

13. 군위JCT R-A4교

13.1 시설물 개요

13.2 자료수집 및 분석

13.3 현장조사

13.4 콘크리트 내구성조사

13.5 안전성능 평가

13.6 내구성능 평가

13.7 사용성능 평가

13.8 종합성능평가

13.9 유지관리 전략제안

13.10 종합결론 및 건의사항

13. 군위JCT R-A4교

13.1 시설물의 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 내리리(상주영천고속도로 군위JCT)에 위치한 교량으로 총 연장 50.0m, 폭 15.6m로 시공되어 있다.

13.1.1 일반사항

【표 13.1.1】 군위JCT R-A4교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000271		관리번호		SY BR.15	
시설물위치		대구광역시 군위군 효령면 내리리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		2.401~2.451km		공사이정		2.401~2.451km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=50.0m					
	폭	B=15.6m, 2차로					
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)		기초 형식	교 각		
	하부	역T형			교 대	직접, 말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		모노셀	
교차시설물		고속국도 55호선		통과높이		6m	
부착시설내용		-					
시 공 자		대림산업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

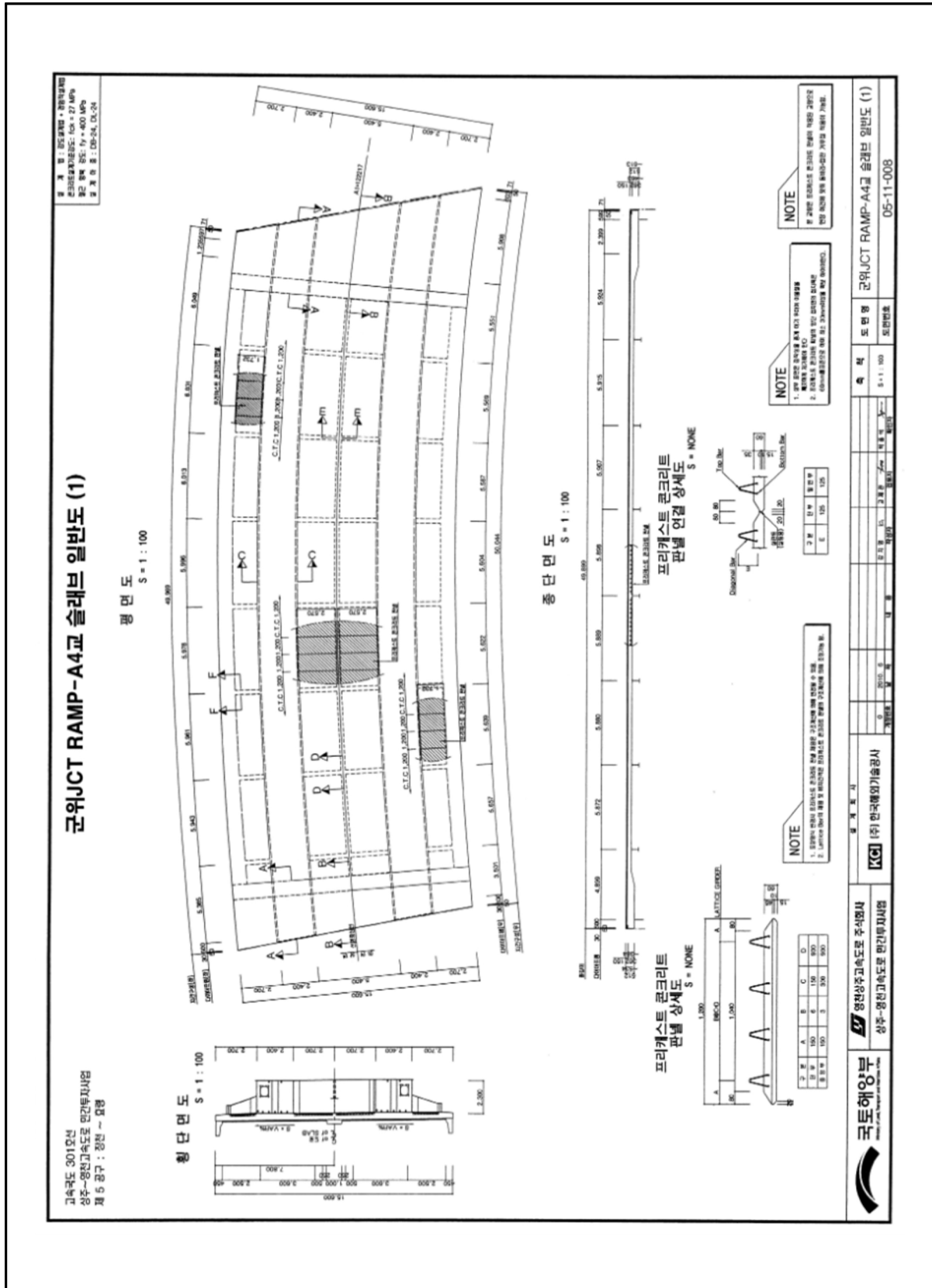
13.1.2 위치도 및 전경사진



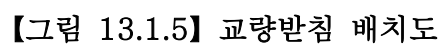
【그림 13.1.1】 위치도

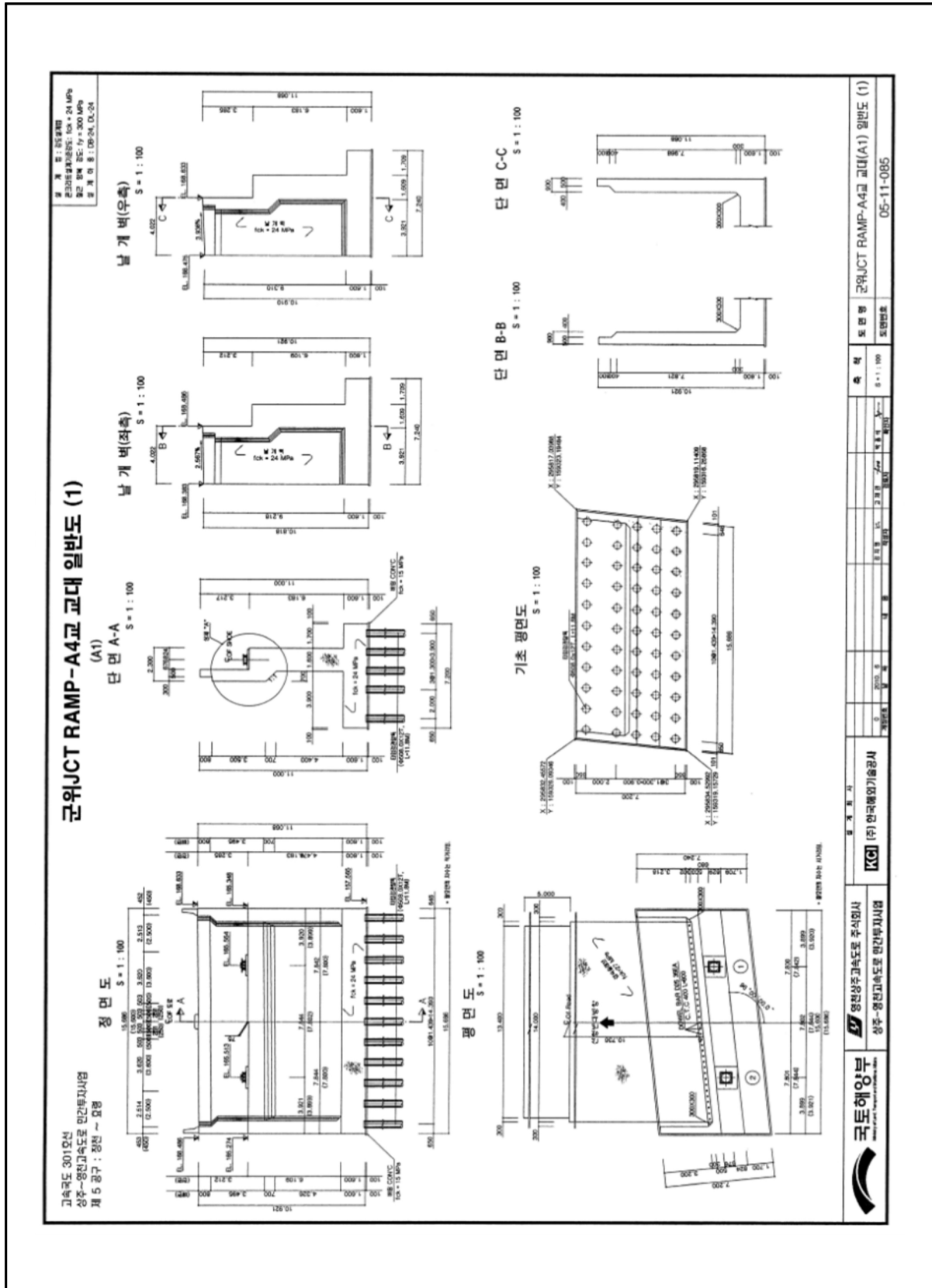
	
교면포장 전경	교량받침 전경
	
신축이음 전경	거더 전경
	
바닥판하면 전경	교대 전경

【그림 13.1.2】 부재별 현황

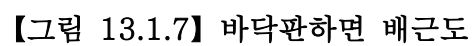


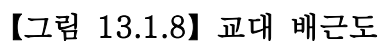
【그림 13.1.4】 슬래브 일반도





【그림 13.1.6】 교대 일반도



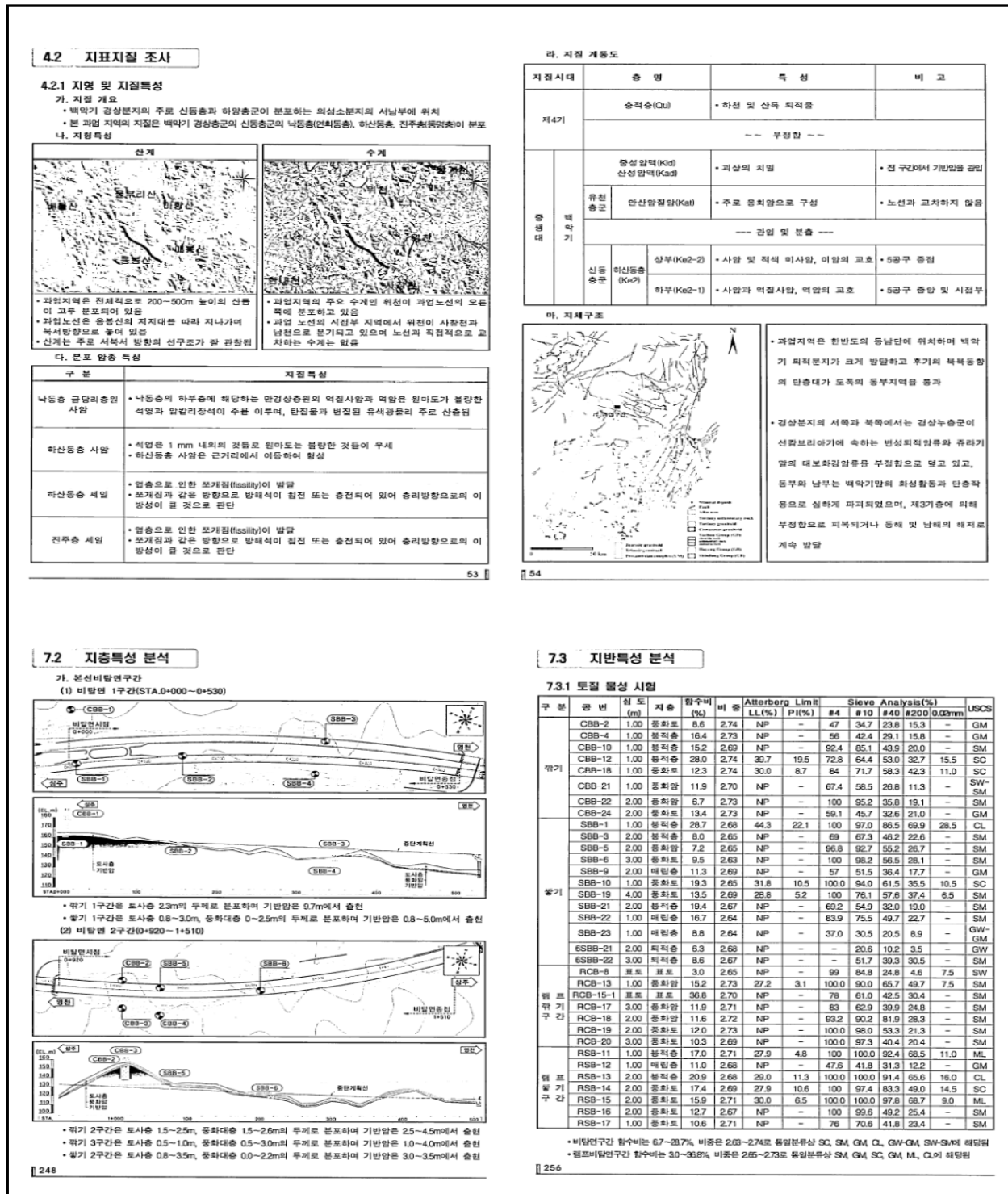


13.2 자료수집 및 분석

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

• 약기 1구간의 토사층 2.3m의 두께로 분포하여 기반암은 9.7m에서 출현
• 약기 1구간의 토사층 0.8~3.0m, 풍화대층 0~2.5m의 두께로 분포하여 기반암은 0.8~5.0m에서 출현

