24. 가래실교

24.1 시설물 개요
24.2 자료수집 및 분석
24.3 현장조사
24.4 콘크리트 내구성조사
24.5 안전성능 평가
24.6 내구성능 평가
24.7 사용성능 평가
24.8 종합성능평가
24.9 유지관리 전략제안
24.10 종합결론 및 건의사항

24. 가래실교

24.1 시설물의 개요

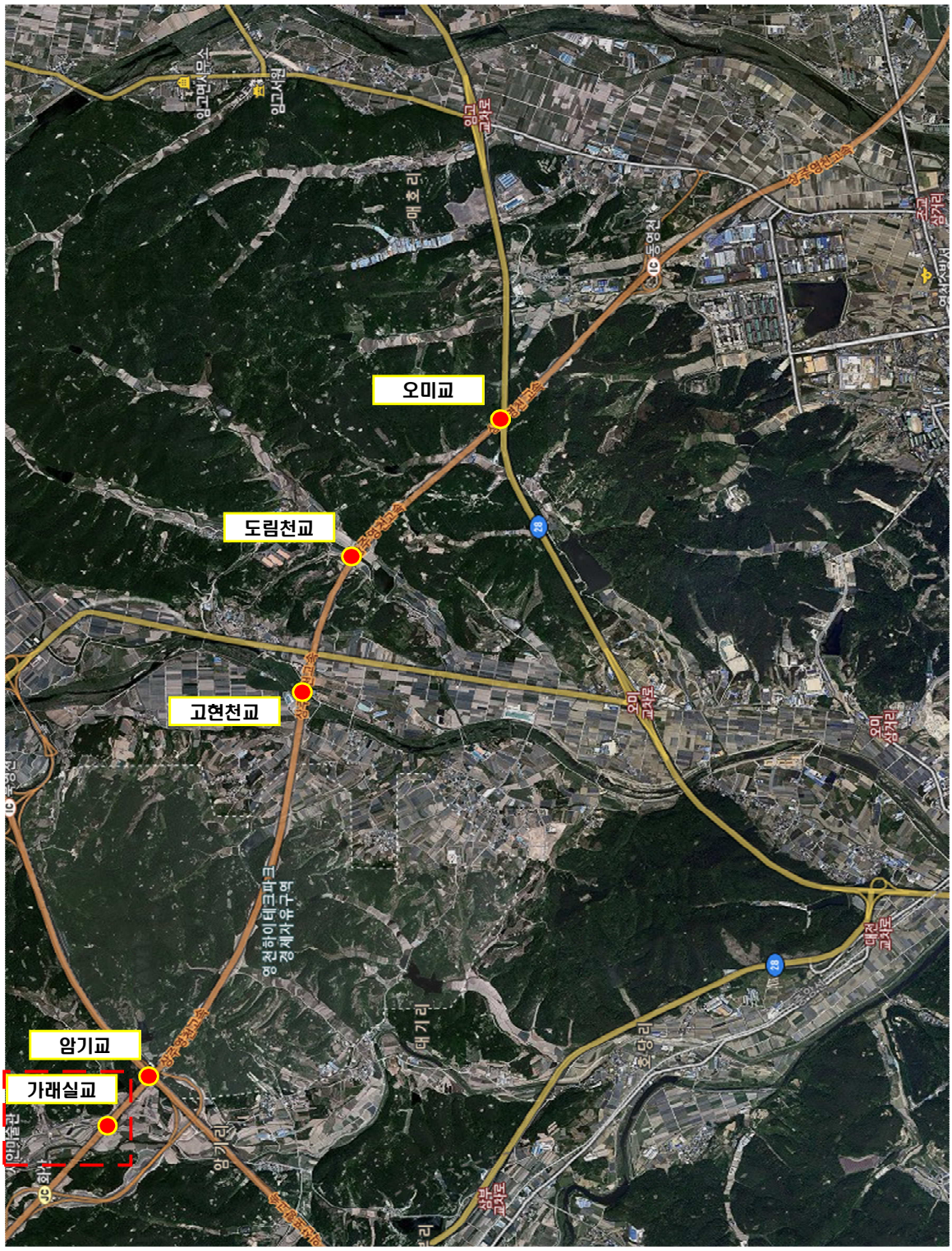
본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 가상리(상주영천고속도로 75.516~75.673km)에 위치한 교량으로서 총 연장 315.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

24.1.1 일반사항

【표 24.1.1】 가래실교 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>BR2017-0000275</td><td>관리번호</td><td colspan="2">SY BR.31</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>경상북도 영천시 화산면 가상리 555-1</td><td>준공년월일</td><td colspan="2">2017. 06. 27</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>75.516~75.673km</td><td>공사이정</td><td colspan="2">0.158~0.315km</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24/DL-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=315.0m, (7@45m=315m)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B=24.3m, 4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조 형식</td><td>상부</td><td>LIT GIRDER</td><td rowspan="2">기초 형식</td><td>교대</td><td>말뚝기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형, 교각 : T형</td><td>교각</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>고무받침</td><td>신축이음</td><td colspan="2">강핑거</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>군도 2호선</td><td>통과높이</td><td colspan="2">21.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>두산건설(주)</td><td>관리주체</td><td colspan="2">상주영천고속도로(주)</td></tr>
</table>

24.1.2 위치도 및 전경사진



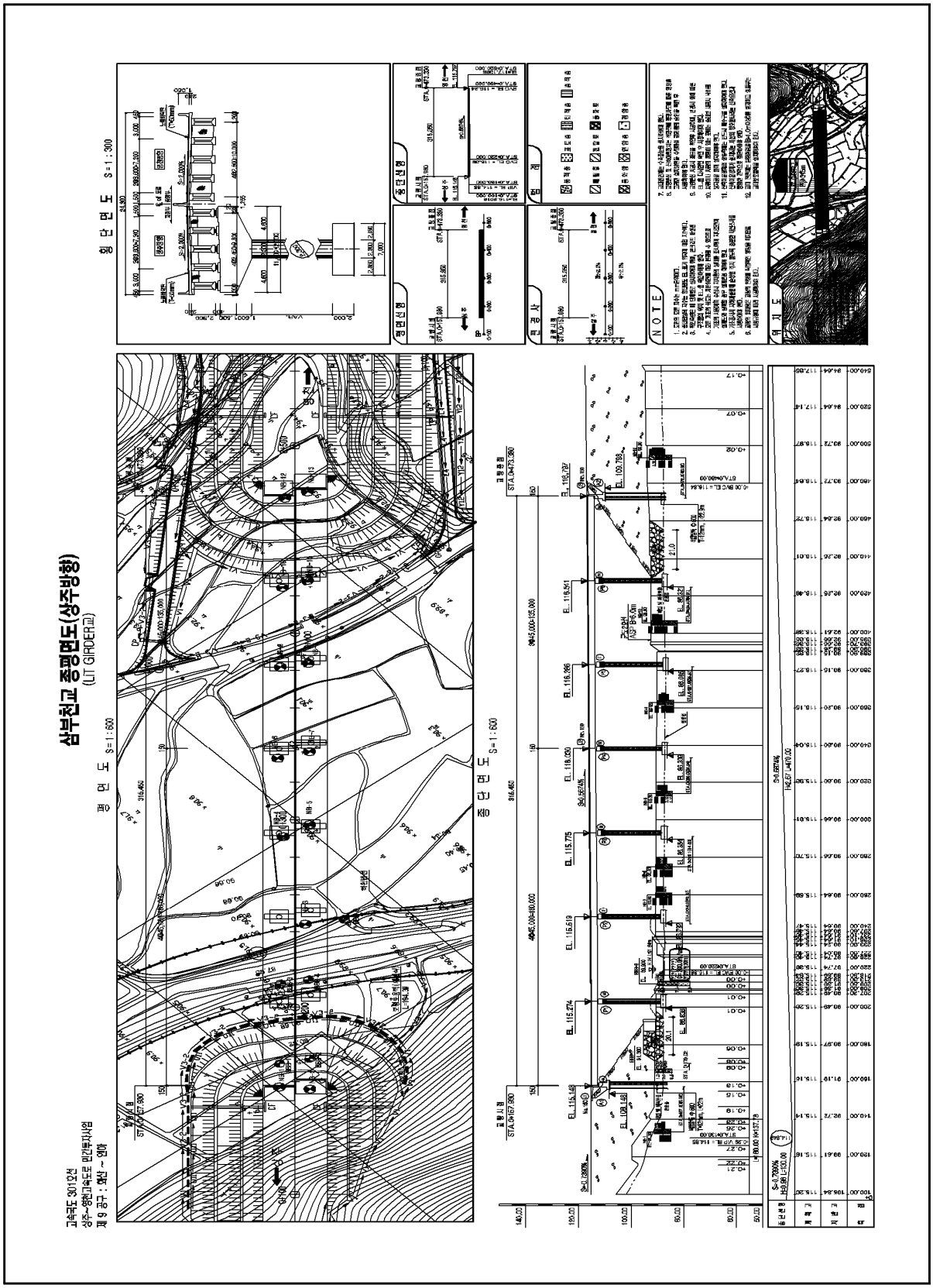
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S7	도보, 교량점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	

【그림 24.1.1】 위치도

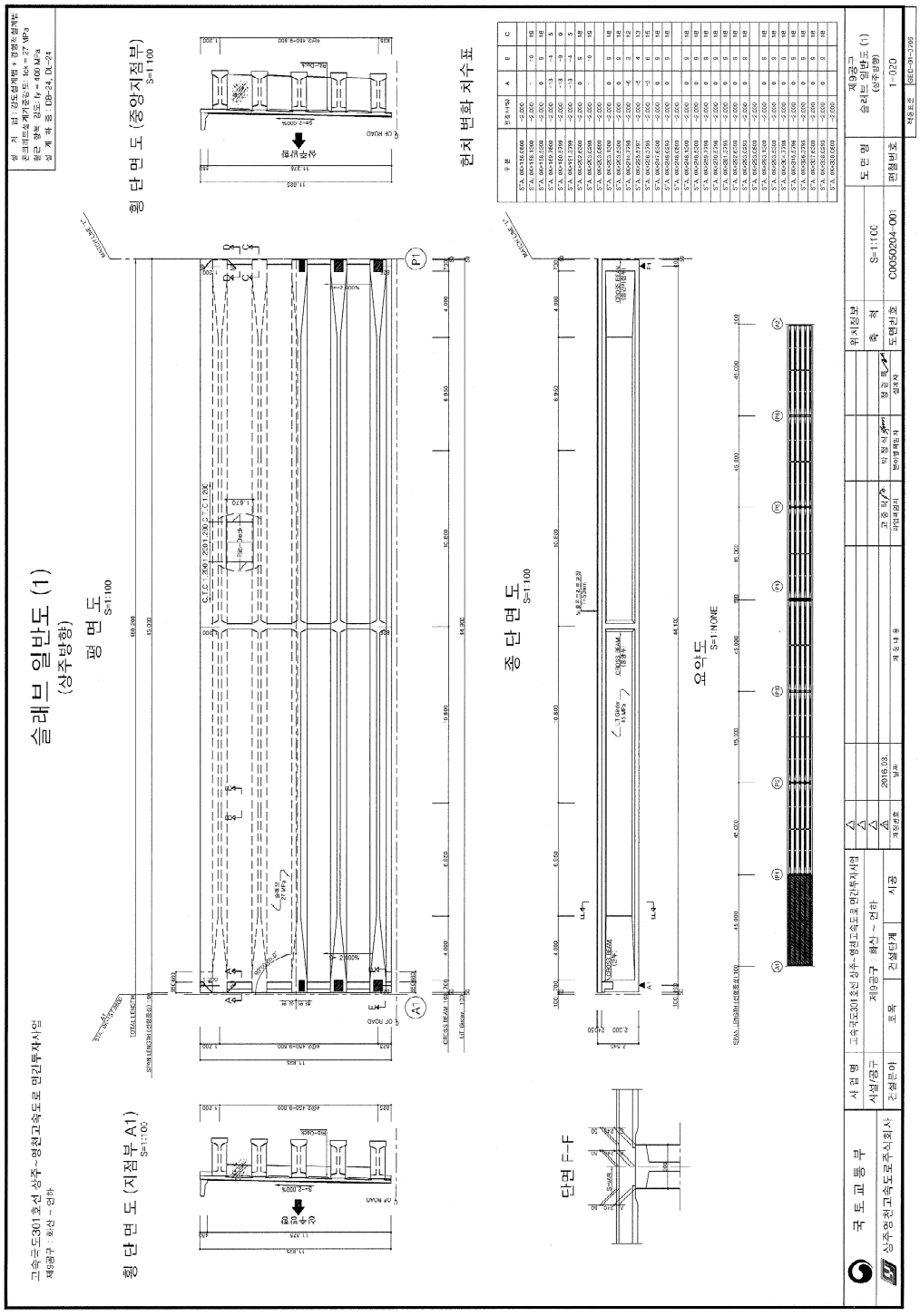
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 24.1.2】 부재별 현황

