

5. 낙동강대교

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사

5.4 콘크리트 내구성조사

5.5 상태평가

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.7 보수·보강 및 유지관리 방안

5.8 종합결론

5. 낙동강대교

5.1 시설물의 개요

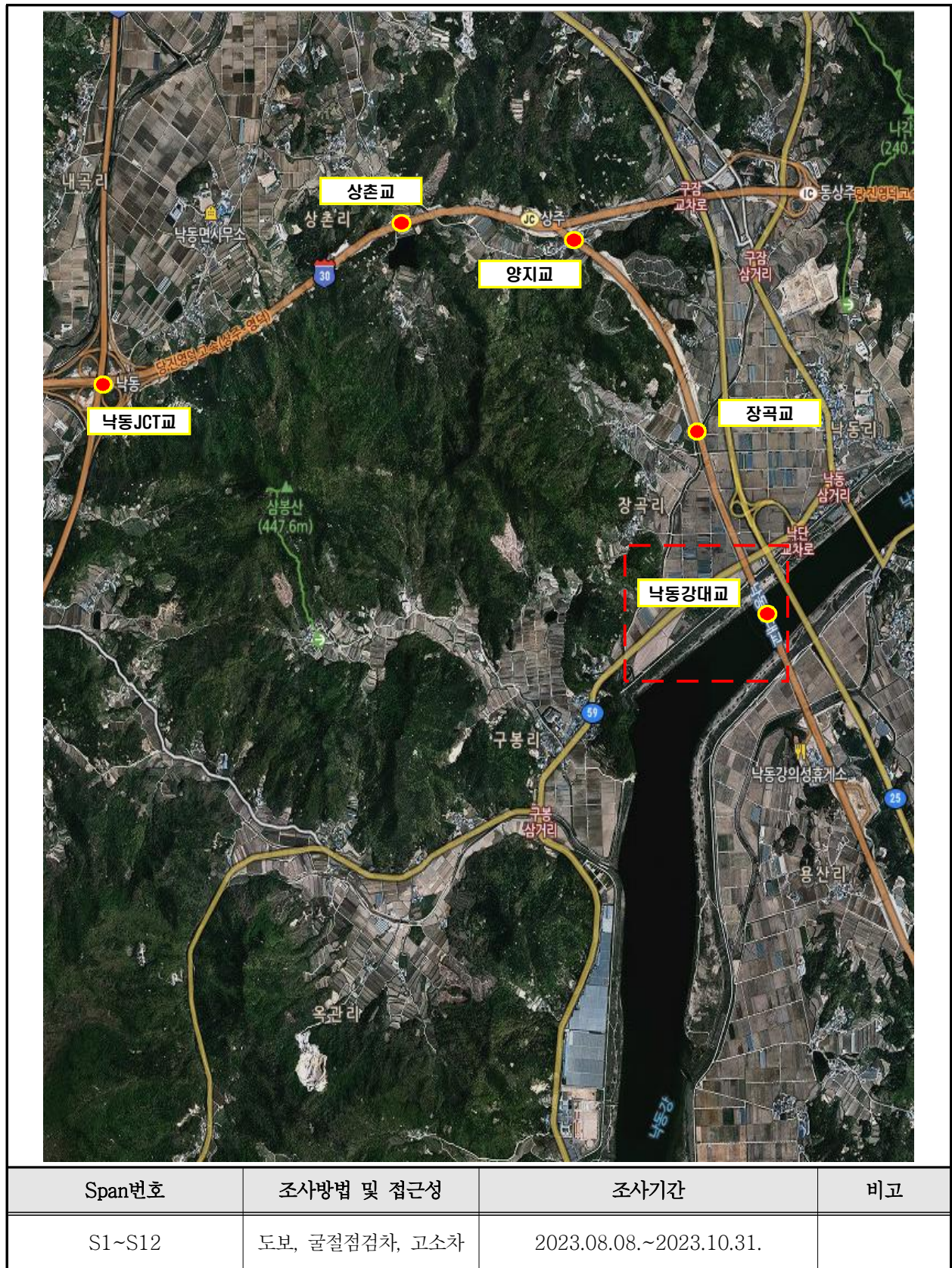
본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 낙동리(상주영천고속도로 6.471~7.241km)에 위치한 교량으로 총 연장 770.0m, 폭 24.3m로 시공되어 있다.

5.1.1 일반사항

【표 5.1.1】 낙동강대교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000254		관리번호		SY BR.5	
시설물위치		경상북도 상주시 낙동면 낙동리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		6.471~7.241km		공사이정		6.471~7.241km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=770.0m, (2@50m+9@70m+40m=770m)					
	폭	B=24.3m, 4차로					
구조 형식	상부	DR GIRDER		기초 형식	교 각	직접기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : II형 교각			교 대	직접기초	
교량받침		면진받침(FDB, EQS, EQS+)		신축이음		핑거	
교차시설물		국도, 하천		통과높이		21m	
부착시설내용							
시 공 자		대림산업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

5.1.2 위치도 및 전경사진

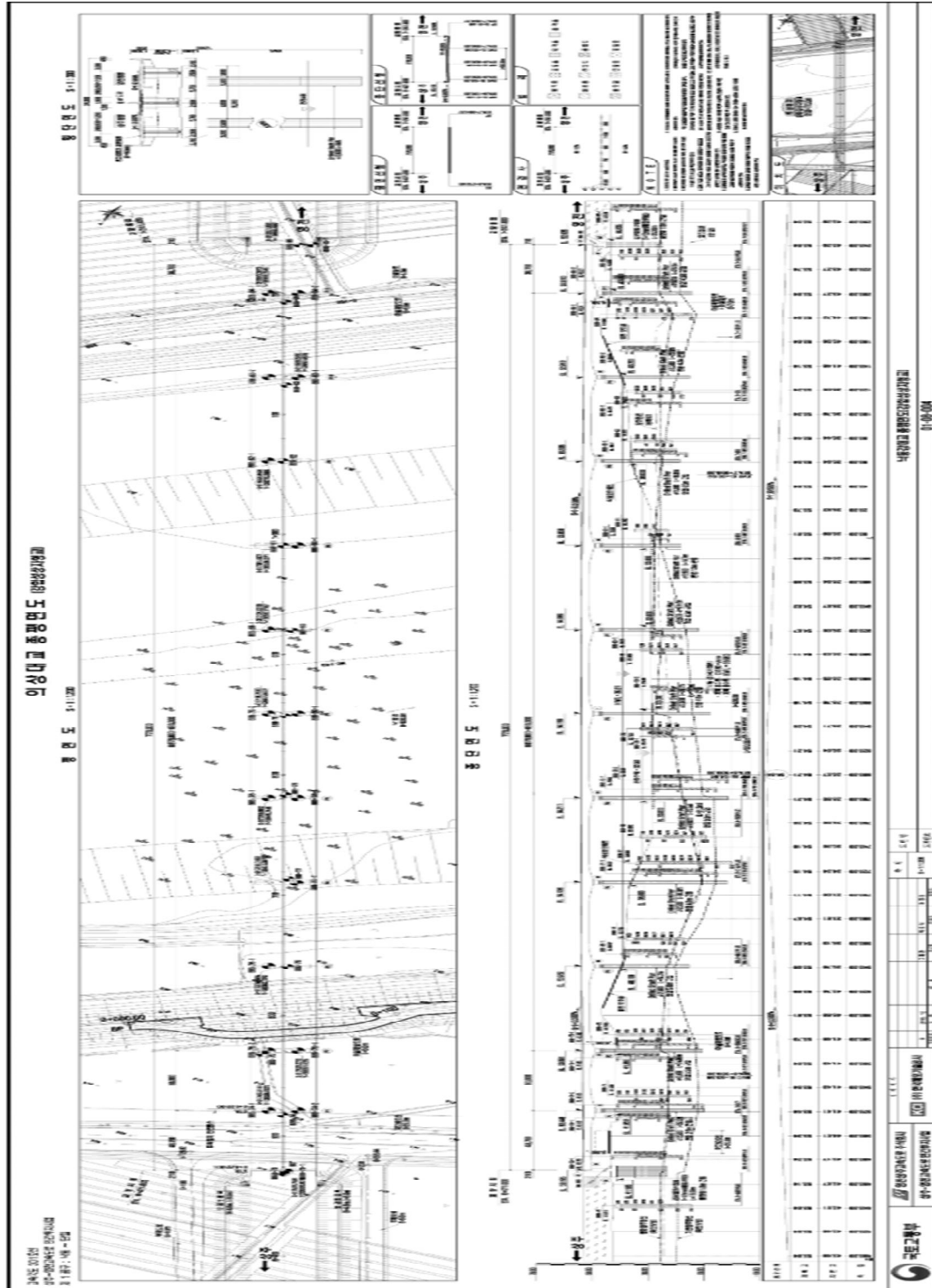


【그림 5.1.1】 위치도

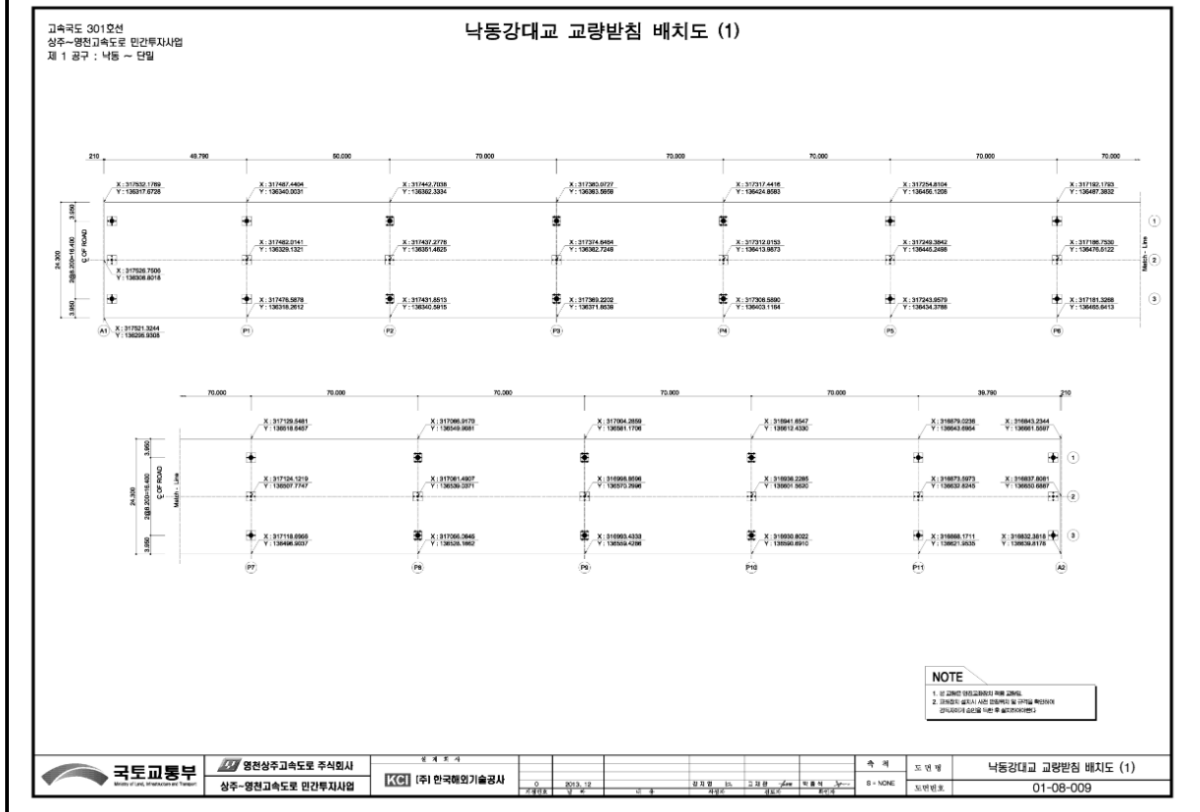
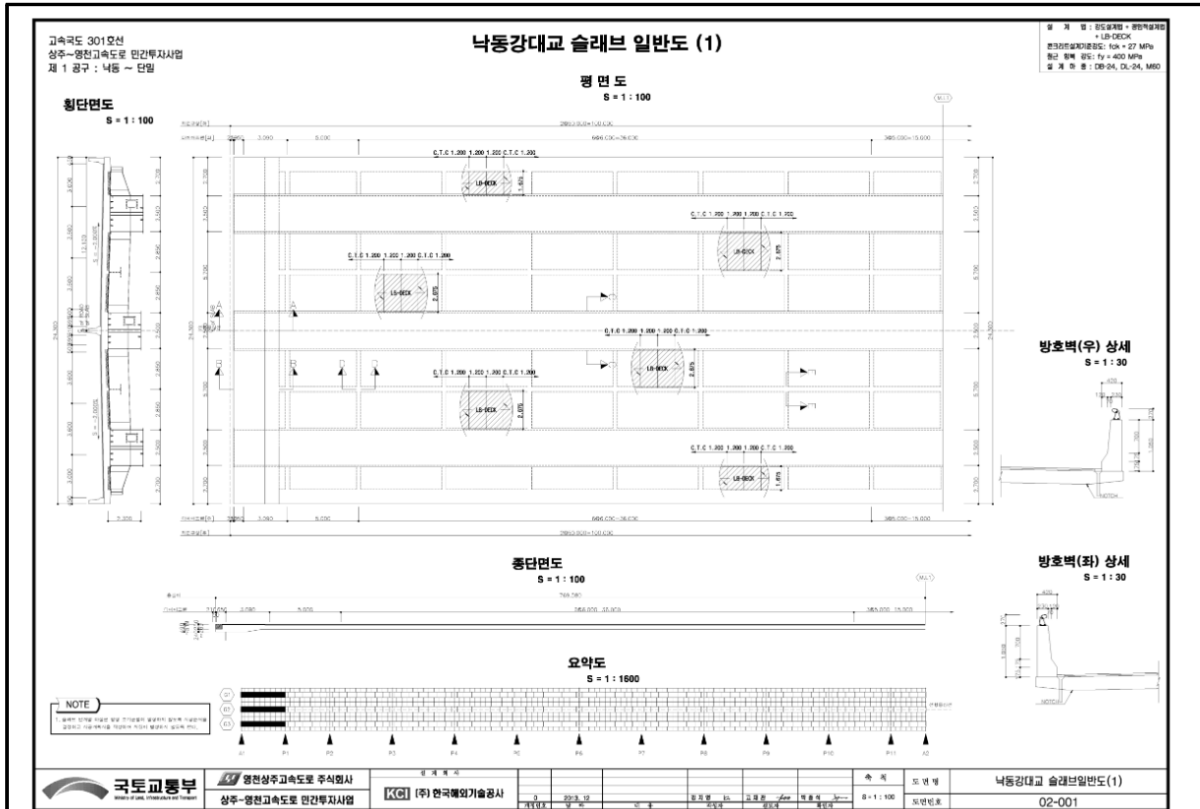
	