(2) 비밀면 2구간(0+920~1+510)

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

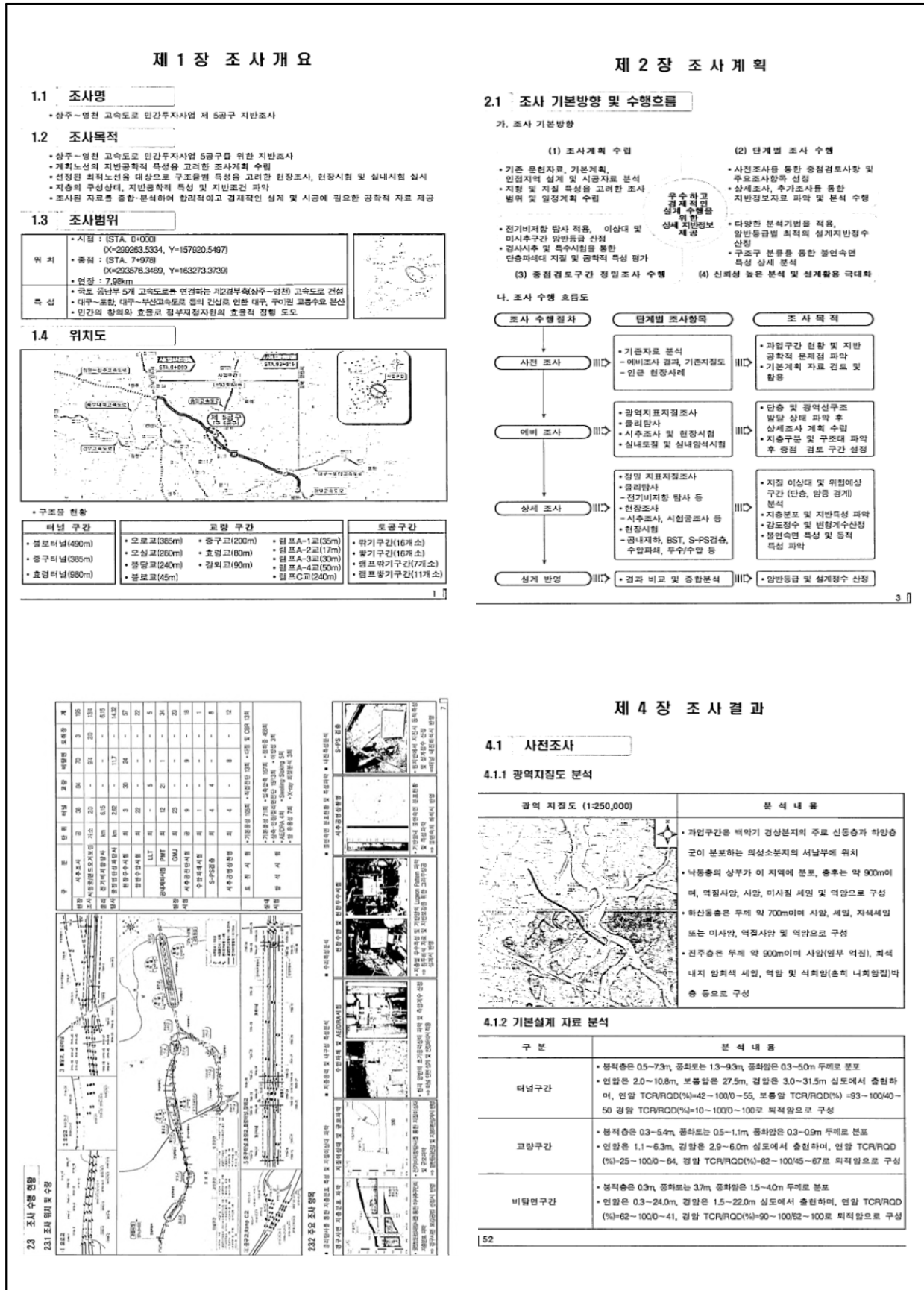
7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질 물성 시험

구 분	공 번	심 도 (m)	지층	함수비 (%)	비 중	Atterberg Limit LL(%) PI(%)	Sieve Analysis(%)				USCS		
							#4	#10	#40	#200/0.075mm			
약기	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	충적토	13.4	2.73	NP	-	58.1	45.7	32.6	21.0	-	GM
	SBB-1	1.00	충적토	28.7	2.68	44.3	22.1	100	97.0	86.5	69.9	28.5	CL
	SBB-3	2.00	충적토	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	충적토	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	충적토	18.4	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
	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
점토	RCB-8	점토	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	점토	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
	RSS-11	1.00	충적층	17.0	2.71	27.9	4.8	100	100.0	92.4	68.5	11.0	ML
	RSS-12	1.00	매립층	11.0	2.68	NP	-	47.6	41.8	31.3	12.2	-	GM
	RSS-13	2.00	충적층	20.9	2.68	29.0	11.3	100.0	100.0	91.4	65.6	16.0	CL
점토	RSS-14	2.00	충적토	17.4	2.69	27.9	10.6	100	97.4	83.3	49.0	14.5	SC
	RSS-15	2.00	충적토	15.9	2.71	30.0	6.5	100.0	100.0	97.8	68.7	9.0	ML
	RSS-16	2.00	충적토	12.7	2.67	NP	-	100	99.6	49.2	25.4	-	SM
	RSS-17	1.00	충적토	10.6	2.71	NP	-	76	70.8	41.8	23.4	-	SM

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

나. 지반 및 지질 조사보고서



제 6 장 교량구간 전반적 분석 및 설계적용

제 6 장 교량구간 전반적 분석 및 설계적용

6.1 개요

6.1.1 기본방향

조사항목	조사기본방향
지층현황분석	• 고대 및 교각에 대하여 시추조사, 현장시험, 실내시험을 실시하여 지층 분포 및 공학적 특성 파악 • 토공구간의 지층분포 상태 및 공학적 특성을 파악하여 안전하고 경제적인 토공 계획 수립
내진검토	• S-PS검사를 통하여 상형진 동전단계수, 동반상계수, 등가소성비율 내진해석 입력치로 활용
활기저 특성 분석	• 활기 및 타널구간에서 발생되는 토사 및 암석의 활기저 직접 여부 판단시 반영

6.1.2 조사위치 및 수량



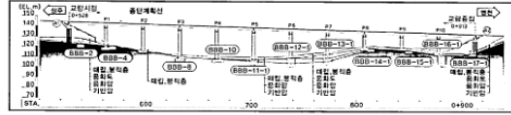
조사항목	교량	단위	오로교	오실교	보당교	중구교	호령교	김제교	현포교	계
시추조사	공	22	8	13	14	5	4	18	84	
무수시험	회	10	2	-	7	2	-	9	30	
공내재하 시험	회	11	3	-	3	2	-	7	25	
S-PS검출	공	1	1	-	1	-	-	1	4	
실내토질시험	• 기본물성시험 46회									
실내압축시험	• 침하증강도시험 130회, 응력시험/압축축 2050회									

233

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

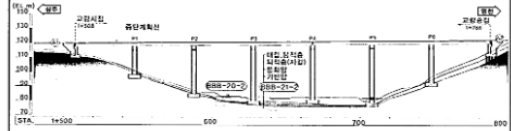
6.2 지층특성 분석

(1) 오로교



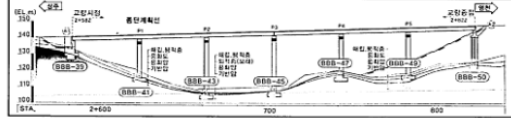
- 대립·봉직층은 0.3~3.5m의 두께로 분포하며, N치는 7/30~50/1의 범위를 보임
- 풍화토는 1.1~4.1m의 두께로 분포하며, N치는 20/30~50/10의 범위를 보임
- 풍화암은 0.6~6.5m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 0.3~12.3m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 90~100/0~100의 범위를 보임

(2) 오실교



- 대립·봉직층은 0.4~3.2m의 두께로 분포하며, N치는 6/30~50/4의 범위를 보임
- 피직층은 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 33~100/0~52의 범위를 보임

(3) 보당교



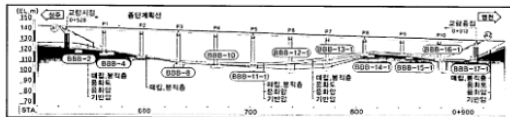
- 대립·봉직층은 0.4~3.6m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/3의 범위를 보임
- 피직층은 0.4~2.3m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/13의 범위를 보임
- 풍화토는 0.9~3.0m의 두께로 분포하며, N치는 11/50~50/14의 범위를 보임
- 풍화암은 0.5~4.9m의 두께로 분포하며, N치는 50/10~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 1.9~5.4m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 83~100/0~100의 범위를 보임

234

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

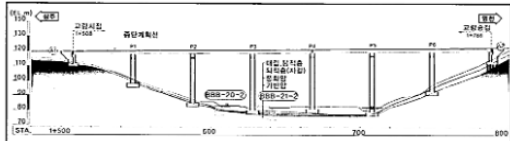
6.2 지층특성 분석

(1) 오로교



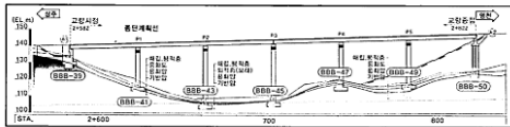
- 대립·봉직층은 0.3~3.5m의 두께로 분포하며, N치는 7/30~50/1의 범위를 보임
- 풍화토는 1.1~4.1m의 두께로 분포하며, N치는 20/30~50/10의 범위를 보임
- 풍화암은 0.6~6.5m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 0.3~12.3m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 90~100/0~100의 범위를 보임

(2) 오실교



- 대립·봉직층은 0.4~3.2m의 두께로 분포하며, N치는 6/30~50/4의 범위를 보임
- 피직층은 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 33~100/0~52의 범위를 보임

(3) 보당교

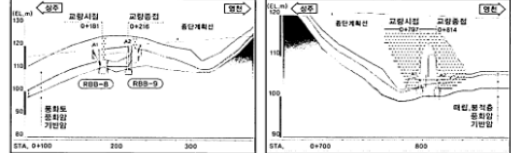


- 대립·봉직층은 0.4~3.6m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/3의 범위를 보임
- 피직층은 0.4~2.3m의 두께로 분포하며, N치는 3/30~50/13의 범위를 보임
- 풍화토는 0.9~3.0m의 두께로 분포하며, N치는 11/50~50/14의 범위를 보임
- 풍화암은 0.5~4.9m의 두께로 분포하며, N치는 50/10~50/2의 범위를 보임
- 기반암은 1.9~5.4m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 83~100/0~100의 범위를 보임

234

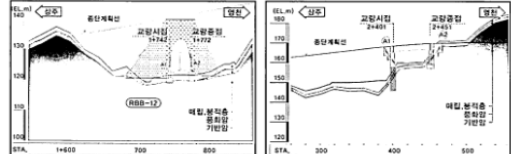
상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

(7) RAMP-A12교



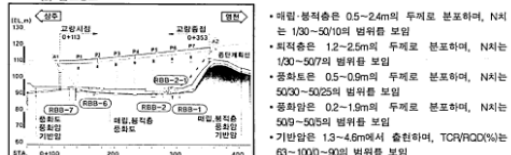
- 대립·봉직층은 0.2~1.8m의 두께로 분포하며, N치는 5/30의 범위를 보임
- 피직층은 1.1~2.1m의 두께로 분포하며, N치는 6/30~50/6의 범위를 보임
- 풍화토는 4.9~10.2m의 두께로 분포하며, N치는 17/30~50/11의 범위를 보임
- 풍화암은 0.8~6.0m의 두께로 분포하며, N치는 50/9~50/8의 범위를 보임
- 기반암은 1.1~13.5m에서 출현하며, TCR/RQD(%)는 43~100/0~98의 범위를 보임

