3. 장곡교

3.1 시설물 개요
3.2 자료수집 및 분석
3.3 현장조사
3.4 콘크리트 내구성조사
3.5 안전성능 평가
3.6 내구성능 평가
3.7 사용성능 평가
3.8 종합성능평가
3.9 유지관리 전략제안
3.10 종합결론 및 건의사항

3. 장곡교

3.1 시설물의 개요

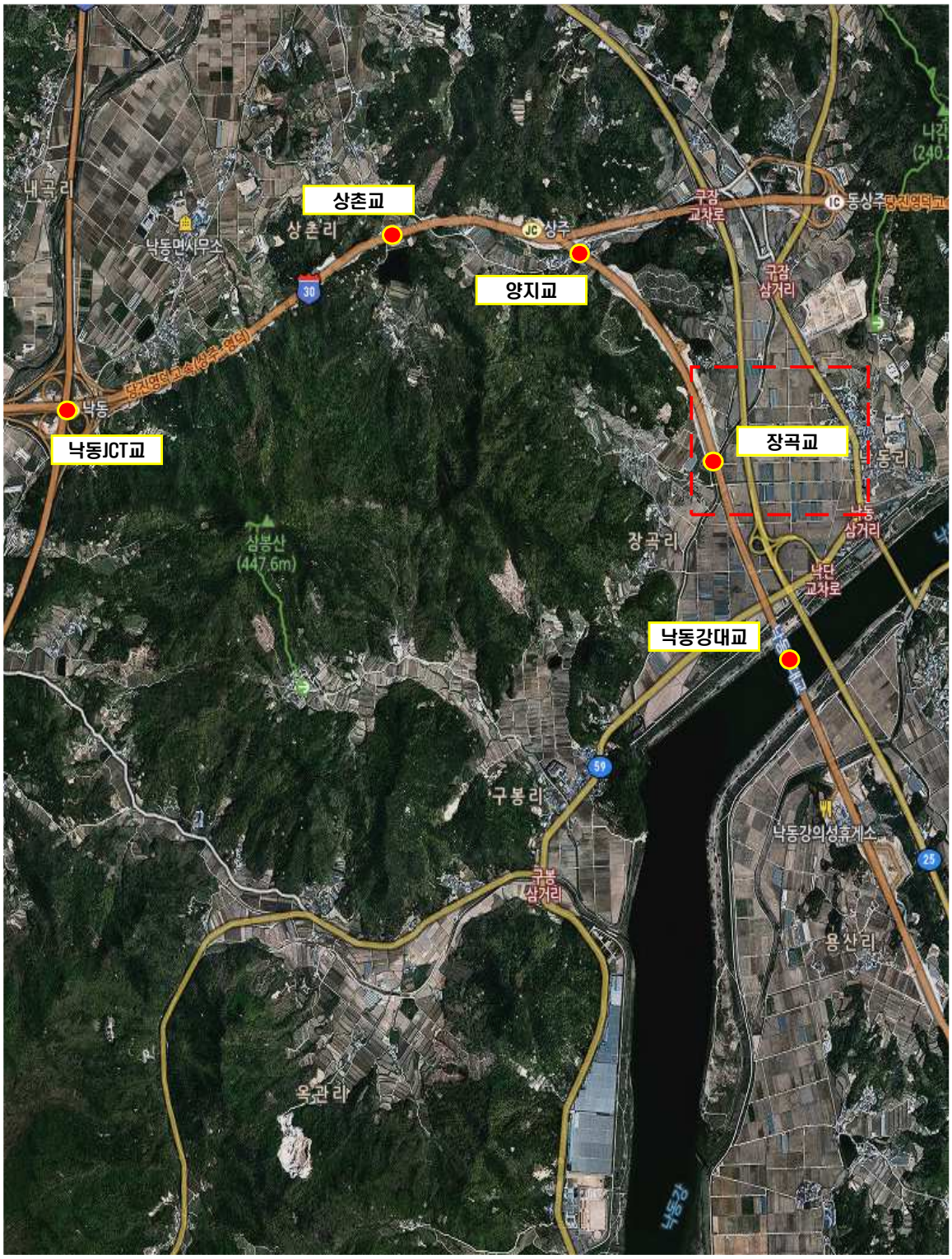
본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 장곡리(상주영천고속도로 5.578~5.850km)에 위치한 교량으로서 총 연장 270.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

3.1.1 일반사항

【표 3.1.1】 장곡교 일반사항

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000253</td><td>관리번호</td><td colspan="2">SY BR.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>경상북도 상주시 낙동면 장곡리</td><td>준공년월일</td><td colspan="2">2017. 06. 27</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>5.578~5.850km</td><td>공사이정</td><td colspan="2">5.578~5.850km</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td><td>노 선 명</td><td colspan="2">고속국도 301호선</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L=270.0m, (6@45m=270m)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B=24.5m, 4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>IPC GIRDER</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교 각</td><td>말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>T형 교각식(T)</td><td>교 대</td><td>말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>면진받침(FPB,LRB)</td><td>신축이음</td><td colspan="2">핑거</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td></td><td>통과높이</td><td colspan="2">21m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>대림산업(주)</td><td>관리주체</td><td colspan="2">상주영천고속도로(주)</td></tr>
</table>

3.1.2 위치도 및 전경사진



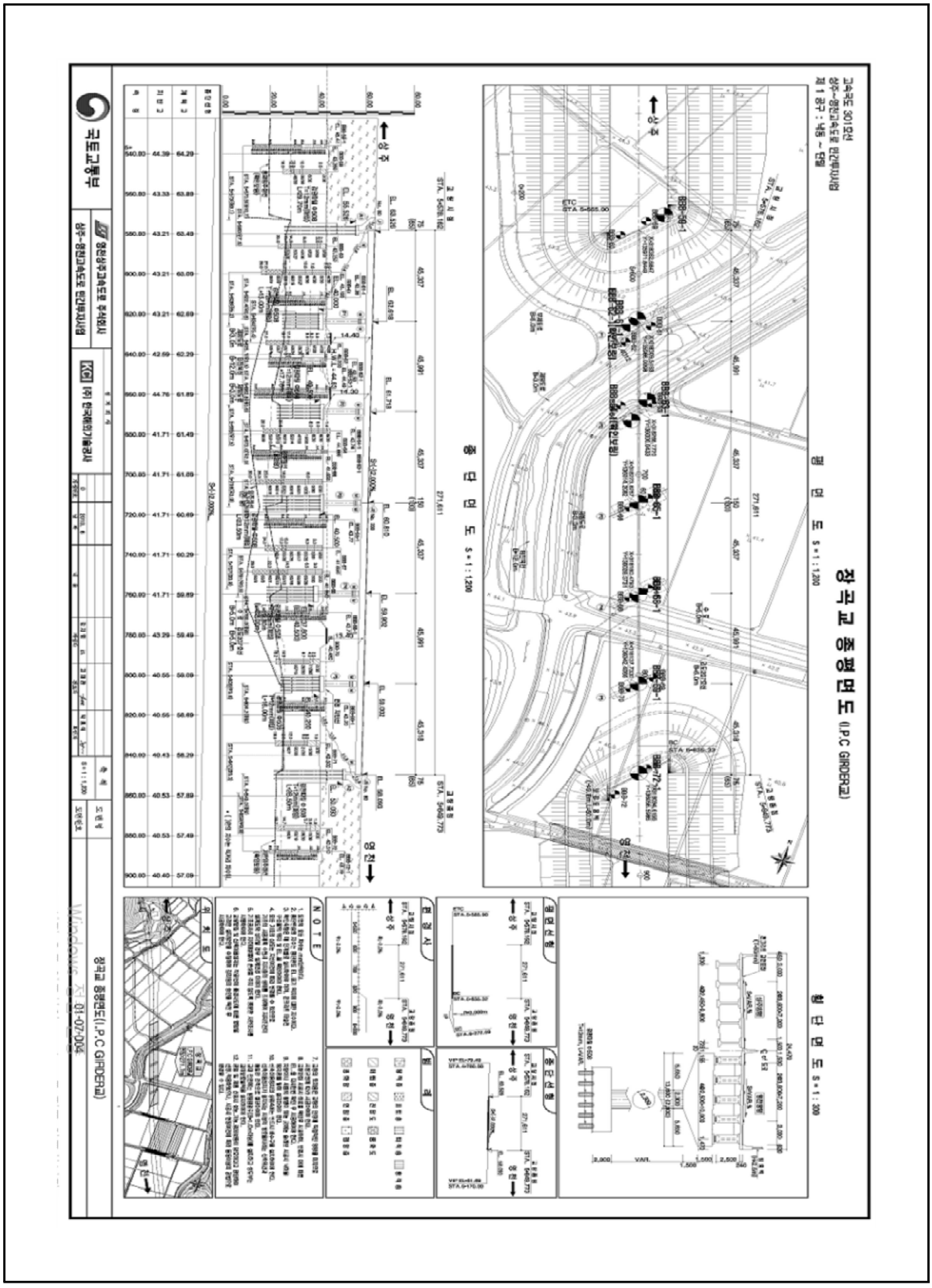
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S3	도보, 굴절점검차	2023.09.13.~2023.09.25.	

【그림 3.1.1】 위치도

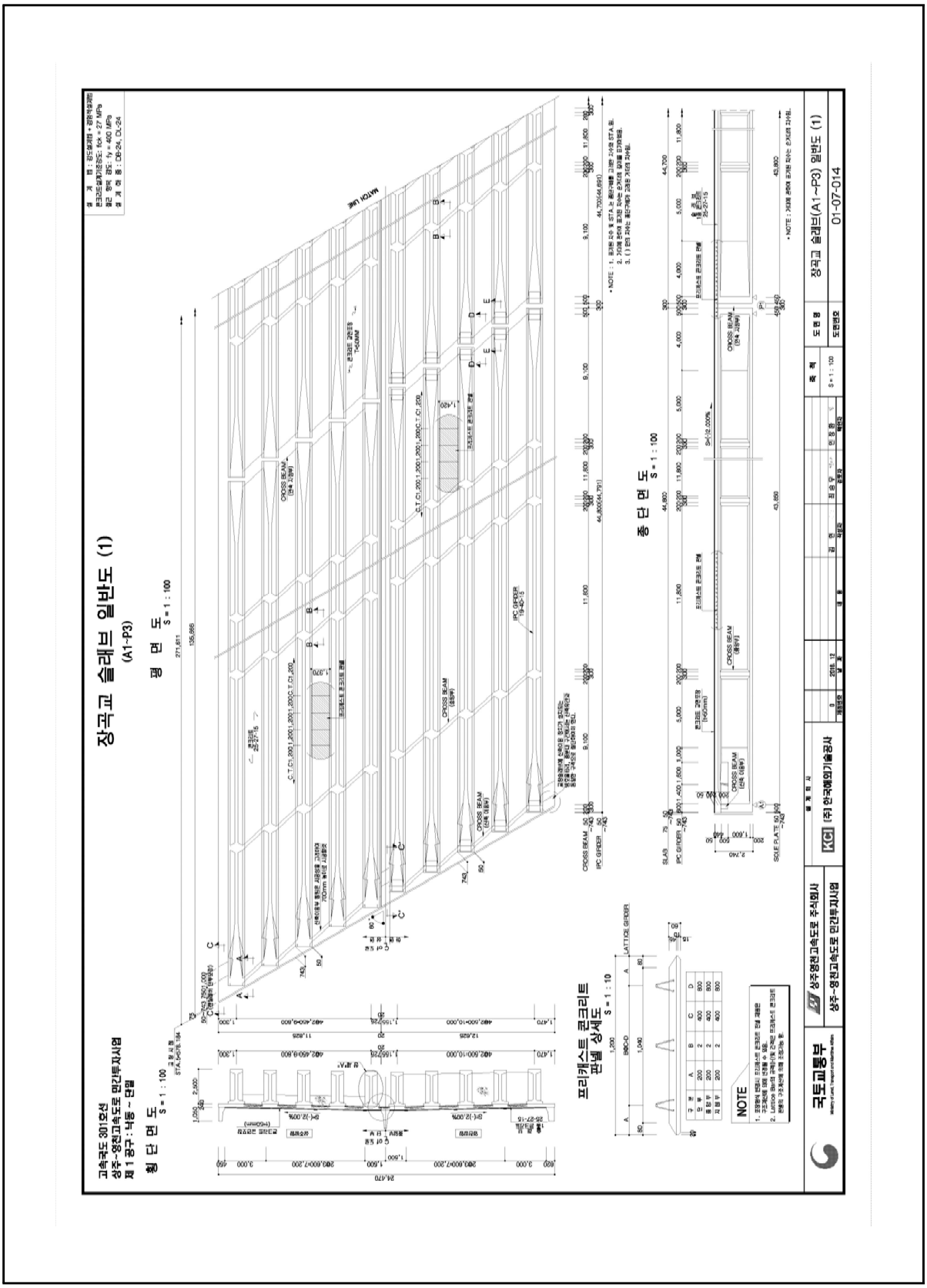
교면포장 전경	신축이음 전경
바닥판하면 전경	교량받침 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 3.1.2】 부재별 현황