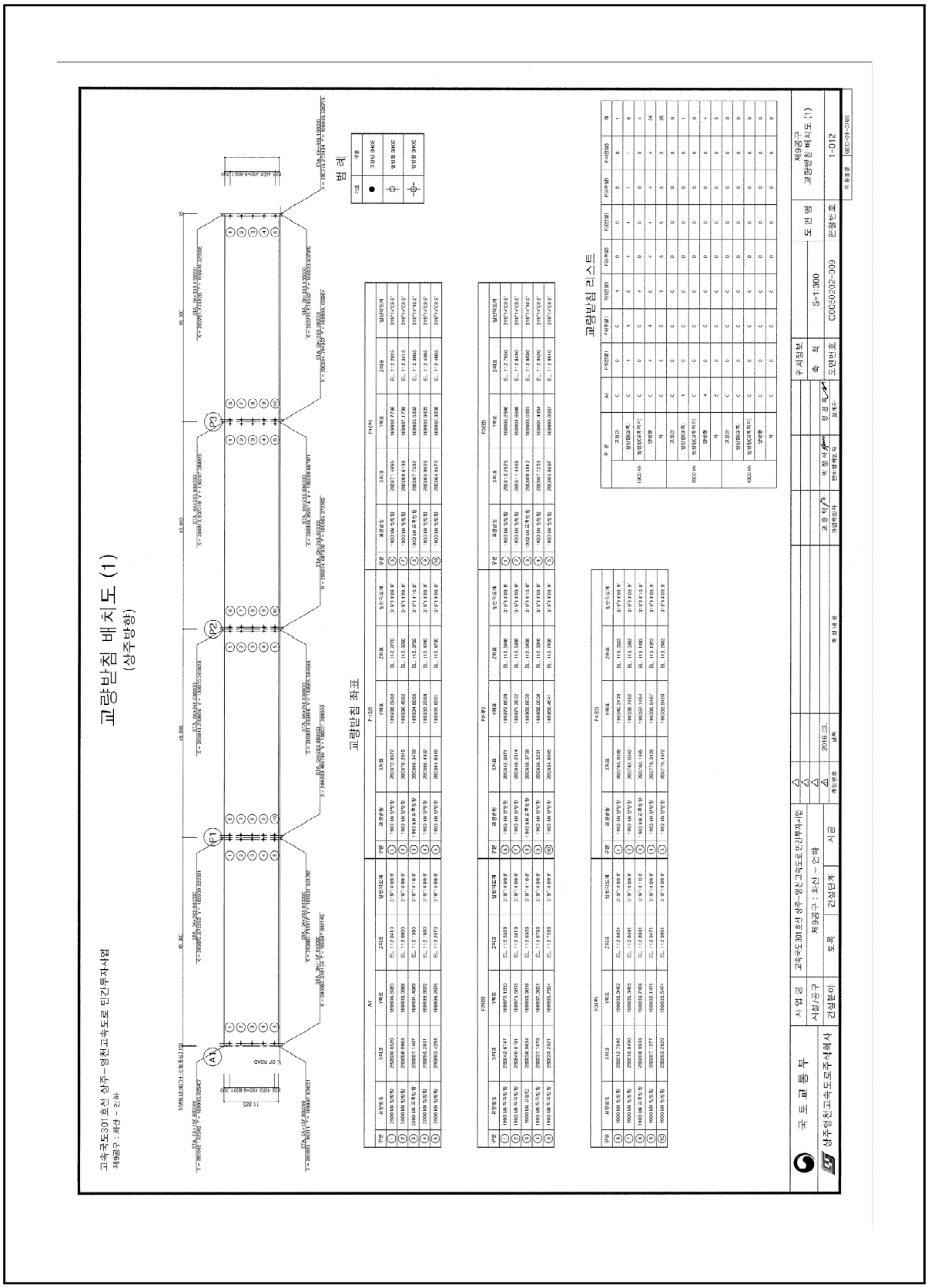
24.1.3 시설물 일반도



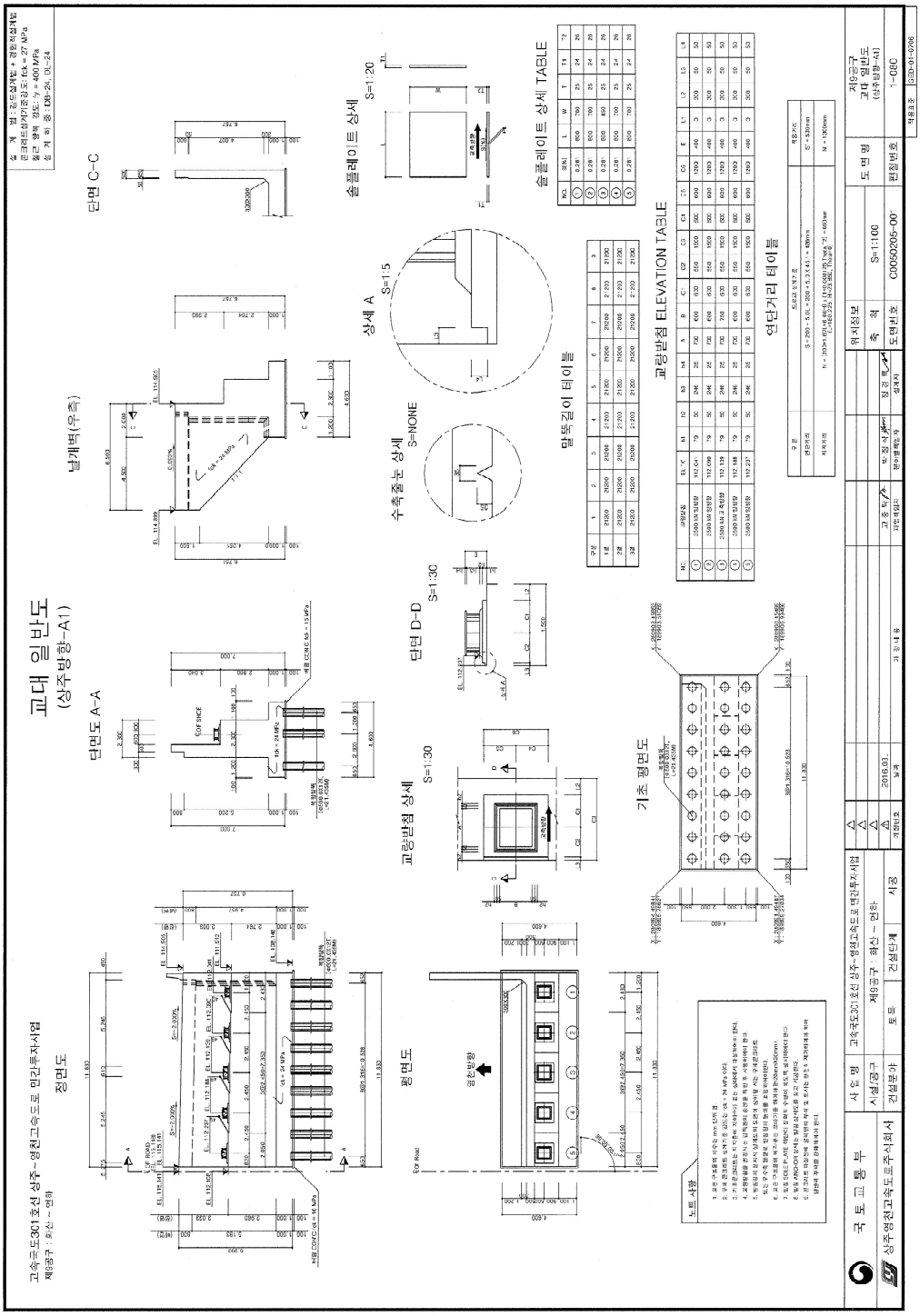
【그림 24.1.3】 평면 및 종단면도



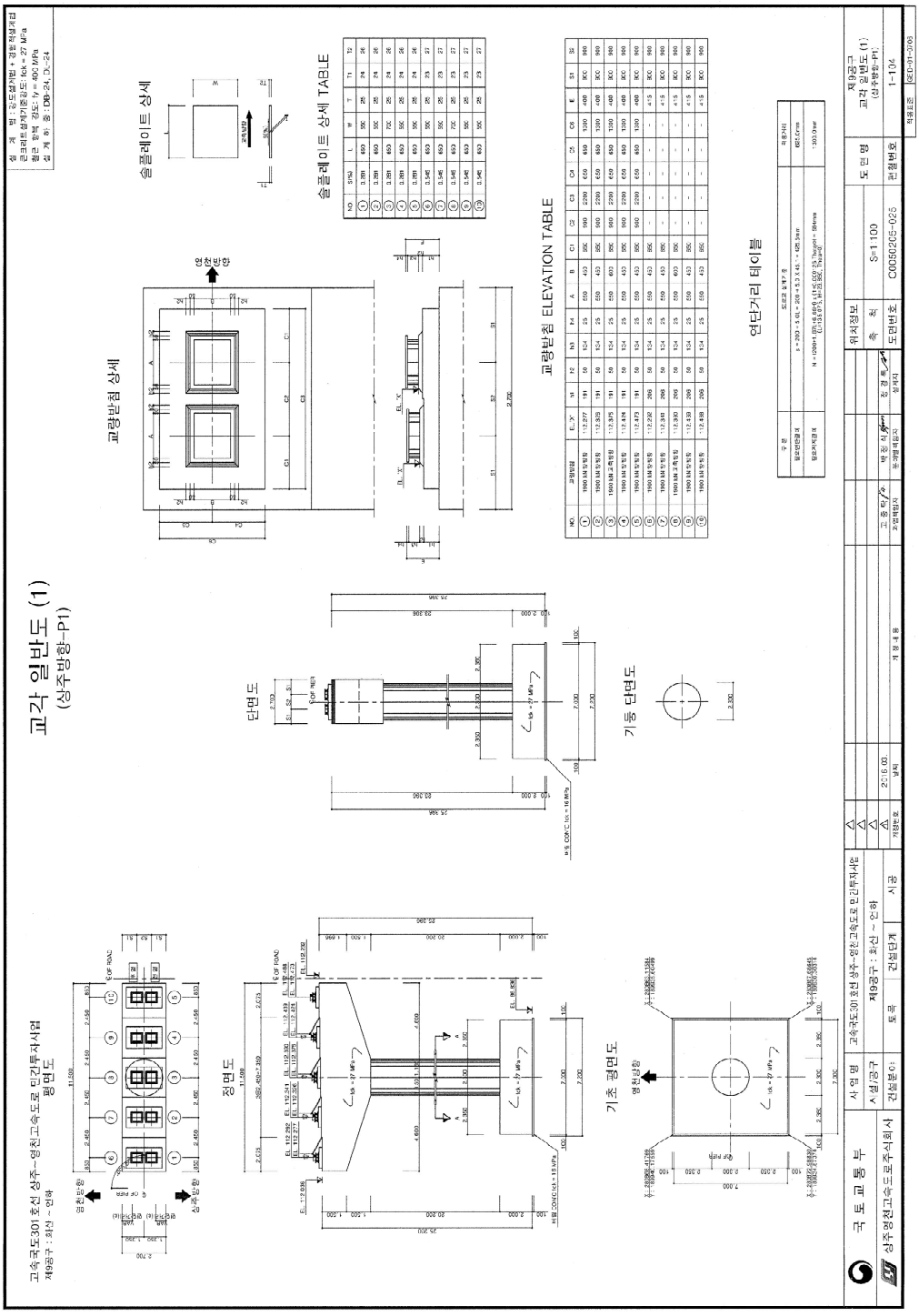
【그림 24.1.4】 슬래브 일반도



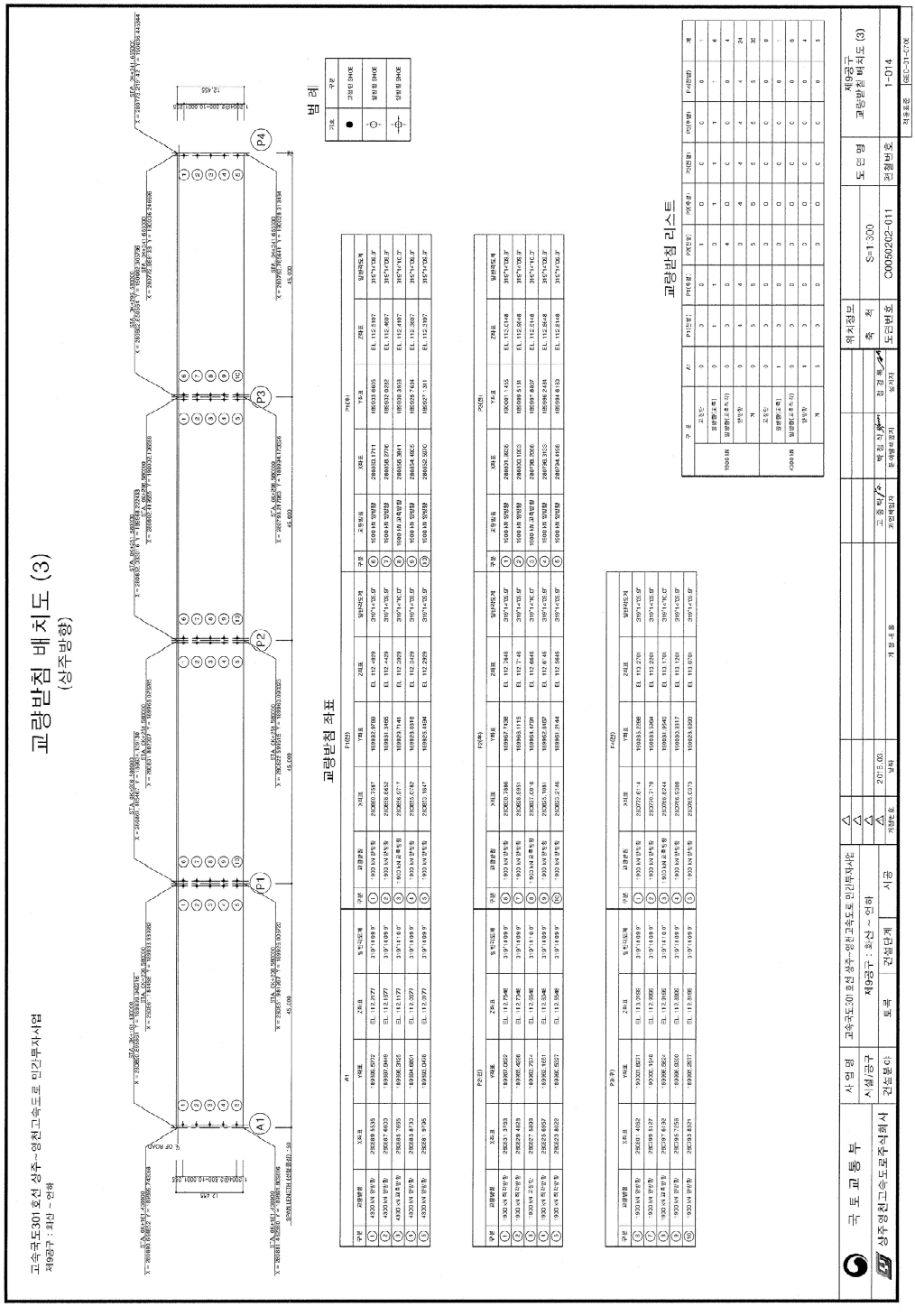
【그림 24.1.5】 교량받침 배치도(상주방향)



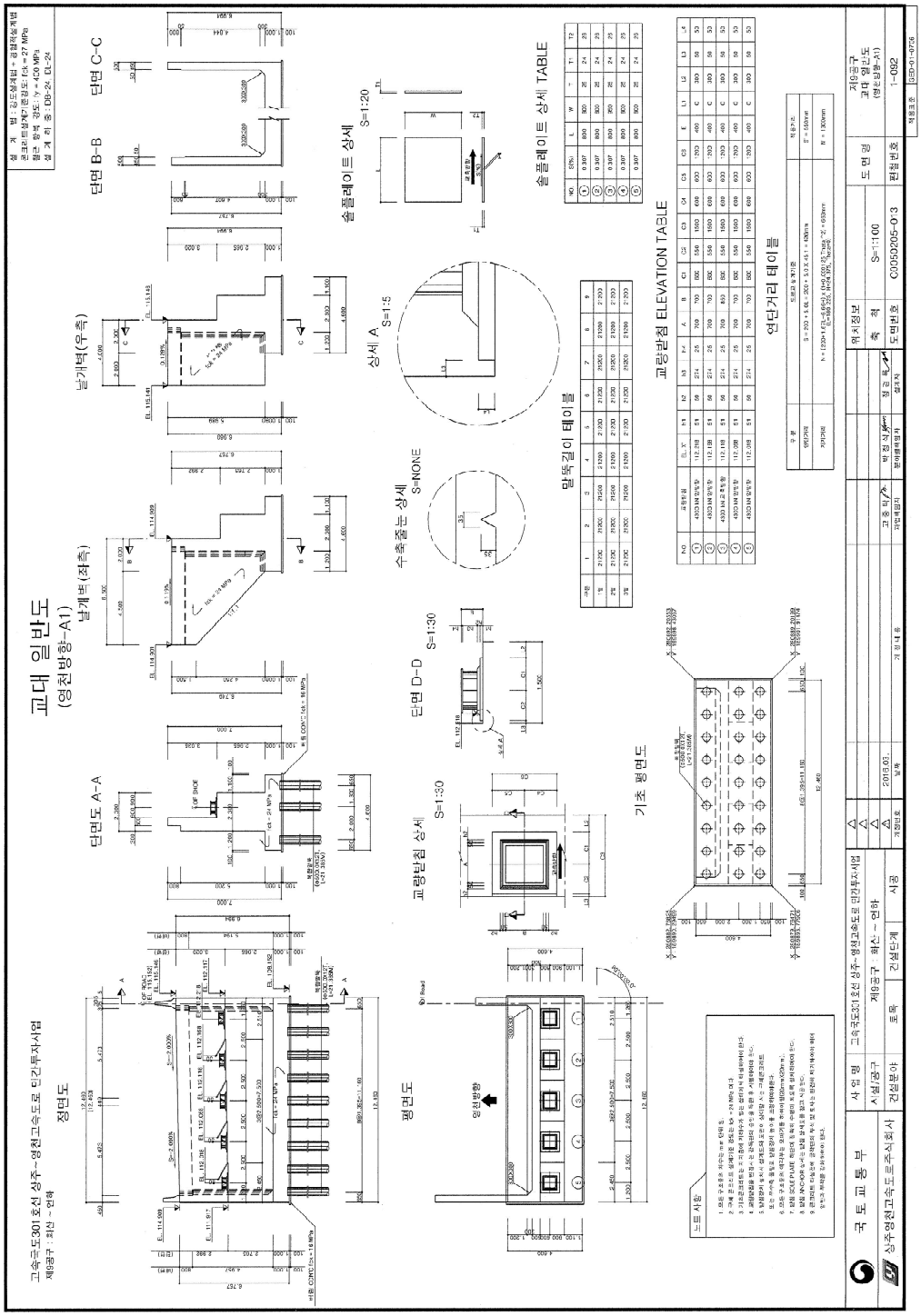
【그림 24.1.6】 교대 일반도(상주방향)



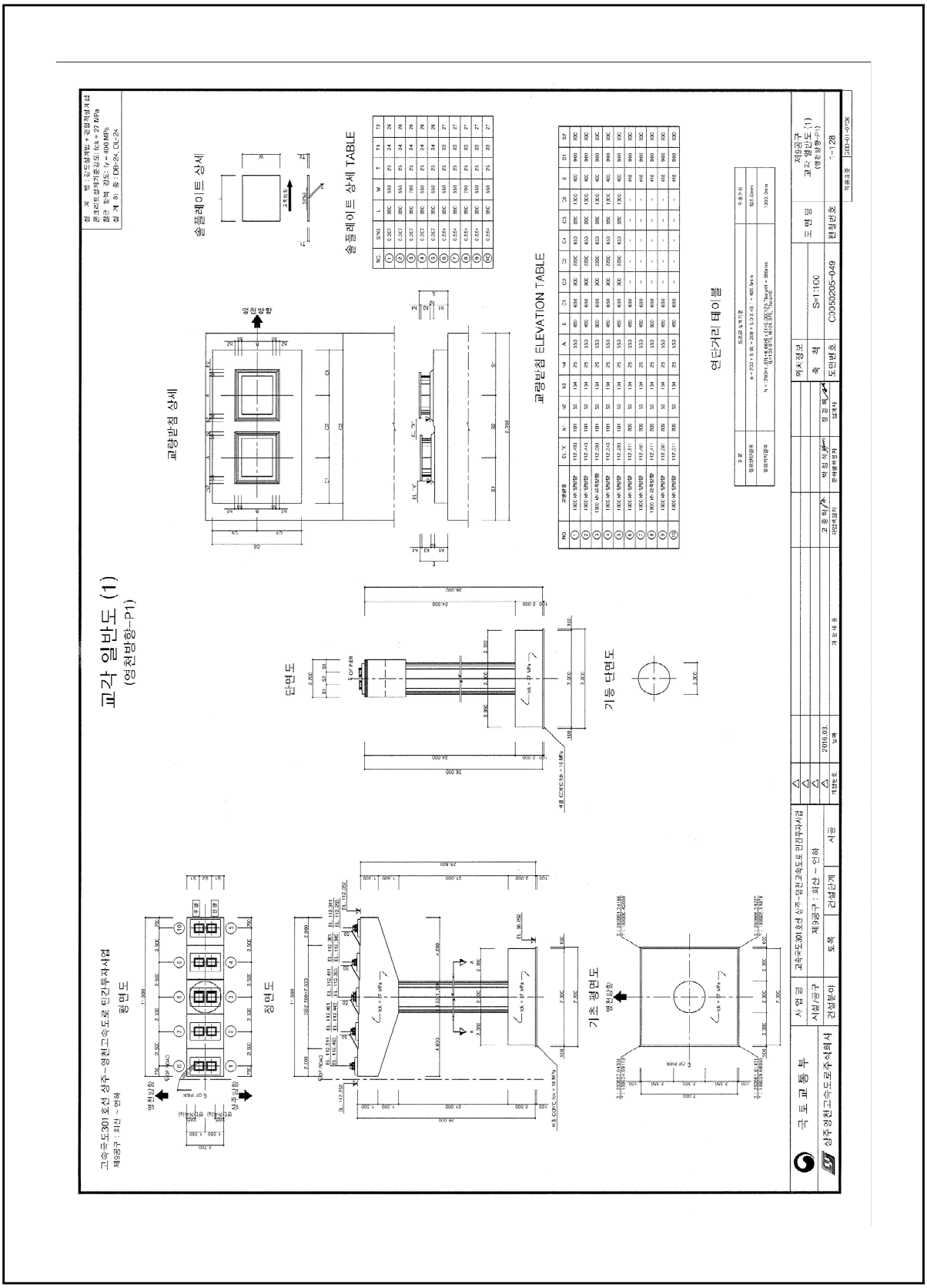
【그림 24.1.7】 교각 일반도(상주방향)



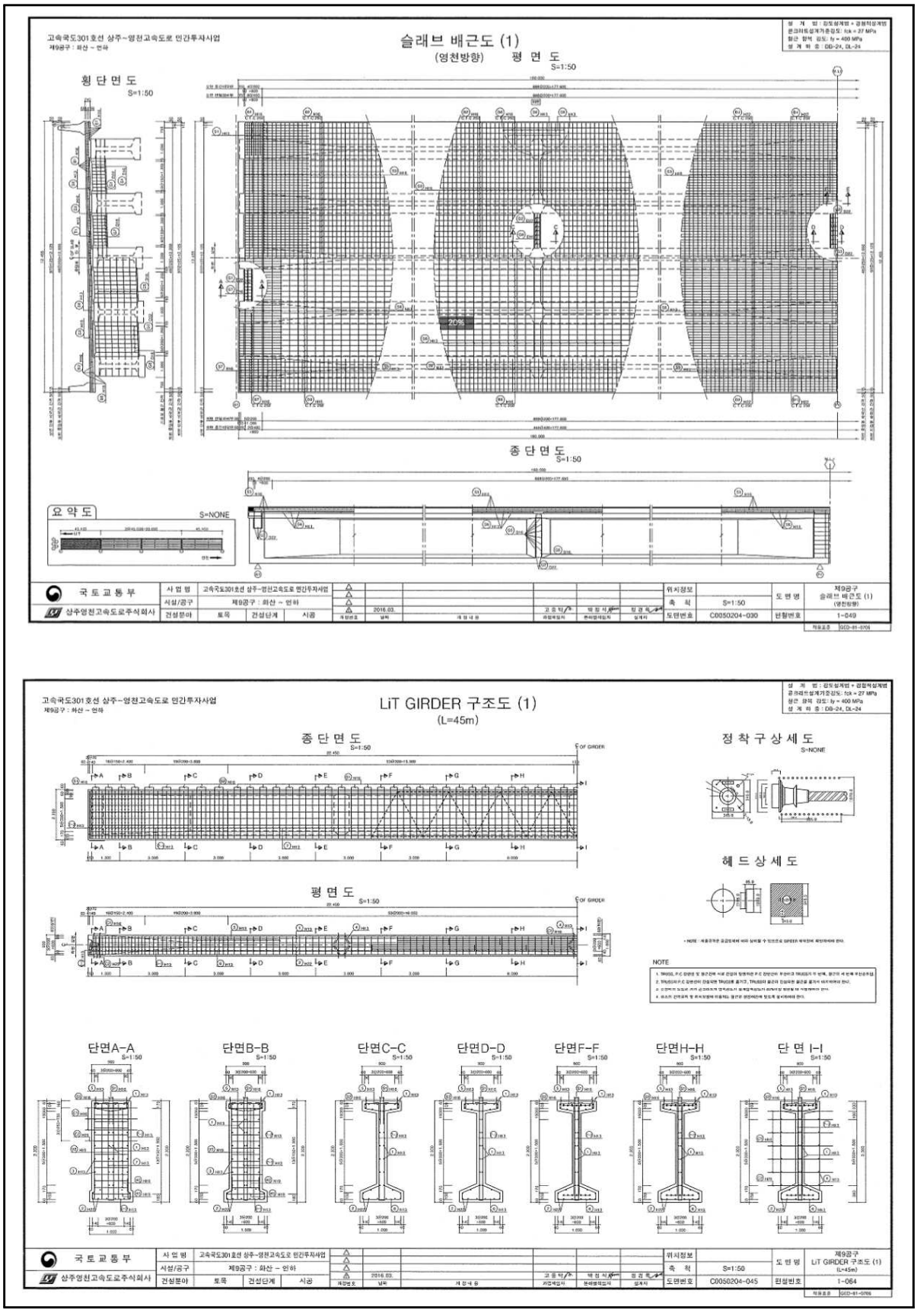
【그림 24.1.8】 교량받침 배치도(영천방향)



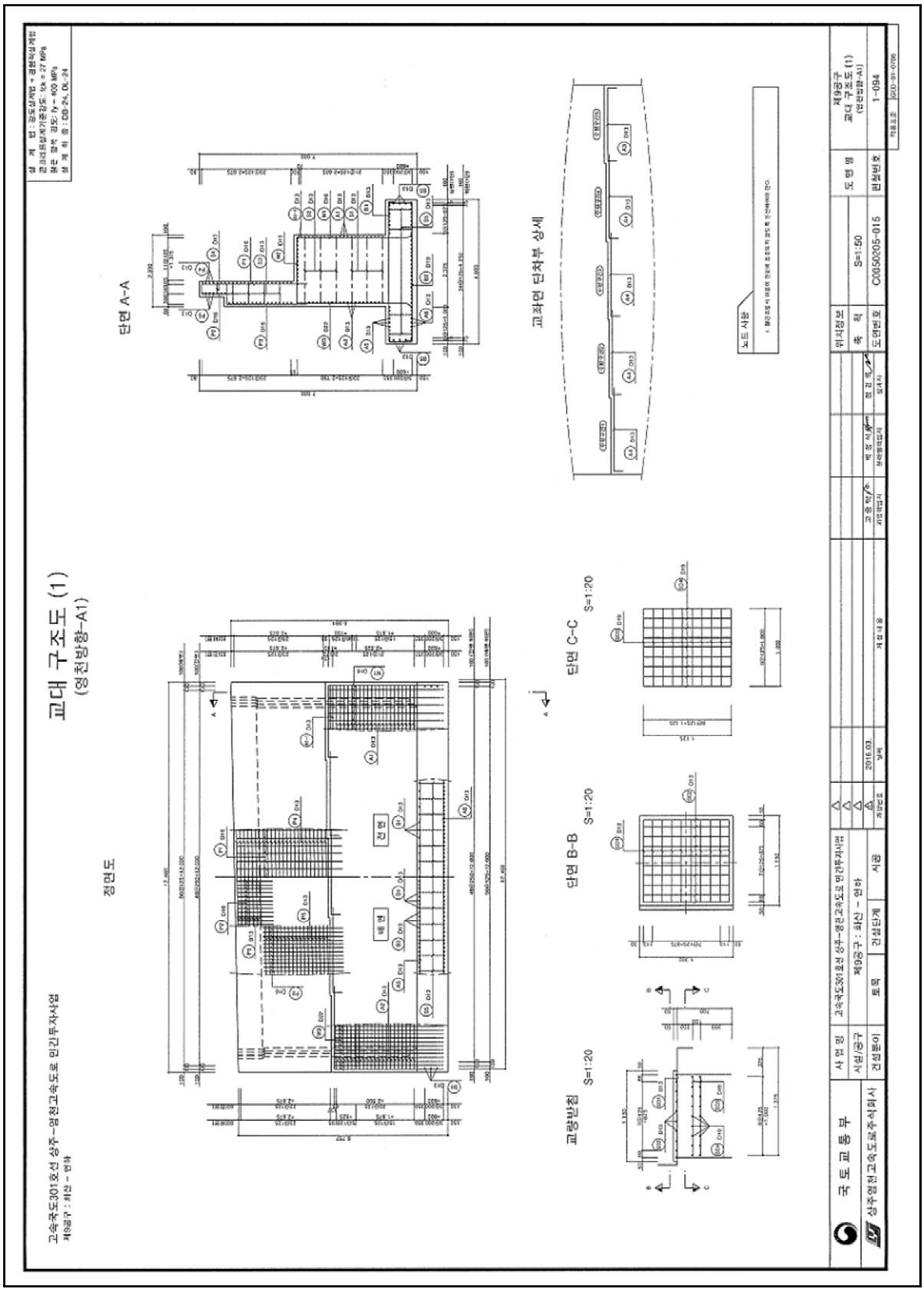
【그림 24.1.9】 교대 일반도(영천방향)



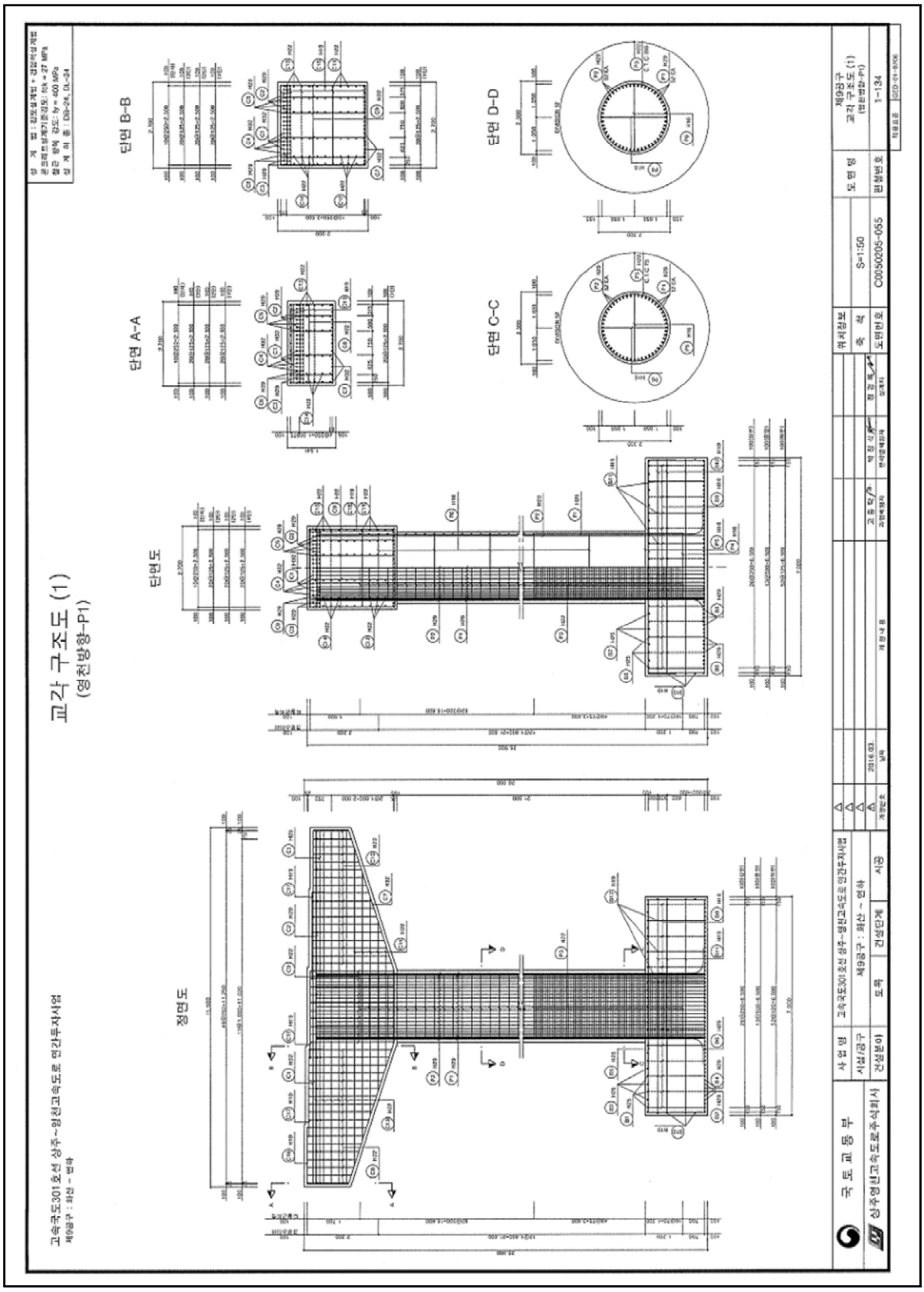
【그림 24.1.10】 교각 일반도(영천방향)



【그림 24.1.11】 바닥판하면 및 거더 배근도



【그림 24.1.12】 교대 배근도



【그림 24.1.13】 교각 배근도

24.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 9공구” 의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

24.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

2.2 지형 및 지질조사

2.2.1 지형 및 지질

가. 지 형

본 조사가 실시된 지역은 행정구역상 경상북도 영천시 화산면 가상리에서 경상북도 영천시 언하동에 이르는 지역으로서 본 조사지역의 특징을 산계와 수계로 나누어 나타내면 아래와 같다.

