3	35.3	O.K
A2	20.6	27.4	28	100	48.6	0.6	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 12.2℃(11월 6일)로써 이때 측정유간은 28.0~90.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경

【사진 13.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 13.3.13】 교면포장 외관조사 결과

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



교면포장 상태양호

【사진 13.3.20】 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

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



배수관 전경

【사진 13.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수관 탈락이 발생하였다

【표 13.3.14】 배수시설 외관조사 결과

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



【사진 13.3.22】 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 배수관 탈락이 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 13.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 13.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

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



【사진 13.3.24】 방호벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

13.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 불당교는 총 6경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=240.0m 폭 25.4m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

【사진 13.3.25】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 13.3.16】 바닥판하면 현장조사 결과

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



【사진 13.3.26】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 바닥판의 경우 주 부재로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

나. PCI Girder

1) 부재의 개요

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



거더 내측 전경

【사진 13.3.27】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았다.

【표 13.3.17】 거더 외관조사 결과

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



거더 상태양호

【사진 13.3.28】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더의 외관조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았고, 주기적인 점검을 통한 부재의 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 13.3.29】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 재료분리, 백태 등의 손상이 확인되었다.

【표 13.3.18】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	1.2	3	0.3	1
S2	6.0	3	0.6	2
S3	—	—	—	—
S4	—	—	0.6	2
S5	2.65	4	9.0	3
S6	—	—	—	—
합계	9.85	10	10.5	8

	
S1 백태(0.2m×1.5m)	S1 재료분리(2.0m×0.3m)
	
S2 백태(0.2m×1.5m)	S5 재료분리(1.0m×0.4m)

【사진 13.3.30】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 가로보는 일부 구간에서 시공 미흡에 의한 재료분리, 시공초기 우수유입에 의한 백태 등의 손상이 조사되었고, 손상부는 표면처리, 단면보수를 실시하여, 부재의 내구성을 확보하여야 한다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 13.3.31】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 폭 0.3mm 이상 균열, 누수흔적, 백태, 폐 콘크리트 퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 13.3.19】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 이상) (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
A1	—	—	3.0	2	—	—	—	—
A2	1.5	2	—	—	0.06	1	0.5	1
합계	1.5	2	3.0	2	0.06	1	0.5	1

	
A1 누수흔적 (0.5m×3.0m)	A2 백태 (0.2m×0.3m)
	
A2 상면 균열 (0.3mm/0.5m)	A2 폐 콘크리트 퇴적 (0.5m×1.0m)

【사진 13.3.32】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다.
- 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 불당교의 교각은 T형교각 5기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경

【사진 13.3.33】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 기존 손상인 폭 0.3mm내,외 균열, 망상균열, 백태, 박락, 폐콘크리트 퇴적등이 조사되었다.

【표 13.3.20】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열 0.3mm이상 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)	
P1	—	—	—	—	45.0	2	1.5	1	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	15.0	1	—	—	—	—	—	—
P3	1.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	3.0	1	7.5	1	—	—	1.0	1	—	—
P5	—	—	3.0	1	—	—	—	—	—	—	0.3	1
합계	1.5	1	6.0	2	67.5	4	1.5	1	1.0	1	0.3	1

	
P1 기둥부 백태 (0.3m×5.0m)	P2 코핑부 망상균열 (15.0m×1.0m)
	
P4 코핑부 균열 (0.3mm/3.0m)	P5 코핑부 박락 (1.0m×0.3m)

【사진 13.3.34】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

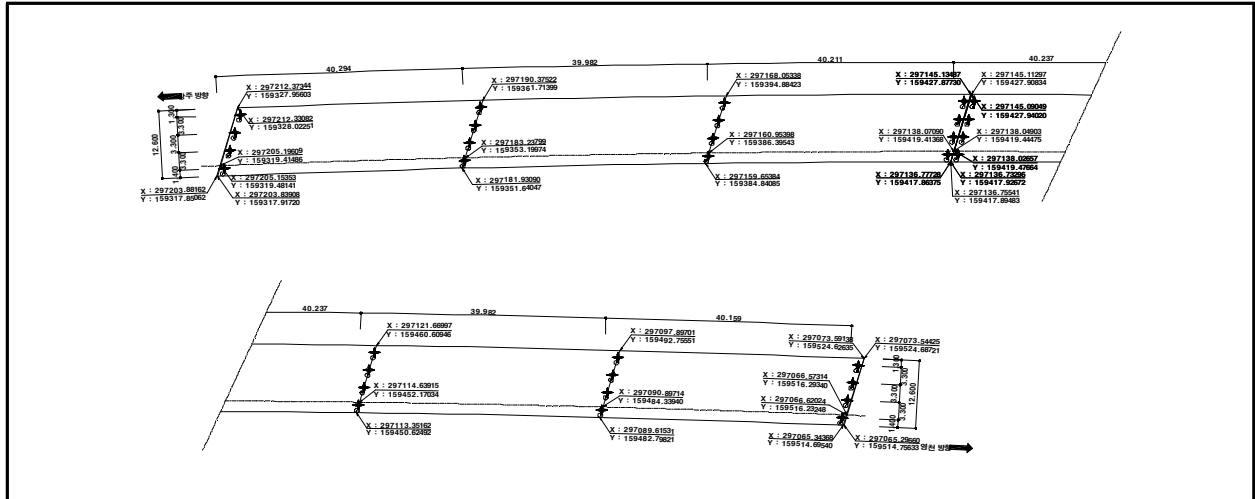
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 외부 우수유입에 의한 백태는 표면처리, 외부 충격에 의한 박락은 단면보수, 패 콘크리트는 정비 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 불당교의 반침은 면진반침 16개소, 포트반침 16개소, 총 32개소가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 13.3.3】 교량반침 배치도