교면포장 전경	바닥판하면 전경
	
거더외부 전경	거더내부 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 5.1.2】 부재별 현황

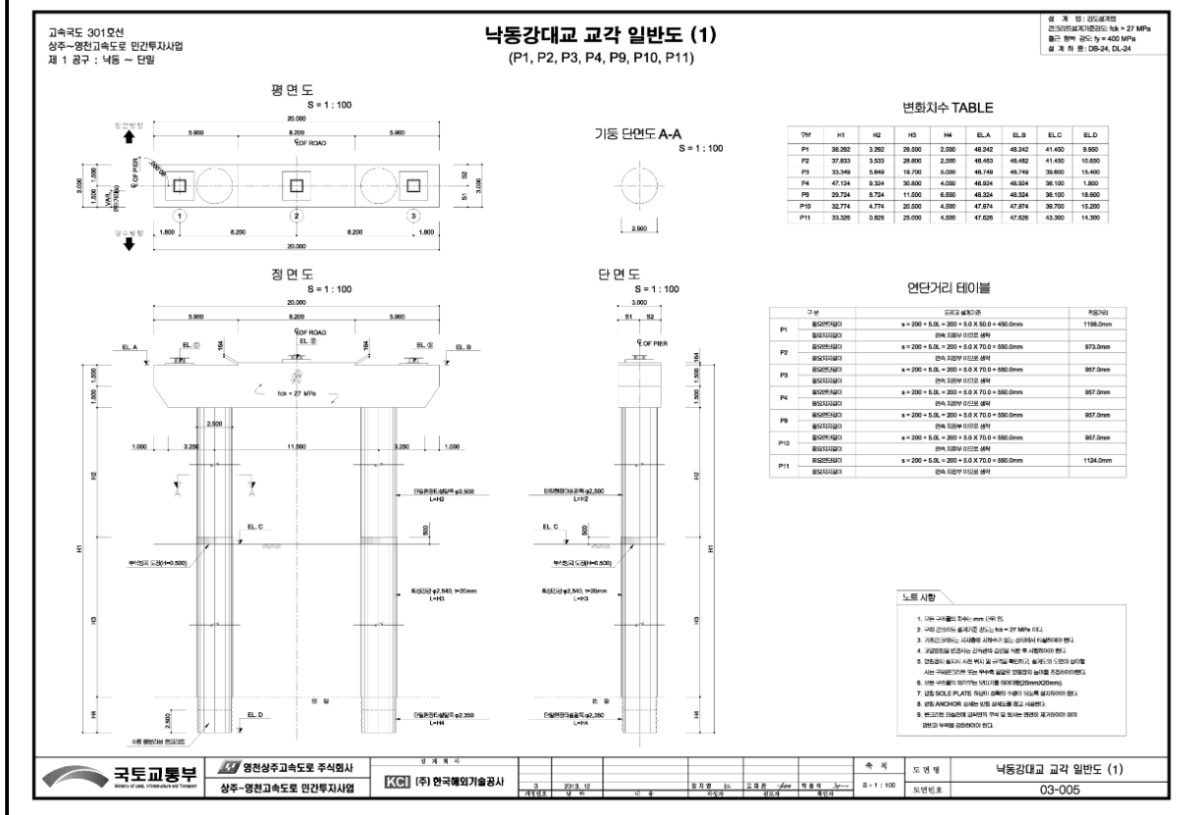
5.1.3 시설물 일반도



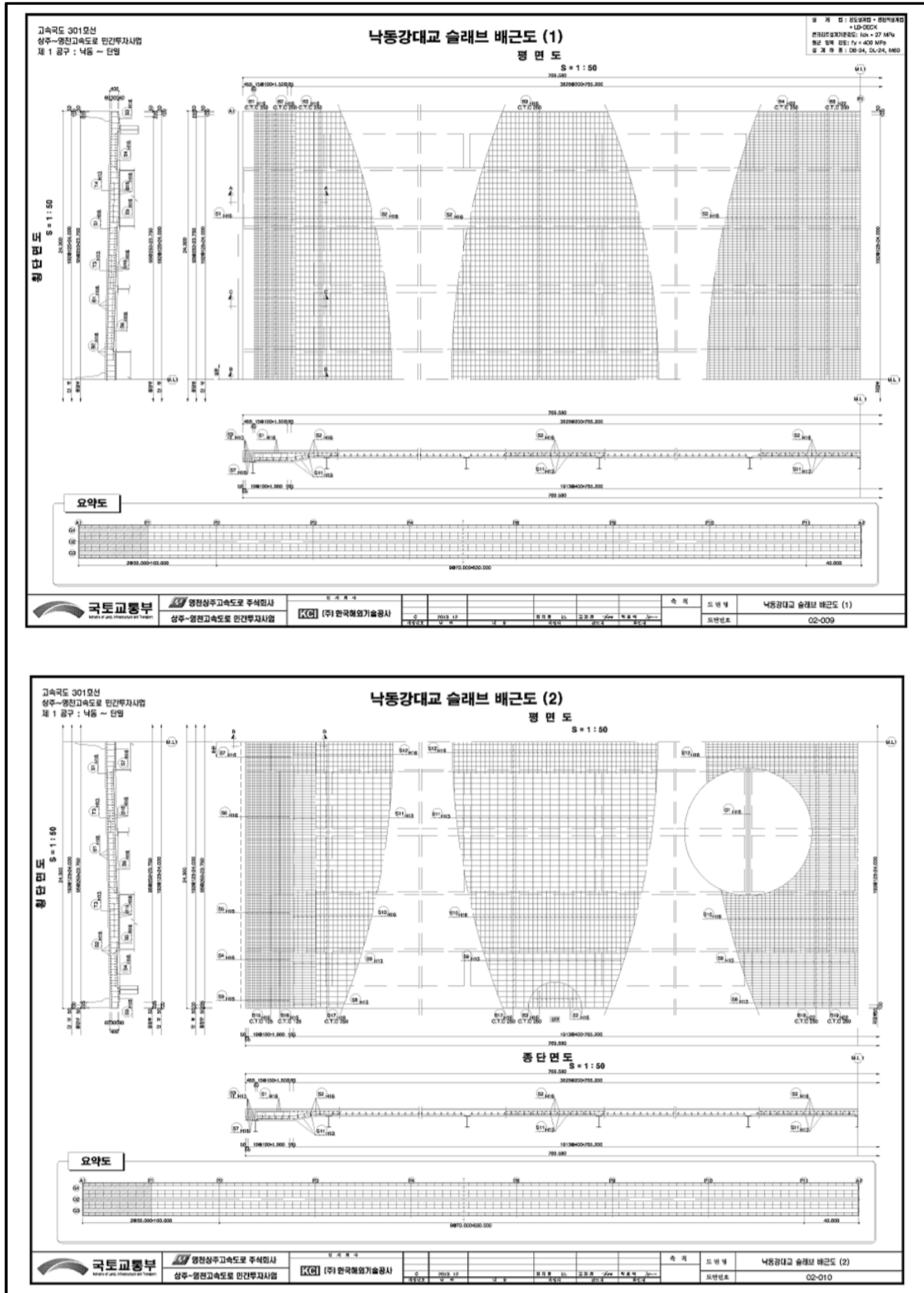
【그림 5.1.3】 종평면도



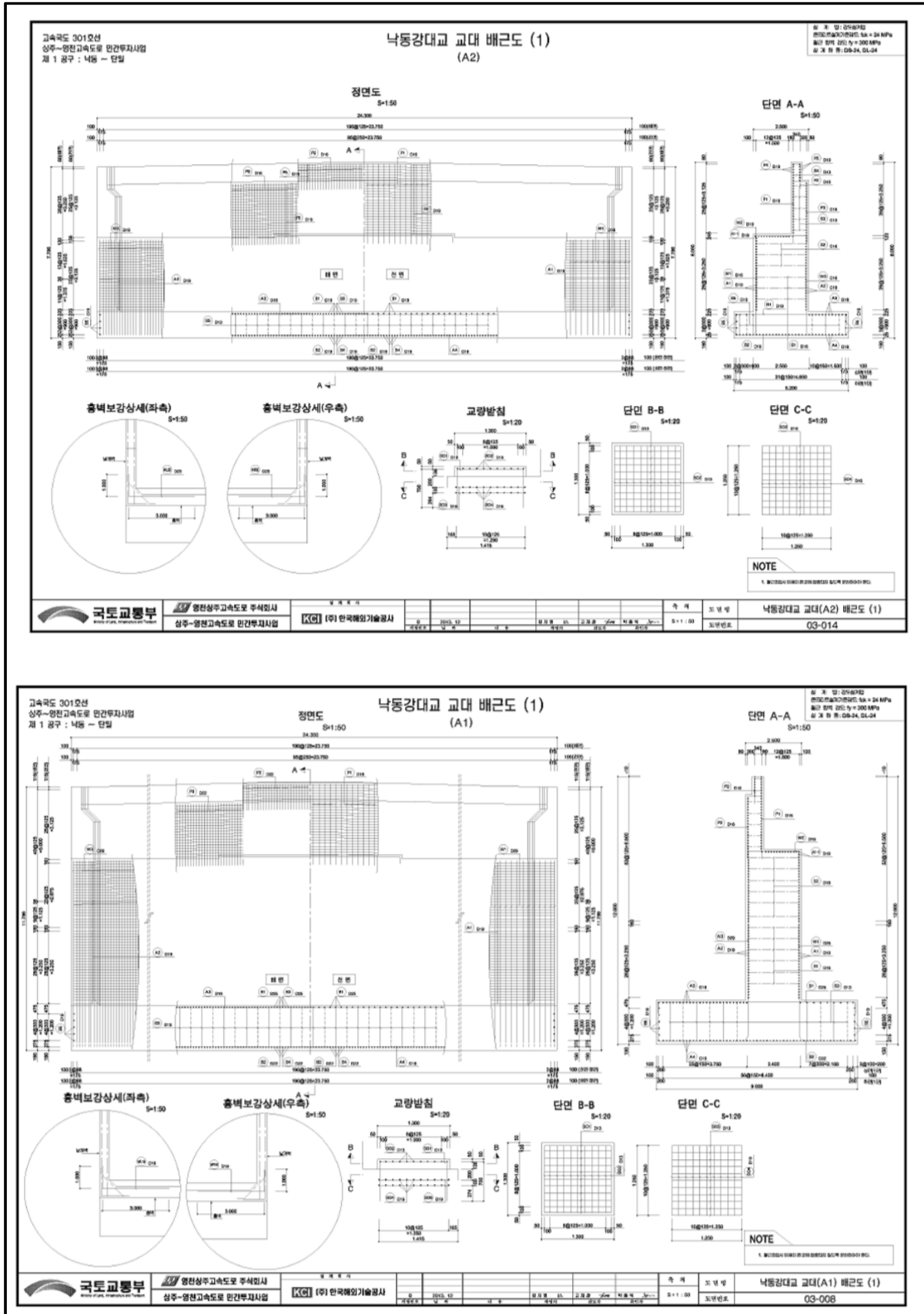
【그림 5.1.4】 바닥관하면 일반도, 교량받침 배치도



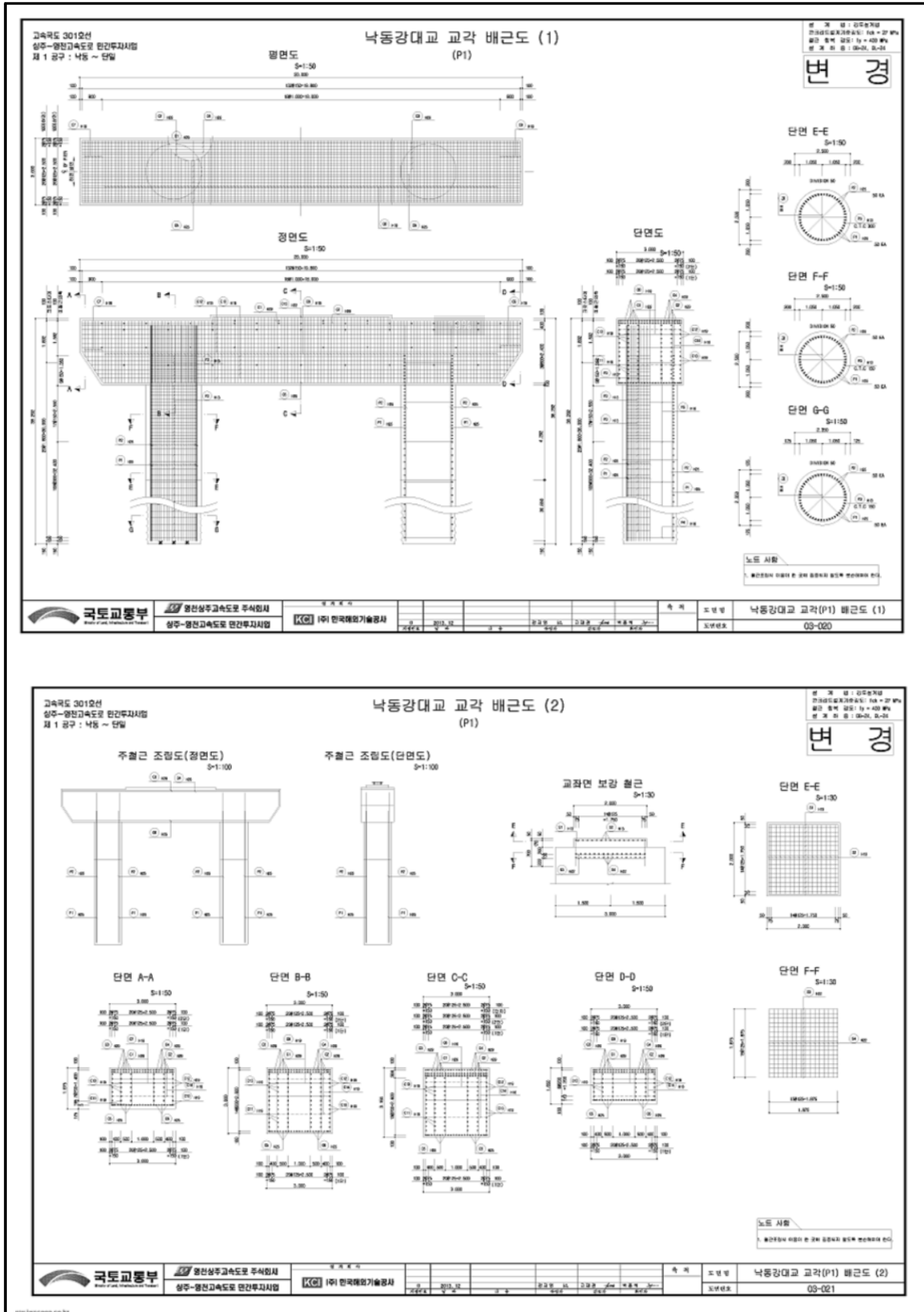
【그림 5.1.5】 교대 및 교각 일반도



【그림 5.1.6】 바닥판하면 배근도



【그림 5.1.7】 교대 배근도



【그림 5.1.8】 교각 배근도

5.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 1공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

5.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

2.1 지형 및 지질

2.1.1 주변지형 특성

본 조사지역의 위치는 행정구역상 경상북도 상주시 낙동면 상촌리를 시점으로 하여 경상북도 의성군 단밀면 낙강리를 종점으로 하는 연장 약 7.39km 구간에 해당한다.

