

26. 도림천교

- 26.1 시설물 개요
- 26.2 자료수집 및 분석
- 26.3 현장조사
- 26.4 콘크리트 내구성조사
- 26.5 안전성능 평가
- 26.6 내구성능 평가
- 26.7 사용성능 평가
- 26.8 종합성능평가
- 26.9 유지관리 전략제안
- 26.10 종합결론 및 건의사항

26. 도림천교

26.1 시설물의 개요

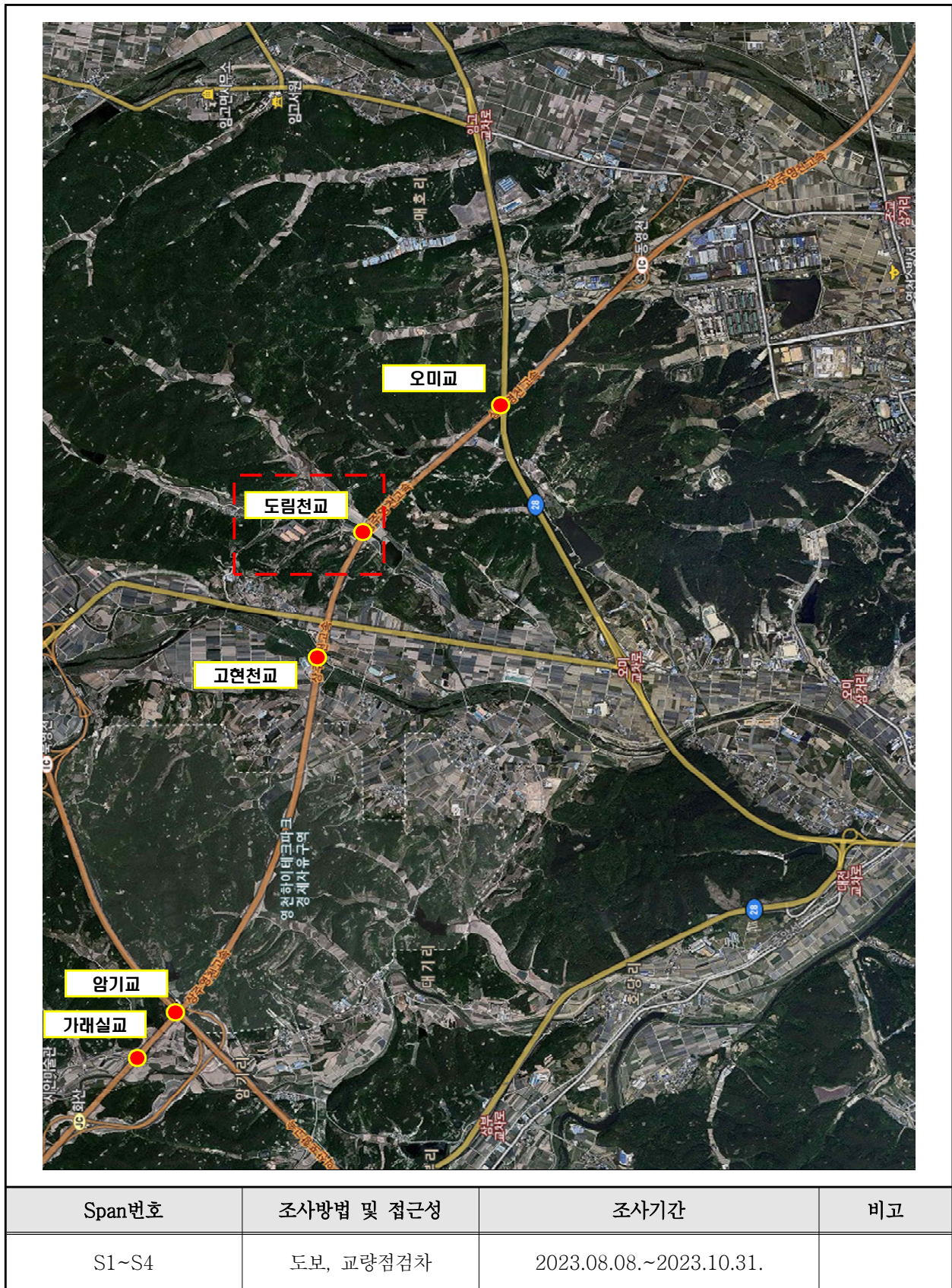
본 시설물은 경상북도 영천시 도림동(상주영천고속도로 80.169~80.349km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

26.1.1 일반사항

【표 26.1.1】 도림천교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000278		관리번호		SY BR.34	
시설물위치		경상북도 영천시 도림동 1098-1		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		80.169~80.349km		공사이정		4.811~4.991km	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=180.0m, (4@45m=180m)					
	폭	B=24.3m, 4차로					
구조 형식	상부	DR GIRDER		기초 형식	교대	말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : T형			교각	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		모노셀, 핑거	
교차시설물		도림천		통과높이		-	
부착시설내용		-					
시 공 자		두산건설(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