【사진 13.3.35】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 일부 플레이트 부식이 조사되었고, 무수축물탈 폭 0.3mm미만 균열, 반침콘크리트 재료분리가 조사되었다.

【표 13.3.21】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 0.3mm미만 (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—
P1	0.4	2	—	—	—	—
P2	0.2	1	0.04	1	—	—
P3	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—
A2	0.3	3	—	—	1.0	1
합계	0.9	6	0.04	1	1.0	1

	
A2-Sh4 플레이트 부식(1EA)	P1-Sh1 무수축물탈 균열(0.1mm/0.2m)
	
P2-Sh4 받침콘크리트 재료분리(0.2m×0.2m)	P2-Sh3 무수축물탈 균열(0.2mm/0.2m)

【사진 13.3.36】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

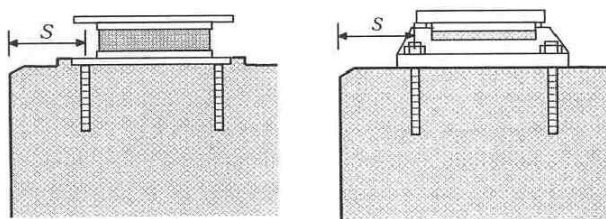
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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.
- 받침콘크리트에서 조사된 재료분리는 국부적으로 발생되었으며, 단면보수 등의 조기차 요망 된다.

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 13.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 13.3.37】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 13.3.22】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1		400	660	650	660	670	O.K
P1		400	950	970	970	960	O.K
P2		400	980	980	980	970	O.K
P3	A1측	400	570	580	600	590	O.K
	A2측	400	580	580	580	570	O.K
P4		400	930	950	940	950	O.K
P5		400	930	940	940	930	O.K
A2		400	710	720	710	710	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 13.3.38】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 13.3.23】 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, P3, A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.4	
P1, P2 P4, P5	17.2	22.8	0.00001	80.0	13.8	18.2	
1) 조사당시 온도 : 12.2℃(조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 13.3.24】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	50	100	200	20.6	27.4	±150
	SH2	50	100	200			±150
	SH3	50	100	200			±150
	SH4	50	100	200			±150
	SH5	50	100	200			±150
P1	SH1	10	90	110	13.8	18.2	±100
	SH2	10	90	110			±100
	SH3	10	90	110			±100
	SH4	10	90	110			±100
	SH5	10	90	110			±100
P2	SH1	0	100	100	13.8	18.2	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P3(A1)	SH1	40	110	190	20.6	27.4	±150
	SH2	40	110	190			±150
	SH3	40	110	190			±150
	SH4	40	110	190			±150
	SH5	40	110	190			±150
P3(A2)	SH6	45	105	195	20.6	27.4	±150
	SH7	45	105	195			±150
	SH8	45	105	195			±150
	SH9	45	105	195			±150
	SH10	45	105	195			±150
P4	SH1	0	100	100	13.8	18.2	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P5	SH1	20	80	120	13.8	18.2	±100
	SH2	20	80	120			±100
	SH3	20	80	120			±100
	SH4	20	80	120			±100
	SH5	20	80	120			±100
A2	SH6	90	80	240	20.6	27.4	±150
	SH7	90	80	240			±150
	SH8	90	80	240			±150
	SH9	90	80	240			±150
	SH10	90	80	240			±150
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