과업지역은 한반도의 동서부를 가로지르는 낙동강의 상류지역에 속하며, 태백산맥에서 분기한 일월산맥의 주축이 도둑의 동북부를 북북서-남남동 방향으로 침투하는 지형이다. 과업지역은 양 계령을 위시하여 비교적 완만한 경사를 가진 지평한 구릉지를 이룬다.

서북부 건지봉(420m)과 안개면 평양동 평화재는 효성의 산봉이 NE 방향의 중영선을 중심으로 어긋나며 대칭적으로 배열되어 있는 지형상의 특징을 갖고 있다.

본 조사지역 인근의 수계의 발달은 낙동강을 주류로, 잘 발달된 수지상수계를 이루고 있다. 위천을 비롯한 비교적 큰 계류는 지층의 추방방향에 대략 평행한 유로를 만들고 있는 곳이 많다. 낙동강과 위천은 매우 완만히 사행하며, 하천 폭에 비하여 암속하천의 상고는 낮고, 산사역시 매우 완만하여, 홍각작용보다는 확대 및 퇴적작용이 우세한 단계에 있다. 일월산맥을 중심으로 동쪽 지역은 유수에 의한 침식이 활발히 진행되고 있는 장년기 단계이고, 서쪽 지역은 못에 의한 하각보다는 유로의 확대 및 퇴적이 우세해지는 초기 노년기의 단계에 있다.

2.1.2 지질

본 조사지역은 낙동도폭(1:50,000) 남서측에 위치하며 선봉브리아기에 형성된 흑운모화강암질 편마암을 중생대 쥐라기에 관입한 흑운모화강암이 기반암을 이룬다. 백악기 중생암맥 및 산성암맥이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두껍고 넓게 분포하고 있다. 흑운모 화강암은 선봉산 산체를 구성하며 낙동강변에 의하여 부정합적으로 피복된다. 흑암적으로 녹회색의 세립질암이나 2-3mm 정도의 신선한 장석이 결정을 이룬다. 본 일대지 역에서는 풍화대가 매우 두꺼운 층후로 분포한다.

각 지층에 대한 지질기호는 다음과 같다.

(1) 선봉브리아기 변성암류

본 암은 과업지역에 위치하고 있는 낙동도폭의 서남쪽의 백두령, 낙령동, 괴촌리에 분포한다. 선봉브리아기의 변성암류는 선봉브리아기의 영남계에 속하며, 흑운모화강암질편마암과 반상편경 편마암으로 구분되어 있다. 과업지역에 이웃해서 분포되어 지질기반을 이루고 과업지역의 서쪽으로 광범위한 분포를 보이고 있다.

상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사

5

<조사지역 지질도>



이 지역의 지질도는 지질계통표는 아래와 같다.

선봉대 제4기	○	충적층
백악기	△	상성암맥
	□	문헌상충류
	□	다인충류
시대미상	□	매립상복암
류라기	□	흑운모화강암
선봉브리아기	□	흑운모화강암질편마암

상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사

7

(2) 흑운모화강암

본 암은 과업지역에 위치한 선봉산 산체를 구성하고 있으며, 흑운모화강암질편마암 및 반상편경편마암을 결빙하며, 낙동강에 의하여 부정합으로 피복된다. 녹회색의 세립질암이나 신선한 장석이 현저하게 나타난다. 본 암의 구성광물은 양변의 순위로 사장석, 석영, 미사장석, 정장석, 페어다이트, 흑운모 및 소량의 흑운모이다. 사장석은 누대구조가 완저하고 변질에 심하여 누대구조의 내부는 녹색적으로 변해있다. 석영은 모두 파동소광이 현저하다. 미사장석과 페어다이트는 선성되어 대결정을 이루고 내부에 석영, 사장석, 흑운모를 포리하는 벌구조를 나타내는 것이 많다. 정장석은 고온도와 박문으로 변질되고 특히 후자의 생성이 현저하다. 정장석 중에는 칼스밋드 광물을 이루는 것이 있다. 흑운모는 일부 녹영석, 녹니석, 황광으로 변질되어 있다. 선봉산 북쪽에는 흑운모화강암의 연변상이 비교적 넓은 분포를 보이면서 나타나고 있다. 연변상은 미세한 효상구조를 나타내는 세립질암이며 화강암질편마암에 유사하다. 경하에서 관찰하면 세립상인 흑운모가 일정한 방향으로 배열하며 광물성분은 흑운모화강암과 동일하다.

(3) 매립상복암

본 층은 과업지역의 서부와 서북부에 위치하고 있으며 암색의 조밀한 암석으로 구성되어 있다. 주 구성광물은 각섬석, 사장석, 흑운모이며 화소하게 석영을 함유한다.

(4) 낙령동

본 층은 낙동강변의 최하부층으로 과업지역의 북동방향으로 대부분의 지역을 점하고 있다.

본 층은 편마암류 및 화성암류로 본 지반의 침식면상에 부정합적으로 침착되어 있으며, 주로 역암, 사암, 세립 및 역질사암 등으로 구성되어, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 세립이 우세하다. 과업지역 인근의 낙동강은 역암이 우세한 하부의 반경산층류로 구성되어 있다. 반경산층류는 과업지역의 동쪽방향의 반경산과 동북방향의 비룡산을 중심으로 광범하게 분포하고 있으며, 초기지부의 세립 및 역암, 하부의 사암, 사질역암, 역암 및 세립, 중부의 역암과 역질사암으로 구성된다.

(4) 암맥류

암맥류는 불국사화성암류를 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

산성암맥은 규장암맥과 석영암맥으로 구성되며, 염기성암맥으로는 인산변암 및 심복암질 암맥으로 구성된다.

상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사

6

2.4 적용 설계지반장수

지 층	단위중량 (γ_t , kN/m ³)	점착력 (c, kPa)	내부마찰각 (ϕ , °)	투수계수 (cm/s)
충적층	19.0	10.0	29	3.0×10^{-4}
동화암	18.0	15.0	30	1.5×10^{-3}
동화암	21.0	29.0	30	7.0×10^{-4}
기반암	26.0	200.0	35	4.0×10^{-5}

상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사

20

나. 지반 및 지질 조사보고서

1.1 조사목적

본 조사의 목적은 『고속국도 제301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업(제1공구)』에 대한 시공중 확인보행 지반조사로서 원장조사 및 현장시공을 계획, 지층의 분포상태 및 지반공학적 특성을 파악하여 설계 적용치와 비교 및 시공에 필요한 지반특성 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.2 조사구간

구 제 1 공구

- 연 장 : 7.394 km
- 시 점 : 경상북도 상주시 낙동면 송곡리 (STA. 0+000)
- 종 점 : 경상북도 의성군 단원면 낙정리 (STA. 7+394)

1.3 조사항목

조사의 목적을 수행하기 위하여 다음과 같은 내용의 원장조사 및 현장시공을 실시하였다.

구 분	대 상	수 량	비 고
현장조사	시 주 조 사	95 골	NX 규격
	설기부	6 골	
	작기부	5 골	
원장시행	표준관입시험	시주조사	1식

1.4 조사기간

가. 원장조사 : 2013년 10월 14일 ~ 2015년 06월 05일

나. 성과분석 및 보고서 작성 : 2013년 10월 20일 ~ 2015년 06월 20일

1.5 조사장비

본 조사에 사용된 조사장비는 다음과 같다.

품 목	규 격	수 량	비 고
시 주 기	0F-300 유압기	3대	
표준관입시험기	KSF 2307	3조	
D-3 코어타입	-	3조	
연진, 양수펌프	15P	3조	
기타부대장비	-	1식	

고속국도 제301호선 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구)

제 4 장 조사결과

내 역별 지질

낙동 강과 대천 하천 수계상에서 4개소로 나뉘어 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 시주조사 결과 비교

구 분	구 간 (STA.)	지 층	비 고
000-5-1	000-5	0+426.2 (표 4.2m)	0+426.2 (표 12.5m)
		0+426.2 (표 4.2m)	0+426.2 (표 12.5m)
		0+426.2 (표 4.2m)	0+426.2 (표 12.5m)
		0+426.2 (표 4.2m)	0+426.2 (표 12.5m)
000-6-1	000-6	0+442.7 (표 12.5m)	0+442.7 (표 6.5m)
		0+442.7 (표 12.5m)	0+442.7 (표 6.5m)
		0+442.7 (표 12.5m)	0+442.7 (표 6.5m)
		0+442.7 (표 12.5m)	0+442.7 (표 6.5m)
000-7-1	000-7	0+461.3 (표 9.4m)	0+461.3 (표 9.4m)
		0+461.3 (표 9.4m)	0+461.3 (표 9.4m)
		0+461.3 (표 9.4m)	0+461.3 (표 9.4m)
		0+461.3 (표 9.4m)	0+461.3 (표 9.4m)
000-8-1	000-8	0+528.4 (표 11.0m)	0+528.4 (표 2.9m)
		0+528.4 (표 11.0m)	0+528.4 (표 2.9m)
		0+528.4 (표 11.0m)	0+528.4 (표 2.9m)
		0+528.4 (표 11.0m)	0+528.4 (표 2.9m)

(2) 관입 조사 결과

구 분	구 간 (STA.)	지 층	관입시험 결과	비 고
000-5-1	0+426.2 (표 4.2m)	관입시험	관입시험 결과	8.8
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
000-6-1	0+442.7 (표 12.5m)	관입시험	관입시험 결과	8.5
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
000-7-1	0+461.3 (표 9.4m)	관입시험	관입시험 결과	11.5
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
000-8-1	0+528.4 (표 11.0m)	관입시험	관입시험 결과	12.8
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	
		관입시험	관입시험 결과	

- 32 -

고속국도 제301호선 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구)

제 4 장 조사결과

(3) 지층개요

① 대 동 계

본 계층의 지층은 전사수층에서 확인되었으며, 총두께는 5.5~10.5m로 분포한다. 모래와 자갈(0.5~2.0mm) 및 자갈석인 실트질 모래(300~600mm)로 구성되어 있다. 자갈석은 10~300mm 정도이다. 표준관입시험 결과 100~150/50/40의 범위로 분포하며, 대부분 실트질 모래로 구성되어 있다. 관입시험 결과는 다음과 같다.

② 중 동 계

본 계층의 지층은 000-5-1, 000-7-1에서 확인되었으며, 총두께는 1.5~2.3m로 분포한다. 실트질 모래(0.1~0.5mm) 및 실트질 모래(300~600mm)로 구성되어 있다. 표준관입시험 결과 100~150/50/40의 범위로 분포하며, 대부분 실트질 모래로 구성되어 있다. 관입시험 결과는 다음과 같다.

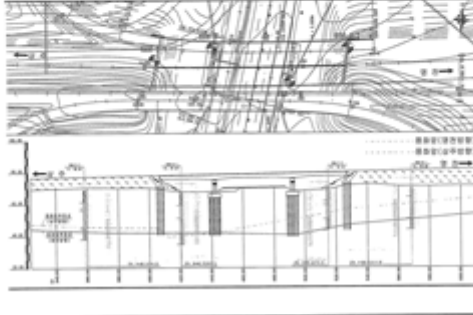
③ 하 동 계

본 계층의 지층은 전사수층에서 확인되며, 지반강도의 대부분은 0.5~1.5m의 두께로 분포한다. 구성은 실트질 모래(0.1~0.5mm) 및 실트질 모래(300~600mm)로 구성되어 있다. 표준관입시험 결과 100~150/50/40의 범위로 분포하며, 대부분 실트질 모래로 구성되어 있다. 관입시험 결과는 다음과 같다.

④ 특 특 계

지반강도의 대부분은 전사수층에서 확인되며, 총두께는 10.5~20.0m에 달하며, 7.0m 이상의 총두께로 확인되었다. 실트질 모래(300~600mm)로 구성되어 있다. 표준관입시험 결과 100~150/50/40의 범위로 분포하며, 대부분 실트질 모래로 구성되어 있다. 관입시험 결과는 다음과 같다.

(4) 지층 분포면도



3.1 지형

산 계	수 계
·관내지역의 서쪽과 남서쪽은 강릉산과 수선산 등 비교적 높은 고도의 산계를 형성하고 있으며 북쪽은 주로 낮은 구릉지대로 이루어져 있음 ·관외지역은 삼봉산의 지대도를 따라서 지나가며 그 남북으로는 북두산에 위치함	·시정현의 강릉을 보이는 낙동강이 관외지역의 서쪽과 남서쪽을 흐르고 있음 ·관외지역의 강릉은 북쪽 방향을 흐르는 강릉과 교차하고 있음 ·경북지역의 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남

발굴 사진



다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1) 교량제형

- (1) 교량명 : 위상대교
- (2) 교량등급 : 1등급 (06-04 및 06-04 적용)
- (3) 교량형식 : Steel 박스기다교
- (4) 교량연장 : 2개 50,000 + 9개 70,000 + 40,000 = 770,000 mm
- (5) 교량폭원 : B = 24,300 mm
- (6) Girder 제형 : B = 2,500 mm H = 2,500 mm 우측 = 0 mm
- (7) 사각(Slope) : 90.000 °
- (8) 곡률반경(R) : 좌측 = ∞ mm 중앙 = ∞ mm 우측 = ∞ mm
- (9) 설계속도 : 100.000 km/h
- (10) 사용재료 및 물리적 특성치

① 강재

• 사용재료

주부지	HPS205(상판, 하판, 복부판, 상부플라트, 하부플라트, 수평보강재, 지점부 다이어프램, 지점보강재, 송풍에어트)
부부지	SM400B(지점부의 다이어프램, 수직보강재, 플레이트, 세로보, 일반부 가로보, 지점부 가로보)
양자 탄성계수 (E ₀)	210,000,000 MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	81,000,000 MPa

• 허용응력 (MPa)

(※ 도설 제 3.3.2.1)

강종	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM 490Y SM 520 SMA 490	SM 570 SMA 570	HPS500	HPS600	HPS800
응력종류, 관두께(mm)	40 이하	140	190	215	270		
축방향 인장응력 및 축방향압력	40 초과 75 이하		200 (190)	200 (270)			
	75 초과 100 이하	130	175 (190)	195 (215)	230	270	380
	100 초과 120 이하						

강종	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM 490Y SM 520 SMA 490	SM 570 SMA 570	HPS500	HPS600	HPS800
응력종류, 관두께(mm)	40 이하	140	190	215	270		
축방향 인장응력 및 축방향압력	40 초과 75 이하		175 (190)	200 (215)	260 (270)		
	75 초과 100 이하	130	175 (190)	195 (215)	250 (270)	230	380
	100 초과 120 이하						

■ TMC 강재의 경우에는 () 안의 값을 적용한다.

