

2. 양지교

- 2.1 시설물 개요
- 2.2 자료수집 및 분석
- 2.3 현장조사
- 2.4 콘크리트 내구성조사
- 2.5 안전성능 평가
- 2.6 내구성능 평가
- 2.7 사용성능 평가
- 2.8 종합성능평가
- 2.9 유지관리 전략제안
- 2.10 종합결론 및 건의사항

2. 양지교

2.1 시설물의 개요

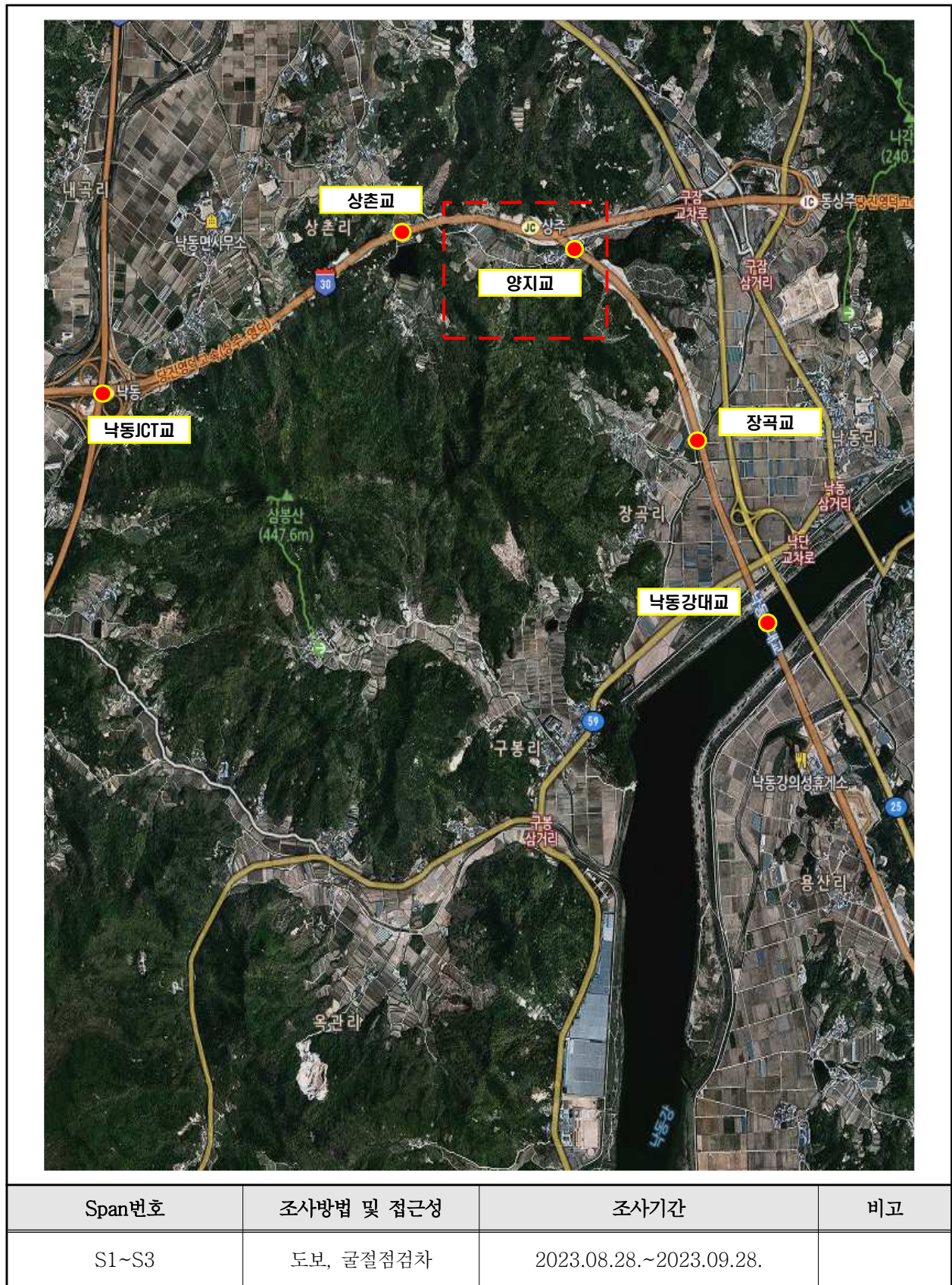
본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 구잠리(상주영천고속도로 4.013~4.238km)에 위치한 교량으로서 총 연장 225.0m, 폭 24.6m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

2.1.1 일반사항

【표 2.1.1】 양지교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000252		관리번호		SY BR.3	
시설물위치		경상북도 상주시 낙동면 구잠리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		4.013~4.238km		공사이정		4.013~4.238km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=225.0m, (5@45m=225m)					
	폭	B=24.6m, 4차로					
구조 형식	상부	IPC GIRDER		기초 형식	교 각	직접, 말뚝기초	
	하부	T형 교각식(T)			교 대	직접, 말뚝기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		모노셀, 핑거	
교차시설물				통과높이		21m	
부착시설내용							
시 공 자		대림산업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

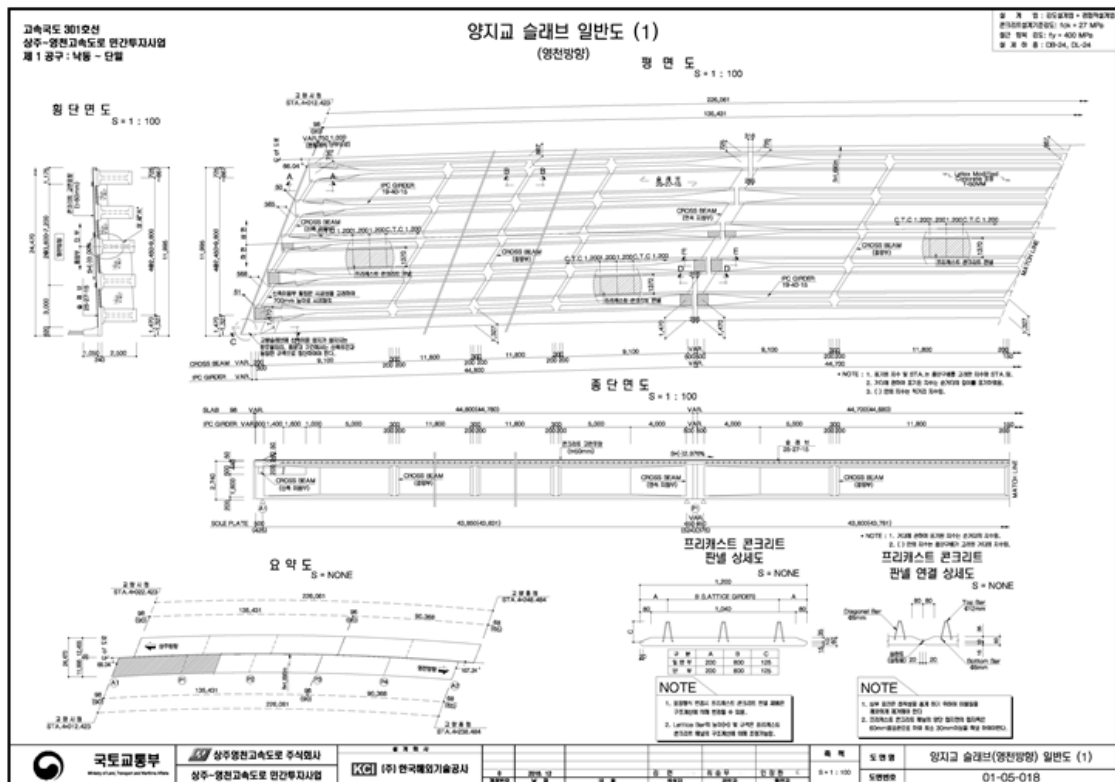
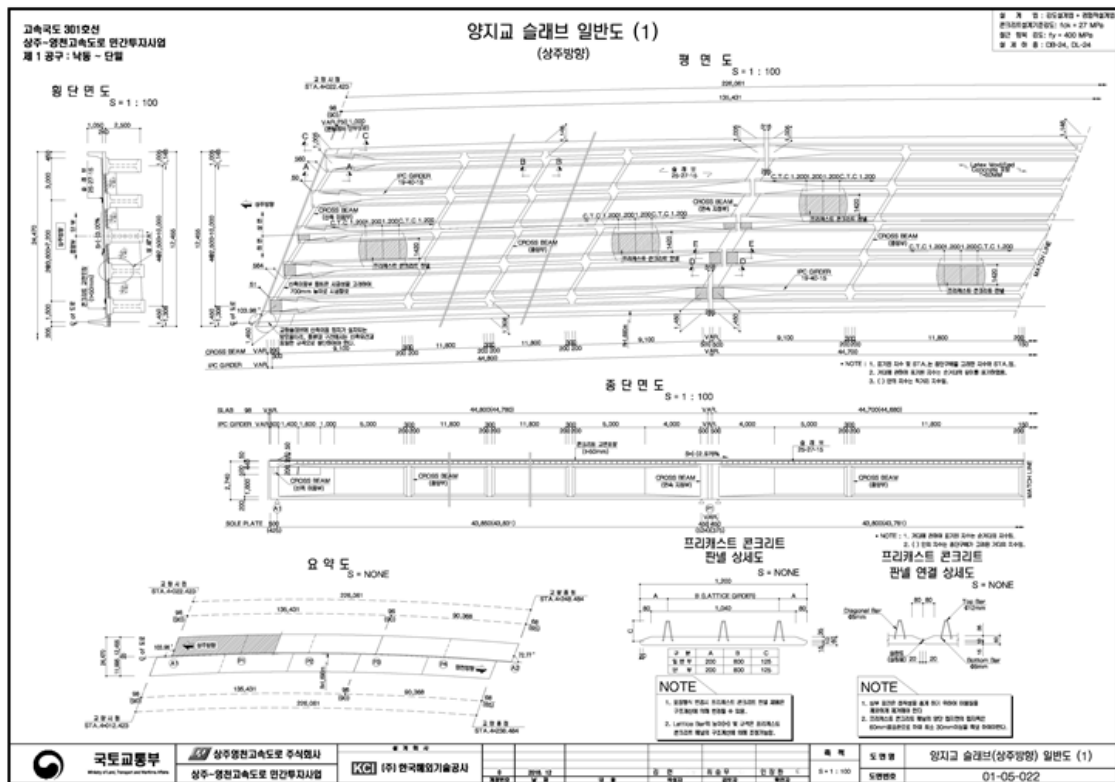
2.1.2 위치도 및 전경사진