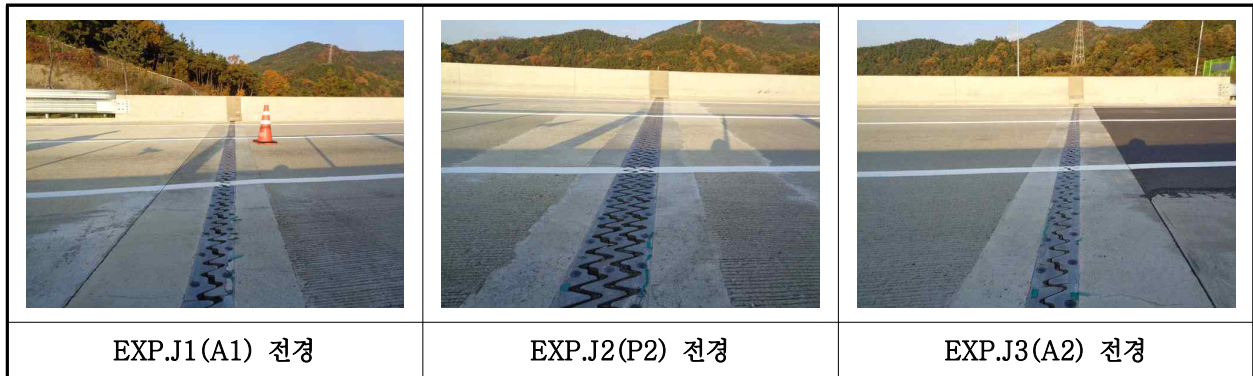
② 교량받침 이동량 검토의견

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



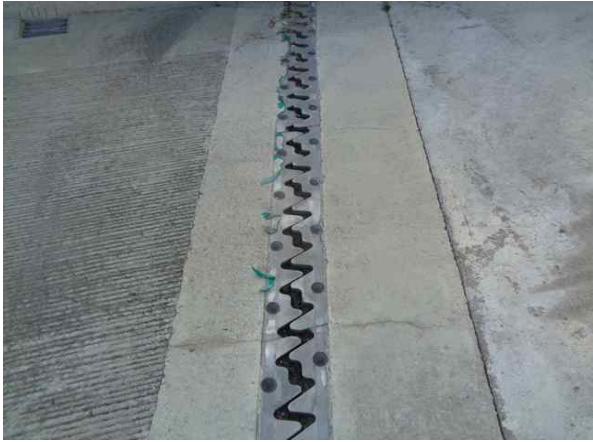
【사진 13.3.39】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 본체 이물질퇴적, 차수판 앵커 탈락이 조사되었다.

【표 13.3.25】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		차수판 앵커 탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	3.6	12	—	—	—	—
P3 (EXP J2)	2.1	7	3.0	1	1.0	1
A2 (EXP J3)	2.5	5	3.0	1	—	—
합계	8.2	24	6.0	2	1.0	1

	
A1 후타재 균열 (0.2mm/0.3m)	A2 본체 이물질퇴적 (3.0m)
	
A2 후타재 균열 (0.2mm/0.5m)	P3 차수판 앵커 탈락 (1EA)

【사진 13.3.40】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 차수판 앵커 탈락은 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℃ = 28.8℃ 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>선팅창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 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 13.3.41】 신축이음 유간 측정방법

【표 13.3.26】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 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	27.4	
P3	17.2	22.8	0.00001	240.0	41.3	54.7	
A2	17.2	22.8	0.00001	120.0	20.6	27.4	
1) 조사당시 온도 : 12.2℃(조사일 : 2019년 11월 6일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 13.3.27】 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	27.4	35	100	55.6	7.6	O.K
P3	41.3	54.7	90	200	131.3	35.3	O.K
A2	20.6	27.4	30	100	50.6	2.6	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 12.2℃(11월 6일)로써 이때 측정유간은 30.0~90.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 13.3.42】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 13.3.28】 교면포장 외관조사 결과

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



【사진 13.3.43】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



배수구 전경

【사진 13.3.44】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 누수, 탈락, 식생 등의 손상이 조사되었다.

【표 13.3.29】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 누수 (개소/개소)		배수관 식생 (개소/개소)		배수관 탈락 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	1.0	1	1.0	1	—	—
S5	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	1.0	1
합계	1.0	1	1.0	1	1.0	1

	
P4 배수관 누수, 백태	S4 배수관 식생

【사진 13.3.45】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에 배수관 누수, 백태, 식생 등의 손상이 발생하였고, 손상부는 정비 및 교체 등의 유지관리가 요구된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



방호벽 전경

【사진 13.3.46】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 13.3.30】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm 미만) (m/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	1.8	4
S6	—	—
합계	1.8	4



【사진 13.3.47】 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 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

13.3.4 외관조사 총괄표

【표 13.3.31】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	재료분리	m ²	6.0	1	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	재료분리	m ²	1.25	3	
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.0	1	
	백태	m ²	0.05		
	거푸집 미제거	m	10.0	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.0	15	
	균열(0.3mm이상)	m	34.0	13	
	망상균열	m ²	8.0	2	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.0	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	2.0	10	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.06	1	
신축이음	후타재 균열	m	19.2	52	
	이물질퇴적	m	3.0	1	
	차수판 앵커탈락	EA	1.0	1	
	후타재 파손	m ²	0.2	2	
	후타재 이격	m	6.0	2	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	상태양호	—	—	—	