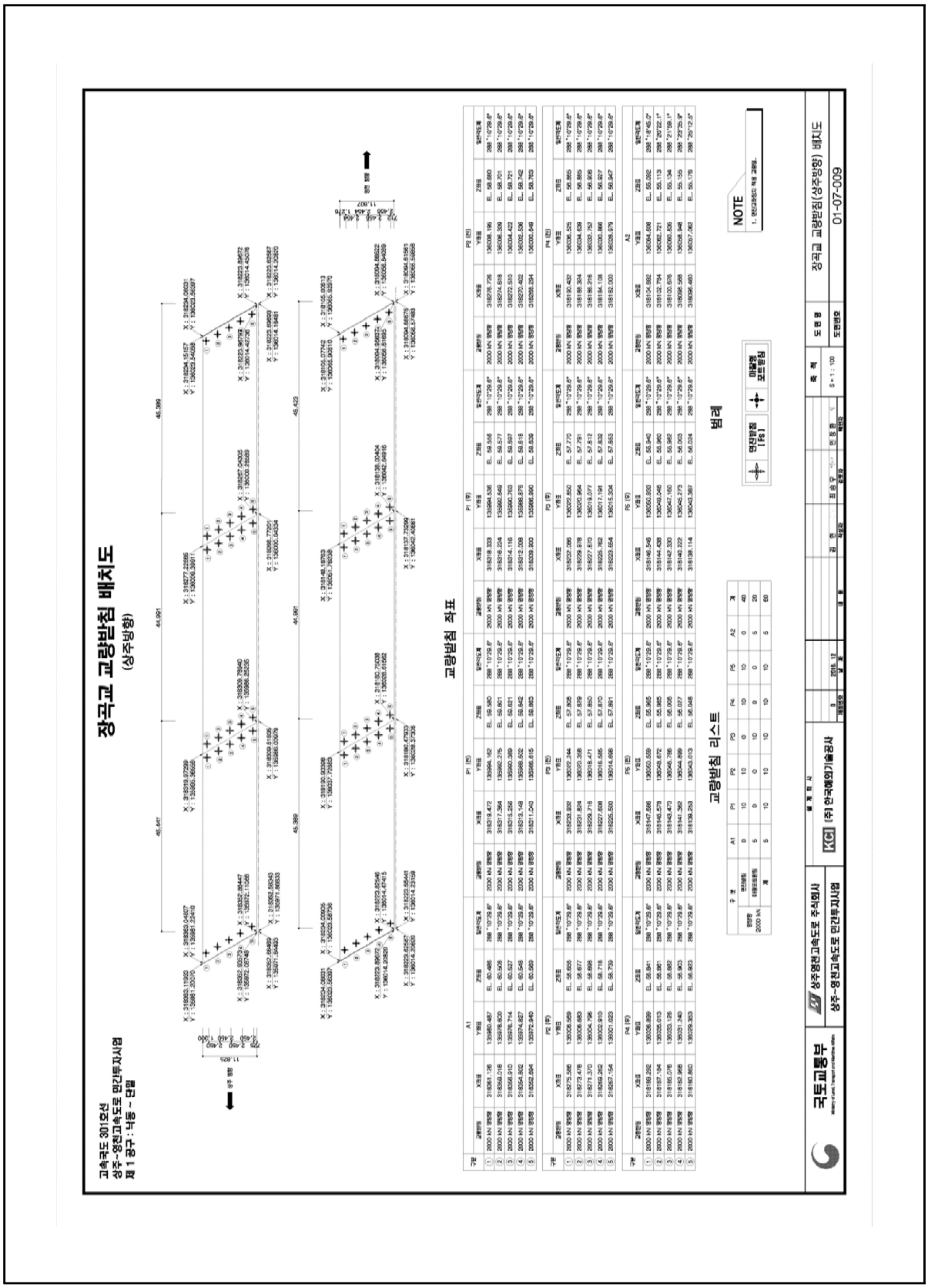
3.1.3 시설물 일반도



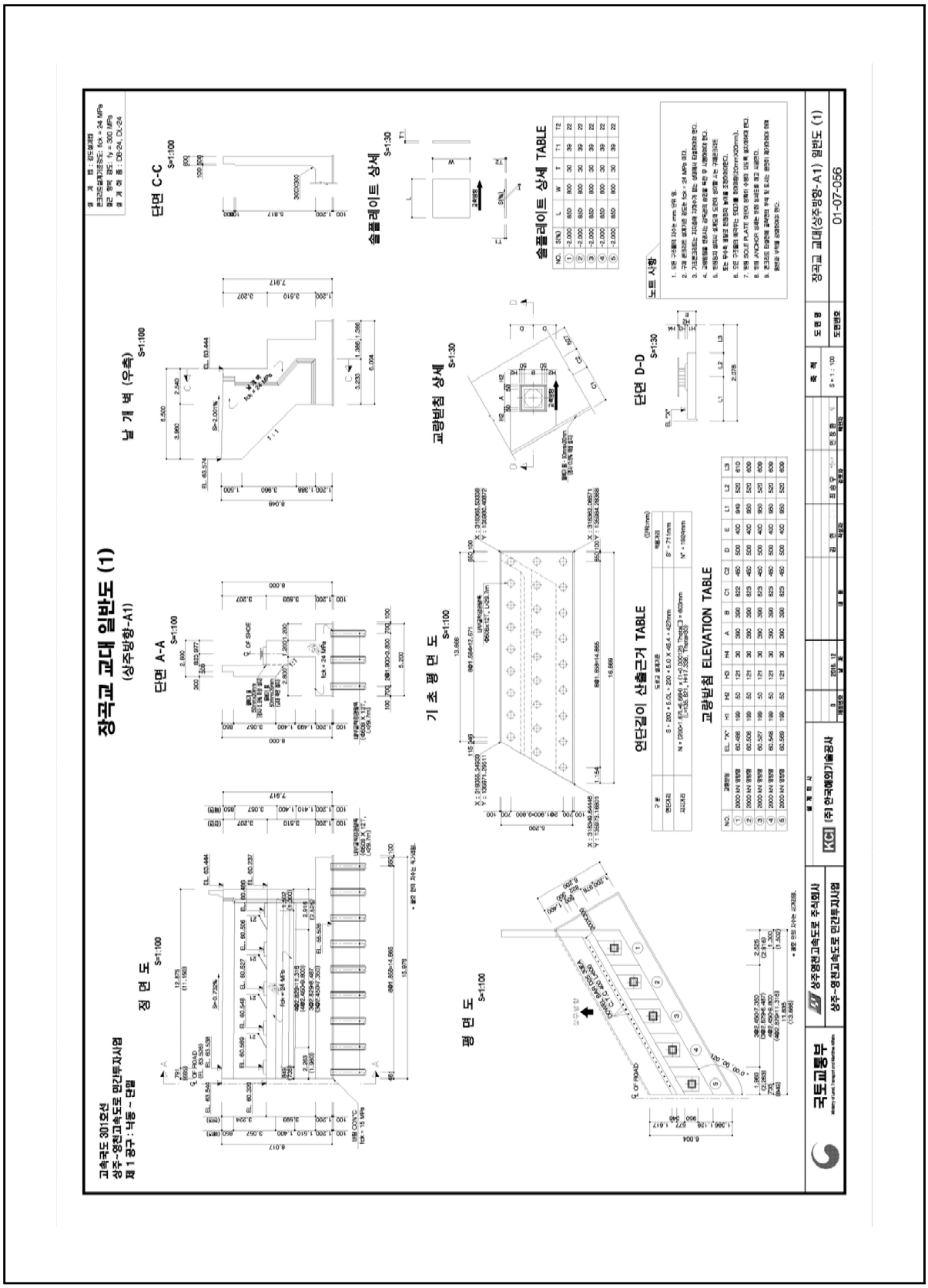
【그림 3.1.3】 평면 및 종단면도



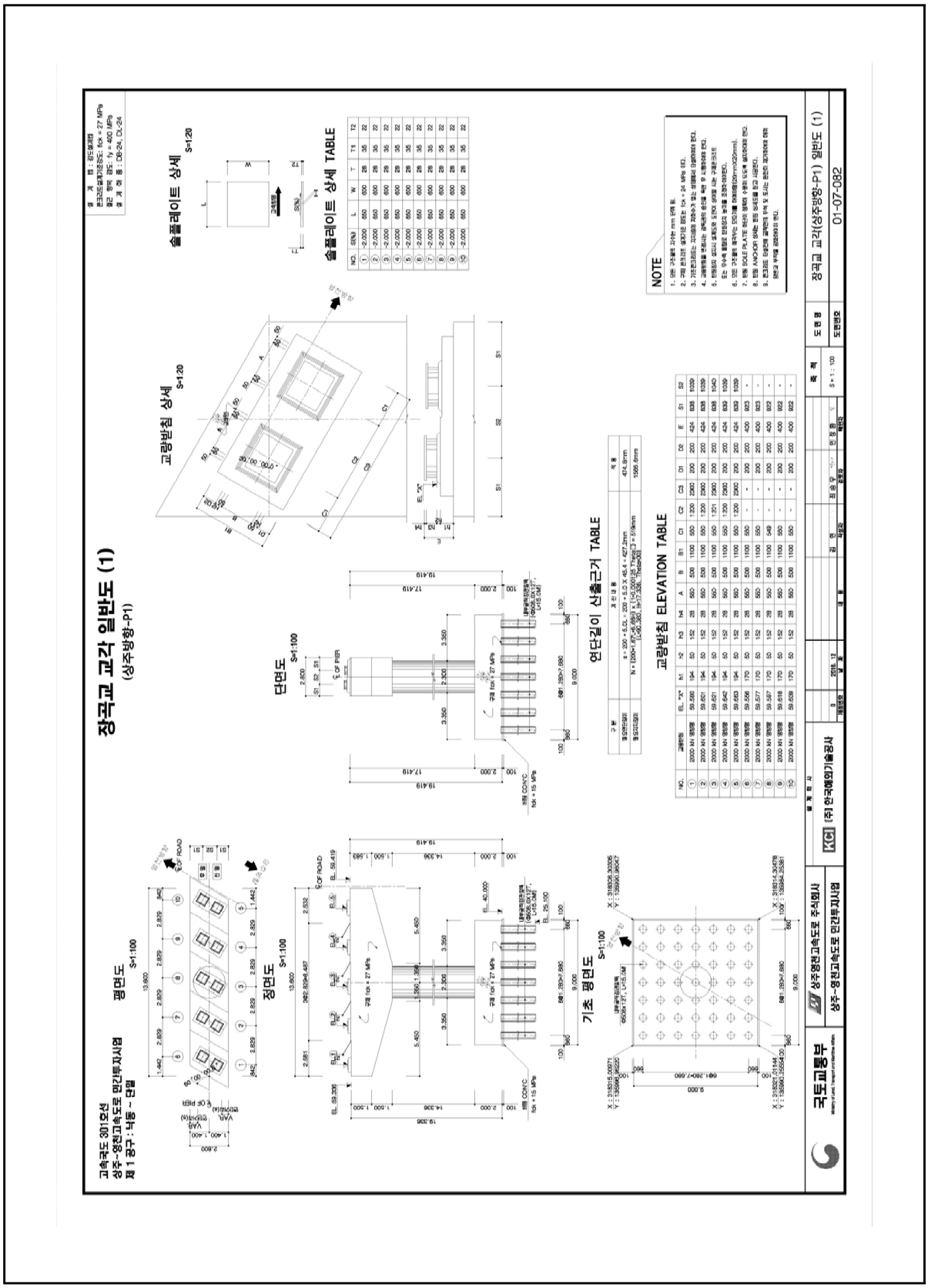
【그림 3.1.4】 슬래브 일반도



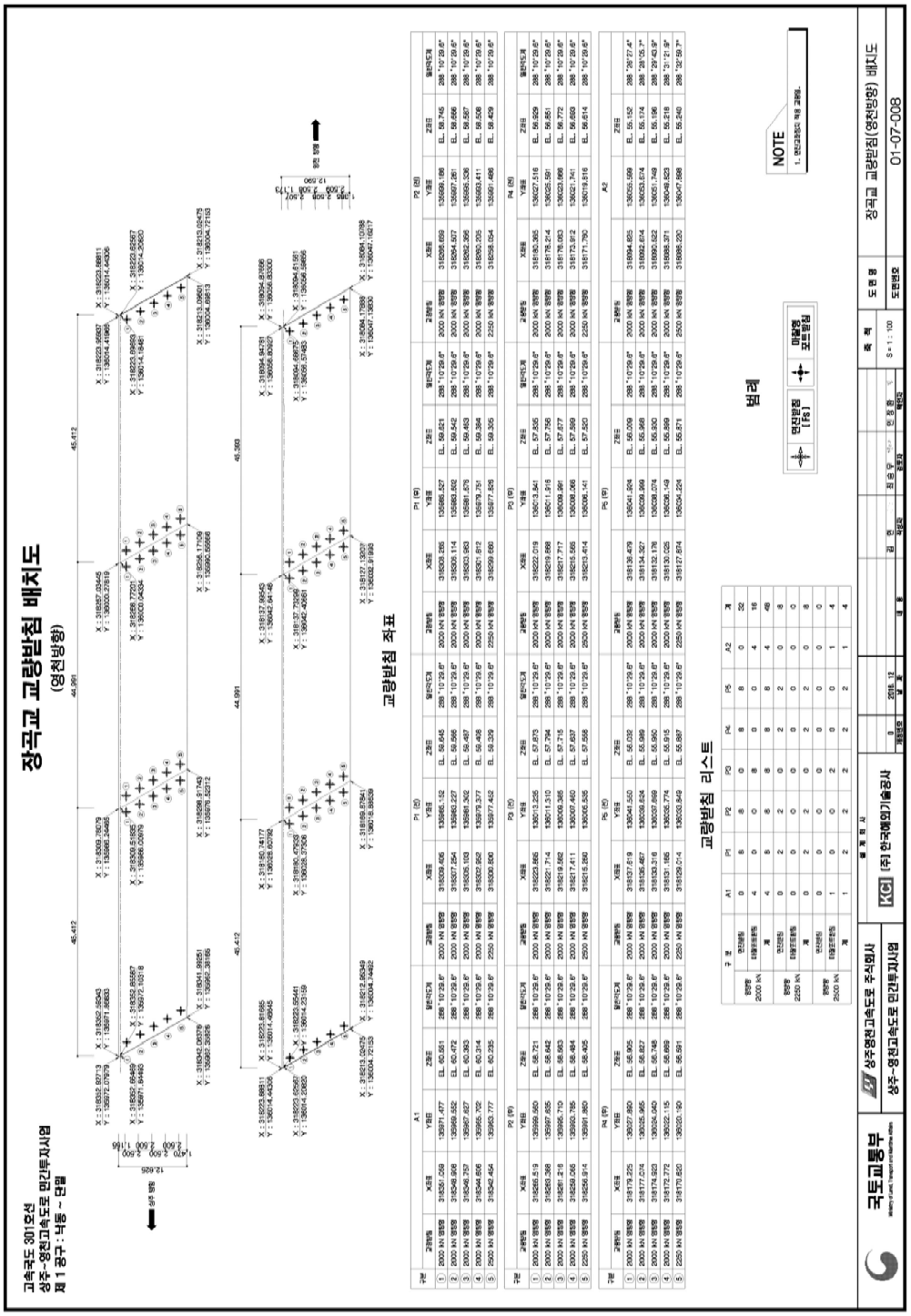
【그림 3.1.5】 교량받침 배치도(상주방향)



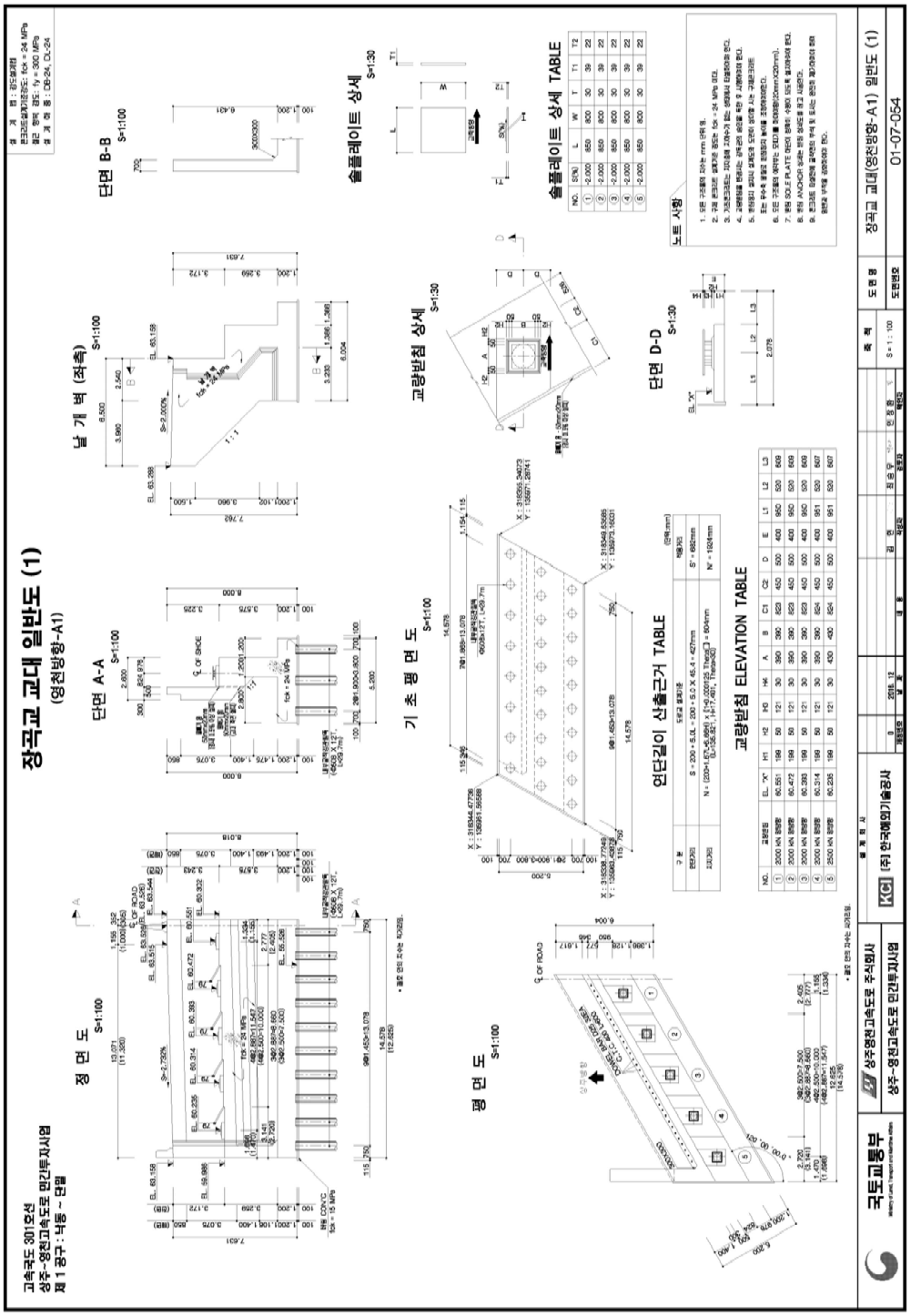
【그림 3.1.6】 교대 일반도(상주방향)



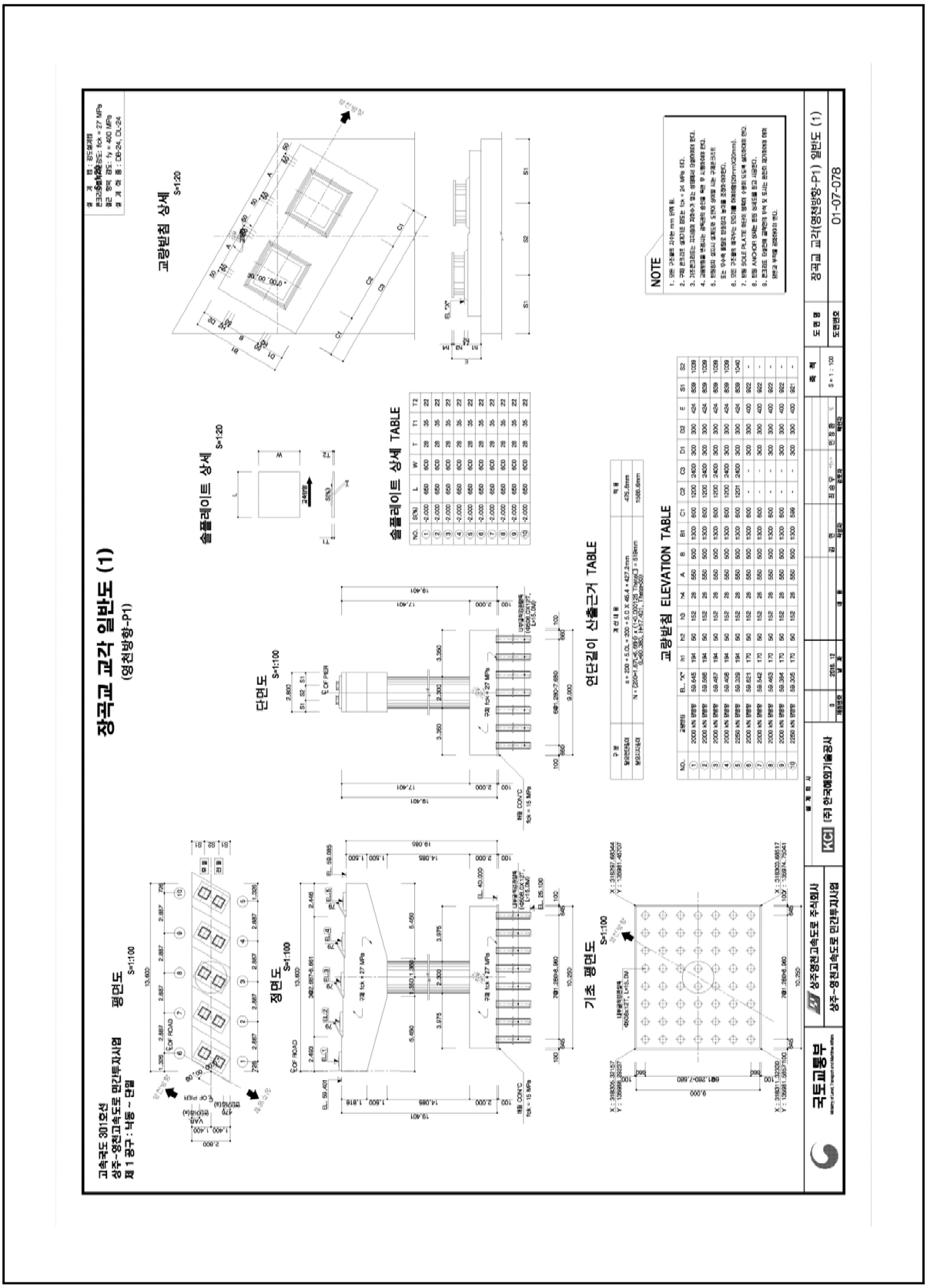
【그림 3.1.7】 교각 일반도(상주방향)



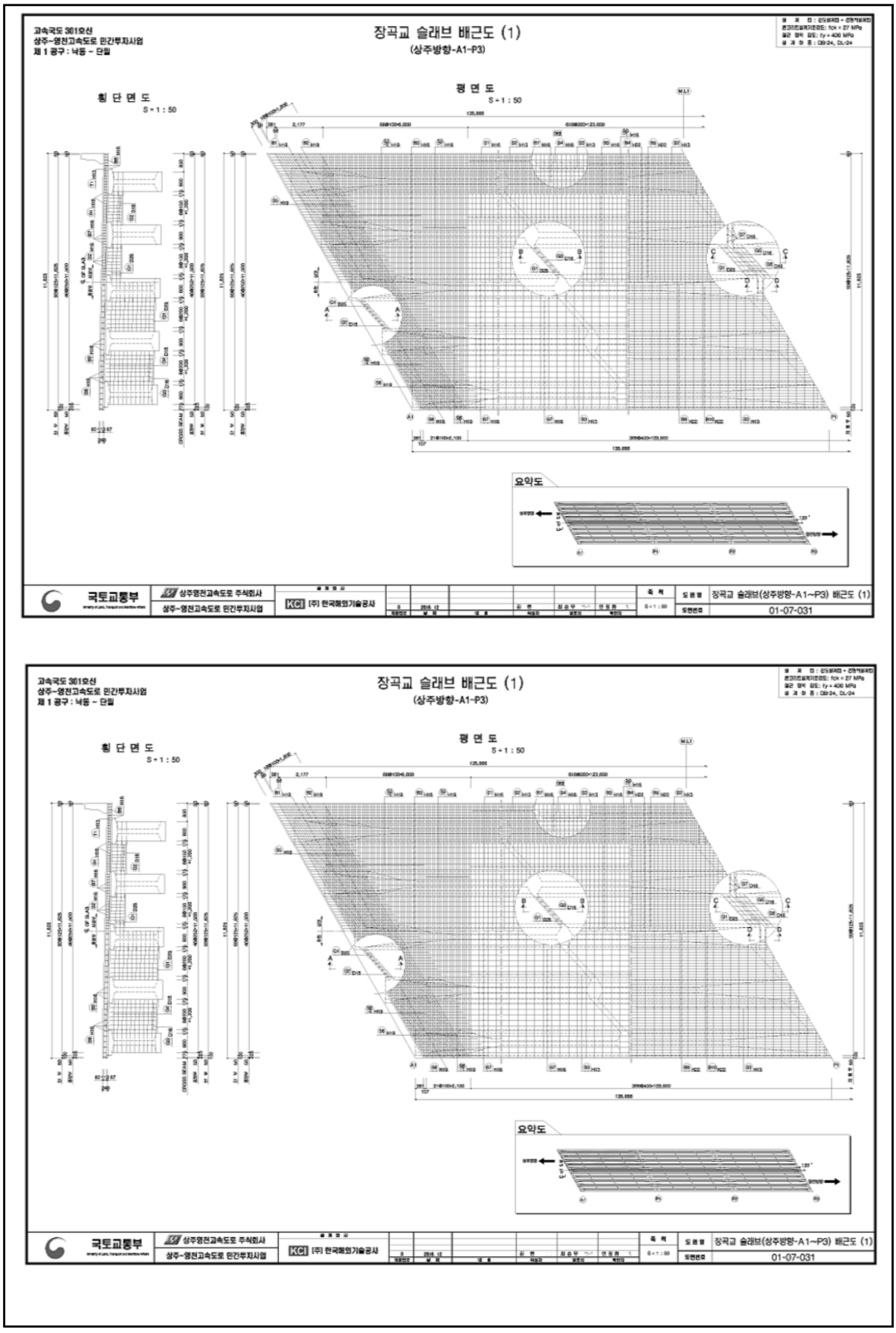
【그림 3.1.8】 교량받침 배치도(영천방향)



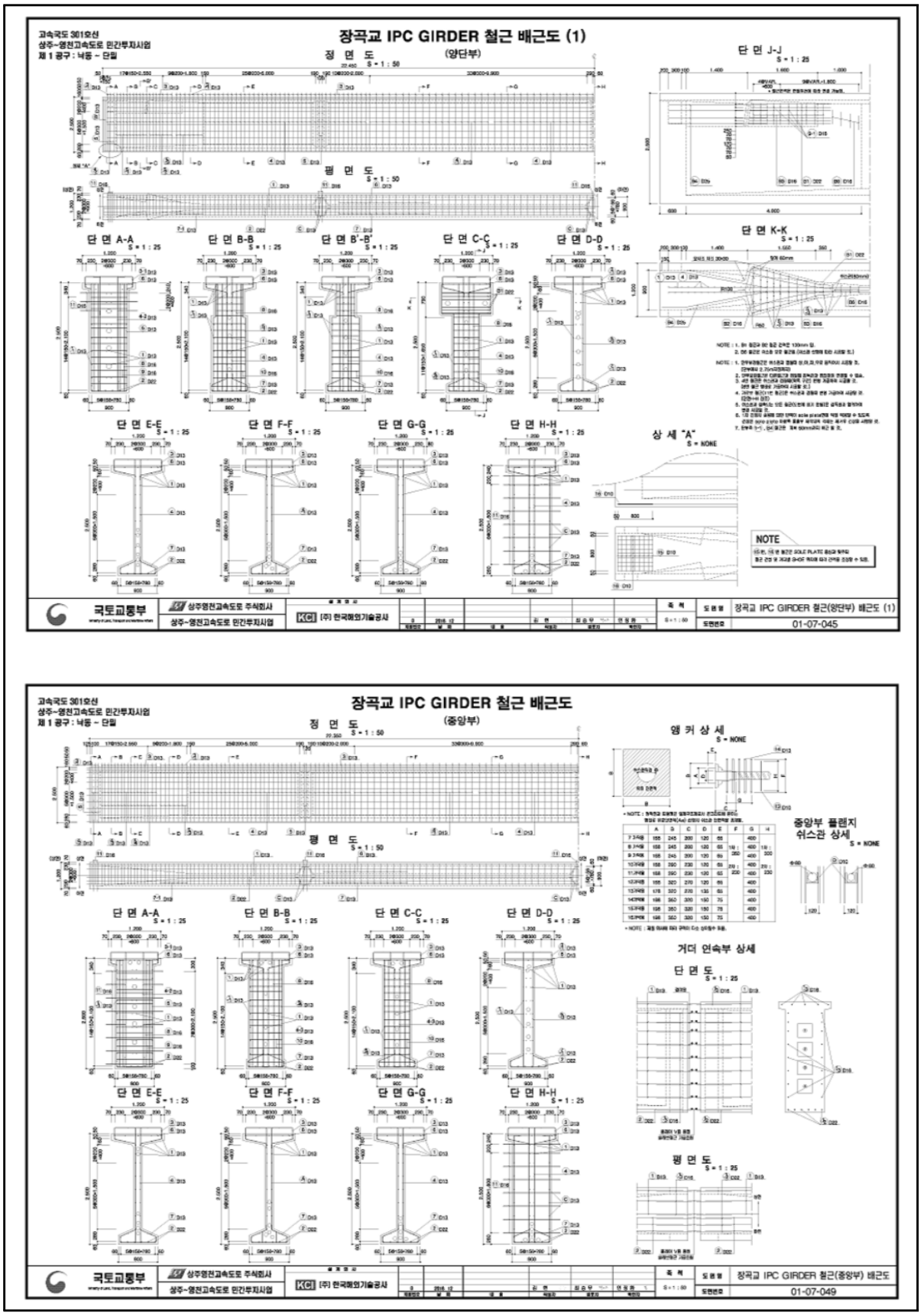
【그림 3.1.9】 교대 일반도(영천방향)