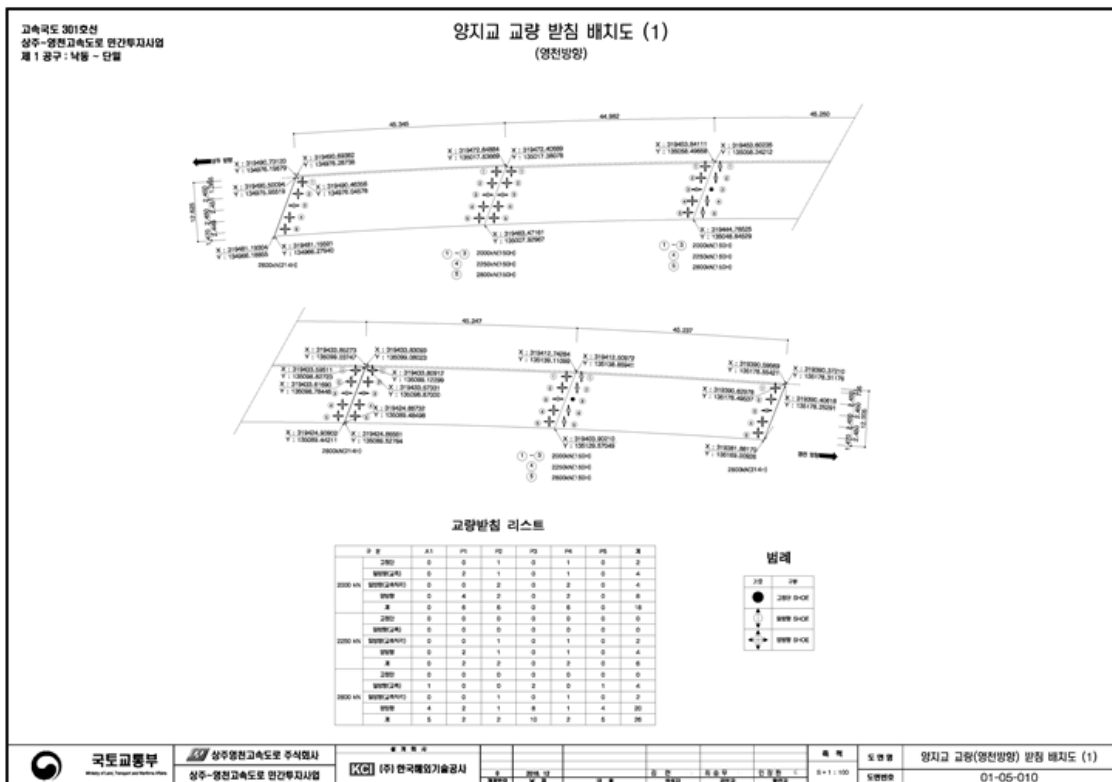
【그림 2.1.1】 위치도

	
측면 전경	교면포장 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

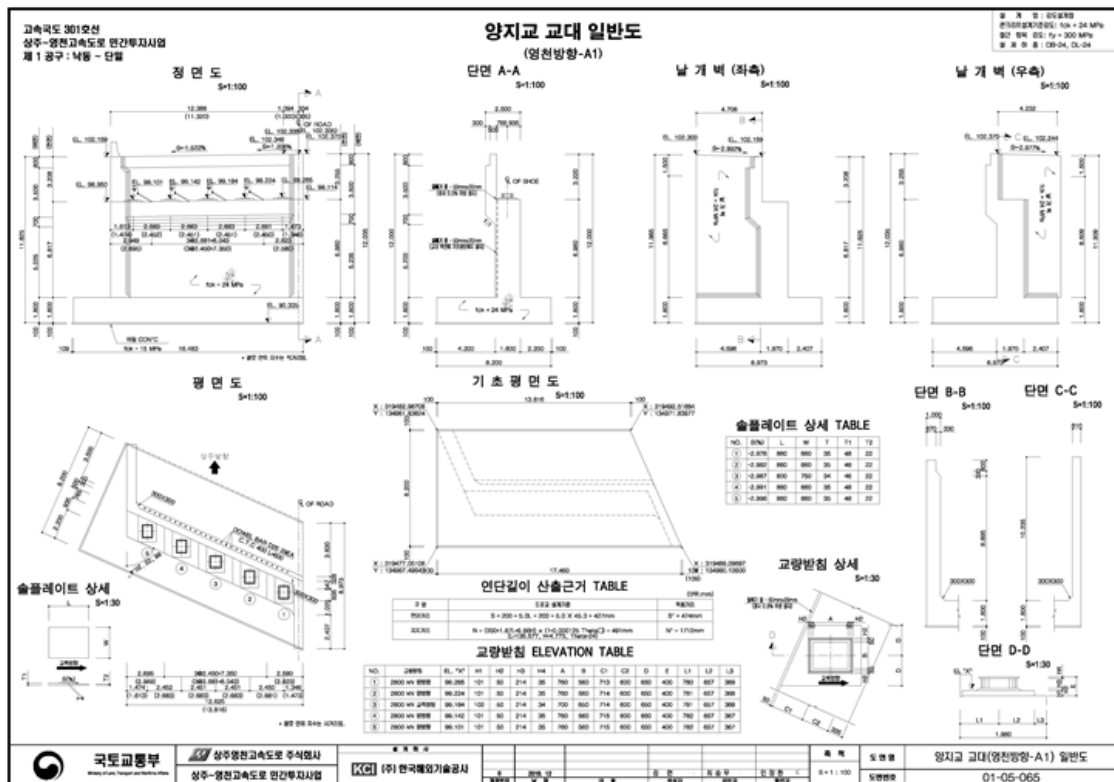
【그림 2.1.2】 부재별 현황



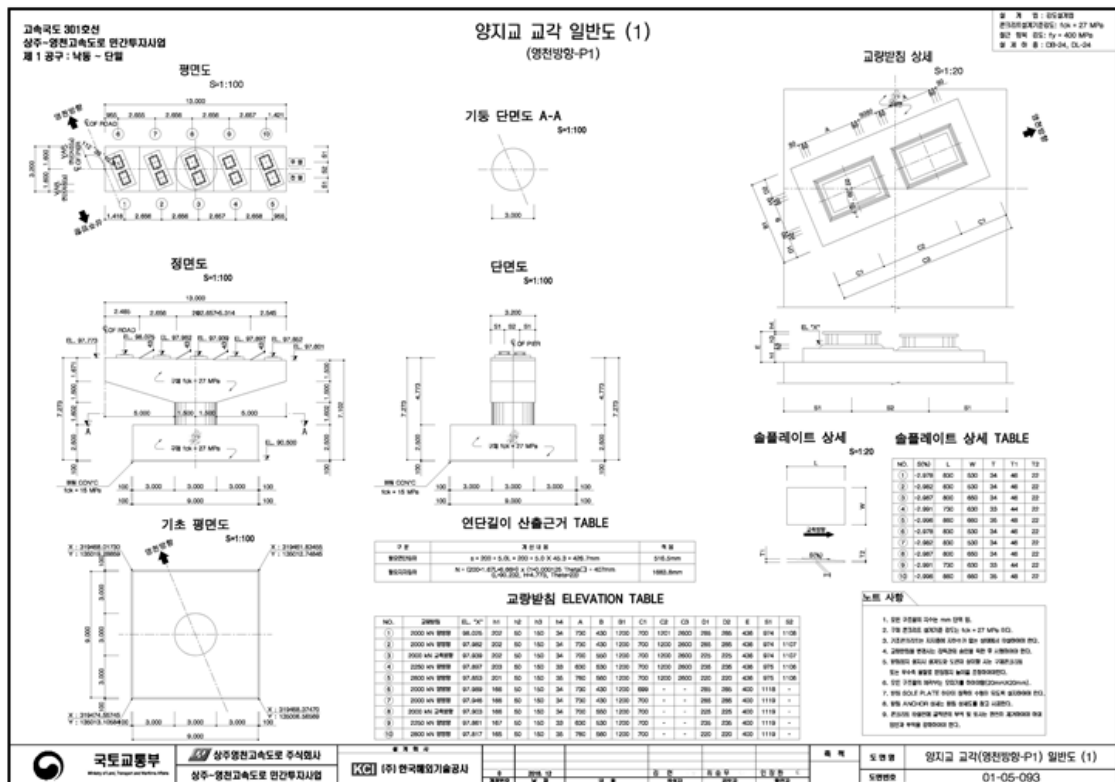
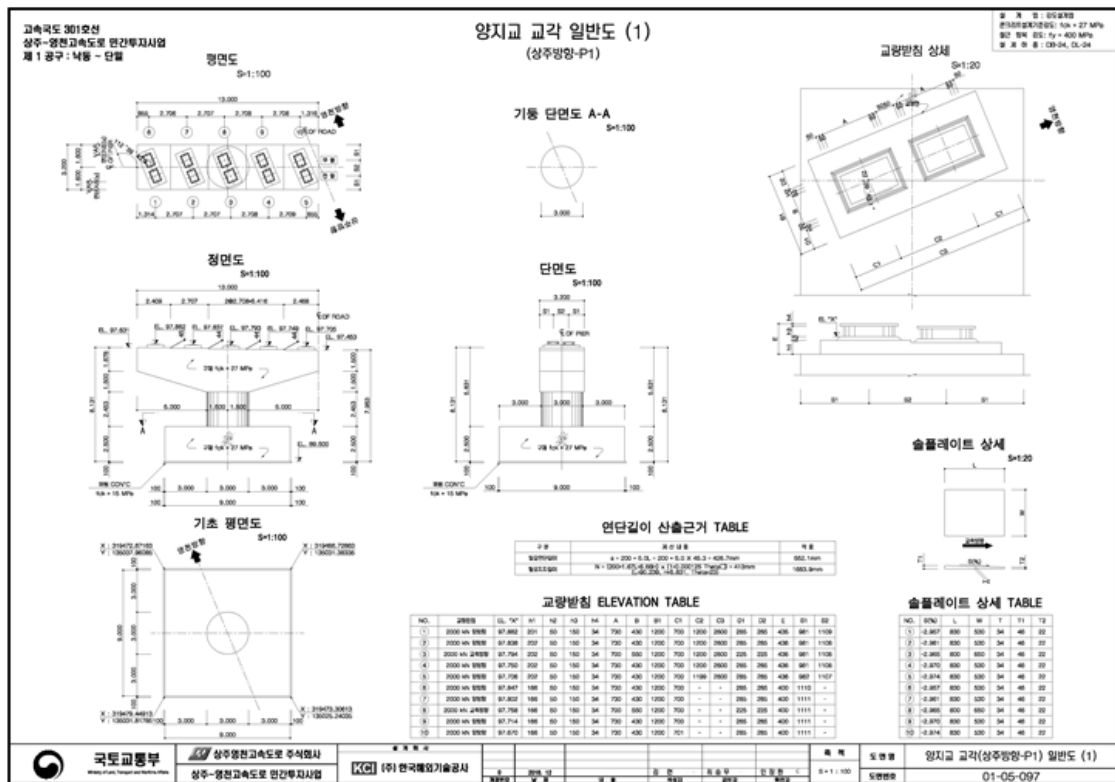
【그림 2.1.4】 슬래브 일반도



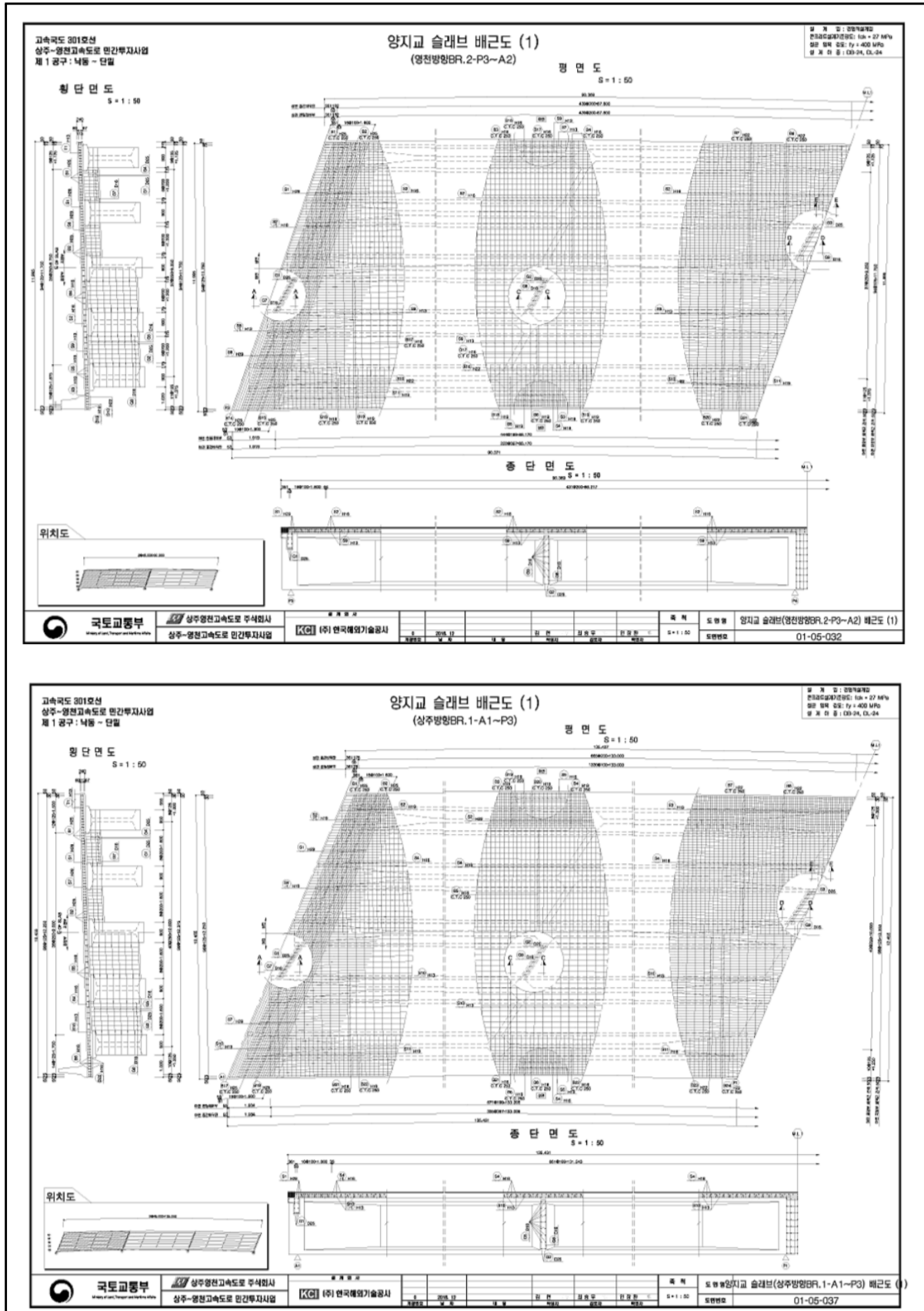
【그림 2.1.5】 교량받침 배치도



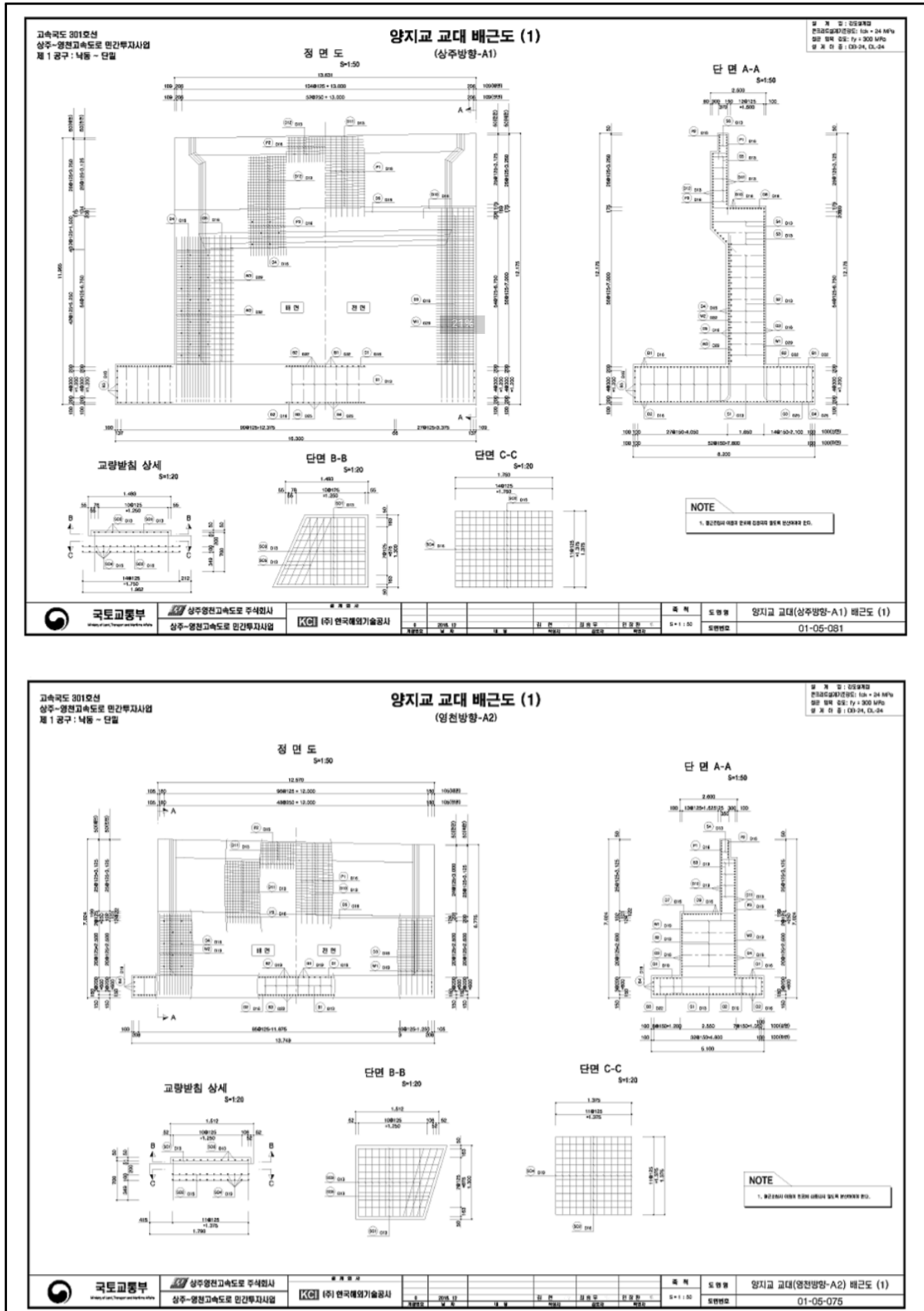
양지교-9



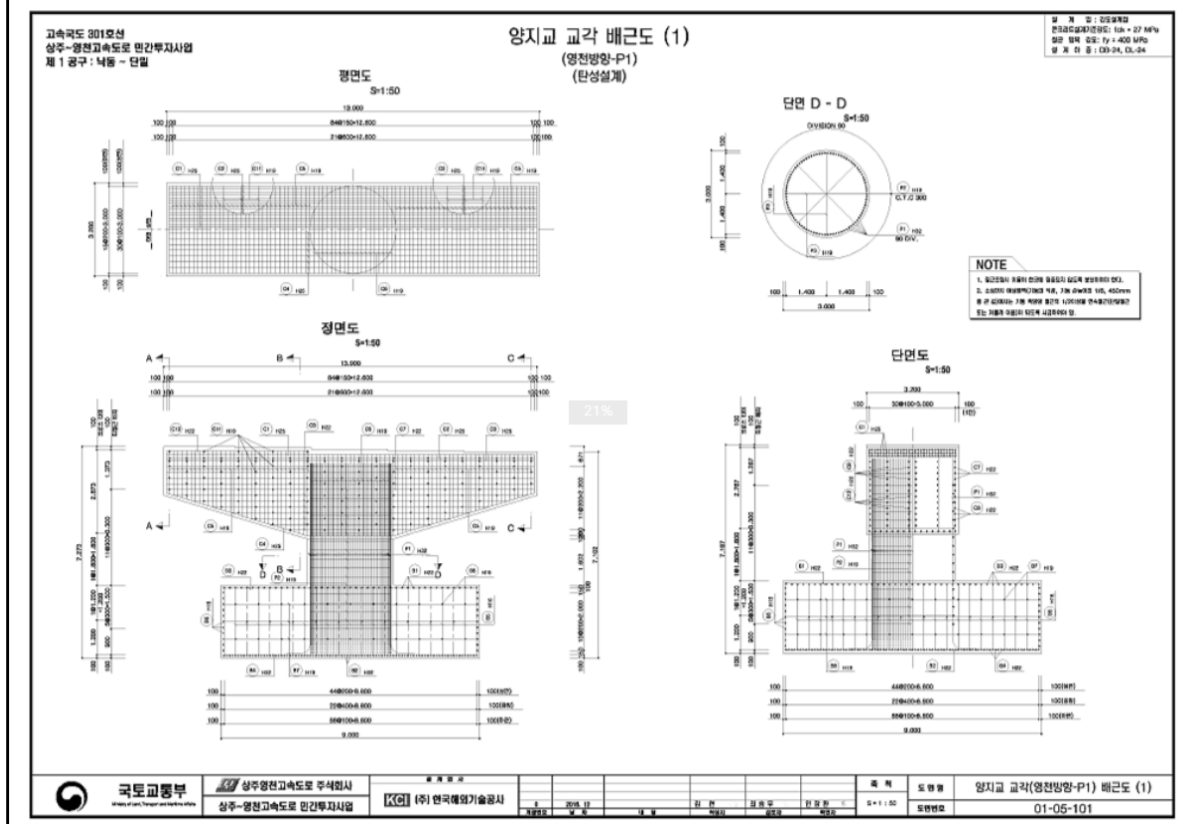
【그림 2.1.7】 교각 일반도



【그림 2.1.8】 슬래브 배근도



【그림 2.1.9】 교대 배근도



【그림 2.1.10】 교각 배근도

2.2 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.

2.2.1 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 낙정리를 종점으로 하는 연장 약 7.39km 구간에 해당한다.

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

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

본 조사지역 인근의 수계의 발달은 낙동강을 중류로, 잘 발달된 수지상수계를 이루고 있다. 위 점을 비롯한 비교적 큰 계류는 지층의 추방방향에 대략 평행한 유로를 만들고 있는 곳이 많다. 낙동강과 위천은 매우 완만히 사형하여, 하천 폭에 비하여 암속하천의 산고는 낮고, 산사 역시 매우 완만하여, 하각작용보다는 확대 및 퇴적작용이 우세한 단계에 있다. 일월산맥을 중심으로 동쪽 지역은 유수에 의한 침식이 활발히 진행되고 있는 장년기 단계이고, 서쪽 지역은 룯에 의한 하각보다는 유로의 확대 및 퇴적이 우세해지는 초기 노년기의 단계에 있다.

2.1.2 지질

본 조사지역은 낙동도폭(1:50,000) 남서측에 위치하며 선캄브리아기에 형성된 흑운모화강암질 편마암을 중생대 유라기에 관입한 흑운모화강암이 기반암을 이룬다. 백악기 중생암맥 및 산성암맥이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두껍고 넓게 분포하고 있다. 흑운모 화강암은 상봉산 산체를 구성하며 낙동층군에 의하여 부정합적으로 피복된다. 흑안쪽으로 녹회색의 세립질암이나 2-3mm 정도의 신선한 장석이 결정층 이룬다. 본 관측지역에서는 풍화대가 매우 두터운 층후로 분포한다.

각 지층에 대한 지질기호는 다음과 같다.

(1) 선캄브리아기 변성암류

본 암은 과업지역에 위치하고 있는 낙동도둑의 서남쪽의 박두령, 낙정동, 일호리에 분포한다. 선캄브리아기의 변성암류는 선캄브리아기의 영남기에 속하며, 흑운모화강암질편마암과 반상편암 편마암으로 구분되어 있다. 과업지역에 이웃해서 분포되어 지질기반을 이루고 과업지역의 서쪽으로 광범위한 분포를 보이고 있다.

상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사

5

<조사지역 지질도>



이 지역의 지질도의 지질기호표는 아래와 같다.

선생대 제4기	[Symbol]	충적층
백악기	[Symbol]	상생암맥
	[Symbol]	다인층류
시대미상	[Symbol]	매립성백암
유라기	[Symbol]	흑운모화강암
선캄브리아기	[Symbol]	흑운모화강암질편마암

상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사

7

(2) 흑운모암강암

본 암층은 과업지역에 위치한 상봉산 산체를 구성하고 있으며, 흑운모화강암질편마암 및 반상 편암편마암을 결빙하며, 낙동층에 의하여 부정합으로 피복된다. 녹회색의 세립질암이나 신선한 장석이 분포를 이룬다. 본 암의 구성광물분 암반의 순위로 사장석, 석영, 미사장석, 철장석, 페어다이트, 흑운모 및 소량의 흑운모이다. 사장석은 누대구조가 완전하고 변질에 심하며 누대구조의 내부는 녹색적으로 변질되었다. 석영은 모두 파동소공이 현저하다. 미사장석과 페어다이트는 신선하여 대결정을 이루고 내부에 석영, 사장석, 흑운모를 포리는 별구조를 나타내는 것이 많다. 철장석은 고온도와 흑운모로 변질되고 특히 우자의 생성이 현저하다. 철장석 층에는 칼스파트 광물을 이루는 것이 있다. 흑운모는 일부 녹염색, 녹니색, 황갈색으로 변질되어 있다. 산성산 북쪽에는 흑운모화강암의 연변상이 비교적 넓은 분포를 보이면서 나타나고 있다. 연변상은 미세한 호상 구조를 나타내는 세립질암이며 화강암질편마암에 유사하다. 경하에서 관찰하면 세립상인 흑운모가 일정한 방향으로 배열하며 광물성분은 흑운모화강암과 동일하다.