【표 13.3.32】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	재료분리	m ²	9.85	10	
	백태	m ²	10.5	8	
교대	파손	m ²	1.5	2	
	누수흔적	m ²	3.0	2	
	백태	m ²	0.06	1	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	0.5	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.5	1	
	균열(0.3mm이상)	m	6.0	2	
	망상균열	m ²	67.5	4	
	백태	m ²	1.5	1	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.0	1	
	박락	m ²	0.3	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.9	6	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.04	1	
	플레이트 부식	EA	1.0	1	
신축이음	후타재 균열	m	8.2	24	
	이물질퇴적	m	6.0	2	
	차수판 앵커 탈락	EA	1.0	1	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수관 누수	EA	1.0	1	
	배수관 식생	EA	1.0	1	
	배수관 탈락	EA	1.0	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.8	4	

13.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

13.4 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.

13.4.1 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 13.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 13.4.2】 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	5	5	5	5	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		3	3	3	3	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

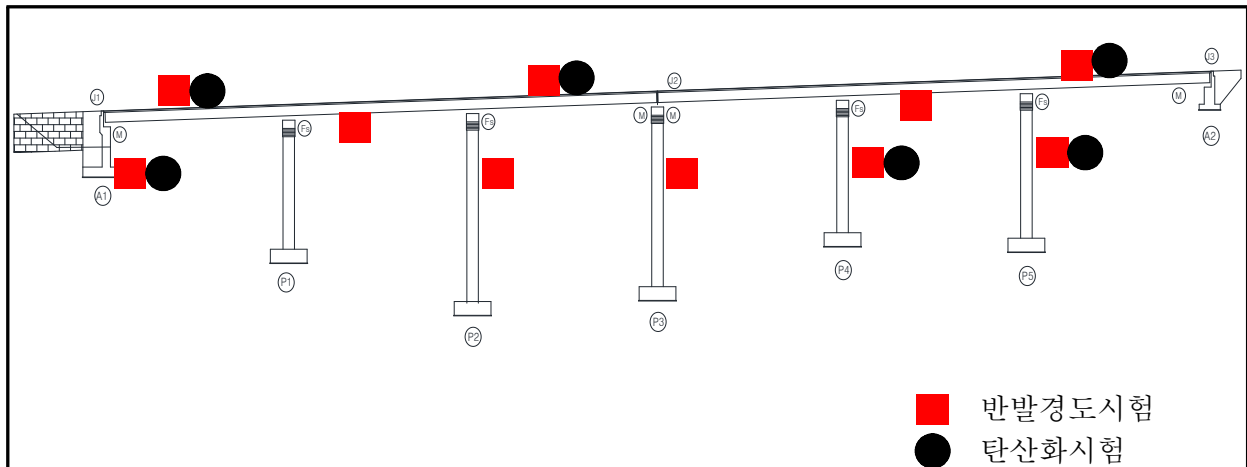
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

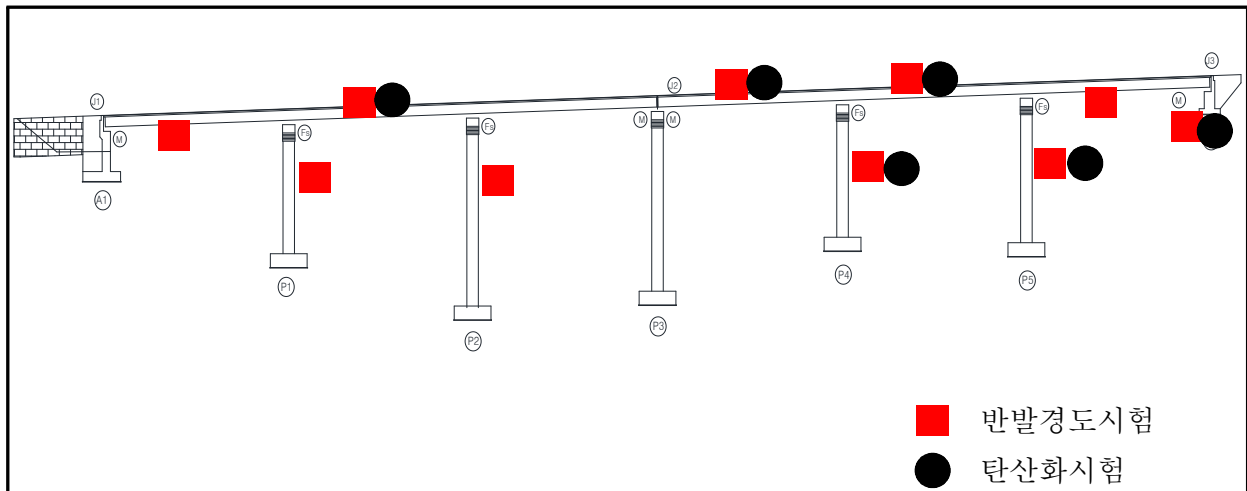


【사진 13.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 13.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 13.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도