26.1.2 위치도 및 전경사진

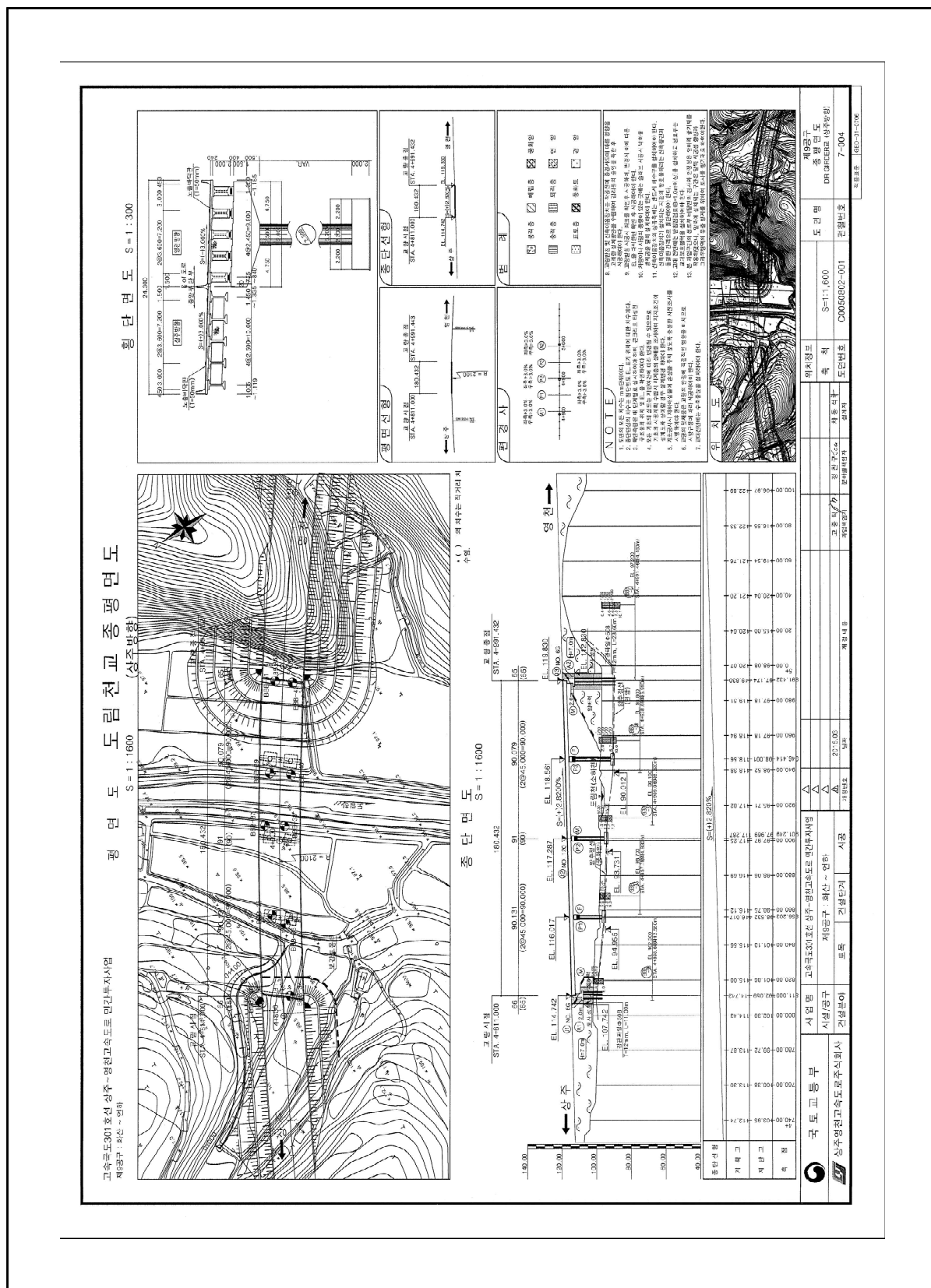


【그림 26.1.1】 위치도

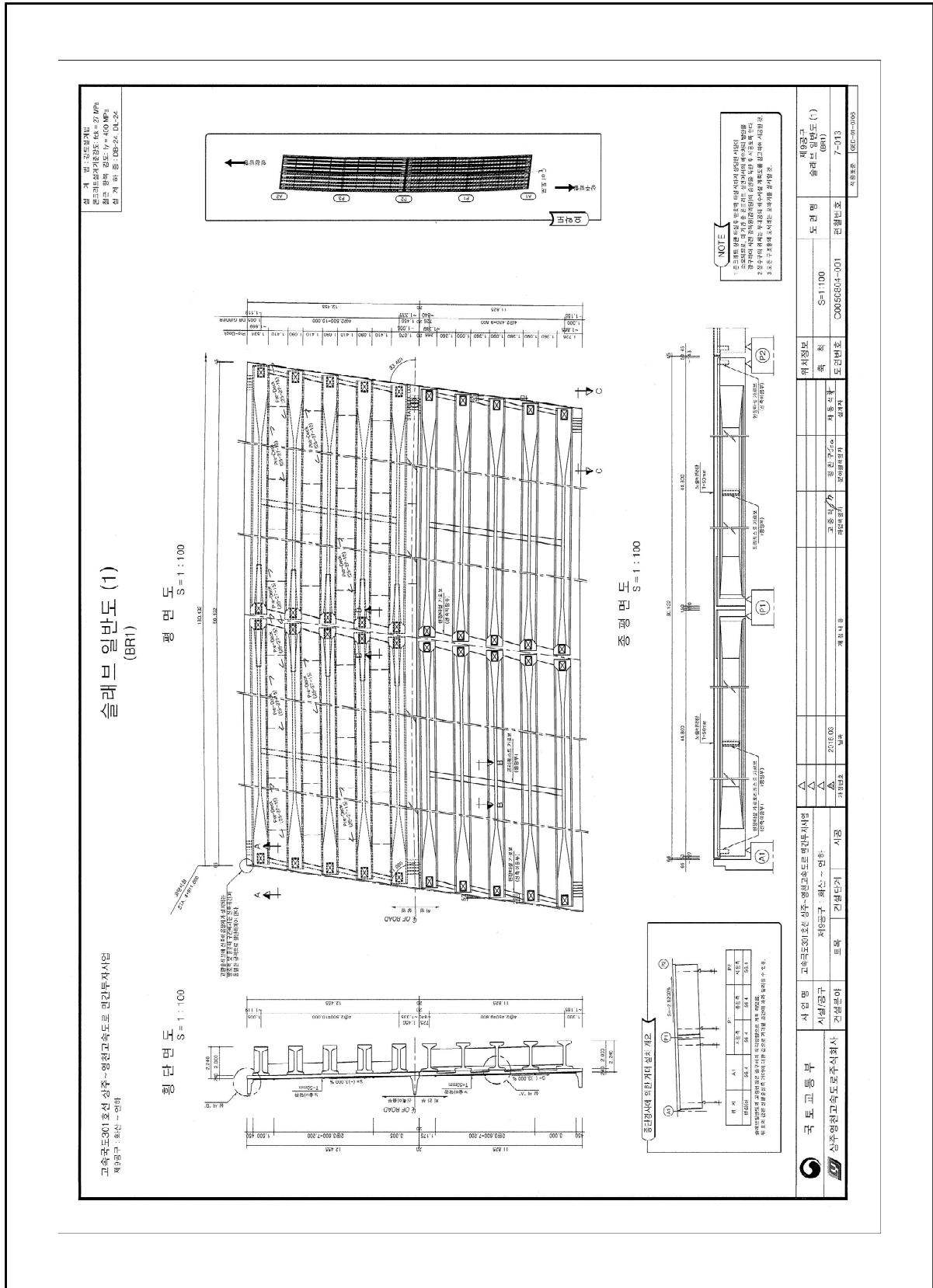
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 26.1.2】 부재별 현황