압축플랜지 콘크리트 바닥판 등에 직접 고정되어 있는 경우, 상지형 단면, 노형 단면과 같이 형상이 되어 어려운 경우 형 압축응력 적용

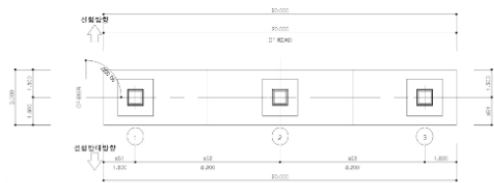
• 허용응력 (MPa)

(※ 도설 제 3.2.5)

강종	SS 400 SM 400 SMA 400	SM 490	SM 490Y SM 520 SMA 490	SM 570 SMA 570	HPS500	HPS600	HPS800
응력종류, 관두께(mm)	40 이하	235	315	355	450		
기초 휨곡률	40 초과 75 이하		295 (315)	335 (355)	430 (450)	380	690
	75 초과 100 이하	215	295 (315)	325 (355)	420 (450)		
	100 초과 120 이하						

■ TMC 강재의 경우에는 () 안의 값을 적용하고, HPS 600인 경우에는 () 안의 값을 적용한다.

12. 교량 받침부 검토



12.1 받침 연단거리 검토

① 필요 연단거리

$$= \text{거리의 평균값이 } 100 \text{ 이하이므로 } S = 200 + 5.0 \\ S = 200 + 5.0 \times 50.000 = 450.000 \text{ mm}$$

② 실제 연단거리

구분	필요연단	실제 연단	연단거리	비고
1	450.000	568.000	118.000	0.8
2	450.000	568.000	118.000	0.8
3	450.000	568.000	118.000	0.8

12.2 휨모멘트 분포 검토

① 최소 분포지점 검토

연속 지점부 이므로 생략한다.

12.3 교량받침 수직력, 수평력 검토

구분	수평력	수평력	수평력	수평력	수평력	수평력
구분	수평력	수평력	수평력	수평력	수평력	수평력
구분 1	9000.000	8096.777	0.8	710.000	545.810	0.8
구분 2	9000.000	7457.110	0.8	390.000	350.000	0.8
구분 3	9000.000	8096.777	0.8	710.000	544.230	0.8

양상지점각은 중앙수평거수(H = 1.0)를 고려한 값이며 내진성지 불필요

12.4 교량받침 보강 필요 검토

① 교량받침에 작용하는 하중

구분	수직력	수평력	보강필요(mm)	비고
1	8096.777	289.474	4.6.363	2188.000 2498.000
2	7457.110	263.158	263.158	2188.000 2898.000
3	8096.777	289.474	4.6.363	2188.000 2498.000

양상지점각은 중앙수평거수(H = 1.0)를 고려한 값

② 교량받침 하중 분포 검토

구분	필요분포	실제분포	비고	필요분포	실제분포	비고
1	10254.034	12387.200	0.8	11265.216	12387.200	0.8
2	9482.218	12387.200	0.8	8708.735	12387.200	0.8
3	10254.034	12387.200	0.8	11265.216	12387.200	0.8

③ 교량받침 콘크리트 보강 검토

구분	필요분포	실제분포	비고	필요분포	실제분포	비고
1	1508.187	8615.800	0.8	2279.908	8615.800	0.8
2	1461.968	8615.800	0.8	1461.947	8615.800	0.8
3	1508.187	8615.800	0.8	2279.908	8615.800	0.8

12.5 교량받침 하중 분포 : 교량받침 1

① 교량받침에 작용하는 하중

연직하중 : 최대하중

$$P = 8096.777 \text{ kN}$$

- 교각방향 수평하중 : 단상지점력, 온도변형의 영향

$$Hx1 = 5489.880 \times 0.050 / 1.15 = 236.890 \text{ kN}$$

$$Hx2 = 365.000 / 1.33 = 274.436 \text{ kN}$$

※ 수평력은 Hx1, Hx2 중 큰 값인 299.474 kN을 적용한다.

- 교각방향 수평하중 : 단상지점력, 온도변형의 영향

$$H/y = 24.300 / 5.000 = 4.860 \text{ [} 1 \leq H/y \leq 8 \text{]}$$

$$H/y = [4.0 - 0.2 \times (24.300 / 5.000)] \times 0.060 = 15.4 \text{ kN/m} > 6.0 \text{ 이므로}$$

$$H/y1 = 15.300 \times 100.000 / 2 / 354 / 1.25 = 205.067 \text{ kN}$$

$$H/y2 = 545.810 / 1.33 = 410.383 \text{ kN}$$

※ 수평력은 Hy1, Hy2 중 큰 값인 410.383 kN을 적용한다.

5.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검 2회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 5.2.1】 낙동강대교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	낙동강대교의 주요 손상현황으로는 받침장치의 받침물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 교각 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	낙동강대교의 외관조사 결과, 교면포장 박락, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 이격, 박락, 교량받침 무수축물탈 균열, 들뜸, 박락, 받침콘크리트 재료분리, 교대 법면 배수로 토사유실 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교대 법면 배수로 토사유실의 경우 손상의 진전이 우려되므로 되메우기 등의 조치가 요망된다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	낙동강대교의 주요 손상현황으로는 교면포장 박락, 난간 재균열, 신축이음 후타재 박락, 교량받침 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 금회 조사시, 일부 부재에 대해 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	낙동강대교의 외관조사 결과, 교면포장 박락, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 이격, 박락, 교량받침 무수축물탈 균열, 들뜸, 박락, 받침콘크리트 재료분리, 교대 법면 배수로 토사유실 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교대 법면 배수로 토사유실의 경우 손상의 진전이 우려되므로 되메우기 등의 조치가 요망된다.	양호

【표 5.2.1】 낙동강대교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 낙동강대교에 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 「가능 발휘에는 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 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	낙동강대교의 외관조사 결과, 교면포장 파손, 난간 균열, 파손, 신축이음 후타재 균열, 이격, 박락, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 바닥판하면 균열, 교대 및 교각 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기안전점검	낙동강대교의 외관조사 결과, 교면포장 파손, 난간 균열, 파손, 신축이음 후타재 균열, 이격, 박락, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 바닥판하면 균열 백태, 교대 및 교각 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 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	낙동강대교(1공구)의 외관조사 결과, 교면포장 접속도로 파손, 난간 균열, 파손, 신축이음 후타재 균열, 이격, 박락, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 바닥판하면 균열 백태, 교대 및 교각 균열 등의 손상이 조사되었고, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 박락에 대한 일부 보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 5.2.1】 낙동강대교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 31	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 낙동강대교에 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.	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	- 교면포장 접속도로 파손 - 배수시설 배수관 연결고리, 지지대 탈락, 배수구 막힘, 그레이팅 파손 - 방호벽 균열(0.3mm내/외), 파손, 들뜸, 난간파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 재료분리, 박리, 접속부 이격, 차수판 볼트 체결 불량 - 받침장치 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 재료분리, 플레이트 부식, 이동량 눈금자 손상 - 바닥판 균열(0.3mm이상), 백태 - 교대 및 교각 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 12. 31	정기안전점검	- 교면포장 접속도로 파손 - 배수시설 배수관 연결고리, 지지대 탈락, 배수구 막힘, 그레이팅 파손 - 방호벽 균열(0.3mm내/외), 파손, 들뜸, 난간파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 박리, 접속부 이격, 차수판 볼트 체결 불량 - 받침장치 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 재료분리, 플레이트 부식, 이동량 눈금자 손상 - 바닥판 균열(0.3mm이상), 백태 - 교대 및 교각 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열	양호

【표 5.2.1】 낙동강대교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 30	정기안전점검	- 교면포장 접속도로 파손 - 난간 균열부백태 - 신축이음 후타재 망상균열, 박락, 접속부 이격, 이물질 퇴적 - 받침장치 무수축물탈 균열 - 거터외부 도장손상- 교면포장 접속도로 파손 - 배수시설 배수관 연결고리, 지지대 탈락, 배수구 막힘, 그레이팅 파손 - 방호벽 균열(0.3mm내/외), 파손, 들뜸, 난간파손 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 박리, 접속부 이격, 차수판 볼트 체결 불량 - 받침장치 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 재료분리, 플레이트 부식, 이동량 눈금자 손상 - 바닥판 균열(0.3mm이상), 백태 - 교대 및 교각 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 파손, 누수흔적, 배수로 파손 및 하부유실 - 교각 균열(폭0.3mm미만), 재료분리	양호

5.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	바닥판에 발생한 균열부 백테, 백테는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 균열부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.	
Steel Box Girder	거더 내,외부의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.	
가로보	가로보 및 세로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	- 교대에 신축이음 및 외측을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이며, 누수흔적 구간은 표면처리가 필요할 상태다. - 발생된 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.	
교각	교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다.	
교량받침	- 받침콘크리트 및 무수축물탈에서 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 발생된 받침콘크리트 및 무수축물탈의 재료분리, 박리, 박락 등의 단면손상은 시공시 외부 충격, 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 단면보수 등의 조치가 요구된다. - 이동량 눈금자 손상(탈락, 파손, 도색)은 사용성 확보차원의 정비(교체)가 필요할 것으로 사료된다. 금회 조사된 플레이트 부식 구간은 A2 구간으로 신축이음 하부를 통한 우수유입에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보차원의 재도장 및 손상의 진전시 신축이음을 연계한 보수방안 제시가 필요할 것으로 사료된다. - 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 균열 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 본체 부식 등의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. - 후타재 재료분리, 박리의 경우 시공시 다짐불량에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 요구되며, 발생된 차수관 볼트 손상은 정비, 접촉부 이격은 기 점검시와 비교시 진전은 미미한 것으로 확인된 바, 주기적인 점검을 통한 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다. - 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 19.7℃(9월 27일)로써 이때 측정유간은 108.0~110.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	■ 교면포장의 외관조사 결과, 본선은 손상이 없는 양호한 상태이나, 접속부에 포장 파손이 조사되었고, 손상부는 보수 미흡으로 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
배수시설	■ 배수상태는 양호하나 일부 배수관을 지지하는 지지대, 연결고리 탈락, 배수관 탈락이 발생하였고, 손상부는 시공미흡에 의한 손상으로 교체 등의 정비가 필요하며, 금회 조사된 그레이팅 파손의 경우 초기 손상으로 누락본으로 확인된바, 배수에 지장은 없으나 사용성 확보를 위한 교체 등의 정비가 요구된다, ■ 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적이 조사되었고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 균열 및 재균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구고적 균열로 추정되며, 내구성확보를 위한 표면보수, 주입보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. ■ 방호벽에 발생한 콘크리트 파손, 들뜸, 난간 파손의 경우, 외부 충격에 의한 손상으로 주의관찰 및 단면보수 등의 조치가 요구된다.	
교량점검시설	■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2~29.3	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	25.4~27.8	24.0	
	하부구조	교각	27.0~29.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0~36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

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

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
바퀴하면	백태	표면처리	0.1	0.15	m	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.20	0.30	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.0	0.75	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	10.0	15.00	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.0	8.25	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	24.0	36.00	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열	표면처리	0.3	0.11	m	54	6	3순위
	받침콘크리트 균열	표면처리	0.9	0.34	m	54	18	3순위
	박리, 박락	단면보수	0.04	0.06	m ²	165	10	2순위
	재료분리	단면보수	0.03	0.05	m ²	165	8	2순위
	이동량 눈금자 손상	정비	10.0	15.00	EA	25	375	3순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	11.1	4.16	m	54	225	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	2.0	3.00	m ²	54	162	3순위
	차수관볼트 체결불량	정비	41.0	61.50	EA	25	1,538	3순위
	후타재 재료분리, 박리	단면보수	1.3	1.95	m ²	165	322	2순위
교면포장	접속부 포장파손	단면보수	1.06	1.59	m ²	165	262	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	2.0	3.00	EA	25	75	3순위
	배수관 탈락	정비	2.0	3.00	EA	25	75	3순위
	배수관 지지대 탈락	정비	3.0	4.50	EA	25	113	3순위
	배수관 연결고리 탈락	정비	3.0	4.50	EA	25	113	3순위
	그레이팅 파손	정비	2.0	3.00	EA	25	75	3순위
방호벽	0.3mm미만 균열,재균열	주입보수	54.0	20.25	m	54	1,094	3순위
	0.3mm이상 균열,재균열	표면처리	2.0	3.00	m	65	195	2순위
	콘크리트 파손, 들뜸	단면보수	1.57	2.36	m ²	165	389	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		924		4,131		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		462		2,066		
	합계	—		1,386		6,197		
개략공사비 총계(천원)		3,452						

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 낙동강대교에 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.

5.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 외관조사결과 기 손상인 바닥판하면 백태, 하부구조 균열, 망상균열, 교량받침 몰탈 균열, 박리 박락, 재료분리 등, 신축이음 후타재 균열, 배수시설 배수관 지지대 탈락, 배수관 탈락 등, 방호벽 재균열, 콘크리트 파손 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.	

5.2.5 시설물 보수 이력

【표 5.2.2】 낙동강대교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	신축이음 후타재 파손 보수	하자보수	18년 7월 ~ 18년 12월	—	DL산업	—
2	바닥판 균열보수, 교대 균열보수, 교각 균열보수	하자보수	19년 7월 ~ 19년 12월	—	DL산업	—
3	바닥판 주입보수 교각, 교량받침 표면보수 교량받침 단면보수 교량받침 정비	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	—	—	—

5.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 5.2.3】 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.			

5.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

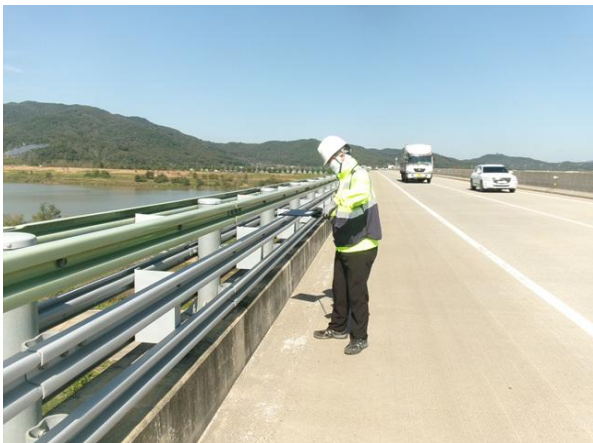
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

5.3 현장조사

5.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 굴절점검차를 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~S12	도보, 굴절점검차, 고소차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
작업전경		작업전경	
			
작업전경		비파괴시험	

【사진 5.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

5.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 낙동강대교는 총 12경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=770.0m 폭 24.3m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 굴점검검차로 근접조사를 실시하였다.