13.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 13.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	49.3	29.6	29.7	0.66	27.0	
	S3 바닥판하면	46.9	27.5	28.6			
	S6 바닥판하면	47.0	27.6	28.7			
	S2-G1 거더	48.1	40.8	47.5		40.0	
	S5-G2 거더	48.6	41.3	48.3			
	평 균	48.0	33.4	36.6	—	—	

【표 13.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.5	26.4	29.7	0.66	24.0	
	P2 교각	47.0	27.6	28.6		27.0	
	P3 교각	47.3	27.9	28.7			
	P4 교각	48.0	28.5	29.2			
	P5 교각	47.2	27.8	29.4	-	-	
	평 균	47.0	27.6	29.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 33.4~36.6MPa, 하부구조 27.6~29.1MPa 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 13.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.2 ~ 29.0	27.0	104.6 ~ 107.4
	거더	41.1 ~ 47.9	40.0	102.6 ~ 119.8
하부구조	교대	26.4 ~ 29.7	24.0	109.8 ~ 123.9
	교각	27.9 ~ 29.0	27.0	103.5 ~ 107.3

② 기 점검결과와의 비교

【표 13.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	26.3~28.9	28.1~28.5	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 13.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	5.5	67.0	61.5	a	3.89	100년이상	
	S3 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.54	100년이상	
	S6 바닥판하면	4.5	67.0	62.5	a	3.18	100년이상	
하부구조	A1 교대	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P4 교각	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	
	P5 교각	7.5	100.0	92.5	a	5.30	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 13.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.5~5.5	61.5~62.5	
하부구조	6.0~7.5	92.5~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 13.4.9】 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	1.0~1.5	69.0~78.5	a	4.5~5.5	61.5~62.5	a	
하부구조	1.1~2.0	108.9~123.0	a	6.0~7.5	92.5~94.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 13.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법 (MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2 바닥판하면	47.1	27.7	28.7	0.66	27.0	
	S4 바닥판하면	49.3	29.6	29.7			
	S5 바닥판하면	47.1	27.7	28.7			
	S1-G1 거더	49.0	41.7	48.9		40.0	
	S6-G2 거더	48.4	41.1	48.0			
	평 균	48.2	33.6	36.8	—	—	

【표 13.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	45.0	25.9	28.7	0.66	24.0	
	P1 교각	48.0	28.5	29.7		27.0	
	P2 교각	47.4	28.0	28.7			
	P4 교각	47.0	27.6	29.6			
	P5 교각	48.2	28.6	29.3			
	평 균	47.1	27.7	29.2	-	-	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 33.6~36.8MPa, 하부구조 27.7~29.2MPa 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 13.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	28.3 ~ 29.1	27.0	104.9 ~ 107.6
	거더	41.4 ~ 48.4	40.0	103.5 ~ 121.1
하부구조	교대	25.9 ~ 28.7	24.0	108.1 ~ 119.6
	교각	28.2 ~ 29.3	27.0	104.3 ~ 108.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 13.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	26.0~27.9	27.3~28.8	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 13.4.14】 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	S2 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.89	100년이상	
	S4 바닥판하면	5.0	67.0	62.0	a	3.89	100년이상	
	S5 바닥판하면	4.5	67.0	62.5	a	3.18	100년이상	
하부구조	A2 교대	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P4 교각	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	
	P5 교각	7.5	100.0	92.5	a	5.30	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 13.4.15】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.5~5.0	61.5~62.0	
하부구조	6.0~7.5	92.5~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 13.4.16】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.0~1.5	78.5~79.0	a	4.5~5.5	61.5~62.5	a	
하부구조	1.0~1.5	99.0~123.5	a	6.0~7.5	92.5~94.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 13.4.17】상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.2 ~ 29.0	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.1 ~ 47.9	40.0	
	하부구조	교대	26.4 ~ 29.7	24.0	
		교각	27.9 ~ 29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		61.5~62.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.5~94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 13.4.18】영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.3 ~ 29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.4 ~ 48.4	40.0	
	하부구조	교대	25.9 ~ 28.7	24.0	
		교각	28.2 ~ 29.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		61.5~62.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.5~94.0	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 13.4.19】상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.4 ~ 28.6		28.2 ~ 29.0		■ 강도저하 없음
		거더	-		41.1 ~ 47.9		
	하부구조	교대	25.2 ~ 27.3		26.4 ~ 29.7		
		교각	28.5 ~ 29.2		27.9 ~ 29.0		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		69.0~78.5	a	61.5~62.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		108.9~123.0	a	92.5~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 13.4.20】영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.8 ~ 28.8		28.3 ~ 29.1		■ 강도저하 없음
		거더	-		41.4 ~ 48.4		
	하부구조	교대	24.8 ~ 27.1		25.9 ~ 28.7		
		교각	27.3 ~ 28.5		28.2 ~ 29.3		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		78.5~79.0	a	61.5~62.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		99.0~123.5	a	92.5~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

13.5 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.