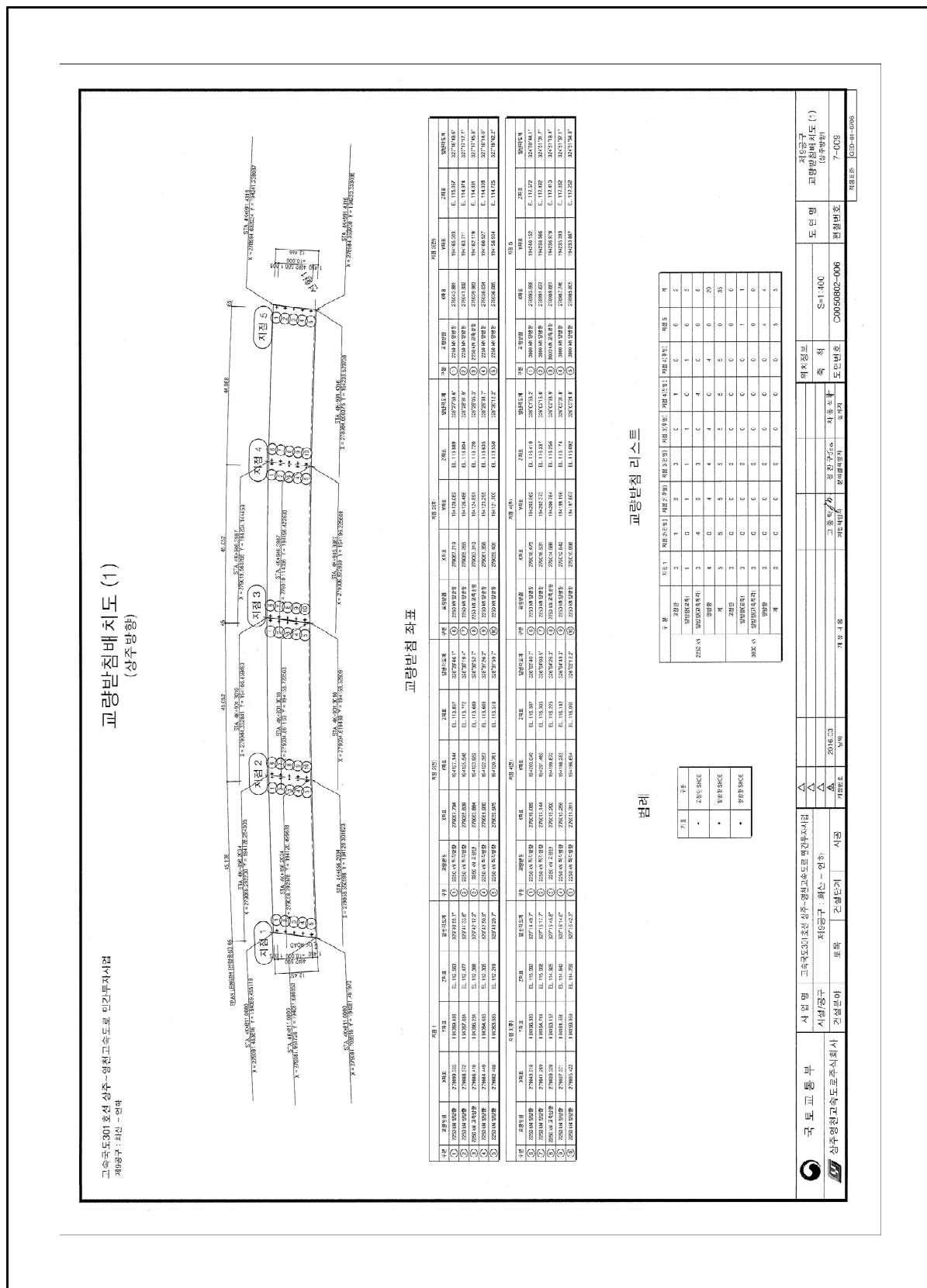
26.1.3 시설물 일반도



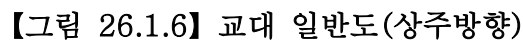
【그림 26.1.3】 평면 및 종단면도

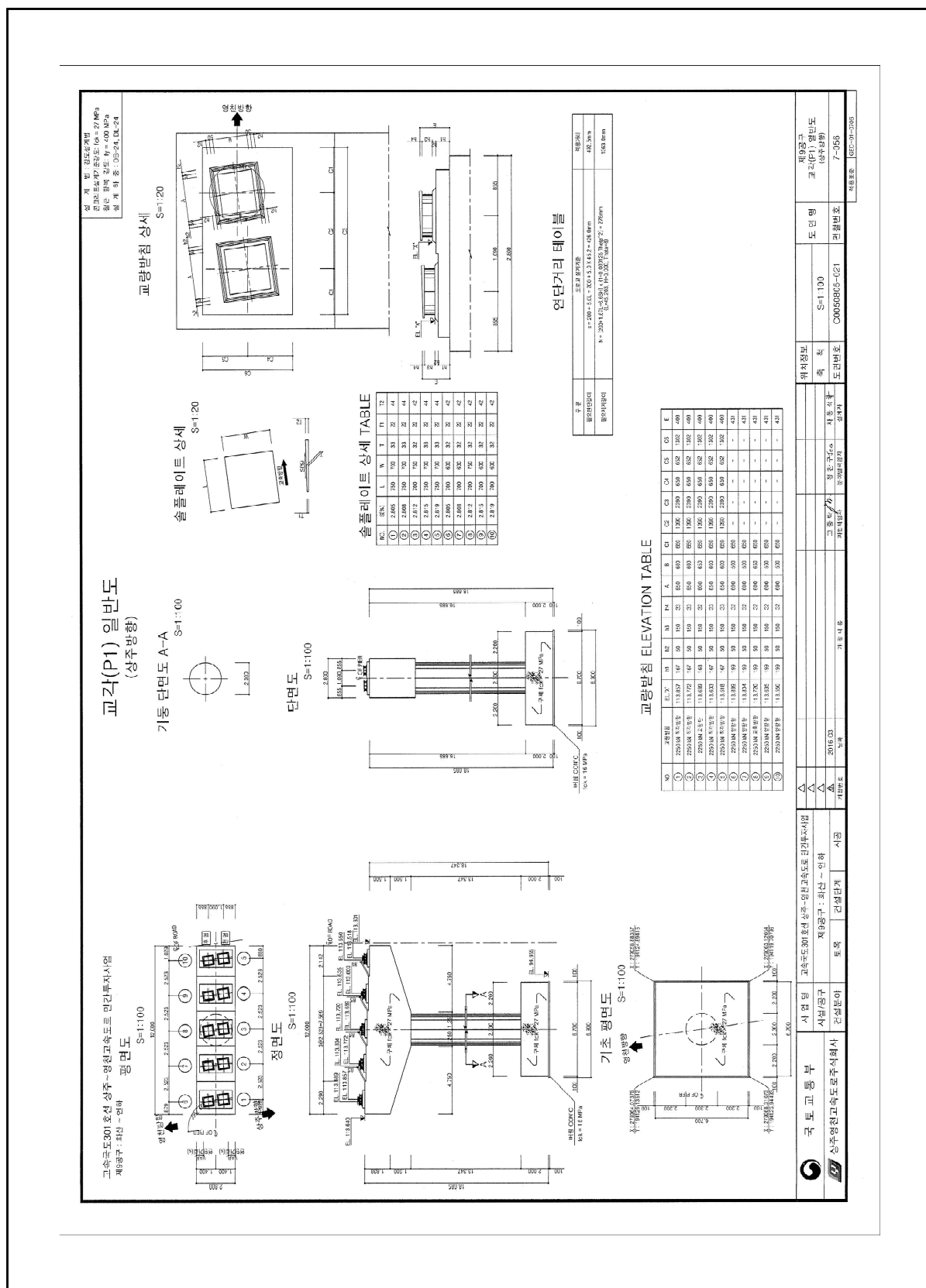


【그림 26.1.4】 슬래브 일반도

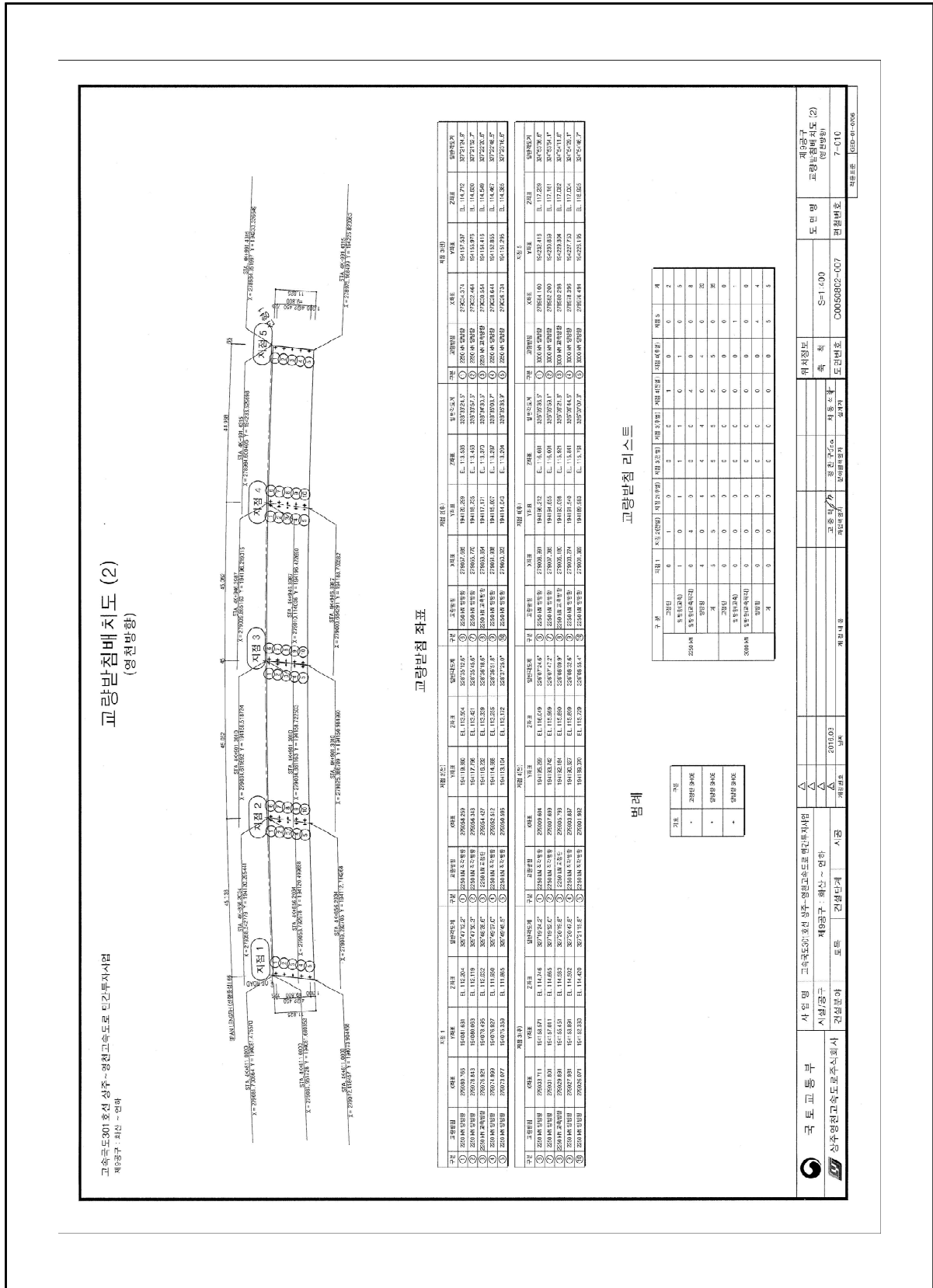


【그림 26.1.5】 교량받침 배치도(상주방향)

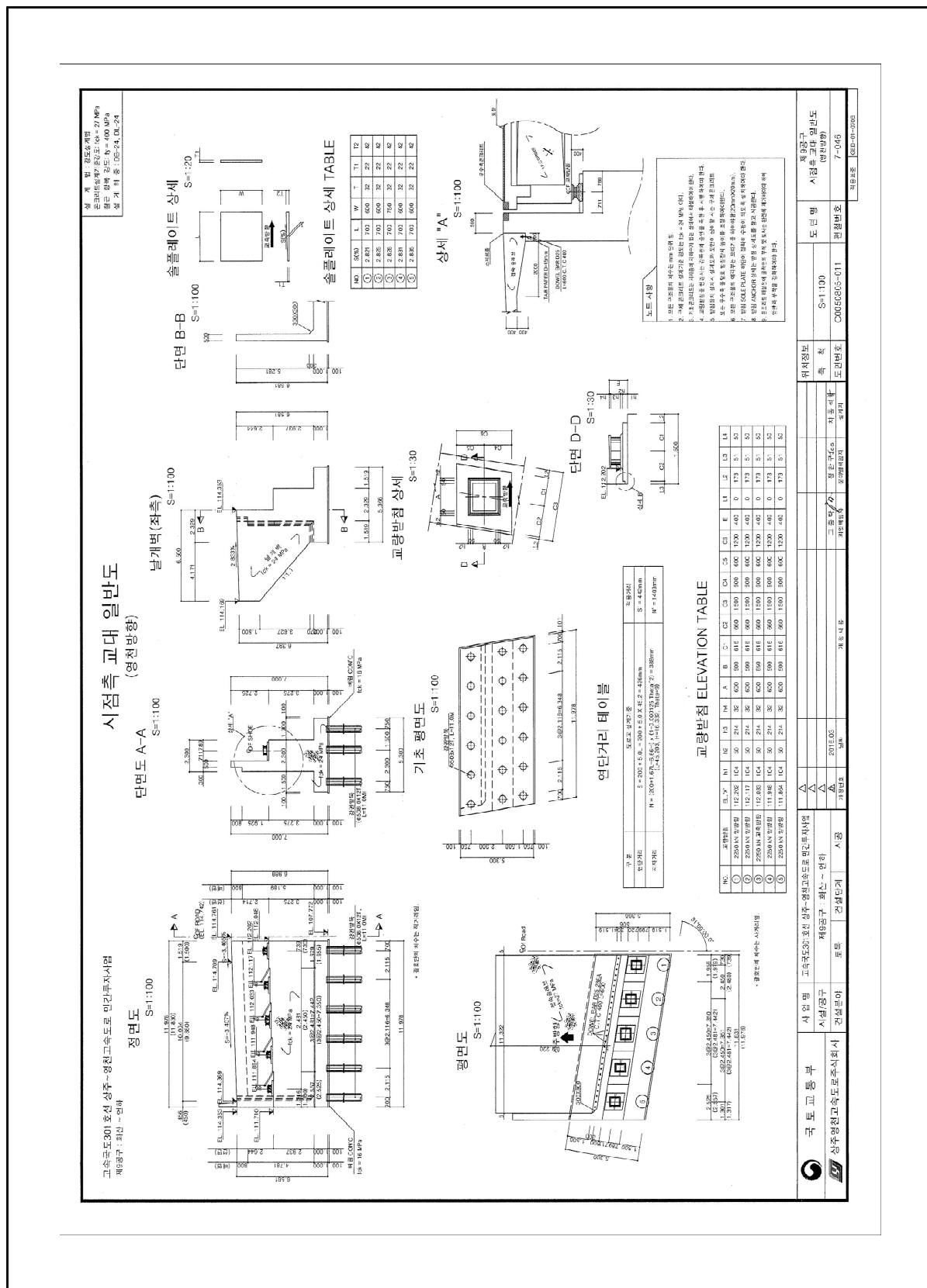




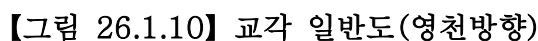
【그림 26.1.7】 교각 일반도(상주방향)