산계 : 전체적으로 낮은 구릉지를 이루고 있으나 과업구간의 북서쪽과 북동쪽은 비교적 높은 산계를 이루고 있고 과업노선은 높이 50~100m의 비교적 낮은 산을 따라 지나가고 있다.

수계 : 과업노선의 남쪽으로 금호강이 흐르고 있고 북쪽으로는 고현천과 자호천이 남쪽방향으로 흐르고 있으며 특히 고현천은 과업노선의 중앙부를 통과하고 있다. 과업노선내 여지한 하천들은 복잡한 지류를 형성하고 있다.

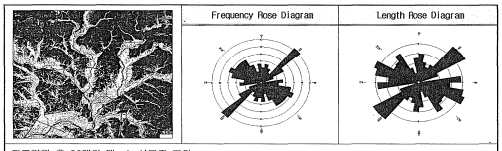
나. 지 질

과업구간의 지질은 변성암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이다. 과업구간의 구성암석은 층적평원과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 충산층(반아월층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암의 양상을 보인다. 과업구간에 분포하는 충산층을 포함하는 함안층은 대구시로부터 남쪽으로 사천시에 이르며 의령군 부근에서 넓은 분포를 보인다. 세일과 사암, 이암, 응회질 사암등으로 이루어지며 주로 저색층이 우세하다. 사암은 세립에서 조립질까지 다양하며 역질사암상을 보이기도 한다. 본층에는 건열, 연흔, 사층리 등의 퇴적구조들이 발달이 현저하다. 함안층(사곡층)은 주로 자색 세일과 이암으로 구성되어 있으나 반아월층과의 경계부에서는 자색층과 담녹색층이 호층을 이루며 담녹색 세일층으로 구성되어 있는 반아월층으로 이화한다. 반아월층의 상부에서도 담녹색이 점차로 암회색으로 점이되어 암회색-암흑색 세일과 담수성 석회암으로 구성되어 있는 자인층을 이룬다. 과업구간 전체에 걸쳐 나타나는 충산층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층원으로, 중부는 기사동 역암으로 특징 지워진다. 구산동응회암은 주로 화산기원의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모양을 갖으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다.(Tateiwa, 1929) 충산층에서 나타나는 세일의 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물이며 주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 충산층 세일의 주 구성광물은 아각 내지 각상의 석영, 방해석, 유기물, 문모질점토광물 등이다.

지 질 계 통 표

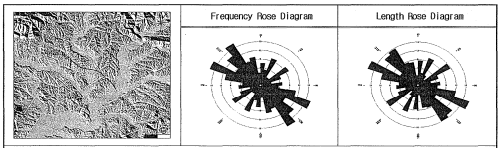
지질시대		층 명	특 성	비 고
제4기		충적층(Qu)	·하천 및 산록 퇴적물	
		~ 부정합 ~		
중생대	백악기	충성암맥(Kid) 산성암맥(Kad)	·과상의 치밀	·전 구간에서 기반암을 관입
		— 관입 및 분출 —		
		함양층군 충산층(Kmh)	·암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 ·하부층에서 석회질 물질 다량 함유	·전 구간에 걸쳐 분포

인공위성 영상에 의한 선구조 분석



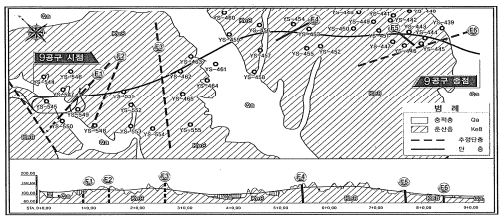
·판독결과 총 96개의 대, 소 선구조 파악
·주요 선구조의 방향은 N40o~50oE이며, N60o~70oW 방향이 그 다음으로 우세하게 나타남
·과업노선과는 4개의 선구조가 교차될 것으로 판단됨.
·과업구간의 지구조선은 양산단층계를 따라 형성된 N30~40°방향의 긴 구조선과 가음단층계를 따라 형성된 N40~50°방향의 짧은 구조선이 발달됨

음영기복도에 의한 선구조 분석

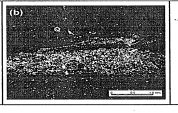


·판독결과 총 137개의 대, 소 선구조 파악
·주요 선구조의 방향은 N60o~70oW이며 다음으로 N30o~40oW, N40o~50oW 방향이 우세함
·서북서 방향의 가음단층계에 의한 선구조가 우세하게 나타남
·과업노선과는 7개의 선구조가 교차될 것으로 판단됨.
·37개의 선구조를 확인하였으며 1개의 주요 선구조군과 2개의 부 선구조군 확인

< 지 질 도 >



분포암종 현미경분석 결과

충산층 흑색세일(Black Shale)		
직교니콜 하에서의 박편사진	개방니콜 하에서의 박편사진	암석기재
		·주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 이들 흑색 세일 중에는 흔히 실트크기의 석영입자와 점토 및 유기물질의 교호로 인한 엽층(rhythmite)이 발달한다.

충산층 이암(Mudstone)		
직교니콜 하에서의 박편사진	개방니콜 하에서의 박편사진	암석기재
		·주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 이들 이암중 유기적 엽층은 연간 또는 계절적인 퇴적물의 공급량 또는 생물학적 생산성의 변동에 의해 형성되기도 하며, 계절에 따른 조류의 변성에 의해 형성되기도 한다.

다. 지반개황

1) 교 량 부

▨ 삼부천교 (BBB-1~BBB-6)

·매립층은 모래질 점토, 점토질 자갈로 0.7~1.3m 두께로 분포하며 N치는 3/30~8/30의 범위를 보임

·퇴적층은 자갈섞인 모래질 점토 및 자갈로 1.0~1.5m의 두께로 분포하며, N치는 4/30~12/30의 범위를 보임

·기반암은 2.0~3.6m 심도에서 출현하며, TCR=88~100%, RQD=17~59%

구분	공번	표고 (EL.m)	매립층 (m)	퇴적층 (m)	풍화토 (m)	풍화암 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지하수 G.L(-)
삼부천교	BBB-1	91.30	1.3	2.2	-	-	3.0	-	6.5	2.0
	BBB-2	91.30	1.2	2.4	-	-	3.0	-	6.6	1.9
	BBB-3	89.87	0.7	1.3	-	-	5.5	4.8	12.3	1.2
	BBB-4	89.87	1.0	1.0	-	-	4.0	-	6.0	1.2
	BBB-6	91.48	1.0	2.5	-	-	4.7	-	8.2	2.1

지층 구분	출현심도 (m)	층두께 (m)	구성토질 및 암종	N치 (TCR/RQD)
매립층	-	0.7~1.3	모래질 점토,점토질 자갈	3/30~8/30
퇴적층	0.7~1.3	1.0~1.5	자갈섞인 점토질 모래, 자갈	4/30~12/30
풍화토	-	-	-	-
풍화암	-	-	-	-
연 암	2.0~3.6	-	니질암	88~100/17~49
경 암	7.5	-	니질암	94/59

▨ 가상교 (BBB-9~BBB-10)

·매립층은 실트질 자갈 및 점토질 모래로 0.7m 두께로 분포하며 N치는 12/30~22/30 정도를 보임

·퇴적층은 실트질 점토로 1.2~4.8m의 두께로 분포하며, N치는 5/30~12/30의 범위를 보임

·풍화토층은 실트질 점토로 1.9~5.5m에서 출현하며 0.7~1.4m의 두께로 분포

·기반암은 3.3~6.2m 심도에서 출현하며, TCR=86~93%, RQD=30~59%

나. 지반 및 지질 조사보고서

4.2 지층분포 특성을 위한 조사

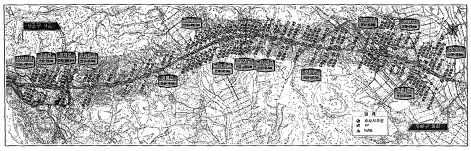
4.2.1 개 요

가. 기본 방향

- 교량구간 및 토공구간의 상세지층, 지질 이상대 파악, 암반 분류시 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 암종 경계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절법 탄성파 탐사 4.1km 시추조사 89공, 시험굴조사 8개소, 표준관입시험 301회



① 굴절법 탄성파 탐사

- 토공 구간(본선 종방향 총 연장: 2,910m)

위 치	측선 No.	탐사구간 (STA.)	연장 (m)	측선방향
깎기 1 구간	SH - 1	1+180 ~ 1+750	570	종방향
깎기 2 구간	SH - 2	2+220 ~ 2+420	200	
	SH - 3	2+490 ~ 2+800	310	
깎기 3 구간	SH - 4	4+310 ~ 4+700	390	
깎기 4 구간	SH - 5	5+220 ~ 5+800	580	
	SH - 6	6+080 ~ 6+180	100	
깎기 5 구간	SH - 7	6+340 ~ 6+540	200	
	SH - 8	6+620 ~ 6+940	320	
-	SH - 9	7+520 ~ 7+760	240	

- 토공 구간(본선 횡방향 총 연장: 1,170m)

위 치	측선 No.	탐사구간 (STA.)	연장 (m)	측선방향
깎기 1 구간	SV - 1	1+330 (좌25m)	50	횡방향
	SV - 2	1+500 (좌 35m)	70	
깎기 2 구간	SV - 3	2+270 (좌 35m)	100	
	SV - 4	2+650 (좌 40m)	90	
깎기 3 구간	SV - 5	4+355 (좌 55m)	90	횡방향
	SV - 6	4+490 (좌 50m)	100	
	SV - 7	4+635 (좌 40m)	80	
깎기 4 구간	SV - 8	5+365 (좌 45m)	70	
	SV - 9	5+530 (좌 50m)	90	
	SV - 10	5+660 (좌 45m)	60	
	SV - 11	6+155 (좌 35m)	70	
깎기 5 구간	SV - 12	6+475 (좌 35m)	80	
	SV - 13	6+670 (좌 30m)	70	
	SV - 14	6+830 (좌 50m)	90	
-	SV - 15	7+710 (좌 20m)	60	

◎ 시추조사

- 구간별 조사 현황

구 분	조사심도 기준	실시 수 량	비 고
교량구간	교대 및 교각 마다 1개소 풍화암7m, 연암3m, 경암1m	63공	-
토공구간	절토계획선 하부 3m까지	54공	-

- 교량구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
삼부천교	BBB-1	0+170.02 (좌 5.87m)	280,889.5038	189,910.0805	91.30	6.5
	BBB-2	0+172.82 (우 5.50m)	280,879.0658	189,904.7821	91.30	6.6
	BBB-3	0+212.51 (좌 5.45m)	280,861.4400	189,941.9900	89.87	12.3
	BBB-4	0+214.36 (우 5.06m)	280,852.0900	189,936.7400	89.87	6.0
	BBB-6	0+246.64 (우18.69m)	280,820.8700	189,952.0800	91.48	8.2
가상교	BBB-9	0+387.23 (좌33.7m)	280,768.5947	190,092.9516	92.97	9.2
	BBB-10	0+431.95 (우40.92m)	280,683.0400	190,077.9200	91.96	6.3

4.2.3시추조사

가. 목 적

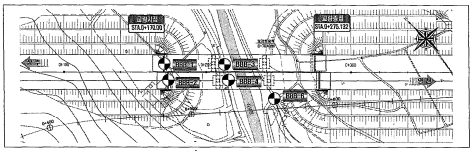
- 설계구간에 계획된 구조물들에 대한 시추조사를 통해 지층의 전반적인 현황 및 기반암의 분포 상태, 풍화도, 암질파악
- 원위치 시험을 수행하기 위한 시추공 형성 및 실내시험을 위한 시료채취

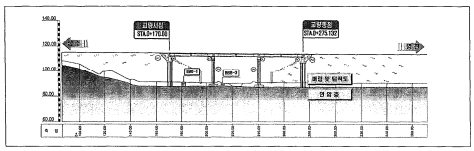
나. 구간별 지층현황

① 교량구간

구 분	공 번	표 고 (EL. m)	매립층 (m)	퇴적층 (m)	풍화토 (m)	풍화암 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지하수 G.L(-)
삼부천교	BBB-1	91.30	1.3	2.2	-	-	3.0	-	6.5	2.0
	BBB-2	91.30	1.2	2.4	-	-	3.0	-	6.6	1.9
	BBB-3	89.87	0.7	1.3	-	-	5.5	4.8	12.3	1.2
	BBB-4	89.87	1.0	1.0	-	-	4.0	-	6.0	1.2
	BBB-6	91.48	1.0	2.5	-	-	4.7	-	8.2	2.1
가상교	BBB-9	92.97	0.7	4.8	0.7	-	3.0	-	9.2	1.4
	BBB-10	91.96	0.7	1.2	1.4	-	3.0	-	6.3	0.5
암기교	BBB-11	104.00	-	0.6(붕적)	1.2	-	3.0	-	4.8	1.2
	BBB-12	100.50	0.6	1.0	1.1	-	3.3	-	6.0	2.0
	BBB-13	102.90	3.5	3.0	1.2	1.4	3.0	-	12.1	1.7
	BBB-14	105.50	3.5	1.1	0.9	-	3.0	-	8.5	3.0
	BBB-15	109.50	-	-	0.5	1.0	3.0	-	4.5	2.4
암기육교	BBB-16	140.79	-	-	-	1.6	4.4	-	6.0	4.1
	BBB-17	139.48	-	-	2.0	-	4.0	-	6.0	1.2
고현천교	BBB-18	86.99	-	-	-	-	2.3	6.7	9.0	1.9
	BBB-19	87.15	3.0	1.4	-	-	1.6	1.5	7.5	3.2
	BBB-20	83.80	-	1.1	-	-	3.0	-	4.1	0.1
	BBB-21	83.60	-	1.2	-	-	3.0	-	4.2	0.3
	BBB-22	83.70	-	0.2	-	-	3.3	-	3.5	0.1
	BBB-23	87.68	3.4	1.4	1.0	0.4	3.0	-	9.2	4.0
	BBB-24	85.52	-	2.6	1.2	-	3.0	-	6.8	1.7
	BBB-25	86.30	0.8	1.3	0.7	-	3.2	-	6.0	1.3
	BBB-26	86.90	0.4(전답)	4.1	-	-	3.0	-	7.5	0.5
	BBB-27	86.90	0.4(전답)	2.6	0.7	-	3.0	-	6.7	0.5
	BBB-28	86.90	0.4(전답)	2.1	-	-	3.0	-	5.5	0.6
	BBB-29	87.20	0.6(전답)	2.2	0.7	-	9.0	-	12.5	0.2
	BBB-30	87.20	0.5(전답)	1.9	0.5	-	3.3	-	6.2	0.1
두림1육교	BBB-31	130.55	-	0.6(붕적)	-	0.7	4.7	-	6.0	1.2
	BBB-32	129.69	-	0.8(붕적)	2.2	2.3	3.0	-	8.3	1.3

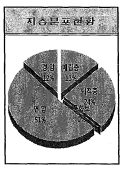
- 삼부천교



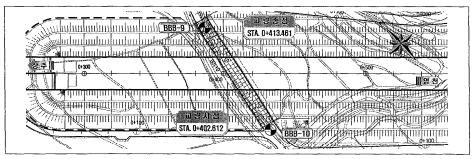


지층구분	층현심도 (m)	층두께 (m)	구성토질 및 암종	N치 (TCR/RQD)
매립층	-	0.7~1.3	모래질 점토,점토질 자갈	3/30~8/30
퇴적층	0.7~1.3	1.0~1.5	자갈섞인 점토질 모래, 자갈	4/30~12/30
풍화토	-	-	-	-
풍화암	-	-	-	-
연 암	2.0~3.6	-	니질암	88~100/17~49
경 암	7.5	-	니질암	94/59

지층분포현황



- 가상교



다. 구조계산서 및 내진설계

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

◈ 결과 요약

ㅇ 삼 부 천 교 (상 주 방 향)

■ 단면 휨 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 (방호벽 G1측)	864.1	1000	180	60	H16 @ 200 = 993.0	50.67	57.85	O.K
캔틸레버 (중분대 G5측)	630.0	1000	180	60	H16 @ 200 = 993.0	31.90	57.85	O.K
중간슬래브 (상면)	720.0	-	-	-	H16 @ 200 = 993.0 H13 @ 200 = 633.5	등 방 배 근		O.K
중간슬래브 (하면)	960.0	-	-	-	H13 @ 400 = 316.8 H13 @ 150 = 844.7	등 방 배 근		O.K
중간슬래브 (강도설계법)	942.0	1000	176	64	H13 @ 200 = 633.5 H13 @ 150 = 844.7	53.87	82.18	O.K
슬래브단부	789.3	1000	200	60	H16 @ 150 = 1324.0	51.83	84.84	O.K
캔틸레버 단 부	1100.9	1000	200	60	H16 @ 100 = 1986.0	71.27	123.36	O.K

■ 배력철근량(온도철근량) 산정

단 면 위 치		필요철근량 (mm^2)	사용철근량 (Use A_s) [mm^2]	비 고
캔틸레버	방호벽(G1측)	578.9	H16 @ 250 = 794.4	O.K
	중분대(G5측)	422.1	H16 @ 250 = 794.4	O.K
중 간 슬 래 브		720.0	H16 @ 250 = 794.4	O.K
캔 틸 레 버 단 부		737.6	H16 @ 125 = 1588.8	O.K

■ 사용성 검토 요약표

구 분		인장응력(f_s)	허용응력(f_{sa})	균 열 폭 (W)	허용균열폭 (Wa)	비 고
캔 틸 레 버	방호벽(G1측)	94.1	240.0	0.166	0.260	O.K
	중분대(G5측)	92.4	240.0	0.163	0.260	O.K
중 간 슬 래 브		107.0	240.0	0.164	0.168	O.K
슬 래 브 단 부		101.2	240.0	0.159	0.260	O.K

1. 설계조건

1.1 교량제원

1) 형 식 : PSC 빔거더교

2) 교량등급 : 1등급

3) 교 장 : 3635 m

4) 폭 원 : 11.825 m

5) 지 간 : 35 m

6) 거더간격 : 2.45 m

7) 사 각 : 0 °

1.2 하 중

1) 활 하 중 : DB - 24 적용

2) 충격계수 $i = \frac{15}{40 + L} \leq 0.3$

3) 고정하중 - 철근콘크리트 = 25 kN/㎥

- 포 장 = 23.5 kN/㎥

1.3 사용재료

1) 콘크리트 - 바 닥 판 : f_{ck} = 27 MPa

- PSC 거더 : f_{ck} = 40 MPa

2) 철 근 - 바 닥 판 : f_y = 400 MPa

- PSC 거더 : f_y = 400 MPa

5. 내 진 해 석 결 과

5.1 상주방향

5.1.1 탄성지진력

1) 교각 전단력

교각 번호	교축방향 해석				교축직각방향 해석			
	교축방향 전단력 (Fx, kN)		교축직각방향 전단력 (Fy, kN)		교축방향 전단력 (Fx, kN)		교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	1235.4	1153.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1012.8	921.9
교각2	1202.9	1100.7	0.1	0.0	0.0	0.0	987.9	881.0

2) 교각 모멘트

교각 번호	교축방향 해석				교축직각방향 해석			
	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)		교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)		교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)		교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	20787.3	2100.6	0.2	0.0	0.1	0.0	20860.3	3739.8
교각2	20472.1	2236.4	0.2	0.0	0.2	0.0	20581.7	3547.9

5.1.2 탄성지진력 조합

- 하중경우 1 : 1.0 X (교축방향해석) + 0.3 X (교축직각방향해석)
- 하중경우 2 : 0.3 X (교축방향해석) + 1.0 X (교축직각방향해석)

1) 교각 전단력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)				교축직각방향 Fy (kN)			
	하중경우 1		하중경우 2		하중경우 2		하중경우 1	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	1235.4	1153.1	370.7	345.9	1012.8	921.9	303.9	276.6
교각2	1202.9	1100.7	360.9	330.2	987.9	881.0	296.4	264.3

2) 교각 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)				교축직각방향 My (kN-m)			
	하중경우 1		하중경우 2		하중경우 2		하중경우 1	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	20787.4	2100.6	6236.3	630.2	20860.4	3739.8	6258.3	1121.9
교각2	20472.1	2236.4	6141.8	670.9	20581.8	3547.9	6174.7	1064.4

- 설계에 사용되는 탄성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)				모멘트 My (kN-m)			
	교축방향		교축직각방향		교축방향		교축직각방향	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	1235.4	1153.1	1012.8	921.9	20787.4	2100.6	20860.4	3739.8
교각2	1202.9	1100.7	987.9	881.0	20472.1	2236.4	20581.8	3547.9