13.5.1 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 13.5.1】 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	b	a	a	a	a	a	b	q	a	a
S2	P1	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	c	q	—	—
S3	P2	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	c	q	—	—
S4	P3	PSCI	b	a	a	a	a	a	a	b	b	q	a	a
S5	P4	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	c	q	—	—
S6	P5	PSCI	a	a	b	a	a	a	—	b	a	q	—	—
	A2								a	a	b	q	—	—
평균			0.117	0.100	0.133	0.100	0.100	0.100	0.100	0.171	0.271	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.021	0.020	0.007	0.007	0.003	0.002	0.009	0.015	0.054	—	0.004	0.003
													0.145	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.145) < 0.260$

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 13.5.2】 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	b	a	a	a	b	a	b	q	a	—
S2	P1	PSCI	a	a	b	a	a	a	—	b	b	q	—	—
S3	P2	PSCI	a	a	a	a	a	a	—	b	b	q	a	—
S4	P3	PSCI	a	a	b	a	b	a	b	a	b	q	—	a
S5	P4	PSCI	a	a	b	a	a	b	—	a	c	q	—	—
S6	P5	PSCI	a	a	a	a	b	a	—	a	c	q	—	—
	A2								b	b	c	q	—	a
평균			0.100	0.100	0.167	0.100	0.133	0.117	0.200	0.143	0.286	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균X가중치)/가중치합			0.018	0.020	0.008	0.007	0.004	0.002	0.018	0.013	0.057	—	0.004	0.003
													0.155	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.155) < 0.260$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 13.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.145	B	240	2	480	0.500	0.073
영천방향	0.155	B	240	2	480	0.500	0.077
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.150
1. 평가지수 =							0.150
2. 상태평가결과 =							B

13.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

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

나. 영천방향

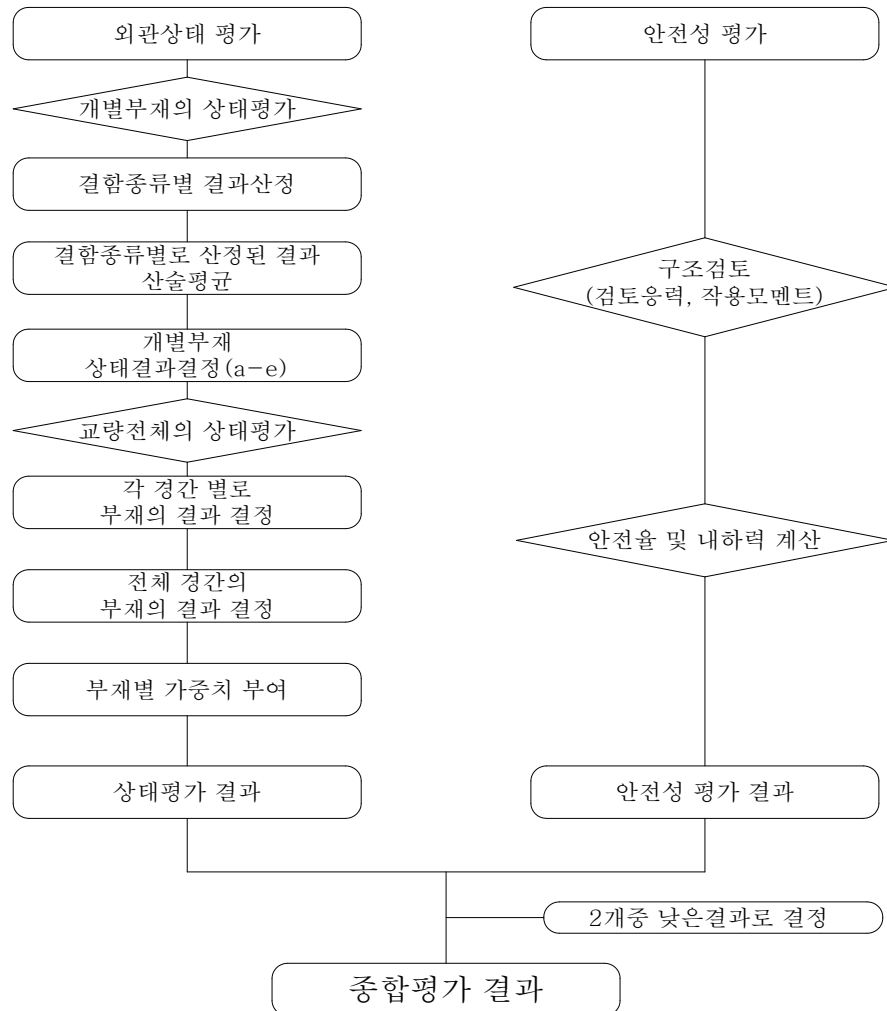
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