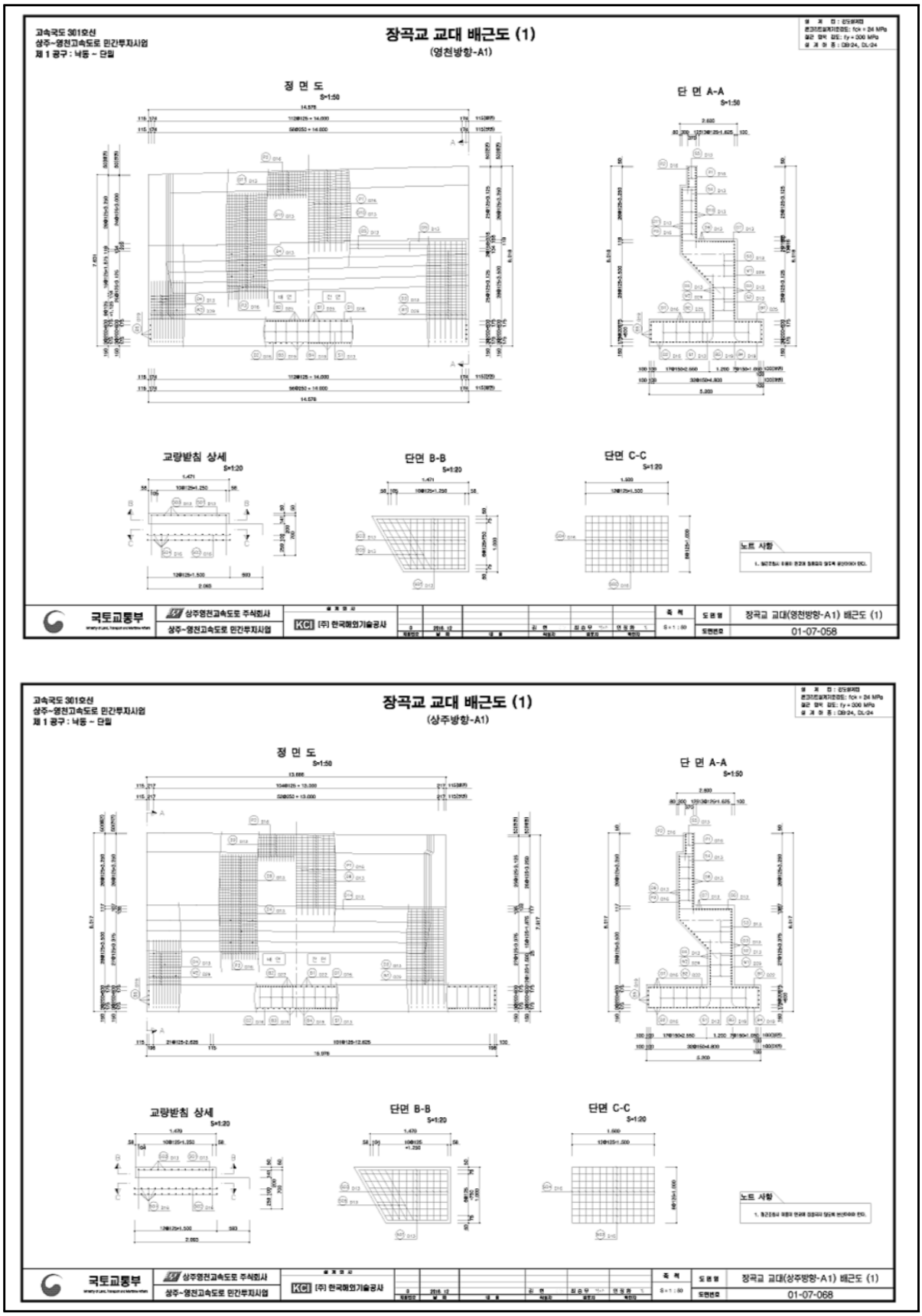
【그림 3.1.10】 교각 일반도(상주방향)



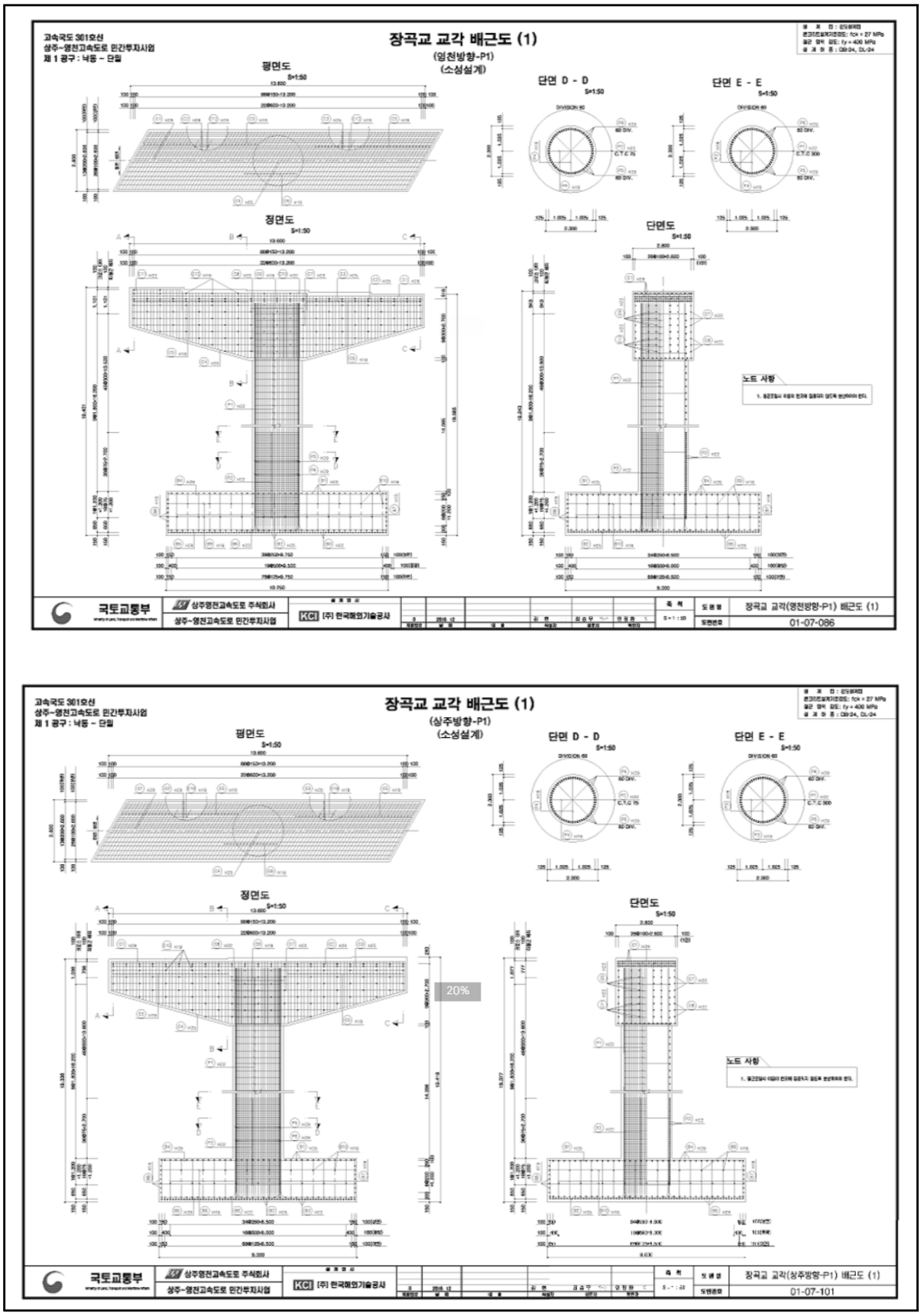
【그림 3.1.11】 슬래브 배근도



【그림 3.1.12】 거더 배근도



【그림 3.1.13】 교대 배근도



【그림 3.1.14】 교각 배근도

3.2 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.

3.2.1 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 7.39㎞ 구간에 해당한다.

과업지역은 한반도의 동서부를 가로지르는 낙동강의 상류지역에 속하여, 태백산맥에서 분기한 일월산맥의 주맥이 도폭의 동북부를 북북서~남남동 방향으로 절주하는 지역이다. 과업지역은 안계평야를 위시하여 비교적 완만한 경사를 가진 저평한 구릉지를 이룬다.

서북부 건지봉(420m)과 안계면 봉양동 봉화재는 호상의 산릉이 NE 방향의 중앙선을 중심으로 마주나며 대칭적으로 배열되어 있는 지형상의 특징을 갖고 있다.

본 조사지역 인근의 수계의 발달은 낙동강을 중류로, 잘 발달된 수지상수계를 이루고 있다. 위천을 비롯한 비교적 큰 계류는 지층의 주향방향에 대략 평행한 유로를 만들고 있는 곳이 많다. 낙동강과 위천은 대부 완만히 사행하며, 하천 폭에 비하여 양측하안의 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 릇에 의한 하각보다는 유로의 확대 및 퇴적이 우세해가는 초기 노년기의 단계에 있다.

2.1.2 지질

본 조사지역은 낙동도폭(1:50,000) 남서측에 위치하며 선캠브리아기에 형성된 흑운모화강암질편마암을 중생대 쥬라기에 관입한 흑운모화강암이 기반암을 이룬다. 백악기 중성암맥 및 산성암맥이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두껍고 넓게 분포하고 있다. 흑운모 화강암은 삼봉산 산체를 구성하며 낙동층군에 의하여 부정합적으로 피복된다. 특징적으로 녹회색의 세립질암이나 2~3mm 정도의 신선한 장석이 결정을 이룬다. 본 도폭지역에서는 풍화대가 매우 두터운 층후로 분포한다.

각 지층에 대한 지질각론은 다음과 같다.

(1) 선캠브리아기 변성암류

본 암은 과업지역이 위치하고 있는 낙동도폭의 서남쪽의 백두점, 낙정동, 매호리에 분포한다. 선캠브리아기의 변성암류는 선캠브리아기의 영남계에 속하며, 흑운모화강암질편마암과 반상변정편마암으로 구분되어 있다. 과업지역에 이웃해서 분포되어 지질기반을 이루고 과업지역의 서쪽으로 광범위한 분포를 보이고 있다.

(2) 흑운모화강암

본 암층은 과업지역에 위치한 삼봉산 산체를 구성하고 있으며, 흑운모화강암질편마암 및 반상변정편마암을 관입하며, 낙동층에 의하여 부정합으로 피복된다. 녹회색의 세립질암이나 신선한 장석이 빈칩을 이룬다. 본 암의 구성광물은 양비의 순위로 사장석, 석영, 미사장석, 정장석, 퍼어다이트, 흑운모 및 소량의 백운모이다. 사장석은 누대구조가 현저하고 변질이 심하며 누대구조의 내부는 녹렴석으로 변해있다. 석영은 모두 파동소광이 현저하다. 미사장석과 퍼어다이트는 신선하며 대립정을 이루고 내부에 석영, 사장석, 흑운모를 포리하는 반구조를 나타내는 것이 많다. 정장석은 고령토와 백운모로 변질되고 특히 주자의 생성이 현저하다. 정장석 중에는 칼스밧드 쌍정을 이루는 것이 있다. 흑운모는 일부 녹렴석, 녹니석, 철광으로 변질되어 있다. 삼봉산 북쪽에는 흑운모화강암의 연변상이 비교적 넓은 분포를 보이면서 나타나고 있다. 연변상은 미세한 초상구조를 나타내는 세립질암이며 화강암질편마암에 유사하다. 경하에서 관찰하면 세편상인 흑운모가 일정한 방향으로 배열하며 광물성분은 흑운모화강암과 동일하다.

(3) 메라섬록암

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

(4) 낙동층

본 층은 낙동층군의 최하부층으로 과업지역의 북동방향으로 대부분의 지역을 점하고 있다.

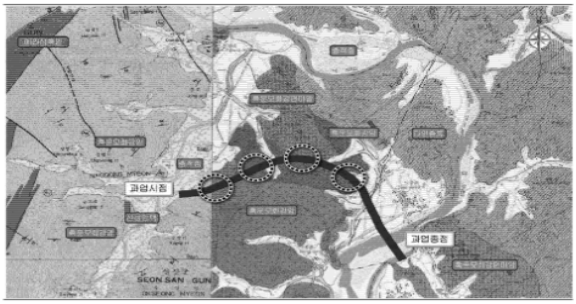
본 층은 편마암류 및 화성암류로 된 지반의 침식면상에 부정합적으로 피적되어 있으며, 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 세암이 우세하다. 과업지역 인근의 낙동층은 역암이 우세한 하부의 만경산층류로 구성되어 있다. 만경산층류는 과업지역의 동쪽방향의 만경산과 동북방향의 비봉산을 중심으로 광범하게 분포하고 있으며, 최기저부의 세일 및 역암, 하부의 사암, 사질역암, 역암 및 세암, 중부의 역암과 역질사암으로 구성된다.

(4) 암맥류

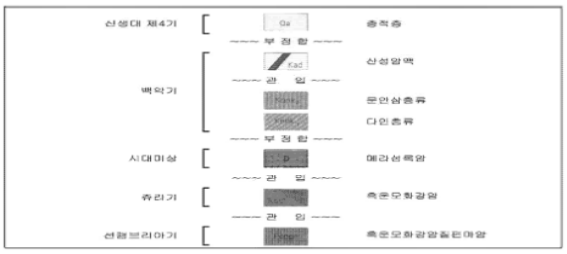
암맥류는 불국사화성암류를 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

산성암맥은 규장암맥과 석영맥으로 구성되며, 염기성암맥으로는 안산반암 및 심록암질 암맥으로 구성된다.

<조사지역 지질도>



이 지역의 지질도와 지질계통표는 아래와 같다.



2.4 적용 설계지반정수

지 층	단위중량 (γ_t, kN/m³)	점착력 (c, kPa)	내부마찰각 (Ø, °)	투수계수 (cm/s)
충적층	19.0	10.0	29	3.0×10^{-4}
풍화토	18.0	15.0	30	1.5×10^{-3}
풍화암	21.0	29.0	30	7.0×10^{-4}
기반암	26.0	200.0	35	4.0×10^{-5}

나. 지반 및 지질 조사보고서

1.1 조사목적

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

1.2 조사구간

㈜ 제 1 공구

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

1.3 조사항목

조사의 목적을 수행하기 위하여 다음과 같은 내용의 현장조사 및 현장시험을 실시하였다.

구 분		대 상	수 량	비 고
현장조사	시 추 조 사	교량부	95 공	NX 규격
		암기부	6 공	
		옹벽부	5 공	
		소계	106 공	
현장시험	표준관입시험	시추조사	1식	

1.4 조사기간

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

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

1.5 조사장비

본 조사에 사용된 조사장비는 다음과 같다.

품 목	규 격	수 량	비 고
시 추 기	DP-300 유압기	3대	
표준관입시험기	KSF 2307	3조	
D-3 코어배럴	-	3조	
엔진, 양수펌프	15HP	3조	
기타부대장비	-	1식	

(3) 낙동 JCT교

낙동 JCT교에 대한 시추수량은 총 4개소로 이에 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 시추조사 결과 비교

공 번		위 치 (STA.)		EL. m		지 층		
금회	기존	금회	기존	금회	기존	지층명	금회(m)	기존(m)
009-5-1	009-5	0+406.2 (우 4.2m)	0+412.0 (우 12.0m)	68.90	68.40	매립층	0.0~11.5	0.0~9.2
						퇴적층	11.5~13.0	9.2~15.5
						풍화토	13.0~24.0	15.5~27.0
						풍화암	24.0~31.0	27.0~34.0
009-6-1	009-6	0+442.7 (좌 12.1m)	0+444.0 (우 6.5m)	67.67	68.16	매립층	0.0~16.5	0.0~12.0
						퇴적층	-	12.0~14.5
						풍화토	16.5~26.0	14.5~26.0
						풍화암	26.0~33.0	26.0~33.0
009-7-1	009-7	0+491.3 (우 9.4m)	0+494.0 (좌 9.1m)	70.10	68.58	매립층	0.0~8.5	0.0~5.5
						퇴적층	8.5~10.8	5.5~17.5
						풍화토	10.8~19.7	17.5~28.0
						풍화암	19.7~26.70	28.0~35.0
009-8-1	009-8	0+528.4 (좌 11.0m)	0+528.0 (좌 2.0m)	69.66	70.96	매립층	0.0~5.5	0.0~9.3
						풍화토	5.5~19.0	9.3~25.0
						풍화암	19.0~26.0	25.0~32.0

(2) 금회 조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (EL. -m)	두 께 (m)	구성상태	N 치 (타격/cm)	지하수위 (EL.-m)
009-5-1	0+406.2 (좌 4.2m)	매립층	0.0~7.5	7.5	모래섞인 자갈	32/30~38/30	8.8
			7.5~11.5	4.0	자갈섞인 실트질 모래	27/30~49/30	
		퇴적층	11.5~13.0	1.5	실트질 점토	14/30	
		풍화토	13.0~24.0	11.0	암편섞인 실트질 모래	16/30~50/12	
		풍화암	24.0~31.0	7.0	화강암의 풍화암	50/5~50/3	
009-6-1	0+442.7 (좌 12.1m)	매립층	0.0~8.5	8.5	모래섞인 자갈	24/30~30/30	8.5
			8.5~16.5	8.0	자갈섞인 실트질 모래	11/30~32/30	
		풍화토	16.5~26.0	9.5	암편섞인 실트질 모래	29/30~50/13	
		풍화암	26.0~33.0	7.0	화강암의 풍화암	50/9~50/3	
009-7-1	0+491.3 (우 9.4m)	매립층	0.0~8.5	8.5	자갈섞인 실트질 모래	19/30~50/4	11.5
		퇴적층	8.5~10.8	2.3	점토섞인 실트질 모래	6/30	
		풍화토	10.8~19.7	8.9	암편섞인 실트질 모래	19/30~50/12	
		풍화암	19.7~26.7	7.0	화강암의 풍화암	50/10~50/3	
009-8-1	0+528.4 (좌 11.0m)	매립층	0.0~5.5	5.5	자갈섞인 실트질 모래	17/30~25/30	12.8
		풍화토	5.5~19.0	13.5	암편섞인 실트질 모래	13/30~50/11	
		풍화암	19.0~26.0	7.0	화강암의 풍화암	50/5~50/3	

(3) 지층개요

① 매 립 층

본 층은 최상부 지층으로 전시추공에서 확인되었으며, 층두께는 5.5~16.5m로 분포한다. 모래섞인 자갈(GP) 및 자갈섞인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며 자갈크기는 Φ10~300mm 정도이다. 표준관입시험 결과 N값은 11/30~50/4의 범위로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보이며, 함수상태는 습한 상태이고 색조는 황갈색~갈색을 띤다.

② 퇴 적 층

본 층은 시추공 009-5-1, 009-7-1에서 확인되었으며, 층두께는 1.5~2.3m로 분포한다. 실트질 점토(CL) 및 점토섞인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 점성토의 N값은 14/30으로 매우견고한 연경도를 보이고 사질토의 N값은 6/30으로 느슨한 상대밀도를 나타낸다. 함수상태는 습한 상태이며 색조는 갈색~암회색을 띤다.

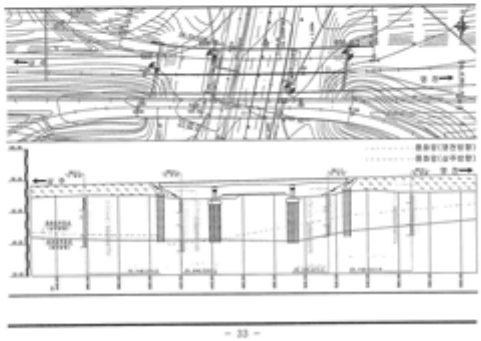
③ 풍 화 토

본 층은 전시추공에서 확인되며, 기반암의 상부풍화대로 8.9~13.5m의 두께로 분포한다. 구성토질은 암편섞인 실트질 모래(SM)로 표준관입시험 결과 N값은 13/30~50/11로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보여준다. 함수상태는 습한 상태이며 색조는 황갈색~암갈색을 띤다.

④ 풍 화 암

기반암의 하부풍화대인 풍화암층은 전시추공에서 확인되었고, 출현심도는 19.0~26.0m이하이며 7.0m 이상의 층두께로 확인되었다. 굳은 및 단객시 실트섞인 모래로 분해되며, 표준관입시험 결과 N값은 50/10~50/3의 범위로 매우조밀한 상대밀도를 보이고, 색조는 암갈색을 띤다.