5.2 영천방향

5.2.1 탄성지진력

1) 교각 전단력

교각 번호	교축방향 해석				교축직각방향 해석			
	교축방향 전단력 (Fx, kN)		교축직각방향 전단력 (Fy, kN)		교축방향 전단력 (Fx, kN)		교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	1249.8	1186.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1027.3	952.4
교각2	1234.6	1132.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1015.6	910.4

2) 교각 모멘트

교각 번호	교축방향 해석				교축직각방향 해석			
	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)		교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)		교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)		교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	20818.4	19747.5	0.2	0.0	0.1	0.0	20970.1	3880.1
교각2	20677.8	2092.3	0.1	0.0	0.1	0.0	20846.8	3665.5

5.2.2 탄성지진력 조합

하중경우 1 : 1.0 X (교축방향해석) + 0.3 X (교축직각방향해석)

- 하중경우 2 : 0.3 X (교축방향해석) + 1.0 X (교축직각방향해석)

1) 교각 전단력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)				교축직각방향 Fy (kN)			
	하중경우 1		하중경우 2		하중경우 2		하중경우 1	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	1249.8	1186.4	375.0	355.9	1027.3	952.4	308.2	285.7
교각2	1234.6	1132.2	370.4	339.7	1015.6	910.4	304.7	273.1

2) 교각 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)				교축직각방향 My (kN-m)			
	하중경우 1		하중경우 2		하중경우 2		하중경우 1	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	20818.5	19747.5	6245.6	5924.3	20970.1	3880.1	6291.2	1164.0
교각2	20677.9	2092.3	6203.5	627.7	20846.8	3665.5	6254.1	1099.7

- 설계에 사용되는 탄성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)				모멘트 My (kN-m)			
	교축방향		교축직각방향		교축방향		교축직각방향	
	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부	하 부	상 부
교각1	1249.8	1186.4	1027.3	952.4	20818.5	19747.5	20970.1	3880.1
교각2	1234.6	1132.2	1015.6	910.4	20677.9	2092.3	20846.8	3665.5

24.2.2 시설물 점검이력

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

【표 24.2.1】 가래실교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	가래실교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 파손, 차수판 볼트 탈락, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	가래실교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 파손, 차수판 볼트 탈락, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	가래실교의 주요 손상현황으로는 교면포장 균열 및 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 파손, 차수판 볼트 탈락, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	가래실교의 외관조사 결과, 교면포장 균열 및 망상균열, 접속부 침하 및 이격, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 파손, 접속부 이격, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교량 접속부에 발생된 침하 및 이격의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가래실교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B

【표 24.2.1】 가래실교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	가래실교의 외관조사 결과, 교면포장 재료분리, 망상균열, 접속부 침하 및 이격, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교량 접속부에 발생된 침하 및 이격의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기 안전점검	가래실교의 외관조사 결과, 교면포장 재료분리, 망상균열, 접속부 침하 및 이격, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교량 접속부에 발생된 침하 및 이격의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기 안전점검	가래실교(9공구)의 외관조사 결과, 교면포장 재료분리, 망상균열, 접속부 침하 및 이격, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격, 거더 망상균열, 교대 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교량 접속부에 발생된 침하 및 이격의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	- 바닥판하면 백태, 철근노출 - 거더 망상균열, 재료분리, 박락 - 가로보 망상균열, 백태, 박리 - 교대 균열(0.3㎜미만), 누수흔적 - 교각 균열(0.3㎜미만), 망상균열, 누수흔적, 박락 - 교량받침 받침몰탈 균열(0.3㎜미만), 들뜸, 백태, 재료분리, 스토퍼간섭 - 신축이음 후타재 균열, 접속부 이격, 차수판 앵커 및 볼트탈락, 본체부식 - 교면포장 망상균열 및 재료분리, 접속부 침하 - 배수시설 배수관식생 - 방호벽 파손, 균열, 균열부백태, 접속부 침하	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열 및 재료분리, 접속부 침하 - 배수시설 배수관 식생 - 방호벽 균열(폭0.3㎜미만), 균열부백태, 파손, 접속부 침하 - 신축이음 후타재 균열, 이격, 차수판 앵커 탈락, 본체 부식 - 교량받침 무수축몰탈 들뜸 및 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리, 백태, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 - 바닥판하면 백태, 철근노출 - 거더, 망상균열, 재료분리, 박락, 가로보 망상균열, 백태, 박리 - 교대 균열(폭0.3㎜미만), 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3㎜미만), 망상균열, 박리, 박락	양호

【표 24.2.1】 가래실교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열 및 재료분리, 접속부 침하 - 배수시설 배수관 식생 - 방호벽 균열(폭0.3㎜미만), 균열부백태, 파손, 접속부 침하 - 신축이음 후타재 균열, 이격, 차수판 앵커 탈락, 본체 부식 - 교량받침 무수축몰탈 들뜸 및 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리, 백태, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 - 바닥판하면 백태, 철근노출 - 거더, 망상균열, 재료분리, 박락, 가로보 망상균열, 백태, 박리 - 교대 균열(폭0.3㎜미만), 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3㎜미만), 망상균열, 박리, 박락	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열 및 재료분리, 접속부 침하 - 배수시설 배수관 식생 - 방호벽 균열(폭0.3㎜미만), 균열부백태, 파손, 접속부 침하 - 신축이음 후타재 균열, 이격, 차수판 앵커 탈락, 본체 부식 - 교량받침 무수축몰탈 들뜸 및 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리, 백태, 스토퍼 간섭, 플레이트 부식 - 바닥판하면 백태, 철근노출 - 거더, 망상균열, 재료분리, 박락, 가로보 망상균열, 백태, 박리 - 교대 균열(폭0.3㎜미만), 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3㎜미만), 망상균열, 박리, 박락	양호

24.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판 하면에 발생된 백태의 경우 캔틸레버 및 배수관 주변에서 발생되었으며, 이는 단부를 통한 우수유입 및 배수관 주변 누수에 의한 손상으로 추정된다. 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
LIT Girder	■ 거더의 외관조사 결과, 기 손상이었던 망상균열, 재료분리, 박락에 대한 하자보수가 실시되었으며, 금회 정밀조사에서 별도의 추가적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인된다. 이에 주기적인 점검을 통해 금회 확인된 기 손상 보수부에 재손상 발생, 신규손상 발생여부 확인을 요하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.	
가로보	■ 가로보에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 균열 폭은 0.3㎜미만의 표면균열인 것으로 판단된다. 기 조사된 손상의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요망된다. ■ 가로보에 발생된 백태의 경우 시공초기 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다. ■ 가로보에 발생된 박리의 경우 바닥판과 가로보의 경계면에 발생되었으며, 시공미흡에 의한 손상으로 추정된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.	
교대	■ 교대에 발생된 균열(0.3㎜미만)의 경우 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. ■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 조사되었고, 손상의 진전 방지를 위한 신축이음부와 연계한 보수, 표면처리 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 재발생 여부를 확인하는 것이 필요하다고 판단된다.	
교각	■ 교각 코핑부에 발생한 기 손상인 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 금회 정밀조사시 손상의 진전은 없는 상태이며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. ■ P5 교각 코핑부에 발생된 박리의 경우 시공미흡, 우수유입, 동결융해 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상정도는 경미하나 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
교량받침	■ 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 금회 조사된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 조치가 필요된다. A1에서 발생된 무수축몰탈 들뜸의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보, 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요된다. P2에서 발생된 받침콘크리트 백태의 경우 습기흡착에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다. ■ 교량받침의 일부구간 발생된 스토퍼 간섭의 경우 받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 추정되며, 현재 스토퍼 간섭으로 인한 주변부재 2차손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 손상부의 경우 주의관찰 후 손상의 진전 또는 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. A2에서 발생된 Plate부식의 경우 습기흡착, 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. ■ 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. ■ 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 신축이음에 발생한 접속부 이격의 경우 시공미흡 등에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 본체부식의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수, 열화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하고 주기적인 정비를 통한 유기관리가 필요하다. ■ 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 22.1℃(10월 05일)로써 이때 측정유간은 50.0~70.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장에 발생된 망상균열 및 재료분리의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다. ■ 교량의 시 · 종점측 접속슬래브에 발생된 침하흔적의 경우 시공초기 토공부 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 유추되며, 기 손상부의 경우 현 상태에서 별도의 조치를 취하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 후 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
배수시설	■ 배수구는 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통해 원활한 배수를 유지하는 것이 필요하다.	
방호벽 및 중분대	■ 방호벽의 중분대에 조사된 균열부백태의 경우 중분대에 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등의 원인으로 발생한 미세균열에 습기흡착 등으로 발생한 2차 손상이다. 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 확대 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상, 신규손상의 발생여부를 파악하는 유지관리가 필요하다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판 하면에 발생된 철근노출의 경우 피복부족에 의한 손상으로 추정되며, 습기흡착 등으로 인한 철근부식, 박락 등 2차 손상으로의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 필요하다고 판단된다.	
LIT Girder	■ 거더에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다. ■ 거더에 발생된 박락, 재료분리의 경우 시공미흡, 상부 플레이트 시공시 용접열에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수조치가 요망된다.	
가로보	■ 가로보 일부구간에 발생된 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.	
교대	■ 교각 코핑부에 발생된 균열 및 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상으로 판단된다. 금회 조사된 손상부에 대한 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. ■ 교각 코핑부에 발생된 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
교각	■ 교각 코핑부에 발생된 균열 및 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상으로 판단된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 조치가 요망된다. ■ 교각 코핑부에 발생된 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
교량받침	■ 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 유추된다. 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 보수조치가 요망된다. ■ 받침콘크리트 일부구간에 발생된 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다. ■ 받침콘크리트에서 발생된 백태의 경우 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 보수조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ Plate부식의 경우 습기흡착, 외부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보를 위한 재도장이 필요하다. ■ 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. ■ 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
신축이음	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 차수판 탈락 및 차수판 앵커 탈락의 경우 거더의 시공미흡, 신축작용, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 필요하며, 차수판 탈락의 경우 손상의 진전시 하부로 낙하되면 사고를 유발할 수 있기에 조속한 조치가 요망된다. ■ A1, A2측에 발생된 후타재 접속부 이격의 경우 시공초기 토공부 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재 구조물의 안전성 및 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 19.3℃(10월 01일)로써 이때 측정유간은 55.0~83.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장 전구간에 발생된 망상균열 및 재료분리의 경우 건조수축, 온도변화, 우수유입, 중차량 반복통행 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 차량의 주행성 및 안전성 확보 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다. ■ 교량의 시점측 접속슬래브에 발생된 침하흔적의 경우 시공시 토공부 다짐부족, 우수유입에 의한 토사유실 등에 의한 손상으로 판단되며, 현재 손상정도가 경미하여 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
배수시설	■ 배수시설에서 발생한 배수관 식생 경우 배수관 집수부에 토사, 식물 종자 등이 유입되어 배수되지 못하고 성장하여 발생한 손상으로 확인되며, 지속적인 방치시 원활한 배수가 불가능하고 나아가 배수관에 손상을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 이에 정비 등의 보수를 실시하여 배수를 원활하게 하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.	
방호벽 및 중분대	■ 방호벽에 발생한 파손의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수조치가 필요하다. ■ 금회 발생된 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판 하면	27.0~29.3	27.0	■설계강도 이상(양호)
		거더	40.3~48.0	40.0	
	하부구조	교대	25.7~27.4	24.0	
		교각	27.0~28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		35.0~56.0	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.5~93.0	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	27.0~28.6	27.0	■설계강도 이상(양호)
		거더	40.6~47.7	40.0	
	하부구조	교대	25.2~27.1	24.0	
		교각	27.0~28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		36.5~59.0	a등급	■탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~93.5	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	
가래실교	0.188	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	백태	표면처리	0.11	0.17	㎡	-	-	하자
가로보	망상균열	표면처리	120.00	180.00	㎡	-	-	하자
	백태	표면처리	1.60	2.40	㎡	-	-	하자
	박리	단면보수	0.15	0.22	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.00	1.13	㎡	-	-	하자
	누수흔적	표면처리	2.00	3.00	㎡	-	-	하자
교각	망상균열	표면처리	135.00	202.50	㎡	-	-	하자
	박리	단면보수	0.09	0.14	㎡	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	16.40	6.15	㎡	54	332	3순위
	무수축몰탈 들뜸	단면보수	0.04	0.06	㎡	165	10	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.70	1.01	㎡	54	55	3순위
	받침콘크리트 백태	표면처리	0.02	0.03	㎡	54	2	2순위
	Plate부식	재도장	2.00	2.00	EA	40	80	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	27.00	40.50	m	54	2,187	3순위
	차수판 앵커 및 볼트탈락	정비	5.00	5.00	EA	25	125	3순위
	본체부식	재도장	20.00	30.00	m	40	1,200	2순위
교면포장	망상균열 및 재료분리	표면처리	1,960.00	2,940.00	㎡	54	158,760	1순위
방호벽	균열부백태	표면처리	2.60	3.90	㎡	54	211	2순위

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	158,760	1,503	2,699
	재경비 (순공사비의 50%)	79,380	752	1,350
	합계	238,140	2,255	4,049
개략공사비 총계(천원)		**244,444**		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 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	철근노출	단면보수, 방청	0.05	0.08	㎡	-	-	하자
거더	망상균열	표면처리	6.00	9.00	㎡	-	-	하자
	박락	단면보수	0.40	0.60	㎡	-	-	하자
	재료분리	단면보수	0.15	0.22	㎡	-	-	하자
가로보	망상균열	표면처리	12.00	18.00	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	8.00	3.00	㎡	-	-	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.00	0.75	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면처리	40.00	60.00	㎡	-	-	하자
	박락	단면보수	0.04	0.06	㎡	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	9.70	3.64	㎡	54	197	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.20	0.83	㎡	54	45	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.05	0.08	㎡	165	13	2순위
	받침콘크리트 백태	표면처리	0.08	0.12	㎡	54	6	2순위
	Plate부식	재도장	1.00	1.00	EA	40	40	2순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	16.60	6.23	m	54	336	3순위
	차수판 탈락	정비	1.00	1.00	EA	25	25	1순위
	차수판 앵커 탈락	정비	4.00	4.00	EA	25	100	3순위
교면포장	망상균열 및 재료분리	표면처리	1,890.00	2835.00	㎡	54	153,090	1순위
배수시설	배수관 식생	정비	1.00	1.00	EA	25	25	1순위
방호벽	파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	3	2순위
	균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.50	0.56	㎡	54	30	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	153,140		58			708	
	재경비 (순공사비의 50%)	76,570		29			354	
	합계	229,710		87			1,062	
개략공사비 총계(천원)		230,859						

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

사. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가래실교에 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 가래실교의 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.

24.2.4 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	○전차 정밀안전점검 자료를 확인한 결과, 일부 부재에서 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, 정기안전점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

24.2.5 시설물 보수 이력

【표 24.2.2】 가래실교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	거더 표면보수, 단면보수	일상보수 및 하자보수	2019 ~ 2021.06	-	-	-

24.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 24.2.3】 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.			

24.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

24.2.8 자료수집 현황

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

24.3 현장조사

24.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 교량점검차를 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~S7	도보, 교량점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	



교량점검차를 이용한 근접조사



교량점검차를 이용한 근접조사



교량점검차를 이용한 근접조사



교량점검차를 이용한 근접조사

【사진 24.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

24.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 가래실교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=315.0m 폭 12.15m(2차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트, Lib-Deck가 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경(1)



바닥판 하면 전경(2)

【사진 24.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 캔틸레버부 백태가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 일부구간에서 백태가 추가 조사되었다.

【표 24.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	0.08	4
S4	0.05	1
S5	-	-
S6	-	-
S7	0.06	1
합계	0.19	6

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S3 백태(0.1m×0.2m)</td><td>손상현황</td><td>• S3 백태(0.1m×0.2m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 수분접촉</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 수분접촉</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S4 백태(0.1m×0.5m)</td><td>손상현황</td><td>• S7 백태(0.2m×0.3m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 수분접촉</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 수분접촉</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S2 상태양호</td><td>손상현황</td><td>• S5 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>–</td><td>원 인</td><td>–</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>–</td><td>조치방안</td><td>–</td></tr>
</table>

【사진 24.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 캔틸레버부 백태가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 일부구간에서 백태가 추가 조사되었다.

【표 24.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	백태	㎡	0.11	2	0.19	6	▲ 0.08	신규손상

4) 검토의견

■ 바닥판하면에 발생된 백태의 경우, 캔틸레버 및 배수관 주변에서 발생되었으며, 이는 단부를 통한 우수유입 및 배수관 주변 누수에 의한 손상으로 추정된다. 백태는 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

나. LIT Girder

1) 부재의 개요

■ 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 LIT Girder는 5열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 교량점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



거더 전경(1)



거더 전경(2)

【사진 24.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

■ 거더에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 24.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	-	-

			
손상현황	• S2 거더 상태양호	손상현황	• S5 거더 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 24.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 24.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
거더	상태양호	㎡	–	–	–	–	–	–	변동없음

4) 검토의견

■ 거더의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경(1)



가로보 전경(2)

【사진 24.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

■ 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 백태, 박리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태 및 들뜸이 추가 조사되었다. 가로보는 현재 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.

【표 24.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		박리, 들뜸 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-
S2	24.00	4	1.20	6	-	-
S3	24.00	4	0.40	2	0.15	1
S4	24.00	4	0.05	1	-	-
S5	-	-	-	-	-	-
S6	48.00	8	0.06	2	0.12	2
S7	-	-	-	-	-	-
합계	120.00	20	1.71	11	0.27	3

			
손상현황	• S2-G1~2 망상균열(2.0m×3.0m)	손상현황	• S4-G1~2 백태(0.1m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4-G3~4 망상균열(2.0m×3.0m)	손상현황	• S6-G2~3 들뜸(0.3m×0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S6-G2~3 백태(0.1m×0.3m)	손상현황	• S6-G4~5 망상균열(2.0m×3.0m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 24.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 망상균열, 백태, 박리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태 및 들뜸이 추가 조사되었다.

【표 24.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	망상균열	㎡	120.0	20	120.0	20	- -	변동없음
	백태	㎡	1.60	8	1.71	11	▲ 0.11	신규손상
	박리, 들뜸	㎡	0.15	1	0.27	3	▲ 0.12	신규손상

4) 검토의견

■ 가로보에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 균열폭은 0.3㎜미만의 표면균열인 것으로 판단된다. 망상균열은 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요망된다.

■ 백태의 경우 시공초기 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

■ 박리, 들뜸의 경우 바닥판과 가로보의 경계면에 발생되었으며, 시공미흡에 의한 손상으로 추정된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

■ 가래실교 교대는 역T형 2기로 구성되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



교대 전경(A1)



교대 전경(A2)

【사진 24.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

■ 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(폭 0.3㎜미만) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	5.00	7	1.00	1
A2	1.00	2	1.00	1
합계	6.00	9	2.00	2

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 균열(0.2㎜/0.5m)</td><td>손상현황</td><td>• A1 균열(0.2㎜/2.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 누수흔적(0.5m×2.0m)</td><td>손상현황</td><td>• A2 균열(0.2㎜/0.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 주의관찰 후 조치</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A2 누수흔적(0.5m×2.0m)</td><td>손상현황</td><td>• A2 법면 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 우수유입 등</td><td>원 인</td><td>–</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 주의관찰 후 조치</td><td>조치방안</td><td>–</td></tr>
</table>

【사진 24.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다.

【표 24.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3㎜미만)	m	3.00	6	6.00	9	▲ 3.00	신규손상
	누수흔적	㎡	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 교대에 발생된 균열(0.3㎜미만)의 경우 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

■ 신축이음을 통한 우수유입 및 외측에서 유입된 우수에 인한 누수흔적이 조사되었고, 손상의 진전 방지를 위한 신축이음부와 연계한 보수, 표면처리 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 재발생 여부를 확인하는 것이 필요하다고 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

■ 가래실교의 교각은 T형 6기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경(1)



교각 전경(2)

【사진 24.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 신규 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.

【표 24.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
P1	10.00	1	-	-
P2	35.00	2	-	-
P3	-	-	-	-
P4	35.00	2	-	-
P5	15.00	1	0.09	1
P6	40.00	2	-	-
합계	135.00	8	0.09	1

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 | • P1 코핑부 망상균열(10.0m×1.0m)
원 인 | • 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 | • 표면처리</td>
<td>손상현황 | • P4 코핑부 망상균열(10.0m×1.5m)
원 인 | • 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 | • 표면처리</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 | • P5 코핑부 망상균열(10.0m×1.5m)
원 인 | • 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 | • 표면처리</td>
<td>손상현황 | • P5 코핑부 재료분리(0.3m×0.3m)
원 인 | • 다짐미흡, 열화
조치방안 | • 단면보수</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>손상현황 | • P6 코핑부 망상균열(10.0m×2.0m)
원 인 | • 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 | • 표면처리</td>
<td>손상현황 | • P6 코핑부 망상균열(10.0m×2.0m)
원 인 | • 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 | • 표면처리</td>
</tr>
</table>

【사진 34.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 망상균열, 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 신규 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
교각	망상균열	㎡	135.00	8	135.00	8	-	-	변동없음
	재료분리	㎡	0.09	1	0.09	1	-	-	변동없음

4) 검토의견

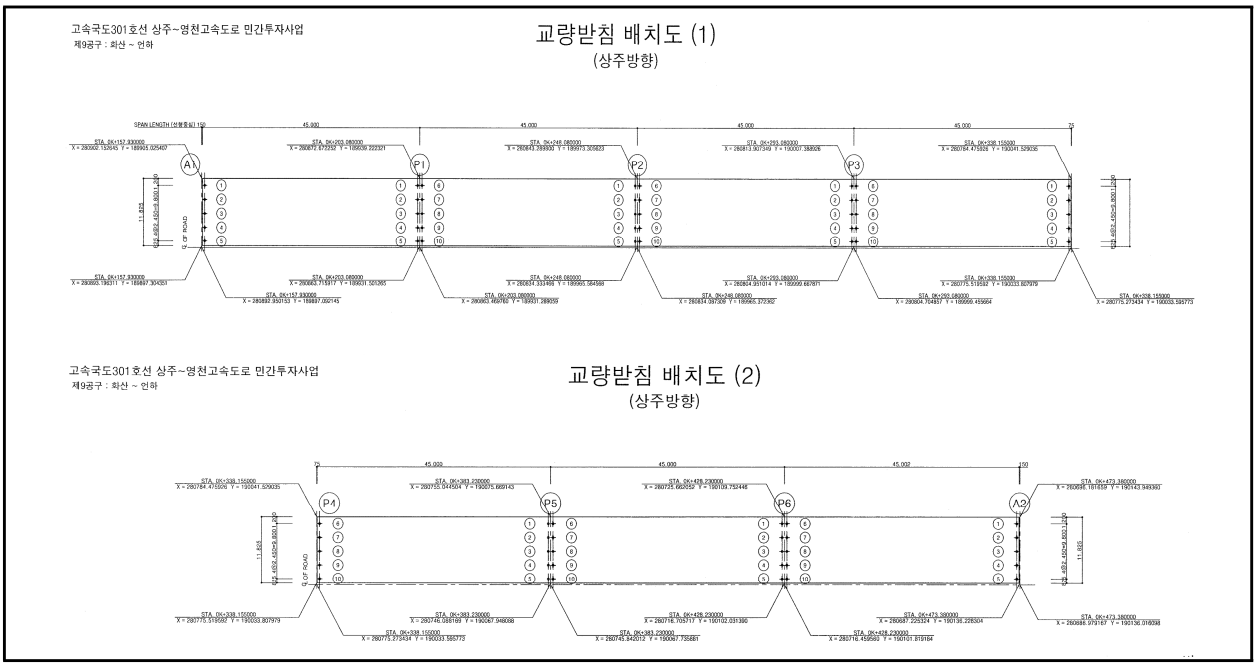
■ 교각에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 금회 정밀조사시 손상의 진전은 없는 상태이며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

■ 재료분리의 경우 시공미흡, 다짐미흡, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상정도는 경미하나 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

■ 가래실교의 받침은 탄성고무받침으로 총 70개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 24.3.1】교량받침 배치도



양방향 가동단 받침 전경	일방향 가동단 받침 전경	고정단 받침 전경

【사진 24.3.12】교량받침 전경

2) 현장조사 결과

■ 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 무수축몰탈 들뜸, 받침콘크리트 백태, Plate부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 것으로 확인되었다.