13.6 종합평가 및 안전등급 지정

13.6.1 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 13.6.1】 종합평가 결과 산정절차

13.6.2 종합평가 결과

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

【표 13.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
불당교	0.150	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

13.6.3 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 13.6.2】 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

13.7 보수·보강 및 유지관리방안

13.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 13.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	재료분리	m ²	6.0	1	단면보수	하자
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	재료분리	m ²	1.25	3	단면보수	하자
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.0	1	표면처리	하자
	백태	m ²	0.05		표면처리	하자
	거푸집 미제거	m	10.0	1	정비	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.0	15	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	34.0	13	주입보수	하자
	망상균열	m ²	8.0	2	표면처리	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.0	1	정비	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	2.0	10	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.06	1	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열	m	19.2	52	표면처리	3순위
	이물질퇴적	m	3.0	1	정비	3순위
	차수판 앵커탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
	후타재 파손	m ²	0.2	2	단면보수	2순위
	후타재 이격	m	6.0	2	유지관리	4순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	상태양호	—	—	—	—	—

나. 영천방향

【표 13.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	재료분리	m ²	9.85	10	단면보수	하자
	백태	m ²	10.5	8	표면처리	하자
교대	파손	m ²	1.5	2	단면보수	하자
	누수흔적	m ²	3.0	2	표면처리	하자
	백태	m ²	0.06	1	표면처리	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	0.5	1	정비	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.5	1	표면처리	하자
	균열(0.3mm이상)	m	6.0	2	주입보수	하자
	망상균열	m ²	67.5	4	표면처리	하자
	백태	m ²	1.5	1	표면처리	하자
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.0	1	정비	하자
	박락	m ²	0.3	1	단면보수	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.9	6	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.04	1	단면보수	2순위
	플레이트 부식	EA	1.0	1	재도장	2순위
신축이음	후타재 균열	m	8.2	24	표면처리	3순위
	이물질퇴적	m	6.0	2	정비	3순위
	차수관 앵커 탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	배수관 누수	EA	1.0	1	정비	3순위
	배수관 식생	EA	1.0	1	정비	3순위
	배수관 탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	1.8	4	표면처리	3순위

13.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 13.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥면	재료분리	단면보수	6.0	9.0	m ²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	1.25	1.9	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.0	4.5	m	—	—	하자
	백태	표면처리	0.05	0.1	m ²	—	—	하자
	거푸집 미제거	정비	10.0	15.0	m	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.0	13.5	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	34.0	51.0	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	8.0	12.0	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	1.0	1.5	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축모탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.0	0.8	m	54	43	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.06	0.1	m ²	165	17	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	19.2	7.2	m	54	389	3순위
	이물질퇴적	정비	3.0	4.5	m	25	113	3순위
	차수판 앵커탈락	정비	1.0	1.5	EA	25	38	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.2	0.3	m ²	165	50	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		67		583		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		34		292		
	합계	—		101		875		
개략공사비 총계(천원)		975						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

【표 13.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
가로보	재료분리	단면보수	9.85	14.8	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	10.5	15.8	m ²	—	—	하자
교대	파손	단면보수	1.5	2.3	m ²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	3.0	4.5	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.06	0.1	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	0.5	0.8	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.5	2.3	m	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	6.0	9.0	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	67.5	101.3	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	1.5	2.3	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	1.0	1.5	m ²	—	—	하자
	박락	단면보수	0.3	0.5	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.9	0.3	m	54	16	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.04	0.1	m ²	165	17	2순위
	플레이트 부식	재도장	1.0	1.0	EA	40	40	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	8.2	3.1	m	54	167	3순위
	이물질퇴적	정비	6.0	9.0	m	25	225	3순위
	차수판 앵커 탈락	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
배수시설	배수관 누수	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
	배수관 식생	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
	배수관 탈락	정비	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.8	0.7	m	54	38	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		57		546		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		29		273		
	합계	—		86		819		
개략공사비 총계(천원)		905						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

13.7.3 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.