(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

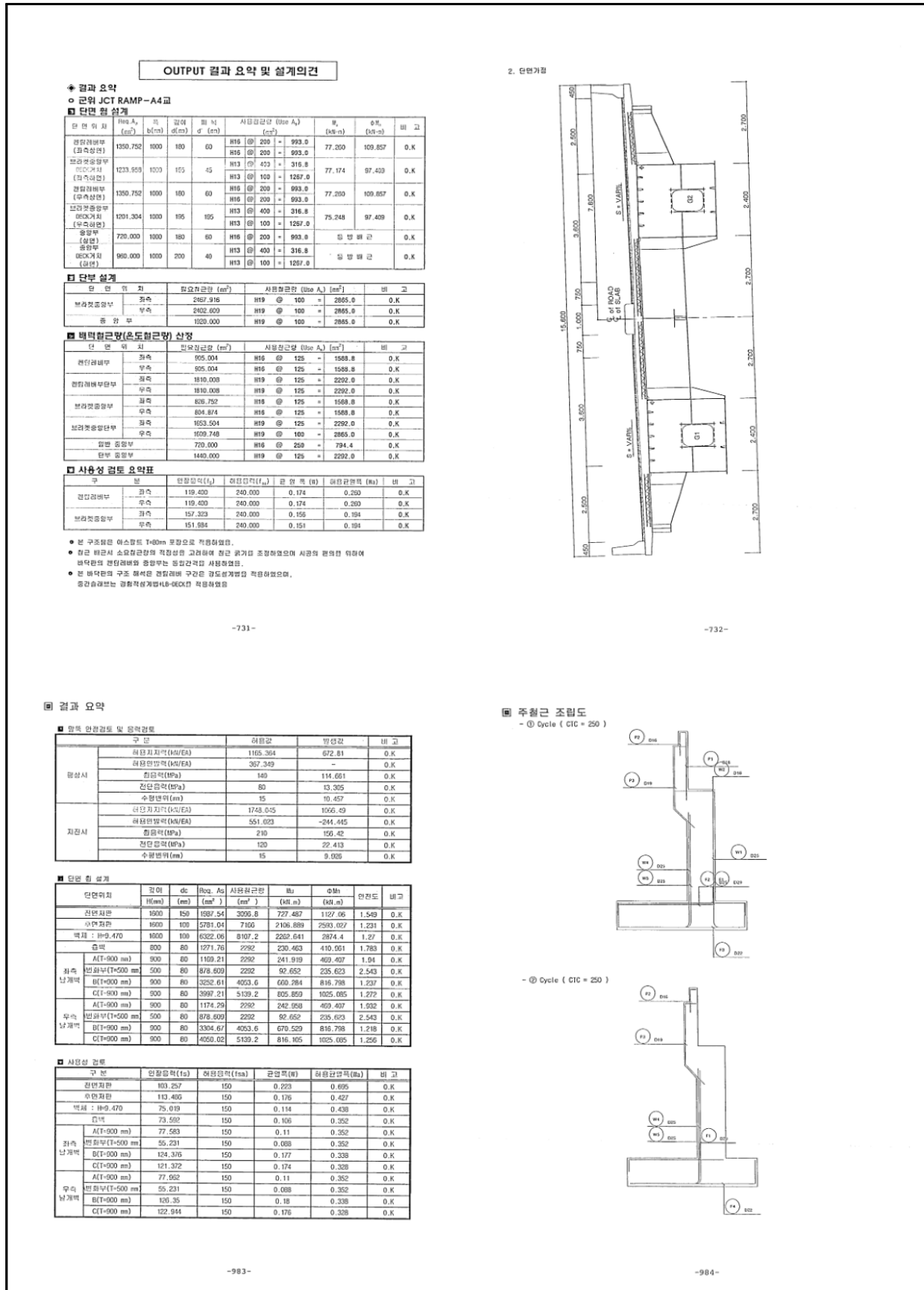
(9) 현포교



- 대립·봉직층은 0.5~2.4m의 두께로 분포하며, N치는 1/30~50/10의 범위를 보임
- 피직층은 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



13.2.2 시설물 점검이력

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

【표 13.2.1】 군위JCT R-A4교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속슬래브 파손, 신축이음 후타재 파손, 바닥판 재료분리, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 파손, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 파손, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 아스콘 균열, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 군위JCT R-A4교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 아스콘 균열, 난간 백태, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 철근노출, 거더 도장 손상, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태에서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 13.2.1】 군위JCT R-A4교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 아스콘 균열, 난간 백태, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 철근노출, 거더 도장 손상, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기안전점검	군위JCT R-A4교의 주요 손상현황으로는 교면포장 아스콘 균열, 난간 백태, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 철근노출, 거더 도장 손상, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀안전점검	군위JCT R-A4교(5공구)의 주요 손상현황으로는 교면포장 아스콘 균열, 난간 백태, 신축이음 후타재 균열, 바닥판 재료분리, 철근노출, 거더 도장 손상, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 다소 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	바닥판하면들뜸,재료분리및철근노출 거더외부도장긫힘 가로보상태양호 교대균열(0.3mm미만),균열(0.3mm이상),박락,누수흔적,날개벽블록이격 교량받침상태양호 신축이음후타재균열,이격,이물질퇴적 교면포장균열및밀림,접속부박리,체수,포장망상균열 배수시설상태양호 방호벽균열부백태	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기안전점검	교면포장균열,접속도로박리,망상균열,체수 방호벽백태 신축이음후타재균열,접속부이격,본체이물질퇴적 바닥판재료분리및철근노출 거더도장긫힘 교대균열(폭0.3mm내/외),누수흔적,날개벽블록이격,박락	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기안전점검	교면포장균열,접속도로박리,망상균열,체수 방호벽백태 신축이음후타재균열,접속부이격,본체이물질퇴적 바닥판재료분리및철근노출 거더도장긫힘 교대균열(폭0.3mm내/외),누수흔적,날개벽블록이격,박락	양호

13.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판하면의 발생된 재료분리는 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량, 피복부족에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수+방청을 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.	
Steel Box Girder	- 거더외부에 발생한 도장손상은 시공 초기 외부 충격에 의한 굽힘으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 재도장 등의 유지관리가 요구된다. - 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	가로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	- 발생된 균열은 초기 건조수축에 의한 균열로 표면처리, 주입보수 등의 조치가 필요하며, 날개벽 블록 이격 구간은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요하다. 누수흔적의 경우 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 손상으로 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다. - 박락의 경우 교대 날개벽과 방호벽 접속구간에 발생한 손상으로 기존 보수에 발생한 박락으로 확인되었고, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구되며, 블록 이격의 경우 기 점검 비교시 손상의 진전은 미미한 상태로 주의관찰을 요한다.	
교량받침	- 교량받침은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 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.	
신축이음장치	- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 이격 구간은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요하며, 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. - 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간(A2 바닥판하면 유간은 고정단 이므로 제외)으로 검토하였고, 측정일 온도는 21.7℃(9월 9일)로써 이때 측정유간은 20.0~40.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	교면포장은 재포장 이후 아스콘 균열 및 밀림, 망상균열이 발생하였고, 현재 주행성에 문제를 야기 시킬수 있으므로 재포장 등의 유지관리가 필요하며, 재포장시 정밀한 시공을 요한다, 또한 접속부 박리부 재포장시 단면보수 등의 유지관리가 필요하다.	
배수시설	배수구는 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
방호벽	방호벽에 발생한 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 균열부 우수유입손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2~28.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.0~27.0	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		95.0~96.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
군위JCT R-A4교	0.246	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	재료분리 및 철근노출	단면보수·병청	0.05	0.1	m²	—	—	하자
거더외부	도장긁힘	재도장	0.01	0.0	m²	—	—	하자
교대	균열 0.3mm미만	표면처리	19.5	7.3	m	—	—	하자
	균열 0.3mm이상	주입보수	4.0	6.0	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	4.1	6.1	m²	—	—	하자
	블록이격	정비	2.5	3.8	m	—	—	하자
	박락	단면보수	0.1	0.2	m²	—	—	하자
신축이음	후타재 균열	표면처리	24.4	9.1	m	54	491	3순위
	이물질퇴적	정비	3.0	4.5	m	25	113	3순위
교면포장	균열 및 밀림	표면처리	34.0	51.0	m²	54	2,754	3순위
	접속부 박리	단면보수	1.19	1.8	m²	165	297	3순위
	채수	정비	3.0	4.5	m²	25	113	3순위
	포장 망상균열	표면처리	350.0	525.0	m²	54	28,350	3순위
방호벽	균열부 백태	표면처리	0.1	0.2	m²	54	11	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		32,129		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		16,065		
	합계	—		—		48,194		
개략공사비 총계(천원)		48,194						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 군위JCT R-A4교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」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.

13.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

13.2.5 시설물 보수 이력

【표 13.2.2】 군위JCT R-A4교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	포장부 부분 재포장	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	-	-	-

13.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 13.2.3】 내진설계 여부 확인

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

13.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

13.3 현장조사

13.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1	도보	2023.10.10.	
			
도보 점검		도보 점검	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 13.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

13.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 군위JCT R-A4교는 총 1경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=50.0m 폭 15.6m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 13.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 전구간에 콘크리트 테크플레이트가 설치 되어있고, 외관조사 결과, 재료분리 및 철근노출, 파손이 조사되었다.

【표 13.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	재료분리 및 철근노출 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	0.05	1	0.13	3
합계	0.05	1	0.13	3

			
손상현황	• S1 재료분리 및 철근노출(0.5m×0.1m)	손상현황	• S1 파손(0.2m×0.4m)
원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 파손(0.3m×0.1m)	손상현황	• S1 파손(0.2m×0.1m)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 13.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 재료분리 및 철근노출이 확인되었고, 금회 파손이 신규 조사되었다.

【표 13.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	재료분리 및 철근노출	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.13	3	▲ 0.13	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생된 재료분리 및 철근노출, 파손은 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량, 피복부족, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 2열로 시공되었으며, 도보로 외관조사를 실시하였다



【사진 13.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

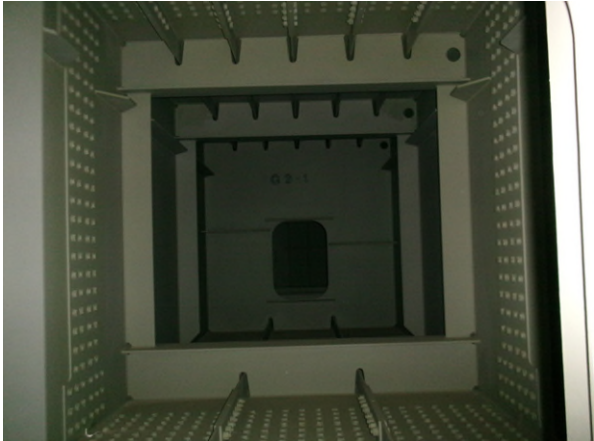
- 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 국부적인 도장긁힘이 확인되었다.

【표 13.3.3】 거더외부 외관조사 결과

구분	도장긁힘 (㎡/개소)	
S1	0.01	1
합계	0.01	1

【표 13.3.4】 거더내부 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• S1-G2 도장균함 (0.1m×0.1m)	손상현황	• S1-G2 도장균함 (0.1m×0.1m)
원 인	• 시공미흡, 물리적충격 등	원 인	• 시공미흡, 물리적충격 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• S1-G1 거더내부 상태양호	손상현황	• S1-G2 거더내부 상태양호
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 13.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 거더외부 도장손상이 확인되었고, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 13.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장긫힘	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

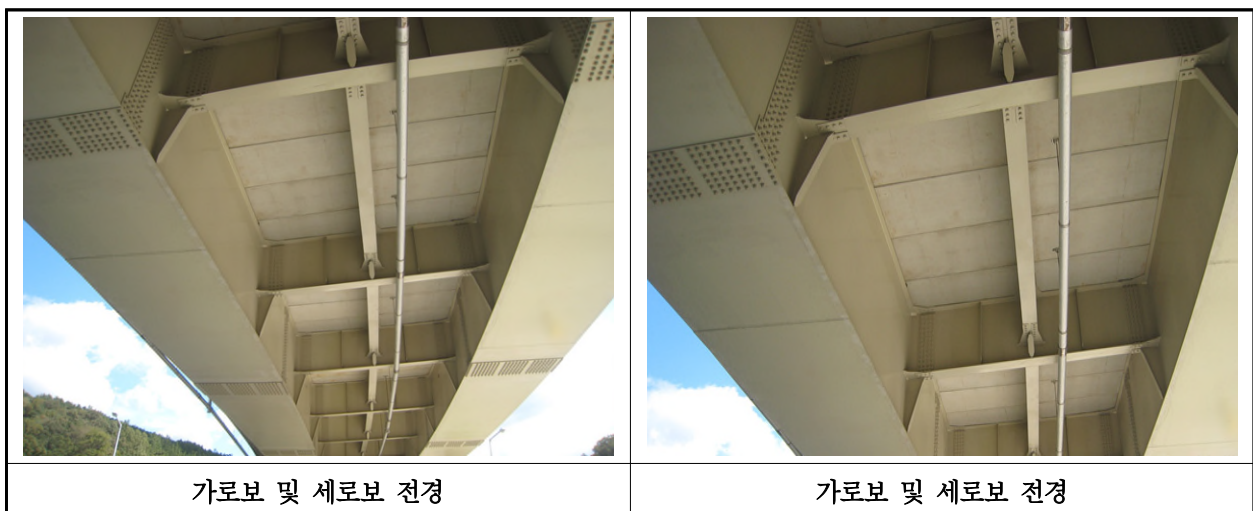
4) 검토의견

- 거더외부에 발생한 도장손상은 시공 초기 외부 충격에 의한 긫힘으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 채도장 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 STEEL로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 13.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 13.3.6】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 가로보 및 세로보 상태양호	손상현황	• 세로보 상태양호
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 13.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 상태로 확인되었고, 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 13.3.7】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