(4) 지층 종평면도



3.1 지 형

산 계	수 계
·과업지역의 서쪽과 남서쪽은 갑장산과 수선산 등 비교적 높은 고도의 산계를 형성하고 있으며 동쪽은 주로 낮은 구릉지로 이루어져 있음 ·과업노선은 삼봉산의 지자대를 끼리서 지나가며 그 남쪽으로는 북우산이 위치함	·사행하천 형태를 보이는 낙동강이 과업노선의 시점부와 교차하며 남쪽으로 흐르고 있음 ·과업노선의 횡절부는 북동 방향으로 흐르는 장천과 교차하고 있음 ·전체적인 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남

항공사진

3.2 지 질

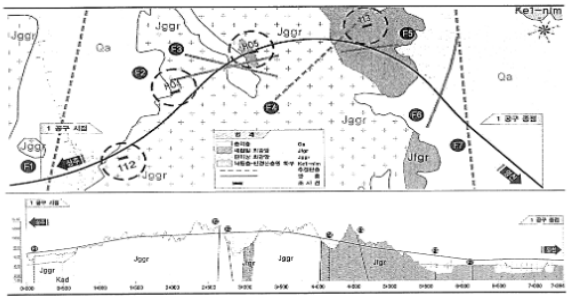
3.2.1 지질개요

과업지역에 분포하고 있는 암종으로는 뚜렷한 변마구조가 발달하는 조립질의 흑운모 화강암과 미약한 엽리를 보이며 세립질의 화강암(세립질 화강암)과 화강섬록암이 분포하고 있으며, 이를 산성암맥(규장암)과 염기성암맥(각섬암)이 관입하고 있는 암상을 보임

3.2.2 지질계통표

지질시대		층 명	특 성
제4기		충적층(Qa)	·하천 및 산록 퇴적물
		~~ 부정합 ~~~	
중생대	백악기	중성암맥(Kid), 산성암맥(Kad)	·괴상의 치밀
		- - - 관입 - - -	
		화강암(Kgr)	·괴상의 치밀
	쥬라기	세립질 화강암(Jfgr)	·엽리 발달 미약, 세립질, 부분적으로 화강섬록암 양상 포함
		점이적	
		흑운모 화강암(Jggr)	·엽리 발달, 조립질

3.2.3 지질종·평면도



4.1.3 깍기부

깍기부에 대한 시추수량은 총 5개소로 이에 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (GL. -m)	두 께 (m)	구성상태	N 치 (TCR/RQD)	지하수위 (GL.-m)
CBB-1	1+161.2 (우 28.2m)	충적층	0.0~1.4	1.4	자갈섞인 실트질 모래	16/30	11.2
		풍화토	1.4~8.0	6.6	실트질 모래	10/30-50/21	
		풍화암	8.0~11.4	3.4	기반암의 풍화암	50/9-50/5	
		연 암	11.4~21.0	9.6	화강암의 연암	(70-100/27-63)	
CBB-2	1+909.4 (우 22.7m)	충적토	0.0~6.5	6.5	실트질 모래	33/30-50/17	7.5
		풍화암	6.5~9.0	2.5	기반암의 풍화암	-	
CBB-3	2+409.8 (좌 56.5m)	매립층	0.0~1.8	1.8	자갈섞인 실트질 모래	32/30	22.0
		풍화토	1.8~5.5	3.7	실트질 모래	50/30-50/10	
		풍화암	5.5~14.5	9.0	기반암의 풍화암	50/9	
		연 암	14.5~33.0	18.5	화강암의 연암	(93~100/27~79)	
CBB-4	3+854.8 (좌 30.0m)	붕적토	0.0~2.5	2.5	실트질 모래	50/15-50/13	17.5
		풍화암	2.5~3.0	0.5	기반암의 풍화암	-	
		연 암	3.0~11.0	8.0	화강암의 연암	(100/46~70)	
		경 암	11.0~38.0	27.0	화강암의 연암	(100/68~90)	
CBB-5	4+488.1 (우 39.2m)	붕적토	0.0~9.0	9.0	실트질 모래	30/30-50/12	17.0
		풍화암	9.0~10.0	1.0	기반암의 풍화암	50/10	
		연 암	10.0~30.0	20.0	화강암의 연암	(50-100/10-68)	
		경 암	30.0~37.0	7.0	화강암의 연암	(100/82-86)	

(2) 지층개요

① 매 립 층

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

② 붕 적 층

본 층은 시추공 CBB-1에서 확인되었으며, 층두께는 1.4m로 분포한다. 자갈섞인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 16/30으로 보통조밀한 상대밀도를 보여준다. 함수상태는 습윤 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

③ 풍 화 토

기반암의 상부풍화대인 풍화토층은 전시추공에서 확인하였고, 층두께는 2.5-9.0m로 분포한다. 구성토질은 실트질 모래이며, 표준관입시험 결과 N값은 10/30-50/10의 범위로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보여준다. 함수 상태는 습윤 상태이며, 색조는 갈색, 암갈색을 띤다.

④ 풍 화 암

기반암의 하부풍화대인 풍화암층은 전시추공에서 확인하였고, 층두께는 0.5-9.0m로 분포한다. 굴진시 실트섞인 모래로 분해되었으며, 소량의 양편 코어가 회수되었다. 표준관입시험 결과 N값은 50/10-50/5의 범위로 매우조밀한 상대밀도를 보이며, 색조는 갈색, 담갈색, 암갈색을 띤다.

⑤ 연 암 층

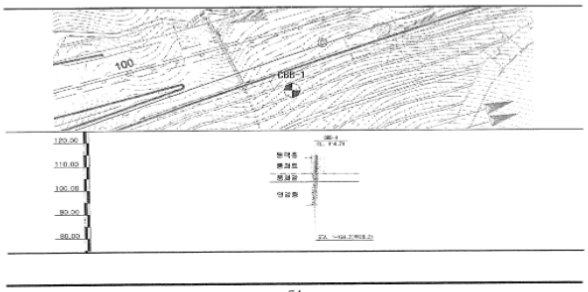
기반암인 화강암의 연암으로 CBB-2를 제외한 시추공에서 확인하였고, 층두께는 8.0-20.0로 분포한다. 풍화정도는 심한풍화~약간풍화를 보이고 있으며 강도는 약한~강함의 상태를 보여준다. 코아회수율(TCR)은 50-100%, 암질지수(RQD)는 10-75%로 회수되었으며, 색조는 담갈색, 암갈색, 회갈색을 띤다.

⑥ 경 암 층

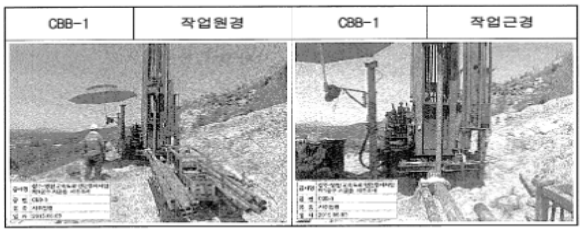
기반암인 화강암의 연암으로 출현심도는 11.0~30.0m이하이며 7.0~27.0m이상의 층두께로 확인되었다. 풍화정도는 보통풍화~신선함을 보이고 있으며 강도는 보통강함~매우강함의 상태를 보여준다. 코아회수율(TCR)은 100%, 암질지수(RQD)는 88-90%로 회수되었으며, 색조는 암갈색, 암회색을 띤다.

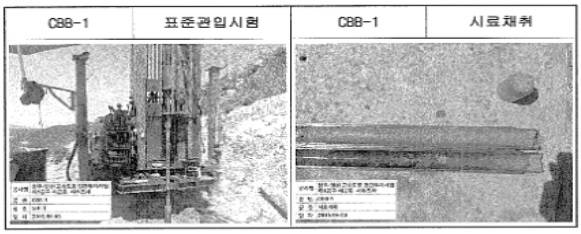
(3) 지층 종평면도

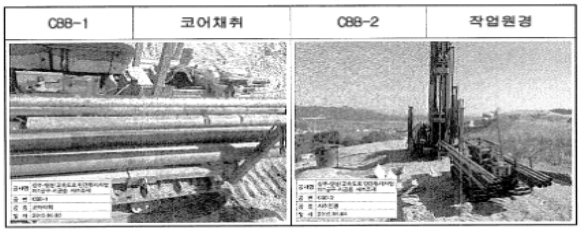
- CBB-1 (STA. 1+161.2)



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







다. 구조계산서 및 내진설계

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

◆ 결과 요약

○ 장 곡 교 (영 천 방 향) - A1 ~ P3

■ 단면 총 설계

단 면 위 치	Req A_s (mm^2)	폭 b(mm)	깊이 d(mm)	피 복 d' (mm)	사용철근량 (Use A_s) (mm^2)	M_u (kN-m)	ϕM_n (kN-m)	비 고
캔틸레버 (방음벽 G1측)	1,318	#####	180	60	H16 @ 200 = 993 H13 @ 200 = 634	75.54	91.80	O.K
캔틸레버 (중분대 G5측)	680	#####	180	60	H16 @ 200 = 993	40.24	57.85	O.K
중간슬래브 (상면)	720.0	###	180	60	H16 @ 200 = 993.0	등 분 배 근		O.K
중간슬래브 (하면)	960.0	###	200	40	H16 @ 200 = 993.0	등 분 배 근		O.K
슬래브단부	3,069	###	180	60	H22 @ 125 = 3,097	159.90	161.10	O.K
캔틸레버 단 부	2,636	###	180	60	H19 @ 100 = 2,865	102.81	150.99	O.K

■ 배력철근량(온도철근량) 산정

단 면 위 치		필요철근량 (mm^2)	사용철근량 (Use A_s) [mm^2]	비 고
캔틸레버	방음벽(G1측)	583	H16 @ 125 = 1,589	O.K
	중분대(G5측)	480	H16 @ 250 = 794	O.K
캔 틸 레 버 단 부		1,766	H19 @ 125 = 2,292	O.K

■ 사용성 검토 요약표

구 분		인장응력(f_s)	허용응력(f_{sa})	균 열 폭 (㎜)	허용균열폭 (w_a)	비 고
캔 틸 레 버	방음벽(G1측)	145	240	0.208	0.312	O.K
	중분대(G5측)	50	240	0.088	0.312	O.K
슬 래 브 단 부		158	240	0.256	0.293	O.K

1. 설 계 조 건

1.1 교량 형식 : INCREMENTALLY POST TENSIONING TYPE I.P.C GIRDER교
1.2 경 간 : 135,000 mm
1.3 폭 원 : 12,625 mm
1.4 교량 등급 : DB - 24, DL - 24 (1등급교)
1.5 거더 길이 : 44,800 mm + 44,700 mm + 44,800 mm
1.6 지간 길이 : 43,850 mm + 43,800 mm + 43,850 mm
1.7 단위 중량 : 콘크리트(철근) .... 2,500 kgf/m^3
콘크리트(무근) .... 2,350 kgf/m^3
Latex Modified Concrete 포장..... 2,350 kgf/m^3

1.8 재료의 물리상수 및 허용 응력

1) 슬래브
(1) 콘 크 리 트 : fck = 27 MPa
Ecs = 0.043× $\gamma c^{1.5}$× $\sqrt{fck}$ × 25,500 MPa
(2) 철 근 (SD400) : fy = 400 MPa
Es = 200,000 MPa

2) I.P.C GIRDER
(1) 콘 크 리 트 : fck = 40 MPa
Ecg = 0.03× $\gamma c^{1.5}$× $\sqrt{fck + 7,700}$= 29,300 MPa
(2) 철 근 (SD300) : fy = 300 MPa
Es = 200,000 MPa

(3) 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전 휨특응력
① 허용 휨 압축응력 (fci' = 0.8 x fck = 32 Mpa)
- fci = 0.65 x fci = 17.8 MPa
② 허용 휨 인장 응력
- 부착된 철근이 없는 인장 구역 :
fti = 1.4 MPa 또는 0.25 x $\sqrt{fci'}$ = 1.41 MPa 중 작은값
∴ fti = 1.4 MPa
- 부착된 철근이 있는 인장 구역 :
fti = 0.5 x $\sqrt{fci}$ = 2.83 MPa

(4) 모든 손실이 일어난 후 지정하중 상태에서의 허용응력
① 허용 휨 압축응력
- fcag = 0.4 x fck = 16 MPa
② 허용 휨 인장 응력
- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부착된 철근을 갖는 부재
fcag = 0.5 x $\sqrt{fck}$ = 3.16 MPa
- 해변 지역과 같이 심각한 부식에 노출된 상태
fcag = 0.25 x $\sqrt{fck}$ = 1.58 MPa
- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부착된 철근이 없는 부재
fcag = 0 MPa

01. 교량제원 및 설계상수

1.1 교량형식 : IPC GIRDER교

1.2 해석 대상 교량 총연장 :
45,338 + 45,000 + 2@45,338 + 45,000 + 45,338 = 271,664

1.3 교 폭 : 12.625m

1.4 교각형식 : T형 교각

1.5 교각기초형식 : 강관파일

1.6 내진설계상수
1) 내진등급 : 내진 1 등급교 (도로교 설계기준 6-11)
2) 지진구역계수 : 0.11 (도로교 설계기준 6-10)
3) 위험도계수 : I = 1.4 (도로교 설계기준 6-10)
4) 가속도계수 : A = 0.154 (도로교 설계기준 6-9)
5) 지반계수 : S = 1.5 (지반종류 2 , 도로교 설계기준 6-11)
6) 응답수정계수 (도로교 설계기준 6-13)
7) 고유치 해석방법 : Ritz Vector
8) 받침형식 : 납면진 받침, 마찰로트받침

1.7 해석방법
1) 해석방법 선정
비선형 시간이력 해석
2) 방향조합방법 : 100-30%방법

1.8 해석모델
1) 사용프로그램 : SAP2000
2) 모델링 : Frame요소사용
3) 절량산정 : 1,2차 고정하중 및 자중을 각 요소에 분포절량으로 입력

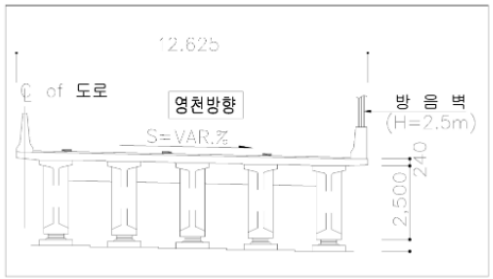
1.9 참고자료
1) 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2010년)
2) 콘크리트 구조설계기준 (건설교통부, 2012년)
3) 도로설계요령 (한국도로공사, 2009년)
4) 설계 실무 자료집 (한국도로공사)

02. 교량 및 받침 특성

2 교량 단면 특성

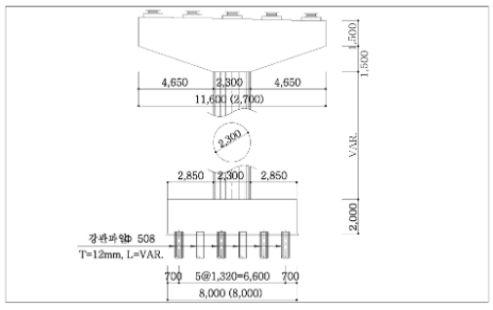
1) 상부구조 : IPC GIRDER 거더로 이루어져 있다.

◇ A1 ~ A2구간(IPC GIRDER)



2) 하부구조 : T형 교각이며 원형 기둥이다.

◇ P1 ~P5 단면



3.2.2 시설물 점검이력

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

【표 3.2.1】 장곡교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	장곡교의 주요 손상현황으로는 교면포장 보수불량 및 들뜸, 접속슬래브 파손, 난간 균열부 백태, 중분대 보수부 재균열, 교대 균열, 누수흔적 및 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	장곡교의주요손상현황으로는교면포장보수불량및들뜸,접속부파손, 난간균열부백태,중분대보수부재균열,교대균열,누수흔적및백태등의손상이조사되었다.기발생한손상은주의관찰및내구성확보차원의보수가필요하다. 금회조사시,일부부재에대해보수가된것이확인되었다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	장곡교의 주요 손상현황으로는 교면포장 보수불량 및 들뜸, 접속부 파손, 난간 균열부 백태, 중분대 보수부 재균열, 교대 균열, 누수흔적 및 백태, 파손, 배수관 탈락 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다. 금회 조사시, 일부 부재에 대해 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 보수부 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	장곡교의외관조사결과,교면포장망상균열,배수시설배수관탈락, 난간 균열부 백태, 중분대 보수부 재균열, 신축이음 후타재 파손, 교량받침 파손 및 플레이트 녹발생, 교대 균열, 누수흔적 및 백태, 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	금회정밀안전점검결과를바탕으로장곡교에발생한손상의진전을방지하고,보수를통한구조물의내구성확보를위한적절한조치가필요하다. 이상과같이자료조사,외관조사,내구성조사등의결과를분석하여평가된구조물의상태평가결과를종합적으로평가한안전등급은「기능발휘에는지장이없으나경미한손상,결함,열화등이발생하여내구성증진을위해부분적으로보수가필요한상태」인「B」등급으로평가되었다.구조적인손상및결함은없는것으로판단되어별도의정밀안전진단은필요없을것으로판단되며,본보고서에제시된방안으로보수를시행하고지속적인유지관리를실시한다면구조물의사용성을확보하는데문제가없을것으로사료된다.	B

【표 3.2.1】 장곡교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	장곡교의외관조사결과,교면포장접속도로부박리,배수시설배수관탈락, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 파손, 플레이트 녹발생, 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	장곡교의 외관조사 결과, 교면포장 접속도로부 박리, 배수시설 배수관 탈락, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 파손, 플레이트 녹발생, 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	장곡교(1공구)의 외관조사 결과, 교면포장 접속도로부 박리, 배수시설 배수관 탈락, 난간 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량받침 몰탈 및 받침콘크리트 균열, 파손, 플레이트 녹발생, 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
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	-바닥판하면재료분리,철근노출,파손 -거더상태양호 -가로보상태양호 -교대(0.3㎜미만),누수흔적 -교각균열(0.3㎜미만),누수흔적 -교량받침받침몰탈균열(0.3㎜미만),들뜸,플레이트부식,도장박리 -신축이음후타재균열,파손,차수판볼트탈락 -교면포장접속부파손 -배수시설배수관탈락,그레이팅파손 -방호벽균열(0.3㎜내,외),균열부백태,백태,접속부파손	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	-교면포장접속도로박리,파손 -배수시설배수관탈락,배수구그레이팅파손 -방호벽균열(0.3㎜내/외),백태,균열부백태,접속부단차및파손 -신축이음후타재균열,접속부이격,차수판볼트탈락,파손 -교량받침무수축몰탈및받침콘크리트균열,들뜸,플레이트부식,도장박리 -바닥판하면균열(0.3㎜미만),백태,재료분리,들뜸,파손,철근노출 -교대균열(0.3㎜미만),누수흔적,백태,파손 -교각균열(0.3㎜미만),누수흔적	양호

【표 3.2.1】 장곡교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	-교면포장접속도로박리,파손 -배수시설배수관탈락,배수구그레이팅파손 -방호벽균열(0.3㎜내/외),백태,균열부백태,접속부단차및파손 -신축이음후타재균열,접속부이격,차수판볼트탈락,파손 -교량받침무수축몰탈및받침콘크리트균열,들뜸,플레이트부식,도장박리 -바닥판하면균열(0.3㎜미만),백태,재료분리,들뜸,파손,철근노출 -교대균열(0.3㎜미만),누수흔적,백태,파손 -교각균열(0.3㎜미만),누수흔적	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	-교면포장접속도로박리,파손 -배수시설배수관탈락,배수구그레이팅파손 -방호벽균열(0.3㎜내/외),백태,균열부백태,접속부단차및파손 -신축이음후타재균열,접속부이격,차수판볼트탈락,파손 -교량받침무수축몰탈및받침콘크리트균열,들뜸,플레이트부식,도장박리 -바닥판하면균열(0.3㎜미만),백태,들뜸,파손,철근노출 -교대균열(0.3㎜미만),누수흔적,백태,파손 -교각균열(0.3㎜미만),누수흔적	양호

3.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면의 발생된 재료분리 및 들뜸은 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다. ■ 철근노출(부식)의 경우, 시공미흡에 의한 피복부족에 의한 손상으로 우수유입이 되어 부식이 발생하였다, 손상부는 부재의 내구성 증진을 위한 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	
IPC Girder	■ 거더의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	■ 가로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음과 연계한 보수 등의 유지관리가 요구된다.	
교각	■ 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. ■ 교각에 발생한 누수흔적은 외부 우수유입에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.	
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 무수축몰탈에서 조사된 균열, 박락의 경우 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열, 국부적인 단면손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리, 단면보수 등 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열, 보수부 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 신축이음에 접속부 발생한 이격폭은 5mm 내외로 발생하였고, 진전은 미미한 상태이다, 손상부는 접속부 침하, 시공미흡 등에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 조치가 필요할 것으로 사료된다.	
교면포장	■ 교면포장은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상 발생 등의 유지관리가 요구된다.	
배수시설	■ 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공 미흡에 의한 배수관 탈락이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 재균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면의 발생된 파손은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.	
IPC 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 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다. ■ 교대에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.	
교각	■ 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.	
교량받침	■ 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박리는 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 0.1~0.2㎜의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 받침콘크리트에서 조사된 파손, 들뜸은 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수가 요망된다.	
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 차수판 볼트탈락은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
교면포장	■ 교면포장에 발생한 접속부 파손은 접속부 침하, 시공미흡, 외부 충격 등의 복합적 요인으로 추정되며 갓길측으로 주행성에 영향을 미치지는 않지만 부재의 사용성 확보차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.	
배수시설	■ 배수구는 현재 양호한 상태이며, 일부 그레이팅 파손이 발생하였고, 공용중 열화로 인한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 확인된 바, 정비 또는 주의관찰을 요한다.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태, 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 균열부 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. ■ 또한, 발생한 접속부 단차, 파손의 경우 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 전차와 비교시 침하량은 변동이 없는 것으로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 손상의 진전시 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.6	27.0	■설계강도 이상(양호)
		거더	40.5~47.9	40.0	
	하부구조	교대	25.1~28.6	24.0	
		교각	27.2~29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		60.0~62.0	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■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				

시 험 명	시험부위		시험 결과(영천방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판 하면	27.4~28.8	27.0	■설계강도 이상(양호)
		거더	40.7~47.9	40.0	
	하부구조	교대	25.0~25.6	24.0	
		교각	28.4~30.2	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		61.0~64.0	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
장곡교	0.136	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, 기능발휘에는 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
바닥판 하면	재료분리 및 들뜸	단면보수	0.80	1.20	㎡	-	-	하자
	철근노출(부식)	단면보수+방청	0.45	0.68	㎡	-	-	하자
교대	누수흔적, 체수	표면처리	12.5	18.75	㎡	-	-	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.38	m	-	-	하자
	누수흔적	표면처리	2.0	3.00	㎡	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	1.41	0.53	m	54	29	3순위
	받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	1.5	0.56	m	54	30	3순위
	플레이트 부식	재도장	8	12.00	EA	40	480	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	6.9	2.59	m	54	140	3순위
	보수부 파손	단면보수	0.1	0.15	㎡	165	25	2순위
배수시설	배수관 탈락	정비	1.0	1.50	EA	25	38	3순위
방호벽	재균열 0.3㎜미만	표면처리	38.0	14.25	m	54	770	3순위
	균열부백태	표면처리	2.85	4.28	㎡	54	231	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		505			1,238	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		253			619	
	합계	-		758			1,857	
개략공사비 총계(천원)		2,165						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

바. 보수·보강 방안 및 개략공사비(영천방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	파손	단면보수	0.13	0.20	㎡	-	-	하자
교대	누수흔적	표면처리	5.0	7.50	㎡	-	-	하자
	균열 0.3㎜미만	표면처리	1.5	0.56	m	-	-	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.38	m	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.2	0.08	m	54	4	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.7	1.39	m	54	75	3순위
	받침콘크리트 들뜸	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	3	2순위
	플레이트 부식	재도장	8.0	12.00	EA	40	480	2순위
	플레이트 도장박리	재도장	0.04	0.06	㎡	40	2	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	32.6	12.23	m	54	660	3순위
	차수판 볼트 탈락	정비	6.0	9.00	㎡	25	225	3순위
	이물질퇴적	정비	2.0	3.00	m	25	75	3순위
교면포장	접속부 파손	단면보수	0.6	0.90	㎡	165	149	2순위
배수시설	그레이팅 파손	정비	1.0	1.50	EA	25	38	3순위
방호벽	균열부백태	표면처리	1.7	2.55	㎡	54	138	3순위
	백태	표면처리	1.0	1.50	㎡	54	81	3순위
	접속부 파손	단면보수	1.25	1.88	EA	165	310	2순위
	균열(0.3mm 이상)	주입보수	5.0	7.50	m	65	488	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		1,432			1,296	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		716			648	
	합계	-		2,148			1,944	
개략공사비 총계(천원)		4,092						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

사. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 장곡교에 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 장곡교의 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.