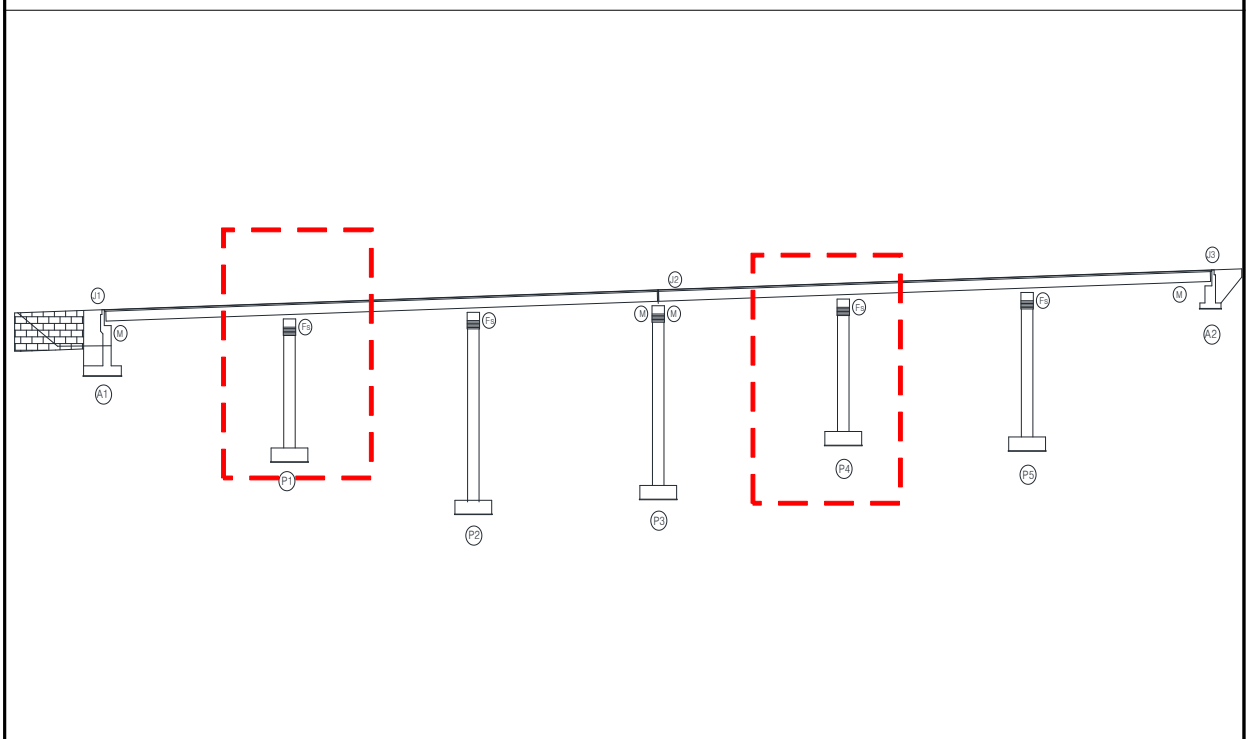
【표 13.7.5】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상



① 교각 폭 0.3mm 이상 균열 - 진전 여부확인



13.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 구미시 장천면 오로리(상주영천고속도로 38.817~39.057km)에 위치한 교량으로서 총 연장 240.0m, 폭 25.4m, 왕복 4차로로 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

13.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생된 재료분리는 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

2) PCI Girder

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

3) 가로보

- 바닥판하면의 발생된 재료분리는 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

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.
- 교대에 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 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 받침콘크리트에 발생한 재료분리는 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생한 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다..
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 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 손상은 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 12.2℃(11월 6일)로써 이때 측정유간은 28.0~90.0mm 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 배수관 탈락이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

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

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 33.4~36.6MPa, 하부구조 27.6~29.1MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 바닥판의 경우 주 부재로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

2) PCI Girder

- 거더의 외관조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았고, 주기적인 점검을 통한 부재의 손상 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보

- 가로보는 일부 구간에서 시공 미흡에 의한 재료분리, 시공초기 우수유입에 의한 백태 등의 손상이 조사되었고, 손상부는 표면처리, 단면보수를 실시하여, 부재의 내구성을 확보하여야 한다.

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다.
- 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 외부 우수유입에 의한 백태는 표면처리, 외부 충격에 의한 박락은 단면보수, 페 콘크리트는 정비 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 바람직할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트에서 조사된 재료분리는 국부적으로 발생되었으며, 단면보수 등의 조기차 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 균열은 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 이물질퇴적이 조사되었고, 손상의 진전시 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

- 차수판 앵커 탈락은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 12.2℃(11월 6일)로써 이때 측정유간은 30.0~90.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 교면포장은 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에 배수관 누수, 백태, 식생 등의 손상이 발생하였고, 손상부는 정비 및 교체 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

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

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 33.6~36.8MPa, 하부구조 27.7~29.2MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.5mm로 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 “0.150, B등급” 으로 평가되었다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 불당교에 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 불당교의 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.

13.8.2 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.