【표 24.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		무수축몰탈 들뜸 (㎡/개소)		받침콘크리트 백태 (㎡/개소)		Plate부식 (개소/개소)	
A1	0.10	1	0.60	3	0.04	1	-	-	-	-
P1	1.40	7	0.60	2	-	-	-	-	-	-
P2	2.60	13	-	-	-	-	0.02	2	-	-
P3	4.60	21	0.60	3	-	-	-	-	-	-
P4	4.60	21	0.90	3	-	-	-	-	-	-
P5	4.20	17	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	2.50	10	0.50	1	-	-	-	-	-	-
A2	1.50	15	-	-	-	-	-	-	2.00	2
합계	21.50	105	3.20	12	0.04	1	0.02	2	2.00	2



손상현황	• A1-Sh1 콘크리트 균열(0.1㎜/0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리



손상현황	• A1-Sh1 몰탈 들뜸(0.2m×0.2m)
원 인	• 시공시 충격
조치방안	• 단면보수



손상현황	• A1-Sh3 몰탈 균열(0.1㎜/0.1m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리



손상현황	• A2-Sh3 플레이트 부식
원 인	• 장기공용, 습기흡착
조치방안	• 재도장

【사진 24.3.31】 교량받침 손상현황

<table>
<tr>
<td colspan="2">  </td>
<td colspan="2">  </td>
</tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P1-Sh7 콘크리트 균열(0.1㎜/0.3m)</td><td>손상현황</td><td>• P2-Sh8 콘크리트 백태(0.1m×0.1m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td><td>원 인</td><td>• 온도변화, 수분접촉</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>• P3-Sh8 몰탈 균열(0.1㎜/0.2m)</td><td>손상현황</td><td>• P4-Sh7 콘크리트 균열(0.1㎜/0.3m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</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>• P6-Sh8 콘크리트 균열(0.1㎜/0.5m)</td><td>손상현황</td><td>• P6-Sh9 몰탈 균열(0.1㎜/0.3m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 24.3.31】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 무수축몰탈 들뜸, 받침콘크리트 백태, Plate부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다.

【표 24.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

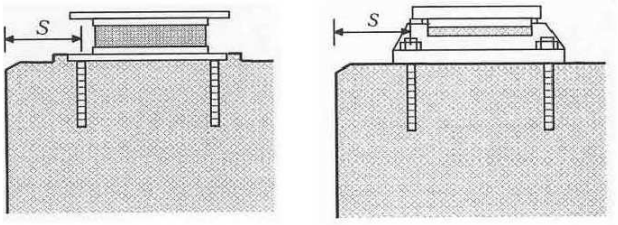
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	16.40	88	21.50	105	▲ 5.10	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	2.70	11	3.20	12	▲ 0.50	신규손상
	무수축몰탈 들뜸	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 백태	㎡	0.02	2	0.02	2	- -	변동없음
	Plate부식	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열, 백태는 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화, 수분접촉에 의한 손상으로 추정되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 조치가 필요하다.
- 무수축몰탈 들뜸의 경우 시공미흡, 피복부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망되며, 거푸집 미제거의 경우 교량받침의 원활한 유지관리를 위한 거푸집 제거 등의 정비가 필요할 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 24.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정(1)



받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 24.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45 = 425(㎜)

【표 24.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	580	590	600	600	590	O.K
P1	A1측	425	635	640	610	640	620	O.K
	A2측	425	670	690	680	685	700	O.K
P2	A1측	425	880	865	870	900	900	O.K
	A2측	425	680	665	660	670	660	O.K
P3	A1측	425	655	640	630	645	650	O.K
	A2측	425	670	660	660	670	655	O.K
P4	A1측	425	600	610	580	570	575	O.K
	A2측	425	570	560	570	590	580	O.K
P5	A1측	425	900	910	900	905	910	O.K
	A2측	425	650	660	680	670	660	O.K
P6	A1측	425	660	650	640	640	630	O.K
	A2측	425	640	640	660	670	665	O.K
A2		425	550	550	580	570	580	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 24.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 24.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	
P1	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P2	고정단						
P3	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P4(A1)	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	
P4(A2)	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P5	고정단						
P6	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
A2	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	

1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 24.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	30	114	54	26.4	9.6	±84
	SH2	30	114	54			±84
	SH3	30	114	54			±84
	SH4	30	114	54			±84
	SH5	30	114	54			±84
P1	SH1	-5	20	30	13.2	4.8	±25
	SH2	-5	20	30			±25
	SH3	-5	20	30			±25
	SH4	-5	20	30			±25
	SH5	-5	20	30			±25
	SH6	-5	20	30			±25
	SH7	-5	20	30			±25
	SH8	-5	20	30			±25
	SH9	-5	20	30			±25
	SH10	-5	20	30			±25
P2	고정단						
P3	SH1	5	30	20	13.2	4.8	±25
	SH2	5	30	20			±25
	SH3	5	30	20			±25
	SH4	5	30	20			±25
	SH5	5	30	20			±25
	SH6	5	30	20			±25
	SH7	5	30	20			±25
	SH8	5	30	20			±25
	SH9	5	30	20			±25
	SH10	5	30	20			±25
P4(A1)	SH1	5	30	20	26.4	9.6	±25
	SH2	5	30	20			±25
	SH3	5	30	20			±25
	SH4	5	30	20			±25
	SH5	5	30	20			±25
P4(A2)	SH6	10	35	15	13.2	4.8	±25
	SH7	10	35	15			±25
	SH8	10	35	15			±25
	SH9	10	35	15			±25
	SH10	10	35	15			±25

주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

【표 24.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5	고정단						
P6	SH1	-5	20	30	13.2	4.8	±25
	SH2	-5	20	30			±25
	SH3	-5	20	30			±25
	SH4	-5	20	30			±25
	SH5	-5	20	30			±25
	SH6	-5	20	30			±25
	SH7	-5	20	30			±25
	SH8	-5	20	30			±25
	SH9	-5	20	30			±25
	SH10	-5	20	30			±25
A2	SH1	45	146	56	26.4	9.6	±101
	SH2	45	146	56			±101
	SH3	45	146	56			±101
	SH4	45	146	56			±101
	SH5	45	146	56			±101
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

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, P4, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.

		
EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(P4) 전경	EXP.J3(A2) 전경

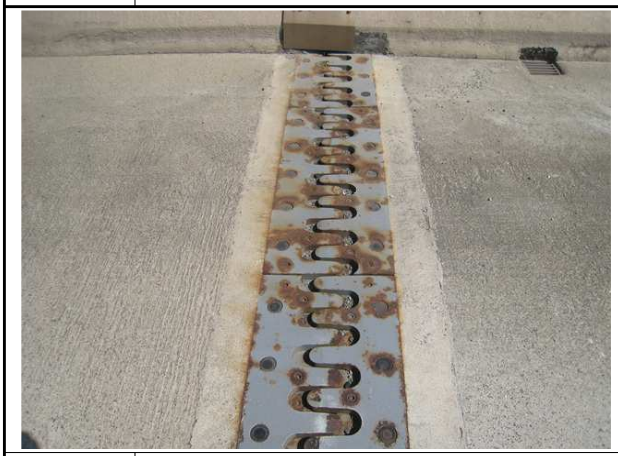
【사진 24.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

■ 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(폭 0.3㎜미만), 차수판 앵커 및 볼트탈락, 본체부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 본체부식이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.

【표 24.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		본체부식 (m/개소)		차수판 앵커, 볼트탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	7.20	24	3.00	1	1.00	1
P4 (EXP J2)	7.80	26	10.00	1	4.00	4
A2 (EXP J3)	12.00	40	10.00	1	-	-
합계	27.00	90	23.00	3	5.00	5

			
손상현황	• A1 본체 부식	손상현황	• A1 후타재 균열(0.2㎜/0.3m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 본체 부식	손상현황	• A2 후타재 균열(0.2㎜/0.3m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4 본체 부식	손상현황	• P4 후타재 균열(0.2㎜/0.3m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리

【사진 24.3.17】 신축이음장치 손상현황

			
손상현황	• A1 차수판 볼트탈락	손상현황	• P4 신축이음 하부 전경
원 인	• 장기공용, 온도변화	원 인	–
조치방안	• 정비	조치방안	–

【사진 24.3.17】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 후타재 균열(폭 0.3㎜미만), 차수판 앵커 및 볼트탈락, 본체부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 본체부식이 추가 조사되었다.

【표 24.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	27.00	90	27.00	90	– –	변동없음
	본체부식	m	20.00	2	23.00	3	▲ 3.00	신규손상
	차수판 앵커, 볼트탈락	EA	5.00	5	5.00	5	– –	변동없음

4) 검토의견

■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

■ 본체부식의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 우수에 의한 갓길측 체수, 열화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하고 주기적인 정비를 통한 유기관리가 필요하다.

■ 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 차수판의 경우 주기적인 점검 및 정비가 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. 19. 기온 적용: 24.3℃(일평균)
△T(신장시) : 35℃−24.3℃ = 10.7℃
△T(수축시) : −5℃−(24.3℃) = 29.3℃
△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 24.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 24.3.18】 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	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	40.0	100.0	160.0	
P4	29.3	10.7	0.00001	135.0	39.6	14.4	60.0	120.0	260.0	
A2	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	52.0	125.0	180.0	
1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 24.3.19】 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	26.4	9.6	40.0	150.0	66.4	30.4	O.K
P4	39.6	14.4	60.0	150.0	99.6	45.6	O.K
A2	26.4	9.6	52.0	150.0	78.4	42.4	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, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경(1)



교면포장 전경(2)

【사진 24.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

■ 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 접속부 침하, 접속부 이격이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 포장보수를 실시하여 이격보수가 조사되었다.

【표 24.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		접속부 침하 (m/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	280.00	1	6.00	1	-	-
S2	280.00	1	-	-	-	-
S3	280.00	1	-	-	-	-
S4	280.00	1	-	-	-	-
S5	280.00	1	-	-	-	-
S6	280.00	1	-	-	-	-
S7	280.00	1	6.00	1	2.00	1
합계	1,960.00	7	12.00	1	2.00	1

<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S1 망상균열(7.0m×40.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S1 접속부 침하(6.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행</td><td>원 인</td><td>• 장기공용, 우수유입</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 주의관찰</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• S2 망상균열(7.0m×40.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S4 망상균열(7.0m×40.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행</td><td>원 인</td><td>• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행</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>• S6 망상균열(7.0m×40.0m)</td><td>손상현황</td><td>• S7 망상균열(7.0m×40.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행</td><td>원 인</td><td>• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 24.3.20】 교면포장 손상현황

			
손상현황	• S7 접속부 침하(6.0m)	손상현황	• S7 접속부 이격(2.0m)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 24.3.20】 교면포장 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 망상균열, 접속부 침하, 접속부 이격이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 포장보수를 실시하여 이격보수가 조사되었다.

【표 24.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	㎡	1,960.00	7	1,960.00	7	- -	변동없음
	접속부 침하	m	12.00	2	12.00	2	- -	변동없음
	접속부 이격	m	10.00	1	2.00	1	▼ 8.00	보수실시

4) 검토의견

■ 교면포장에 발생된 망상균열 및 재료분리의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

■ 접속슬래브에 발생된 침하흔적, 이격의 경우, 시공초기 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재상태에서 별도의 조치를 취하기보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 파악 후 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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

	
배수관 전경	배수구 전경

【사진 24.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 배수시설에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 24.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	-	-

			
손상현황	• 배수시설 배수관 상태양호	손상현황	• 배수시설 배수관 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 24.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 24.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 배수시설은 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통해 원활한 배수를 유지하는 것이 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

■ 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 또한, 방호벽 상단에 낙하물방지를 위한 철재펜스가 설치되어있다.



방호벽 전경



중앙분리대 전경

【사진 24.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

■ 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열부백태가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열부백태, 접속부 파손이 신규 조사되었다. 낙하물방지망은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부백태 (㎡/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	-	-	0.45	1
S2	-	-	-	-
S3	1.60	8	-	-
S4	-	-	-	-
S5	-	-	-	-
S6	-	-	-	-
S7	1.20	6	-	-
합계	2.80	14	0.45	1

			
손상현황	• S1 접속부 파손(1.5m×0.3m)	손상현황	• S1 접속부 파손(1.5m×0.3m)
원 인	• 접속부 침하	원 인	• 접속부 침하
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 방호벽 균열부백태(0.2m×1.0m)	손상현황	• S3 중분대 균열부백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 수분접촉	원 인	• 건조수축, 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 중분대 균열부백태(0.2m×1.0m)	손상현황	• S6 낙하물방지망 상태양호
원 인	• 건조수축, 장기공용, 수분접촉	원 인	–
조치방안	• 표면처리	조치방안	–

【사진 24.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 균열부백태가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열부백태, 파손이 신규 조사되었다.

【표 24.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열부백태	㎡	2.60	13	2.80	14	▲ 0.20	신규손상
	접속부 파손	㎡	-	-	0.45	1	▲ 0.45	신규손상

4) 검토의견

■ 균열부백태의 경우, 중분대에 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등의 원인으로 발생한 미세균열에 습기흡착 등으로 발생한 2차 손상이다. 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 확대 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상, 신규손상의 발생여부를 파악하는 유지관리가 필요하다.

■ 파손의 경우, 접속부 침하에 의한 손상으로 손상의 진전방지를 위한 단면보수가 필요하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

■ 창정교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 철근콘크리트 계단이 설치되어 있다.



교량점검시설 전경(1)



교량점검시설 전경(2)

【사진 24.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	-	-
A2	-	-
합계	-	-

			
손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• A2 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 24.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 24.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 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 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

24.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 가래실교는 총 7경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=315.0m 폭 12.15m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 하면 콘크리트, Lib-Deck가 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경(1)



바닥판 하면 전경(2)

【사진 24.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.28】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	철근노출 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	0.05	1
S6	-	-
S7	-	-
합계	0.05	1

			
손상현황	• S5 철근노출(0.1m×0.5m)	손상현황	• 데크플레이트 상태양호
원 인	• 피복부족	원 인	–
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	–

【사진 24.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.29】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	철근노출	㎡	0.05	1	0.05	1	– –	변동없음

4) 검토의견

■ 바닥판하면에 발생된 철근노출의 경우, 피복부족에 의한 손상으로 추정되며, 습기흡착 등으로 인한 철근부식, 박락 등 2차 손상으로의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수(방청) 등의 조치가 필요하다고 판단된다.

나. LIT Girder

1) 부재의 개요

■ 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 LIT Girder는 5열로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 교량점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



거더 전경(1)



거더 전경(2)

【사진 24.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

■ 거더에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열 및 박락이 확인되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 기존손상인 재료분리는 보수를 실시한 것이 확인되었다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.30】 거더 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)	
S1	6.00	1	-	-
S2	-	-	-	-
S3	-	-	-	-
S4	-	-	-	-
S5	-	-	0.40	10
S6	-	-	-	-
S7	-	-	-	-
합계	6.00	1	0.40	10

			
손상현황	• S1-G1 망상균열(2.0m×3.0m)	손상현황	• S5-G2 박락(0.2m×0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 24.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 망상균열 및 박락이 확인되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 기존손상인 재료분리는 보수를 실시한 것이 확인되었다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.31】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	망상균열	㎡	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음
	박락	㎡	0.40	10	0.40	10	- -	변동없음
	재료분리	㎡	0.15	1	-	-	▼ 0.15	보수실시

4) 검토의견

■ 거더에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

■ 박락의 경우 시공미흡, 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수조치가 요망된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경(1)



가로보 전경(2)

【사진 24.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

■ 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열이 확인되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 가로보는 현재 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.

【표 24.3.32】 가로보 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	4.00	2
S6	8.00	2
S7	-	-
합계	12.00	4

			
손상현황	• S5-G4~5 망상균열(1.0m×3.0m)	손상현황	• S6-G4~5 망상균열(1.0m×3.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 24.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 망상균열이 확인되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.33】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	망상균열	㎡	12.00	4	12.00	4	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 가로보에 발생된 망상균열의 경우, 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

■ 가래실교 교대는 역T형 2기로 구성되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

	
교대 전경(A1)	교대 전경(A2)

【사진 24.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

■ 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(폭 0.3㎜미만)이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.34】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	
A1	8.00	4
A2	1.00	2
합계	9.00	6

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 균열(0.1㎜/2.0m)</td><td>손상현황</td><td>• A1 균열(0.2㎜/2.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 균열(0.2㎜/2.0m)</td><td>손상현황</td><td>• A2 균열(0.2㎜/0.5m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• A1 법면 상태양호</td><td>손상현황</td><td>• A2 법면 상태양호</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>–</td><td>원 인</td><td>–</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>–</td><td>조치방안</td><td>–</td></tr>
</table>

【사진 24.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 균열(폭 0.3㎜미만)이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다.

【표 24.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3㎜미만)	m	8.00	4	9.00	6	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

■ 교대 흉벽에 발생된 균열(폭 0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

■ 가래실교의 교각은 T형 6기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



교각 전경(1)



교각 전경(2)

【사진 24.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

■ 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열, 망상균열, 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 균열 및 망상균열, 파손이 신규 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.

【표 24.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		파손, 박락 (㎡/개소)	
P1	-	-	27.00	3	-	-
P2	-	-	-	-	0.02	1
P3	2.00	1	15.00	1	-	-
P4	-	-	15.00	1	0.04	1
P5	9.00	3	13.00	3	-	-
P6	-	-	9.00	1	-	-
합계	11.00	4	79.00	9	0.06	2

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P1 코핑부 망상균열(10.0m×1.5m)</td><td>손상현황</td><td>• P1 코핑부 망상균열(2.0m×1.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P2 코핑부 파손(0.1m×0.2m)</td><td>손상현황</td><td>• P3 코핑부 균열(0.1㎜/2.0m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 외부충격</td><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황</td><td>• P3 코핑부 망상균열(10.0m×1.5m)</td><td>손상현황</td><td>• P4 코핑부 박락(0.2m×0.2m)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등</td><td>원 인</td><td>• 외부충격</td></tr>
<tr><td>조치방안</td><td>• 표면처리</td><td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr>
</table>

【사진 34.3.36】 교각 손상현황

			
손상현황	• P3 코핑부 균열(0.2㎜/3.0m)	손상현황	• P6 코핑부 망상균열(4.5m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 34.3.36】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 균열, 망상균열, 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 균열 및 망상균열, 파손이 신규 조사되었다.

【표 24.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	1	11.00	4	▲ 9.00	신규손상
	망상균열	㎡	40.00	6	79.00	9	▲ 39.00	신규손상
	파손, 박락	㎡	0.04	1	0.06	2	▲ 0.02	신규손상

4) 검토의견

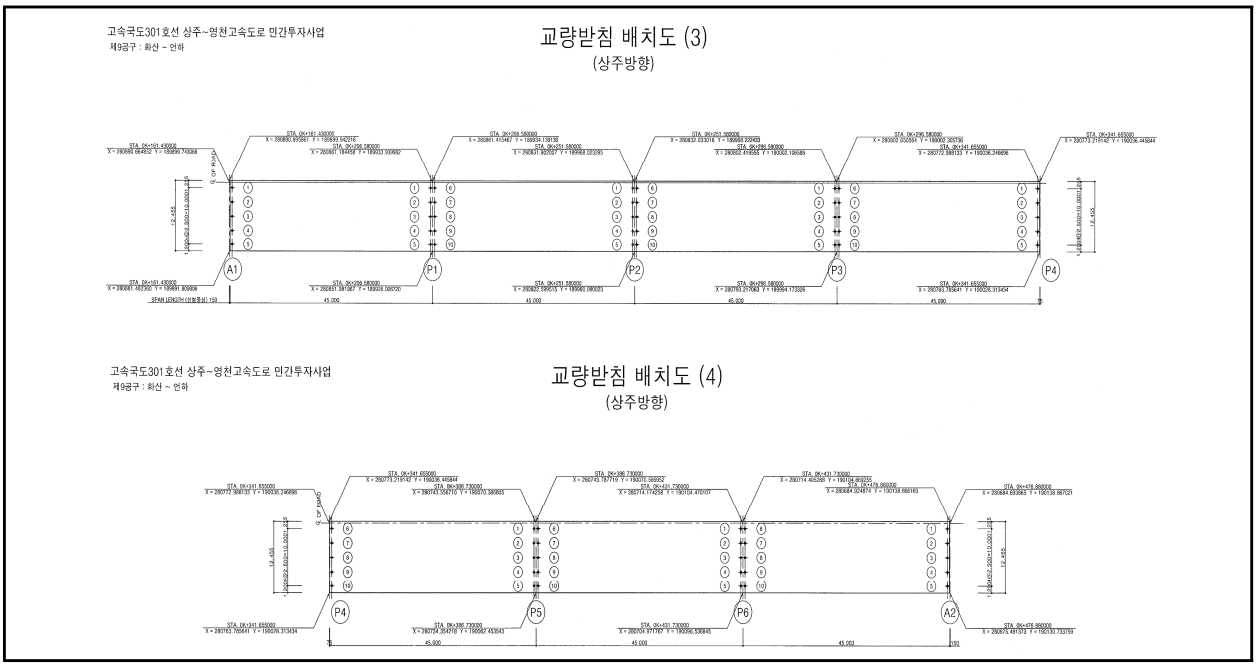
■ 교각 코핑부에 발생된 균열 및 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상으로 판단된다. 금회 조사된 손상부에 대한 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

■ 교각 코핑부에 발생된 파손, 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

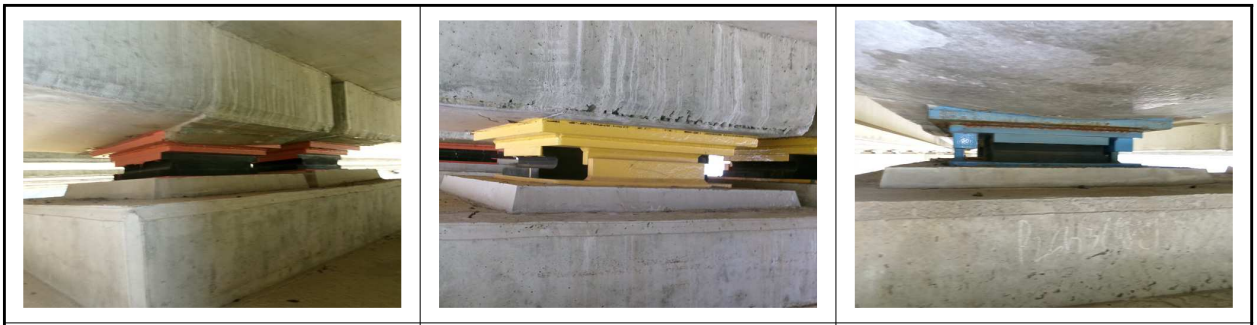
바. 교량받침

1) 부재의 개요

■ 가래실교의 받침은 탄성고무받침으로 총 70개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 24.3.3】 교량받침 배치도



양방향 가동단 받침 전경	일방향 가동단 받침 전경	고정단 받침 전경

【사진 24.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

■ 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 백태, Plate부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열 및 고무재 갈라짐이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 것으로 확인되었다.