3.2.4 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 백태, 플레이트 들뜸 및 부식, 후타재 균열 및 접속부 이격 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.	

3.2.5 시설물 보수 이력

【표 3.2.3】 장곡교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교대, 교량받침 표면보수 교량받침, 교대 단면보수 신축이음 정비	일상보수	19년~21년 6월	-	-	-
2	P1 교각	균열 보수	2019-07-01 ~ 2019-12-31	-	-	-
3	A1 신축이음	신축이음 후타재균열 보수	2019-01-01 ~ 2019-06-30	-	-	-
4	S3 교면포장	교면포장 파손 보수	2017-07-01 ~ 2017-12-31	-	-	-

3.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 3.2.4】 내진설계 여부 확인

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

3.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

3.2.8 자료수집 현황

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

3.3 현장조사

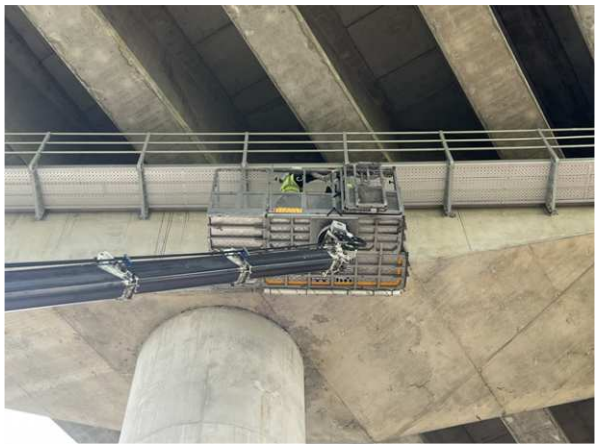
3.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S6	도보, 굴절점검차	2023.09.13.~2023.09.25.	

고소점검차를 이용한 근접조사



고소점검차를 이용한 근접조사

도보를 이용한 근접조사

도보를 이용한 근접조사

【사진 3.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

3.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 장곡교는 총 6경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=270.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구가 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.

바닥판 하면 전경

바닥판 하면 전경

【사진 3.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 기 손상인 재료분리, 들뜸, 철근노출(부식)이 조사되었다.

【표 3.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	재료분리, 들뜸 (㎡/개소)		철근노출(부식) (㎡/개소)	
S1	0.50	1	-	-
S2	-	-	-	-
S3	0.10	1	0.45	1
S4	-	-	-	-
S5	0.2	1	-	-
S6	-	-	-	-
합계	0.80	3	0.45	1

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S3 바닥판하면 들뜸(0.5m×0.2m)
원 인 • 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
조치방안 • 단면보수</td><td>손상현황 • S3 바닥판하면 들뜸(0.5m×0.2m)
원 인 • 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
조치방안 • 단면보수+방청</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S3 철근노출(부식)(4.5m×0.1m)
원 인 • 시공시 다짐미흡, 피복부족
조치방안 • 단면보수+방청</td><td>손상현황 • S1 재료분리(0.5m×1.0m)
원 인 • 시공시 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
조치방안 • 단면보수</td></tr>
</table>

【사진 3.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기 손상인 재료분리 및 들뜸, 철근노출의 진전은 미미한 상태로 확인되었으며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 3.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
바닥판하면	재료분리 및 들뜸	㎡	0.80	3	0.80	3	-	-	변동없음
	철근노출(부식)	㎡	0.45	1	0.45	1	-	-	변동없음

4) 검토의견

■ 바닥판하면의 발생된 재료분리 및 들뜸은 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다. 철근노출(부식)의 경우, 시공미흡에 의한 피복부족에 의한 손상으로 우수유입이 되어 부식이 발생하였다, 손상부는 부재의 내구성 증진을 위한 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

■ 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다

거더 전경

【사진 3.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.3】 거더 외관조사 결과

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

손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• –
조치방안	• –

【사진 3.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 3.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경

【사진 3.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

■ 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.5】 가로보 현장조사 결과

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

손상현황	• 거더 상태양호	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 3.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 3.3.6】 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

■ 장곡교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경	교대 전경

【사진 3.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

■ 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 기 손상인 누수흔적이 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 균열이 일부 확인되었다.

【표 3.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)		균열(0.3㎜ 미만) (m/개소)		균열(0.3㎜ 이상) (m/개소)	
A1	50.00	1	-	-	-	-
A2	-	-	3.00	1	0.50	1
합계	50.00	1	3.00	1	0.50	1

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • A1 누수흔적(5.0m×10.0m)
원 인 • 외부우수 유입
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • A2 누수흔적(5.0m×5.0m)
원 인 • 외부우수 유입
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • A2 균열(0.3㎜/0.5m)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안 • 주입보수</td><td>손상현황 • A2 균열(0.3㎜/0.5m)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안 • 주입보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • A2 균열(0.2㎜/3.0m)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • A2 균열(0.2㎜/3.0m)
원 인 • 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 3.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 균열이 신규 확인되었다.

【표 3.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	누수흔적, 체수	㎡	12.50	3	12.50	3	- -	변동없음
	균열(폭 0.3㎜미만)	m	-	-	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
	균열(폭 0.3㎜이상)	m	-	-	0.50	1	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음과 연계한 보수 등의 유지관리가 요구된다. 금회 발생된 균열의 경우 건조수축 및 공용중 열화, 다짐미흡 등의 복합적인 원인에 의한 비 구조적인 손상으로 추정되며, 부재의 내구성 확보 차원의 주입보수, 표면처리 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

■ 장곡교의 교각은 T형교각 5기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 P1 전경	교각 P4 전경

【사진 3.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 대한 현장조사 결과, 기 손상인 폭 0.3㎜미만 균열, 누수흔적이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 망상균열이 신규 확인되었다.

【표 3.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	2.50	2	2.00	1	-	-
P2	2.00	4	-	-	16.00	1
P3	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-
합계	4.50	6	2.00	1	16.00	1

<table>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 • P1 코핑부 균열(0.1㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td>
<td>손상현황 • P1 코핑부 균열(0.2㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td>
</tr>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 • P1 누수흔적(1.0m×2.0m)
원 인 • 외부 우수유입 등
조치방안 • 표면처리</td>
<td>손상현황 • P2 코핑부 균열(0.2㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td>
</tr>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 • P2 코핑부 망상균열(8.0m×2.0m)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td>
<td>손상현황 • P2 코핑부 망상균열(8.0m×2.0m)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td>
</tr>
</table>

【사진 3.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 교각은 기 손상인 균열 및 누수흔적의 진전은 미미한 것으로 확인되었고, 금회 균열 및 망상균열이 신규 확인되었다.

【표 3.3.10】 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	1.00	1	4.50	6	▲ 3.50	신규손상
	누수흔적	㎡	2.00	1	2.00	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	-	-	16.00	1	▲ 16.00	신규손상

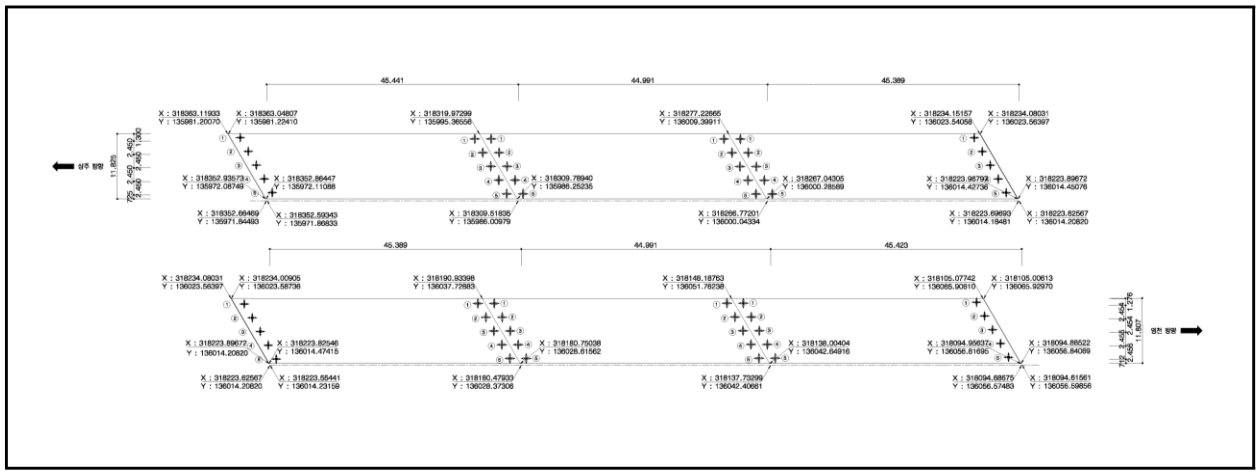
4) 검토의견

■ 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 누수흔적은 외부 우수유입에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 장곡교의 받침은 면진받침(FPB,LRB)으로 총 60기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 3.3.1】 교량받침 배치도

면진받침 전경	면진받침 전경	면진받침 전경

【사진 3.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 기 손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 0.3mm미만 균열, 받침 부식이 확인되었다.

【표 3.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		무수축몰탈 박락 (/개소)		받침 부식 (개소/개소)	
A1	0.20	2	-	-			-	-
P1	-	-	-	-			2.00	2
P2	-	-	0.90	3			2.00	2
P3	-	-	0.60	2			-	-
P4	0.41	3	-	-			2.00	2
P5	0.20	1	-	-			2.00	2
A2	0.60	3	-	-			-	-
합계	1.41	9	1.50	5			8.00	8

손상현황	• P1-Sh10 플레이트 부식
원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 재도장

손상현황	• P1-Sh5 플레이트 부식
원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 재도장

손상현황	• P2-Sh1 받침콘크리트 균열(0.1㎜)
원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2-Sh5 플레이트 부식
원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 재도장

【사진 3.3.13】 교량받침 손상현황

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • P2-Sh9 받침콘크리트 균열(0.1㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • P3-Sh1 받침콘크리트 균열(0.1㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • P4-Sh1 플레이트 부식
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 재도장</td><td>손상현황 • P4-Sh8 무수축몰탈 박락(0.1m×0.1m)
원 인 • 외부 충격
조치방안 • 단면보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • P4-Sh10 받침콘크리트 균열(0.2㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • P5-Sh10 플레이트 부식
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 재도장</td></tr>
</table>

【사진 3.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기 손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 0.3mm미만 균열, 받침 부식, 무수축몰탈 박락이 확인되었고, 손상부의 진전은 없는 동일한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

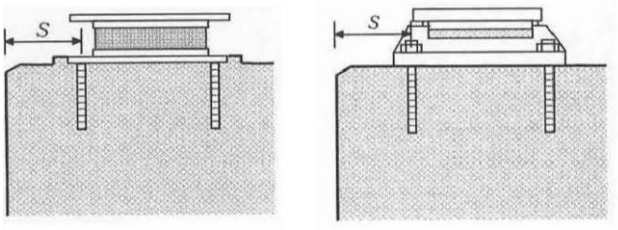
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	1.41	9	1.41	9	-	-	변동없음
	받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만)	m	1.50	5	1.50	5	-	-	변동없음
	플레이트 부식	EA	8.00	8	8.00	8	-	-	변동없음
	몰탈 박락	㎡	0.01	1	0.01	1	-	-	변동없음

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 조인트 설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다. 무수축몰탈에서 조사된 균열, 박락의 경우 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열, 국부적인 단면손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리, 단면보수 등 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 3.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 3.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45 = 350(㎜)

【표 3.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	760	760	780	790	810	O.K
P1	A1측	425	560	560	560	560	560	O.K
	A2측	425	480	500	500	500	500	O.K
P2	A1측	425	540	540	540	540	540	O.K
	A2측	425	530	530	530	530	530	O.K
P3	A1측	425	570	570	570	570	570	O.K
	A2측	425	650	650	650	650	650	O.K
P4	A1측	425	510	510	510	510	510	O.K
	A2측	425	550	550	550	550	550	O.K
P5	A1측	425	550	550	550	550	550	O.K
	A2측	425	510	510	510	510	510	O.K
A2		425	610	610	610	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

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 3.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 3.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
P1, P2 P4, P5	24.9	15.1	0.00001	22.5	5.6	3.4	
P3 A1, A2	24.9	15.1	0.00001	67.5	16.8	10.2	
1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 3.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	15	85	115	16.8	10.2	±100
	SH2	15	85	115			±100
	SH3	15	85	115			±100
	SH4	15	85	115			±100
	SH5	15	85	115			±100
P1(A1)	SH1	0	100	100	5.6	3.4	±100
	SH2	0	100	100			±100
	SH3	0	100	100			±100
	SH4	0	100	100			±100
	SH5	0	100	100			±100
P1(A2)	SH6	−10	110	90	5.6	3.4	±100
	SH7	−10	110	90			±100
	SH8	−10	110	90			±100
	SH9	−10	110	90			±100
	SH10	−10	110	90			±100
P2(A1)	SH1	5	95	105	5.6	3.4	±100
	SH2	5	95	105			±100
	SH3	5	95	105			±100
	SH4	5	95	105			±100
	SH5	5	95	105			±100
P2(A2)	SH6	5	95	105	5.6	3.4	±100
	SH7	5	95	105			±100
	SH8	5	95	105			±100
	SH9	5	95	105			±100
	SH10	5	95	105			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 3.3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P3(A1)	SH1	−20	120	80	16.8	10.2	±100
	SH2	−20	120	80			±100
	SH3	−20	120	80			±100
	SH4	−20	120	80			±100
	SH5	−20	120	80			±100
P3(A2)	SH1	−35	135	65	16.8	10.2	±100
	SH2	−35	135	65			±100
	SH3	−35	135	65			±100
	SH4	−35	135	65			±100
	SH5	−35	135	65			±100
P4(A1)	SH6	−5	105	95	5.6	3.4	±100
	SH7	−5	105	95			±100
	SH8	−5	105	95			±100
	SH9	−5	105	95			±100
	SH10	−5	105	95			±100
P4(A2)	SH1	−5	105	95	5.6	3.4	±100
	SH2	−5	105	95			±100
	SH3	−5	105	95			±100
	SH4	−5	105	95			±100
	SH5	−5	105	95			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 3.3.16】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5(A1)	SH1	-15	115	85	5.6	3.4	±100
	SH2	-15	115	85			±100
	SH3	-15	115	85			±100
	SH4	-15	115	85			±100
	SH5	-15	115	85			±100
P5(A2)	SH1	-15	115	85	5.6	3.4	±100
	SH2	-15	115	85			±100
	SH3	-15	115	85			±100
	SH4	-15	115	85			±100
	SH5	-15	115	85			±100
A2	SH1	10	90	110	16.8	10.2	±100
	SH2	10	90	110			±100
	SH3	10	90	110			±100
	SH4	10	90	110			±100
	SH5	10	90	110			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

■ 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J2(P3) 전경

EXP.J3(A2) 전경

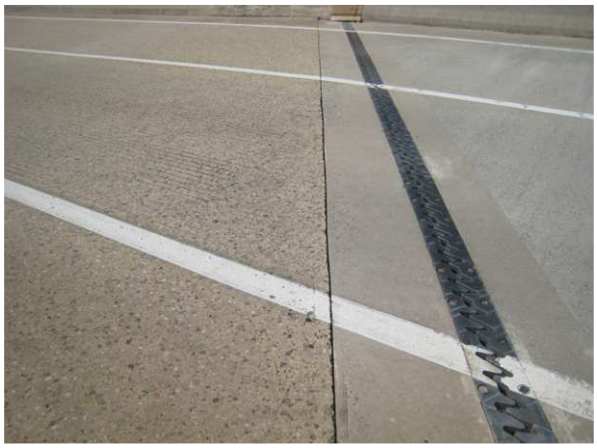
【사진 3.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

■ 신축이음 현장조사 결과 기 손상인 후타재 균열(0.3㎜미만), 접속부 이격 등이 확인되었다.

【표 3.3.17】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		접속부 이격 (m/개소)		보수부 파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	6.90	17	-	-	0.50	1
P3 (EXP J2)	-	-	-	-	-	-
A2 (EXP J3)	-	-	9.00	1	-	-
합계	6.90	17	9.00	1	0.50	1

손상현황	• A1 후타재 균열(0.3㎜)	손상현황	• A1 후타재 파손(0.1m×0.5m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A1 후타재 파손(0.1m×0.5m)	손상현황	• A2 접속부 이격
원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화	원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화, 접속부 침하
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 3.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(0.3㎜미만), 접속부이격 등이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 판단된다. 후타재 파손의 경우 금회 오기로 인한 물량 조정을 실시 하였다.

【표 2.3.18】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	6.90	17	6.90	17	- -	변동없음
	접속부 이격	m	9.00	1	9.00	1	- -	변동없음
	보수부 파손	㎡	0.10	1	0.50	1	▲ 0.40	물량변동

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 보수부 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 접속부 발생한 이격폭은 5mm 내외로 발생하였고, 진전은 미미한 상태이다, 손상부는 접속부 침하, 시공미흡 등에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 조치가 필요할 것으로 사료된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ ⊿lt = ⊿T · α · L
여기서, ⊿lt : 온도변화에 의한 이동량
⊿T : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10−5, α(콘크리트): 1.0×10−5
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2023. 9. 22. 기온 적용: 19.9℃(일평균)
△T(신장시) : 35℃−19.9℃ = 15.1℃
△T(수축시) : −5.0℃−(19.9℃) = 24.9℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>−10~+40</td><td>−20~+40</td><td>1.2×10−5</td></tr>
<tr><td>하로교,
강바닥판교</td><td>−10~+50</td><td>−20~+40</td><td>1.2×10−5</td></tr>
<tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>−5~+35</td><td>−15~+35</td><td>1.0×10−5</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

【사진 3.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 3.3.19】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	24.9	15.1	0.00001	67.5	16.8	10.2	22.0	50.0	180.0	
P3	24.9	15.1	0.00001	135	33.6	20.4	87.0	190.0	1,040.0	
A2	24.9	15.1	0.00001	67.5	16.8	10.2	27.0	80.0	340.0	
1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 3.3.20】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	16.8	10.2	22.0	80.0	38.8	11.8	O.K
P3	33.6	20.4	87.0	200.0	120.6	66.6	O.K
A2	16.8	10.2	27.0	80.0	43.8	16.8	O.K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ 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 22.0~87.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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

교면포장 전경

교명판 전경

【사진 3.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

■ 현장조사 결과 포장은 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.21】 교면포장 외관조사 결과

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

손상현황	• 교면포장 상태양호
원 인	• –
조치방안	• –

손상현황	• 교면포장 상태양호
원 인	• –
조치방안	• –

【사진 3.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 금회 정기점검시 조사된 화재흔적은 보수된 상태로 확인되었고, 교명포장 전구간 손상이 없는 상태로 확인되었다.

【표 3.3.22】 교면포장 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

■ 장곡교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측에 배수시설이 설치되어 있다.