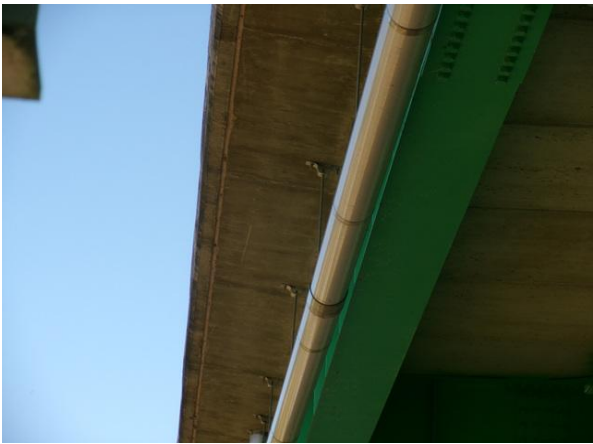
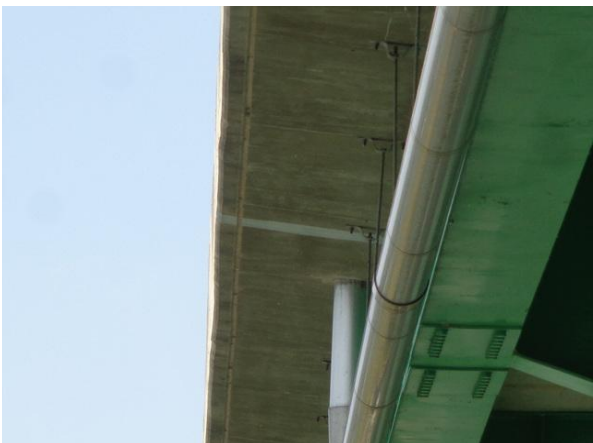
【사진 5.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면은 전구간에 콘크리트 데크플레이트가 설치되어있고, 외관조사 결과, 균열(0.3mm 미만), 균열부백태 등의 손상이 조사되었다.

【표 5.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	0.10	1
S4	—	—	—	—
S5	—	—	0.10	1
S6	1.50	3	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
S10	—	—	—	—
S11	—	—	—	—
S12	—	—	—	—
합계	1.50	3	0.20	2

			
손상현황	• S3 균열부백태(0.1m×1.0m)-2021년	손상현황	• S5 균열부백태(0.1m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S6 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S6 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 백태 보수	손상현황	• S13 바닥판하면 상태양호
원 인	• 상태양호	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 5.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판하면은 기 손상인 균열부백태가 발생하였고 손상은 진전은 없는 것으로 판단되었다. 백태는 2022년 상반기에 보수된 것이 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열(0.3mm미만)이 신규 조사되었다.

【표 5.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.50	3	▲ 1.50	신규손상
	백태	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수됨
	균열부백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음

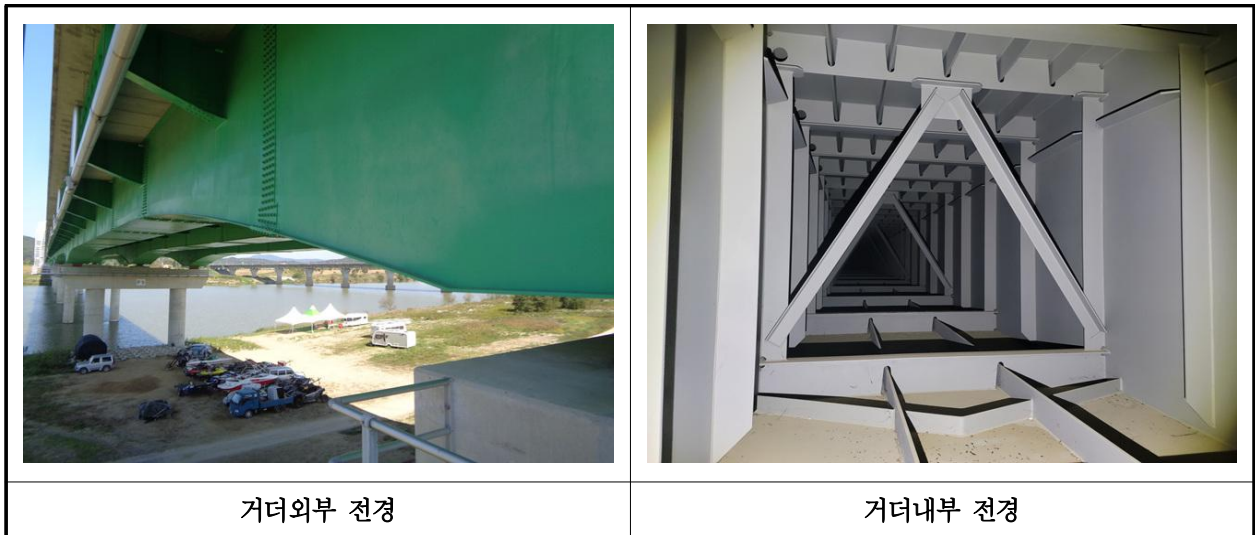
4) 검토의견

- 바닥판에 발생한 균열, 균열부 백태는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 균열부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 3열로 시공되었으며, 도보 및 굴점검검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 5.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

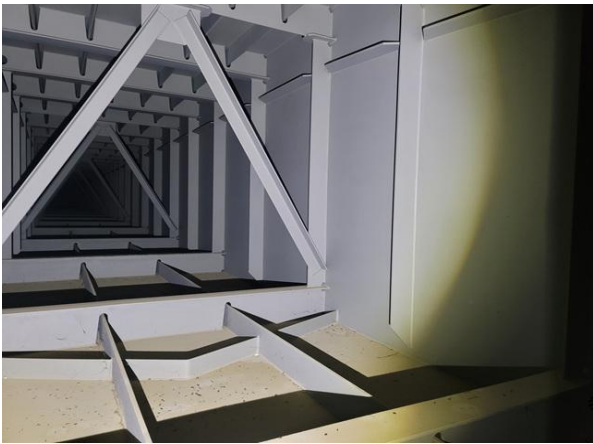
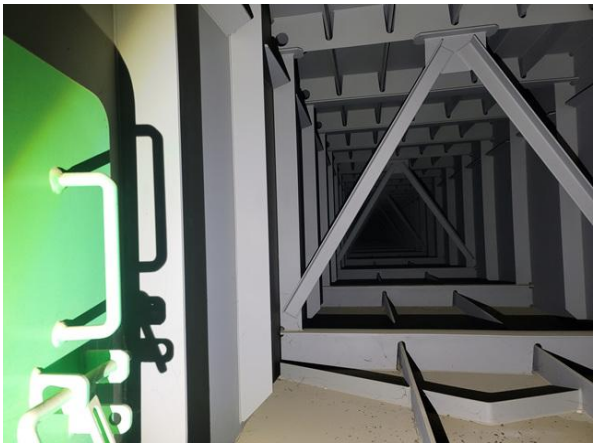
- 거더 내, 외부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.3】 거더 내,외부 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
S10	—	—
S11	—	—
S12	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 거더외부 상태양호	손상현황	• 거더외부 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• 거더외부 상태양호	손상현황	• 거더외부 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—
			
손상현황	• 거더내부 상태양호	손상현황	• 거더내부 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 5.3.5】 거더 손상현황

			
손상현황	• 거더내부 상태양호	손상현황	• 거더내부 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 5.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 거더 내,외부는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 거더 내,외부의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 5.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.5】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	—	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
S10	—	—
S11	—	—
S12	—	—
합계	—	—

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

【사진 5.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동인한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.6】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



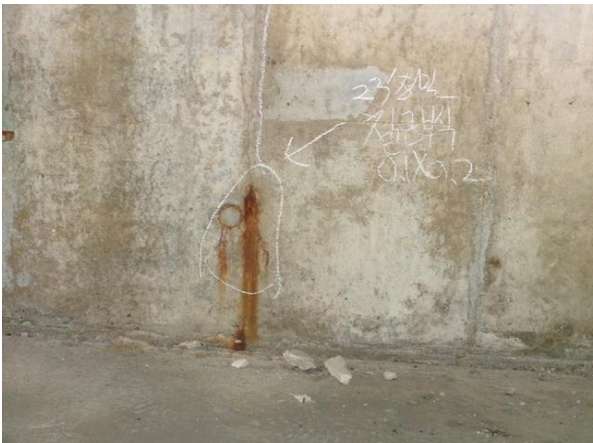
【사진 5.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm이상), 철근부식, 누수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 5.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		철근부식 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	7.50	3	0.02	1	29.25	2
A2	—	—	—	—	4.00	1
합계	7.50	3	0.02	1	33.25	3

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm이상)	손상현황	• A1 균열(0.3mm이상)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 누수흔적(5.0m×4.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 신축이음 하부 누수, 마감불량
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 누수흔적(1.0m×4.0m)	손상현황	• A1 균열(0.3mm미만) 보수됨
원 인	• 신축이음 하부 누수, 마감불량	원 인	• 상태양호
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 5.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점회 점검에서 누수흔적이 조사되었고 균열(0.3mm미만)이 보수된 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열(0.3mm이상), 철근부식, 누수흔적이 신규 조사되었다.

【표 5.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수됨
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	7.50	3	▲ 7.50	신규손상
	철근부식	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	누수흔적	m ²	10.00	2	33.25	3	▲ 23.25	신규추가

4) 검토의견

- 교대에 발생한 누수흔적은 신축이음 및 외측을 통한 우수유입으로 인한 손상으로, 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이며, 누수흔적 구간은 표면처리가 필요한 상태다.
- 발생한 균열(0.3mm이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 주입보수 등의 조치가 필요하며, 기 손상인 균열(0.3mm미만)의 경우 보수가 된 상태이다. 철근부식 경우 균열(0.3mm이상) 손상부로 우수유입되어 발생한 손상으로 균열부 주입보수와 연계한 주의관찰이 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 낙동강대교의 교각은 II형으로 구성되어 있으며, 직접기초로 시공되었다. 교각에 대한 외관 조사는 도보조사를 통한 근접조사를 실시하였다.



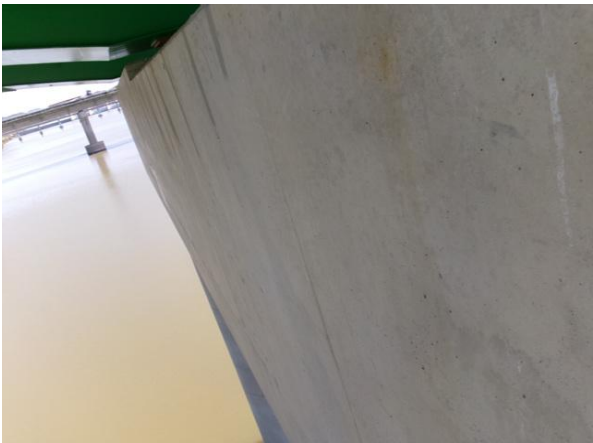
【사진 5.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 5.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡개소)	
P1	2.00	2	—	—
P2	—	—	24.00	1
P3	—	—	—	—
P4	8.00	1	10.00	1
P5	14.00	1	—	—
P6	—	—	—	—
P7	—	—	—	—
P8	—	—	—	—
P9	—	—	—	—
P10	—	—	—	—
P11	—	—	—	—
합계	24.00	4	34.00	2

			
손상현황	• P1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P4 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P5 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P2 망상균열(2.0m×12.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4 망상균열(1.0m×10.0m)	손상현황	• P4 망상균열(1.0m×10.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 5.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 망상균열 등의 손상이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열이 신규 조사되었다.

【표 5.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m²	22.00	2	24.00	4	▲ 2.00	신규추가
	망상균열	m²	24.00	1	34.00	2	▲ 10.00	신규추가

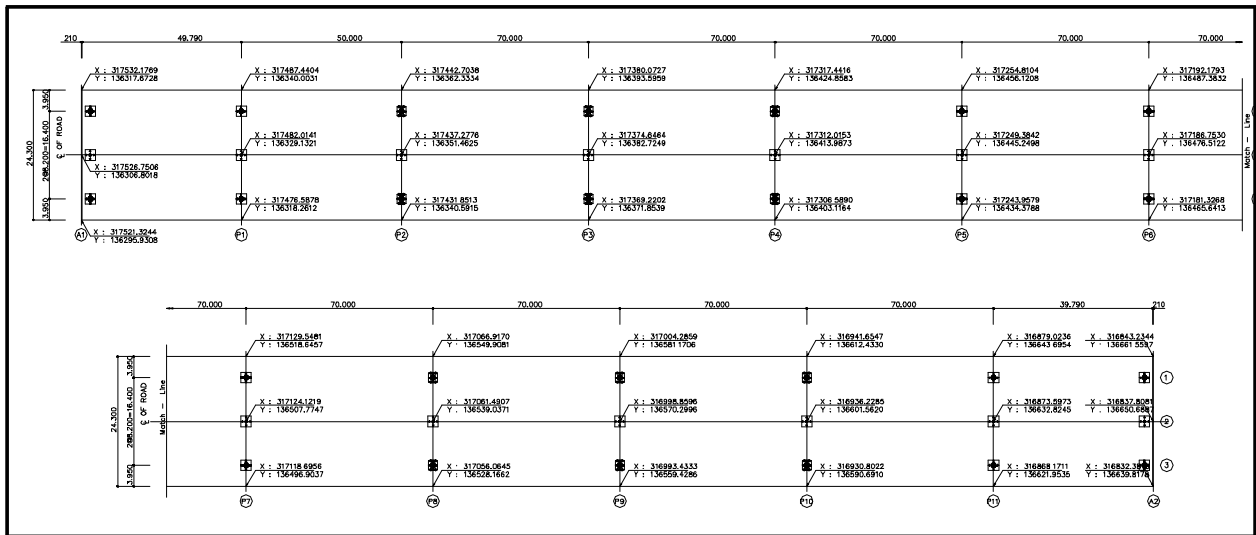
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열(0.3mm미만) 및 망상균은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 낙동강대교의 받침은 면진받침으로 총 39기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 5.3.1】 교량받침 배치도



【사진 5.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 폭 0.3mm 미만의 무수축물탈, 받침콘크리트균열, 무수축물탈 박리, 박락, 재료분리, 이동량 눈금자 탈락, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 5.3.11】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축물탈균열 (0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 균열 (0.3mm이상) (m/개소)		무수축물탈 박리, 박락 (㎡/개소)		반침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		이동량 눈금자 손상 (EA/개소)		Plate 부식 (EA/개소)		미끄럼방지 패드 이탈 (EA/개소)	
A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P6	-	-	0.90	3	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	2	1.00	1	-	-	-	-
P8	0.30	1	-	-	-	-	0.04	2	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-	-	-
P11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	2.00	1	-	-	-	-	-	-	1.00	1	-	-
합계	0.30	1	0.90	3	2.00	1	0.04	2	0.08	2	10.00	10	1.00	1	1.00	1



손상현황	• P8-Sh1 무수축물탈균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6-Sh3 반침콘크리트균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 5.3.13】 교량반침 손상현황

	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안
	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안
	
손상현황	손상현황
원 인	원 인
조치방안	조치방안

【사진 5.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

			
손상현황	• A2-Sh3 Plate부식(1EA)	손상현황	• A1-Sh2 미끄럼방지패드이탈(1EA)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입	원 인	• 마감미흡
조치방안	• 재도장	조치방안	• 재도장

【사진 5.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 무수축물탈균열(0.3mm미만), 무수축물탈 박리, 박락, 받침콘크리트균열(0.3mm미만), 재료분리, 이동량 눈금자 손상, Plate부식이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 받침콘크리트균열(0.3mm이상), 재료분리, 미끄럼방지패드 이탈이 신규 조사되었다.