【표 24.3.38】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 균열 0.3㎜미만 (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		받침콘크리트 백태 (㎡/개소)		고무재 갈라짐 (개소/개소)		Plate부식 (개소/개소)	
A1	0.70	7	0.80	4	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	1.60	8	1.40	7	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	0.80	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1
P3	0.40	2	0.30	1	0.05	1	-	-	-	-	-	-
P4	2.80	14	-	-	-	-	-	-	10.00	10	-	-
P5	1.40	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	1.00	5	-	-	-	-	0.08	2	-	-	-	-
A2	1.60	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	10.30	63	2.50	12	0.05	1	0.08	2	10.00	10	1.00	1



손상현황	• A1-Sh5 콘크리트 균열(0.2㎜/0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리



손상현황	• A2-Sh2 몰탈 균열(0.2㎜/0.1m)
원 인	• 온도변화, 수분접촉
조치방안	• 표면처리



손상현황	• P1-Sh5 콘크리트 균열(0.1㎜/0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리



손상현황	• P2-Sh3 플레이트 부식
원 인	• 장기공용, 습기흡착
조치방안	• 재도장

【사진 24.3.38】 교량받침 손상현황

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황 • P3-Sh6 콘크리트 재료분리(0.5m×0.1m)
원 인 • 다짐미흡
조치방안 • 단면보수</td><td>손상현황 • P4-Sh2 몰탈 균열(0.1㎜/0.2m)
원 인 • 건조수축, 온도변화
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황 • P4-Sh3 고무재 갈라짐
원 인 • 장기공용, 열화
조치방안 • 주의관찰</td><td>손상현황 • P6-Sh1 콘크리트 백태(0.5m×0.1m)
원 인 • 장기공용, 습기흡착
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>손상현황 • P6-Sh3 콘크리트 백태(0.3m×0.1m)
원 인 • 장기공용, 습기흡착
조치방안 • 표면처리</td><td>손상현황 • P6-Sh5 몰탈 균열(0.1㎜/0.2m)
원 인 • 건조수축, 온도변화
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 24.3.38】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 백태, Plate부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열 및 고무재 갈라짐이 추가 조사되었다.

【표 24.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	9.70	60	10.30	63	▲ 1.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	2.20	11	2.50	12	▲ 0.30	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.05	1	0.05	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 백태	㎡	0.08	2	0.08	2	- -	변동없음
	고무재 갈라짐	EA	-	-	10.00	10	▲ 10.00	신규손상
	Plate부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열, 백태는 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화, 수분접촉에 의한 손상으로 추정되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 조치가 필요하다.

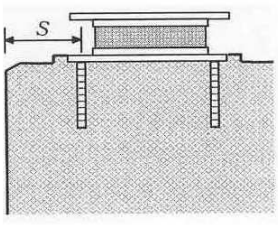
■ 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다.

■ 고무재 갈라짐의 경우, 장기공용 및 열화 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 손상의 진전 및 추가 발생시 일괄적으로 보수하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.

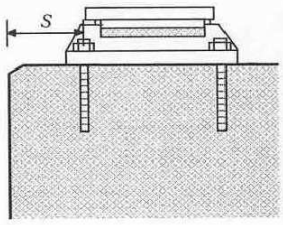
■ 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망되며, 거푸집 미제거의 경우 교량받침의 원활한 유지관리를 위한 거푸집 제거 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

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 24.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정



받침장치 연단거리 측정

【사진 24.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : 200+5×45 = 425(㎜)

【표 24.3.40】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	550	570	560	550	570	O.K
P1	A1측	425	620	610	630	610	620	O.K
	A2측	425	665	650	640	650	640	O.K
P2	A1측	425	895	890	900	905	910	O.K
	A2측	425	640	620	615	610	630	O.K
P3	A1측	425	640	620	630	650	650	O.K
	A2측	425	640	620	620	630	620	O.K
P4	A1측	425	570	580	580	580	570	O.K
	A2측	425	580	580	585	600	580	O.K
P5	A1측	425	900	910	890	900	890	O.K
	A2측	425	670	660	650	650	620	O.K
P6	A1측	425	645	655	645	650	660	O.K
	A2측	425	665	640	650	640	630	O.K
A2		425	610	620	610	600	600	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



교량 받침 가동량 측정(1)



교량 받침 가동량 측정(2)

【사진 24.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 24.3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	
P1	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P2	고정단						
P3	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P4(A1)	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	
P4(A2)	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P5	고정단						
P6	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
A2	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	

1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 24.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	45	129	39	26.4	9.6	±84
	SH2	45	129	39			±84
	SH3	45	129	39			±84
	SH4	45	129	39			±84
	SH5	45	129	39			±84
P1	SH1	0	25	25	13.2	4.8	±25
	SH2	0	25	25			±25
	SH3	0	25	25			±25
	SH4	0	25	25			±25
	SH5	0	25	25			±25
	SH6	0	25	25			±25
	SH7	0	25	25			±25
	SH8	0	25	25			±25
	SH9	0	25	25			±25
	SH10	0	25	25			±25
P2	고정단						
P3	SH1	0	25	25	13.2	4.8	±25
	SH2	0	25	25			±25
	SH3	0	25	25			±25
	SH4	0	25	25			±25
	SH5	0	25	25			±25
	SH6	0	25	25			±25
	SH7	0	25	25			±25
	SH8	0	25	25			±25
	SH9	0	25	25			±25
	SH10	0	25	25			±25
P4(A1)	SH1	5	30	20	26.4	9.6	±25
	SH2	5	30	20			±25
	SH3	5	30	20			±25
	SH4	5	30	20			±25
	SH5	5	30	20			±25
P4(A2)	SH6	−5	20	30	13.2	4.8	±25
	SH7	−5	20	30			±25
	SH8	−5	20	30			±25
	SH9	−5	20	30			±25
	SH10	−5	20	30			±25

주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

【표 24.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
P5	고정단						
P6	SH1	0	25	25	13.2	4.8	±25
	SH2	0	25	25			±25
	SH3	0	25	25			±25
	SH4	0	25	25			±25
	SH5	0	25	25			±25
	SH6	0	25	25			±25
	SH7	0	25	25			±25
	SH8	0	25	25			±25
	SH9	0	25	25			±25
	SH10	0	25	25			±25
A2	SH1	15	116	86	26.4	9.6	±101
	SH2	15	116	86			±101
	SH3	15	116	86			±101
	SH4	15	116	86			±101
	SH5	15	116	86			±101

주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

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, P4, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.


EXP.J1(A1) 전경


EXP.J2(P4) 전경


EXP.J3(A2) 전경

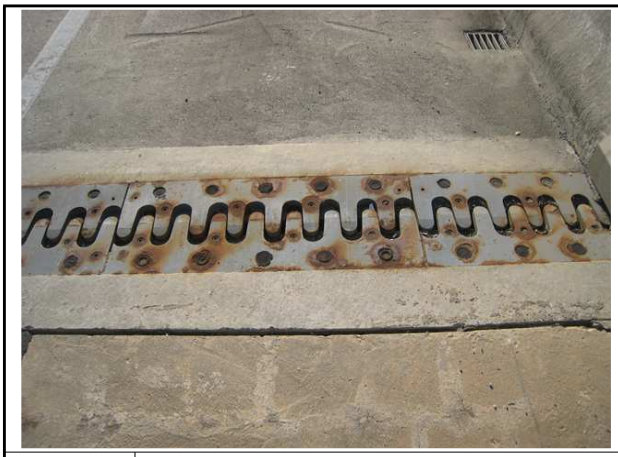
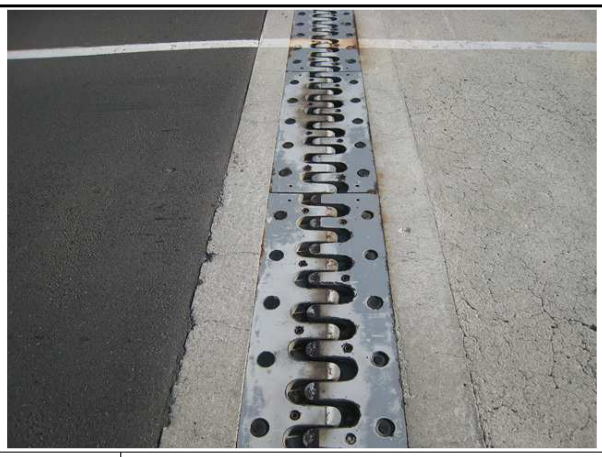
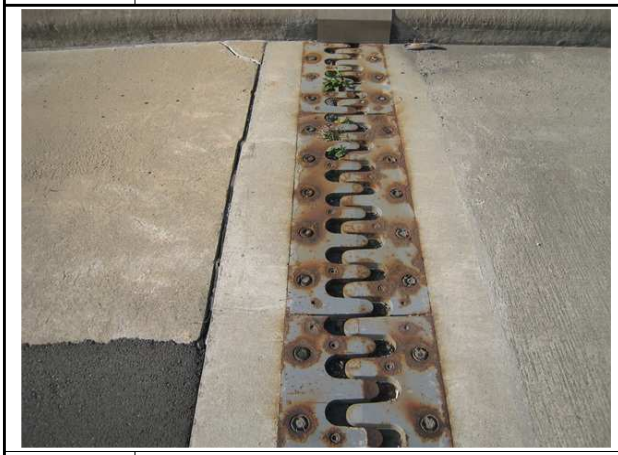
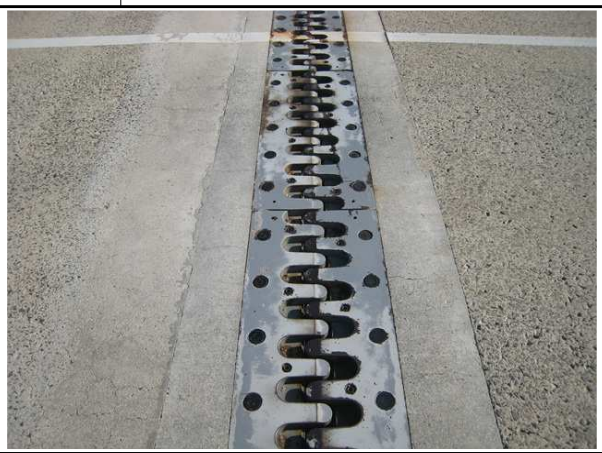
【사진 24.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

■ 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3㎜미만), 차수판 탈락, 차수판 앵커탈락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 본체부식, 차수판 앵커탈락이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.

【표 24.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		본체 부식 (m/개소)		차수판 탈락 (개소/개소)		차수판 앵커탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	5.50	11	3.00	1	-	-	3.00	3
P4 (EXP J2)	5.40	18	3.00	1	1.00	1	2.00	2
A2 (EXP J3)	5.70	19	3.00	1	-	-	-	-
합계	16.60	48	9.00	3	1.00	1	5.00	5

			
손상현황	• A1 본체 부식	손상현황	• A1 후타재 균열(0.2㎜/0.5m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 본체 부식	손상현황	• A2 후타재 균열(0.2㎜/0.3m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4 본체 부식	손상현황	• P4 후타재 균열(0.2㎜/0.3m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리

【사진 24.3.42】 신축이음장치 손상현황

			
손상현황	• P4 차수판 볼트탈락	손상현황	• P4 차수판 탈락
원 인	• 장기공용, 온도변화	원 인	• 장기공용, 온도변화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 24.3.42】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 후타재 균열(0.3㎜미만), 차수판 탈락, 차수판 앵커탈락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 본체부식, 차수판 앵커탈락이 추가 조사되었다.

【표 24.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	16.60	48	16.60	48	- -	변동없음
	본체 부식	m	-	-	9.00	3	▲ 9.00	신규손상
	차수판 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	차수판 앵커 탈락	EA	4.00	4	5.00	5	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

■ 본체부식의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 우수에 의한 갓길측 체수, 열화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하고 주기적인 정비를 통한 유기관리가 필요하다.

■ 차수판 탈락 및 차수판 앵커 탈락의 경우 거더의 시공미흡, 신축작용, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 필요하며, 차수판 탈락의 경우 손상의 진전시 하부로 낙하되면 사고를 유발할 수 있기에 조속한 조치가 요망된다.

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. 19. 기온 적용: 24.3℃(일평균)
△T(신장시) : 35℃−24.3℃ = 10.7℃
△T(수축시) : −5℃−(24.3℃) = 29.3℃
△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 24.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 24.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	55.0	90.0	145.0	
P4	29.3	10.7	0.00001	135.0	39.6	14.4	90.0	140.0	290.0	
A2	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	65.0	125.0	195.0	
1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 24.3.46】 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	26.4	9.6	55.0	150	81.4	45.4	O.K
P4	39.6	14.4	90.0	150	129.6	75.6	O.K
A2	26.4	9.6	65.0	150	91.4	55.4	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, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



교면포장 전경#1



교면포장 전경#2

【사진 24.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

■ 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 접속부 침하, 접속부 이격이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 포장보수를 실시하여 이격보수가 확인되었고, 정밀조사로 파손이 일부 추가 조사되었다.

【표 24.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		접속부 침하 (m/개소)		접속부 이격 (m/개소)	
S1	270.00	1	-	-	3.00	1	2.00	1
S2	270.00	1	-	-	-	-	-	-
S3	270.00	1	-	-	-	-	-	-
S4	270.00	1	-	-	-	-	-	-
S5	270.00	1	0.01	1	-	-	-	-
S6	270.00	1	0.04	1	-	-	-	-
S7	270.00	1	0.09	1	3.00	1	2.00	1
합계	1,890.00	7	0.14	3	6.00	2	4.00	2

<table>
<tr><td>  </td><td colspan="2">손상현황 • S1 망상균열(6.0m×45.0m)
원 인 • 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안 • 표면처리</td><td>  </td><td colspan="2">손상현황 • S1 접속부 침하(3.0m)
원 인 • 장기공용, 우수유입
조치방안 • 주의관찰</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="2">손상현황 • S4 망상균열(6.0m×45.0m)
원 인 • 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안 • 표면처리</td><td>  </td><td colspan="2">손상현황 • S5 망상균열(6.0m×45.0m)
원 인 • 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안 • 표면처리</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="2">손상현황 • S6 파손(0.2m×0.2m)
원 인 • 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안 • 단면보수</td><td>  </td><td colspan="2">손상현황 • S7 망상균열(6.0m×45.0m)
원 인 • 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안 • 표면처리</td></tr>
</table>

【사진 24.3.45】 교면포장 손상현황

			
손상현황	• S7 파손(0.3m×0.3m)	손상현황	• S7 접속부 이격(2.0m)
원 인	• 장기공용, 접속부 침하	원 인	• 장기공용, 우수유입
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 24.3.45】 교면포장 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 망상균열, 접속부 침하, 접속부 이격이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 포장보수를 실시하여 이격보수가 확인되었고, 정밀조사로 파손이 일부 추가 조사되었다.

【표 24.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	㎡	1,890.00	7	1,890.00	7	- -	변동없음
	파손	㎡	-	-	0.14	3	▲ 0.14	신규손상
	접속부 침하	m	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음
	접속부 이격	m	20.00	2	4.00	2	▼ 16.00	보수실시

4) 검토의견

■ 교면포장에 발생된 망상균열, 파손의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

■ 접속슬래브에 발생된 침하흔적, 이격의 경우, 시공초기 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재상태에서 별도의 조치를 취하기보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 파악 후 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

■ 가래실교는 교량의 횡단구배 특성에 따라 교량의 우측에 배수시설이 설치되어 있다.

	
배수관 전경	배수구 전경

【사진 24.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 배수시설에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 A1에서 배수관 식생이 확인되었고, 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.49】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수관 식생 (개소/개소)	
S1	1.00	1
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
합계	1.00	1

			
손상현황	• S1 배수관 식생	손상현황	• 배수시설 배수관 상태양호
원 인	• 토사퇴적	원 인	–
조치방안	• 정비	조치방안	–

【사진 24.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 A1에서 배수관 식생이 확인되었고, 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 배수시설에서 발생한 배수관 식생 경우, 배수관 집수부에 토사, 식물 종자 등이 유입되어 배수되지 못하고 성장하여 발생한 손상으로 확인되며, 지속적인 방치시 원활한 배수가 불가능하고 나아가 배수관에 손상을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 이에 정비를 실시하여 배수를 원활하게 하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

■ 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 또한, 방호벽 상단에 낙하물방지를 위한 철재펜스가 설치되어있다.



방호벽 전경



중앙분리대 전경

【사진 24.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

■ 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열, 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 신규 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 낙하물방지망은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		균열(0.3㎜미만) (m/개소)	
S1	-	-	-	-
S2	-	-	1.50	1
S3	-	-	-	-
S4	-	-	-	-
S5	0.01	1	-	-
S6	-	-	-	-
S7	-	-	-	-
합계	0.01	1	1.50	1

			
손상현황	• S2 균열(0.2㎜/1.5m)	손상현황	• S5 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 장기공용	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 24.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

■ 기존손상인 균열, 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 신규 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 24.3.52】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	파손	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 방호벽에 발생한 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수조치가 필요하다.

■ 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

■ 창정교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 철근콘크리트 계단이 설치되어 있다.

	
교량점검시설 전경(1)	교량점검시설 전경(2)

【사진 24.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

■ 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 24.3.53】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	-	-
A2	-	-
합계	-	-

			
손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• A2 상태양호
원 인	• –	원 인	• –
조치방안	• –	조치방안	• –

【사진 24.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 24.3.54】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 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 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

24.3.4 외관조사 총괄표

【표 24.3.55】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	백태	㎡	0.19	6	
거더	상태양호	㎡	-	-	
가로보	망상균열	㎡	120.0	20	
	백태	㎡	1.71	11	
	박리, 들뜸	㎡	0.27	3	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	6.00	9	
	누수흔적	㎡	2.00	2	
교각	망상균열	㎡	135.00	8	
	재료분리	㎡	0.09	1	
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	21.50	105	
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	3.20	12	
	무수축몰탈 들뜸	㎡	0.04	1	
	받침콘크리트 백태	㎡	0.02	2	
	Plate부식	EA	2.00	2	
신축이음	후타재 균열	m	27.00	90	
	본체부식	m	23.00	3	
	차수판 앵커, 볼트탈락	EA	5.00	5	
교면포장	망상균열	㎡	1,960.00	7	
	접속부 침하	m	12.00	2	
	접속부 이격	m	2.00	1	
배수시설	상태양호	-	-	-	
방호벽 및 중분대	균열부백태	㎡	2.80	14	
	접속부 파손	㎡	0.45	1	
점검시설	상태양호	-	-	-	

【표 24.3.56】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	철근노출	㎡	0.05	1	
거더	망상균열	㎡	6.00	1	
	박락	㎡	0.40	10	
가로보	망상균열	㎡	12.00	4	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	9.00	6	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	11.00	4	
	망상균열	㎡	79.00	9	
	파손, 박락	㎡	0.06	2	
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	10.30	63	
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	2.50	12	
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.05	1	
	받침콘크리트 백태	㎡	0.08	2	
	고무재 갈라짐	EA	10.00	10	
	Plate부식	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열	m	16.60	48	
	본체 부식	m	9.00	3	
	차수판 탈락	EA	1.00	1	
	차수판 앵커 탈락	EA	5.00	5	
교면포장	망상균열	㎡	1,890.00	7	
	파손	㎡	0.14	3	
	접속부 침하	m	6.00	2	
	접속부 이격	m	4.00	2	
배수시설	배수관 식생	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	파손	㎡	0.01	1	
	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	1	
점검시설	상태양호	-	-	-	

24.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 24.3.57】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	백태	㎡	0.11	2	0.19	6	▲ 0.08	신규손상
거더	상태양호	㎡	-	-	-	-	- -	변동없음
가로보	망상균열	㎡	120.0	20	120.0	20	- -	변동없음
	백태	㎡	1.60	8	1.71	11	▲ 0.11	신규손상
	박리, 들뜸	㎡	0.15	1	0.27	3	▲ 0.12	신규손상
교대	균열(0.3㎜미만)	m	3.00	6	6.00	9	▲ 3.00	신규손상
	누수흔적	㎡	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
교각	망상균열	㎡	135.00	8	135.00	8	- -	변동없음
	재료분리	㎡	0.09	1	0.09	1	- -	변동없음
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	16.40	88	21.50	105	▲ 5.10	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	2.70	11	3.20	12	▲ 0.50	신규손상
	무수축몰탈 들뜸	㎡	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 백태	㎡	0.02	2	0.02	2	- -	변동없음
	Plate부식	EA	2.00	2	2.00	2	- -	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	27.00	90	27.00	90	- -	변동없음
	본체부식	m	20.00	2	23.00	3	▲ 3.00	신규손상
	차수판 앵커, 볼트탈락	EA	5.00	5	5.00	5	- -	변동없음
교면포장	망상균열	㎡	1,960.00	7	1,960.00	7	- -	변동없음
	접속부 침하	m	12.00	2	12.00	2	- -	변동없음
	접속부 이격	m	10.00	1	2.00	1	▼ 8.00	보수실시
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음
방호벽	균열부백태	㎡	2.60	13	2.80	14	▲ 0.20	신규손상
	접속부 파손	㎡	-	-	0.45	1	▲ 0.45	신규손상
점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

【표 24.3.58】 영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	철근노출	㎡	0.05	1	0.05	1	- -	변동없음
거더	망상균열	㎡	6.00	1	6.00	1	- -	변동없음
	박락	㎡	0.40	10	0.40	10	- -	변동없음
	재료분리	㎡	0.15	1	-	-	▼ 0.15	보수실시
가로보	망상균열	㎡	12.00	4	12.00	4	- -	변동없음
교대	균열(0.3㎜미만)	m	8.00	4	9.00	6	▲ 1.00	신규손상
교각	균열(0.3㎜미만)	m	2.00	1	11.00	4	▲ 9.00	신규손상
	망상균열	㎡	40.00	6	79.00	9	▲ 39.00	신규손상
	파손, 박락	㎡	0.04	1	0.06	2	▲ 0.02	신규손상
교량 받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	9.70	60	10.30	63	▲ 1.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	m	2.20	11	2.50	12	▲ 0.30	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.05	1	0.05	1	- -	변동없음
	받침콘크리트 백태	㎡	0.08	2	0.08	2	- -	변동없음
	고무재 갈라짐	EA	-	-	10.00	10	▲ 10.00	신규손상
	Plate부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	16.60	48	16.60	48	- -	변동없음
	본체 부식	m	-	-	9.00	3	▲ 9.00	신규손상
	차수판 탈락	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	차수판 앵커 탈락	EA	4.00	4	5.00	5	▲ 1.00	신규손상
교면포장	망상균열	㎡	1,890.00	7	1,890.00	7	- -	변동없음
	파손	㎡	-	-	0.14	3	▲ 0.14	신규손상
	접속부 침하	m	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음
	접속부 이격	m	20.00	2	4.00	2	▼ 16.00	보수실시
배수시설	배수관 식생	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
방호벽	파손	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	균열(0.3㎜미만)	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

24.4 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.