배수구 전경	배수관 전경

【사진 3.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 배수시설에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 배수관 탈락, 배수구 덮개 파손이 발생하였다

【표 3.3.23】 배수시설 외관조사 결과

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

손상현황	• S3 배수구 덮개 파손	손상현황	• S5 배수구 덮개 파손
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
		–	
손상현황	• S3 배수관 탈락	손상현황	• –
원 인	• 공용중 열화, 시공미흡	원 인	• –
조치방안	• 정비	조치방안	• –

【사진 3.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 배수시설은 기 손상인 배수관 탈락이 확인 되었고, 금회 정밀조사로 인한 배수구 덮개 파손이 추가 조사되었다.

【표 3.3.24】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공 미흡, 공용중 열화에 의한 배수관 탈락, 배수구 덮개 파손이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경

중분대 전경

【사진 3.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

■ 방호벽에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3mm 미만 재균열, 균열부 백태가 확인되었다.

【표 3.3.25】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	재균열 0.3㎜미만 (m/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)	
S1	5.00	5	0.15	3
S2	11.00	11	0.70	14
S3	9.00	9	0.50	5
S4	5.00	5	1.20	4
S5	7.00	7	0.30	3
S6	1.00	1	-	-
합계	38.00	38	2.85	29

손상현황	• S5 방호벽 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S5 중분대 재균열(0.2㎜)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리

【사진 3.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 3.3.26】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
방호벽	재균열 0.3㎜미만	m	38.00	38	38.00	38	-	-	변동없음
	균열부백태	㎡	2.85	29	2.85	29	-	-	변동없음

4) 검토의견

■ 방호벽에 발생한 재균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

■ 장곡교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2, P1~5에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.

점검통로 전경

【사진 3.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 설치된 점검통로는 손상이 없는 상태로 조사되었다.

【표 3.3.27】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	-	
A1	-	-
P1	-	-
P2	-	-
P3	-	-
P4	-	-
P5	-	-
A2	-	-
합계	-	-

점검로 상태양호

【사진 3.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 3.3.28】 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.

3.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 장곡교는 총 6경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=270.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트 데크플레이트가 전구가 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.

바닥판 하면 전경

【사진 3.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 교대측에 일부 파손이 조사되었다.

【표 3.3.29】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	0.13	2
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
합계	0.13	2

손상현황	• S1 파손(0.2m×0.2m) – 금회	손상현황	• S1 파손(0.2m×0.2m) – 21년
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 3.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 파손은 기존 손상으로 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었으며, 금회 신규손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 3.3.30】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	파손	㎡	0.13	2	0.13	2	– –	변동없음

4) 검토의견

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

나. IPC Girder

1) 부재의 개요

■ 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 IPC는 철근콘크리트로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다

거더 전경

【사진 3.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

■ 거더에 대한 현장조사 결과 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았고, 손상이 없는 상태로 조사되었다.

【표 3.3.31】 거더 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
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 3.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 3.3.32】 바닥판하면 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 3.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

■ 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.33】 가로보 현장조사 결과

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

손상현황	• 가로보 상태양호	**손상현황**	• 가로보 상태양호
원 인	• –	**원 인**	• –
조치방안	• –	**조치방안**	• –

【사진 3.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 3.3.34】 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

■ 장곡교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

【사진 3.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

■ 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 기 손상인 누수흔적, 0.3mm미만 균열이 조사되었고, 금회 누수흔적이 추가 조사되었다.

【표 3.3.35】 교대 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	-	-	2.00	1
A2	1.50	1	9.00	4
합계	1.50	1	11.00	5

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • A1 누수흔적(1.0m×2.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • A1 균열(0.2㎜)
원 인 • 건조수축 등
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • A2 누수흔적(1.0m×1.5m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • A2 누수흔적(1.0m×3.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 3.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기 점검 비교시 누수흔적, 균열의 진전은 없는 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 누수흔적이 조사되었다.

【표 3.3.36】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	누수흔적	㎡	5.00	3	11.00	5	▲ 6.00	신규손상
	균열 0.3㎜미만	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다. 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

■ 장곡교의 교각은 T형교각 5기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 P2 전경

교각 P5 전경

【사진 3.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 대한 현장조사 결과, 폭 0.3㎜미만 균열이 조사되었다.

【표 3.3.37】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)	
P1	1.0	1
P2	-	-
P3	-	-
P4	-	-
P5	-	-
합계	1.0	1

손상현황	• P1 코핑부 균열(0.1㎜/1.0m)-금회	손상현황	• P1 코핑부 균열(0.1㎜/1.0m)-21년
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 3.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 교각은 기 손상인 균열이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 3.3.38】 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	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

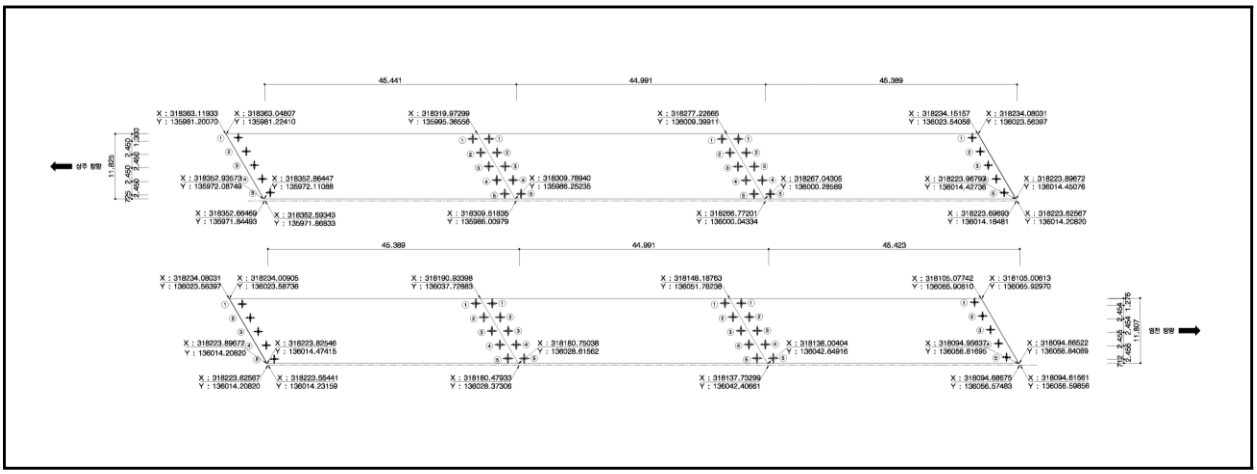
4) 검토의견

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

바. 교량받침

1) 부재의 개요

■ 장곡교의 받침은 면진받침(FPB,LRB)으로 총 60기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 3.3.3】 교량받침 배치도

면진받침 전경

면진받침 전경

면진받침 전경

【사진 3.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

■ 현장조사 결과 경미한 본체 부식, 도장박리, 받침콘크리트 들뜸이 조사되었으며, 무수축몰탈 및 받침콘크리트 폭 0.3㎜미만 균열이 국부적으로 조사되었다. 일부 받침에서 조사된 콘크리트 박락, 박리는 보수된 상태이다.

【표 3.3.39】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 들뜸 (㎡/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)		플레이트 도장박리 (㎡/개소)	
A1	0.20	2	0.30	1	-	-	-	-	-	-
P1	0.40	2	0.90	3	0.01	1	2.00	2	0.04	1
P2	-	-	0.60	2	-	-	2.00	2	-	-
P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	0.40	2	-	-	2.00	2	-	-
P5	-	-	-	-	-	-	2.00	2	-	-
A2	-	-	1.5	1	-	-	-	-	-	-
합계	0.60	4	3.7	9	0.01	1	8.00	8	0.04	1

손상현황	• A2-Sh4 균열(0.2㎜/0.3m)
원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P1-Sh1 플레이트 부식
원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 재도장

손상현황	• P1-Sh10 몰탈 균열(0.1㎜/0.2m)
원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P1-Sh2 플레이트 부식
원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 재도장

【사진 3.3.38】 교량받침 손상현황

손상현황	• P1-Sh3 균열(0.2㎜/0.3m)	손상현황	• P1-Sh7 들뜸(0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
손상현황	• P1-Sh8 균열(0.2㎜/0.3m)	손상현황	• P2-Sh1 플레이트 부식
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
손상현황	• P2-Sh7 균열(0.1㎜/0.3m)	손상현황	• P4-Sh1 균열(0.1㎜/0.1m)
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 3.3.38】 교량받침 손상현황(계속)

손상현황	• P4-Sh7 균열(0.1㎜/0.3m)	손상현황	• P5-Sh6 플레이트 부식
원 인	• 건조수축 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장

【사진 3.3.38】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기 손상인 기 손상인 균열 및 받침 콘크리트 들뜸, 플레이트 부식의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 균열이 신규 확인되었다.

【표 3.3.40】 교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.20	1	0.20	1	▲ 2.0	신규손상
	받침 균열(0.3㎜미만)	m	3.70	9	3.70	9	- -	변동없음
	받침콘크리트 들뜸	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	8.00	8	8.00	8	- -	변동없음
	플레이트 도장박리	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음

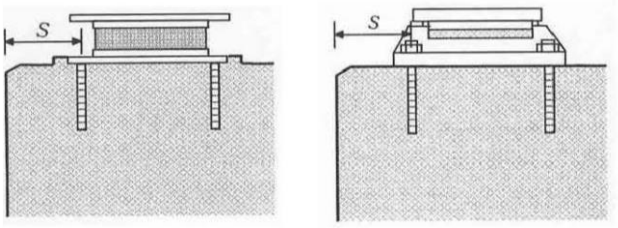
4) 검토의견

■ 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박리는 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 0.1~0.2㎜의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 조사된 들뜸은 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수가 요망된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 3.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 3.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45 = 350(㎜)

【표 3.3.41】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	760	760	750	760	760	O.K
P1	A1측	425	540	530	540	540	540	O.K
	A2측	425	540	540	540	540	540	O.K
P2	A1측	425	530	530	530	530	530	O.K
	A2측	425	520	520	520	520	520	O.K
P3	A1측	425	530	530	530	530	530	O.K
	A2측	425	650	650	650	650	650	O.K
P4	A1측	425	500	500	490	500	500	O.K
	A2측	425	530	530	530	530	530	O.K
P5	A1측	425	530	530	530	530	530	O.K
	A2측	425	500	500	500	500	500	O.K
A2		425	590	590	590	590	590	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

교량 받침 가동량 측정(1)

교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 3.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 3.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
P1, P2 P4, P5	24.9	15.1	0.00001	22.5	5.6	3.4	
P3 A1, A2	24.9	15.1	0.00001	67.5	16.8	10.2	
1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 3.3.43】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	15	85	115	16.8	10.2	±100
	SH2	15	85	115			±100
	SH3	15	85	115			±100
	SH4	15	85	115			±100
	SH5	15	85	115			±100
P1(A1)	SH1	−10	110	90	5.6	3.4	±100
	SH2	−10	110	90			±100
	SH3	−10	110	90			±100
	SH4	−10	110	90			±100
	SH5	−10	110	90			±100
P1(A2)	SH6	0	100	100	5.6	3.4	±100
	SH7	0	100	100			±100
	SH8	0	100	100			±100
	SH9	0	100	100			±100
	SH10	0	100	100			±100
P2(A1)	SH1	−20	120	80	5.6	3.4	±100
	SH2	−20	120	80			±100
	SH3	−20	120	80			±100
	SH4	−20	120	80			±100
	SH5	−20	120	80			±100
P2(A2)	SH6	−20	120	80	5.6	3.4	±100
	SH7	−20	120	80			±100
	SH8	−20	120	80			±100
	SH9	−20	120	80			±100
	SH10	−20	120	80			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 3.3.43】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P3(A1)	SH1	−20	120	80	16.8	10.2	±100
	SH2	−20	120	80			±100
	SH3	−20	120	80			±100
	SH4	−20	120	80			±100
	SH5	−20	120	80			±100
P3(A2)	SH1	−35	135	65	16.8	10.2	±100
	SH2	−35	135	65			±100
	SH3	−35	135	65			±100
	SH4	−35	135	65			±100
	SH5	−35	135	65			±100
P4(A1)	SH6	−10	110	90	5.6	3.4	±100
	SH7	−10	110	90			±100
	SH8	−10	110	90			±100
	SH9	−10	110	90			±100
	SH10	−10	110	90			±100
P4(A2)	SH1	−10	110	90	5.6	3.4	±100
	SH2	−10	110	90			±100
	SH3	−10	110	90			±100
	SH4	−10	110	90			±100
	SH5	−10	110	90			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

【표 3.3.43】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5(A1)	SH1	-15	115	85	5.6	3.4	±100
	SH2	-15	115	85			±100
	SH3	-15	115	85			±100
	SH4	-15	115	85			±100
	SH5	-15	115	85			±100
P5(A2)	SH1	-15	115	85	5.6	3.4	±100
	SH2	-15	115	85			±100
	SH3	-15	115	85			±100
	SH4	-15	115	85			±100
	SH5	-15	115	85			±100
A2	SH1	10	90	110	16.8	10.2	±100
	SH2	10	90	110			±100
	SH3	10	90	110			±100
	SH4	10	90	110			±100
	SH5	10	90	110			±100
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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

EXP.J1(A1) 전경

EXP.J2(P2) 전경

EXP.J3(A2) 전경

【사진 3.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3㎜미만), 차수판 볼트 탈락, 이물질퇴적, 후타재 파손이 조사되었다.

【표 3.3.44】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		차수판 볼트탈락 (개소/개소)		이물질퇴적 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	9.40	24	2.00	2	-	-	-	-
P3 (EXP J2)	13.20	44	-	-	2.00	1	-	-
A2 (EXP J3)	10.00	20	4.00	4	-	-	0.04	1
합계	32.60	88	6.00	6	2.00	1	0.04	1

손상현황	• A1 차수판 볼트 탈락(2EA)	손상현황	• A1 후타재 균열(0.2㎜)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리
손상현황	• A1 후타재 균열(0.2㎜)	손상현황	• A2 차수판 체결불량(4EA)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비
손상현황	• A2 후타재 균열(0.1㎜)	손상현황	• A2 후타재 파손(0.2m×0.2m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 중차량, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 3.3.42】 신축이음장치 손상현황

손상현황	• P3 이물질퇴적(3.0m)	손상현황	• P3 후타재 균열(0.2㎜)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리

【사진 3.3.42】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(0.3㎜미만), 차수판 볼트탈락, 이물질퇴적이 확인되었고, 후타재 파손은 신규가 추가로 조사되었다.

【표 3.3.45】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	32.60	88	32.60	88	- -	변동없음
	차수판 볼트 탈락	㎡	6.00	6	6.00	6	- -	변동없음
	이물질퇴적	m	2.00	1	2.00	1	- -	변동없음
	후타재 파손	㎡	-	-	0.04	1	▼ 1.0	신규손상

4) 검토의견

■ 신축이음에 발생한 후타재 균열, 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트탈락은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적의 손상이 발생하였고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ ⊿lt = ⊿T · α · L
여기서, ⊿lt : 온도변화에 의한 이동량
⊿T : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10−5, α(콘크리트): 1.0×10−5
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2023. 9. 22. 기온 적용: 19.9℃(일평균)
△T(신장시) : 35℃−19.9℃ = 15.1℃
△T(수축시) : −5.0℃−(19.9℃) = 24.9℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>−10~+40</td><td>−20~+40</td><td>1.2×10−5</td></tr>
<tr><td>하로교,
강바닥판교</td><td>−10~+50</td><td>−20~+40</td><td>1.2×10−5</td></tr>
<tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>−5~+35</td><td>−15~+35</td><td>1.0×10−5</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

【사진 3.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 3.3.46】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	24.9	15.1	0.00001	67.5	16.8	10.2	28.0	65.0	220.0	
P3	24.9	15.1	0.00001	135	33.6	20.4	110.0	210.0	1,090.0	
A2	24.9	15.1	0.00001	67.5	16.8	10.2	30.0	60.0	265.0	
1) 조사당시 온도 : 19.9℃(조사일 : 2023년 9월 22일, 평균온도, 상주) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 3.3.47】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	16.8	10.2	28.0	80.0	44.8	17.8	O.K
P3	33.6	20.4	110.0	200.0	143.6	89.6	O.K
A2	16.8	10.2	30.0	80.0	46.8	19.8	O.K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ 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 28.0~110.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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

교면포장 전경

교면포장 전경

【사진 3.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

■ 현장조사 결과 기 손상인 접속부 박리, 파손, 포장 망상균열이 확인되었다.

【표 3.3.48】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속도로 박리, 파손 (㎡/개소)		포장 망상균열 (㎡/개소)	
S1	1.05	2	90.00	1
S2	-	-	90.00	1
S3	-	-	90.00	1
S4	-	-	90.00	1
S5	-	-	90.00	1
S6	-	-	90.00	1
합계	1.05	2	540.00	6

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S1 접속도로 박리(3.0m×2.0m)
원 인 • 접속부 침하, 시공미흡 등
조치방안 • 단면보수</td><td>손상현황 • S1 접속도로 파손(0.3m×1.5m)
원 인 • 접속부 침하, 시공미흡 등
조치방안 • 단면보수</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S1 포장 망상균열(45.0m×2.0m)
원 인 • 장기 공용에 의한 열화
조치방안 • 주의관찰</td><td>손상현황 • S2 포장 망상균열(45.0m×2.0m)
원 인 • 장기 공용에 의한 열화
조치방안 • 주의관찰</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S3 포장 망상균열(45.0m×2.0m)
원 인 • 장기 공용에 의한 열화
조치방안 • 주의관찰</td><td>손상현황 • S4 포장 망상균열(45.0m×2.0m)
원 인 • 장기 공용에 의한 열화
조치방안 • 주의관찰</td></tr>
</table>

【사진 3.3.45】 교면포장 손상현황

손상현황	• S5 포장 망상균열(45.0m×2.0m)	손상현황	• S6 포장 망상균열(45.0m×2.0m)
원 인	• 장기 공용에 의한 열화	원 인	• 장기 공용에 의한 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 3.3.45】 교면포장 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 교면포장은 기 손상인 접속부 파손의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 접속부 박리, 포장 망상균열이 신규 확인되었다.

【표 3.3.49】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	접속부 파손, 박리	㎡	0.60	1	1.05	2	▲ 0.45	신규손상
	포장 망상균열	㎡	-	-	540.00	4	▲ 540.00	신규손상

4) 검토의견

■ 교면포장에 발생한 접속부 파손은 접속부 침하, 시공미흡, 외부 충격 등의 복합적 요인으로 추정되며 갓길측으로 주행성에 영향을 미치지는 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.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

■ 장곡교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 좌측에 배수시설이 설치되어 있다.

배수시설 전경	배수시설 전경

【사진 3.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 배수시설에 대한 현장조사 결과, 그레이팅 파손, 배수구 막힘, 배수관 누수가 조사되었다.

【표 3.3.50】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 그레이팅 파손 (개소/개소)		배수구 막힘 (개소/개소)		배수관 누수 (개소/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	1.00	1	-	-
S3	1.00	1	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	1.00	1
합계	1.00	1	1.00	1	1.00	1

손상현황	• S4 배수구 막힘	손상현황	• S3 그레이팅 파손
원 인	• 장기공용에 의한 열화	원 인	• 장기공용에 의한 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
손상현황	• S6 배수관 누수	손상현황	• S6 배수관 누수
원 인	• 장기공용에 의한 열화	원 인	• 장기공용에 의한 열화
조치방안	• 교체	조치방안	• 교체

【사진 3.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 배수시설은 기 손상인 배수구 그레이팅 파손이 조사되었고, 금회 정밀조사로 인한 배수구 막힘, 배수관 누수가 신규손상으로 확인되었다.

【표 3.3.51】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	배수구 막힘	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.0	신규손상
	배수관 누수	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.0	신규손상

4) 검토의견

■ 배수구는 현재 양호한 상태이며, 일부 그레이팅 파손, 배수구 막힘, 배수관 누수가 발생하였고, 공용중 열화로 인한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 확인된 바, 정비 또는 배수관 교체 등의 유지관리가 필요한다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경

방호벽 전경

【사진 3.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

■ 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부백태, 백태, 접속부 단차, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.52】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		접속부 단차 (m/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)		균열(0.3mm 이상) (m/개소)	
S1	0.2	2	1.0	1	1.0	1	-	-	-	-
S2	0.5	5	-	-	-	-	-	-	2.0	2
S3	0.2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	0.3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
S5	0.1	1	-	-	-	-	-	-	3.0	1
S6	0.4	4	-	-	1.5	1	1.25	1	-	-
합계	1.7	17	1.0	1	2.5	2	1.25	1	5.0	3

<table>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S1 백태(1.0m×1.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S1 중분대 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S2 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S2 중분대 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • S3 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • S4 균열부 백태(0.1m×1.0m)
원 인 • 외부 우수유입
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 3.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

<table>
<tr>
<td colspan="2"> </td>
<td colspan="2"> </td>
</tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S4 중분대 균열부 백태(0.1m×1.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S5 균열부 백태(0.1m×1.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입</td><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr>
<td colspan="2"> </td>
<td colspan="2"> </td>
</tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S5 중분대 균열(0.3㎜)</td><td>손상현황</td><td>• S5 중분대 균열(0.3㎜)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 초기 건조수축 등</td><td>원 인</td><td>• 초기 건조수축 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr>
<td colspan="2"> </td>
<td colspan="2"> </td>
</tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S5 균열부 백태(0.1m×1.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S4 중분대 균열부 백태(0.1m×1.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입</td><td>원 인</td><td>• 외부 우수유입</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 3.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 방호벽은 기 손상인 균열, 균열부백태, 백태, 접속부 단차, 접속부 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

【표 3.3.53】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부백태	㎡	1.70	17	1.70	17	- -	변동없음
	백태	㎡	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	접속부 단차	m	2.50	2	2.50	2	- -	변동없음
	접속부 파손	EA	1.25	1	1.25	1	- -	변동없음
	균열(0.3mm 이상)	m	5.00	3	5.00	3	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태, 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 균열부 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 발생한 접속부 단차, 파손의 경우 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 전차와 비교시 침하량은 변동이 없는 것으로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 손상의 진전시 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

■ 장곡교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2, P1~5에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 설치되어 있다.