(3) 매립성백암

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

(4) 낙동층

본 층은 낙동층군의 최하부층으로 과업지역의 북동방향으로 대부분의 지역을 점하고 있다.

본 층은 관아암류 및 화성암류로 본 지반의 침식면상에 부정합적으로 침적되어 있으며, 주로 역암, 사암, 세일 및 역질사암등으로 구성되어, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 세일이 우세하다. 과업지역 인근의 낙동층은 역암이 우세한 하부의 민경산층류로 구성되어 있다. 민경산층류는 과업지역의 동쪽방향의 민경산과 동북방향의 비봉산을 중심으로 광범하게 분포하고 있으며, 최기저부의 세일 및 역암, 하부의 사암, 사질역암, 역암 및 세일, 중부의 역암과 역질사암으로 구성된다.

(4) 암맥류

암맥류는 불국사화성암류를 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

산성암맥은 규장암맥과 석영암맥으로 구성되어, 염기성암맥으로는 인산반암 및 심록암질 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

고속국도 제301호선 상주-영천 고속도로 안전투자사업(제1공구) 제 4 점 조사결과

지반 조사결과

양지교에 대한 시추수행은 총 13개소로 이에 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 시추조사 결과 비교

공구		위치 (좌표)		지.층		지.층	
구분	위치	구분	위치	구분	위치	구분	위치
000-45-1	-	상주방향 44027.0 (구 9.8m)	-	101.89	-	점	0.0-1.5
						점	1.6-2.5
						점	2.5-4.4
000-45-2	-	상주방향 44028.0 (구 4.1m)	-	109.50	-	점	4.4-7.4
						점	0.0-1.5
						점	1.8-4.4
000-45-1	000-45	상주방향 44027.0 (구 9.8m)	-	92.98	-	점	4.4-6.0
						점	6.0-9.0
						점	0.0-1.5
000-45-2	000-45	상주방향 44028.0 (구 5.0m)	-	93.54	-	점	1.5-3.3
						점	3.3-6.3
						점	6.3-9.0
000-45-1	000-45	상주방향 44027.0 (구 9.8m)	-	92.98	-	점	0.0-1.5
						점	1.5-3.3
						점	3.3-5.3
000-45-2	000-45	상주방향 44028.0 (구 5.0m)	-	93.54	-	점	5.3-6.5
						점	6.5-9.0
						점	0.0-0.5
000-45-1	000-45	상주방향 44027.0 (구 5.9m)	-	87.50	88.65	점	-
						점	0.5-2.7
						점	2.7-3.4
000-45-1	000-45	상주방향 44027.0 (구 5.9m)	-	87.50	87.98	점	3.4-4.4
						점	0.0-0.6
						점	0.6-2.0
000-45-1	000-45	상주방향 44027.0 (구 5.9m)	-	87.50	87.98	점	2.0-2.7
						점	3.7-5.0
						점	5.0-6.0
000-45-2	000-45	상주방향 44028.0 (구 6.0m)	-	81.31	78.03	점	-
						점	0.0-0.5
						점	0.5-0.6
000-45-1	000-45	상주방향 44027.0 (구 6.1m)	-	81.31	81.23	점	0.5-0.6
						점	0.6-0.9
						점	-
000-45-2	000-45	상주방향 44028.0 (구 6.1m)	-	81.31	81.23	점	1.5-2.5
						점	-
						점	2.5-4.7

3.2 지 질

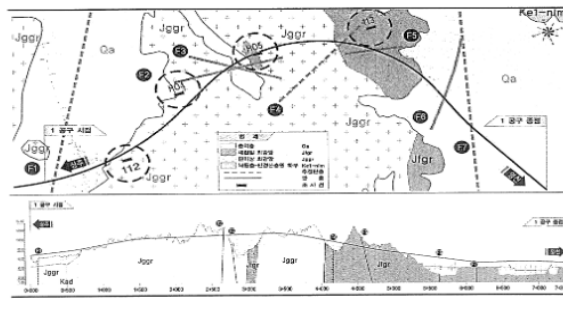
3.2.1 지질개요

과입지력에 분포하고 있는 암종으로는 뚜렷한 편마구조가 발달하는 조립질의 편마성 화강암과 미약한 입리를 보이며 세립질의 화강암(세립질 화강암)과 화강성섬암이 분포하고 있으며, 이들 산성암류(규질암)과 염기성암류(각성암)가 관입하고 있는 암상을 형성

3.2.2 지질개요표

지질시대	층 명	특 성
제4기	충적층(Qa)	-하천 및 산곡 퇴적물
	----- 부경암 -----	
	충성암류(Kid), 신성암류(Kac)	-과산성 지암
	----- 관입 -----	
	화강암(Jgr)	-과산성의 지암
중생대	세립질 화강암(Jgr)	-열리 발달 미약, 세립질, 부분적으로 편마성특징 암상 포함
	----- 관입 -----	
	편마성 화강암(Jgr)	-열리 발달, 조립질

3.2.3 지질종-평면도



③ 풍 화 토

기반암의 상부층화대인 풍화토층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 2.5-9.0m로 분포한다. 구성토질은 실트질 모래이며, 표준관입시험 결과 N값은 10/30-50/10의 범위로 보통조밀한 상태일 것으로 보여준다. 함수 상태는 습윤 상태이고 색조는 갈색, 암갈색을 띤다.

④ 풍 화 암

기반암의 하부층화대인 풍화암층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 0.5-9.0m로 분포한다. 골절시 실트적인 모래로 분해되었으며, 소량의 양탄 코어가 회수되었다. 표준관입시험 결과 N값은 50/10-50/5의 범위로 매우조밀한 상태일 것으로 보이며, 색조는 갈색, 암갈색, 암갈색을 띤다.

⑤ 연 암 층

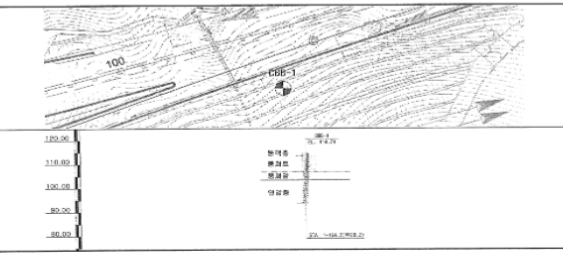
기반암인 화강암의 연암으로 CBB-2를 제외한 사주공에서 확인하였고, 층두께는 8.0-20.0로 분포한다. 풍화도는 심한풍화~약간풍화를 보이고 있으며 강도는 약한~강함의 상태를 보여준다. 코어회수율(TCR)은 50-100%, 양질지수(RQD)는 10-79%로 회수되었으며, 색조는 암갈색, 암갈색, 회갈색을 띤다.

⑥ 경 암 층

기반암인 화강암의 연암으로 풍화도는 11.0-30.0m이하에서 7.0-27.0m이하의 층두께로 확인되었다. 풍화도는 보통풍화~심상풍화 보이고 있으며 강도는 보통강함~매우강함의 상태를 보여준다. 코어회수율(TCR)은 100%, 양질지수(RQD)는 60-90%로 회수되었으며, 색조는 암갈색, 암갈색을 띤다.

(3) 지층 종 평면도

• CBB-1 (STA. 1+161.2)



4.1.3 각기부

각기부에 대한 사주수량은 총 5개소로 아래 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (B. (-)m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TCR/RQD)	지층수위 (B. (-)m)
CBB-1	1+161.2 (우 28.2m)	충적층	0.0-1.4	1.4	자갈적인 실트질 모래	16/30	11.2
		풍화암	1.4-8.0	6.6	실트질 모래	10/30-50/21	
		연 암	8.0-11.4	3.4	기반암의 풍화암	50/9-50/5	
CBB-2	1+109.4 (우 22.7m)	연 암	11.4-21.0	9.6	화강암의 연암	(70-100/27-63)	7.5
		풍화암	0.0-6.5	6.5	실트질 모래	33/30-50/17	
		충적층	8.5-9.0	2.5	기반암의 풍화암	-	
CBB-3	2+409.8 (좌 56.5m)	충적층	0.0-1.8	1.8	자갈적인 실트질 모래	32/30	22.0
		풍화암	1.8-5.5	3.7	실트질 모래	50/30-50/10	
		충적층	5.5-14.5	9.0	기반암의 풍화암	50/9	
CBB-4	3+854.8 (좌 30.0m)	연 암	14.5-33.0	18.5	화강암의 연암	(93-100/27-79)	17.5
		풍화암	0.0-2.5	2.5	실트질 모래	50/15-50/13	
		충적층	2.5-3.0	0.5	기반암의 풍화암	-	
CBB-5	4+458.1 (우 38.2m)	연 암	3.0-11.0	8.0	화강암의 연암	(100/45-70)	17.0
		경 암	11.0-33.0	22.0	화강암의 연암	(100/98-90)	
		충적층	0.0-9.0	9.0	실트질 모래	30/30-50/12	

(2) 지층개요

① 매 입 층

본 층은 최상부 지층으로 사주공 CBB-3에서 확인되었으며, 층두께는 1.8m로 분포한다. 자갈적인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 32/30으로 조밀한 상태일 것으로 보여준다. 함수상태는 습윤 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

② 풍 화 층

본 층은 사주공 CBB-11에서 확인되었으며, 층두께는 1.4m로 분포한다. 자갈적인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 16/30으로 보통조밀한 상태일 것으로 보여준다. 함수상태는 습윤 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

공 사 명	상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구) 시공중 확인보통
-------	----------------------------------

CBB-1	작업현경	CBB-1	작업현경

CBB-1	표준관입시험	CBB-1	시료채취

CBB-1	코어채취	CBB-2	작업현경

2.2.2 시설물 점검이력

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

【표 2.2.1】 양지교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	양지교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 파손, 난간 균열, 균열부 백태, 백태, 받침장치의 받침물탈 파손, 거더 파손, 교대 누수흔적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	양지교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열 및 들뜸, 난간 균열 및 백태, 받침장치의 무수축물탈 파손, 거더 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	양지교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열 및 들뜸, 난간 균열 및 백태, 받침장치의 무수축물탈 파손, 거더 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	양지교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 파손, 난간 균열 및 백태, 파손, 신축이음 후타재 파손. 받침장치 무수축물탈 파손, 바닥판 철근노출, 거더 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회정밀안전점검결과를바탕으로양지교에발생한손상의진전을방지하고,보수를통한구조물의내구성확보를위한적절한조치가필요하다. 이상과같이자료조사,외관조사,내구성조사등의결과를분석하여평가된구조물의상태평가결과를종합적으로평가한안전등급은「기능발휘에는지장이없으나경미한손상,결함,열화등이발생하여내구성증진을위해부분적으로보수가필요한상태」인「B」등급으로평가되었다.구조적인손상및결함은없는것으로판단되어별도의정밀안전진단은필요없을것으로판단되며,본보고서에제시된방안으로보수를시행하고지속적인유지관리를실시한다면구조물의사용성을확보하는데문제가없을것으로사료된다.	B

【표 2.2.1】 양지교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	양지교의 주요 손상현황으로는 난간 균열 및 백태, 파손, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 무수축물탈 균열, 박리, 박락, 바닥판 철근노출, 교대 및 교각 균열, 백태 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	정기 안전점검	양지교의 주요 손상현황으로는 난간 균열 및 백태, 파손, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 무수축물탈 균열, 박리, 박락, 바닥판 철근노출, 교대 및 교각 균열, 백태 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	정기 안전점검	양지교(1공구)의 금회 주요 손상현황으로는 난간 균열 및 백태, 파손, 신축이음 후타재 균열, 파손, 교량받침 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 바닥판 철근노출, 교대 및 교각 균열, 백태 등의 손상이 조사되었고, 교량받침 무수축물탈 균열, 박리, 박락 등에 대한 보수가 실시되었다. 기 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 점검을 통한 주의관찰과 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	-바닥판하면균열(0.3mm미만),박리,박락,재료분리및철근노출,들뜸 -거더상태양호 -가로보상태양호 -교대균열(0.3mm미만),누수흔적,백태 -교각균열(0.3mm미만),누수흔적,거푸집미제거 -교량받침물탈균열(0.3mm미만),재료분리,철근노출,플레이트부식,도장박락 -신축이음후타재균열,망상균열,박리,차수판볼트탈락 -교면포장접속부파손 -배수시설그레이팅변형,파손 -방호벽균열(0.3mm이상),균열부백태,파손,철근노출	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	-교면포장접속부파손 -배수시설배수구그레이팅변형,파손 -방호벽균열(폭0.3mm미만),균열부백태,파손및철근노출,교명판파손 -신축이음후타재균열및망상균열,파손,박리,본체부식,차수판볼트탈락 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만),박리,박락,재료분리,파손및철근노출,들뜸 -교량받침무수축물탈균열,받침콘크리트균열,재료분리철근노출,플레이트부식,들뜸,거푸집제거불량 -교대균열(폭0.3mm미만),누수흔적,백태,폐콘크리트퇴적 -교각균열(폭0.3mm미만),누수흔적,거푸집미제거,폐콘크리트퇴적	양호

【표 2.2.1】 상촌교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 교면포장접속부파손 - 배수시설배수구그레이팅변형, 파손 - 방호벽균열(폭0.3mm미만), 균열부백태, 파손및철근노출, 교명판파손 - 신축이음후타재균열및망상균열, 파손, 박리, 본체부식, 차수판볼트 탈락 - 바닥판하면균열(폭0.3mm미만), 박리, 박락, 재료분리, 파손및철근노출, 들뜸 - 교량반침무수축물탈균열, 반침콘크리트균열, 재료분리철근노출, 플레이트부식, 들뜸, 거푸집제거불량 - 교대균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 백태, 폐콘크리트퇴적 - 교각균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 거푸집미제거, 폐콘크리트퇴적	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 교면포장접속부파손 - 배수시설배수구그레이팅변형, 파손 - 방호벽균열(폭0.3mm미만), 균열부백태, 파손및철근노출, 교명판파손 - 신축이음후타재균열및망상균열, 파손, 박리, 본체부식, 차수판볼트 탈락 - 바닥판하면균열(폭0.3mm미만), 박리, 박락, 재료분리, 파손및철근노출, 들뜸 - 교량반침무수축물탈균열, 반침콘크리트균열, 재료분리철근노출, 플레이트부식, 들뜸, 거푸집제거불량 - 교대균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 백태, 폐콘크리트퇴적 - 교각균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 거푸집미제거, 폐콘크리트퇴적	양호

2.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	바닥판하면은 전구간 콘크리트 데크플레이트가 설치된 상태로 확인되었으며, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
PSCI Girder	거더의 외관조사 결과, 기 손상인 백태가 발생하였고, 손상부는 외측 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	가로보의 외관조사 결과, 시공시 다짐불량 등에 의한 재료분리가 발생하였고, 기존 누락 손상인 재료분리가 추가 조사되었다. 재료분리의 경우 부재의 내구성 확보차원의 단면보수가 필요하며, 발생한 백태는 외부 우수유입에 의한 손상으로 기존 누락손상으로 확인된바, 표면처리 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.	
교대	교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 신축이음과 연계한 보수가 필요한 상태이다. 균열 및 백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.	
교각	- 교각에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. - 교각에 발생한 코핑부 박리는 시공미흡, 보수미흡, 열화에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. - 교각에 발생한 표면오염의 경우, 강우시 우수로 현재 외측면 걸쳐 손상이 발생하였고, 주의관찰 후 손상의 진전시 일괄보수 실시 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	
교량받침	- 받침콘크리트 및 무수축몰탈에 발생된 콘크리트 박리는 국부적인 손상으로 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. - 무수축몰탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리 등의 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
신축이음장치	- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 후타재 들뜸은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하나, 금회 보수 보다는 손상의 진전 및 신규 손상 발생시 주의관찰 후 일괄보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.. - 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 청소 등의 정비가 요구되며, 발생한 단차는 접속부 침하로 인한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교면포장	교면포장은 전구간 보수된 상태로, 현재 신규 손상은 없는 것으로 확인된 바, 주기적인 점검을 통하여 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 판단된다.	
배수시설	배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 배수구는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 및 주기적인 배수고 정비 등의 상시적인 유지관리가 필요하다.	
방호벽	방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	바닥판하면은 전구간 콘크리트 데크플레이트가 설치된 상태로 확인되었으며, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
PSCI Girder	거더는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	교대에 백태의 경우 우수유입 등의 원인에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치가 요구된다.	
교각	- 교각에 발생한 균열 및 균열부백태는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 균열부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. - 교각에 발생한 표면오염의 경우, 강우시 우수로 현재 외측면 걸쳐 손상이 발생하였고, 주의관찰 후 손상의 진전시 일괄보수 실시 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	
교량받침	- 받침콘크리트 및 무수축물탈에 발생된 콘크리트 들뜸, 재료분리 등의 손상은 국부적인 손상으로 시공시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상부는 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. - 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리 등의 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
신축이음장치	- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. - 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
교면포장	교면포장은 전구간 보수된 상태로, 현재 신규 손상은 없는 것으로 확인된 바, 주기적인 점검을 통하여 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요 할 것으로 판단된다.	
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 균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	28.4 ~ 29.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.1 ~ 48.3	40.0	
	하부구조	교대	25.5 ~ 27.7	24.0	
		교각	26.9 ~ 28.7	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0 ~ 35.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		90.0 ~ 95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

시 험 명	시험부위		시험 결과(영천방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.4 ~ 28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.6 ~ 48.8	40.0	
	하부구조	교대	24.1 ~ 26.8	24.0	
		교각	27.1 ~ 28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		34.0~37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		91.0~94.0	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	
상촌교	0.139	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(상주방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	백태	표면처리	0.8	1.20	m ²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	1.65	2.47	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.3	0.45	m ²	—	—	하자
교대	균열(폭0.3mm 미만)	표면처리	1.0	0.38	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	2.0	3.00	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.25	0.38	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	14.45	5.42	m	—	—	하자
	박리, 표면박리 등	단면보수	3.31	4.97	m ²	—	—	하자
	표면오염(누수흔적)	표면처리	82.5	123.75	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.3	0.86	m	54	46	3순위
	받침콘크리트 박리	단면보수	0.2	0.30	m ²	165	50	2순위
	무수축물탈 박리	단면보수	0.01	0.02	m ²	165	3	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	6.0	2.25	m	54	122	3순위
	이물질퇴적	정비	5.0	7.50	m	25	188	3순위
	후타재 들뜸	단면보수	0.1	0.15	m ²	165	25	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm 미만)	표면처리	54.5	20.44	m	54	1,104	3순위
	균열부백태	표면처리	2.0	3.00	m ²	54	162	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		53		1,647		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		27		824		
	합계	—		80		2,471		
개략공사비 총계(천원)		2,551						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 보수·보강 방안 및 개략공사비(영천방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	백태	표면처리	1.2	1.80	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm이상)	주입보수	7.0	10.50	m	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.2	0.30	m²	—	—	하자
	표면오염(누수흔적)	표면처리	70.25	105.38	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.6	0.22	m	54	12	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	2.9	4.35	m²	165	718	2순위
	받침콘크리트 들뜸	단면보수	0.6	0.90	m²	165	149	2순위
	무수축물탈 들뜸	단면보수	1.5	2.25	m²	165	371	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	6.0	2.25	m	54	122	3순위
	이물질퇴적	정비	6.0	9.00	m	25	225	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	3순위
방호벽	균열(0.3mm 미만)	표면처리	249.0	93.38	m	54	5,043	3순위
	균열부백태	표면처리	0.5	0.75	m²	54	41	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm 미만)	1순위		2순위		3순위		
	균열부백태	—		1,238		5,446		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		619		2,723		
	합계	—		1,857		8,169		
개략공사비 총계(천원)		5,026						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

사. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 상촌교에 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 상촌교의 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.