24.4.1 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 24.4.1】 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	7	7	8	8	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		–	–	2	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		2	2	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		–	–	1	–	

【표 24.4.2】 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	7	7	8	8	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		–	–	2	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		2	2	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		–	–	1	–	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

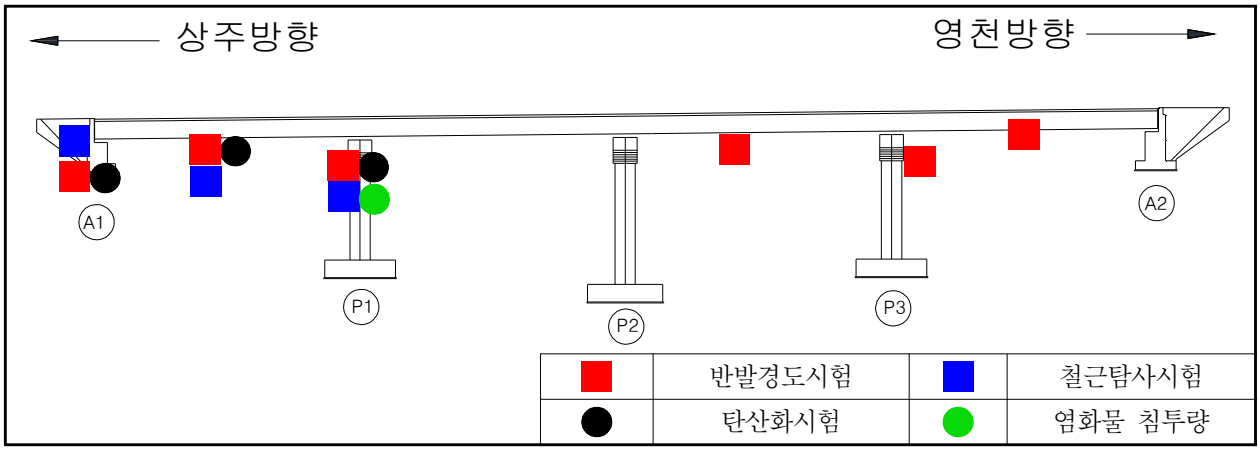
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교 · 평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

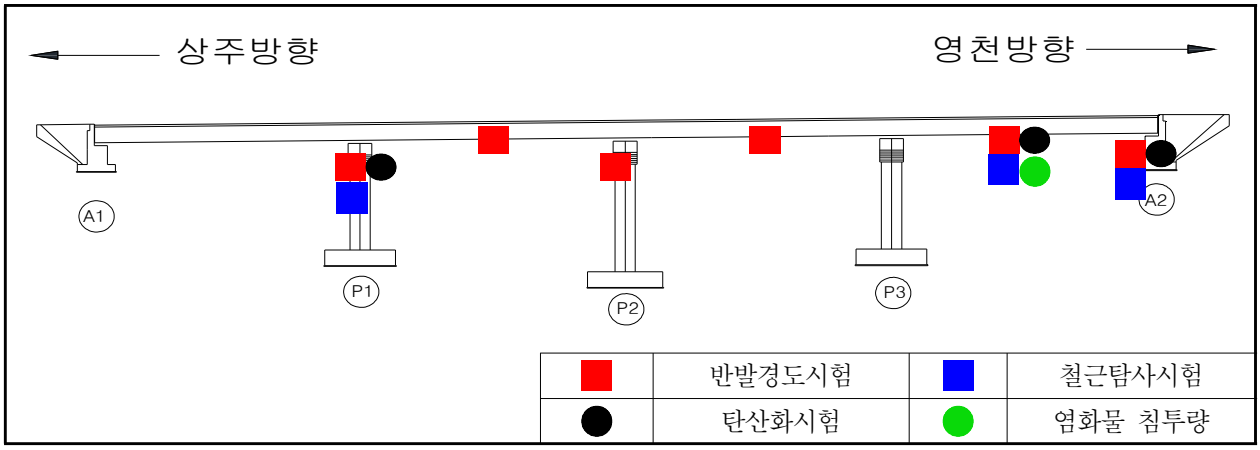
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>반발경도 시험 현황</td><td>탄산화깊이 측정 현황</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>철근탐사시험</td><td>염화물침투량 시험</td></tr>
</table>

【사진 24.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 24.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 24.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

24.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 16개소)를 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 24.4.3】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
상부구조	S1 바닥판하면	47.8	27.4	28.2	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	48.4	27.9	28.4			
	S5 바닥판하면	49.2	28.6	28.8			
	S7 바닥판하면	47.7	27.4	28.1			
	S5 가로보	48.3	27.8	28.4			

【표 24.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	과학기술부	시설공단제안식	재령보정계수		
상부구조	S2-G1 거더	55.9	47.2	57.6	0.64	45.0	
	S4-G1 거더	53.7	45.0	54.4			
	S6-G1 거더	54.2	45.5	55.1			

【표 24.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준강도(MPa)	비고
		반발경도(R_o)	일본재료학회	일본건축학회	재령보정계수		
하부구조	A1 교대	45.3	25.4	27.0	0.64	24.0	
	P1 교각	48.6	28.1	28.5		27.0	
	P2 교각	48.5	28.0	28.5			
	P3 교각	50.4	29.6	29.3			
	P4 교각	48.8	28.2	28.6			
	P5 교각	49.2	28.6	28.8			
	P6 교각	49.1	28.5	28.8			
	P6 교각(비건전)	49.4	28.7	28.7			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.4~28.8㎫, 거더 45.0~57.6㎫, 교대 25.4~27.0㎫, 교각 28.0~29.3㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0㎫, 거더: 45.0㎫, 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 24.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.4 ~ 28.8	27.0	101.5 ~ 106.7
	거더	45.0 ~ 57.6	45.0	100.0 ~ 128.0
하부구조	교대	25.4 ~ 27.0	24.0	105.8 ~ 112.5
	교각	28.0 ~ 29.3	27.0	103.7 ~ 108.5

② 기 점검결과와의 비교

【표 24.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 29.3	27.4 ~ 28.8	27.0
	거더	40.3 ~ 48.0	45.0 ~ 57.6	45.0
	교대	25.7 ~ 27.4	25.4 ~ 27.0	24.0
	교각	27.0 ~ 28.8	28.0 ~ 29.3	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 24.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.5	40.0	36.5	a	1.43	100년이상	
	S6-G1 거더	3.0	60.0	57.0	a	1.22	100년이상	
하부구조	A1 교대	4.5	80.0	75.5	a	1.84	100년이상	
	P1 교각	5.0	75.0	70.0	a	2.04	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 24.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	3.0~3.5	36.5~57.0	
하부구조	4.5~5.0	70.0~75.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 24.4.10】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	4.0~5.0	35.0~56.0	a	3.0~3.5	36.5~57.0	a	
하부구조	7.0~7.5	92.5~93.0	a	4.5~5.0	70.0~75.5	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 16개소)를 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 24.4.11】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.2	27.8	28.3	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.7	27.4	28.1			
	S5 바닥판하면	48.9	28.3	28.7			
	S7 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S3 가로보	48.2	27.8	28.3			

【표 24.4.12】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G5 거더	55.3	46.6	56.7	0.64	45.0	
	S4-G5 거더	56.0	47.3	57.7			
	S6-G5 거더	54.7	46.0	55.8			

【표 24.4.13】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	46.5	26.4	27.6	0.64	24.0	
	P1 교각	48.8	28.2	28.6		27.0	
	P2 교각	49.4	28.7	28.9			
	P3 교각	47.7	27.4	28.1			
	P4 교각	49.8	29.1	29.1			
	P5 교각	50.2	29.4	29.3			
	P6 교각	48.8	28.2	28.6			
	P6 교각(비건전)	48.5	28.0	28.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.3~28.7㎫, 거더 46.0~57.7㎫, 교대 26.4~27.6㎫, 교각 27.4~29.4㎫ 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.

【표 24.4.14】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 28.7	27.0	101.1 ~ 106.3
	거더	46.0 ~ 57.7	45.0	102.2 ~ 128.2
하부구조	교대	26.4 ~ 27.6	24.0	110.0 ~ 115.0
	교각	27.4 ~ 29.4	27.0	101.5 ~ 108.9

② 기 점검결과와의 비교

【표 24.4.15】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.6	27.3 ~ 28.7	27.0
	거더	40.6 ~ 47.7	46.0 ~ 57.7	45.0
	교대	25.2 ~ 27.1	26.4 ~ 27.6	24.0
	교각	27.0 ~ 28.8	27.4 ~ 29.4	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 24.4.16】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.5	40.0	36.5	a	1.43	100년이상	
	S6-G5 거더	2.0	60.0	58.0	a	0.82	100년이상	
하부구조	A2 교대	6.0	85.0	78.0	a	2.46	100년이상	
	P6 교각	6.5	100.0	93.5	a	2.65	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~3.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~6.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 24.4.17】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	2.0~3.5	36.5~58.0	
하부구조	6.0~6.5	78.0~93.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 24.4.18】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	1.0~3.5	36.5~59.0	a	2.0~3.5	36.5~58.0	a	
하부구조	6.5~8.0	92.0~93.5	a	6.0~6.5	78.0~93.5	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 24.4.19】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.4 ~ 28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	45.0 ~ 57.6	45.0	
	하부구조	교대	25.4 ~ 27.0	24.0	
		교각	28.0 ~ 29.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		36.5~57.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		70.0~75.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 24.4.20】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (㎫)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 28.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	46.0 ~ 57.7	45.0	
	하부구조	교대	26.4 ~ 27.6	24.0	
		교각	27.4 ~ 29.4	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		36.5~58.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		78.0~93.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 24.4.21】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 29.3	27.4 ~ 28.8	■ 강도저하 없음
		거더	40.3 ~ 48.0	45.0 ~ 57.6	
	하부구조	교대	25.7 ~ 27.4	25.4 ~ 27.0	
		교각	27.0 ~ 28.8	28.0 ~ 29.3	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		35.0~56.0 a	36.5~57.0 a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.5~93.0 a	70.0~75.5 a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨				

【표 24.4.22】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.6	27.3 ~ 28.7	■ 강도저하 없음
		거더	40.6 ~ 47.7	46.0 ~ 57.7	
	하부구조	교대	25.2 ~ 27.1	26.4 ~ 27.6	
		교각	27.0 ~ 28.8	27.4 ~ 29.4	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		36.5~59.0 a	36.5~58.0 a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~93.5 a	78.0~93.5 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.

24.5 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.

24.5.1 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 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 24.5.1】 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	LIT	a	a	a	d	a	b	b	b	b	q
S2	P1	LIT	a	a	d	d	a	a	–	b	b	q
S3	P2	LIT	b	a	d	d	a	b	–	b	b	q
S4	P3	LIT	b	a	d	d	a	a	–	b	a	q
S5	P4	LIT	a	a	a	d	a	a	b	b	b	q
S6	P5	LIT	a	a	d	d	a	a	–	b	b	q
S7	P6	LIT	b	a	a	d	a	b	–	b	b	q
	A2								c	b	b	q
평균			0.143	0.100	0.443	0.700	0.100	0.143	0.267	0.200	0.188	–
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	–
(평균×가중치) /가중치합			0.021	0.025	0.018	0.028	0.003	0.003	0.019	0.030	0.047	–
											0.194	
											B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.194) < 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

통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태로 “d” 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, 박락, 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 상태안전성능평가 결과

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

【표 24.5.2】 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	LIT	a	a	a	d	a	b	b	b	b	q
S2	P1	LIT	a	a	d	d	a	a	–	b	b	q
S3	P2	LIT	b	a	d	d	a	b	–	b	b	q
S4	P3	LIT	b	a	d	d	a	a	–	b	a	q
S5	P4	LIT	a	a	a	d	a	a	b	b	b	q
S6	P5	LIT	a	a	d	d	a	a	–	b	b	q
S7	P6	LIT	b	a	a	d	a	b	–	b	b	q
	A2								c	b	b	q
평균			0.114	0.129	0.129	0.700	0.143	0.157	0.200	0.225	0.200	–
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	–
(평균×가중치) /가중치합			0.017	0.032	0.005	0.028	0.004	0.003	0.014	0.034	0.050	–
											0.188	
											B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.188) < 0.260

라. 영천방향 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

통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태로 “d” 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

지속관찰하고 보수여부를 결정하여야 하는 상태로 “b”로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 24.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.194	B	315	2	630	0.500	0.097
영천방향	0.188	B	315	2	630	0.500	0.094
합계(Σ)			630	4	1,260	1.000	0.191
1. 평가지수 =							0.191
2. 상태평가결과 =							B

24.5.2 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 P.S.C BEAM

(1) 교량형식

- 구조형식 : LIT GIRDER교
- 경 간 장 : 7@45m=315.0m
- 폭 원 : 24.3 m
- 교량등급 : 1등교
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

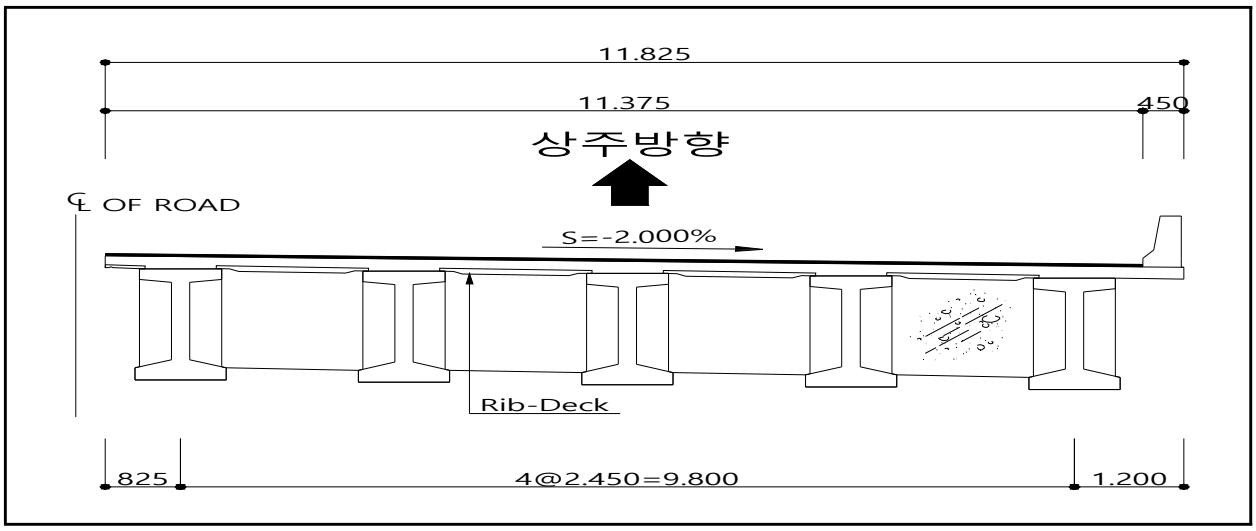
○ SLAB 콘크리트
① 설계기준강도 : 27.0 MPa
② 항복휨압축응력 : fca = 0.8fck = 10.8MPa
③ 탄성계수 : Ec = 2.55E+04 MPa

○ 철근
① 극한강도 : 400.0 MPa
② 탄성계수 : Ec = 2.00E+05 MPa

○ LIT Beam
① 설계기준강도 : 40.0 MPa
② 항복휨압축응력 : 16.0 MPa
③ 탄성계수 : Ep = 2.00E+05 MPa

○ 철근
① 극한강도 : 400.0 MPa
② 탄성계수 : Ec = 2.00E+05 MPa

(3) 검토단면



(4) 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량(kN/㎥)	25.00	78.50	23.50

(5) 구조계산 결과요약

■ 허용응력 검토 결과(외측거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.892	10.384	2.492	21.600	-O.K-	
	하 연	29.901	9.925	19.976	21.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.130	22.258	15.128	16.000	-O.K-	
	하 연	27.000	25.255	1.745	16.000	-O.K-	
슬 래 브		-	5.031	5.031	10.800	-O.K-	

■ 허용응력 검토 결과(내측거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.892	10.380	2.488	21.600	-O.K-	
	하 연	29.901	9.930	19.971	21.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	7.020	20.700	13.680	20.300	-O.K-	
	하 연	26.600	22.220	4.380	20.300	-O.K-	
슬 래 브		-		3.780	10.800	-O.K-	

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

본 과업에서는 교량별 바닥판 및 주거더(P.S.C BEAM)에 대하여 세부지침(2022.12)을 토대로 설계하중에 대한 구조검토 결과를 이용하여 기본내하력을 산정한다.

2) 허용응력설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율 (RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_{LS(1+i)}}$$

여기서, RF : 내하율

fa : 재료의 허용응력

fd : 고정하중에 의한 응력

fLS(1+i) : 충격계수를 고려한 설계활하중(LS-22)에 의한 응력

② 내하력(Load Carrying Capacity)

기본내하력(P) = RF × Pr

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중(LS-22)

■ 허용응력설계법에 의한 LIT BEAM의 내하율 평가결과

구 분			고정하중응력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	유효프리스트레스 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
가래실교	외측 거더	상연	20.080	2.176	7.130	16.000	1.402
		하연	20.466	4.789	27.000	16.000	1.977
	내측 거더	상연	18.490	2.210	7.020	16.000	2.050
		하연	17.740	4.480	26.600	16.000	1.594

3) 강도설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

$$\text{내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d \cdot M_d}{\gamma_\ell \cdot M_\ell (1+i)}$$

여기서, RF : 내하율

ΦMn : 설계휨강도
Md : 고정하중에 의한 모멘트
Mℓ(1+i) : 충격계수를 고려한 설계활하중에 의한 모멘트
γd : 고정하중계수(1.3)
γℓ : 활하중계수(2.15)

② 내하력(Load Carrying Capacity)
기본내하력(P) = RF × Pr
여기서, P : 기본내하력
Pr : 설계활하중

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN·m)	Md (kN·m)	Ml (kN·m)	$\gamma_d M_d$ (kN·m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN·m)	R.F
켄틸레버부	-	-	-	-	-	-
중 앙 부	60.340	1.724	22.360	2.241	48.074	1.209

■ 강도설계법에 의한 거더의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN·m)	Md (kN·m)	Ml (kN·m)	$\gamma_d M_d$ (kN·m)	$\gamma_l M_l(1+i)$ (kN·m)	R.F
외측 거더	29536.523	13607.033	4218.961	17,689.143	9,070.766	1.306
내측 거더	29398.998	11301.149	3888.294	14,691.494	8,359.832	1.759

4) 내하력평가 결과

바닥판의 기본내하력은 강도설계법에 따라 평가하였고, 주거더(P.S.C BEAM)의 경우는 허용응력설계법에 따라 검토하였다. 검토 결과, 모두 설계내하력인 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. 다음은 내하력평가 결과를 보여준다.

■ 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
가래실교	거더(허용응력)	1.402	DB- 33.648	1.817	DB- 61.138	DB-24 이상
	거더(강도설계법)	1.306	DB- 31.344	1.817	DB- 56.952	DB-24 이상
	바닥판	1.209	DB- 29.016	-		DB-24 이상

■ 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	PRESTRESS (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
가래실교	외측거더	상연	16.000	7.130	20.080	2.176	1.058
		하연	16.000	27.000	20.466	4.789	9.169
	내측거더	상연	16.000	7.020	18.490	2.210	1.170
		하연	16.000	26.600	17.740	4.480	3.653

■ 강도설계법

구 분	ØMn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	57.850	8.436	6.858	SF = 1.0 이상
중 앙 부	60.340	50.310	1.199	SF = 1.0 이상
외측거더	29536.523	26759.909	1.104	SF = 1.0 이상
내측거더	29398.998	23051.326	1.275	SF = 1.0 이상

■ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	6.858	-	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.199	1.209	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.058	1.402	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.170	1.594	DB-24이상	A	허용응력설계법

24.5.3 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.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
가래실교	0.191	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.191로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

24.6 내구성능 평가

24.6.1 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.