점검통로 전경

【사진 3.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.54】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	-	
A1	-	-
P1	-	-
P2	-	-
P3	-	-
P4	-	-
P5	-	-
A2	-	-
합계	-	-

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • 점검로 상태양호
원 인 • –
조치방안 • –</td><td>손상현황 • 점검로 상태양호
원 인 • –
조치방안 • –</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>손상현황 • 점검로 상태양호
원 인 • –
조치방안 • –</td><td>손상현황 • 점검로 상태양호
원 인 • –
조치방안 • –</td></tr>
</table>

【사진 3.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 점검통로는 손상이 없는 양호한 상태로, 신규손상이 확인되지 않았다.

【표 3.3.55】 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.

3.3.4 외관조사 총괄표

【표 3.3.56】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	재료분리 및 들뜸	㎡	0.80	3	
	철근노출(부식)	㎡	0.45	1	
거더	상태양호	-	-	-	
가로보	상태양호	-	-	-	
교대	누수흔적, 체수	㎡	12.50	3	
	균열(폭 0.3㎜미만)	m	3.00	1	
	균열(폭 0.3㎜이상)	m	0.50	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.50	6	
	누수흔적	㎡	2.00	1	
	망상균열	㎡	16.00	1	
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	1.41	9	
	받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만)	m	1.50	5	
	플레이트 부식	EA	8.00	8	
	몰탈 박락	㎡	0.01	1	
신축이음	후타재 균열	m	6.90	17	
	접속부 이격	m	9.00	1	
	보수부 파손	㎡	0.50	1	
교면포장	상태양호	-	-	-	
배수시설	배수관 탈락	EA	1.00	1	
방호벽	재균열 0.3㎜미만	m	38.00	38	
	균열부백태	㎡	2.85	29	
점검시설	상태양호	-	-	-	

【표 3.3.57】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	파손	㎡	0.13	2	
거더	상태양호	-	-	-	
가로보	상태양호	-	-	-	
교대	누수흔적	㎡	11.00	5	
	균열 0.3㎜미만	m	1.50	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	0.20	1	
	받침 균열(0.3㎜미만)	m	3.70	9	
	받침콘크리트 들뜸	㎡	0.01	1	
	플레이트 부식	EA	8.00	8	
	플레이트 도장박리	㎡	0.04	1	
신축이음	후타재 균열	m	32.60	88	
	차수판 볼트 탈락	㎡	6.00	6	
	이물질퇴적	m	2.00	1	
	후타재 파손	㎡	0.04	1	
교면포장	접속부 파손, 박리	㎡	1.05	2	
	포장 망상균열	㎡	540.00	6	
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.00	1	
	배수구 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 누수	EA	1.00	1	
방호벽	균열부백태	㎡	1.70	17	
	백태	㎡	1.00	1	
	접속부 단차	m	2.50	2	
	접속부 파손	EA	1.25	1	
	균열(0.3mm 이상)	m	5.00	3	
점검시설	상태양호	-	-	-	

3.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 3.3.58】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	재료분리 및 들뜸	㎡	0.80	3	0.80	3	- -	변동없음
	철근노출(부식)	㎡	0.45	1	0.45	1	- -	변동없음
거더	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
교대	누수흔적, 체수	㎡	12.50	3	12.50	3	- -	변동없음
	균열(폭 0.3㎜미만)	m	-	-	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
	균열(폭 0.3㎜이상)	m	-	-	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	4.50	6	▲ 3.50	신규손상
	누수흔적	㎡	2.00	1	2.00	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	-	-	16.00	1	▲ 16.00	신규손상
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	1.41	9	1.41	9	- -	변동없음
	받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만)	m	1.50	5	1.50	5	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	8.00	8	8.00	8	- -	변동없음
	몰탈 박락	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	6.90	17	6.90	17	- -	변동없음
	접속부 이격	m	9.00	1	9.00	1	- -	변동없음
	보수부 파손	㎡	0.10	1	0.50	1	▲ 0.40	물량변동
교면포장	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-
배수시설	배수관 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
방호벽	재균열 0.3㎜미만	m	38.00	38	38.00	38	- -	변동없음
	균열부백태	㎡	2.85	29	2.85	29	- -	변동없음
점검통로	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

【표 3.3.59】 영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	파손	㎡	0.13	2	0.13	2	– –	변동없음
거더	상태양호	–	–	–	–	–	– –	–
가로보	상태양호	–	–	–	–	–	– –	–
교대	누수흔적	㎡	5.00	3	11.00	5	▲ 6.00	신규손상
	균열 0.3㎜미만	m	1.50	1	1.50	1	– –	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
교량 받침	몰탈균열(0.3㎜미만)	m	0.20	1	0.20	1	▲ 2.0	신규손상
	받침균열(0.3㎜미만)	m	3.70	9	3.70	9	– –	변동없음
	받침콘크리트 들뜸	㎡	0.01	1	0.01	1	– –	변동없음
	플레이트 부식	EA	8.00	8	8.00	8	– –	변동없음
	플레이트 도장박리	㎡	0.04	1	0.04	1	– –	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	32.60	88	32.60	88	– –	변동없음
	차수판 볼트 탈락	㎡	6.00	6	6.00	6	– –	변동없음
	이물질퇴적	m	2.00	1	2.00	1	– –	변동없음
	후타재 파손	㎡	–	–	0.04	1	▼ 1.0	신규손상
교면포장	접속부 파손, 박리	㎡	0.60	1	1.05	2	▲ 0.45	신규손상
	포장 망상균열	㎡	–	–	540.00	6	▲ 540.00	신규손상
배수시설	그레이팅 파손	EA	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	배수구 막힘	EA	–	–	1.00	1	▲ 1.0	신규손상
	배수관 누수	EA	–	–	1.00	1	▲ 1.0	신규손상
방호벽	균열부백태	㎡	1.70	17	1.70	17	– –	변동없음
	백태	㎡	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	접속부 단차	m	2.50	2	2.50	2	– –	변동없음
	접속부 파손	EA	1.25	1	1.25	1	– –	변동없음
	균열(0.3mm 이상)	m	5.00	3	5.00	3	– –	변동없음
점검통로	상태양호	–	–	–	–	–	– –	–

3.4 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.

3.4.1 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 3.4.1】 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	6	6	7	7	
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 3.4.2】 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	6	6	7	7	
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

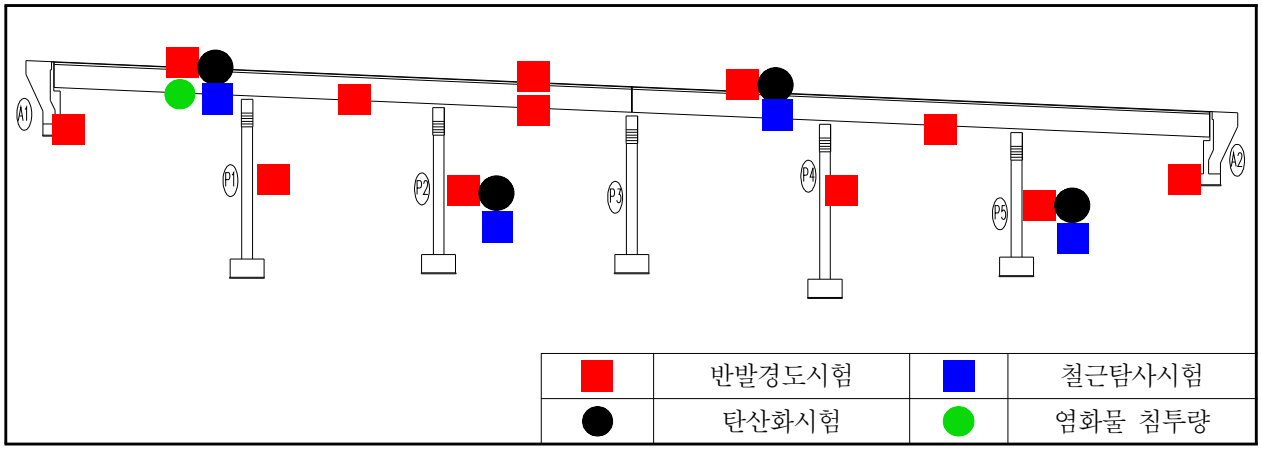
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

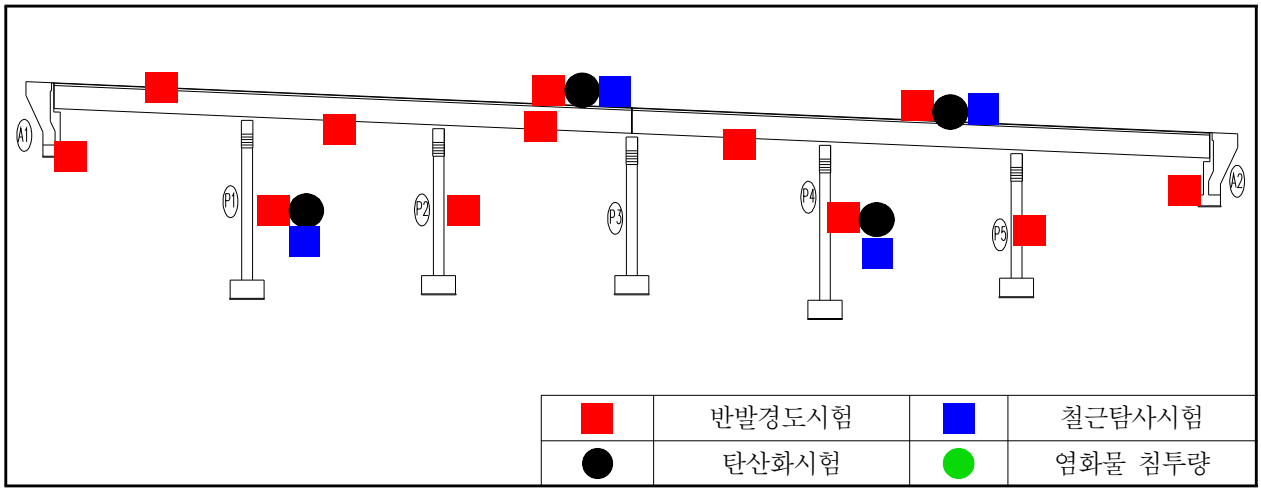
<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>반발경도 시험 현황</td><td>탄산화깊이 측정 현황</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>철근탐사시험</td><td>염화물침투량 시험</td></tr>
</table>

【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(상주방향)



【그림 3.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(영천방향)

3.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 14개소)를 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.4.3】 상부구조(바닥판, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S1 바닥판하면	47.5	27.2	28.0	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.7	27.4	28.1			
	S4 바닥판하면	47.4	27.1	28.0			
	S1 가로보	47.5	27.2	28.0			

【표 3.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S2-G3 거더	48.7	40.2	47.0	0.64	40.0	
	S3-G2 거더	49.9	41.3	48.7			
	S5-G3 거더	50.4	41.8	49.5			

【표 3.4.5】 하부구조(교대) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	A1 교대	46.6	26.5	27.6	0.64	24.0	
	A2 교대	47.5	27.2	28.0			

【표 3.4.6】 하부구조(교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(㎫)				설계기준강도(㎫)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	P1 교각	48.1	27.7	28.3	0.64	27.0	
	P1 교각(비건전)	47.8	27.4	28.2			
	P2 교각	47.7	27.4	28.1			
	P4 교각	48.6	28.1	28.5			
	P5 교각	47.8	27.4	28.2			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.1~28.1㎫, 상부구조(거더) 40.2~49.5㎫, 하부구조(교대) 26.5~28.0㎫, 하부구조(교각) 27.4~28.5㎫ 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 3.4.7】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면, 가로보	27.1 ~ 28.1	27.0	100.4 ~ 104.1
	거더	40.2 ~ 49.5	40.0	100.5 ~ 123.8
하부구조	교대	26.5 ~ 28.0	24.0	110.4 ~ 116.7
	교각	27.4 ~ 28.5	27.0	101.5 ~ 105.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.8】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판,가로보	27.0 ~ 28.6	27.1 ~ 28.1	27.0
	거더	40.5 ~ 47.9	40.2 ~ 49.5	40.0
	교대	25.1 ~ 28.6	26.5 ~ 28.0	24.0
	교각	27.2 ~ 29.1	27.4 ~ 28.5	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 3.4.9】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	4.00	35.00	31.00	a	1.63	100년이상	
	S4 바닥판하면	3.00	37.00	34.00	a	1.22	100년이상	
하부구조	P2 교각	5.00	77.00	72.00	a	2.04	100년이상	
	P5 교각	7.00	77.00	70.00	a	2.86	100년이상	

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

【표 3.4.10】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	3.0~4.0	31.0~34.0	
하부구조	5.0~7.0	70.0~72.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.11】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	5.0~7.0	60.0~62.0	a	3.0~4.0	31.0~34.0	a	
하부구조	6.0~9.0	91.0~94.0	a	5.0~7.0	70.0~72.0	a	
검토의견	■기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 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 반발경도시험(총 12개소)를 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 3.4.12】 상부구조(바닥판, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S1 바닥판하면	47.7	27.4	28.1	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S5 바닥판하면	48.0	27.6	28.2			
	S1 가로보	47.8	27.4	28.2			

【표 3.4.13】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S2-G2 거더	49.5	40.9	48.2	0.64	40.0	
	S3-G3 거더	51.6	43.0	51.3			
	S4-G2 거더	51.0	42.4	50.4			

【표 3.4.14】 하부구조(교대) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	A1 교대	46.2	26.1	27.4	0.64	24.0	
	A2 교대	48.2	27.8	28.3			

【표 3.4.15】 하부구조(교각) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(㎫)				설계기준강도(㎫)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	P1 교각	49.1	28.5	28.8	0.64	27.0	
	P1 교각(비건전)	48.4	27.9	28.4			
	P2 교각	49.9	29.1	29.1			
	P4 교각	50.7	29.8	29.5			
	P5 교각	49.9	29.1	29.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.3~28.2㎫, 상부구조(거더) 40.9~51.3㎫, 하부구조(교대) 26.1~28.3㎫, 하부구조(교각) 27.9~29.8㎫ 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 3.4.16】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 28.2	27.0	101.1 ~ 104.4
	거더	40.9 ~ 51.3	40.0	102.3 ~ 128.3
하부구조	교대	26.1 ~ 28.3	24.0	108.8 ~ 117.9
	교각	27.9 ~ 29.8	27.0	103.3 ~ 110.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.17】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판,가로보	27.4 ~ 38.8	27.3 ~ 28.2	27.0
	거더	40.7 ~ 47.9	40.9 ~ 51.3	40.0
	교대	25.0 ~ 25.6	26.1 ~ 28.3	24.0
	교각	28.4 ~ 30.2	27.9 ~ 29.8	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

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 3.4.18】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S3 바닥판하면	3.00	36.00	33.00	a	1.22	100년이상	
	S5 바닥판하면	5.00	35.00	30.00	a	2.04	100년이상	
하부구조	P2 교각	7.00	91.00	84.00	a	2.86	100년이상	
	P4 교각	8.00	89.00	81.00	a	3.27	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~5.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 3.4.19】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	3.0~5.0	30.0~33.0	
하부구조	7.0~8.0	81.0~84.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.20】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	5.0~6.0	61.0~64.0	a	3.0~5.0	30.0~33.0	a	
하부구조	5.0~8.0	92.0~95.0	a	7.0~8.0	81.0~84.0	a	
검토의견	■기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 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 3.4.21】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.1 ~ 28.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.2 ~ 49.5	40.0	
	하부구조	교대	26.5 ~ 28.0	24.0	
		교각	27.4 ~ 28.5	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		31.0~34.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		70.0~72.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 3.4.22】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 28.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.9 ~ 51.3	40.0	
	하부구조	교대	26.1 ~ 28.3	24.0	
		교각	27.9 ~ 29.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		30.0~33.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		81.0~84.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 3.4.23】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판(거더보)	27.0 ~ 28.6	27.1 ~ 28.1	■강도저하 없음
		거더	40.5 ~ 47.9	40.2 ~ 49.5	
	하부구조	교대	25.1 ~ 28.6	26.5 ~ 28.0	
		교각	27.2 ~ 29.1	27.4 ~ 28.5	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		60.0~62.0 a	31.0~34.0 a	■탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		91.0~94.0 a	70.0~72.0 a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨				

【표 3.4.24】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판(거더보)	27.4 ~ 38.8	27.3 ~ 28.2	■강도저하 없음
		거더	40.7 ~ 47.9	40.9 ~ 51.3	
	하부구조	교대	25.0 ~ 25.6	26.1 ~ 28.3	
		교각	28.4 ~ 30.2	27.9 ~ 29.8	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		61.0~64.0 a	30.0~33.0 a	■탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~95.0 a	81.0~84.0 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.

3.5 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.

3.5.1 상태안전성능 평가

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

가. 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 3.5.1】 상주방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초
S1	A1	IPC	b	a	a	a	a	b	b	b	b	q
S2	P1	IPC	a	a	a	a	a	b	–	b	b	q
S3	P2	IPC	c	a	a	a	b	b	–	b	b	q
S4	P3	IPC	a	a	a	a	a	b	a	b	a	q
S5	P4	IPC	b	a	a	a	a	b	–	b	a	q
S6	P5	IPC	a	a	a	a	a	b	–	b	a	q
	A2								b	b	c	q
평균			0.183	0.100	0.100	0.100	0.117	0.200	0.167	0.200	0.186	–
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	–
(평균×가중치) /가중치합			0.028	0.025	0.004	0.004	0.004	0.004	0.012	0.030	0.046	–
											0.156	
											B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.156) < 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 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

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 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 3.5.2】 영천방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초
S1	A1	IPC	b	a	a	b	a	b	b	b	b	q
S2	P1	IPC	a	a	a	b	b	c	–	b	b	q
S3	P2	IPC	a	a	a	b	b	b	–	b	a	q
S4	P3	IPC	a	a	a	b	a	b	b	a	a	q
S5	P4	IPC	a	a	a	b	a	c	–	b	a	q
S6	P5	IPC	a	a	a	b	b	b	–	b	a	q
	A2								b	a	b	q
평균			0.117	0.100	0.100	0.200	0.150	0.267	0.200	0.171	0.143	–
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	–
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.025	0.004	0.008	0.005	0.005	0.014	0.026	0.036	–
											0.140	
											B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.140) < 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 3.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.156	B	270	2	540	0.500	0.078
영천방향	0.140	B	270	2	540	0.500	0.070
합계(Σ)			540	4	1,080	1.000	0.148
1. 평가지수 =							0.148
2. 상태평가결과 =							B

3.5.2 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 : 3@45.000 = 135.000m
3) 교 량 폭 : 12.625 m
4) 포 장 : L.M.C (t=50mm)
5) 활 하 중 : DB-24, DL-24

(2) 검토조건

· 사용재료 및 허용응력

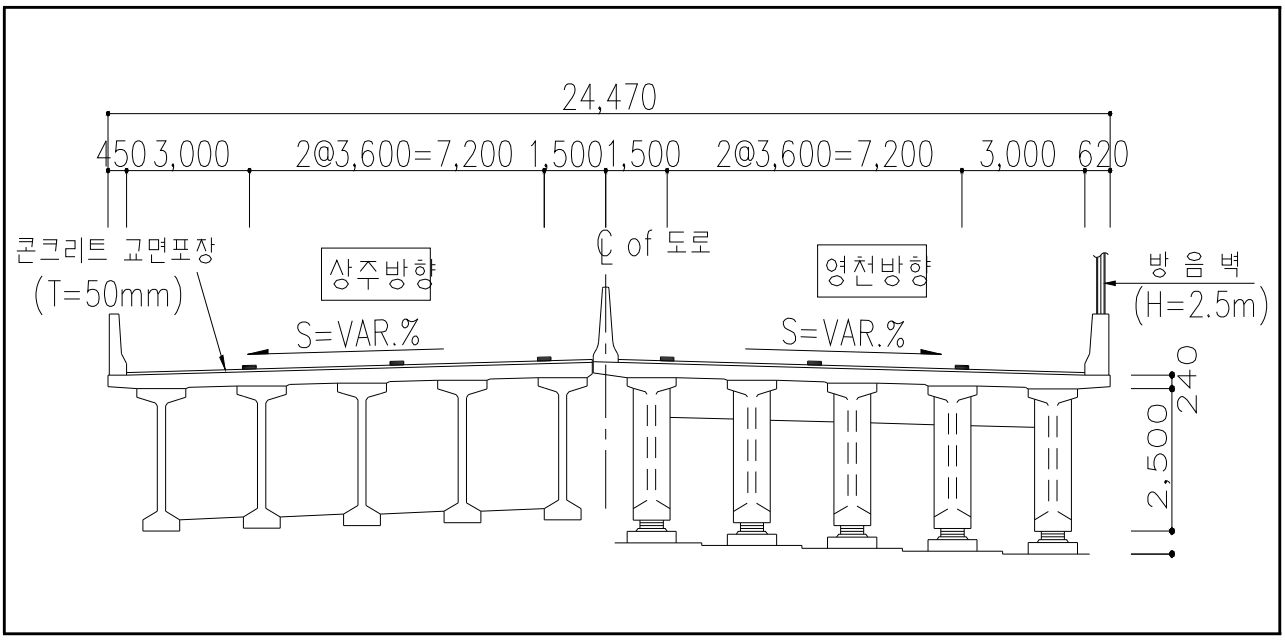
① 콘크리트(주형) : 40 MPa
② 콘크리트(바닥판) : 27 MPa
③ 강 선 : SWPC 7B ϕ15.2㎜
④ 철 근 : SD 40
⑤ 인장강도 : f_{pu} = 1,900㎫
⑥ 항복강도 : f_{py} = 1,600㎫

· 허용응력

① PS 강재의 허용응력

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

(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
외측거더	1차 긴장시	3.07	15.43				
		O.K	O.K				
	바닥판 타설시	9.31	9.18				
		O.K	O.K				
	바닥판 경화 후			0.20	0.07	9.39	7.71
				O.K	O.K	O.K	O.K
	2차 긴장력 도입 후			0.14	0.31	9.66	11.57
				O.K	O.K	O.K	O.K
	방호벽, 포장, 연석 등			1.11	1.05	10.51	9.57
				O.K	O.K	O.K	O.K
	최종 감소 손실 발생 후			1.39	1.14	10.61	7.35
				O.K	O.K	O.K	O.K
	활하중 작용시			3.21	2.52	12.19	3.60
				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	3.07	15.43				
		O.K	O.K				
	바닥판 타설시	9.05	9.44				
		O.K	O.K				
	바닥판 경화 후			0.21	0.08	9.14	7.97
				O.K	O.K	O.K	O.K
	2차 긴장력 도입 후			0.14	0.32	9.41	11.84
				O.K	O.K	O.K	O.K
	방호벽, 포장, 연석 등			1.38	1.26	10.49	9.39
				O.K	O.K	O.K	O.K
	최종 감소 손실 발생 후			1.67	1.36	10.60	7.18
				O.K	O.K	O.K	O.K
	활하중 작용시			3.19	2.52	11.93	4.16
				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 ϕMn(kN·m)	안전율 (ϕMn/Mu)	검토결과
캔틸레버부(방음벽측)	75.54	91.80	1.215	O.K
캔틸레버부(중분대측)	40.87	57.85	1.415	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, Pr : 설계하중

(3) 공용 내하력 산정

$P = P_o \times K_s$

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

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.