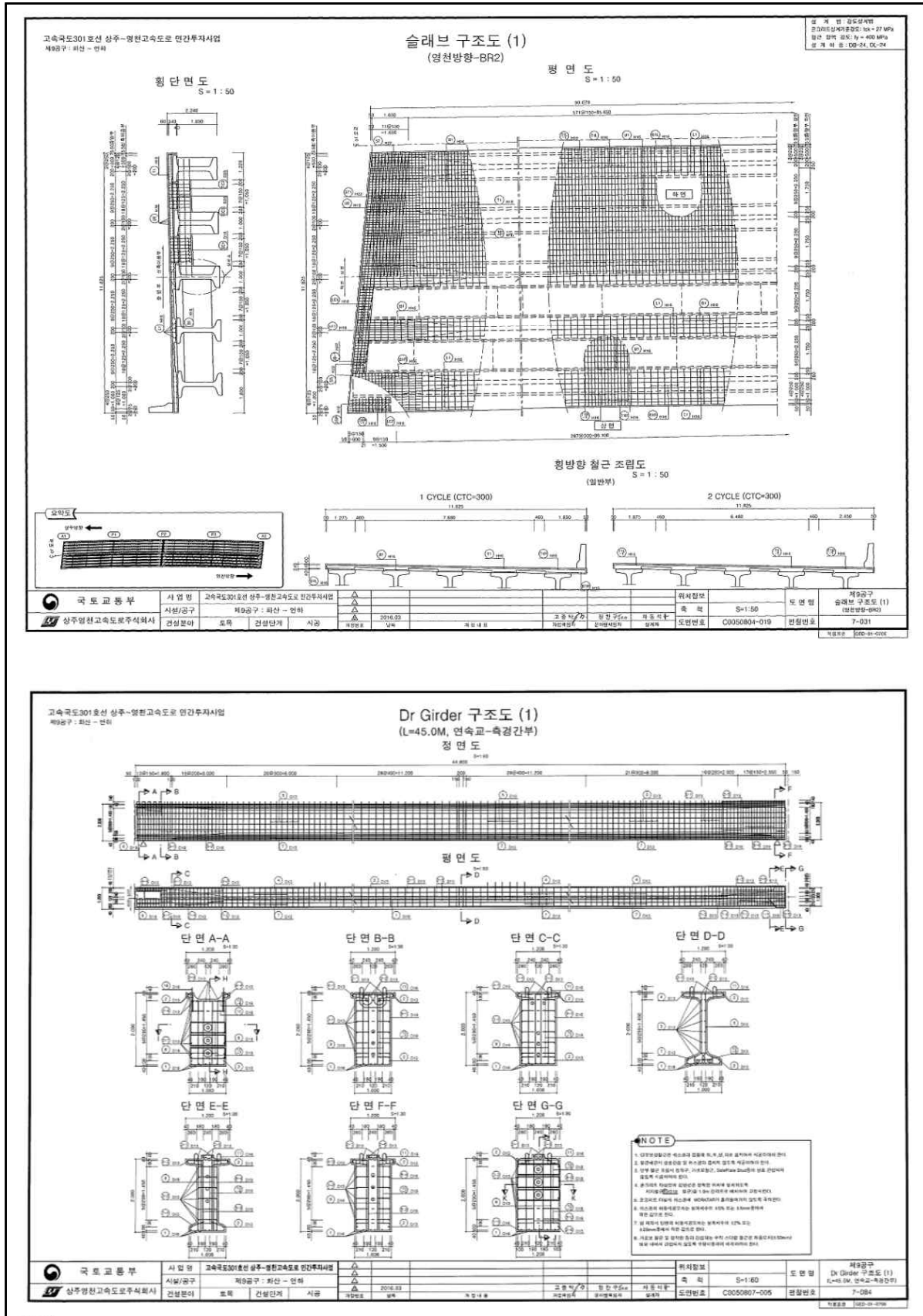


【그림 26.1.8】 교량받침 배치도(영천방향)

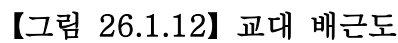


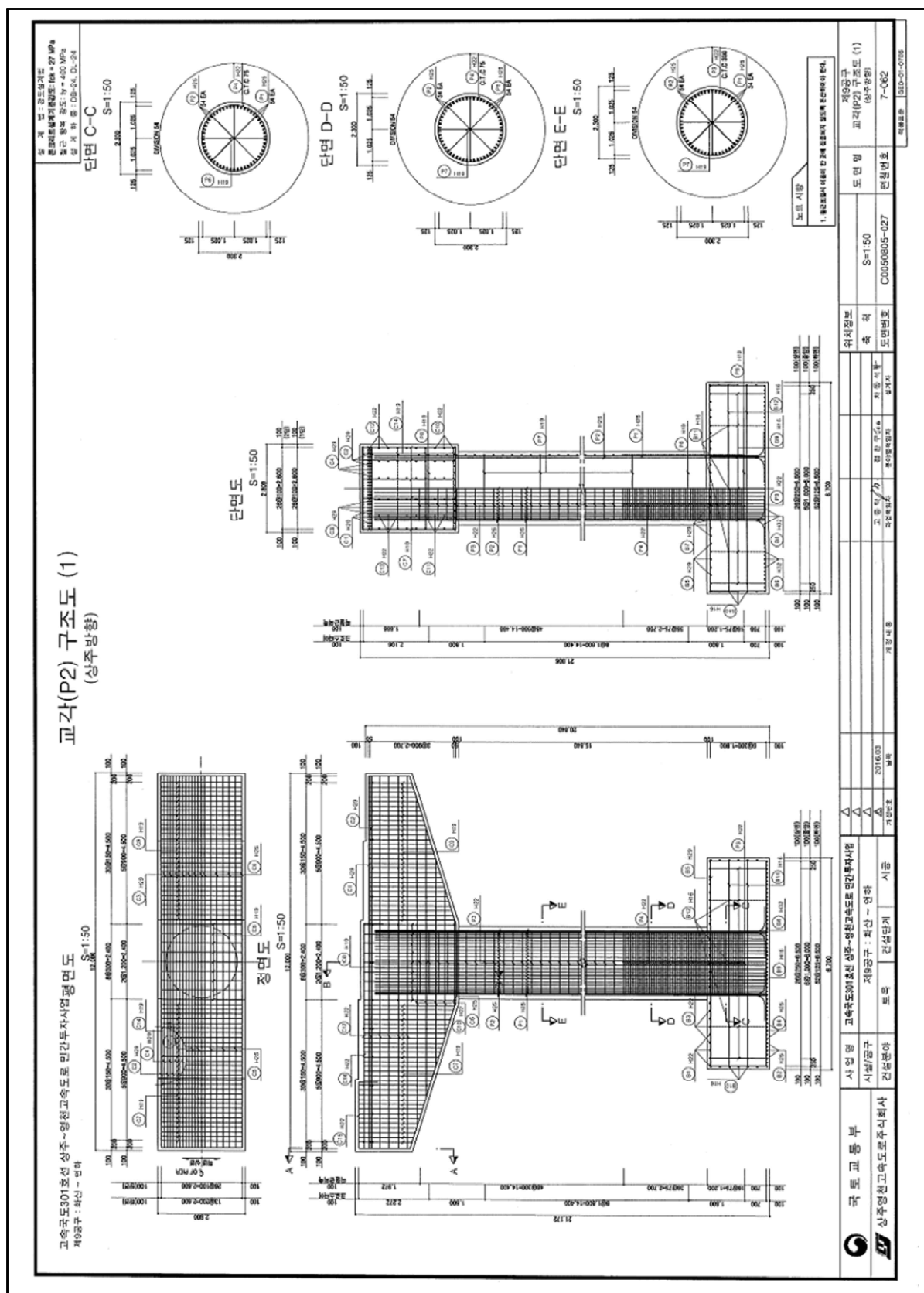
【그림 26.1.9】 교대 일반도(영천방향)





【그림 26.1.11】 바닥판하면 및 거더 배근도





【그림 26.1.13】 교각 배근도

26.2 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.

26.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

2.2 지형 및 지질조사

2.2.1 지형 및 지질

가. 지형

본 조사가 실시된 지역은 행정구역상 경상북도 영천시 화산면 가산리에서 경상북도 영천시 연화동에 이르는 지역으로서 본 조사지역의 특징을 산개와 수계로 나누어 나타내면 아래와 같다.

산개 : 전체적으로 낮은 구릉지형 이루고 있으나 과업구간의 북서쪽과 북동쪽은 비교적 높은 산계를 이루고 있고 과업노선의 높이는 50~100m의 비교적 낮은 산을 만나 지나가고 있다.

수계 : 과업노선의 남쪽으로 금강강이 흐르고 있고 북쪽으로는 고현천과 자호천이 남북방향으로 흐르고 있으며 특히 고현천은 과업노선의 중앙부를 통과하고 있다. 과업노선 내 위치한 하천들은 복잡한 지형을 형성하고 있다.

나. 지질

과업구간의 지질은 변성암 상위를 부정합으로 높은 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암) 등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이다. 과업구간의 구성암상은 총적암층과 호성층에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 **춘산층(반이암층)**의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암의 양상을 보인다. 과업구간에 분포하는 춘산층을 포함하는 함안층은 대구시로부터 남쪽으로 사천시에 이르며 의령군 부근에서 넓은 분포를 보인다. 세일과 사암, 이암, 응회질 사암 등으로 이루어지며 주로 자색층이 우세하다. 사암은 세일에서 조립질까지 다양하며 역질사암상을 보이기도 한다. 분층에는 건질, 연층, 사층리 등의 퇴적구조들이 발달이 현저하다. 함안층(사곡층)은 주로 자색 세일과 이암으로 구성되어 있으나 반이암층과의 경계부에서는 자색층과 당녹색층이 호층을 이루어 당녹색 세일층으로 구성되어 있는 반이암층으로 변화한다. 반이암층의 상부에서도 당녹색이 점차로 암회색으로 점이되어 암회색-암녹색 세일과 암수성 석회암으로 구성되어 있는 자암층을 이룬다. 과업구간 전체에 걸쳐 나타나는 춘산층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층으로, 중부는 기사동 역암으로 특징 지워진다. 구산동층회암은 주로 화산기암의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되어 있으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모암을 갖으며, 석물의 줄기와 암 화석들이 산출된다. (Tatewa, 1929) 춘산층에서 나타나는 세일의 구성광물은 석영, 방해석, 점토광물이며 주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 춘산층 세일의 주 구성광물은 아작 내지 라삭의 석영, 방해석, 유기물, 분모 물질도양을 등이다.