2.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 기 손상인 하부구조 균열(폭0.3mm미만) 및 플레이트 들뜸 및 부식, 후타재 균열 및 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.	

2.2.5 시설물 보수 이력

【표 2.2.3】 양지교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교각, 교량받침 표면보수 교량받침, 신축이음 단면보수	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	-	-	-
2	S1-S5 교면포장	교면포장 균열보수, 망상균열 보수, 콘크리트파손 보수	2017-07-01 ~ 2017-12-31	-	-	-

2.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 2.2.4】 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.			

2.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

2.2.8 자료수집 현황

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

2.3 현장조사

2.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 굴절차를 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~S5	도보, 굴절점검차	2023.08.28.~2023.09.28.	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	

【사진 2.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

2.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 양지교는 총 5경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=225.0m 폭 24.6m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간가 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 굴절점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열, 콘크리트 박리, 박락, 파손 및 철근노출, 재료분리 및 철근노출, 균열부 백태 등의 손상이 신규 조사되었다.

【표 2.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(폭 0.3mm미만) (m/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)		박리, 박락 (㎡/개소)		파손, 재료분리 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	0.50	1	0.28	2
S2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	0.14	2	—	—
S4	0.50	1	—	—	0.09	1	—	—
S5	—	—	0.10	1	1.60	2	1.00	1
합계	0.50	1	0.10	1	2.33	6	1.28	3

			
손상현황	• S1 들뜸(0.5m×1.0m)	손상현황	• S1 철근노출 (0.1m×0.3m)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등	원 인	• 피복부족
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• S1 파손 및 철근노출(0.5m×0.5m)	손상현황	• S3 박락(0.2m×0.4m)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 피복부족	원 인	• 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등
조치방안	• 단면보수+방청	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 박리(0.2m×0.3m)	손상현황	• S4 박리(0.3m×3.0m)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등	원 인	• 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 2.3.3】 바닥판하면 손상현황

			
손상현황	• S4 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• S5 균열부백태(0.2m×0.5m)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 피복부족
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• S5 박락(0.2m×1.0m)	손상현황	• S5 박락(0.2m×7.0m)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 외부충격	원 인	• 시공시 다짐미흡, 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 2.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀조사로 인한 균열부백태, 철근노출, 들뜸, 박리가 신규 확인되었고, 기 손상인 폭 0.3mm미만 균열, 콘크리트 박리, 박락, 파손 및 철근노출, 재료분리 및 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

【표 2.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	박리, 박락	m ²	0.34	3	2.33	6	▲ 1.99	신규손상
	파손, 재료분리 및 철근노출	m ²	1.25	2	1.28	3	▲ 0.03	신규손상
	균열부백태	m ²	—	—	0.10	1	▲ 1.25	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 균열 및 균열부 백태는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 균열부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 박리, 박락, 철근노출 등의 단면손상부는 시공미흡, 다짐불량, 피복부족, 열화 등에 의한 복합적인 손상으로 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면 보수+방청 등의 유지관리가 요구된다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSCI 는 5열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



거더 전경

【사진 2.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.3】 거더 외관조사 결과

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

			
손상현황	• 거더 상태양호	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 거더 상태양호	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 2.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.5】 가로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 가로보 상태양호	손상현황	• 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 2.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



교대 전경
【사진 2.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 기 손상인 누수흔적, 체수, 백태가 발생한 것으로 조사되었다.

【표 2.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	누수흔적, 체수 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
A1	11.0	2	1.0	1
A2	1.50	1	—	—
합계	12.5	3	1.0	1

			
손상현황	• A1 체수 (1.5m×1.0m)	손상현황	• A1 누수흔적 (1.0m×5.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 백태 (1.0m×1.0m)	손상현황	• -
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 2.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 2.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	누수흔적, 체수	m ²	11.00	2	12.50	3	▲ 1.5	신규손상
	백태	m ²	0.30	1	1.00	1	▲ 0.7	신규손상

4) 검토의견

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 양지교의 교각은 T형교각 4기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 폭 0.3mm미만 균열, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적, 거꾸집 미제거 등의 손상이 조사되었다.

【표 2.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		폐 콘크리트 퇴적 (m³/개소)		누수흔적 (m²/개소)		거꾸집 미제거 (개소/개소)	
P1	3.00	3	1.00	1	—	—	1.00	1
P2	2.50	2	—	—	2.00	1	—	—
P3	—	—	10.00	8	—	—	—	—
P4	3.50	1	—	—	—	—	—	—
합계	9.00	6	11.00	9	2.00	1	1.00	1

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.1mm)	손상현황	• P3 코핑부 폐기물적치
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 시공 후 정리미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 청소
			
손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm)	손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm)	손상현황	• P2 누수흔적(1.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 외부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P4 코핑부 이물질적치	손상현황	• P4 코핑부 균열(0.2mm)
원 인	• 시공 후 정리미흡	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교각은 기 손상인 균열, 폐콘크리트 퇴적, 거푸집미제거, 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다, 금회 정밀조사로 인한 균열이 신규 조사되었다.

【표 2.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.00	4	9.00	6	▲ 5.00	신규손상
	폐콘크리트퇴적	m³	11.0	9	11.0	9	- -	변동없음
	누수흔적	m³	2.00	1	2.00	1	- -	변동없음
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

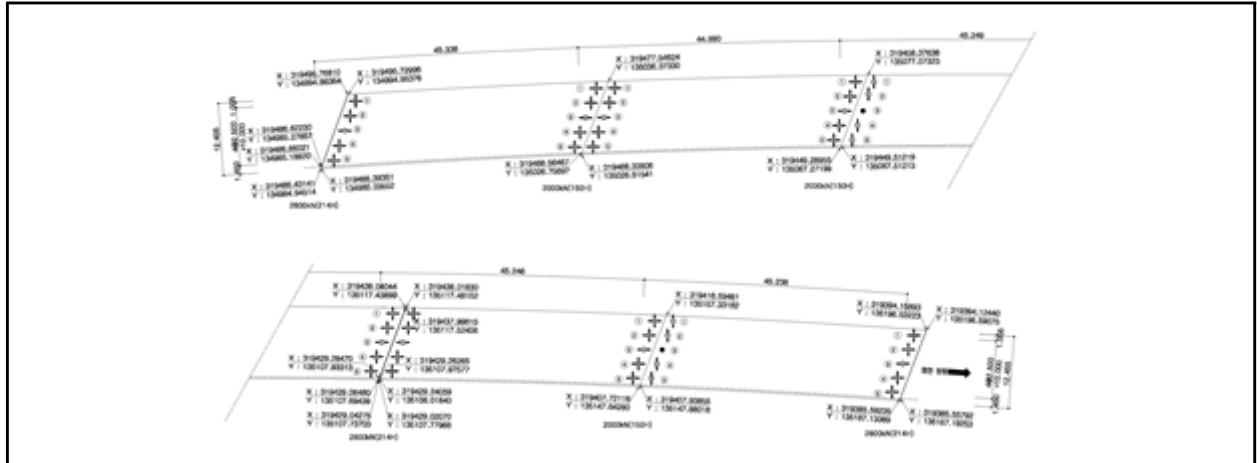
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 내구성 확보 차원의 표면보수 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 누수흔적은 외부 우수유입에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다. 발생한 폐 콘크리트 퇴적, 거푸집 미제거는 시공 미흡에 의한 손상으로 청소, 거푸집 제거 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 양지교의 받침은 탄성고무받침으로 총 50기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 2.3.1】 교량받침 배치도



탄성고무받침 전경

탄성고무받침 전경

탄성고무받침 전경

【사진 2.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 및 받침콘크리트 폭 0.3mm미만 균열, 재료분리, 플레이트 부식 및 녹발생, 들뜸 등의 손상이 확인되었다.

【표 2.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	받침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		플레이트 들뜸 (개소/개소)		받침콘크리트 철근노출 (㎡/개소)	
A1	—	—	0.01	1	3.00	3	—	—	—	—
P1	0.40	2	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	10.0	10	—	—
P3	2.40	12	—	—	8.00	8	—	—	0.01	1
P4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	4.00	4	—	—	—	—
합계	2.80	14	0.01	1	15.00	15	10.0	10	0.01	1

			
손상현황	• A1-Sh1 재료분리(0.1m×0.1m)	손상현황	• A1-Sh1 플레이트 부식
원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• A2-Sh5 플레이트 부식	손상현황	• P1-Sh5 몰탈 균열(0.2mm)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.13】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P2-Sh6 플레이트 부식	손상현황	• P2-Sh8 플레이트 들뜸
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 재도장	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P3-Sh10 몰탈 균열(0.1mm)	손상현황	• P3-Sh4 플레이트 부식
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P3-Sh5 몰탈 균열(0.1mm)	손상현황	• P3-Sh5 몰탈 균열(0.1mm)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 기 손상인 균열, 재료분리, 플레이트 부식, 들뜸, 철근노출이 조사되었고, 금회 정밀 조사로 인한 균열, 플레이트 부식이 추가 확인되었다.

【표 2.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

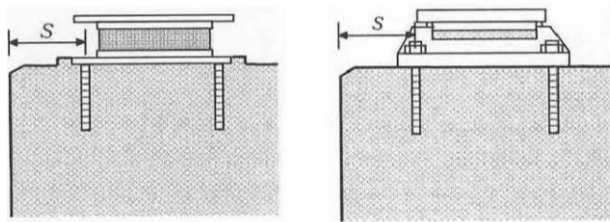
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.40	12	▲ 2.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	0.4	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	13.00	13	14.00	14	▲ 1.00	신규손상
	플레이트 들뜸	EA	10.00	10	10.00	10	— —	변동없음
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 받침본체에서 조사된 본체 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 무수축몰탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 재료분리, 철근노출 등의 단면손상은 시공미흡, 다짐 불량 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 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 2.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 2.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45 = 350(\text{mm})$

【표 2.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	540	540	530	550	540	O.K
P1	A1측	425	620	620	580	620	620	O.K
	A2측	425	710	710	700	710	710	O.K
P2	A1측	425	640	640	630	640	640	O.K
	A2측	425	730	730	730	730	730	O.K
P3	A1측	425	600	600	580	600	600	O.K
	A2측	425	710	710	710	710	710	O.K
P4	A1측	425	620	620	570	620	620	O.K
	A2측	425	720	720	660	720	720	O.K
A2		425	600	600	550	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



【사진 2.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 2.3.14】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, P3	24.9	15.1	0.00001	90.0	22.4	13.6	
P1, A2	24.9	15.1	0.00001	45.0	11.2	6.8	

1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 2.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1~5	-10	60	40	22.4	13.6	±50
P1	SH1~5	10	40	60	11.2	6.8	±50
	SH6~10	10	40	60			±50
P2	고정단						
P3	SH1~5	-10	60	40	22.4	13.6	±50
	SH6~10	-10	60	40			±50
P4	고정단						
A2	SH1~5	0	50	50	11.2	6.8	±50
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3에 핑거 조인트, A2에 모노셀 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

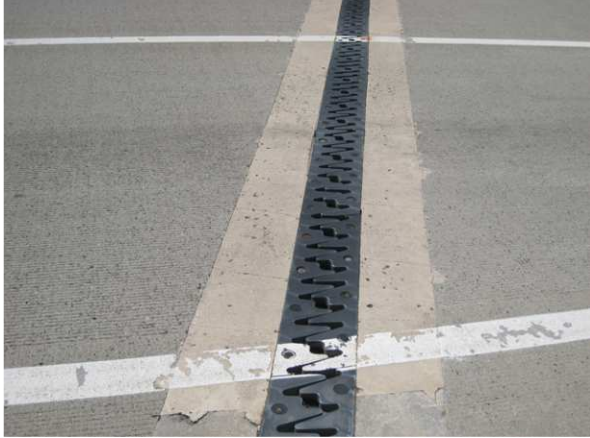
- 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 후타재 균열(0.3mm이상), 후타재 박리 및 파손, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었다.

【표 2.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 박리, 파손 (㎡/개소)		차수판 볼트 탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	2.50	5	0.09	1	—	—
P3 (EXP J2)	3.00	10	0.05	1	—	—
A2 (EXP J3)	—	—	—	—	1.00	1
합계	5.50	15	0.14	2	1.00	1



【사진 2.3.17】 신축이음장치 손상현황

			
손상현황	• A2 차수판 볼트탈락	손상현황	• P3 후타재 박리(0.1m×0.5m)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 단면보수

【사진 2.3.17】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 후타재 균열(0.3mm이상), 후타재 박리, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 후타재 파손이 신규 확인되었다.

【표 2.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	5.50	15	5.50	15	— —	변동없음
	후타재 박리, 파손	m ²	0.05	1	0.14	2	▲ 0.09	신규손상
	차수판 볼트 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 박리는 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트 탈락은 부재의 사용성 확보 차원의 볼트 재설치가 필요하며, 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 22. 기온 적용: 19.9℃(일평균) ΔT(신장시) : $35^{\circ}\text{C} - 19.9^{\circ}\text{C} = 15.1^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5.0^{\circ}\text{C} - (19.9^{\circ}\text{C}) = 24.9^{\circ}\text{C}$ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				 	
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	
	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	

【사진 2.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	24.9	15.1	0.00001	90	22.4	13.6	50.0	105.0	195.0	
P3	24.9	15.1	0.00001	90	22.4	13.6	55.0	105.0	676.0	
A2	24.9	15.1	0.00001	45	11.2	6.8	30.0	78.0	250.0	
1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 2.3.19】 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	22.4	13.6	50.0	90.0	72.4	36.4	O.K
P3	22.4	13.6	55.0	90.0	77.4	41.4	O.K
A2	11.2	6.8	30.0	65.0	41.2	23.2	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 19.9℃(9월 22일)로써 이때 측정유간은 305.0~55.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 접속부 파손, 접속부 이격이 조사되었다.

【표 2.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속부 파손 (㎡/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	0.30	1	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	12.00	1
합계	0.30	1	12.00	1

			
손상현황	• S1 접속부 파손(0.3m×0.1m)	손상현황	• S5 접속부 이격(12.0m)
원 인	• 접속부 침하, 시공미흡 등	원 인	• 접속부 침하
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 2.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 접속부 파손의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 접속부 이격이 확인되었다.

【표 2.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	접속부 파손	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	접속부 이격	m	—	—	12.00	1	▲ 12.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 접속부 파손 및 접속부 이격은 접속부 침하, 시공미흡, 외부 충격 등의 복합적 요인으로 추정되며 갓길측으로 주행성에 영향을 미치지 않는지만 부재의 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



배수시설 전경

【사진 2.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 상태로 확인되었다.

【표 2.3.22】 배수시설 외관조사 결과

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

	
손상현황	• 배수시설 상태양호
원 인	• -
조치방안	• -

【사진 2.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 손상이 없는 상태로 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 2.3.23】 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 전반적으로 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기 손상인 균열부 백태, 파손이 확인되었다.

【표 2.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	0.15	1	0.10	1
S2	0.75	5	—	—
S3	0.15	1	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
합계	1.05	7	0.10	1

			
손상현황	• S2 방호벽 균열부 백태(0.1m×1.5m)	손상현황	• S3 방호벽 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽에 발생한 균열부 백태, 파손은 기존 손상으로 손상의 진전 및 추가 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 2.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부백태	m ²	1.05	7	1.05	7	— —	변동없음
	파손	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. 파손의 경우 신축이음부와 점검계단 사이에 위치한 손상으로 차수판 앵커볼트 설치시 발생한 것으로 추정되며, 부재의 사용성 확보차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 양지교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~4에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



점검통로 전경

【사진 2.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	—	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 교량 점검시설 양호	손상현황	• 교량 점검시설 양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검통로는 손상이 없는 양호한 상태로, 신규손상이 확인되지 않았다.