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

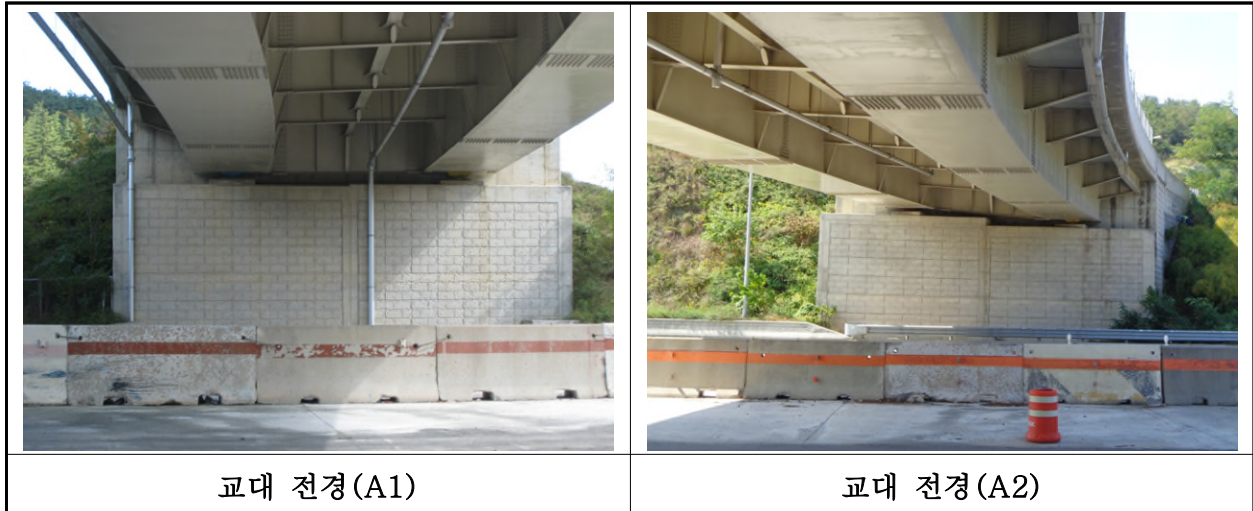
4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 군위JCT R-A4교 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 균열 및 재균열(0.3mm미만, 이상), 누수흔적, 날개벽 블록이격, 박락, 밀림 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 13.3.8】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		재균열(0.3mm미만) (m/개소)		재균열(0.3mm이상) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	5.50	3	2.00	1	4.00	1	—	—
A2	12.00	4	—	—	—	—	4.10	2
합계	17.50	7	2.00	1	4.00	1	4.10	2

구분	블록이격 (m/개소)		박락 (㎡/개소)		밀림 (m/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—
A2	2.50	1	0.10	1	2.00	1
합계	2.50	1	0.10	1	2.00	1

			
손상현황	• A1 균열(0.2mm/2.0m)	손상현황	• A1 재균열(0.3mm/4.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈형 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈형 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• A2 날개벽 박락(0.2m×0.5m)	손상현황	• A2 누수흔적(0.1m×1.0m)
원 인	• 다짐미흡, 성토부 침하 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 날개벽 밀립(2.0m)	손상현황	• A2 날개벽 블록이격(2.5m)
원 인	• 다짐미흡, 성토부 침하 등	원 인	• 성토부 침하 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 13.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열 및 재균열, 누수흔적, 블록이격, 박락이 확인되었으며, 날개벽 밀림이 신규 조사되었다.

【표 13.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	17.50	7	17.50	7	— —	변동없음
	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	재균열(0.3mm이상)	m	4.00	1	4.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	4.10	2	4.10	2	— —	변동없음
	블록이격	m	2.50	1	2.50	1	— —	변동없음
	박락	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	밀림	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상

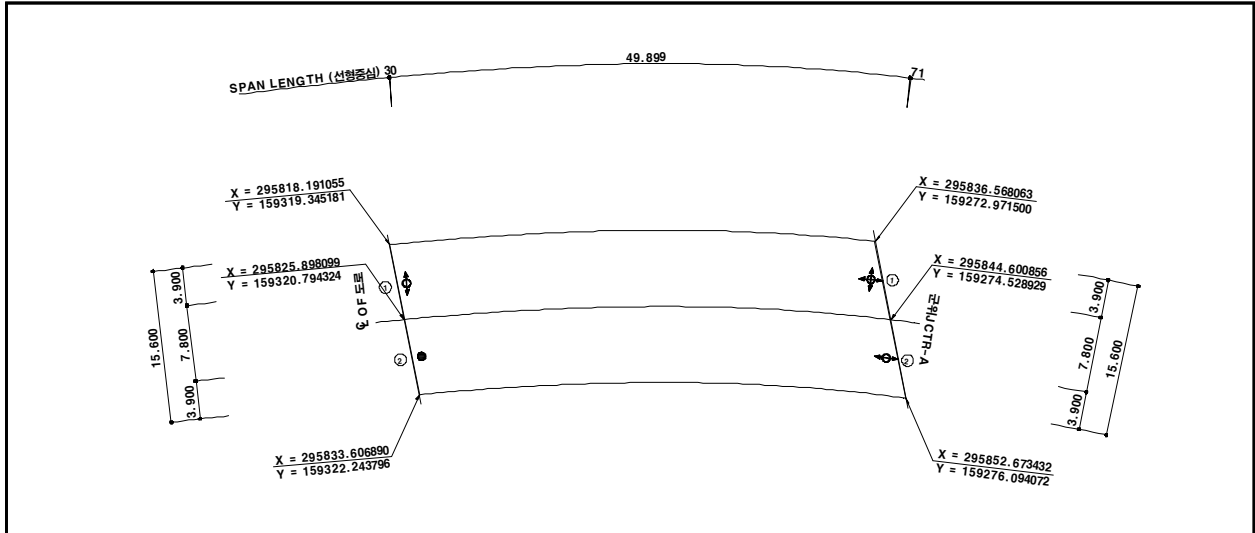
4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열 및 재균열(0.3mm미만, 이상)은 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적의 경우 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 손상으로 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다.
- 박락의 경우 교대 날개벽과 방호벽 접속구간에 발생한 손상으로 기존 보수에 발생한 박락으로 확인되었고, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 블록 이격, 밀림의 경우 다짐미흡, 성토부 침하 등에 의해 발생한 것으로 추정되며, 기 점검 비교시 손상의 진전은 미미한 상태로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 요구된다.

마. 교량받침

1) 부재의 개요

- 군위JCT R-A4교의 받침은 포트받침으로 총 4개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 13.3.1】 교량받침 배치도



【사진 13.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 13.3.10】 교량받침 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	-	-
A2	-	-
합계	-	-

			
손상현황	• A1-Sh2 상태양호	손상현황	• A2-Sh1 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 13.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 신규 손상도 없는 것으로 조사되었다.

【표 13.3.11】 교량받침 기 점검 결과 비교

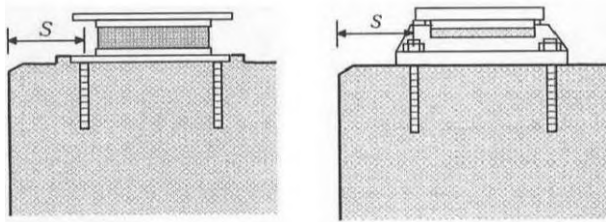
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

4) 검토의견

- 교량받침은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 등의 유지관리가 필요하다.

5) 연단거리 검토

- 교대의 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.

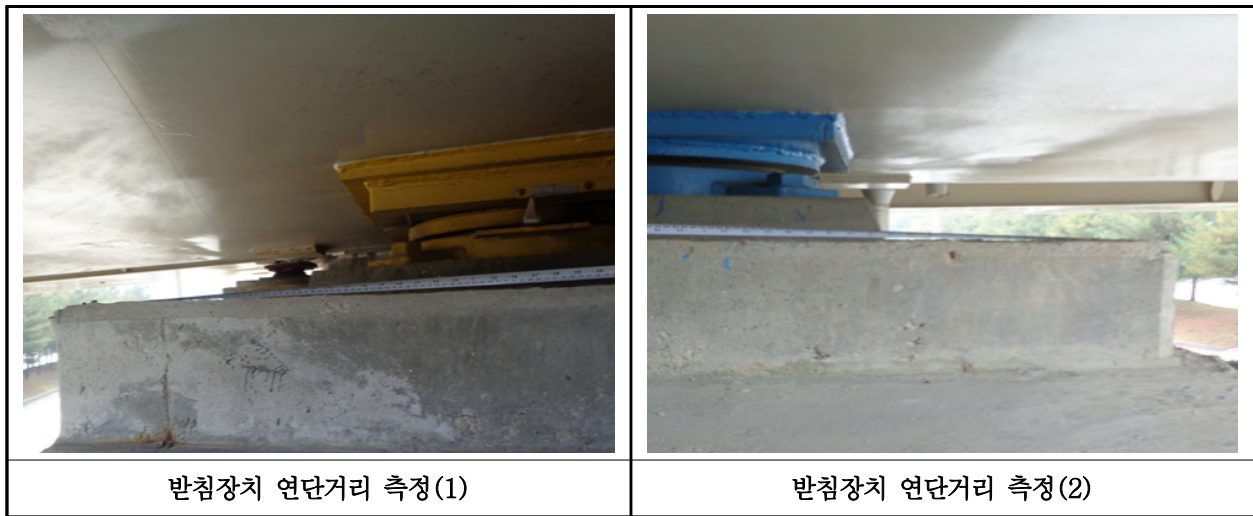


(a) 고무받침

(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



받침장치 연단거리 측정(1)

받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 13.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 13.3.12】 연단거리 측정 결과

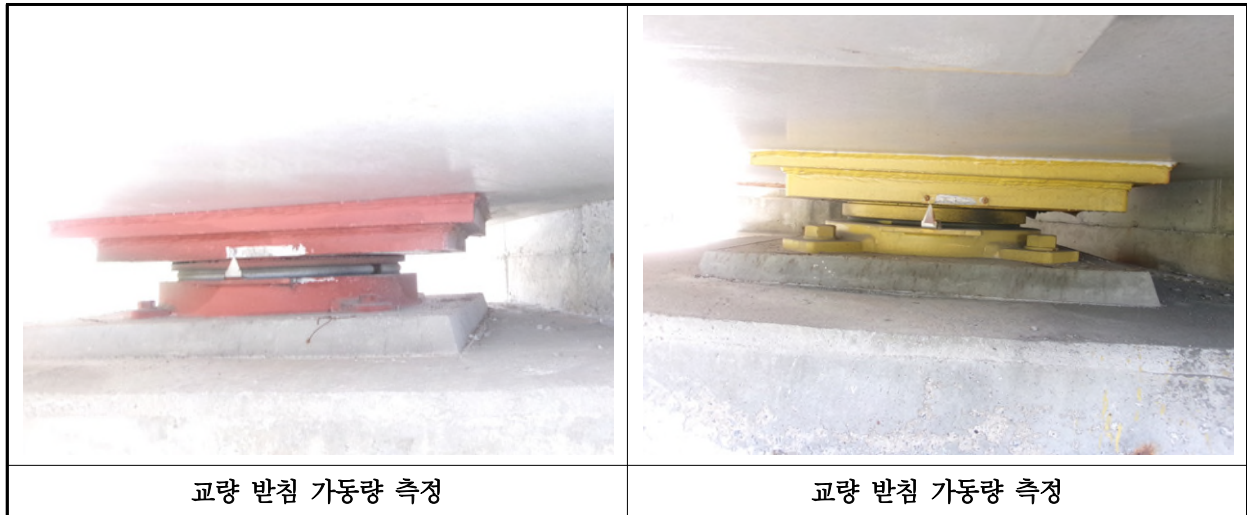
구 분	계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)		검토 결과
		Sh1	Sh2	
A1	450	550	550	O.K
A2	450	635	645	O.K

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

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



【사진 13.3.13】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 13.3.13】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A2	27.1	22.9	0.000012	50.0	16.3	13.7	
1) 조사당시 온도 : 17.1℃(조사일 : 2023년 10월 10일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 13.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		고정단						
A2		SH1	35	85.0	15.0	16.3	13.7	±50
		SH2	35	85.0	15.0			±50
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K								