2-9

상주-영천 고속도로 민간투자사업

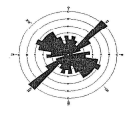
지질개요

지질시대	층명	특성	비고
제4기	충적층(Qa)	-하천 및 산적 퇴적물-	
	충적층(Kid) 상충적층(Kad)	-과립의 지질-	-전 구간에서 기반암을 관입-
요동기	충적층(Kad)	-관입 및 분출-	
	충적층(Kad)	-암회색, 흑회색, 적색 이암 및 세일, 하수성에서 석회질, 분모, 다량 분포-	-전 구간에서 암체 분포-

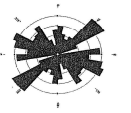
인공위성 영상에 의한 선구조 분석



Frequency Rose Diagram

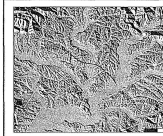


Length Rose Diagram

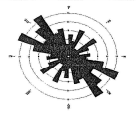


-반복결과 총 96개의 대, 소 선구조 파악
-주요 선구조의 방향은 N400°~500E이며, N600°~700W 방향이 그 다음으로 우세하게 나타난다
-과립노선과는 4개의 선구조가 교차할 것으로 판단됨
-과업구간의 지구조선은 양산단층계를 따라 형성된 N30~40°방향의 긴 구조선과 기음단층계를 따라 형성된 N40~50°방향의 짧은 구조선이 발달함

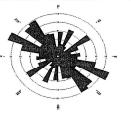
음의기복도에 의한 선구조 분석



Frequency Rose Diagram



Length Rose Diagram

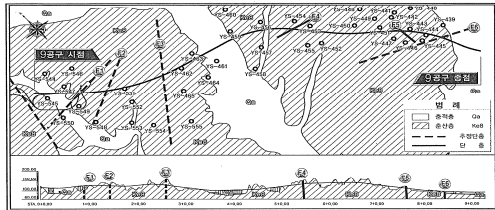


-반복결과 총 137개의 대, 소 선구조 파악
-주요 선구조의 방향은 N500°~700W이며 다음으로 N300°~400W, N400°~500W 방향이 우세함
-사에서 방향의 기음단층계에 의한 선구조가 우세하게 나타난다
-과립노선과는 7개의 선구조가 교차할 것으로 판단됨
-37개의 선구조를 확인하였으며 1개의 주요 선구조군과 2개의 부 선구조군 확인

2-10

제2장 조 사

< 지질도 >



분포양상 현미경분석 결과

춘산층 흑색세일(Black Shale)		
적교나를 하에서의 박편사진	개방나를 하에서의 박편사진	참고사항
(a)	(b)	-주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 이들 암회색 외곽에 암회색 연한 또는 개질적인 암체들의 광물상 또는 생물학적 상상의 변태에 의해 형성되기도 하며, 개질에 따른 조류의 변성에 의해 형성되기도 한다.

춘산층 이암(Mudstone)		
적교나를 하에서의 박편사진	개방나를 하에서의 박편사진	참고사항
(a)	(b)	-주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 이들 이암층 외곽에 암회색 연한 또는 개질적인 암체들의 광물상 또는 생물학적 상상의 변태에 의해 형성되기도 하며, 개질에 따른 조류의 변성에 의해 형성되기도 한다.

2-11

제2장 조 사

구분	구분	표고 (E.L. m)	매립층 (m)	퇴적층 (m)	충적층 (m)	충적층 (m)	연암 (m)	경암 (m)	계 (m)	지하수 (G.L. m)
도림천교	BBB-33	102.27	-	-	1.8	-	4.2	-	6.0	2.3
	BBB-34	101.39	0.7(전단)	-	2.3	0.7	3.0	-	6.7	2.1
	BBB-35	98.67	0.4(전단)	-	2.4	0.5	3.0	-	6.3	1.0
	BBB-36	98.67	0.4(전단)	-	1.4	0.5	3.7	-	6.0	0.9
	BBB-37	99.12	1.5	2.4	0.8	-	3.0	-	7.7	1.2
	BBB-38	99.01	1.4	2.2	1.1	-	3.0	-	7.7	1.5
	BBB-39	98.77	2.0	4.7	-	-	3.3	-	10.0	1.8
	BBB-40	98.71	2.3	4.4	-	-	3.3	-	10.0	1.8
	BBB-41	97.20	0.4(전단)	6.2	-	0.7	3.4	-	10.7	3.8
	BBB-42	97.20	0.4(전단)	6.1	-	0.7	0.6	8.7	16.5	3.6

지층구분	충적층도 (m)	충적층 (m)	구성토질 및 암종	N치 (TCF/RQD)
매립층	-	0.4~2.3	모래질 점토, 점토질 모래	1/30~9/30
퇴적층	1.4~2.3	2.2~4.7	실트질 모래, 점토질 모래	1/30~8/30
충적층	0.0~3.9	0.8~2.4	실트질 점토, 점토질 모래	15/30~50/12
충적층	1.8~3.0	0.5~0.7	니질암의 충적층	50/9~50/5
연암	1.8~6.7	-	니질암	79~100/9~42
경암	-	-	-	-

도림2역교 (BBB-43~BBB-44)

-매립 및 충적층은 출현하지 않음

-충적층은 실트질 모래로 0.0m에서 출현하여 1.0~1.5m의 두께로 분포하며, N치는

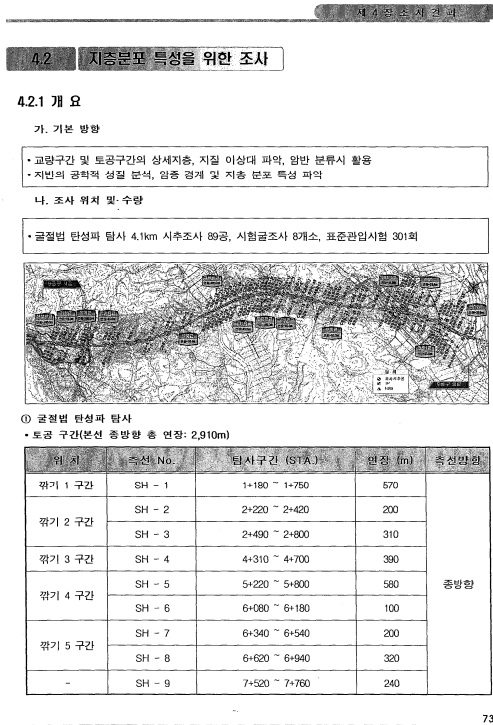
50/30~50/19 이 범위를 보임

-기반암은 1.0~1.5m 심도에서 출현하며, TCR=67~98%, RQD=5~50%

구 분	공 번	표 고 (E.L. m)	매립층 (m)	퇴적층 (m)	충적층 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지하수 G.L.(-)	
도림2 역교	888-43	132.80	-	-	1.0	-	5.0	-	6.0	1.3
	888-44	129.80	-	-	1.5	-	4.5	-	6.0	1.3

2-25

나. 지반 및 지질 조사보고서



73

지반조사결과

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

75

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

구분	구간	구간 No.	탐사구간 (STA)	연장 (m)	총심량 (m)
도림천교	SH - 1	1+180 ~ 1+750	570		중방향
도림2교	SH - 2	2+220 ~ 2+420	200		
오미교	SH - 3	2+490 ~ 2+800	310		
연하1교	SH - 4	4+310 ~ 4+700	390		
연하2교	SH - 5	5+220 ~ 5+800	580		
연하3교	SH - 6	6+080 ~ 6+180	100		
연하4교	SH - 7	6+340 ~ 6+540	200		
연하5교	SH - 8	6+620 ~ 6+940	320		
연하6교	SH - 9	7+520 ~ 7+760	240		

84

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

지층	구분	구간	구간 No.	탐사구간 (STA)	연장 (m)	총심량 (m)
도림천교	SH - 1	1+180 ~ 1+750	570			중방향
도림2교	SH - 2	2+220 ~ 2+420	200			
오미교	SH - 3	2+490 ~ 2+800	310			
연하1교	SH - 4	4+310 ~ 4+700	390			
연하2교	SH - 5	5+220 ~ 5+800	580			
연하3교	SH - 6	6+080 ~ 6+180	100			
연하4교	SH - 7	6+340 ~ 6+540	200			
연하5교	SH - 8	6+620 ~ 6+940	320			
연하6교	SH - 9	7+520 ~ 7+760	240			

90

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1.1 교량제형

· 형식 : PSC Girder교
DR(Detensionable and Retensionable) PSC Girder는 긴장력을 추가 또는 제거 할 수 있는 시스템으로 바닥면 제거시 거더 중앙부 하연의 교간장 상태를 긴장력 제거로 안정성을 도모할 뿐 아니라 공용중 유지보수를 추가 긴장력 도입이 요구 할때 필요 긴장력의 재도입이 가능한 PSC Girder이다.