【표 2.3.27】 점검통로 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 조사되었고, 점검로는 점검자의 안전과 연관되어 있으므로, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

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.

2.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 양지교는 총 5경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=225.0m 폭 24.6m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구간가 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



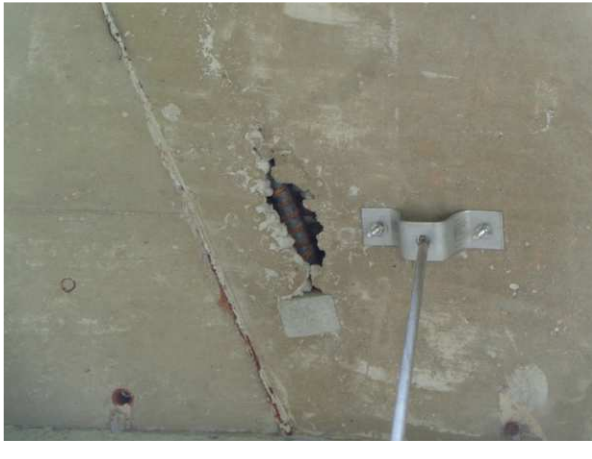
【사진 2.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 기 손상인 철근노출, 데크플레이트 들뜸이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 박리, 파손이 확인되었다.

【표 2.3.28】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	철근노출 (㎡/개소)		데크플레이트 들뜸 (㎡/개소)		파손, 박리 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	0.15	1
S2	0.10	1	0.25	1	—	—
S3	0.01	1	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	10.70	2
합계	0.11	2	0.25	1	10.85	3

			
손상현황	• S1 파손(0.3m×0.5m)	손상현황	• S2 들뜸(0.5m×0.5m)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 다짐미흡, 열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 철근노출(0.1m×0.1m)	손상현황	• S3 철근노출(0.1m×0.1m)
원 인	• 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등	원 인	• 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
조치방안	• 단면보수+방청	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• S5 박락(0.5m×0.4m)	손상현황	• S5 박락(0.3m×35.0m)
원 인	• 다짐미흡, 열화 등	원 인	• 다짐미흡, 열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 2.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 철근노출, 데크플레이트 들뜸의 진전은 미미한 상태로 확인되었으며, 금회 정밀조사로 인한 파손, 박리가 신규 조사되었다.

【표 2.3.29】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	철근노출	m ²	0.11	2	0.11	2	— —	변동없음
	데크플레이트 들뜸	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	파손, 박리	m ²	—	—	10.85	3	▲ 10.85	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면의 발생한 철근노출은 시공미흡에 의한 피복부족으로 생긴 손상으로 바닥판하면의 내구성 확보 차원의 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하며, 금회 조사된 데크플레이트 들뜸, 박리, 파손의 경우, 시공 시 외부충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSCI 는 5열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다



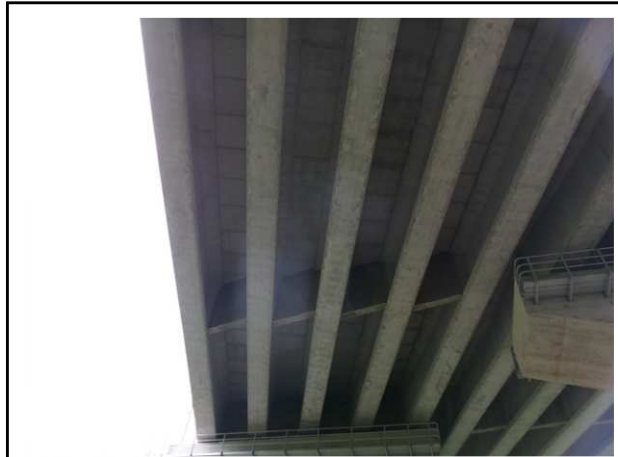
【사진 2.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.30】 거더 외관조사 결과

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

			
손상현황	• 거더 상태양호	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 거더 상태양호	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 2.3.31】 거더 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 2.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.32】 가로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 가로보 상태양호	손상현황	• 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 2.3.33】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 기 손상인 균열, 백태, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 확인되었고, 파손, 철근부식 범면 보호블럭 밀림이 신규 조사되었다.

【표 2.3.34】 교대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		백태 (m ² /개소)		폐콘크리트퇴적 (m ² /개소)		파손 (m ² /개소)		보호블럭 밀림 (m/개소)	
A1	—	—	0.05	1	10.0	1	0.25	1	—	—
A2	1.5	1	—	—	—	—	—	—	7.00	2
합계	1.5	1	0.2	1	1.0	1	0.25	1	7.00	2

													
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• A1 법면 밀림 (3.5m)</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>• 법면침하, 외부 우수유입 등</td></tr> <tr> <td>조치방안</td><td>• 블록 재설치</td></tr> </table>	손상현황	• A1 법면 밀림 (3.5m)	원 인	• 법면침하, 외부 우수유입 등	조치방안	• 블록 재설치	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• A1 법면 밀림 (3.5m)</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>• 법면침하, 외부 우수유입 등</td></tr> <tr> <td>조치방안</td><td>• 블록 재설치</td></tr> </table>	손상현황	• A1 법면 밀림 (3.5m)	원 인	• 법면침하, 외부 우수유입 등	조치방안	• 블록 재설치
손상현황	• A1 법면 밀림 (3.5m)												
원 인	• 법면침하, 외부 우수유입 등												
조치방안	• 블록 재설치												
손상현황	• A1 법면 밀림 (3.5m)												
원 인	• 법면침하, 외부 우수유입 등												
조치방안	• 블록 재설치												
													
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• A1 페콘크리트퇴적 (10.0m×1.0m)</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>• 시공시 정리 미흡</td></tr> <tr> <td>조치방안</td><td>• 청소</td></tr> </table>	손상현황	• A1 페콘크리트퇴적 (10.0m×1.0m)	원 인	• 시공시 정리 미흡	조치방안	• 청소	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• A2 균열 (0.2mm)</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축 등</td></tr> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	손상현황	• A2 균열 (0.2mm)	원 인	• 건조수축 등	조치방안	• 표면처리
손상현황	• A1 페콘크리트퇴적 (10.0m×1.0m)												
원 인	• 시공시 정리 미흡												
조치방안	• 청소												
손상현황	• A2 균열 (0.2mm)												
원 인	• 건조수축 등												
조치방안	• 표면처리												
													
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• A2 백태 (0.1m×0.5m)</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>• 외부 우수유입</td></tr> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	손상현황	• A2 백태 (0.1m×0.5m)	원 인	• 외부 우수유입	조치방안	• 표면처리	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• A2 파손 (0.5m×0.5m)</td></tr> <tr> <td>원 인</td><td>• 시공시 단부 외부충격</td></tr> <tr> <td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr> </table>	손상현황	• A2 파손 (0.5m×0.5m)	원 인	• 시공시 단부 외부충격	조치방안	• 단면보수
손상현황	• A2 백태 (0.1m×0.5m)												
원 인	• 외부 우수유입												
조치방안	• 표면처리												
손상현황	• A2 파손 (0.5m×0.5m)												
원 인	• 시공시 단부 외부충격												
조치방안	• 단면보수												

【사진 2.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검 비교시 기 손상인 균열, 백태, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 확인되었고, 파손, 철근부식 법면 보호블럭 밀림이 신규 확인되었다.

【표 2.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열 0.3mm미만	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	백태	m ²	0.20	1	0.20	1	- -	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	파손	m ²	-	-	0.25	1	▲ 0.25	신규손상
	보호블럭 밀림	m	-	-	7.00	2	▲ 7.00	신규손상

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 백태의 경우 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 원인으로 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다. 폐 콘크리트 퇴적 구간은 시공 후 청소 미흡으로 인한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다. 금회 조사된 법면 밀림의 경우 외부 우수유입에 의한 법면 침하, 밀림 등에 의한 손상으로 법면 보호블럭 정비 및 손상의 진전시 재설치 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 파손의 경우 단부 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열, 페콘크리트 퇴적이 조사되었다.

【표 2.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		페콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
P1	2.00	1	—	—
P2	2.00	2	—	—
P3	—	—	10.00	1
P4	13.00	13	—	—
합계	17.00	16	10.00	1

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.2mm/2.0m)	손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm/2.0m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 상면 폐콘크리트 퇴적	손상현황	• P3 상면 폐콘크리트 퇴적
원 인	• 시공 후 정리 미흡	원 인	• 시공 후 정리 미흡
조치방안	• 청소	조치방안	• 청소
			
손상현황	• P4 코핑부 균열(0.2mm/1.0m)	손상현황	• P4 코핑부 균열(0.2mm/1.0m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교각은 기 손상인 균열, 폐콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 2.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	17.00	16	▲ 15.00	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	10.00	1	10.00	1	- -	변동없음

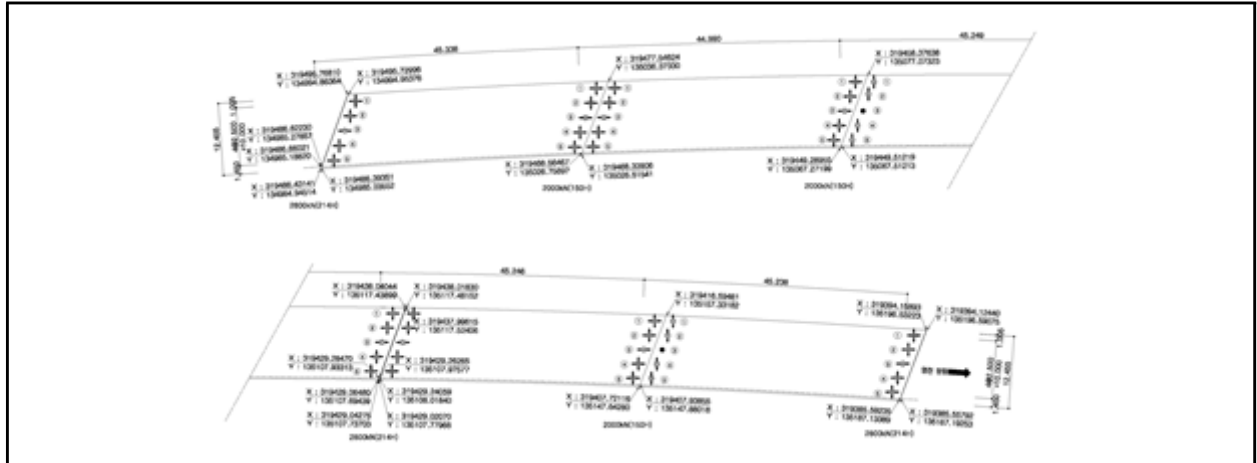
4) 검토의견

- 교각에 발생한 폐콘크리트 퇴적은 시공 후 정비 미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하며, 코핑에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 양지교의 받침은 탄성고무받침으로 총 50기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 2.3.3】 교량받침 배치도



【사진 2.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 철근노출, 플레이트 들뜸, 부식, 거푸집 제거불량, 플레이트 도장박락이 조사되었다.

【표 2.3.38】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 0.3mm미만 (m/개소)		반침콘크리트 철근노출 (m ² /개소)		플레이트 들뜸 (개소/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		거푸집 제거불량 (개소/개소)		플레이트 도장박락 (m ² /개소)	
A1	—	—	—	—	3.00	3	2.00	2	—	—	—	—
P1	0.20	1	—	—	—	—	—	—	10.00	10	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	2.00	2	10.00	10	—	—
P3	0.80	4	0.02	2	—	—	10.00	10	—	—	0.30	3
P4	—	—	—	—	—	—	2.00	2	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	3.00	3	—	—	—	—
합계	1.00	5	0.02	2	3.00	3	19.00	19	20.00	20	0.30	3



손상현황 • A1-Sh3 플레이트 부식

손상현황 • A1-Sh4 플레이트 부식

원 인 • 외부 우수유입

원 인 • 외부 우수유입

조치방안 • 재도장

조치방안 • 재도장



손상현황 • A1-Sh4 들뜸

손상현황 • P1-Sh7 균열(0.1mm/0.2m)

원 인 • 시공미흡 등

원 인 • 건조수축 등

조치방안 • 주의관찰

조치방안 • 표면처리

【사진 2.3.38】 교량반침 손상현황

			
손상현황	• P2-Sh1,6 플레이트 부식	손상현황	• P3-Sh10 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-Sh3 플레이트 도장박락	손상현황	• P3-Sh4 철근노출(0.1m×0.1m)
원 인	• 공용중 열화, 외부 우수유입 등	원 인	• 피복부족 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 단면보수+방청
			
손상현황	• P3-Sh5 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P3-Sh5 철근노출(0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 피복부족 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수+방청

【사진 2.3.38】 교량받침 손상현황(계속)

			
손상현황	• P4-Sh6 플레이트 부식	손상현황	• -
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• -
조치방안	• 재도장	조치방안	• -

【사진 2.3.38】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 무수축물탈 균열, 박리, 박락은 전구간 보수된 상태로 확인되었고, 플레이트 들뜸, 부식은 물량삭제 및 신규손상이 확인되었다. 또한 플레이트 도장박락은 진전되지 않은 상태이며, 급회 정밀조사로 인한 받침콘크리트 철근노출, 무수축물탈 균열이 신규 조사되었다.

【표 2.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

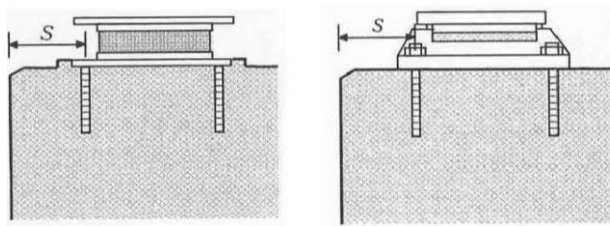
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.80	4	1.00	5	▲ 0.20	신규손상
	플레이트 들뜸	EA	3.00	3	3.00	3	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	15.00	15	19.00	19	▲ 4.00	신규손상
	거푸집제거불량	m ²	20.00	20	20.00	20	- -	변동없음
	플레이트 도장박락	m ²	0.30	3	0.30	3	- -	변동없음
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.02	2	0.02	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박락은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다. 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트에서 조사된 철근노출의 경우 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수+방청 등의 유지관리가 요망된다. 플레이트 들뜸은 시공 불량에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인이 필요하며, 거푸집 제거불량은 정비가 필요하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 김재받침

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

【그림 2.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 2.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45 = 350(\text{mm})$

【표 2.3.40】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	540	540	530	540	540	O.K
P1	A1측	425	630	620	570	620	620	O.K
	A2측	425	730	730	730	730	730	O.K
P2	A1측	425	620	620	600	620	620	O.K
	A2측	425	750	750	750	750	750	O.K
P3	A1측	425	630	630	600	630	630	O.K
	A2측	425	740	740	710	740	740	O.K
P4	A1측	425	550	550	540	550	550	O.K
	A2측	425	680	680	700	680	680	O.K
A2		425	610	610	560	610	610	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 2.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 2.3.41】 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	
A1, P3	24.9	15.1	0.00001	90.0	22.4	13.6	
P1, A2	24.9	15.1	0.00001	45.0	11.2	6.8	

1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 2.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1~5	-5	55	45	22.4	13.6	±50
P1	SH1~5	-5	55	45	11.2	6.8	±50
	SH6~10	-5	55	45			±50
P2	고정단						
P3	SH1~5	0	50	50	22.4	13.6	±50
	SH6~10	0	50	50			±50
P4	고정단						
A2	SH1~5	3	47	53	11.2	6.8	±50
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P3에 평거 조인트, A2에 모노셀 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 본체부식, 차수판 볼트파손, 후타재 파손이 조사되었다.

【표 2.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (m ² /개소)		본체 부식 (m/개소)		차수판 볼트파손 (개소/개소)		후타재 파손 (m ² /개소)	
A1 (EXP J1)	1.00	2	—	—	—	—	2.0	2	0.10	1
P3 (EXP J2)	—	—	—	—	—	—	1.0	1	—	—
A2 (EXP J3)	1.80	6	0.25	1	6.0	2	—	—	—	—
합계	2.80	8	0.25	1	6.0	2	3.0	3	0.10	1

			
손상현황	• A1 차수판 볼트 파손	손상현황	• A1 후타재 파손(0.2m×0.5m)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm)	손상현황	• A2 본체부식
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 후타재 망상균열(0.2mm)	손상현황	• P3 후타재 균열(0.2mm)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.42】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 망상균열, 본체 부식, 차수판 볼트 탈락이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이며, 후타재 파손, 균열은 금회 신규 확인되었다.

【표 2.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	1.00	2	2.80	8	▲ 1.80	신규손상
	후타재 파손	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	본체부식	m	6.00	2	6.0	2	— —	변동없음
	차수판 볼트파손	EA	3.00	3	3.0	3	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트탈락, 부식 등은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다. 후타재 파손의 경우 중차량 통행 등의 원인으로 인한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 22. 기온 적용: 19.9℃(일평균) $\Delta T(\text{신장시}) : 35^\circ\text{C} - 19.9^\circ\text{C} = 15.1^\circ\text{C}$ $\Delta T(\text{수축시}) : -5.0^\circ\text{C} - (19.9^\circ\text{C}) = 24.9^\circ\text{C}$ $\Delta l_t(\text{최소필요유간}) : \Delta T \times \alpha \times L$ - 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 2.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창 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	24.9	15.1	0.00001	90	22.4	13.6	62.0	90.0	190.0	
P3	24.9	15.1	0.00001	90	22.4	13.6	63.0	100.0	640.0	
A2	24.9	15.1	0.00001	45	11.2	6.8	35.0	70.0	250.0	
1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 2.3.46】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	22.4	13.6	62.0	90.0	84.4	48.4	O.K
P3	22.4	13.6	63.0	90.0	85.4	49.4	O.K
A2	11.2	6.8	35.0	65.0	46.2	28.2	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 19.9℃(9월 22일)로써 이때 측정유간은 35.0~63.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 기 손상인 접속도로 파손이 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 포장 망상균열이 추가 조사되었다.