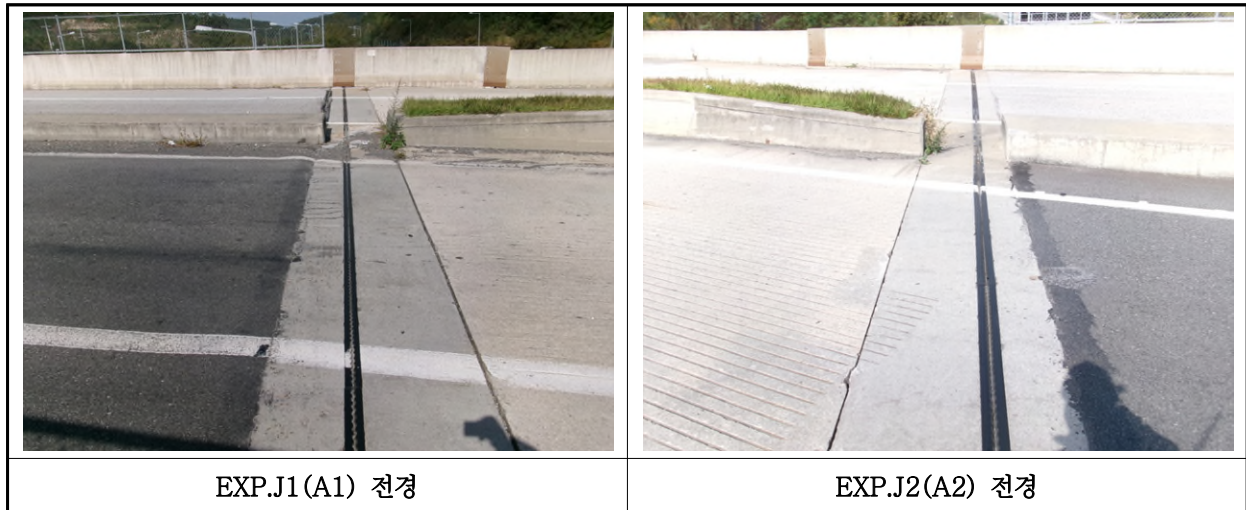
② 교량받침 이동량 검토의견

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

바. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 모노셀조인트로 시공된 상태이다.



【사진 13.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 13.3.15】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	11.20	28	1.00	1
A2 (EXP J3)	13.20	32	2.00	2
합계	24.40	60	3.00	3

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm/0.3m ×14EA)	손상현황	• A1 이물질퇴적(1.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 청소
			
손상현황	• A2 이물질퇴적(3.0m)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.2mm/0.5m ×9EA)
원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 청소	조치방안	• 표면처리

【사진 13.3.15】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 이물질퇴적이 확인되었고, 손상의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 13.3.16】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	24.40	60	24.40	60	— —	변동없음
	이물질퇴적	m	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 이격 구간은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요하며, 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																		
이론 신축량	• 온도변화에 의한 이동량 ▶ $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																						
	• 소요 가동량 산정 조사일 : 2023. 10. 10. 기온 적용: 17.1℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-17.1℃ = 22.9℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(17.1℃) = 27.1℃ 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>선행창계수 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	선행창계수 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	선행창계수 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 13.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 13.3.17】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	고정단									
A2	27.1	22.9	0.000012	50	16.3	13.7	20.0	19.0	45.0	
1) 조사당시 온도 : 17.1 $^{\circ}C$ (조사일 : 2023년 10월 10일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -10 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (보통지방)										

【표 13.3.18】 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	고정단						
A2	19.4	10.6	20.0	80.0	39.4	9.4	O.K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

사. 교면포장

1) 부재의 개요

- 군위JCT R-A4교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.



【사진 13.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 아스콘 균열, 보수부 소성변형, 접속부 파손, 박리, 후타재 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 13.3.19】 교면포장 외관조사 결과

구분	아스콘 균열 (m/개소)		보수부 소성변형 (㎡/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)		접속도로 박리 (㎡/개소)		후타재 접속부 이격 (m/개소)	
S1	36.00	5	350.0	1	0.50	1	0.69	2	50.00	4
합계	36.00	5	350.0	1	0.50	1	0.69	2	50.00	4

			
손상현황	• S1 보수부 소성변형 (7.0m×50.0m)	손상현황	• S1 보수부 소성변형 (7.0m×50.0m)
원 인	• 침하, 시공미흡	원 인	• 침하, 시공미흡
조치방안	• 재포장	조치방안	• 재포장
			
손상현황	• S1 아스콘 균열 (6.0m)	손상현황	• S1 아스콘 균열 (10.0m)
원 인	• 침하, 시공미흡	원 인	• 침하, 시공미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 접속도로 박리 (1.0m×1.0m)	손상현황	• S1 접속부 파손 (0.5m×1.0m)
원 인	• 침하, 시공미흡	원 인	• 침하, 시공미흡
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 13.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 후타재 접속부 이격, 망상균열에 대한 보수가 실시되었으나, 아스콘 균열, 보수부 소성변형이 추가 확인되었다.

【표 13.3.20】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 균열	m	26.00	4	36.00	5	▲ 10.00	신규손상
	보수부 소성변형	m ²	—	—	350.0	1	▲ 350.0	보수미흡
	접속부 파손	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	접속도로 박리	m ²	0.69	2	0.69	2	— —	변동없음
	후타재 접속부 이격	m	57.00	5	50.00	4	▼ 7.00	보수실시
	망상균열	m ²	350.00	1	—	—	▼ 350.0	보수실시

4) 검토의견

- 교면포장은 재포장 이후 아스콘 균열, 보수부 소성변형, 후타재 접속부 이격 등이 발생하였고, 현재 주행성에 문제를 야기 시킬수 있으므로 재포장 등의 유지관리가 필요하며, 재포장시 정밀한 시공을 요한다. 또한 접속부 파손, 박리의 경우 재포장시 단면보수 등의 유지관리가 필요하다.

아. 배수시설

1) 부재의 개요

- 군위JCT R-A4교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.



【사진 13.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 13.3.21】 배수시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—



【사진 13.3.20】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상인 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상도 확인되지 않았다.

【표 13.3.22】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

자. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 13.3.21】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부백태가 확인되었다.

【표 13.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부백태 (㎡/개소)	
S1	0.10	1
합계	0.10	1

			
손상현황	• S1 방호벽 균열부백태 (0.1m×1.0m)	손상현황	• S1 중앙분리대 상태양호
원 인	• 우수유입, 수분침투	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 13.3.22】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 균열부 백태가 조사되었고, 손상의 진전 및 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 13.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부백태	㎡	0.10	1	0.10	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 미세균열부 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리 등을 실시하는 것이 바람직하다.

카. 교량 점검시설

- 군위JCT R-A4교의 교량 점검시설은 미설치인 상태로 확인되었다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

13.3.3 외관조사 총괄표

【표 13.3.25】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	재료분리 및 철근노출	m ²	0.05	1	
	파손	m ²	0.13	3	
거터외부	도장긁힘	m ²	0.01	1	
거터내부	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	17.50	7	
	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
	재균열(0.3mm이상)	m	4.00	1	
	누수흔적	m ²	4.10	2	
	블록이격	m	2.50	1	
	박락	m ²	0.10	1	
	밀림	m	2.00	1	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음	후타재 균열	m	24.40	60	
	이물질퇴적	m	3.00	3	
교면포장	아스콘 균열	m	36.00	5	
	보수부 소성변형	m ²	350.0	1	
	접속부 파손	m ²	0.50	1	
	접속도로 박리	m ²	0.69	2	
	후타재 접속부 이격	m	50.00	4	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열부백태	m ²	0.10	1	

13.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 13.3.26】 전회차 손상물량 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	재료분리 및 철근노출	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.13	3	▲ 0.13	신규손상
거터외부	도장긁힘	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
거터내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	17.50	7	17.50	7	— —	변동없음
	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	재균열(0.3mm이상)	m	4.00	1	4.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	4.10	2	4.10	2	— —	변동없음
	블록이격	m	2.50	1	2.50	1	— —	변동없음
	박락	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	밀림	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
신축이음	후타재 균열	m	24.40	60	24.40	60	— —	변동없음
	이물질퇴적	m	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
교면포장	아스콘 균열	m	26.00	4	36.00	5	▲ 10.00	신규손상
	보수부 소성변형	m ²	—	—	350.0	1	▲ 350.0	보수미흡
	접속부 파손	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	접속도로 박리	m ²	0.69	2	0.69	2	— —	변동없음
	후타재 접속부 이격	m	57.00	5	50.00	4	▼ 7.00	보수실시
	망상균열	m ²	350.00	1	—	—	▼ 350.0	보수실시
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열부백태	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음

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(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』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), 철근탐사시험, 탄산화깊이 측정, 염화물침투량 시험 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 13.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

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

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

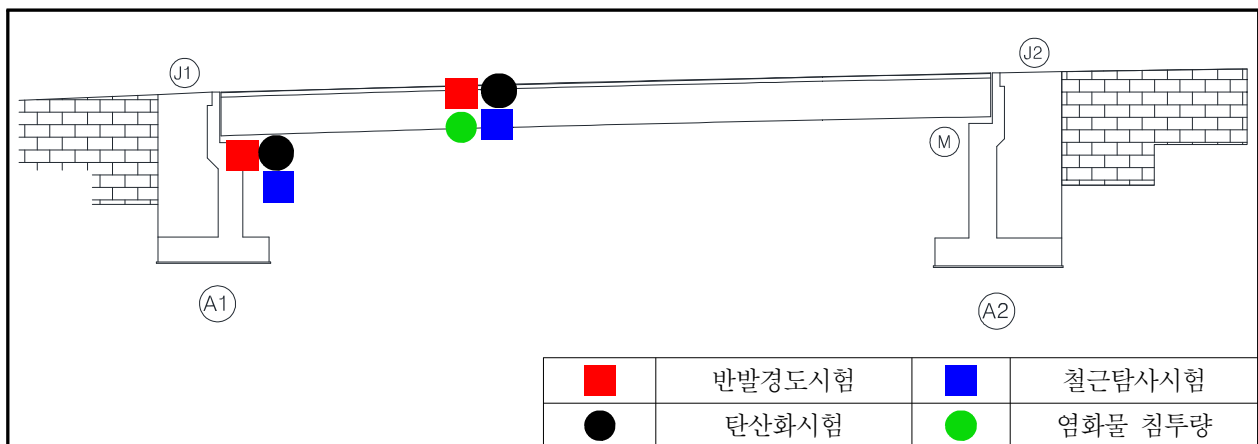
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 13.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 13.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

13.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 2개소)를 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 13.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.8	27.4	28.2	0.64	27.0	

【표 13.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	44.9	25.1	26.8	0.64	24.0	
	A1 교대(비건전)	44.5	24.7	26.6	0.64	24.0	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.4~28.2MPa, 하부구조(교대) 24.7~26.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 13.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.4 ~ 28.2	27.0	101.5 ~ 104.4
하부구조	교대	24.7 ~ 26.8	24.0	102.9 ~ 111.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 13.4.5】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.2 ~ 28.2	27.4 ~ 28.2	27.0
	교대	25.0 ~ 27.0	24.7 ~ 26.8	24.0
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.		

나. 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 13.4.6】 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	39.0	35.0	a	1.63	100년이상	
하부구조	A1 교대	6.0	72.0	66.0	a	2.45	100년이상	

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

【표 13.4.7】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0	35.0	
하부구조	6.0	66.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 13.4.8】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.0	36.0	a	4.0	35.0	a	
하부구조	4.0~5.0	95.0~96.0	a	6.0	66.0	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. 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다.

라. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 13.4.9】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.4 ~ 28.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.7 ~ 26.8	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		66.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

마. 기 점검결과와 비교

【표 13.4.10】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2 ~ 28.2		27.4 ~ 28.2		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	25.0 ~ 27.0		24.7 ~ 26.8		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.0	a	35.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		95.0~96.0	a	66.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

바. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

13.5 안전성능 평가

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

13.5.1 상태안전성능 평가

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

가. 상태안전성능평가 결과

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

【표 13.5.1】 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	S.T.B	c	b	a	c	a	b	b	a	c	q
	A2								b	a	b	q
평균			0.400	0.200	0.100	0.400	0.100	0.200	0.200	0.100	0.300	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.060	0.050	0.004	0.016	0.003	0.004	0.014	0.015	0.075	—
											0.241	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.241) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

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

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

② 도로포장

간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

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

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 13.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
군위JCT R-A4교	0.241	B	50	2	100	1.000	0.241
합계(Σ)			50	2	100	1.000	0.241
1. 평가지수 =							0.241
2. 상태평가결과 =							B

(3) 사용재료

1) 콘크리트

설계기준강도 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$

탄성계수 : $E_c = 25000 \text{ MPa}$

2) 철근(SD40)

철근항복강도 : $f_y = 400 \text{ MPa}$

탄성계수 : $E_s = 200000 \text{ MPa}$

3) 강재

주부재 : SM490B 사용 (상판, 하판, 복부판, 상부종리브, 하부종리브, 수평보강재, 지점부 다이아프램, 지점보강재, 슬플레이트)

부부재 : SM 400B 사용 (지점부외 다이아프램, 수직보강재, 횡리브, 세로보, 가로보)

탄성계수 : $E_s = 210000 \text{ MPa}$

(4) 허용응력

1) 허용인장응력 (MPa)

강종 판두께(mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	140	190	210	260	220[260]
40 초과 75 이하	130	175(190)	200(210)	250(260)	
75 초과 100 이하			195(210)	245(260)	

2) 국부좌굴을 고려하지 않는 허용 축방향 압축응력 (MPa)

강종 판두께 (mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	$140 : \ell/r \leq 20$ $140-0.84(\ell/r-20) : 20 < \ell/r \leq 93$ $\frac{1200000}{6700+(\ell/r)^2} : 93 < \ell/r$	$190 : \ell/r \leq 15$ $190-1.3(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \leq 80$ $\frac{1200000}{5000+(\ell/r)^2} : 80 < \ell/r$	$210 : \ell/r \leq 14$ $210-1.5 \cdot (\ell/r-14) : 14 < \ell/r \leq 76$ $\frac{1200000}{4,500+(\ell/r)^2} : 76 < \ell/r$	$260 : \ell/r \leq 18$ $260-2.2(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \leq 67$ $\frac{1200000}{3500+(\ell/r)^2} : 67 < \ell/r$	$220 : \ell/r \leq 15$ $220-1.6(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \leq 74$ $\frac{1200000}{4200+(\ell/r)^2} : 74 < \ell/r$
40 초과 75 이하	$130 : \ell/r \leq 20$	$175 : \ell/r \leq 15$	$200 : \ell/r \leq 14$ $200-1.4(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \leq 78$ $\frac{1200000}{4700+(\ell/r)^2} : 78 < \ell/r$	$250 : \ell/r \leq 18$ $250-2.1(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \leq 69$ $\frac{1200000}{3600+(\ell/r)^2} : 69 < \ell/r$	
75 초과 100 이하	$130-0.75(\ell/r-20) : 20 < \ell/r \leq 97$ $\frac{1200000}{7300+(\ell/r)^2} : 97 < \ell/r$	$175-1.1(\ell/r-15) : 15 < \ell/r \leq 83$ $\frac{1200000}{5300+(\ell/r)^2} : 83 < \ell/r$	$195 : \ell/r \leq 14$ $195-1.3(\ell/r-14) : 14 < \ell/r \leq 79$ $\frac{1200000}{4900+(\ell/r)^2} : 79 < \ell/r$	$245 : \ell/r \leq 18$ $245-2.2(\ell/r-18) : 18 < \ell/r \leq 69$ $\frac{1200000}{3700+(\ell/r)^2} : 69 < \ell/r$	
비 고	ℓ : 부재의 유효좌굴길이 (mm) r : 부재 종단면의 단면회전반경 (mm)				

3) 허용 힘압축응력 (MPa)

① 압축플랜지가 콘크리트상판 등에 직접 고정되어 있는 경우 및 상자형 단면, π 형 단면과 같이 횡좌굴이 일어나기 어려운 경우

강종 판두께(mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	140	190	210	260	220[260]
40 초과 75 이하	130	175	200(210)	250(260)	
75 초과 100 이하			195(210)	245(260)	

② ①이외의 경우

강종 판두께 (mm)		SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA570
Aw/Ac ≤2	40 이하	140 : $\ell/b \leq 4.5$ 140-2.4($\ell/b-4.5$): 4.5 < $\ell/r \leq 30$	190 : $\ell/b \leq 4.0$ 190-3.8($\ell/b-4.0$): 4.0 < $\ell/b \leq 30$	210 : $\ell/b \leq 3.5$ 210-4.4($\ell/b-3.5$): 3.5 < $\ell/b \leq 27$	260 : $\ell/b \leq 5.0$ 260-6.6($\ell/b-5.0$): 5.0 < $\ell/b \leq 25$
	40 초과 70 이하	130 : $\ell/b \leq 5.0$ 130-2.2($\ell/b-5.0$): 5.0 < $\ell/b \leq 30$	175 : $\ell/b \leq 4.0$ 175-3.5($\ell/b-4.0$): 4.0 < $\ell/b \leq 30$	200 : $\ell/b \leq 4.0$ 200-4.2($\ell/b-4.0$): 4.0 < $\ell/b \leq 27$	250 : $\ell/b \leq 5.0$ 250-6.2($\ell/b-5.0$): 5.0 < $\ell/b \leq 25$
	75 초과 100 이하			195 : $\ell/b \leq 4.0$ 195-4.0($\ell/b-4.0$): 4.0 < $\ell/b \leq 27$	245 : $\ell/b \leq 5.0$ 245-6.0($\ell/b-5.0$): 5.0 < $\ell/b \leq 25$
	Aw/Ac >2	40 이하	140 : $\ell/b \leq 9/k$ 140-1.2($k \ell/b-9$): 9/k < $\ell/b \leq 30$	190 : $\ell/b \leq 8/k$ 190-1.9($k \ell/b-8$): 8/k < $\ell/b \leq 30$	210 : $\ell/b \leq 7/k$ 210-2.2($k \ell/b-7$): 7/k < $\ell/b \leq 27$
40 초과 75 이하		130 : $\ell/b \leq 10/k$ 130-1.1($k \ell/b-10$): 10/k < $\ell/b \leq 30$	175 : $\ell/b \leq 8/k$ 175-1.75($k \ell/b-8$): 8/k < $\ell/b \leq 30$	200 : $\ell/b \leq 8/k$ 200-2.1($k \ell/b-8$): 8/k < $\ell/b \leq 27$	250 : $\ell/b \leq 10/k$ 250-3.1($\ell/b-10$): 10/k < $\ell/b \leq 25$
75 초과 100 이하				195 : $\ell/b \leq 8/k$ 195-2.0($k \ell/b-8$): 8/k < $\ell/b \leq 27$	245 : $\ell/b \leq 10/k$ 245-3.0($k \ell/b-10$): 10/k < $\ell/b \leq 25$
비 고		Aw : 복부판의 총 단면적 mm2) Ac : 압축플랜지의 총 단면적 (mm2) ℓ : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (mm) b : 압축플랜지의 폭 (mm) K : $\sqrt{[3 + Aw/(2 \cdot Ac)]}$			

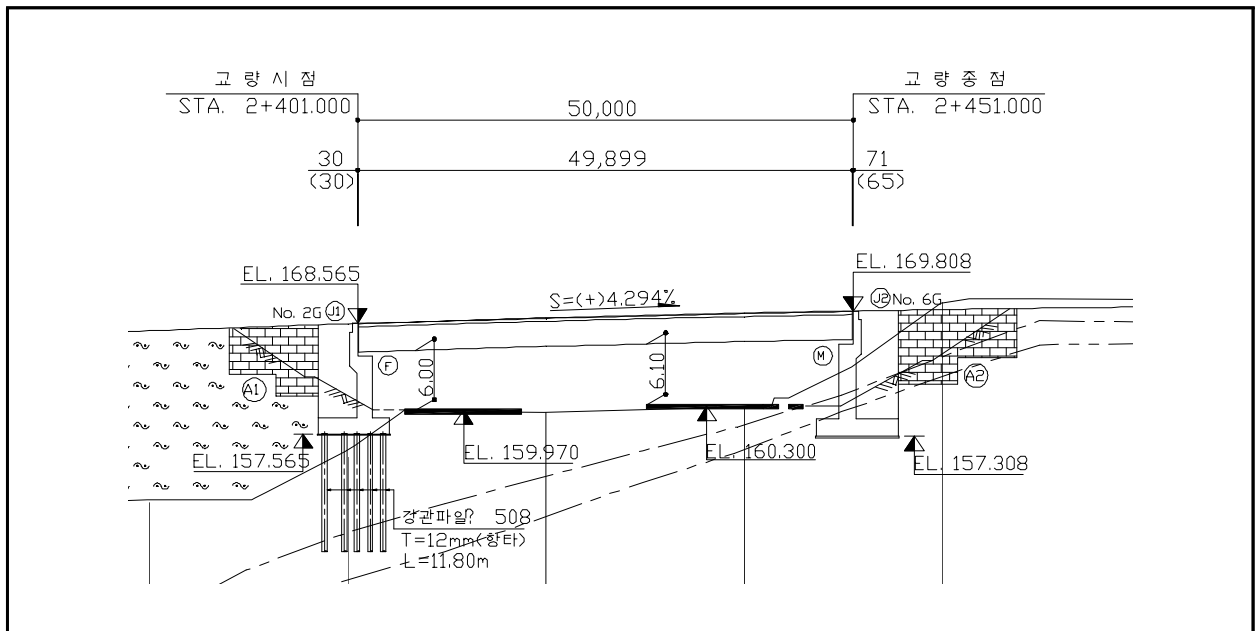
4) 허용전단응력 (MPa)

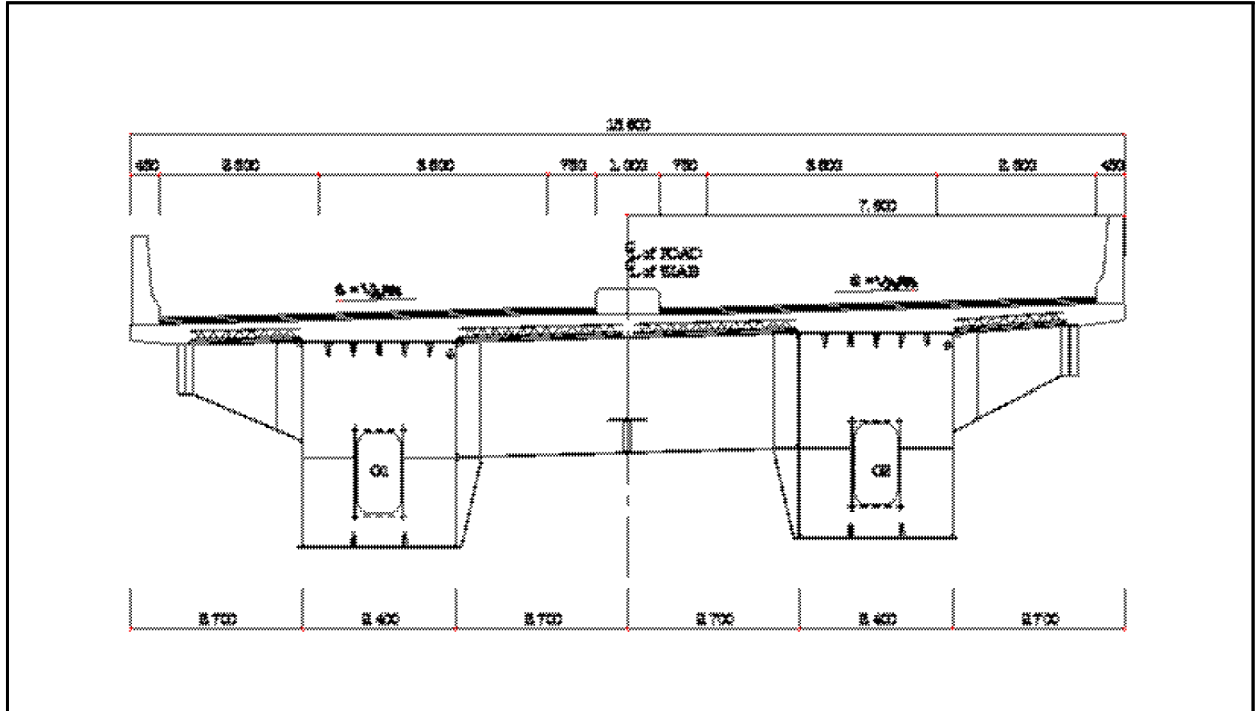
강종 판두께(mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	80	110	120	150	130[150]
40 초과 75 이하	75	100(110)	115(120)	145(145)	
75 초과 100 이하			110(120)	140(145)	

5) 항복응력 (MPa)

강종 판두께(mm)	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM490Y SM520 SMA490	SM 570 SMA 570	HSB 500
40 이하	240	320	360	460	380[460]
40 초과 75 이하	220	300(320)	340(360)	440(460)	
75 초과 100 이하			330(360)	430(460)	

(5) 검토단면





(6) 구조계산 결과요약

■ 구조해석 결과

구 분		fa(허용응력) (MPa)	fs(발생응력) (MPa)	최소 안전율(SF)	안전성 평가등급
ST.BOX Girder	상연	247.00	145.58	1.697	A
	하연	-218.50	-149.68	1.460	A

구 분		ØMn(설계강도) (kN·m)	Mu(소요강도) (kN·m)	최소 안전율(SF)	안전성 평가등급
캔틸레버부(좌측)		109.86	77.26	1.422	A
브라켓 중앙부(좌측)		97.41	77.17	1.262	A

나. 구조안전성능평가 결과

1) 허용응력법에 의한 내하력 평가

(1) 내하율 평가

허용 응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 D+L(1+i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.0이 된다. 사용재료의 허용응력은 강재의 경우 사용재료에 따라 항복응력, 콘크리트의 경우 실제 압축강도를 사용하여 도로교 표준시방서 규정에 의거 부재종류에 따라 결정한다.