· 교량등급 : 1등급
· 지간구성 : 2845.0+2845.0=180.0 m
· 폭원 : 12.455m
· 거단면적 : 2.50m
· 표면선형 : R=2100

1.2 하중

· 활하중 : DD-24, DL-24
· 충격계수 : $I = 15 / (40 + L) \leq 0.3$

1.3 사용재료

1.3.1 콘크리트

1) 배척골 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
2) PSC 거더 : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

1.3.2 강재

1) 배척관 : SD 400
2) PSC 거더 : SD 300
· SMC78 15.2mm(0.6") 7연선, 지질력세이션 광연선 사용

1.4 허용응력

1.4.1 바닥 콘크리트

· 허용 휨 압축 응력 : $f_{sa} = 0.41 f_{ck} = 10.6 \text{ MPa}$

1.4.2 프리스트레스 콘크리트

1) 프리스트레스 도입시의 항장응도
· $f_{si} = 0.8 f_{sk} = 32 \text{ MPa}$
2) 프리스트레스 도입 직후
· 허용 휨 압축 응력 : $0.55 f_{si} = 17.6 \text{ MPa}$
· 허용 휨 인장 응력 : $0.25 \sqrt{f_{si}} = 1.4 \text{ MPa}$
3) 설계하중 작용시
· 허용 휨 압축 응력 : $0.4 f_{sk} = 16.0 \text{ MPa}$
· 허용 휨 인장 응력 : $0.5 \sqrt{f_{sk}} = 3.2 \text{ MPa}$

1.4.3 PS 강재 (지질력세이션)

· 극한 강도(f_{pu}) : 1,900 MPa
· 항복 강도(f_{py}) : 1,600 MPa

1) 허용 최대 긴장력

· $0.9 f_{py} = 1,440 \text{ MPa}$

2) 장차 직후 정착부에서의 응력

· $0.7 f_{py} = 1,330 \text{ MPa}$

3) 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

· $0.8 f_{py} = 1,280 \text{ MPa}$

1.5 마찰계수

1.5.1 파상마찰계수

· $K_1 = 0.0066 / \text{m}$ (1차 감선 부착된 긴장재)
· $K_2 = 0.0066 / \text{m}$ (2차 감선 부착되지 않은 긴장재)

1.5.2 곡률마찰계수

· $\mu_1 = 0.25 / \text{rad}$ (1차 감선 부착된 긴장재)
· $\mu_2 = 0.15 / \text{rad}$ (2차 감선 부착되지 않은 긴장재)

1.6 탄성계수

· 콘크리트 : $E_c = 0.043 \times 2350 \times 1.5 \sqrt{f_{ck}} = 25,400 \text{ MPa}$ ($f_{ck} \leq 30 \text{ MPa}$ 배타관)
 $E_c = 0.030 \times 2350 \times 1.5 \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 29,300 \text{ MPa}$ ($f_{ck} > 30 \text{ MPa}$ 거더)
· 철근 : $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

5. 내진해석결과

5.1 탄성지진력

1) 교각 하부 전단력

교각 번호	교축방향 해석		교축직각방향 해석	
	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력(Fy, kN)	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력(Fy, kN)
교각1	2254.127	246.694	193.052	1689.711
교각2	1477.012	138.407	271.099	2373.651
교각3	1892.981	186.521	106.510	1045.108

2) 교각 하부 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)
교각1	25019.780	2476.538	3491.135	30160.570
교각2	27002.580	2355.105	5006.018	48180.240
교각3	27518.370	2848.785	2381.756	24376.630

5.2 탄성지진력 조합

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

1) 교각하부 전단력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)		교축직각방향 Fy (kN)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	2312.043	869.290	1763.719	753.608
교각2	1558.342	714.202	2415.173	850.503
교각3	1924.934	674.405	1101.064	500.053

2) 교각하부 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)		교축직각방향 My (kN-m)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	26067.121	10997.069	30903.531	11524.709
교각2	28522.385	13166.792	48833.772	16975.277
교각3	28232.697	10637.267	25231.266	10161.774

· 설계에 사용되는 탄성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)		모멘트 My (kN-m)	
	교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향
교각1	2312.043	1763.719	26067.121	30903.531
교각2	1558.342	2415.173	28522.385	48833.772
교각3	1924.934	1101.064	28232.697	25231.266

5. 내진해석결과

5.1-1 탄성지진력

1) 교각 상단 전단력

교각 번호	교축방향 해석		교축직각방향 해석	
	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력(Fy, kN)	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력(Fy, kN)
교각1	2202.792	240.101	187.620	1634.078
교각2	1403.124	130.168	263.321	2296.496
교각3	1778.367	173.094	97.923	937.667

2) 교각 상단 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)
교각1	5038.664	924.452	1174.571	10152.300
교각2	6362.605	671.039	1250.840	14859.760
교각3	10275.810	918.565	640.359	7640.084

5.2-1 탄성지진력 조합

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

1) 교각상단 전단력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)		교축직각방향 Fy (kN)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	2259.078	848.458	1706.108	730.324
교각2	1482.120	684.258	2335.546	819.117
교각3	1807.744	631.433	969.595	454.394

2) 교각상단 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)		교축직각방향 My (kN-m)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	5391.035	2686.170	10429.636	3970.142
교각2	6737.857	3159.622	15061.072	5138.967
교각3	10467.918	3723.102	7915.654	3210.591

· 설계에 사용되는 탄성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)		모멘트 My (kN-m)	
	교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향
교각1	2259.078	1706.108	5391.035	10429.636
교각2	1482.120	2335.546	6737.857	15061.072
교각3	1807.744	969.595	10467.918	7915.654

26.2.2 시설물 점검이력

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

【표 26.2.1】도림천교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	도림천교의 주요 손상현황으로는 난간 균열, 차수판 볼트 파손, 교각 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 손상 진전시 내구성 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	도림천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열, 차수판 볼트 파손, 신축이음 후타재 박락, 하부구조 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 손상 진전시 내구성 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 금회 조사시, 일부부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	도림천교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열, 차수판 볼트 파손, 신축이음 후타재 박락, 하부구조 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 손상 진전시 내구성 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하다. 금회 조사시, 일부부재에 대해 보수를 실시한 것이 확인되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	도림천교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 망상균열, 박락, 차수판 볼트 탈락, 교량받침 무수축물탈 균열, 파손, 하부구조 균열 및 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 도림천교에 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 26.2.1】도림천교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	도림천교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 망상균열, 박락, 교량받침 무수축물탈 균열, 파손, 하부구조 균열 및 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기 안전점검	도림천교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열 및 망상균열, 교량받침 무수축물탈 균열, 파손, 하부구조 균열 및 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기 안전점검	도림천교(9공구)의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 균열, 신축이음 후타재 균열 및 망상균열, 교량받침 무수축물탈 균열, 파손, 하부구조 균열 및 망상균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	- 바닥판하면 재료분리 및 철근노출, 재료분리, 타설불량 - 거더 상태양호 - 가로보 재료분리 - 교대 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 누수흔적, 망상균열, 백태 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 백태, 균열부백태, 페콘크리트 퇴적 - 교량받침 받침물탈균열, 박리, 박락, 스토퍼 간섭 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 이물질 퇴적, 고무재파손, 접속부 이격 - 교면포장 망상균열, 포장 박리 - 배수시설 상태양호 - 방호벽 균열(0.3mm미만), 균열부백태	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 박리, 파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm미만), 균열부 백태 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 이격, 고무재 파손, 본체 이물질퇴적 - 교량받침 무수축물탈 박리, 박락, 균열, 받침콘크리트 균열, 스토퍼 간섭 - 바닥판하면 재료분리, 철근노출, 타설불량, 가로보 재료분리 - 교대 균열(폭0.3mm내/외), 망상균열, 백태, 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 백태, 균열부백태, 누수흔적, 페콘크리트 퇴적	양호

【표 26.2.1】도림천교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 박리, 파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm미만), 균열부 백태 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 이격, 고무재 파손, 본체 이물질퇴적 - 교량받침 무수축물탈 박리, 박락, 균열, 받침콘크리트 균열, 스토퍼 간섭 - 바닥판하면 재료분리, 철근노출, 타설불량, 가로보 재료분리 - 교대 균열(폭0.3mm내/외), 망상균열, 백태, 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 백태, 균열부백태, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 박리, 파손 - 방호벽 균열(폭0.3mm미만), 균열부백태 - 신축이음 후타재 균열, 망상균열, 이격, 고무재 파손, 본체 이물질퇴적 - 교량받침 무수축물탈 박리, 박락, 균열, 받침콘크리트 균열, 스토퍼 간섭 - 바닥판하면 재료분리, 철근노출, 타설불량, 가로보 재료분리 - 교대 균열(폭0.3mm내/외), 망상균열, 백태, 누수흔적 - 교각 균열(폭0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 백태, 균열부백태, 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적	양호

26.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	바닥판 하면에서 조사된 시공미흡, 다짐불량으로 인한 재료분리, 재료분리 및 철근노출이 조사되었고, 구조물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아니라고 판단되나 손상의 진전 방지 및 내구성 증진 차원의 단면보수, 단면보수+방청 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.	
DR Girder	거더의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
가로보	가로보의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
교대	- 교대에 발생된 균열의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 0.3mm미만 균열의 경우 표면처리를, 0.3mm이상 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 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 균열, 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면처리 등의 보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. - 교각 일부구간 발생한 표면오염 및 망상균열, 누수흔적, 균열부백태, 백태의 경우 신축이음에서 유입된 우수가 균열부에 유입되는 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 신축이음부와 연계한 보수, 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. 코핑부 일부에 발생한 페콘크리트 퇴적의 경우 시공초기에 정리미흡에 의한 손상으로 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
교량받침	- 무수축물탈, 반침콘크리트에서 발생한 균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. P1 및 P2의 교량받침에서 발생한 무수축물탈 박리 및 박락의 경우 시공미흡, 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 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.	