【표 2.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속도로 파손 (㎡/개소)		포장 망상균열 (㎡/개소)	
S1	—	—	10.00	1
S2	—	—	10.00	1
S3	—	—	20.00	1
S4	—	—	20.00	1
S5	1.25	1	20.00	1
합계	1.25	1	80.00	5

			
손상현황	• S1 포장 망상균열(10.0m×1.0m)	손상현황	• S2 포장 망상균열(10.0m×1.0m)
원 인	• 장기 공용에 의한 열화	원 인	• 장기 공용에 의한 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 포장 망상균열(20.0m×1.0m)	손상현황	• S4 포장 망상균열(20.0m×1.0m)
원 인	• 장기 공용에 의한 열화	원 인	• 장기 공용에 의한 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S5 포장 망상균열(20.0m×1.0m)	손상현황	• S5 접속부 파손(0.5m×2.5m)
원 인	• 장기 공용에 의한 열화	원 인	• 시공미흡, 접속부 침하 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수

【사진 2.3.45】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교면포장은 기 손상인 접속부 파손 및 금회 정밀조사로 인한 포장 망상균열이 신규 조사되었다.

【표 2.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	접속부 파손	m ²	1.25	1	1.25	1	- -	변동없음
	포장 망상균열	m ²	-	-	80.00	5	▲ 80.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 접속부 파손은 접속부 침하, 시공미흡, 외부 충격 등의 복합적 요인으로 추정되며 갓길측으로 주행성에 영향을 미치지 않는지만 부재의 사용성 확보차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. 또한, 포장에 발생한 망상균열의 경우 장기 공용에 의한 열화로 현재 보수보다는 손상의 진전시 재포장 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 기 손상인 배수구 그레이팅 변형, 파손이 조사되었다.

【표 2.3.49】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 그레이팅 변형, 파손 (개소/개소)	
S1	1.0	1
S2	—	—
S3	1.0	1
S4	2.0	2
S5	2.0	2
합계	6.0	6

			
손상현황	• S4 그레이팅 파손	손상현황	• S4 그레이팅 변형
원 인	• 장기공용에 의한 열화	원 인	• 장기공용에 의한 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 2.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상인 배수구 그레이팅 변형 및 파손이 조사되었고, 신규손상으로 확인되었다.

【표 2.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	그레이팅 변형, 파손	EA	6.00	6	6.00	6	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 일부 그레이팅 변형, 파손이 발생하였고, 공용중 열화로 인한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 확인된 바, 주의관찰을 요한다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 2.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부 백태 및 백태, 파손 및 철근노출, 균열, 교명판 파손, 점검문 용접부 파손 등의 손상이 확인되었다.

【표 2.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태, 백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		균열(0.3mm 이상) (m/개소)		교명판파손 (개소/개소)	
S1	—	—	1.00	1	1.00	2	1.00	1
S2	2.30	3	—	—	—	—	—	—
S3	3.30	4	—	—	—	—	—	—
S4	0.05	1	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	0.50	1	—	—
합계	5.65	8	1.00	1	1.50	3	1.00	1

			
손상현황	• S1 교명판 파손	손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm)
원 인	• 외부 충격	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.5mm)	손상현황	• S1 파손 및 철근노출(1.0m×1.0m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 균열부 백태(2.0m×1.0m)	손상현황	• S3 백태(0.3m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 2.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

			
손상현황	• S3 균열부 백태(1.0m×1.0m)	손상현황	• S4 백태(0.1m×0.5m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 방호벽 균열(0.5mm)	손상현황	• -
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 2.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 균열, 교명판 파손, 점검문 용접부 파손, 균열부백태, 백태가 발생하였고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

【표 2.3.52】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부백태	m ²	5.65	8	5.65	8	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	균열(0.3mm 이상)	m	1.00	2	1.50	3	▲ 0.50	신규손상
	교명판 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열, 균열부백태, 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 발생한 파손 및 철근노출의 경우 점검로 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하며, 교명판 파손은 정비가 필요할 것으로 사료된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 양지교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~4에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.



점검통로 전경

【사진 2.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었고, 점검문 파손이 조사되었다.

【표 2.3.53】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	점검문 파손 (개소/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	1.00	1
P3	—	—
P4	—	—
A2	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• P2 점검문 파손	손상현황	• -
원 인	• 외부 충격	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• -

【사진 2.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검로는 기 손상인 점검문 파손이 조사되었고, 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 2.3.54】 점검로 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
점검로	점검문 파손	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, P2에 발생한 점검문 파손은 외부충격으로 주의관찰 후 진전시 교체 등의 유지관리가 요구된다.

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.

2.3.4 외관조사 총괄표

【표 2.3.55】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.50	1	
	박리, 박락	m ²	2.33	6	
	파손, 재료분리 및 철근노출	m ²	1.28	3	
	균열부백태	m ²	0.10	1	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적, 체수	m ²	12.50	3	
	백태	m ²	1.00	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	9.00	6	
	폐콘크리트퇴적	m ²	11.0	9	
	누수흔적	m ²	2.00	1	
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	
교량받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	2.40	12	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.4	2	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.01	1	
	플레이트 부식	EA	14.00	14	
	플레이트 들뜸	EA	10.00	10	
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.01	1	
신축이음	후타재 균열	m	5.50	15	
	후타재 박리, 파손	m ²	0.14	2	
	차수판 볼트 탈락	EA	1.00	1	
교면포장	접속부 파손	m ²	0.30	1	
	접속부 이격	m	12.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열부백태	m ²	1.05	7	
	파손	m ²	0.10	1	
점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 2.3.56】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	철근노출	m ²	0.11	2	
	데크플레이트 들뜸	m ²	0.25	1	
	파손, 박리	m ²	10.85	3	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열 0.3mm미만	m	1.50	1	
	백태	m ²	0.20	1	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	1	
	파손	m ²	0.25	1	
	보호블럭 밀림	m	7.00	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	17.00	16	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	10.00	1	
교량 받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	1.00	5	
	플레이트 들뜸	EA	3.00	3	
	플레이트 부식	EA	19.00	19	
	거푸집제거불량	m ²	20.00	20	
	플레이트 도장박락	m ²	0.30	3	
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.02	2	
신축이음	후타재 균열	m	2.80	8	
	후타재 파손	m ²	0.10	1	
	후타재 망상균열	m ²	0.25	1	
	본체부식	m	6.0	2	
	차수판 볼트파손	EA	3.0	3	
교면포장	접속부 파손	m ²	1.25	1	
	포장 망상균열	m ²	80.00	5	
배수시설	그레이팅 변형, 파손	EA	6.00	6	
방호벽	균열부백태	m ²	5.65	8	
	파손 및 철근노출	m ²	1.00	1	
	균열(0.3mm 이상)	m	1.50	3	
	교명판 파손	EA	1.00	1	
점검시설	점검문 용접부 파손	EA	1.00	1	

2.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 2.3.57】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(폭 0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	박리, 박락	m ²	0.34	3	2.33	6	▲ 1.99	신규손상
	파손, 재료분리 및 철근노출	m ²	1.25	2	1.28	3	▲ 0.03	신규손상
	균열부백태	m ²	—	—	0.10	1	▲ 1.25	신규손상
거더	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교대	누수흔적, 체수	m ²	11.00	2	12.50	3	▲ 1.5	신규손상
	백태	m ²	0.30	1	1.00	1	▲ 0.7	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.00	4	9.00	6	▲ 5.00	신규손상
	폐콘크리트퇴적	m ²	11.0	9	11.0	9	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	거푸집 미제거	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
교량받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.40	12	▲ 2.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	0.4	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	13.00	13	14.00	14	▲ 1.00	신규손상
	플레이트 들뜸	EA	10.00	10	10.00	10	— —	변동없음
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 철근노출	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	5.50	15	5.50	15	— —	변동없음
	후타재 박리, 파손	m ²	0.05	1	0.14	2	▲ 0.09	신규손상
	차수판 볼트 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
교면포장	접속부 파손	m ²	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
	접속부 이격	m	—	—	12.00	1	▲ 12.00	신규손상
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열부백태	m ²	1.05	7	1.05	7	— —	변동없음
	파손	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음

【표 2.3.58】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	철근노출	m ²	0.11	2	0.11	2	— —	변동없음
	데크플레이트 들뜸	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	파손, 박리	m ²	—	—	10.85	3	▲ 10.85	신규손상
거더	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열 0.3mm미만	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.25	1	▲ 0.25	신규손상
	보호블럭 밀립	m	—	—	7.00	2	▲ 7.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	17.00	16	▲ 15.00	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	10.00	1	10.00	1	— —	변동없음
교량 받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.80	4	1.00	5	▲ 0.20	신규손상
	플레이트 들뜸	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	15.00	15	19.00	19	▲ 4.00	신규손상
	거푸집제거불량	m ²	20.00	20	20.00	20	— —	변동없음
	플레이트 도장박락	m ²	0.30	3	0.30	3	— —	변동없음
	받침콘크리트 철근노출	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	1.00	2	2.80	8	▲ 1.80	신규손상
	후타재 파손	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	본체부식	m	6.00	2	6.0	2	— —	변동없음
	차수판 볼트파손	EA	3.00	3	3.0	3	— —	변동없음
교면포장	접속부 파손	m ²	1.25	1	1.25	1	— —	변동없음
	포장 망상균열	m ²	—	—	80.00	5	▲ 80.00	신규손상
배수시설	그레이팅 변형, 파손	EA	6.00	6	6.00	6	— —	변동없음
방호벽	균열부백태	m ²	5.65	8	5.65	8	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	균열(0.3mm 이상)	m	1.00	2	1.50	3	▲ 0.50	신규손상
	교명판 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
점검로	점검문 파손	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

2.4 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.

2.4.1 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 2.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 2.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

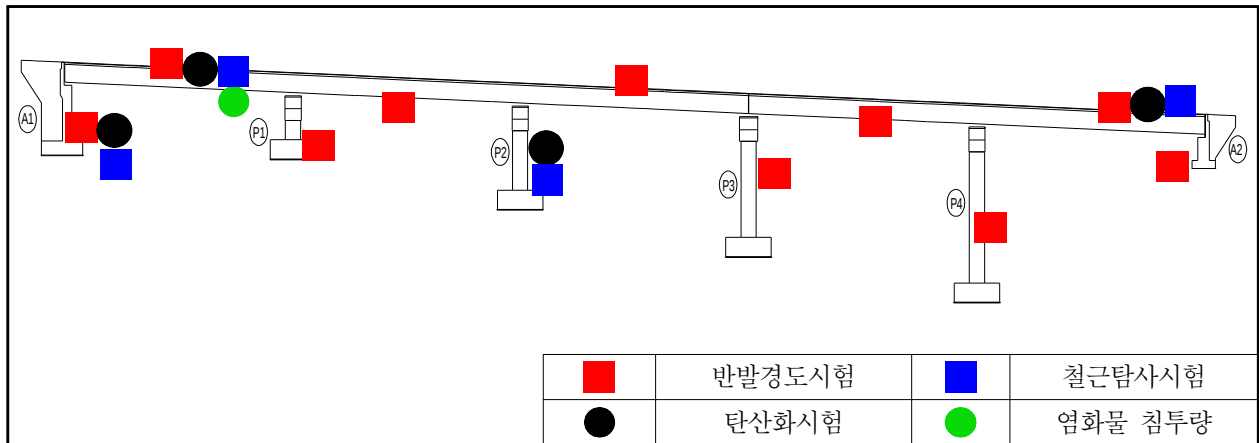
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

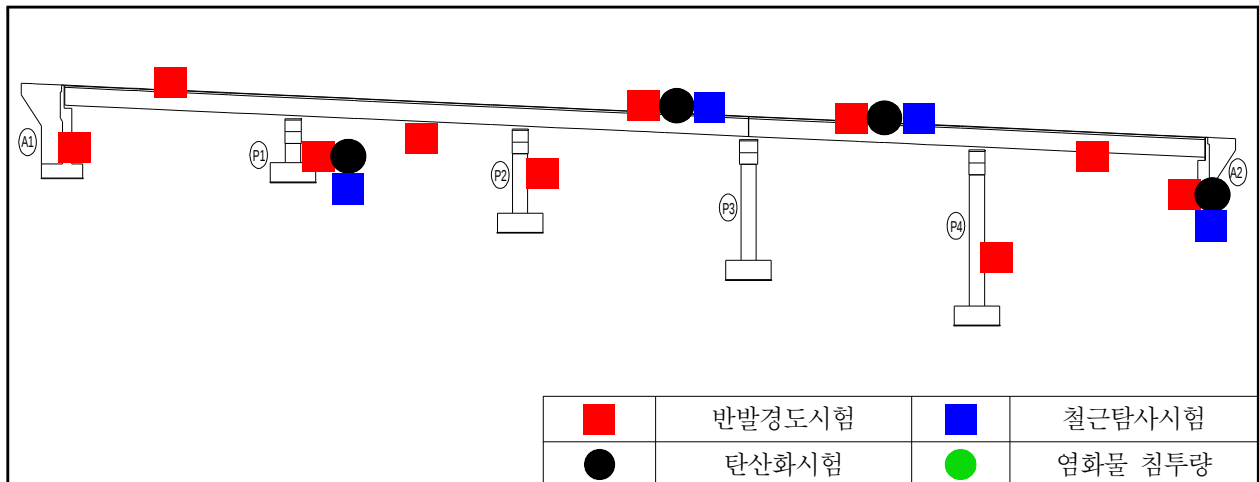
	
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황
	
철근탐사시험	염화물침투량 시험

【사진 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(상주방향)



【그림 2.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(영천방향)

2.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 12개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 2.4.3】 상부구조(바닥판, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	50.3	29.5	29.3	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	49.3	28.7	28.8			
	S5 바닥판하면	48.1	27.7	28.3			
	S1 가로보	48.2	27.8	28.3			

【표 2.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G2 거더	49.3	40.7	47.9	0.64	40.0	
	S4-G1 거더	50.1	41.5	49.0			

【표 2.4.5】 하부구조(교대) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.2	25.3	27.0	0.64	24.0	
	A2 교대	46.5	26.4	27.6			

【표 2.4.6】하부구조(교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1 교각	47.7	27.4	28.1	0.64	27.0	
	P1 교각(비건전)	47.7	27.4	28.1			
	P3 교각	49.9	29.1	29.1			
	P4 교각	49.0	28.4	28.7			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.7~29.5MPa, 상부구조(거더) 40.7~49.0MPa, 하부구조(교대) 25.3~27.6MPa, 하부구조(교각) 27.4~29.1MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 2.4.7】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면, 가로보	27.7 ~ 29.5	27.0	102.6 ~ 109.3
	거더	40.7 ~ 49.0	40.0	101.8 ~ 122.5
하부구조	교대	25.3 ~ 27.6	24.0	105.4 ~ 115.0
	교각	27.4 ~ 29.1	27.0	101.5 ~ 107.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.8】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판가로보	27.6 ~ 28.9	27.7 ~ 29.5	27.0
	거더	40.6 ~ 47.7	40.7 ~ 49.0	40.0
	교대	24.9 ~ 28.9	25.3 ~ 27.6	24.0
	교각	27.4 ~ 29.0	27.4 ~ 29.1	27.0
검토의견		■ 기준 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 2.4.9】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.00	74.00	71.00	a	1.22	100년이상	
	S5 바닥판하면	5.00	74.00	69.00	a	2.04	100년이상	
하부구조	A1 교대	6.00	84.00	78.00	a	2.45	100년이상	
	P3 교각	4.00	77.00	73.00	a	1.63	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.10】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~5.0	69.0~71.0	
하부구조	4.0~6.0	73.0~18.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.11】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	5.0~6.0	61.0~62.0	a	3.0~5.0	69.0~71.0	a	
하부구조	5.0~8.0	92.0~95.0	a	4.0~6.0	73.0~18.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 철근탐사시험

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

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 12개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 2.4.12】 상부구조(바닥판, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발강도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발강도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	49.0	28.4	28.7	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.4	27.1	28.0			
	S4 바닥판하면	48.1	27.7	28.3			
	S1 가로보	47.5	27.2	28.0			

【표 2.4.13】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발강도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발강도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G2 거더	50.6	42.0	49.8	0.64	40.0	
	S5-G2 거더	50.1	41.5	49.0			

【표 2.4.14】 하부구조(교대) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발강도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발강도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.8	25.8	27.2	0.64	24.0	
	A2 교대	48.2	27.8	28.3			

【표 2.4.15】하부구조(교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1 교각	47.6	27.3	28.1	0.64	27.0	
	P1 교각(비건전)	47.8	27.4	28.2			
	P2 교각	48.2	27.8	28.0			
	P4 교각	48.7	28.2	27.2			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.1~28.7MPa, 상부구조(거더) 41.5~49.8MPa, 하부구조(교대) 25.8~28.3MPa, 하부구조(교각) 27.2~28.2MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 2.4.16】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.1 ~ 28.7	27.0	100.4 ~ 106.3
	거더	41.5 ~ 49.8	40.0	103.8 ~ 124.5
하부구조	교대	25.8 ~ 28.3	24.0	107.5 ~ 117.9
	교각	27.2 ~ 28.2	27.0	100.7 ~ 104.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.17】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판 가로보	27.9 ~ 29.0	27.1 ~ 28.7	27.0
	거더	41.4 ~ 49.7	41.5 ~ 49.8	40.0
	교대	25.8 ~ 29.0	25.8 ~ 28.3	24.0
	교각	27.5 ~ 29.6	27.2 ~ 28.2	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상대는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 2.4.18】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S3 바닥판하면	2.00	34.00	32.00	a	1.63	100년이상	
	S4 바닥판하면	4.00	35.00	31.00	a	2.86	100년이상	
하부구조	A2 교대	7.00	84.00	77.00	a	2.04	100년이상	
	P1 교각	5.00	91.00	86.00	a	2.00	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0~4.0	31.0~32.0	
하부구조	5.0~7.0	77.0~86.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.20】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	5.0~7.0	60.0~62.0	a	2.0~4.0	31.0~32.0	a	
하부구조	3.0~8.0	92.0~97.0	a	5.0~7.0	77.0~86.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 철근탐사시험

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

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 2.4.21】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면 가로보	27.7 ~ 29.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.7 ~ 49.0	40.0	
	하부구조	교대	25.3 ~ 27.6	24.0	
		교각	27.4 ~ 29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		69.0~71.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		73.0~18.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 2.4.22】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면 가로보	27.1 ~ 28.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.5 ~ 49.8	40.0	
	하부구조	교대	25.8 ~ 28.3	24.0	
		교각	27.2 ~ 28.2	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~32.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		77.0~86.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 2.4.23】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판	27.6	~	28.9	27.7	~	29.5	■ 강도저하 없음
		거더	40.6	~	47.7	40.7	~	49.0	
	하부구조	교대	24.9	~	28.9	25.3	~	27.6	
		교각	27.4	~	29.0	27.4	~	29.1	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		61.0~62.0		a	69.0~71.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~95.0		a	73.0~18.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 2.4.24】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과						비 고
			2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판	27.9	~	29.0	27.1	~	28.7	■ 강도저하 없음
		거더	41.4	~	49.7	41.5	~	49.8	
	하부구조	교대	25.8	~	29.0	25.8	~	28.3	
		교각	27.5	~	29.6	27.2	~	28.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		60.0~62.0		a	31.0~32.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~97.0		a	77.0~86.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

마. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

2.5 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.