- $P = P_r \times R.F \times K_s$ P_r = 설계하중
- $R.F = \dfrac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l}$

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	-5.50	16.11	1.58	3.41	DB-24 이상
내측거더	16.000	-5.48	16.08	1.33	4.06	DB-24 이상

주) 1. 활하중은 충격계수가 고려된 값임.
2. (+) 압축, (-) 인장

구 분	내하율	기본내하력	응답보정계수	공용내하력	비고
외측거더	3.41	DB-24 이상	1.125	DB-24 이상	
내측거더	4.06	DB-24 이상	1.145	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(M1)		
외측거더	1.30	2.15	32,057	11,252.82	3,154.90	2.57	DB-24이상
내측거더			33,792	11,448.93	2,518.56	3.49	DB-24이상

구 분	내하율	기본내하력	응답보정계수	공용내하력	비고
외측거더	2.57	DB-24이상	1.125	DB-24이상	
내측거더	3.49	DB-24이상	1.145	DB-24이상	

(3) 바닥판 내하율 및 기본내하력 검토결과

구 분	ϕMn	Md	ML+i	내하율	기본 내하력	비 고
캔틸레버부(방음벽)	91.80	15.576	19.200	1.73	DB-24이상	

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

3.5.3 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 갈음한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
장곡교	0.148	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.148로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

3.6 내구성능 평가

3.6.1 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.

3.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 상주시 낙동면 장곡리에 위치하며, 동해안으로부터 약 98.1㎞ 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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

【그림 3.6.1】 위치도

【표 3.6.1】 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 3.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리				
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 싸이클이 연평균 9.6회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 3.6.3】 동해환경 평가결과 – 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리				
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 3.6.4】 동해환경 평가결과 – 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리				
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 3.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/㎥)			평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40㎜~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	1.114	0.355	0.317	b

【표 3.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (㎠/year)		
			0~20㎜	20~40㎜	40㎜~철근
염화물 확산계수	바닥판	S1	-	-	2.619

【표 3.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/㎥)가 되는 시점 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		계산결과(year)	평가등급
철근부 전염화물 함유량 C_r가 2.5(kg/㎥)가 되는 시점	바닥판	S1	5년 초과~10년 이하	d

【표 3.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

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

2) 탄산화 깊이

【표 3.6.9】 탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		탄산화 깊이 (㎜)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	상주방향	S1 바닥판하면	4.00	1.63	30년 초과	a	a
		S4 바닥판하면	3.00	1.22	30년 초과	a	a
		P2 교각	5.00	2.04	30년 초과	a	a
		P5 교각	7.00	2.86	30년 초과	a	a
	영천방향	S3 바닥판하면	3.00	1.22	30년 초과	a	a
		S5 바닥판하면	5.00	2.04	30년 초과	a	a
		P2 교각	7.00	2.86	30년 초과	a	a
		P4 교각	8.00	3.27	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 3.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	결함도 지수	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	바닥판	S1	100.7	-	a	0.10	a
			S3	101.5	-	a		
			S4	100.4	-	a		
		가로보	S1	100.7	-	a		
		거더	S2-G3	100.5	-	a		
			S3-G2	103.3	-	a		
			S5-G3	104.5	-	a		
		교대	A1	110.4	-	a		
			A2	113.3	-	a		
		교각	P1	102.6	-	a		
			P1 (비건전)	-	98.9	a		
			P3	101.5	-	a		
			P4	104.1	-	a		
			P5	101.5	-	a		

【표 3.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가(계속)

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	결함도 지수	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	바닥판	S1	101.5	-	a	0.10	a
			S3	101.1	-	a		
			S5	102.2	-	a		
		가로보	S1	101.5	-	a		
		거더	S2-G2	102.3	-	a		
			S3-G3	107.5	-	a		
			S4-G3	106.0	-	a		
		교대	A1	108.8	-	a		
			A2	115.8	-	a		
		교각	P1	105.6	-	a		
			P1 (비건전)	-	97.9	a		
			P2	107.8	-	a		
			P4	109.3	-	a		
			P5	107.8	-	a		

마. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 3.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		6@45 = 270m
교폭		24.5m
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 장곡리
	해안 이격거리	500m 초과

【표 3.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	d	a	a	d	0.7
	거더(35)	-	-	a	a	0.1
	2차부재(7)	-	-	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	-	a	a	a	0.1
		결함도지수	(0.7×33+0.1×35+0.1×7+0.1×25)/100 = 0.298			
		등급	C			

【표 3.6.13】 열화환경지표의 평가

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

3.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 3.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.298	c	1.00	0.298
결함도점수				0.298
내구성능평가 결과				C

3.7 사용성능 평가

교량의 사용성능 평가는 시설물의 예상수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야할 사용자 편의성 및 계획당시의 설계기준에 근거한 사용목적을 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 특징을 반영하여 필요 성능을 도출한다.

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

3.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 1.91~4.20로 나타났으며, 최젓값인 1.91로 평가되었다.

【표 3.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	270.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	상주	2	270.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	1	270.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	2	270.0	1.91	d등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0 미만으로 산정되어 매우불량 등급인 e등급으로 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, 17.67㎜/s, 7.7Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

■ 해당 교량의 경우 교각은 5기가 시공되어있으며, 점검로는 전개소 모두 양호하게 설치되어 있는 상태로, b등급으로 평가된다.

【표 3.7.2】 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 3.7.3】 교통량의 성능평가

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

3.7.2 사용성능평가 결과

【표 3.7.4】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	e	1.0
		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
				결함도점수	0.510
				등급	D

■ 사용성능 최종 등급을 산정하면, 1.0×0.247(포장상태)+1.0×0.202(진동사용성)+0.2×0.206(점검시설의유무)+0.1×0.195(교통수요) = 0.510

3.8 종합성능평가

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

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

【표 3.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	장곡교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.148	b	0.68
내구성능 평가	0.298	c	0.19
사용성능 평가	0.510	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) = Σ(성능별 결함도 점수(E_n) × 성능간 가중치(W_n) = 0.148 × 0.68 + 0.298 × 0.19 + 0.510 × 0.13 = 0.224 • 종합 성능평가지수(E) : 0.224 • 종합성능평가 결과 : B등급		

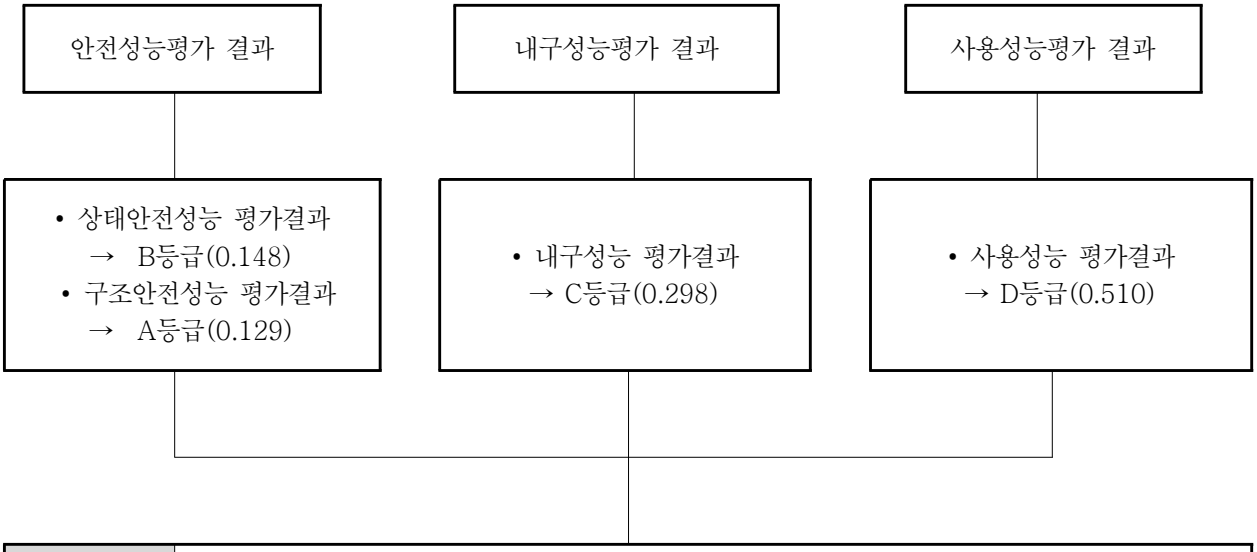
3.9 유지관리 전략제안

3.9.1 성능목표 등급 산정

【표 3.9.1】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≤X<0.26)

3.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



종합평가	B등급
성능목표	B등급
분석결과	• 성능평가 실시 결과, 안전성능 평가 B등급, 내구성능 평가 C등급, 사용성능평가 D등급으로 분석되어 최종 종합평가 등급은 B등급으로 판정되었다. • 이는 시설물의 성능평가 목표치인 B등급으로 “일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준” 인 것으로 분석되었다. • 발생된 손상 중 긴급보수를 요하는 손상은 발생하지 않았으며, 발생된 손상은 보수를 시행토록하고, 그 외 손상은 주기적인 점검을 통한 관리로 보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향 보수 개략공사비

【표 3.9.2】 상주방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	재료분리 및 들뜸	단면보수	0.80	1.20	㎡	-	-	하자
	철근노출(부식)	단면보수+방청	0.45	0.68	㎡	-	-	하자
교대	누수흔적, 체수	표면처리	12.50	18.75	㎡	-	-	하자
	균열(폭 0.3㎜미만)	표면처리	3.00	1.13	m	-	-	하자
	균열(폭 0.3㎜이상)	주입보수	0.50	0.75	m	-	-	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.50	1.69	m	-	-	하자
	누수흔적	표면처리	2.00	3.00	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면처리	16.00	24.00	㎡	-	-	하자
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.41	0.53	m	54	29	3순위
	받침콘크리트 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	1.50	0.56	m	54	30	3순위
	플레이트 부식	재도장	8.00	12.00	EA	40	480	2순위
	몰탈 박락	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	3	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	6.90	2.59	m	54	140	3순위
	접속부 이격	유지관리	9.00	13.50	m	-	-	4순위
	보수부 파손	단면보수	0.50	0.75	㎡	165	124	2순위
배수시설	배수관 탈락	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
방호벽	재균열 0.3㎜미만	표면처리	38.00	14.25	m	54	770	3순위
	균열부백태	표면처리	2.85	4.28	㎡	54	231	3순위

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	-	607	1,238
	재경비 (순공사비의 50%)	-	304	619
	합계	-	911	1,857
개략공사비 총계(천원)		2,768		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

나. 영천방향 보수 개략공사비

【표 3.9.3】 영천방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	파손	단면보수	0.13	0.20	㎡	-	-	하자
교대	누수흔적	표면처리	11.00	16.50	㎡	-	-	하자
	균열 0.3㎜미만	표면처리	1.50	0.56	m	-	-	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m	-	-	하자
교량 받침	몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.20	0.08	m	54	4	3순위
	받침 균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.70	1.39	m	54	75	3순위
	받침콘크리트 들뜸	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	3	2순위
	플레이트 부식	재도장	8.00	12.00	EA	40	480	2순위
	플레이트 도장박리	재도장	0.04	0.06	㎡	40	2	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	32.60	48.90	m	54	2,641	3순위
	차수판 볼트 탈락	정비	6.00	9.00	㎡	25	225	3순위
	이물질퇴적	정비	2.00	3.00	m	25	75	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.04	0.06	㎡	165	10	2순위
교면포장	접속부 파손, 박리	단면보수	1.05	1.58	㎡	165	261	2순위
	포장 망상균열	표면처리	540.00	810.00	㎡	54	43,740	3순위
배수시설	그레이팅 파손	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
	배수구 막힘	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
	배수관 누수	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
방호벽	균열부백태	표면처리	1.70	2.55	㎡	54	138	3순위
	백태	표면처리	1.00	1.50	㎡	54	81	3순위
	접속부 단차	유지관리	2.50	3.75	m	-	-	4순위
	접속부 파손	단면보수	1.25	1.88	EA	165	310	3순위
	균열(0.3mm 이상)	주입보수	5.00	7.50	m	75	563	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		756			33,386	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		378			16,169	
	합계	-		1,134			49,555	
개략공사비 총계(천원)		50,689						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

다. 상주방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 3.9.4】 상주방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
단면보수	0.80	1.20	-	-	재료분리 및 들뜸	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수+방청	0.45	0.68	-	-	철근노출 (부식)	바닥판	안전 성능	c	1.00	0.15	0.68	0.18	0.01836	1
표면처리	12.50	18.75	-	-	누수흔적, 체수	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	3.00	1.13	-	-	균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
주입보수	0.50	0.75	-	-	균열	교대	안전 성능	c	1.00	0.13	0.68	0.18	0.01591	2
표면처리	4.50	1.69	-	-	균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	2.00	3.00	-	-	누수흔적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	16.00	24.00	-	-	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	1.41	0.53	54	29	몰탈 균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	1.50	0.56	54	30	받침콘크리트 균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
재도장	8.00	12.00	40	480	플레이트 부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
단면보수	0.01	0.02	165	3	몰탈 박락	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	3
표면처리	6.90	2.59	54	140	후타재 균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
유지관리	9.00	13.50	-	-	접속부 이격	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
단면보수	0.50	0.75	165	124	보수부 파손	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
정비	1.00	1.50	25	38	배수관 탈락	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	16
표면처리	38.00	14.25	54	770	재균열	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	17
표면처리	2.85	4.28	54	231	균열부백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	17

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 3.9.5】 영천방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순위
					손상 내용	부재 위치	성능	등급	손상	부재	성능	등급		
단면보수	0.13	0.20	-	-	파손	바닥판	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	11.00	16.50	-	-	누수흔적	바닥판	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	1.50	0.56	-	-	균열	교대	안전성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	1.00	0.38	-	-	균열	교각	안전성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	0.20	0.08	54	4	몰탈 균열	교량받침	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	3.70	1.39	54	75	받침 균열	교량받침	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
단면보수	0.01	0.02	165	3	받침콘크리트 들뜸	교량받침	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
재도장	8.00	12.00	40	480	플레이트 부식	교량받침	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
재도장	0.04	0.06	40	2	플레이트 도장박리	교량받침	안전성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	32.60	48.90	54	2641	후타재 균열	신축이음	안전성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	10
정비	6.00	9.00	25	225	차수판 볼트 탈락	신축이음	안전성능	a	1.00	0.07	0.68	0.05	0.00238	16
정비	2.00	3.00	25	75	이물질퇴적	신축이음	안전성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	10
단면보수	0.04	0.06	165	10	후타재 파손	신축이음	안전성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	10
단면보수	1.05	1.58	165	261	접속부 파손, 박리	교면포장	안전성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	13
표면처리	540.00	810.00	54	43740	포장 망상균열	교면포장	안전성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	13
정비	1.00	1.50	25	38	그레이팅 파손	배수시설	안전성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	17
정비	1.00	1.50	25	38	배수구 막힘	배수시설	안전성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	17
정비	1.00	1.50	25	38	배수관 누수	배수시설	안전성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	17
표면처리	1.70	2.55	54	138	균열부백태	보호시설	안전성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	20
표면처리	1.00	1.50	54	81	백태	보호시설	안전성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	20
유지관리	2.50	3.75	-	-	접속부 단차	보호시설	안전성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	20
단면보수	1.25	1.88	165	310	접속부 파손	보호시설	안전성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	20
주입보수	5.00	7.50	75	563	균열	보호시설	안전성능	c	1.00	0.02	0.68	0.18	0.00245	13

마. 유지관리 전략 제안

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

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

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.224으로 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.

3.10 종합결론

본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 장곡리(상주영천고속도로 5.578~5.850km)에 위치한 교량으로서 총 연장 270.0m, 폭 24.5m, 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.

3.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생된 재료분리 및 들뜸은 워커빌리티 효율성 감소, 관리미흡에 의한 타설불량에 의해 발생된 손상으로, 내구성 증진을 위해 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다. 철근노출(부식)의 경우, 시공미흡에 의한 피복부족에 의한 손상으로 우수유입이 되어 부식이 발생하였다, 손상부는 부재의 내구성 증진을 위한 단면보수+방청 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

2) IPC 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 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전 시 신축이음과 연계한 보수 등의 유지관리가 요구된다. 금회 발생된 균열의 경우 건조수축 및 공용중 열화, 다짐미흡 등의 복합적인 원인에 의한 비 구조적인 손상으로 추정되며, 부재의 내구성 확보 차원의 주입보수, 표면처리 등의 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

5) 교각

■ 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 누수흔적은 외부 우수유입에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 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. 무수축몰탈에서 조사된 균열, 박락의 경우 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열, 국부적인 단면손상으로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 표면처리, 단면보수 등 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

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

■ 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

■ 신축이음에 발생한 후타재 균열, 보수부 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 접속부 발생한 이격폭은 5mm 내외로 발생하였고, 진전은 미미한 상태이다, 손상부는 접속부 침하, 시공미흡 등에 의한 손상으로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 조치가 필요할 것으로 사료된다.

■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 19.9℃(9월 22일)로써 이때 측정유간은 22.0~87.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

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

9) 배수시설

■ 배수구는 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 시공 미흡, 공용중 열화에 의한 배수관 탈락, 배수구 덮개 파손이 발생하였고, 부재의 사용성 확보를 위한 배수구 재설치 등의 유지관리가 요구된다. 또한 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

10) 방호벽

■ 방호벽에 발생한 재균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

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) 27.1~28.1㎫, 상부구조(거더) 40.2~49.5㎫, 하부구조(교대) 26.5~28.0㎫, 하부구조(교각) 27.4~28.5㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)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 3.0~4.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~7.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

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

2) IPC 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 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 확인되었고, 손상부는 진전시 신축이음과 연계한 보수가 요구된다. 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.

5) 교각

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

6) 교량받침

- 받침본체에서 조사된 본체 부식, 도장박리는 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 0.1~0.2㎜의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 조사된 들뜸은 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면보수가 요망된다.

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트탈락은 공용중 열화로 인한 손상으로 정비 등의 유지관리가 요구된다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적의 손상이 발생하였고, 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 28.0~110.0㎜ 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 미치지는 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 파손, 배수구 막힘, 배수관 누수가 발생하였고, 공용중 열화로 인한 손상으로 사용성에 문제는 없는 것으로 확인된 바, 정비 또는 배수관 교체 등의 유지관리가 필요한다.

10) 방호벽

■ 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태, 백태는 건조수축, 공용기간 증가, 균열부 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 발생한 접속부 단차, 파손의 경우 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 전차와 비교시 침하량은 변동이 없는 것으로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여후 확인 후 손상의 진전시 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

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) 27.3~28.2㎫, 상부구조(거더) 40.9~51.3㎫, 하부구조(교대) 26.1~28.3㎫, 하부구조(교각) 27.9~29.8㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)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 3.0~5.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 7.0~8.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

3.10.2 성능평가 결과

【표 3.10.1】종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	장곡교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.148	b	0.68
내구성능 평가	0.298	c	0.19
사용성능 평가	0.510	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) = ∑(성능별 결함도 점수(E_n) × 성능간 가중치(W_n) = 0.148 × 0.68 + 0.298 × 0.19 + 0.510 × 0.13 = 0.224 • 종합 성능평가지수(E) : 0.224 • 종합성능평가 결과 : B등급		

3.10.3 종합결론

- 장곡교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 재료분리, 들뜸, 철근노출, 교대 및 교각 균열, 교량받침 몰탈 균열, 박락, 플레이트 부식, 신축이음 후타재 파손, 배수관 탈락, 방호벽 균열, 균열부백태 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(0.224)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : 0.20≤ 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.

3.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

3.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판의 단면손상은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

3.10.6 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.