허용 응력법에 의한 교량부재의 내하율은 다음 식으로 계산한다.

$$\bullet R.F = \frac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$$

여기서, f_a = 재료의 허용응력

f_d = 설계 사하중 응력(활하중 이외의 응력)

f_l = 설계 활하중 응력

i = 실측 충격계수

구 분		f_a	f_d	$f_l(1+i)$	$R.F$
ST.BOX Girder	상연	247.00	8.15	11.311	21.117
	하연	-218.50	-25.57	-35.484	5.437

(2) 기본 내하력 산정

$$P_o = R.F \times P_r$$

여기서, P_r : 설계하중

구 분		내하율	설계하중	기본내하력
ST.BOX Girder	상연	21.117	DB-24	설계하중 이상
	하연	5.437	DB-24	설계하중 이상

(3) 공용 내하력 산정

$$P = P_o \times K_s$$

$$\text{여기서, } K_s = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \times \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

구 분		내하율	응력보정계수(K_s)	기본내하력 (=24 x RF)	공용내하력
ST.BOX Girder	상연	21.117	1.134	506.8	DB-24이상
	하연	5.437		130.5	

2) 강도설계법에 의한 내하력 평가

(1) 내하율 평가

강도 설계법에 의한 교량부재의 내하율 산정 시 하중조합으로는 $1.3D + 2.15L (1.0 + i)$ 를 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15가 된다. 단면강도는 단면의 현재 상태, 즉 재료강도와 단면손실 등을 고려하여 도로교 표준시방서의 공칭강도와 강도감소계수에 따라 계산한다. 사하중과 활하중에 의한 단면력은 현재 적용하고 있는 사하중과 현행 도로교 표준시방서의 설계 활하중(DB 또는 DL 하중)을 사용하여 구조해석을 수행한 후 구한다.

강도 설계법에 의한 내하율은 다음과 같다.

$$\bullet P = P_r \times R.F \times K_s, \quad P_r = \text{설계하중}$$

$$\bullet R.F = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l}$$

여기서, ϕ = 강도 감소계수(= 0.85)

γ_d = 사하중 계수(= 1.3)

γ_l = 활하중 계수(= 2.15)

M_n = 공칭 모멘트

M_d = 사하중 모멘트

M_l = 활하중 모멘트(실측 충격계수 고려)

구 분	ϕM_n	M_d	$M_t(1+i)$	$R.F$
캔틸레버부(좌측)	109.857	6.595	4.485	10.504
브라켓 중앙부(좌측)	97.409	2.301	25.998	1.689

(2) 기본 내하력 산정

구 분	내하율	설계하중	기본내하력
캔틸레버부(좌측)	10.504	DB-24	설계하중 이상
브라켓 중앙부(좌측)	1.689	DB-24	설계하중 이상

3) 내하력 평가결과

구 분		내하율	응답보정계수	기본내하력	공용내하력
ST.BOX Girder	상연	21.117	1.134	DB-24이상	DB-24이상
	하연	5.437			
바닥판	캔틸레버부(좌측)	10.504	-	DB-24이상	-
	브라켓 중앙부(좌측)	1.689			

군위JCT R-A4교의 허용응력 설계법에 의한 주형 부재의 공용 내하력을 산정한 결과, 주형 모두 DB-24 이상으로 통과하중에 대한 여유를 확보하고 있는 것으로 산출되었으며, 강도 설계법에 의한 바닥판의 내하력 평가도 설계하중인 DB-24 이상으로 통과하중에 대한 여유를 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

13.5.3 안전성능평가 결과

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

단, 구조안전성능을 실시하지 않은 경우는 상태안전성능지수를 안전성능지수로 같음한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
군위JCT R-A4교	0.241	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.241로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

13.6 내구성능 평가

13.6.1 콘크리트 내구성능 평가

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

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

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

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

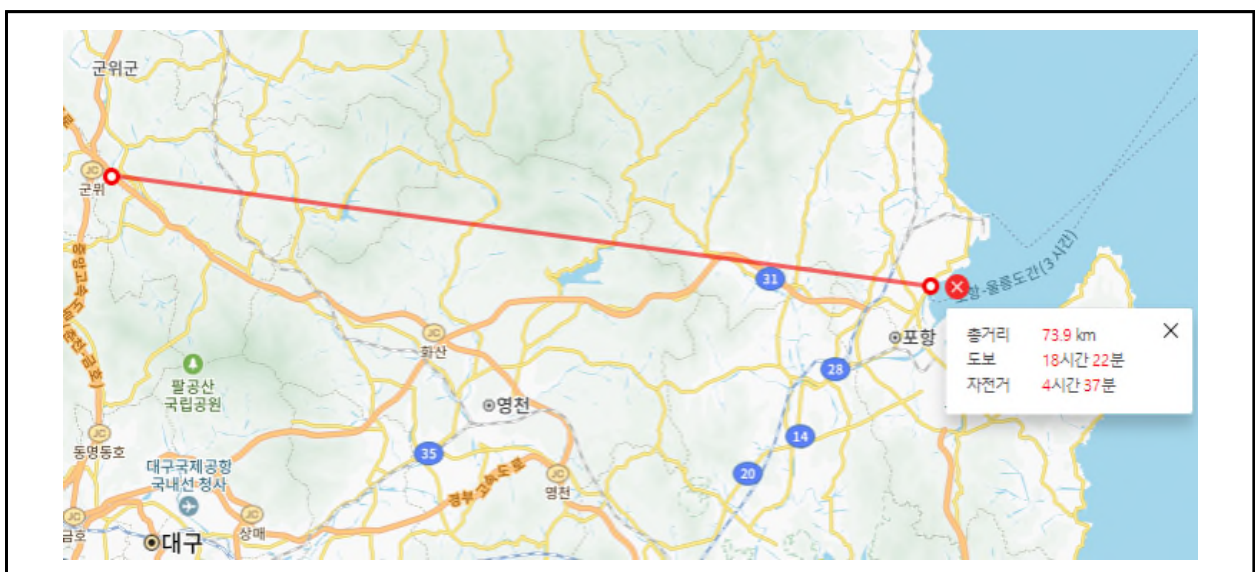
13.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 대구광역시 군위군 효령면 내리리에 위치하며, 동해안으로부터 약 73.9km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 13.6.1】 위치도

【표 13.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

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

2) 제설제 염해환경

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

【표 13.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

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

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

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

나. 동해환경 평가

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

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

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

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

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

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

【표 13.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

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

【표 13.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

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

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 13.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	0.631	0.624	0.456	b

【표 13.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S1	—	—	3.182

【표 13.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/m³)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	바닥판	S1	30년 이상	a

【표 13.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S1	b	a	b

2) 탄산화 깊이

【표 13.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명	탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	S1 바닥판하면	4.0	1.63	30년 초과	a	a
	A1 교대	6.0	2.45	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 13.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	결합도 지수	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상부	바닥판	S1	101.5	—	a	0.10	a
	하부	교대	A1	104.6	—	a		
		교대	A1 (비건전)	—	98.4	a		

마. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 13.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		50m
교폭		15.6m
바닥판의 높이		6.0m
거더 갯수		2
2차 부재		L=4.6m, 교축방향 5.0m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교대		일반 RC
피복 두께		40mm~100mm
공용연수		6년
위치	지역	대구광역시 군위군 효령면 내리리
	해안 이격거리	500m 초과

【표 13.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(50)	b	a	a	b	0.2
하부	교대(50)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.2 \times 50 + 0.1 \times 50) / 100 = 0.150$			
		등급	B			

【표 13.6.13】 열화환경지표의 평가

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

13.6.3 강재 내구성능 평가

강재 내구성능 평가항목은 크게 내부적 요소(열화진전 요소)와 외부적 요소(열화환경 요소)로 구분되며, 내부적 요소는 발청, 도장열화, 도장두께, 외부적 요소는 해안 이격거리, 이산화황 농도, 습도 등을 포함하는 대기환경으로 구성된다.

여기서, 도장열화는 박리, 균열, 부품, 변색·백아화 등 4가지 열화요인에 대해 각각 평가한다. 발청을 포함하여 도장열화에 대한 세부지표 간의 중요도에 따라 합산 및 등급산정을 한다.

평가대상 부재에 대해 내부적 요소와 외부적 요소에 대해 강재 내구성능을 평가한다.

가. 발청 및 도장열화 평가

1) 거더

【표 13.6.14】 거더 발청 및 도장열화 평가

구분		손상면적(m ²)					부재면적(m ²)	비고
		발청	박리	균열	부품	변색/백아화		
거더	S1	—	0.01	—	—	—	1,120.0	
	손상면적율(%)	—	0.01	—	—	—		
평균 손상면적율(%)		—	0.01	—	—	—	—	
손상별 등급		a	a	a	a	a		

【표 13.6.15】 거더 발청 및 도장열화 평가 등급

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화
거더	a	a	a	a	a
확정등급	a	a	a	a	a

【표 13.6.16】 거더 발청 및 도장열화 평가 점수

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	평가점수
등급	a	a	a	a	a	10
점수	5	2	1	1.5	0.5	
발청 및 도장열화 등급						a

2) 2차부재

【표 13.6.17】 2차부재 발청 및 도장열화 평가

구분		손상면적(㎡)					부재면적(㎡)	비고
		발청	박리	균열	부품	변색/백아화		
2차부재	S1	—	—	—	—	—	536.9	
	손상면적율(%)	—	—	—	—	—		
평균 손상면적율(%)		—	—	—	—	—	—	
손상별 등급		a	a	a	a	a		

【표 13.6.18】 2차부재 발청 및 도장열화 평가 등급

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화
2차부재	a	a	a	a	a
확정등급	a	a	a	a	a

【표 13.6.19】 2차부재 발청 및 도장열화 평가 점수

평가지표	발청	박리	균열	부품	변색/백아화	평가점수
등급	a	a	a	a	a	10
점수	5	2	1	1.5	0.5	
발청 및 도장열화 등급						a

나. 도장두께 평가

- 해당 교량의 구간은 환경조건이 양호한 지역이므로 일반환경을 적용하여 외부도장은 내후성 중방식 도장(우레탄계 : 215 μ m)을 적용하고 내부도장은 에폭시 도장(175 μ m)을 적용하였다.

1) 거더

【표 13.6.20】 거더 도장두께 평가

측정위치	조사경간	#1	#2	#3	#4	#5	평균	기준	판정
거더외부	S1-G1	278	272	286	264	257	271	215	만족
	S1-G2	276	280	291	274	278	280		만족
거더내부	S1-G1	193	216	218	222	204	211	175	만족
	S1-G2	205	207	218	212	210	210		만족
거더 도장두께 불만족 비율 = (불만족 거더 개수)/(조사 대상 거더 개수)×100 = 0%(a등급)									

2) 2차부재

【표 13.6.21】 2차부재 도장두께 평가

측정위치	조사경간	#1	#2	#3	#4	#5	평균	기준	판정
2차부재	S1	264	272	278	293	281	278	215	만족
거더 도장두께 불만족 비율 = (불만족 거더 개수)/(조사 대상 거더 개수)×100 = 0% (a등급)									

다. 환경요인 평가

【표 13.6.22】 환경요인 평가

구분	평가지표	측정값	등급
대기 환경	해안 이격거리	73.9km	a
	연간 젖음시간(일)	68.4일	
	이산화황 농도	0.003 ppm	
제설제(강설횟수)		1.5 회	a

<해설>

- 해안 이격거리 : 시설물의 위치로 지도 및 인터넷 정보를 이용하여 최단거리 측정
- 연간 젖음시간(일) : 기상청 기상연보에서 0 ° C 이상, 상대습도 80% 이상인 관측일 산정
- 이산화황 농도 : 에어코리아(<http://www.airkorea.or.kr>)에서 제공하는 지역별 10년 평균 농도
- 강설횟수 : 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 상의 동결융해 싸이클 수 참조

13.6.4 강재 내구성능 평가 결과

가. 강재 내구성능 최종 평가

【표 13.6.23】 평가항목별 가중치에 따른 거더의 내구성능

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	a	0.1	60	0.06
도장두께	a	0.1	20	0.02
대기 환경	a	0.1	10	0.01
강설 횟수	a	0.1	10	0.01
평 점				0.10

【표 13.6.24】 평가항목별 가중치에 따른 2차부재의 내구성능

평가지표	등급	점수	가중치	평점/100
발청 및 도장열화	a	0.1	60	0.06
도장두께	a	0.1	20	0.02
대기 환경	a	0.1	10	0.01
강설 횟수	a	0.1	10	0.01
평 점				0.10

【표 13.6.25】 부재별 가중치에 따른 강재 내구성능 평가

결함도 평가부재		부재별 평점	가중치	평점/100
상부	바닥판	—	—	—
	거더	0.10	77	0.077
	2차 부재	0.10	23	0.023
하부	교대	—	—	—
합 계				0.100
시설물 강재 내구성능 등급				A

13.6.5 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 13.6.26】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.150	b	0.6	0.09
강재내구성능평가 결과	0.100	a	0.4	0.04
결함도점수				0.130
내구성능평가 결과				B

13.7 사용성능 평가

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

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

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

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

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

13.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 1.90~3.31로 나타났다으며, 최저값인 1.90으로 평가되었다.