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. ■ 신축이음 본체에 발생한 이물질 퇴적의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다. ■ 신축이음에 발생한 고무재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 파악 등의 유지관리가 필요하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다. ■ 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.5℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 20.0~40.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장에 발생된 망상균열 및 파손의 경우 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 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	■ 방호벽에 발생된 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	바닥판 하면의 경우 S2 캔틸레버측에 시공당시에 거푸집 설치 불량으로 인한 타설불량이 조사되었고, 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니고, 낙하의 위험 또한 없는 것으로 판단되며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.	
DR Girder	거더의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
가로보	가로보의 경우 재료분리가 조사되었다. 시공미흡, 다짐불량 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.	
교대	- 교대 벽체에 발생된 균열(0.3mm내·외) 및 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단된다. 발생된 손상부의 경우 균열의 규모 및 방향성 등을 고려할 때 비구조적 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. - 교대 흙벽에 발생된 백태의 경우 신축이음 하부로부터 유입된 우수에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	
교각	- 교각의 기둥부 및 코핑부에 발생된 균열, 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상인 것으로 판단된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. - 교각 코핑부에 페콘크리트 퇴적의 경우 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
교량받침	- 무수축물탈 및 반침콘크리트에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 유추된다. 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다. - 교량받침 일부구간에 발생된 무수축물탈 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요할 것으로 판단된다. - 교량받침에 발생된 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 점검일 현재 스토퍼 및 플레이트, 거더 등에 2차손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 발생된 손상부의 경우 현재 단계에서 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. - 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. - 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영향방향)	비고
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화, 건조수축 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ A1, A2측에 발생한 후타재 접속부 이격의 경우 시공초기 토공부 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 추정되며, 현재 구조물의 안전성 및 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 본체 이물질 퇴적의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다. ■ 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.5℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 30.0~55.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장 일부구간 발생한 접속도로 망상균열, 포장박리의 경우 건조수축, 차량의 반복적인 통행 및 충격, 우수유입, 동결융해 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	
배수시설	■ 배수시설의 경우 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
방호벽 및 중분대	■ 방호벽 일부구간에 발생한 횡방향 균열(0.3mm미만)의 경우 포장부에서 일정한 높이(0.5m, 0.8m)에서 발생 하였으며, 균열의 규모, 방향성 등을 고려할 때 소성침하에 의한 균열인 것으로 판단된다. 현재 균열 폭이 크지 않으며, 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 방호벽에 발생한 균열부백태의 경우 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수조치가 요망되며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.3~28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.5~47.9	40.0	
	하부구조	교대	25.4~27.2	24.0	
		교각	27.4~29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		95.0~97.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

시 험 명	시험부위		시험 결과(영천방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.2~47.0	40.0	
	하부구조	교대	24.6~26.8	24.0	
		교각	27.4~29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.5~38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
가래실교	0.172	B	—	—	B
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비(상주방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바퀴하면	재료분리 및 철근노출	단면보수+망청	0.05	0.08	m²	—	—	하자
	재료분리	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.00	1.50	m²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.00	4.50	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	5.00	7.50	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	0.56	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	32.00	48.00	m²	—	—	하자
	표면오염 및 망상균열	표면처리	6.00	9.00	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.10	0.15	m²	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.10	0.15	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	4.00	6.00	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	10.50	15.75	m²	25	394	3순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.40	0.15	m²	54	8	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m²	54	10	3순위
	무수축물탈 박리, 박락	단면보수	0.02	0.03	m²	165	5	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.44	m²	54	132	3순위
	후타재 망상균열	표면처리	5.00	7.50	m²	54	405	3순위
	이물질 퇴적	정비	1.50	2.25	m	25	56	2순위
교면포장	망상균열	표면처리	960.00	1,440.00	m²	54	77,760	1순위
	포장파손	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.50	1.69	m²	54	91	3순위
	균열부백태	표면처리	0.90	1.35	m²	54	73	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	77,760		137		1,040		
	재경비 (순공사비의 50%)	38,880		69		520		
	합계	116,640		206		1,560		
개략공사비 총계(천원)		118,406						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 보수·보강 방안 및 개략공사비(영천방향)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	타설불량	유지관리	0.45	0.68	m²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	0.45	0.68	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.50	2.25	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	1.00	1.50	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.02	0.03	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.44	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	24.50	36.75	m²	—	—	하자
	페콘크리트 퇴적	정비	7.00	10.50	m²	25	263	3순위
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	4.60	1.73	m²	54	93	3순위
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.10	0.41	m²	54	22	3순위
	무수축물탈 박락	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.44	m²	54	132	3순위
	이물질퇴적	정비	1.00	1.50	m	25	38	3순위
교면포장	포장박리	단면보수	0.65	0.98	m²	165	162	2순위
	접속도로 망상균열	표면처리	42.50	63.75	m²	54	3,443	1순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	70.00	26.25	m²	54	1,418	3순위
	균열부백태	표면처리	0.70	1.05	m²	54	57	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	3,443		222		1,966		
	재경비 (순공사비의 50%)	1,722		111		983		
	합계	5,165		333		2,949		
개략공사비 총계(천원)		8,447						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

사. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 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.

26.2.4 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 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

26.2.5 시설물 보수 이력

【표 31.2.2】 도림천교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	방호벽 표면보수	일상보수 및 하자보수	2019 ~ 2021.06	—	—	—

26.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 31.2.3】 내진설계 여부 확인

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

26.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

26.2.8 자료수집 현황

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

26.3 현장조사

26.3.1 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~S4	도보, 교량점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
교량점검차를 이용한 근접조사		교량점검차를 이용한 근접조사	
			
교량점검차를 이용한 근접조사		교량점검차를 이용한 근접조사	

【사진 26.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

26.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 도림천교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 12.15m(2차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 26.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 재료분리 및 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 파손, 균열부백태가 조사되었다.

【표 26.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	0.10	1	0.05	1	0.30	1	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	0.80	16
합계	0.10	1	0.05	1	0.30	1	0.80	16

			
손상현황	• S3 재료분리 (0.5m×0.2m)	손상현황	• S3 철근노출 (0.1m×0.5m)
원 인	• 시공미흡, 다짐불량	원 인	• 시공미흡, 다짐불량
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수 (방청)
			
손상현황	• S3 파손 (0.3m×1.0m)	손상현황	• S4 균열부백태 (0.1m×0.5m*16ea)
원 인	• 거푸집 탈거시 충격, 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 수분접촉
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 상태양호	손상현황	• S1 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 26.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 재료분리 및 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀 조사로 파손, 균열부백태가 조사되었다.

【표 26.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	재료분리	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	철근노출	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	신규손상
	파손	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
	균열부백태	m ²	—	—	0.80	16	▲ 0.80	신규손상

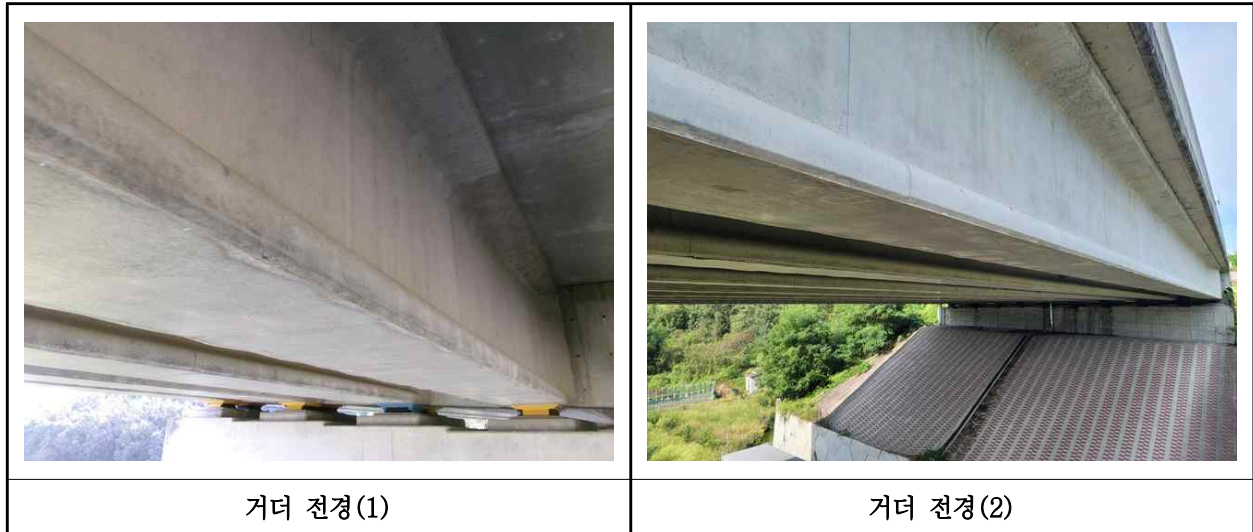
4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 재료분리, 파손, 철근노출의 경우 장기공용, 시공미흡, 다짐불량에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 내구성 증진 차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 백태의 경우 건조수축 및 온도변화, 수분접촉 등에 의한 비구조적 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 26.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 거더 상태양호	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 26.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 26.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

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

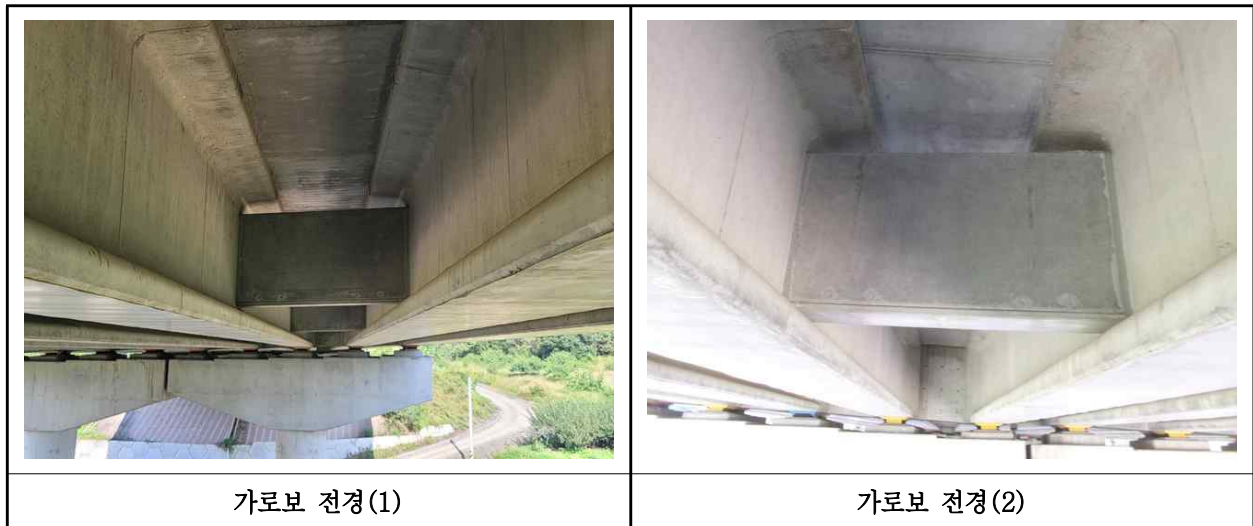
4) 검토의견

- 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.