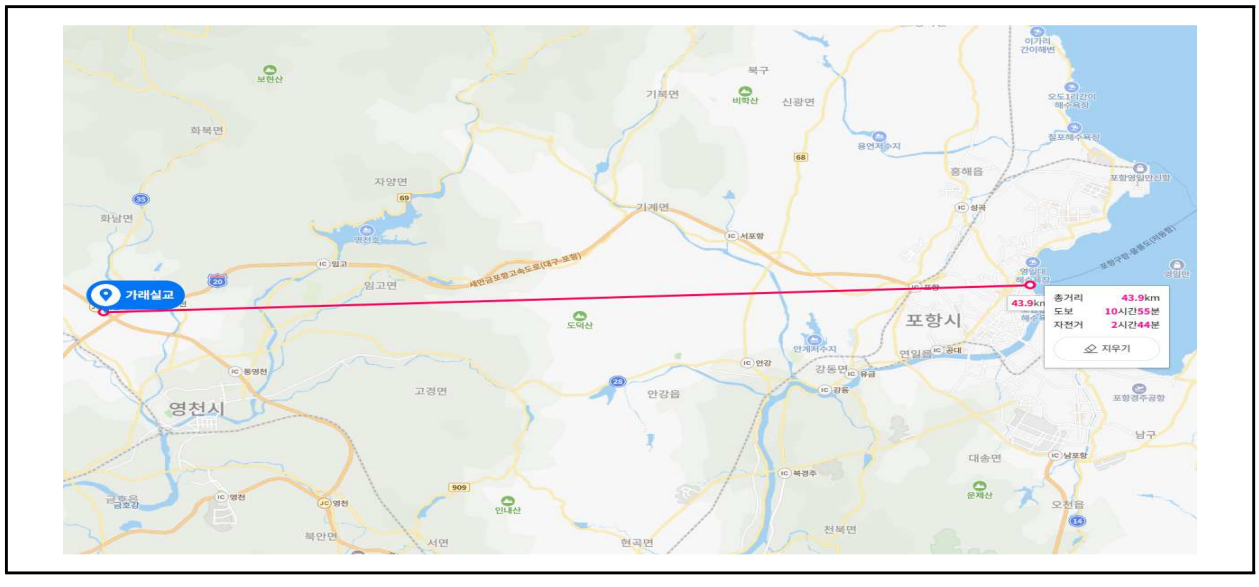
24.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 화산면 가상리에 위치하며, 동해안으로부터 약 43.9㎞ 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 24.6.1】 위치도

【표 24.6.1】 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 24.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 가상리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2022년 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 위치인 영천 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 영천 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

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

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

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

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.9회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 71.6회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 싸이클이 연평균 5.9회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 24.6.3】 동해환경 평가결과 – 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 가상리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	83일	2017.11~2018.3	80일	2020.11~2021.3	60일
2014.11~2015.3	86일	2018.11~2019.3	78일	2021.11~2022.3	76일
2015.11~2016.3	62일	2019.11~2020.3	53일	2022.11~2023.3	71일
2016.11~2017.3	67일	동결융해 횟수 (수분접촉)			71.6회

【표 24.6.4】 동해환경 평가결과 – 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 가상리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	12일	2017.11~2018.3	3일	2020.11~2021.3	3일
2014.11~2015.3	14일	2018.11~2019.3	4일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	7일	2019.11~2020.3	3일	2022.11~2023.3	3일
2016.11~2017.3	10일	동결융해 횟수 (수분미접촉)			5.9회

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 24.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/㎥)			평가등급
			0~20㎜	20~40㎜	40㎜~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	0.352	0.323	0.297	a

【표 24.6.6】 염화물 확산계수 산출

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

【표 24.6.7】 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	30년 초과	a

【표 24.6.8】 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	a	a	a

2) 탄산화 깊이

【표 24.6.9】 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	3.5	1.43	30년 초과	a	a
		S6-G1 거더	3.0	1.22	30년 초과	a	a
		A1 교대	4.5	1.84	30년 초과	a	a
		P1 교각	5.0	2.04	30년 초과	a	a
	영천방향	S1 바닥판하면	3.5	1.43	30년 초과	a	a
		S6-G5 거더	2.0	0.82	30년 초과	a	a
		A2 교대	6.0	2.46	30년 초과	a	a
		P6 교각	6.5	2.65	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 24.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	S1 바닥판하면	101.5	-	a	0.10	a
		S3 바닥판하면	103.4	-	a		
		S5 바닥판하면	105.8	-	a		
		S7 바닥판하면	101.3	-	a		
		S5 가로보	103.1	-	a		
		S2-G1 거더	105.7	-	a		
		S4-G1 거더	100.4	-	a		
		S6-G1 거더	100.0	-	a		
		A1 교대	105.8	-	a	0.10	a
		P1 교각	104.0	-	a		
		P2 교각	103.7	-	a		
		P3 교각	109.5	-	a		
		P4 교각	104.6	-	a		
		P5 교각	105.8	-	a		
		P6 교각	105.5	-	a		
		P6 교각(비건전)	106.4	100.9	a		
	영천방향	S1 바닥판하면	102.8	-	a	0.10	a
		S3 바닥판하면	101.3	-	a		
		S5 바닥판하면	104.9	-	a		
		S7 바닥판하면	101.1	-	a		
		S3 가로보	102.8	-	a		
		S2-G5 거더	104.3	-	a		
		S4-G5 거더	105.9	-	a		
		S6-G5 거더	102.2	-	a		
		A2 교대	110.0	-	a	0.10	a
		P1 교각	104.6	-	a		
		P2 교각	106.4	-	a		
		P3 교각	101.5	-	a		
		P4 교각	107.6	-	a		
		P5 교각	108.9	-	a		
		P6 교각	104.6	-	a		
		P6 교각(비건전)	103.7	99.3	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 24.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		45@7 = 315m
교폭		24.3m
바닥판의 높이		0.24m
거더 갯수		10
2차 부재		L=2.74m, 교축방향 22.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시
	해안 이격거리	500m 초과

【표 24.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

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

【표 24.6.13】 열화환경지표의 평가

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

24.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 24.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.100	b	1.0	0.100
결함도점수				0.100
내구성능평가 결과				A

24.7 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.

24.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 0.46~0.80로 평가되었다.

【표 24.7.1】포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	315.0	0.46	e등급
	상주영천고속도로	상주	2	315.0	0.46	e등급
	상주영천고속도로	영천	1	315.0	0.80	e등급
	상주영천고속도로	영천	2	315.0	0.80	e등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0미만으로 산정되어 양호한 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 측정하였으며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

(2) 분석결과

■ 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 5.509~7.354㎜/s, 7.5~7.7Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

■ 해당 교량의 경우 교각은 방향별 각 6기가 시공되어있으며, 점검로는 전개소 모두 설치되어 있지 않은 상태로, e등급으로 평가된다.

【표 24.7.2】 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	○

■ 점검로가 교각의 40% 미만 설치되어 있고, 양호한 상태로 e등급으로 평가된다.

5) 교통량

대상 시설물의 낙동JCT~영천JCT의 2022년 평균 수요예측 및 상주영천고속도로 소요실제 교통량 조사 결과, 수요예측 교통량은 49,877/일이며, 소요실제 교통량은 30,787/일로 수요예측/수요실제의 비율이 100% 이상으로 산정되어 a등급으로 평가되었다.

【표 24.7.3】 교통량의 성능평가

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

24.7.2 사용성능평가 결과

【표 24.7.4】 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	e	1.0
	수요 및 용량	교통량	0.195	a	0.1
				결함도점수	0.675
				등급	D

■ 사용성능 최종 등급을 산정하면, 1.0×0.247(포장상태) + 1.0×0.202(진동사용성) + 1.0×0.206(점검시설의 유무) + 0.1×0.195(교통수요) = 0.675

24.8 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 24.8.1】종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	가래실교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.191	b	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) = ∑(성능별 결함도 점수(E_n) × 성능간 가중치(W_n) = 0.191 × 0.68 + 0.100 × 0.19 + 0.675 × 0.13 = 0.236 • 종합 성능평가지수(E) : 0.236 • 종합성능평가 결과 : B등급		

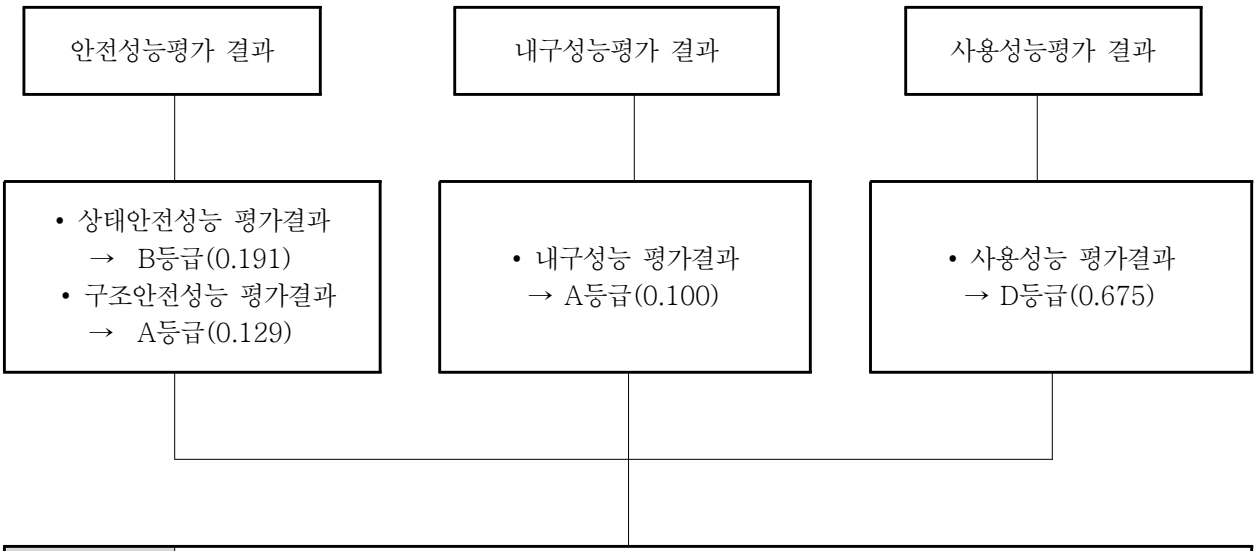
24.9 유지관리 전략제안

24.9.1 성능목표 등급 산정

【표 24.9.1】성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 813대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	16.0km
성능목표 등급	B(0.20≤X<0.26)

24.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



종합평가	B등급
성능목표	B등급
분석결과	• 성능평가 실시 결과, 안전성능 평가 B등급, 내구성능 평가 A등급, 사용성능평가 D등급으로 분석되어 최종 종합평가 등급은 B등급으로 판정되었다. • 이는 시설물의 성능평가 목표인 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.

24.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향

【표 24.9.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	백태	표면처리	0.19	0.29	㎡	-	-	하자
가로보	망상균열	표면처리	120.0	180.00	㎡	-	-	하자
	백태	표면처리	1.71	2.57	㎡	-	-	하자
	박리, 들뜸	단면보수	0.27	0.41	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	6.00	2.25	㎡	-	-	하자
	누수흔적	표면처리	2.00	3.00	㎡	-	-	하자
교각	망상균열	표면처리	135.00	202.50	㎡	-	-	하자
	재료분리	단면보수	0.09	0.14	㎡	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	21.50	8.06	㎡	54	435	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	3.20	1.20	㎡	54	65	2순위
	무수축몰탈 들뜸	단면보수	0.04	0.06	㎡	165	10	2순위
	받침콘크리트 백태	표면처리	0.02	0.03	㎡	54	2	2순위
	Plate부식	재도장	2.00	3.00	EA	40	120	3순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	27.00	10.13	㎡	54	547	3순위
	차수판 앵커, 볼트탈락	정비	5.00	7.50	EA	25	188	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	1,960.00	2,940.00	㎡	54	158,760	1순위
방호벽	균열부백태	표면처리	2.80	4.20	㎡	54	227	3순위
	접속부 파손	단면보수	0.45	0.68	㎡	165	112	3순위

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	158,760	512	1,194
	재경비 (순공사비의 50%)	79,380	256	597
	합계	238,140	768	1,791
개략공사비 총계(천원)		240,699		

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

나. 영천방향

【표 24.9.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	철근노출	단면보수(방청)	0.05	0.08	㎡	-	-	하자
거더	망상균열	표면처리	6.00	9.00	㎡	-	-	하자
	박락	단면보수	0.40	0.60	㎡	-	-	하자
가로보	망상균열	표면처리	12.00	18.00	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	9.00	3.38	㎡	-	-	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	11.00	4.13	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면처리	79.00	118.50	㎡	-	-	하자
	파손, 박락	단면보수	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	10.30	3.86	㎡	54	208	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.50	0.94	㎡	54	51	2순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.05	0.08	㎡	165	13	2순위
	받침콘크리트 백태	표면처리	0.08	0.12	㎡	54	6	2순위
	Plate부식	재도장	1.00	1.50	EA	40	60	3순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	16.60	6.23	㎡	54	336	2순위
	차수판 탈락	정비	1.00	1.00	EA	25	25	3순위
	차수판 앵커 탈락	정비	5.00	5.00	EA	25	125	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	1,890.00	2,835.00	㎡	54	153,090	1순위
	파손	단면보수	0.14	0.21	㎡	165	35	2순위
배수시설	배수관 식생	정비	1.00	1.00	EA	25	25	1순위
방호벽	파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	3	3순위
	균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.50	0.56	㎡	54	30	3순위

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	153,115	649	243
	재경비 (순공사비의 50%)	76,558	325	122
	합계	229,673	974	365
개략공사비 총계(천원)		231,012		

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 24.9.4】 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		
표면처리	0.19	0.29	-	-	백태	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	120.00	180.00	-	-	망상균열	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	15
표면처리	1.71	2.57	-	-	백태	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	15
단면보수	0.27	0.41	-	-	박리, 들뜸	가로보	안전 성능	d	1.00	0.04	0.68	0.30	0.00816	7
표면처리	6.00	2.25	-	-	균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	2.00	3.00	-	-	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	135.00	202.50	-	-	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
단면보수	0.09	0.14	-	-	재료분리	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	21.50	8.06	54	435	몰탈균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	3.20	1.20	54	65	콘크리트균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
단면보수	0.04	0.06	165	10	몰탈들뜸	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	0.02	0.03	54	2	콘크리트백태	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
재도장	2.00	3.00	40	120	Plate부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	27.00	10.13	54	547	균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
정비	5.00	7.50	25	188	볼트탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
표면처리	196.00	294.00	54	158760	망상균열	교면포장	안전 성능	d	1.00	0.04	0.68	0.30	0.00816	7
표면처리	2.80	4.20	54	227	균열부백태	보호시설	안전 성능	b	2.00	0.02	0.68	0.09	0.00245	15
단면보수	0.45	0.68	165	112	접속부파손	보호시설	안전 성능	a	3.00	0.02	0.68	0.05	0.00204	18

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 24.9.5】 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(방청)	0.05	0.08	-	-	철근노출	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
표면처리	6.00	9.00	-	-	망상균열	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
단면보수	0.40	0.60	-	-	박락	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
표면처리	12.00	18.00	-	-	망상균열	가로보	안전 성능	d	1.00	0.04	0.68	0.30	0.00816	10
표면처리	9.00	3.38	-	-	균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	11.00	4.13	-	-	균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	79.00	11850	-	-	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
단면보수	0.06	0.09	-	-	파손, 박락	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	10.30	3.86	54	208	몰탈균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
표면처리	2.50	0.94	54	51	콘크리트균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
단면보수	0.05	0.08	165	13	재료분리	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
표면처리	0.08	0.12	54	6	콘크리트박리	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
재도장	1.00	1.50	40	60	Plate부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
표면처리	16.60	6.23	54	336	균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
정비	1.00	1.00	25	25	차수판탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
정비	5.00	5.00	25	125	앵커탈락	신축이음	안전 성능	d	1.00	0.07	0.68	0.30	0.01428	3
표면처리	189000	28350	54	153090	망상균열	교면포장	안전 성능	b	2.00	0.04	0.68	0.09	0.00490	17
단면보수	0.14	0.21	165	35	파손	교면포장	안전 성능	a	3.00	0.04	0.68	0.05	0.00408	20
정비	1.00	1.00	25	25	배수관식생	배수시설	안전 성능	b	4.00	0.03	0.68	0.09	0.00734	15
단면보수	0.01	0.02	165	3	파손	보호시설	안전 성능	a	5.00	0.02	0.68	0.05	0.00340	21
표면처리	1.50	0.56	54	30	균열	보호시설	안전 성능	b	6.00	0.02	0.68	0.09	0.00734	15

다. 유지관리 전략 제안

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

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

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.236으로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$을 만족하지 못하므로 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 실시한다면 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$을 만족할 것으로 판단된다.

24.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 가상리(상주영천고속도로 75.516~75.673km)에 위치한 교량으로서 총 연장 315.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어, 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

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.

24.10.1 현장조사결과

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 캔틸레버부 백태가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 일부구간에서 백태가 추가 조사되었다.
- 바닥판하면에 발생된 백태의 경우, 캔틸레버 및 배수관 주변에서 발생되었으며, 이는 단부를 통한 우수유입 및 배수관 주변 누수에 의한 손상으로 추정된다. 백태는 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) LIT Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 거더의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 백태, 박리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태 및 들뜸이 추가 조사되었다. 가로보는 현재 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.
- 가로보에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 균열폭은 0.3㎜미만의 표면균열인 것으로 판단된다. 망상균열은 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요망된다. 백태의 경우 시공초기 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의

진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

- 박리, 들뜸의 경우 바닥판과 가로보의 경계면에 발생되었으며, 시공미흡에 의한 손상으로 추정된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3㎜미만), 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 교대에 발생된 균열(0.3㎜미만)의 경우 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음을 통한 우수유입 및 외측에서 유입된 우수에 인한 누수흔적이 조사되었고, 손상의 진전 방지를 위한 신축이음부와 연계한 보수, 표면처리 등의 조치가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 재발생 여부를 확인하는 것이 필요하다고 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 신규 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.
- 교각에 발생한 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 금회 정밀조사시 손상의 진전은 없는 상태이며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 재료분리의 경우 시공미흡, 다짐미흡, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 추정되며, 현재 손상정도는 경미하나 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 무수축몰탈 들뜸, 받침콘크리트 백태, Plate부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 것으로 확인되었다.
- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열, 백태는 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화, 수분접촉에 의한 손상으로 추정되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은

아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 조치가 필요하다.

- 무수축몰탈 들뜸의 경우 시공미흡, 피복부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다. 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망되며, 거푸집 미제거의 경우 교량받침의 원활한 유지관리를 위한 거푸집 제거 등의 정비가 필요할 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 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(폭 0.3㎜미만), 차수판 앵커 및 볼트탈락, 본체부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 본체부식이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 본체부식의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 우수에 의한 갓길측 체수, 열화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하고 주기적인 정비를 통한 유기관리가 필요하다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 차수판의 경우 주기적인 점검 및 정비가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 접속부 침하, 접속부 이격이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 포장보수를 실시하여 이격보수가 조사되었다.
- 교면포장에 발생된 망상균열 및 재료분리의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 접속슬래브에 발생된 침하흔적, 이격의 경우, 시공초기 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유

실 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재상태에서 별도의 조치를 취하기보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 파악 후 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설은 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통해 원활한 배수를 유지하는 것이 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열부백태가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열부백태, 접속부 파손이 신규 조사되었다. 낙하물방지망은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 균열부백태의 경우, 중분대에 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등의 원인으로 발생한 미세균열에 습기흡착 등으로 발생한 2차 손상이다. 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 확대 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 재손상, 신규손상의 발생여부를 파악하는 유지관리가 필요하다.
- 파손의 경우, 접속부 침하에 의한 손상으로 손상의 진전방지를 위한 단면보수가 필요하다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.4~28.8㎫, 거더 45.0~57.6㎫, 교대 25.4~27.0㎫, 교각 28.0~29.3㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0㎫, 거더: 45.0㎫, 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 3.0~3.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0㎜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

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 바닥판하면에 발생된 철근노출의 경우, 피복부족에 의한 손상으로 추정되며, 습기흡착 등으로 인한 철근부식, 박락 등 2차 손상으로의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수(방청) 등의 조치가 필요하다고 판단된다.

2) LIT Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열 및 박락이 확인되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 기존손상인 재료분리는 보수를 실시한 것이 확인되었다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 거더에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 박락의 경우 시공미흡, 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수조치가 요망된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열이 확인되었으며, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 가로보는 현재 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.
- 가로보에 발생된 망상균열의 경우, 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(폭 0.3㎜미만)이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열이 일부 추가 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양

호한 상태이다.

- 교대 흉벽에 발생된 균열(폭 0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열, 망상균열, 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 점검에서 균열 및 망상균열, 파손이 신규 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.
- 교각 코핑부에 발생된 균열 및 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상으로 판단된다. 금회 조사된 손상부에 대한 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 교각 코핑부에 발생된 파손, 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리, 백태, Plate부식이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 균열 및 고무재 갈라짐이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 것으로 확인되었다.
- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열, 백태는 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화, 수분접촉에 의한 손상으로 추정되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면보수 등의 조치가 필요하다.
- 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 고무재 갈라짐의 경우, 장기공용 및 열화 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 손상의 진전 및 추가 발생시 일괄적으로 보수하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재도장 등의 조치가 요망되며, 거푸집 미제거의 경우 교량받침의 원활한 유지관리를 위한 거푸집 제거 등의 정비가 필요할 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, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

■ 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3㎜미만), 차수판 탈락, 차수판 앵커탈락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 본체부식, 차수판 앵커탈락이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.

■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

■ 본체부식의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 우수에 의한 갓길측 체수, 열화 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하고 주기적인 정비를 통한 유기관리가 필요하다.

■ 차수판 탈락 및 차수판 앵커 탈락의 경우 거더의 시공미흡, 신축작용, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 필요하며, 차수판 탈락의 경우 손상의 진전시 하부로 낙하되면 사고를 유발할 수 있기에 조속한 조치가 요망된다.

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

8) 교면포장

■ 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 접속부 침하, 접속부 이격이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 포장보수를 실시하여 이격보수가 확인되었고, 정밀조사로 파손이 일부 추가 조사되었다.

■ 교면포장에 발생된 망상균열, 파손의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.

■ 접속슬래브에 발생된 침하흔적, 이격의 경우, 시공초기 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재상태에서 별도의 조치를 취하기보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 파악 후 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 A1에서 배수관 식생이 확인되었고, 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에서 발생한 배수관 식생 경우, 배수관 집수부에 토사, 식물 종자 등이 유입되어 배수되지 못하고 성장하여 발생한 손상으로 확인되며, 지속적인 방치시 원활한 배수가 불가능하고 나아가 배수관에 손상을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 이에 정비를 실시하여 배수를 원활하게 하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열, 파손이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 신규 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 낙하물방지망은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 방호벽에 발생한 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수조치가 필요하다.
- 균열(0.3㎜미만)의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태이다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.3~28.7㎫, 거더 46.0~57.7㎫, 교대 26.4~27.6㎫, 교각 27.4~29.4㎫ 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 2.0~3.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~6.5㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

24.10.2 성능평가 결과

【표 24.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	가래실교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.191	b	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) = Σ(성능별 결함도 점수(E_n) × 성능간 가중치(W_n) = 0.191 × 0.68 + 0.100 × 0.19 + 0.675 × 0.13 = 0.236 • 종합 성능평가지수(E) : 0.236 • 종합성능평가 결과 : B등급		

24.10.3 종합결론

- 가래실교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 철근노출, 거더 망상균열, 가로보 들뜸, 교대 균열, 교각 망상균열, 교량받침 무수축몰탈 균열, 신축이음 후타재 균열, 교면포장 포장 망상균열 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(0.236)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.

24.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

24.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장의 망상균열은 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

24.10.6 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.