2.5.1 상태안전성능 평가

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

가. 상주방향 상태안전성능평가 결과

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

【표 2.5.1】 상주방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	IPC	c	a	a	a	a	b	b	b	b	q
S2	P1	IPC	a	a	a	a	a	b	—	b	b	q
S3	P2	IPC	b	a	a	a	a	b	—	b	b	q
S4	P3	IPC	b	a	a	a	a	a	b	b	a	q
S5	P4	IPC	b	a	a	a	a	a	—	a	b	q
	A2								a	b	b	q
평균			0.220	0.100	0.100	0.100	0.100	0.160	0.167	0.183	0.183	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.033	0.025	0.004	0.004	0.003	0.003	0.012	0.028	0.046	—
											0.157	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.157) < 0.260$

나. 상주방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

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

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 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

최상의 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 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 박리, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “c” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 영천방향

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

【표 2.5.2】 영천방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	IPC	b	a	a	b	b	c	b	b	b	q
S2	P1	IPC	c	a	a	b	a	b	—	b	b	q
S3	P2	IPC	c	a	a	b	b	b	—	b	b	q
S4	P3	IPC	a	a	a	b	b	b	a	b	a	q
S5	P4	IPC	b	a	a	b	b	c	—	b	b	q
	A2	IPC							b	b	b	q
평균			0.260	0.100	0.100	0.200	0.180	0.280	0.167	0.200	0.183	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.039	0.025	0.004	0.008	0.005	0.006	0.012	0.030	0.046	—
											0.175	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.175) < 0.260$

라. 영천방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생한 상태로 간단한 보수가 필요한 “c” 로 평가됨.

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

② 도로포장

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

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

③ 도로부 신축이음부

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

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 2.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.157	B	225	2	450	0.500	0.079
영천방향	0.175	B	225	2	450	0.500	0.087
합계(Σ)			450	4	900	1.000	0.166
1. 평가지수 =							0.166
2. 상태평가결과 =							B

2.5.2 구조안전성능평가

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

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

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

가. 구조안전성능평가 결과산정

1) 바닥판 및 I.P.C Girder교

(1) 교량형식

- 1) 교량형식 : I.P.C Girder교
- 2) 교량길이 : $2@45.000 = 90.000\text{m}$
- 3) 교량 폭 : 11.995 m
- 4) 포 장 : L.M.C ($t=50\text{mm}$)
- 5) 활 하 중 : DB-24, DL-24

(2) 검토조건

· 사용재료 및 허용응력

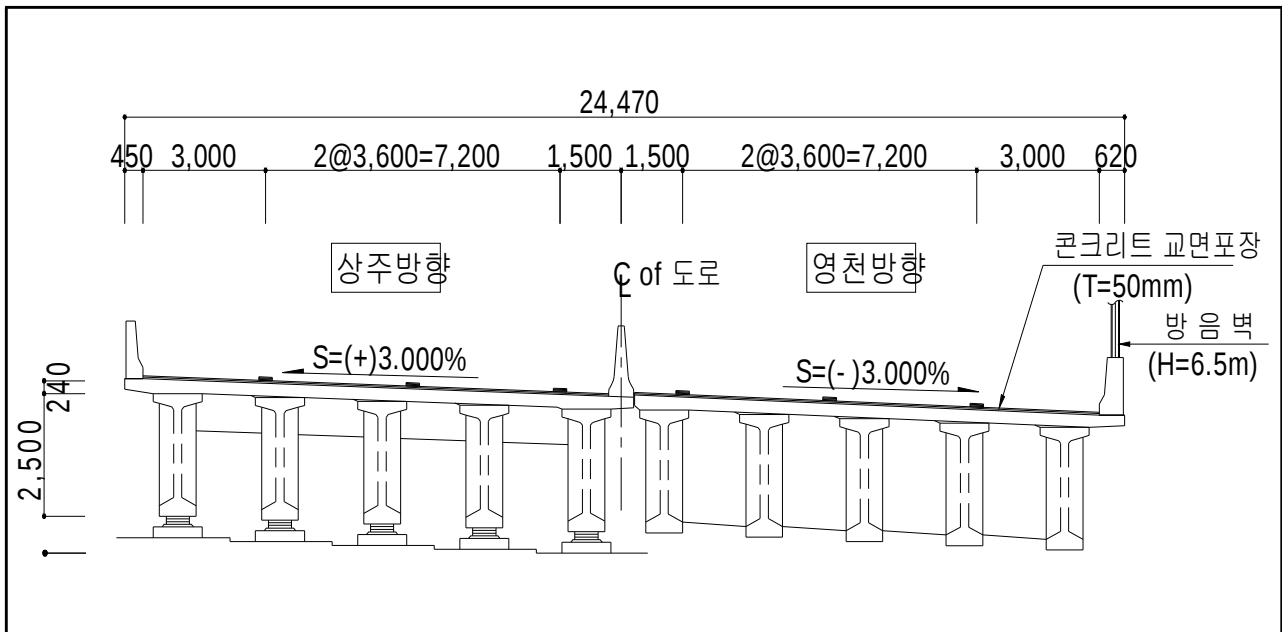
- ① 콘크리트(주형) : 40 MPa
- ② 콘크리트(바닥판) : 27 MPa
- ③ 강 선 : SWPC 7B $\phi 15.2\text{mm}$
- ④ 철 근 : SD 40
- ⑤ 인장강도 : $f_{pu} = 1,900\text{ MPa}$
- ⑥ 항복강도 : $f_{py} = 1,600\text{ MPa}$

· 허용응력

- ① PS 강재의 허용응력

구 분		설계기준	허용응력(MPa)
포스트텐션 부재	정착구에서의 응력	$0.70f_{pu}$	$1,330\text{ MPa}$
	손실후 사용하중 상태에서의 응력	$0.80f_{py}$	$1,280\text{ MPa}$
	허용 최대긴장응력	$0.90f_{py}$	$1,440\text{ MPa}$

(3) 검토단면



(4) 구조계산 결과요약

■ 외측거더 응력 검토 결과

구 분		비합성 단면		합성 단면			
		거 더		바닥판		거 더	
		상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
외측 거더	1차 긴장시	3.63	14.84				
		O.K	O.K				
	바닥판 타설시	11.25	7.21				
		O.K	O.K				
	바닥판 경화 후			0.21	0.08	11.35	5.77
				O.K	O.K	O.K	O.K
	2차 긴장력 도입 후			0.07	0.29	11.60	10.22
				O.K	O.K	O.K	O.K
	방호벽, 포장, 연석 등			1.27	1.20	12.64	7.79
				O.K	O.K	O.K	O.K
	최종 감소 손실 발생 후			1.56	1.29	12.75	5.57
				O.K	O.K	O.K	O.K
	활하중 작용시			3.38	2.67	14.34	1.87
				O.K	O.K	O.K	O.K
	허용 응력	인장	압축	인장	압축	압축	인장
		-1.4	17.6	-2.6	10.8	16.0	-3.2

■ 내측거더 응력 검토 결과

구 분		비합성 단면		합성 단면			
		거 더		바닥판		거 더	
		상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
내측거더	1차 긴장시	3.63	14.84				
		O.K	O.K				
	바닥판 타설시	11.25	7.21				
		O.K	O.K				
	바닥판 경화 후			0.22	0.09	11.35	5.77
				O.K	O.K	O.K	O.K
	2차 긴장력 도입 후			0.08	0.30	11.59	10.21
				O.K	O.K	O.K	O.K
	방호벽, 포장, 연석 등			0.99	0.99	12.39	8.43
				O.K	O.K	O.K	O.K
	최종 감소 손실 발생 후			1.29	1.09	12.51	6.21
				O.K	O.K	O.K	O.K
	활하중 작용시			2.84	2.27	13.87	3.17
				O.K	O.K	O.K	O.K
	허용 응력	인장	압축	인장	압축	압축	인장
		-1.4	17.6	-2.6	10.8	16.0	-3.2

■ 바닥판 안전성 검토 결과

구 분	계수모멘트 Mu(kN · m)	설계휨강도 ϕM_n (kN · m)	안전율 ($\phi M_n/M_u$)	검토결과
캔틸레버부(방음벽측)	129.73	150.99	1.164	O.K
중간슬래브	55.432	72.120	1.301	O.K

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

(2) 기본 내하력 산정

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

여기서, P_r : 설계하중

(3) 공용 내하력 산정

$$P = P_o \times K_s$$

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

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.

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

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

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)

3) 공용내하력 평가

(1) 허용응력법에 의한 공용내하력 산정

구 분	응력(MPa)				내하율 (RF)	기본 내하력
	허용응력 (f_a)	유효프리 스트레스(f_{ps})	고정하중 (f_d)	활하중 (f_l)		
외측거더	16.000	-5.51	18.26	1.59	2.04	DB-24 이상
내측거더	16.000	-5.51	18.02	1.36	2.56	DB-24 이상
주) 1. 활하중은 충격계수가 고려된 값임. 2. (+) 압축, (-) 인장						

구 분	내하율	기본내하력	응답보정계수	공용내하력	비고
외측거더	2.04	DB-24 이상	1.610	DB-24 이상	
내측거더	2.56	DB-24 이상	1.778	DB-24 이상	

(2) 강도설계법에 의한 공용내하력 산정

구 분	휨모멘트(kN·m)					내하율 (RF)	기본 내하력
	γ_d	γ_l	설계휨강도 (ϕMn)	고정하중 휨모멘트(Md)	활하중 휨모멘트(Ml)		
외측거더	1.30	2.15	33,857	12,843.70	3,106.30	2.57	DB-24이상
내측거더			33,767	12,292.61	2,537.06	3.26	DB-24이상

구 분	내하율	기본내하력	응답보정계수	공용내하력	비고
외측거더	2.57	DB-24이상	1.610	DB-24이상	
내측거더	3.26	DB-24이상	1.778	DB-24이상	

(3) 바닥판 내하율 및 기본내하력 검토결과

구 분	ϕMn	Md	ML+i	내하율	기본 내하력	비 고
캔틸레버부(방음벽)	150.99	18.084	19.200	3.088	DB-24이상	
중간 슬래브	72.120	2.220	24.440	1.317	DB-24이상	

양지교에 대한 구조해석 및 재하시험에 의해 분석된 IPC 거더의 공용내하력과 바닥판의 기본내하력은 설계하중 DB(DL)-24을 만족하는 것으로 평가되었다.

2.5.3 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	
양지교	0.166	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.166로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

2.6 내구성능 평가

2.6.1 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.

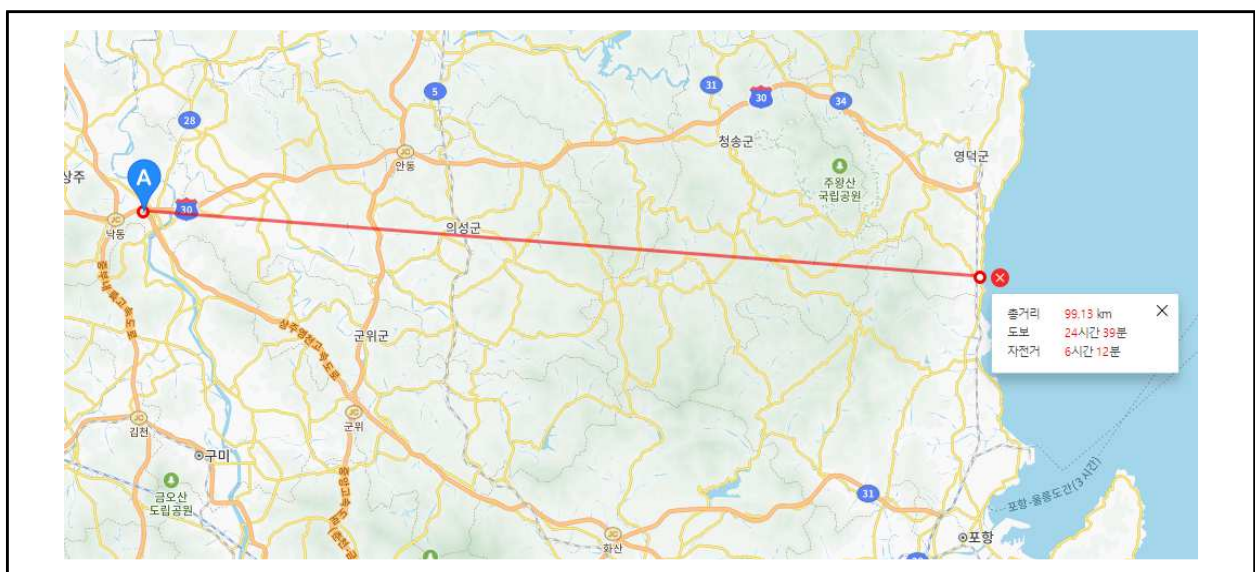
2.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 상주시 낙동면 구잠리에 위치하며, 동해안으로부터 약 99.13km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 2.6.1】 위치도

【표 2.6.1】 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 2.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 상주시 낙동면 구잠리				
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 9.6회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 62.5회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연평균 9.6회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 2.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 상주시 낙동면 구잠리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	73일	2017.11~2018.3	69일	2020.11~2021.3	52일
2014.11~2015.3	66일	2018.11~2019.3	67일	2021.11~2022.3	69일
2015.11~2016.3	53일	2019.11~2020.3	52일	2022.11~2023.3	63일
2016.11~2017.3	60일	동결융해 횟수 (수분접촉)			62.5회

【표 2.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 상주시 낙동면 구잠리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	9일	2017.11~2018.3	10일	2020.11~2021.3	11일
2014.11~2015.3	18일	2018.11~2019.3	5일	2021.11~2022.3	9일
2015.11~2016.3	8일	2019.11~2020.3	8일	2022.11~2023.3	6일
2016.11~2017.3	12일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			9.6회

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 2.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	0.222	0.196	0.191	a

【표 2.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm²/year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S1	—	—	3.182

【표 2.6.7】 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/m³)가 되는 시점	바닥판	S1	30년 초과	a

【표 2.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S1	a	a	a

2) 탄산화 깊이

【표 2.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	상주방향	S1 바닥판하면	3.00	1.22	30년 초과	a	a
		S5 바닥판하면	5.00	2.04	30년 초과	a	a
		A1 교대	6.00	2.45	30년 초과	a	a
		P3 교각	4.00	1.63	30년 초과	a	a
	영천방향	S3 바닥판하면	2.00	1.63	30년 초과	a	a
		S4 바닥판하면	4.00	2.86	30년 초과	a	a
		A2 교대	7.00	2.04	30년 초과	a	a
		P1 교각	5.00	2.00	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 2.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	결합도 지수	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	바닥판	S1	108.5	—	a	0.10	a
			S2	106.3	—	a		
			S5	102.6	—	a		
		가로보	S1	103.0	—	a		
			S2-G2	101.8	—	a		
		거더	S4-G1	103.8	—	a		
			A1	105.4	—	a		
		교대	A2	110.0	—	a		
			P1	101.5	—	a		
		교각	P1 (비건전)	—	100.0	a		
			P3	107.8	—	a		
			P4	105.2	—	a		

【표 2.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가(계속)

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	결합도 지수	평가 등급	
피복 콘크리트의 품질	영천방향	바닥판	S1	105.2	—	a	0.10	a	
			S2	100.4	—	a			
			S4	102.6	—	a			
		가로보	S1	100.7	—	a			
		거더	S3-G2	105.0	—	a			
			S5-G2	103.8	—	a			
		교대	A2	107.5	—	a			
		교각	P1	115.8	—	a			
			P1 (비건전)	—	100.4	a			
			P3	101.5	—	a			
			P4	103.0	—	a			
			P5	100.7	—	a			

마. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 2.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		5@45 = 225m
교폭		24.6m
바닥판의 높이		21m
거더 갯수		10(양방향)
2차 부재		L=2.5m, 교축방향 17.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm~100mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 상주시 낙동면 구잠리
	해안 이격거리	500m 초과

【표 2.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	a	a	a	a	0.1
	거더(35)	—	—	a	a	0.1
	2차부재(7)	—	—	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.1 \times 33 + 0.1 \times 35 + 0.1 \times 7 + 0.1 \times 25) / 100 = 0.100$			
		등급	A			

【표 2.6.13】 열화환경지표의 평가

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

2.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 2.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.100	a	1.00	0.100
결함도점수				0.100
내구성능평가 결과				A

2.7 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.

2.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.55~4.20로 나타났다으며, 최짓값인 2.55로 평가되었다.