【표 5.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

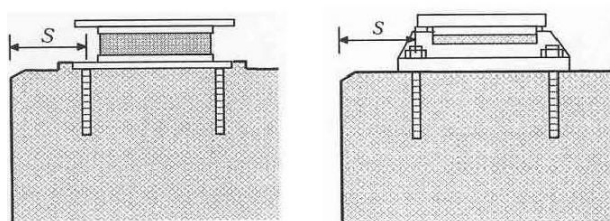
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈균열 (0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 균열 (0.3mm미만)	m	0.90	3	0.90	3	— —	변동없음
	받침콘크리트 균열 (0.3mm이상)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	무수축물탈 박리, 박락	m ²	0.04	2	0.04	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.03	1	0.08	2	▲ 0.05	신규추가
	이동량 눈금자 손상	EA	10.00	10	10.00	10	— —	변동없음
	Plate부식	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	미끄럼방지패드 이탈	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량받침에 조사된 무수축물탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 이동량 눈금자 손상(탈락, 파손, 도색)은 사용성 확보차원의 정비(교체)가 필요할 것으로 사료된다. 금회 조사된 Plate부식 구간은 A2 구간으로 신축이음 하부를 통한 우수유입에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보차원의 재도장 및 손상의 진전시 신축이음을 연계한 보수방안 제시가 필요할 것으로 사료된다.
- 무수축물탈 박리, 박락, 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 미끄럼방지패드 이탈의 경우 시공시 마감미흡하여 발생한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 5.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 5.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200+5 \times 40.0 = 400(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200+5 \times 70.0 = 550(\text{mm})$

【표 5.3.13】연단거리 측정 결과

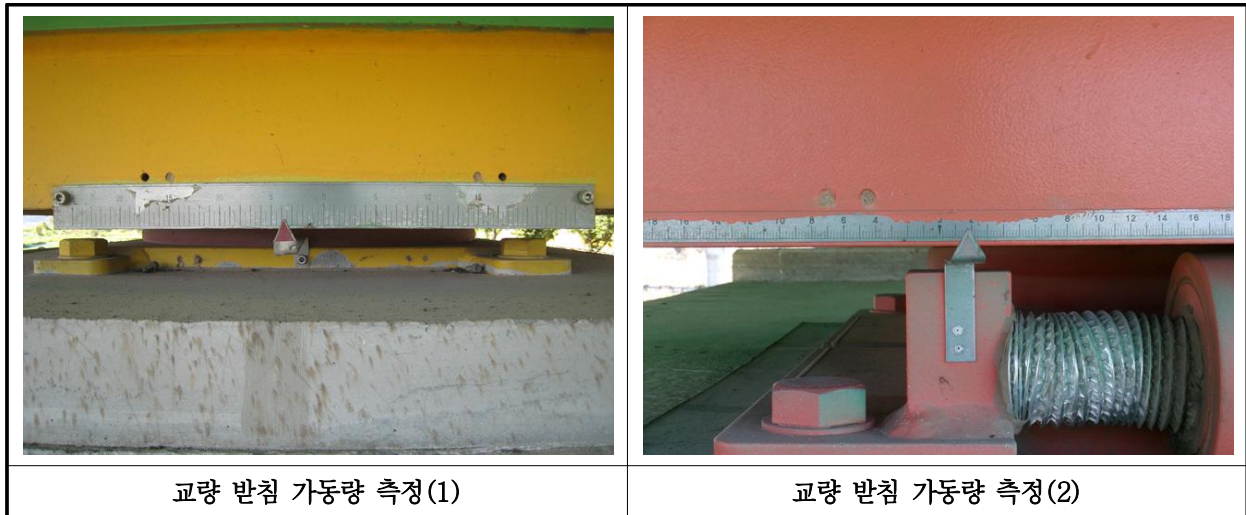
구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)			검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	
A1		450	595	595	595	O.K
P1	A1측	450	1,230	1,230	1,190	O.K
	A2측	450	1,150	1,165	1,165	O.K
P2	A1측	450	1,000	1,165	1,010	O.K
	A2측	550	950	1,150	990	O.K
P3	A1측	550	980	1,165	970	O.K
	A2측	550	980	1,170	980	O.K
P4	A1측	550	960	1,170	960	O.K
	A2측	550	970	1,175	980	O.K
P5	A1측	550	1,170	1,200	1,130	O.K
	A2측	550	980	1,165	970	O.K
P6	A1측	550	1,120	1,170	1,100	O.K
	A2측	550	1,120	1,140	1,120	O.K
P7	A1측	550	1,180	1,170	1,120	O.K
	A2측	550	1,080	1,150	1,060	O.K
P8	A1측	550	960	1,130	960	O.K
	A2측	550	960	1,180	990	O.K
P9	A1측	550	990	1,150	960	O.K
	A2측	550	970	1,180	940	O.K
P10	A1측	550	960	1,190	1,000	O.K
	A2측	550	950	1,160	990	O.K
P11	A1측	550	1,130	1,180	1,120	O.K
	A2측	400	1,150	1,180	1,170	O.K
A2		400	600	600	600	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 5.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 5.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	27.1	22.9	0.000012	380.0	123.6	104.4	
P1	27.1	22.9	0.000012	330.0	107.3	90.7	
P2	27.1	22.9	0.000012	280.0	91.1	76.9	
P3	27.1	22.9	0.000012	210.0	68.3	57.7	
P4	27.1	22.9	0.000012	140.0	45.5	38.5	
P5	27.1	22.9	0.000012	70.0	22.8	19.2	
P7	27.1	22.9	0.000012	70.0	22.8	19.2	
P8	27.1	22.9	0.000012	140.0	45.5	38.5	
P9	27.1	22.9	0.000012	210.0	68.3	57.7	
P10	27.1	22.9	0.000012	280.0	91.1	76.9	
P11	27.1	22.9	0.000012	350.0	113.8	96.2	
A2	27.1	22.9	0.000012	390.0	126.8	107.2	

1) 조사당시 온도 : 17.1℃(조사일 : 2023년 10월 10일, 평균온도, 상주)

2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 5.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	-10	190	210	123.6	104.4	±200
	SH2	-10	190	210			±200
	SH3	-10	190	210			±200
P1	SH1	35	235	165	107.3	90.7	±200
	SH2	35	235	165			±200
	SH3	35	235	165			±200
P2	SH1	40	240	160	91.1	76.9	±200
	SH2	40	240	160			±200
	SH3	40	240	160			±200
P3	SH1	24	224	176	68.3	57.7	±200
	SH2	24	224	176			±200
	SH3	24	224	176			±200
P4	SH1	18	218	182	45.5	38.5	±200
	SH2	18	218	182			±200
	SH3	18	218	182			±200
P5	SH1	0	200	200	22.8	19.2	±200
	SH2	0	200	200			±200
	SH3	0	200	200			±200
P6	고정단						
P7	SH1	-10	190	210	22.8	19.2	±200
	SH2	-10	190	210			±200
	SH3	-5	195	205			±200
P8	SH1	-25	175	225	45.5	38.5	±200
	SH2	-25	175	225			±200
	SH3	-20	180	220			±200
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

【표 5.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P9	SH1	-40	160	240	68.3	57.7	±200
	SH2	-40	160	240			±200
	SH3	-30	170	230			±200
P10	SH1	-50	150	250	91.1	76.9	±200
	SH2	-50	150	250			±200
	SH3	-50	150	250			±200
P11	SH1	-25	175	225	113.8	96.2	±200
	SH2	-25	175	225			±200
	SH3	-35	165	235			±200
A2	SH1	30	230	170	126.8	107.2	±200
	SH2	35	235	165			±200
	SH3	35	235	165			±200
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

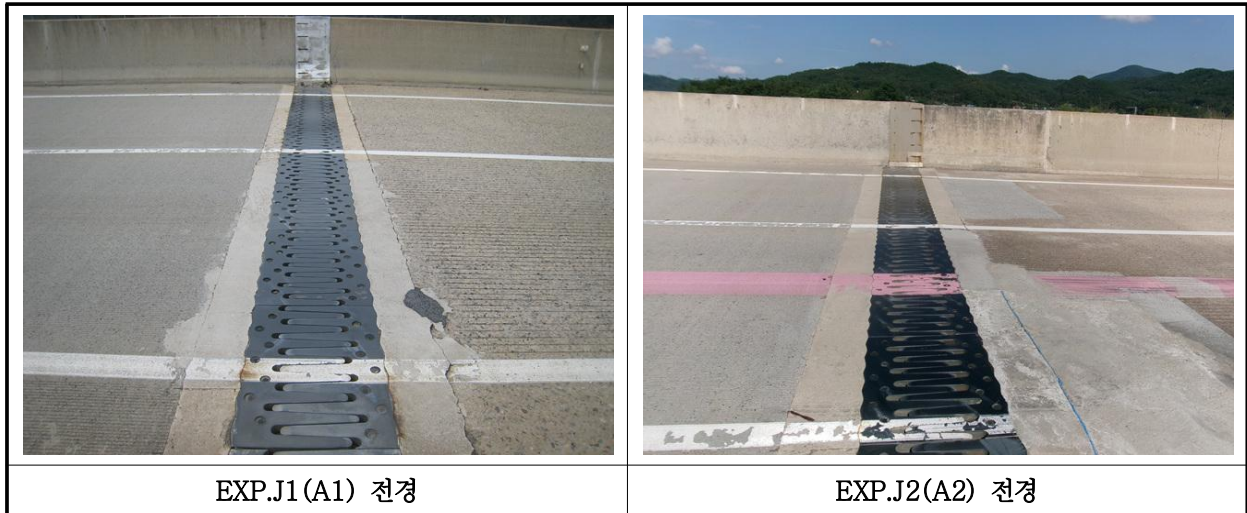
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2 핑거조인트로 시공된 상태이다.



【사진 5.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 박리, 차수판 볼트 체결불량 등의 손상이 발생되었다.

【표 5.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 망상균열 (m ² /개소)		차수판볼트체결불량 (EA/개소)		후타재 박리 (m ² /개소)	
A1 (EXP J1)	3.40	17	2.00	2	21.00	21	0.30	1
A2 (EXP J3)	10.50	27	—	—	16.00	16	—	—
합계	13.90	44	2.00	2	37.00	37	0.30	1

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 후타재 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 후타재 망상균열(0.5m×2.0m×2EA)	손상현황	• A1 후타재 박리(1.5m×0.2m)
원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화	원 인	• 건조수축, 차량윤하중, 표면열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A1 차수판볼트탈락(4EA)	손상현황	• A2 차수판볼트탈락(5EA)
원 인	• 공용기간증가, 시공미흡	원 인	• 공용기간증가, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 5.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 박리, 차수판볼트 체결불량이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 후타재 균열, 후타재 박리가 신규 조사되었고 후타재 재료분리가 일부 보수된 것이 확인되었다.

【표 5.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	11.10	40	13.90	44	▲ 2.80	신규추가
	후타재 망상균열	m ²	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	차수판볼트 체결불량	EA	41.00	41	37.00	37	▼ 4.00	기존오기
	후타재 재료분리, 박리	m ²	1.30	2	0.30	1	▼ 1.00	일부보수

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 망상균열, 박리의 경우, 초기 건조수축 균열, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 차수판볼트체결불량의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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. 08. 28. 기온 적용: 27.0℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-27.0℃ = 13.0℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(27.0℃) = 37.0℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				 	
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 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 5.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 5.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창계수 (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	37.0	13.0	0.000012	380.0	168.7	59.3	62.0	138.0	180.0	
A2	37.0	13.0	0.000012	390.0	173.2	60.8	83.0	180.0	210.0	
1) 조사당시 온도 : 27.0℃(조사일 : 2023년 08월 28일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)										

【표 5.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	168.7	59.3	62.0	300.0	230.7	2.7	O.K
A2	173.2	60.8	83.0	300.0	256.2	22.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 27.0℃(8월 28일)로써 이때 측정유간은 62.0~83.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 5.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과 포장 접속부 파손, 접속부 이격, 배수구 주변 파손이 조사되었다.

【표 5.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속부 파손 (㎡/개소)		배수구 주변 파손 (㎡/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	0.06	3	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	0.18	2	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—
S12	—	—	—	—	9.00	1
합계	0.06	3	0.18	2	9.00	1

			
손상현황	• S1 접속부 파손(0.1m×0.2m×3EA)	손상현황	• S3 배수구 주변 파손(0.3m×0.3m)
원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 다짐불량	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S12 접속부 이격(L=10.0m)	손상현황	• S8 교면포장 상태양호
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• -

【사진 5.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 접속부 파손, 이격이 조사되었으며 접속부 파손은 일부 보수된 것이 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 배수구 주변 파손이 신규 조사되었다.

【표 5.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	접속부 파손	m ²	1.06	4	0.06	3	▼ 1.00	일부보수
	배수구 주변 파손	m ²	—	—	0.18	2	▲ 0.18	신규손상
	접속부 이격	m	9.00	1	9.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 조사된 접속부 파손, 배수구 주변 파손은 접속부 침하, 다짐불량은 복합적인 원인에 의한 손상이며, 갓길 끝쪽에 위치하여 주행에 문제는 없으나, 부재의 사용성 확보차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 접속부 이격부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 5.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘, 배수관 탈락, 지지대, 연결고리 탈락 등의 손상이 조사되었고, 금회 그레이팅 파손이 추가 조사되었다.

【표 5.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)		배수구 그레이팅파손, 탈락 (EA/개소)		배수관 탈락 (EA/개소)		배수관 지지대, 연결고리 탈락 (EA/개소)	
S1	—	—	1.00	1	—	—	—	—
S2	1.00	1	1.00	1	—	—	—	—
S3	1.00	1	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	1.00	1	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	1.00	1	1.00	1
S7	2.00	2	1.00	1	2.00	2	—	—
S8	—	—	—	—	3.00	3	7.00	7
S9	2.00	2	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—	—	—
S11	4.00	4	—	—	—	—	3.00	3
S12	2.00	2	1.00	1	—	—	—	—
합계	12.00	12	3.00	3	7.00	7	11.00	11

			
손상현황	• S7 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S1 배수구 그레이팅 파손(1EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입	원 인	• 장기공용, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S12 배수구 그레이팅 탈락(1EA)	손상현황	• S7 배수관 탈락(1EA)
원 인	• 장기공용, 시공미흡	원 인	• 장기공용, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S11 배수관 지지대 탈락(3EA)	손상현황	• S8 배수관 연결고리 탈락(3EA)
원 인	• 장기공용, 시공미흡	원 인	• 장기공용, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 5.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손, 탈락, 배수관 탈락, 지지대 탈락, 연결고리 탈락이 확인되었고, 손상부의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손, 배수관 탈락, 배수관 지지대 탈락 등이 신규 조사되었다.