【표 13.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	본선	1	50.0	1.90	e등급
	상주영천고속도로	중앙고속	1	50.0	3.31	c등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0 미만으로 산정되어 매우불량 등급인 e등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량의 조명시설은 2개소가 설치되어있고, 현재 0개소 사용가능하며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

【표 13.7.2】 휘도 측정값

No	외곽차선 휘도	중앙차선 휘도
1	—	—
2	—	—
평균(최댓값, 최솟값 제외)	—	—

【표 13.7.3】 교량 조명의 평가결과

평가 기준	평가내용		평가 결과
	설치 유무	설치상태	
a	모든 조명 사용 가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급 보다 높은 상태	
b	모든 조명의 90% 이상 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 90% 이상	
c	모든 조명의 80% 이상 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 80% 이상	
d	모든 조명의 70% 이상 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 70% 이상	
e	모든 조명의 70% 미만 사용가능	평균 노면 휘도가 해당 도로 등급의 조명등급의 70% 미만	○

3) 진동사용성

(1) 측정

- 해당 교량의 진동사용성 평가를 위하여 교량의 최대 처짐과 고유진동수를 측정하였다.

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 4.501mm/s, 7.70Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 없으며, 교대 상부 접근이 어려워 점검로가 필요한 바, 점검로는 미설치된 상태로, e등급으로 평가된다.

【표 13.7.4】 점검시설 평가결과

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

5) 교통량

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

【표 13.7.5】 교통량의 성능평가

구 분	수요예측(대/일) a	수요실제(대/일) b	대비(%) $a/b \times 100$	평가등급	비고
군위JCT R-A4교	49,877	30,787	162.0	a등급	2022년 교통량

13.7.2 사용성능평가 결과

【표 13.7.6】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	e	1.0
		조명시설	0.150	e	1.0
		진동사용성	0.202	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	e	1.0
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.1
				결합도점수	0.824
				등급	E

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, 1.0×0.247 (포장상태) + 1.0×0.150 (조명시설) + 1.0×0.202 (진동사용성) + 1.0×0.206 (점검시설의유무) + 0.1×0.195 (교통수요) = 0.824

13.8 종합성능평가

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

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

【표 13.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	군위JCT R-A4교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.241	b	0.68
내구성능 평가	0.130	b	0.19
사용성능 평가	0.824	e	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.241 \times 0.68 + 0.130 \times 0.19 + 0.824 \times 0.13 = 0.296$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.296 • 종합성능평가 결과 : C등급		

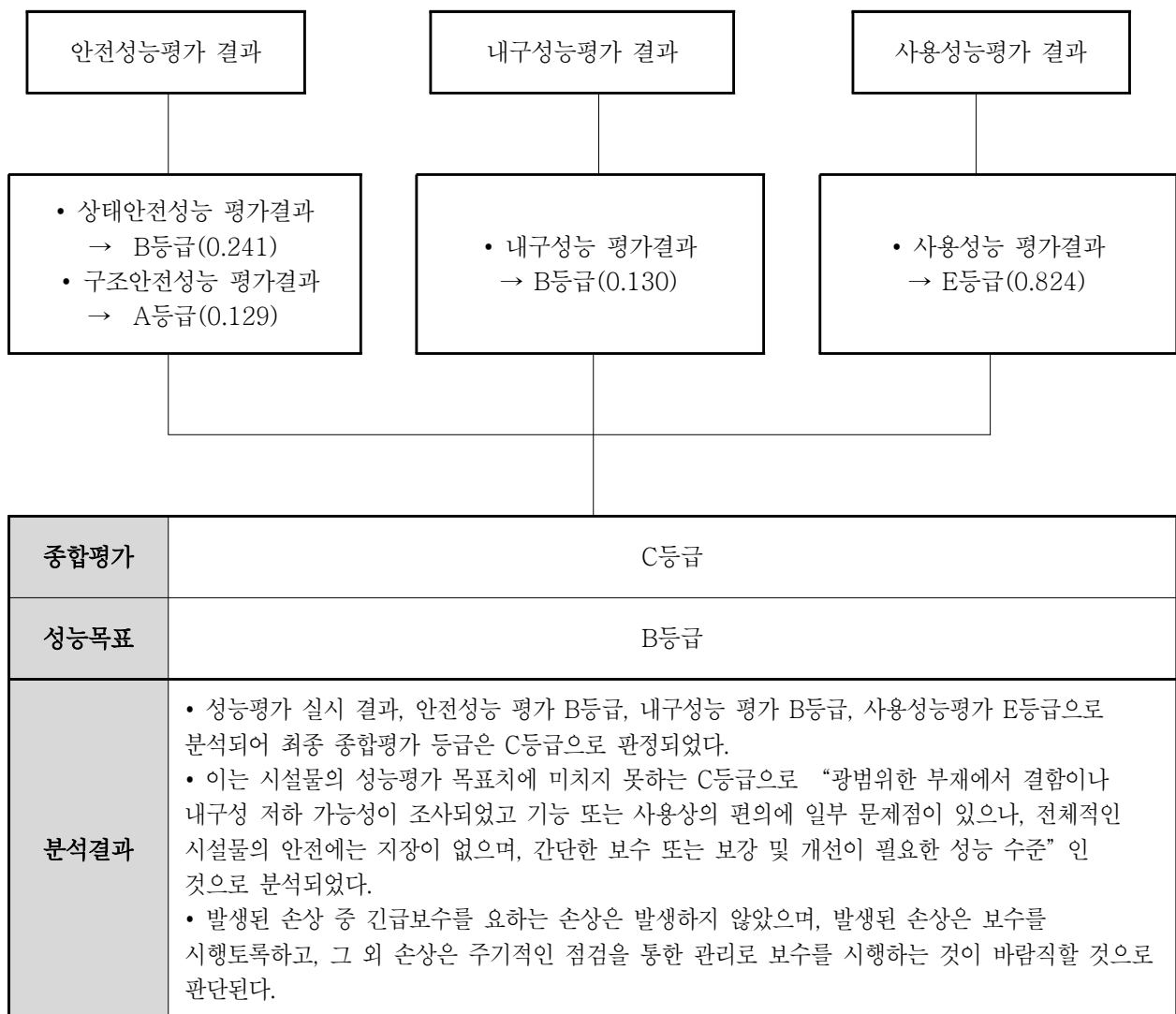
13.9 유지관리 전략제안

13.9.1 성능목표 등급 산정

【표 13.9.1】 성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 813대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	20.0km 이상
성능목표 등급	B($0.20 \leq X < 0.26$)

13.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



13.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 13.9.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	재료분리 및 철근노출	단면보수(형상)	0.05	0.08	m ²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.13	0.20	m ²	—	—	하자
거더외부	도장긋힘	재도장	0.01	0.02	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	17.5	4.38	m	—	—	하자
	재균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.50	m	—	—	하자
	재균열(0.3mm이상)	주입보수	4.00	6.00	m	—	—	하자
	누수흔적	주의관찰	4.10	6.15	m ²	—	—	하자
	블록이격	주의관찰	2.50	3.75	m	—	—	하자
	박락	단면보수	0.10	0.15	m ²	—	—	하자
	밀림	주의관찰	2.00	3.00	m	—	—	하자
신축이음	후타재 균열	표면처리	24.40	6.10	m ²	54	329	3순위
	이물질퇴적	청소	3.00	4.50	m	25	113	3순위
교면포장	아스콘 균열	재포장	36.00	550.00	식	260	143,000	3순위
	보수부 소성변형	재포장	350.0					3순위
	후타재 접속부 이격	재포장	50.00					3순위
	접속부 파손	단면보수	0.50	0.75	m ²	165	124	3순위
	접속도로 박리	단면보수	0.69	1.04	m ²	165	172	3순위
방호벽	균열부백태	표면처리	0.10	0.15	m ²	54	8	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		143,746		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		71,873		
	합계	—		—		215,619		
개략공사비 총계(천원)		215,619						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 13.9.3】 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수(방청)	0.05	0.08	-	-	재료분리 및 찰크출	바닥판	안전 성능	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
단면보수	0.13	0.20	-	-	파손	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
채도장	0.01	0.02	-	-	도장긋힘	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	3
표면처리	17.50	4.38	-	-	균열 (0.3mm미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	5
표면처리	2.00	0.50	-	-	재균열 (0.3mm미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	5
주입보수	4.00	6.00	-	-	재균열 (0.3mm이상)	교대	안전 성능	c	1.00	0.13	0.68	0.18	0.01591	2
주의관찰	4.10	6.15	-	-	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	5
주의관찰	2.50	3.75	-	-	블록이격	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	5
단면보수	0.10	0.15	-	-	박락	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	5
주의관찰	2.00	3.00	-	-	밀림	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	5
표면처리	24.40	6.10	54	329	후타재 균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
청소	3.00	4.50	25	113	이물질퇴적	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
재포장	36.00	55000	260	143000	아스콘 균열	교면포장	안전 성능	c	1.00	0.04	0.68	0.18	0.00490	11
재포장	35000	0.00	0	0	보수부 소성변형	교면포장	안전 성능	c	1.00	0.04	0.68	0.18	0.00490	11
재포장	50.00	0.00	0	0	후타재 접착부이격	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	15
단면보수	0.50	0.75	165	124	접착부 파손	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	15
단면보수	0.69	1.04	165	172	접속도로 박리	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	15
표면처리	0.10	0.15	54	8	균열부백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	18

다. 유지관리 전략 제안

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

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

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.296로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족하지 못하므로 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 실시한다면 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족할 것으로 판단된다.

13.10 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 내리리(상주영천고속도로 군위JCT)에 위치한 교량으로 총 연장 50.0m, 폭 15.6m로 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이다.

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

13.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생된 재료분리 및 철근노출, 파손은 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량, 피복부족, 외부충격 등에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부에 발생한 도장손상은 시공 초기 외부 충격에 의한 굽힘으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 재도장 등의 유지관리가 요구된다.
- 거더내부는 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

3) 가로보 및 세로보

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

4) 교대

- 교대에 발생한 균열 및 재균열(0.3mm미만, 이상)은 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리, 주입보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적의 경우 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 손상으로 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다.

- 박락의 경우 교대 날개벽과 방호벽 접속구간에 발생한 손상으로 기존 보수에 발생한 박락으로 확인되었고, 손상부는 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 블록 이격, 밀림의 경우 다짐미흡, 성토부 침하 등에 의해 발생한 것으로 추정되며, 기 점검 비교시 손상의 진전은 미미한 상태로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 요구된다.

5) 교량받침

- 교량받침은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 등의 유지관리가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

6) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 이격 구간은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요하며, 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

- 교면포장은 재포장 이후 아스콘 균열, 보수부 소성변형, 후타재 접속부 이격 등이 발생하였고, 현재 주행성에 문제를 야기 시킬수 있으므로 재포장 등의 유지관리가 필요하며, 재포장시 정밀한 시공을 요한다. 또한 접속부 파손, 박리의 경우 재포장시 단면보수 등의 유지관리가 필요하다.

8) 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.

9) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열부 백태는 미세균열부 우수유입, 수분침투 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 표면처리 등을 실시하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 군위JCT R-A4교의 교량 점검시설은 미설치인 상태로 확인되었다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.4~28.2MPa, 하부구조(교대) 24.7~26.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

13.10.2 성능평가 결과

【표 13.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	군위JCT R-A4교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.241	b	0.68
내구성능 평가	0.130	b	0.19
사용성능 평가	0.824	e	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.241 \times 0.68 + 0.130 \times 0.19 + 0.824 \times 0.13 = 0.296$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.296 • 종합성능평가 결과 : C등급		

13.10.3 종합결론

- 군위JCT R-A4교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 재료분리 및 철근노출, 파손, 교대 균열, 블록이격, 밀림, 교면포장 균열, 소성변형, 파손 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, C등급(0.296)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표를 미달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산 범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

13.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

13.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 재료분리 및 철근노출, 하부구조 균열(0.3mm이상), 날개벽 블록이격에 대하여 손상의 진전여부에 대한 지속적인 유지관리가 요구된다.

13.10.6 기타 필요한 사항

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