【표 2.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	225.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	상주	2	225.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	1	225.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	2	225.0	2.55	d등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0~3.0 사이로 산정되어 불량 등급인 d등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

3) 진동사용성

(1) 측정

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

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 20.63mm/s, 7.7Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 4기가 시공되어있으며, 점검로는 전개소 모두 양호하게 설치되어 있는 상태로, b등급으로 평가된다.

【표 2.7.2】 점검시설 평가결과

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

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 2.7.3】 교통량의 성능평가

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

2.7.2 사용성능평가 결과

【표 2.7.4】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	d	0.7
		조명시설	0.150	—	—
		진동사용성	0.202	e	1.0
기능성	유지관리성	점검시설의 유무	0.206	b	0.2
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.1
				결합도점수	0.436
				등급	C

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, 0.7×0.247 (포장상태) + 1.0×0.202 (진동사용성) + 0.2×0.206 (점검시설의유무) + 0.1×0.195 (교통수요) = 0.436

2.8 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 2.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	양지교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.166	b	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.19
사용성능 평가	0.436	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.166 \times 0.68 + 0.100 \times 0.19 + 0.436 \times 0.13 = 0.189$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.189 • 종합성능평가 결과 : B등급		

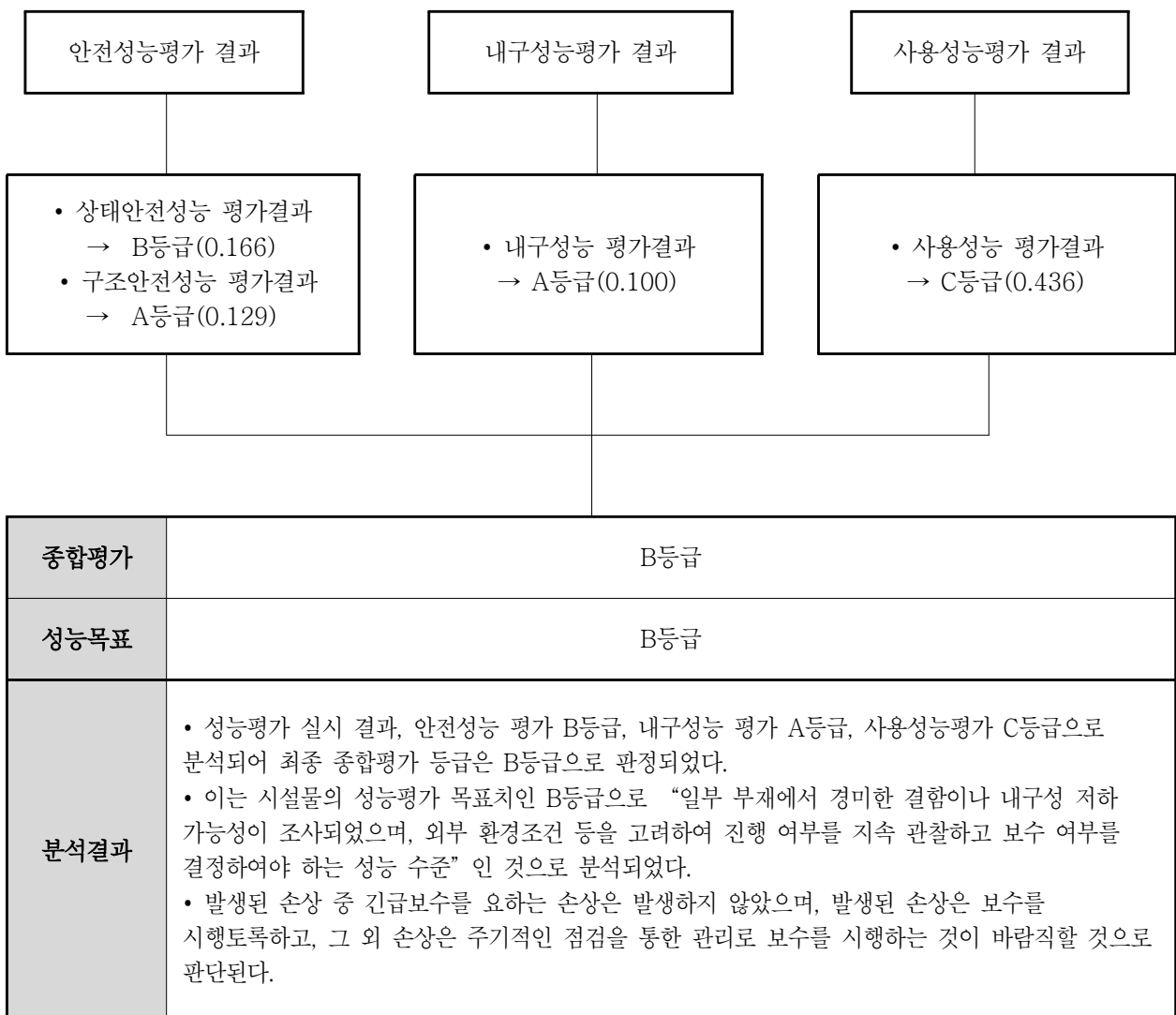
2.9 유지관리 전략제안

2.9.1 성능목표 등급 산정

【표 2.9.1】 성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 813대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	20km 이상
성능목표 등급	B($0.20 \leq X < 0.26$)

2.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



2.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향 보수 개략공사비

【표 2.9.2】 상주방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m	—	—	하자
	박리, 박락	단면보수	2.33	3.50	m²	—	—	하자
	파손, 재료분리 및 철근노출	단면보수병청	1.28	1.92	m²	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.10	0.15	m²	—	—	하자
교대	누수흔적, 체수	표면처리	12.50	18.75	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	1.00	1.50	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	9.00	3.38	m	—	—	하자
	폐콘크리트퇴적	정비	11.0	16.50	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	2.00	3.00	m²	—	—	하자
	거푸집 미제거	정비	1.00	1.50	EA	—	—	하자
교량받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.40	0.90	m	54	49	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.4	0.15	m	54	8	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	2순위
	플레이트 부식	재도장	14.00	21.00	EA	40	840	2순위
	플레이트 들뜸	유지관리	10.00	15.00	EA	—	—	4순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수병청	0.01	0.02	m²	275	6	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	5.50	2.06	m	54	111	3순위
	후타재 박리, 파손	단면보수	0.14	0.21	m²	165	35	2순위
	차수판 볼트 탈락	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
교면포장	접속부 파손	실란트주입	0.30	0.45	m²	70	32	3순위
	접속부 이격	유지관리	12.00	18.00	m	—	—	4순위
방호벽	균열부백태	표면처리	1.05	1.58	m²	54	85	3순위
	파손	단면보수	0.10	0.15	m²	165	25	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		884		348		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		442		174		
	합계	—		1,326		522		
개략공사비 총계(천원)		1,848						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향 보수 개략공사비

【표 2.9.3】영천방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	철근노출	단면보수명칭	0.11	0.17	m²	—	—	하자
	데크플레이트 들뜸	단면보수	0.25	0.38	m²			하자
	파손, 박리	단면보수	10.85	16.27	m²	—	—	하자
교대	균열 0.3mm미만	표면처리	1.50	0.56	m	—	—	하자
	백태	표면처리	0.20	0.30	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	1.00	1.50	m²			하자
	파손	단면보수	0.25	0.38	m²			하자
	보호블럭 밀림	정비	7.00	10.50	m	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	17.00	6.38	m	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	10.00	15.00	m²	—	—	하자
교량 받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m	54	21	3순위
	플레이트 들뜸	유지관리	3.00	4.50	EA	—	—	4순위
	플레이트 부식	채도장	19.00	28.50	EA	40	1,140	2순위
	거푸집제거불량	정비	20.00	30.00	m²	25	750	3순위
	플레이트 도장박락	채도장	0.30	0.45	m²	40	18	2순위
	받침콘크리트 철근노출	단면보수명칭	0.02	0.03	m²	275	8	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	2.80	1.05	m	54	57	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.10	0.15	m²	165	25	2순위
	후타재 망상균열	표면처리	0.25	0.38	m²	54	21	3순위
	본체부식	유지관리	6.0	9.00	m	—	—	4순위
	차수판 볼트파손	정비	3.0	4.50	EA	25	113	3순위
교면포장	접속부 파손	단면보수	1.25	1.88	m²	165	310	2순위
	포장 망상균열	표면처리	80.00	120.00	m²	54	6,480	3순위
배수시설	그레이팅 변형, 파손	정비	6.00	9.00	EA	25	225	3순위
방호벽	균열부백태	표면처리	5.65	8.48	m²	54	458	3순위
	파손 및 철근노출	단면보수명칭	1.00	1.50	m²	275	413	2순위
	균열(0.3mm 이상)	주입보수	1.50	2.25	m	75	169	2순위
	교명판 파손	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
점검시설	점검문 용접부 파손	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		2,083		8,021		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		1,042		4,011		
	합계	—		3,125		12,032		
개략공사비 총계(천원)		15,157						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

다. 상주방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 2.9.4】 상주방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (m ²)	보수 물량 (m ²)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
표면처리	0.50	0.19	—	—	균열	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	2.33	3.50	—	—	박리, 박락	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수+방청	1.28	1.92	—	—	파손재분리 및 철근노출	바닥판	안전 성능	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
표면처리	0.10	0.15	—	—	균열부백태	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	12.50	18.75	—	—	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	1.00	1.50	—	—	백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	9.00	3.38	—	—	균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
정비	11.00	16.50	—	—	패손코트 퇴적	교각	안전 성능	a	1.00	0.13	0.68	0.05	0.00442	15
표면처리	2.00	3.00	—	—	누수흔적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
정비	1.00	1.50	—	—	거푸집 미제거	교각	안전 성능	a	1.00	0.13	0.68	0.05	0.00442	15
표면처리	2.40	0.90	54	49	몰탈 균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	0.40	0.15	54	8	박손코트 균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	0.01	0.02	165	3	박손코트 재료분리	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
재도장	14.00	21.00	40	840	플레이트 부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
유지관리	10.00	15.00	—	—	플레이트 들뜸	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수+방청	0.01	0.02	275	6	박손코트 철근노출	교량받침	안전 성능	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
표면처리	5.50	2.06	54	111	후타재 균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
단면보수	0.14	0.21	165	35	후타재 박리, 파손	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
정비	1.00	1.50	25	38	차수관 볼트 탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
실란트주입	0.30	0.45	70	32	접합부 파손	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	20
유지관리	12.00	18.00	—	—	접합부 이음	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	20
표면처리	1.05	1.58	54	85	균열부백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	22
단면보수	0.10	0.15	165	25	파손	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	22

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 2.9.5】 영천방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수+방청	0.11	0.17	—	—	철근노출	바닥판	양전	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
단면보수	0.25	0.38	0	0	플레임트	바닥판	양전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	10.85	16.27	—	—	파손, 박리	바닥판	양전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	1.50	0.56	—	—	균열	교대	양전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	0.20	0.30	—	—	백태	교대	양전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
정비	1.00	1.50	0	0	패콘크리트 퇴적	교대	양전	a	1.00	0.13	0.68	0.05	0.00442	15
단면보수	0.25	0.38	0	0	파손	교대	양전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
정비	7.00	10.50	—	—	보홀블럭	교대	양전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	17.00	6.38	—	—	균열	교각	양전	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
정비	10.00	15.00	—	—	패콘크리트 퇴적	교각	양전	a	1.00	0.13	0.68	0.05	0.00442	15
표면처리	1.00	0.38	54	21	몰탈 균열	교량받침	양전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
유지관리	3.00	4.50	—	—	플레임트	교량받침	양전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
재도장	19.00	28.50	40	1140	플레임트	교량받침	양전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
정비	20.00	30.00	25	750	거푸집 제거불량	교량받침	양전	a	1.00	0.15	0.68	0.05	0.00510	14
재도장	0.30	0.45	40	18	플레임트	교량받침	양전	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수+방청	0.02	0.03	275	8	발콘크리트 발근노출	교량받침	양전	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
표면처리	2.80	1.05	54	57	후타제 균열	신축이음	양전	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
단면보수	0.10	0.15	165	25	후타제 파손	신축이음	양전	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
표면처리	0.25	0.38	54	21	후타제 망상균열	신축이음	양전	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
유지관리	6.00	9.00	—	—	본체부식	신축이음	양전	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
정비	3.00	4.50	25	113	차수관 볼트파손	신축이음	양전	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	17
단면보수	1.25	1.88	165	310	접속부 파손	교면포장	양전	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	22
표면처리	80.00	12000	54	6480	포장 균열	교면포장	양전	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	22
정비	6.00	9.00	25	225	그레이팅 변형, 파손	배수시설	양전	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	25
표면처리	5.65	8.48	54	458	균열부백태	보호시설	양전	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	26
단면보수+방청	1.00	1.50	275	413	파손 및 철근노출	보호시설	양전	c	1.00	0.02	0.68	0.18	0.00245	22
주입보수	1.50	2.25	75	169	균열	보호시설	양전	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	26
정비	1.00	1.50	25	38	교명판 파손	보호시설	양전	a	1.00	0.02	0.68	0.05	0.00068	29
정비	1.00	1.50	25	38	점검문 용접부 파손	보호시설	양전	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	26

마. 유지관리 전략 제언

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

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

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.189로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족하고 있는 것으로 조사되었고, 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

2.10 종합결론

본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 구잠리(상주영천고속도로 4.013~4.238km)에 위치한 교량으로서 총 연장 225.0m, 폭 24.6m, 왕복 4차로로 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.

2.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 발생한 균열 및 균열부 백태는 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 균열부 우수유입 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 박리, 박락, 철근노출 등의 단면손상부는 시공미흡, 다짐불량, 피복부족, 열화 등에 의한 복합적인 손상으로 내구성 확보 차원의 단면보수, 단면 보수+방청 등의 유지관리가 요구된다.

2) PSCI Girder

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

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적, 백태가 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 내구성 확보 차원의 표면보수 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 교각에 발생한 누수흔적은 외부 우수유입에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다. 발생한 페 콘크리트 퇴적, 거푸집 미제거는 시공 미흡에 의한 손상으로 청소, 거푸집 제거 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 조사된 본체 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 재료분리, 철근노출 등의 단면손상은 시공미흡, 다짐 불량 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 박리는 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트 탈락은 부재의 사용성 확보 차원의 볼트 재설치가 필요하며, 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 19.9℃(9월 22일)로써 이때 측정유간은 305.0~55.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 접속부 파손 및 접속부 이격은 접속부 침하, 시공미흡, 외부 충격 등의 복합적 요인으로 추정되며 갓길측으로 주행성에 영향을 미치지 않는지만 부재의 사용성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. 파손의 경우 신축이음부와 점검계단 사이에 위치한 손상으로 차수관 앵커볼트 설치시 발생한 것으로 추정되며, 부재의 사용성 확보차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 조사되었고, 점검로는 점검자의 안전과 연관되어 있으므로, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.7~29.5MPa, 상부구조(거더) 40.7~49.0MPa, 하부구조(교대) 25.3~27.6MPa, 하부구조(교각) 27.4~29.1MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~6.0mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생한 철근노출은 시공미흡에 의한 피복부족으로 생긴 손상으로 바닥판하면의 내구성 확보 차원의 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하며, 금회 조사된 데크플레이트 들뜸, 박리, 파손의 경우, 시공 시 외부충격에 의한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.

2) PSCI Girder

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

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 백태의 경우 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 원인으로 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다. 폐 콘크리트 퇴적 구간은 시공 후 청소 미흡으로 인한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다. 금회 조사된 법면 밀림의 경우 외부 우수유입에 의한 법면 침하, 밀림 등에 의한 손상으로 법면 보호블럭 정비 및 손상의 진전시 재설치 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 파손의 경우 단부 손상으로 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 폐콘크리트 퇴적은 시공 후 정비 미흡에 의한 손상으로 정비가 필요하며, 코핑에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박락은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 채도장이 필요하다. 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 받침콘크리트에서 조사된 철근노출의 경우 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수+방청 등의 유지관리가 요망된다. 플레이트 들뜸은 시공 불량에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인이 필요하며, 거푸집 제거불량은 정비가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트탈락, 부식 등은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다. 후타재 파손의 경우 중차량 통행 등의 원인으로 인한 손상으로 단면보수 등의 조치가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 19.9℃(9월 22일)로써 이때 측정유간은 35.0~63.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 접속부 파손은 접속부 침하, 시공미흡, 외부 충격 등의 복합적 요인으로 추정되며 갓길측으로 주행성에 영향을 미치지 않지만 부재의 사용성 확보차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다. 또한, 포장에 발생한 망상균열의 경우 장기 공용에 의한 열화로 현재 보수보다는 손상의 진전시 재포장 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

9) 배수시설

- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 일부 그레이팅 변형, 파손이 발생하였고, 공용중 열화로 인한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 확인된 바, 주의관찰을 요한다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 균열, 균열부백태, 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 발생한 파손 및 철근노출의 경우 점검로 시공시 외부 충격에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보차원의 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요하며, 교명판 파손은 정비가 필요할 것으로 사료된다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, P2에 발생한 점검문 파손은 외부충격으로 주의관찰 후 진전시 교체 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.1~28.7MPa, 상부구조(거더) 41.5~49.8MPa, 하부구조(교대) 25.8~28.3MPa, 하부구조(교각) 27.2~28.2MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 2.0~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

2.10.2 성능평가 결과

【표 2.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	양지교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.166	b	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.19
사용성능 평가	0.436	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.166 \times 0.68 + 0.100 \times 0.19 + 0.436 \times 0.13 = 0.189$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.189 • 종합성능평가 결과 : B등급		

2.10.3 종합결론

- 양지교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 파손, 재료분리 및 철근노출, 교대 및 교각 균열, 백태, 교량받침 몰탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 철근노출, 신축이음 후타재 박리, 파손, 방호벽 균열부백태, 파손 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, B등급(0.189)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표를 달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

2.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

2.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 양방향 바닥판의 철근노출의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 등의 유지관리가 필요하다.

2.10.6 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.