【표 5.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	2.00	2	12.00	12	▲ 10.00	신규추가
	배수구 그레이팅 파손, 탈락	EA	2.00	2	3.00	3	▲ 1.00	신규추가
	배수관 탈락	EA	2.00	2	7.00	7	▲ 5.00	신규추가
	배수관 지지대 연결고리 탈락	EA	9.00	9	11.00	11	▲ 2.00	신규추가

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 교량 인근 사면 및 성토부에서의 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재손상 방지 등의 관리가 필요하다.
- 배수상태는 양호하나 일부 배수관을 지지하는 지지대, 연결고리 탈락, 배수관 탈락이 발생하였고, 손상부는 시공미흡에 의한 손상으로 교체 등의 정비가 필요하며, 배수구 그레이팅 파손, 탈락의 경우 공용기간 경과 및 시공시 마감 미흡 등이 원인으로, 배수에 지장은 없으나 사용성 확보를 위한 교체 등의 정비가 요구된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 5.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 콘크리트 파손, 들뜸, 난간 파손이 확인되었다.

【표 5.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열, 재균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열, 재균열(0.3mm이상) (m/개소)		콘크리트 파손, 들뜸 (㎡/개소)		난간 파손 (m/개소)	
S1	10.00	10	2.00	2	0.15	1	—	—
S2	10.00	10	—	—	—	—	—	—
S3	7.00	7	—	—	0.40	1	3.50	1
S4	—	—	—	—	—	—	—	—
S5	5.00	5	—	—	0.90	1	—	—
S6	2.00	2	—	—	—	—	—	—
S7	3.00	3	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
S9	5.00	5	—	—	—	—	—	—
S10	7.00	7	—	—	—	—	—	—
S11	5.00	5	—	—	—	—	—	—
S12	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	54.00	54	2.00	2	1.45	3	3.50	1

			
손상현황	• S1 중분대 재균열 (0.2mm/1.0m*10EA)	손상현황	• S1 중분대 균열 (0.3mm/1.0m*2EA)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S11 중분대 균열 (0.2mm/1.0m*5EA)	손상현황	• S5 콘크리트 파손 (3.0m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S1 중분대 균열 (0.3mm/1.0m*2EA)	손상현황	• S5 콘크리트 들뜸 (0.5m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외부충격, 시공미흡 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 단면보수

【사진 5.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열 및 재균열(0.3mm미만, 이상), 콘크리트 파손, 들뜸, 난간 파손이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

【표 5.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
방호벽	균열, 재균열(0.3mm미만)	m	54.00	54	54.00	54	—	—	변동없음
	균열, 재균열(0.3mm이상)	m	2.00	2	2.00	2	—	—	변동없음
	콘크리트 파손, 들뜸	m ²	1.57	8	1.45	3	▼	0.12	기존오기
	난간 파손	m	3.50	1	3.50	1	—	—	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열 및 재균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈영 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로 추정되며, 내구성확보를 위한 표면보수, 주입보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생한 콘크리트 파손, 들뜸, 난간 파손의 경우, 외부 충격에 의한 손상으로 주의관찰 및 단면보수 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 낙동강대교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~11에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.



【사진 5.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 5.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
P10	—	—
P11	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 5.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 5.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

5.3.3 외관조사 총괄표

【표 5.3.17】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	
	균열부백태	m ²	0.20	1	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	7.50	3	
	철근부식		0.02	1	
	누수흔적	m ²	33.25	3	
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	24.00	4	
	망상균열	m ²	34.00	2	
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.90	3	
	받침콘크리트균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	
	무수축물탈 박리, 박락	m ²	0.04	2	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.08	2	
	이동량 눈금자 손상	EA	10.00	10	
	Plate부식	EA	1.00	1	
	미끄럼방지패드 이탈	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	13.90	44	
	후타재 망상균열	m ²	2.00	2	
	차수판볼트 체결불량	EA	37.00	37	
	후타재 박리	m ²	0.30	1	
교면포장	접속부 포장파손	m ²	0.06	3	
	배수구 주변 파손	m ²	0.18	2	
	접속부 이격	m	9.00	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	12.00	12	
	배수구 그레이팅 파손, 탈락	EA	3.00	3	
	배수관 탈락	EA	7.00	7	
	배수관 지지대, 연결고리 탈락	EA	11.00	11	
방호벽	균열, 재균열(0.3mm미만)	m	54.00	54	
	균열, 재균열(0.3mm이상)	m	2.00	2	
	콘크리트 파손, 들뜸	m ²	1.45	3	
	난간 파손	m	3.50	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

5.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.29】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	—	—	1.50	3	▲ 1.50	신규손상
	백태	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수됨
	균열부백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
거더외부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	—	—	▼ 2.00	보수됨
	균열(0.3mm이상)	m	—	—	7.50	3	▲ 7.50	신규손상
	철근부식	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
	누수흔적	m ²	10.00	2	33.25	3	▲ 23.25	신규추가
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	22.00	2	24.00	4	▲ 2.00	신규추가
	망상균열	m ²	24.00	1	34.00	2	▲ 10.00	신규추가
교량반침	무수축물탈(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	반침콘크리트(0.3mm미만)	m	0.90	3	0.90	3	— —	변동없음
	반침콘크리트(0.3mm이상)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	무수축물탈 박리, 박락	m ²	0.04	2	0.04	2	— —	변동없음
	반침콘크리트 재료분리	m ²	0.03	1	0.08	2	▲ 0.05	신규추가
	이동량 눈금자 손상	EA	10.00	10	10.00	10	— —	변동없음
	Plate부식	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	11.10	40	13.90	44	▲ 2.80	신규추가
	후타재 망상균열	m ²	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	차수관볼트 체결불량	EA	41.00	41	37.00	37	▼ 4.00	기존오기
	후타재 재료분리, 박리	m ²	1.30	2	0.30	1	▼ 1.00	일부보수
교면포장	접속부 파손	m ²	1.06	4	0.06	3	▼ 1.00	일부보수
	배수구 주변 파손	m ²	—	—	0.18	2	▲ 0.18	신규손상
	접속부 이격	m	9.00	1	9.00	1	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	2.00	2	12.00	12	▲ 10.00	신규추가
	배수구 파손, 파손 탈락	EA	2.00	2	3.00	3	▲ 1.00	신규추가
	배수관 탈락	EA	2.00	2	7.00	7	▲ 5.00	신규추가
	배수관 자체 연결파손, 탈락	EA	9.00	9	11.00	11	▲ 2.00	신규추가
방호벽	균열 재균열(0.3mm미만)	m	54.00	54	54.00	54	— —	변동없음
	균열 재균열(0.3mm이상)	m	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	콘크리트 파손, 들뜸	m ²	1.57	8	1.45	3	▼ 0.12	기존오기
	난간 파손	m	3.50	1	3.50	1	— —	변동없음
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

5.4 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.

5.4.1 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 5.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	16	16	16	16	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	2	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

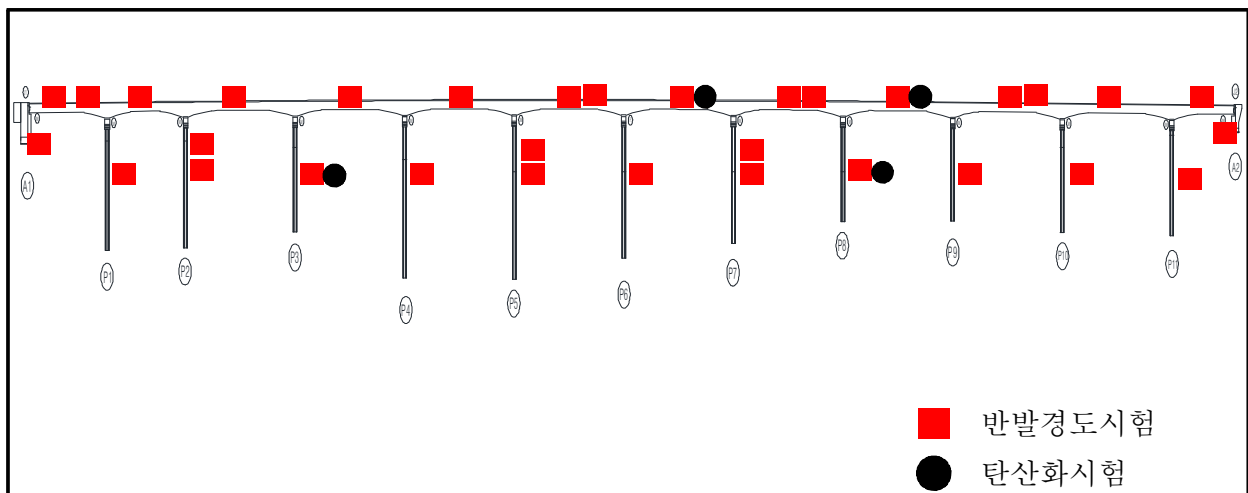
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 5.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 5.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

5.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 32개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 5.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.1	27.7	28.3	0.64	27.0	
	S1 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S2 바닥판하면	47.3	27.0	27.9			
	S3 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S4 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S5 바닥판하면	47.9	27.5	28.2			
	S6 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S6 바닥판하면	48.4	27.9	28.4			
	S7 바닥판하면	47.7	27.4	28.1			
	S8 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S8 바닥판하면	47.3	27.0	27.9			
	S9 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S10 바닥판하면	48.3	27.8	28.4			
	S10 바닥판하면	48.2	27.8	28.3			
	S11 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S12 바닥판하면	47.7	27.4	28.1			

【표 5.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부구조	A1 교대	44.7	24.9	26.7	0.64	24.0	
	A2 교대	45.7	25.7	27.2			

【표 5.4.4】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부구조	P1 교각	48.9	28.3	28.7	0.64	27.0	
	P2 교각	48.6	28.1	28.5			
	P2 교각	48.1	27.7	28.3			
	P3 교각	48.1	27.7	28.3			
	P4 교각	49.1	28.5	28.8			
	P5 교각	48.6	28.1	28.5			
	P5 교각	48.2	27.8	28.3			
	P6 교각	49.0	28.4	28.7			
	P7 교각	48.1	27.7	28.3			
	P7 교각	48.8	28.2	28.6			
	P8 교각	48.0	27.6	28.2			
	P9 교각	48.4	27.9	28.4			
	P10 교각	48.7	28.2	28.6			
	P11 교각	47.4	27.1	28.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.4MPa, 하부구조(교대) 24.9~27.2 MPa, 하부구조(교각) 27.1~28.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단 된다.

【표 5.4.5】비파괴강도 시험결과분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.4	27.0	100.0 ~ 105.2
하부구조	교대	24.9 ~ 27.2	24.0	103.7 ~ 113.3
	교각	27.1 ~ 28.8	27.0	100.4 ~ 106.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 5.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.2 ~ 29.3	27.0 ~ 28.4	27.0
	교대	25.4 ~ 27.8	24.9 ~ 27.2	24.0
	교각	27.0 ~ 29.6	27.1 ~ 28.8	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.		

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 5.4.7】 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	S7 바닥판하면	6.0	38.0	32.0	a	2.45	100년이상	
	S9 바닥판하면	4.0	35.0	31.0	a	1.63	100년이상	
하부구조	P3 교각	7.0	79.0	72.0	a	2.83	100년이상	
	P8 교각	6.0	76.0	70.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 5.4.8】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0~6.0	31.0~32.0	
하부구조	6.0~7.0	76.0~79.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 5.4.9】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.0~7.0	33.0~36.0	a	4.0~6.0	31.0~32.0	a	
하부구조	5.0~7.0	93.0~95.0	a	6.0~7.0	76.0~79.0	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 5.4.10】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 28.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	24.9 ~ 27.2	24.0	
		교각	27.1 ~ 28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~32.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		76.0~79.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 5.4.11】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.2	~ 29.3	27.0	~ 28.4	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	25.4	~ 27.8	24.9	~ 27.2	
		교각	27.0	~ 29.6	27.1	~ 28.8	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0~36.0	a	31.0~32.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		93.0~95.0	a	76.0~79.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

5.5 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 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

5.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

【표 5.5.1】 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	STB	a	a	a	b	c	c	b	a	c	q	-	-
S2	P1	STB	a	a	a	a	c	b	-	a	b	q	-	-
S3	P2	STB	b	a	a	b	b	b	-	a	b	q	-	-
S4	P3	STB	a	a	a	a	d	a	-	a	a	q	-	a
S5	P4	STB	b	a	a	a	a	b	-	a	b	q	-	-
S6	P5	STB	b	a	a	a	d	b	-	a	b	q	-	-
S7	P6	STB	a	a	a	a	d	b	-	b	a	q	a	-
S8	P7	STB	a	a	a	a	d	a	-	b	a	q	-	-
S9	P8	STB	a	a	a	a	b	b	-	b	a	q	a	a
S10	P9	STB	a	a	a	a	a	b	-	a	a	q	-	-
S11	P10	STB	a	a	a	a	c	b	-	a	a	q	-	-
S12	P11	STB	a	a	a	b	c	a	-	a	a	q	-	-
	A2								c	c	b	q	-	-
평균			0.125	0.100	0.100	0.125	0.417	0.192	0.300	0.146	0.162	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.023	0.020	0.005	0.009	0.013	0.004	0.027	0.013	0.032	-	0.004	0.003
※교량받침 A1에 발생한 미끄럼방지패드 이탈의 경우 교량받침 기능에 영향을 미치는 손상이 아닌 것으로 판단되어 상태평가 항목에서 제외하였다.													0.152	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.152) < 0.260$

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

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

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

③ 도로부 신축이음부

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

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 5.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
낙동강대교	0.152	B	770	4	3,080	1.000	0.152
합계(Σ)			770	4	3,080	1.000	0.152
1. 평가지수 =							0.152
2. 상태평가결과 =							B

5.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 5.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

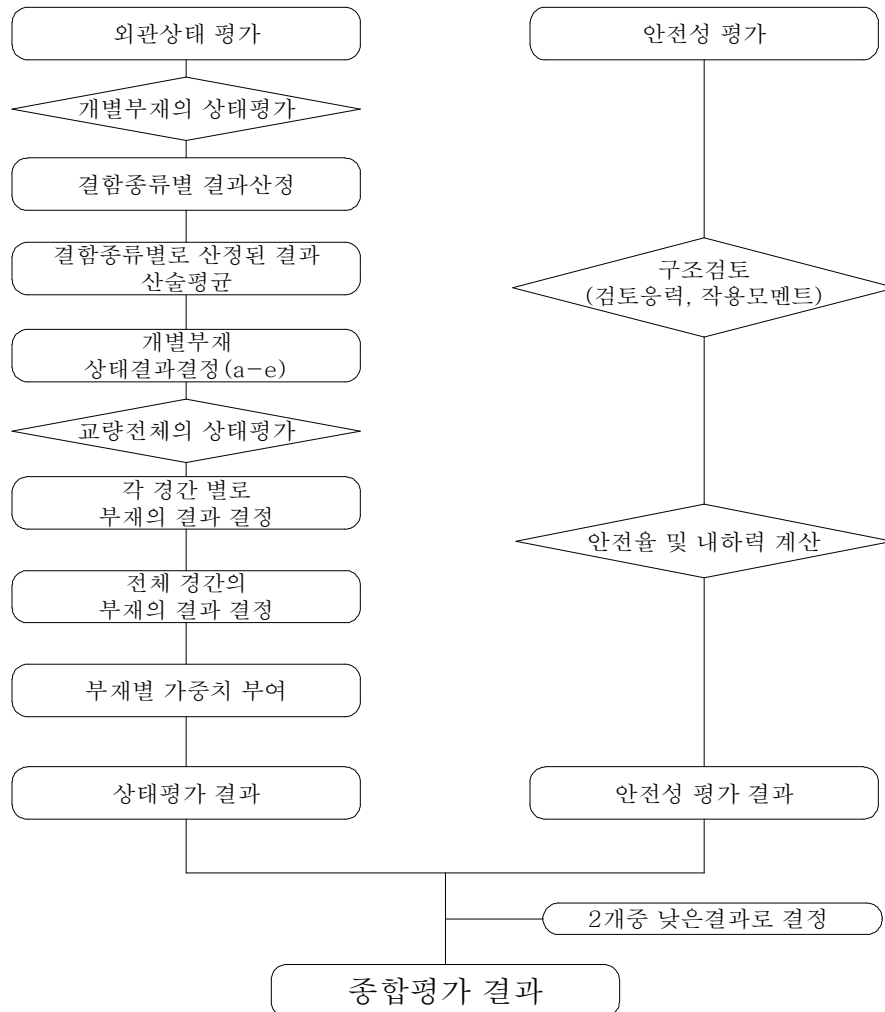
구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.130	0.152
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 낙동강대교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.130에서 0.152로 0.022 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교시 정밀안전점검으로 인한 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 교대 균열(0.3mm이상), 받침콘크리트 균열(0.3mm이상), 신축이음 후타재 박리, 배수구 그레이팅 파손, 배수관 탈락 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.6.1 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 5.6.1】 종합평가 결과 산정절차

5.6.2 종합평가 결과

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

【표 5.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
낙동강대교	0.152	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

5.6.3 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 5.6.2】 안전등급 지정

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

5.7 보수·보강 및 유지관리방안

5.7.1 보수·보강 방안

【표 5.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	표면처리	하자
	균열부백태	m ²	0.20	1	표면처리	하자
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보, 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	7.50	3	표면처리	하자
	철근부식	m ²	0.02	1	주의관찰	하자
	누수흔적	m ²	33.25	3	표면처리	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	24.00	4	표면처리	하자
	망상균열	m ²	34.00	2	표면처리	하자
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	표면처리	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.90	3	표면처리	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm이상)	m	2.00	1	주입보수	2순위
	무수축몰탈 박리, 박락	m ²	0.04	2	단면보수	2순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.08	2	단면보수	2순위
	이동량 눈금자 손상	EA	10.00	10	정비	3순위
	Plate부식	EA	1.00	1	재도장	2순위
	미끄럼방지패드 이탈	EA	1.00	1	주의관찰	4순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	13.90	44	표면처리	3순위
	후타재 망상균열	m ²	2.00	2	표면처리	3순위
	차수판볼트 체결불량	EA	37.00	37	정비	3순위
	후타재 박리	m ²	0.30	1	단면보수	2순위
교면포장	접속부 포장파손	m ²	0.06	3	단면보수	3순위
	배수구 주변 파손	m ²	0.18	2	단면보수	3순위
	접속부 이격	m	9.00	1	주의관찰	4순위
배수시설	배수구 막힘	EA	12.00	12	정비	3순위
	배수구 그레이팅 파손, 탈락	EA	3.00	3	정비	3순위
	배수관 탈락	EA	7.00	7	정비	3순위
	배수관 지지대, 연결고리 탈락	EA	11.00	11	정비	3순위
방호벽	균열, 채균열(0.3mm미만)	m	54.00	54	표면처리	3순위
	균열, 채균열(0.3mm이상)	m	2.00	2	주입보수	2순위
	콘크리트 파손, 들뜸	m ²	1.45	3	단면보수	2순위
	난간 파손	m	3.50	1	주의관찰	4순위
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

5.7.2 개략공사비

【표 5.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바판·하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.50	0.56	㎡	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.20	0.30	㎡	—	—	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	7.50	2.81	m	—	—	하자
	철근부식	주의관찰	0.02	0.03	㎡	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	33.25	49.88	㎡	—	—	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	24.00	9.00	㎡	—	—	하자
	망상균열	표면처리	34.00	51.00	㎡	—	—	하자
교량받침	무수축물탈균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.30	0.11	㎡	54	6	3순위
	받침콘크리트균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.90	0.34	㎡	54	18	3순위
	받침콘크리트균열(0.3㎜이상)	주입보수	2.00	3.00	㎡	65	195	2순위
	무수축물탈 박리, 박락	단면보수	0.04	0.06	㎡	165	10	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.08	0.12	㎡	165	20	2순위
	이동량 눈금자 손상	정비	10.00	15.00	EA	25	375	3순위
	Plate부식	재도장	1.00	1.50	㎡	40	60	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3㎜미만)	표면처리	13.90	5.21	㎡	54	281	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	2.00	3.00	㎡	54	162	3순위
	차수판볼트 체결불량	정비	37.00	55.50	EA	25	1,388	3순위
	후타재 박리	단면보수	0.30	0.45	㎡	165	74	2순위
교면포장	접속부 포장파손	단면보수	0.06	0.09	㎡	165	15	3순위
	배수구 주변 파손	단면보수	0.18	0.27	㎡	165	45	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	12.00	18.00	EA	25	450	3순위
	배수구 그레이팅 파손, 탈락	정비	3.00	4.50	EA	25	113	3순위
	배수관 탈락	정비	7.00	10.50	EA	25	263	3순위
	배수관 지지대, 연결고리 탈락	정비	11.00	16.50	EA	25	413	3순위
방호벽	균열, 재균열(0.3㎜미만)	표면처리	54.00	20.25	㎡	54	1,094	3순위
	균열, 재균열(0.3㎜이상)	주입보수	2.00	3.00	m	65	195	2순위
	콘크리트 파손, 들뜸	단면보수	1.45	2.17	㎡	165	358	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		912		4,623		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		456		2,312		
	합계	—		1,368		6,935		
개략공사비 총계(천원)		8,603						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

5.7.3 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.

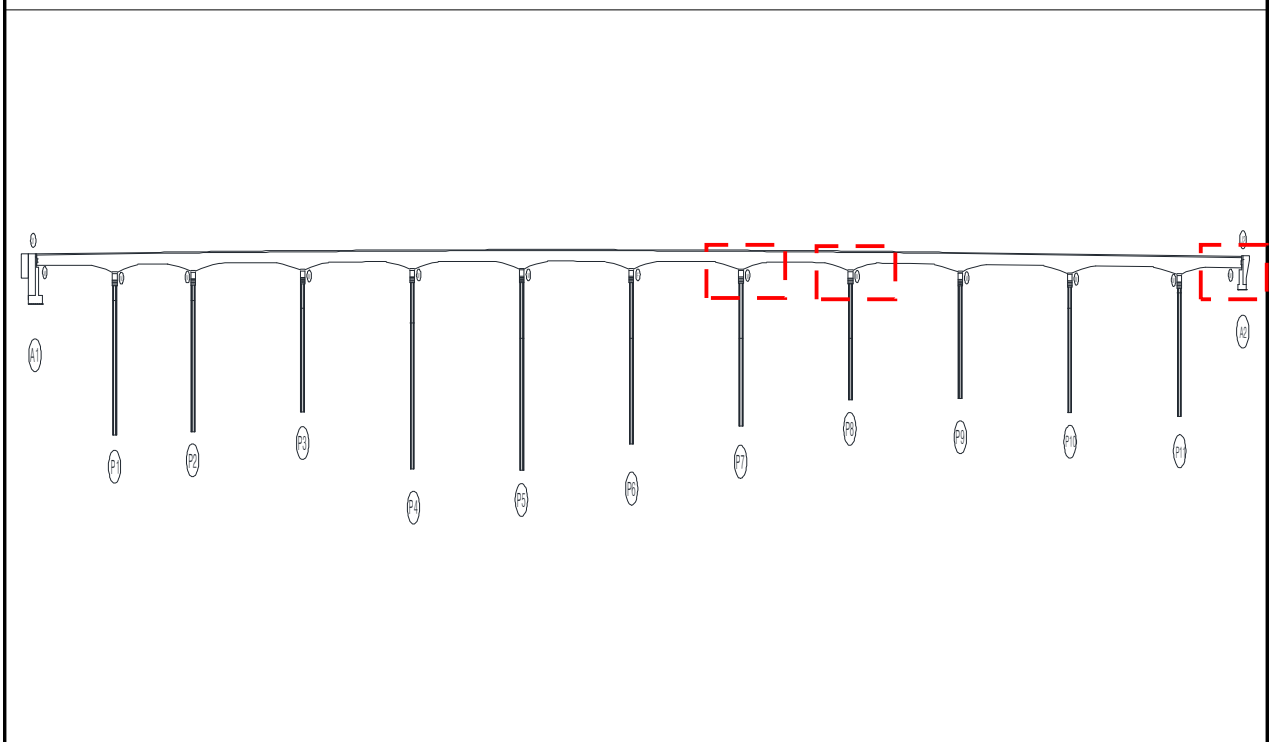
【표 5.7.3】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상



① 교량받침 균열(0.3mm이상), 단면손상 - 진전 여부확인



5.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 낙동리(상주영천고속도로 6.471~7.241km)에 위치한 교량으로 총 연장 770.0m, 폭 24.3m로 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공 자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

5.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면은 전구간에 콘크리트 데크플레이트가 설치되어있고, 외관조사 결과, 균열(0.3mm 미만), 균열부백태 등의 손상이 조사되었다.
- 바닥판에 발생한 균열, 균열부 백태는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 균열부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

2) Steel Box Girder

- 거더 내,외부의 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm이상), 철근부식, 누수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 발생한 누수흔적은 신축이음 및 외측을 통한 우수유입으로 인한 손상으로, 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이며, 누수흔적 구간은 표면처리가 필요한 상태다.
- 발생한 균열(0.3mm이상)의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 주입보수 등의 조치가 필요하며, 기 손상인 균열(0.3mm미만)의 경우 보수가 된 상태이다. 철근부식 경우 균열(0.3mm이상) 손상부로 우수유입되어 발생한 손상으로 균열부 주입보수와 연계한 주의관찰이 필요하다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만) 및 망상균열이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열(0.3mm미만) 및 망상균은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과, 폭 0.3mm 미만의 무수축물탈, 받침콘크리트균열, 무수축물탈 박리, 박락, 재료분리, 이동량 눈금자 탈락, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 교량받침에 조사된 무수축물탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만, 이상)의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 시공미흡 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 이동량 눈금자 손상(탈락, 파손, 도색)은 사용성 확보차원의 정비(교체)가 필요할 것으로 사료된다. 금회 조사된 Plate부식 구간은 A2 구간으로 신축이음 하부를 통한 우수유입에 의한 손상으로 부재의 사용성 확보차원의 재도장 및 손상의 진전시 신축이음을 연계한 보수방안 제시가 필요할 것으로 사료된다.
- 무수축물탈 박리, 박락, 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공시 다짐미흡 및 거푸집 조기 탈거, 외부충격 등에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 미끄럼방지패드 이탈의 경우 시공시 마감미흡하여 발생한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열, 후타재 망상균열, 후타재 박리, 차수판 볼트 체결불량 등의 손상이 발생되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 망상균열, 박리의 경우, 초기 건조수축 균열, 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

- 차수판 볼트체결불량의 경우 공용기간 증가, 시공초기 마감 미흡, 외부 충격 등에 의한 손상으로, 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 27.0℃(8월 28일)로써 이때 측정유간은 62.0~83.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 포장 접속부 파손, 접속부 이격, 배수구 주변 파손이 조사되었다.
- 교면포장에 조사된 접속부 파손, 배수구 주변 파손은 접속부 침하, 다짐불량 등에 의한 복합적인 손상이며, 갓길 끝쪽에 위치하여 주행에 문제는 없으나, 부재의 사용성 확보차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 접속부 이격부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 막힘, 배수관 탈락, 지지대, 연결고리 탈락 등의 손상이 조사되었고, 금회 그레이팅 파손이 추가 조사되었다.
- 배수시설에서 조사된 배수관 막힘은 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물퇴적, 교량 인근 사면 및 성토부에서의 우수 및 토사유입 등이 원인으로 판단되며, 원활한 배수기능을 위한 정비를 실시하고 주기적인 유지관리를 통한 재산상 방지 등의 관리가 필요하다.
- 배수상태는 양호하나 일부 배수관을 지지하는 지지대, 연결고리 탈락, 배수관 탈락이 발생하였고, 손상부는 시공미흡에 의한 손상으로 교체 등의 정비가 필요하며, 배수구 그레이팅 파손, 탈락의 경우 공용기간 경과 및 시공시 마감 미흡 등이 원인으로, 배수에 지장은 없으나 사용성 확보를 위한 교체 등의 정비가 요구된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만, 이상), 콘크리트 파손, 들뜸, 난간 파손이 확인되었다.
- 방호벽에 발생한 균열 및 재균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구고적 균열로 추정되며, 내구성확보를 위한 표면보수, 주입보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생한 콘크리트 파손, 들뜸, 난간 파손의 경우, 외부 충격에 의한 손상으로 주의관찰 및 단면보수 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.0~28.4MPa, 하부구조(교대) 24.9~27.2MPa, 하부구조(교각) 27.1~28.8MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각:27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 낙동강대교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.130에서 0.152로 0.022 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교시 정밀안전점검으로 인한 바닥판 하면 균열(0.3mm미만), 교대 균열(0.3mm이상), 받침콘크리트 균열(0.3mm이상), 신축이음 후타재 박리, 배수구 그레이팅 파손, 배수관 탈락 등의 신규 손상으로 인하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 낙동강대교에 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.

5.8.2 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.

5.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교량받침 균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

5.8.4 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.