【사진 26.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 정밀조사로 재료분리 1개소가 조사되었다. 현재, 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.

【표 26.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.10	1
S4	—	—
합계	0.10	1

			
손상현황	• S3-G4~5 재료분리 (0.2m×0.5m)	손상현황	• S4 가로보 상태양호
원 인	• 시공미흡, 다짐불량	원 인	—
조치방안	• 단면보수	조치방안	—

【사진 26.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀조사로 재료분리 1개소가 조사되었다.

【표 26.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재료분리	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 재료분리의 경우 시공미흡, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 단면보수 조치가 필요하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 누수흔적이 확인되었고, 금회 정밀조사로 누수흔적이 추가 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 26.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	1.30	2	—	—	2.50	2
A2	2.00	4	3.50	7	5.00	2
합계	3.30	6	3.50	7	7.50	4

			
손상현황	• A1 균열(0.2mm/0.3m)	손상현황	• A1 누수흔적(0.5m×2.5m×2ea)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 균열(0.3mm/0.5m)	손상현황	• A2 누수흔적(0.5m×2.5m×2ea)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 법면 상태양호	손상현황	• A2 법면 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 26.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 누수흔적이 확인되었고, 금회 정밀조사로 누수흔적이 추가 조사되었다.

【표 26.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.30	6	3.30	6	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	3.50	7	3.50	7	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	5.00	2	7.50	4	▲ 2.50	신규손상

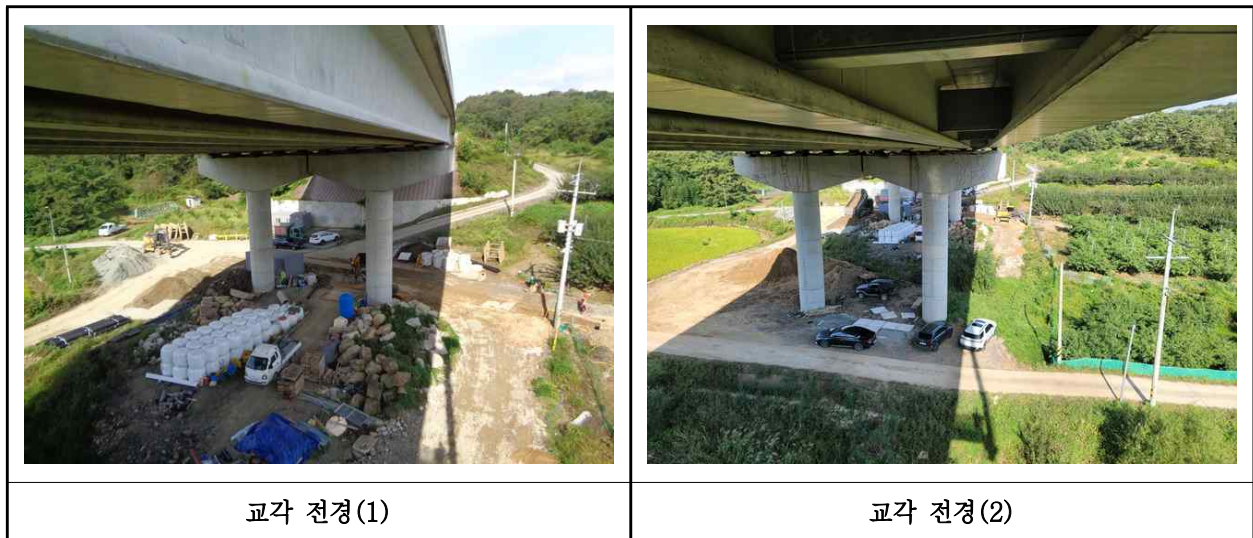
4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 0.3mm미만 균열의 경우 표면처리를, 0.3mm이상 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교대에 신축이음 및 외부에서 유입된 우수로 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

- 도림천교의 교각은 T형 3기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



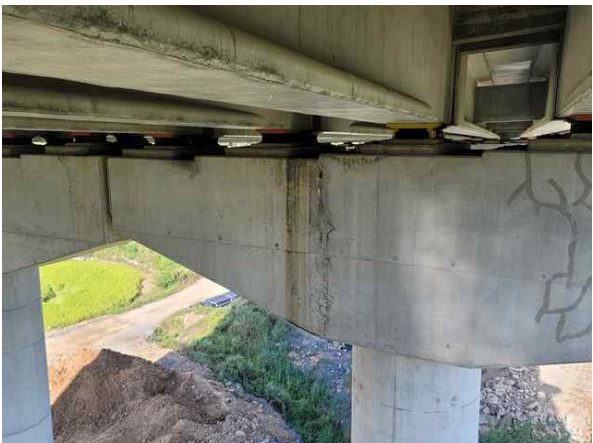
【사진 26.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 균열부백태, 누수흔적, 백태, 폐콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 인해 균열부백태, 망상균열 등의 손상이 추가 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.

【표 26.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 표면오염 (m ² /개소)		백태 (m ² /개소)		균열부백태 (m ² /개소)		누수흔적 (m ² /개소)		폐콘크리트 퇴적 (m ² /개소)	
P1	1.00	1	16.00	1	—	—	0.10	1	—	—	—	—
P2	0.50	1	19.00	2	0.10	1	0.15	2	4.00	4	10.50	1
P3	—	—	19.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	1.50	2	54.00	5	0.10	1	0.25	3	4.00	4	10.50	1

			
손상현황	• P1 코핑부 망상균열(8.0m×2.0m)	손상현황	• P1 코핑부 균열부백태(0.2m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• P2 코핑부 누수흔적(0.5m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• P2 코핑부 망상균열(8.0m×2.0m)	손상현황	• P2 상부 폐콘크리트퇴적
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 정비미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비

【사진 26.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P3 코핑부 망상균열(8.0m×2.0m)	손상현황	• P3 코핑부 망상균열(2.0m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 균열부백태, 누수흔적, 백태, 폐콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 인해 균열부백태, 망상균열 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 26.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.50	2	1.50	2	— —	변동없음
	망상균열, 표면오염	m ²	38.00	4	54.00	5	▲ 16.00	신규손상
	백태	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.10	1	0.25	3	▲ 0.15	신규손상
	누수흔적	m ²	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	10.50	1	10.50	1	— —	변동없음

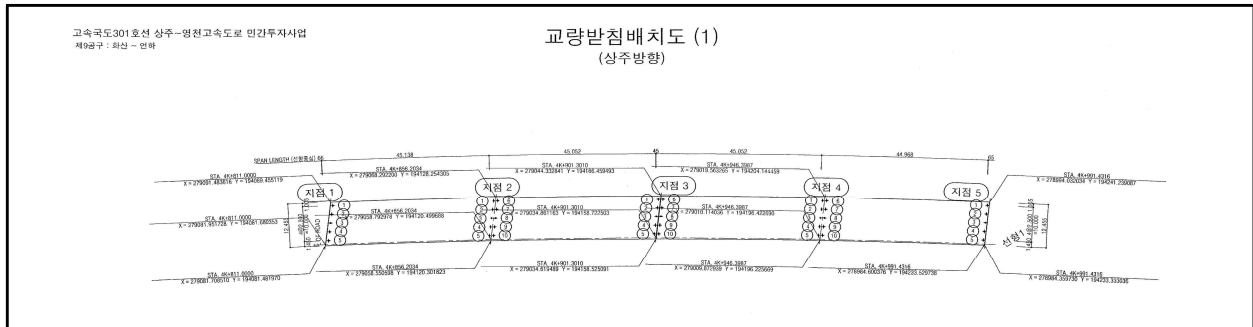
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열, 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직하다.
- 표면오염, 누수흔적, 균열부백태의 경우 신축이음 및 외부에서 유입된 우수에 의한 손상으로, 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공초기에 정리미흡에 의한 손상으로 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 도림천교의 받침은 탄성고무받침으로 총 40개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 26.3.1】 교량받침 배치도



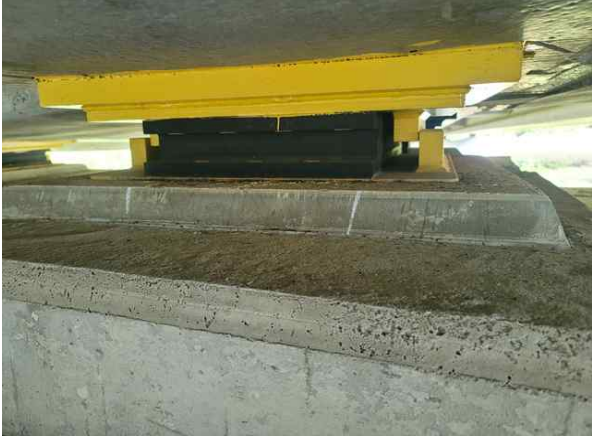
【사진 26.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 박락이 확인되었으며, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었다. 금회 정밀조사로 균열 및 플레이트 부식이 신규 조사되었다.

【표 26.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 박리, 박락 (㎡/개소)		플레이트 부식 (개소/개소)	
A1	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	-	-	0.50	2	0.01	1	-	-
P2	-	-	-	-	0.01	1	5.00	5
P3	2.30	8	-	-	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	2.30	8	0.50	2	0.02	2	5.00	5

					
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P1-Sh8 콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)</td></tr> </table>	손상현황	• P1-Sh8 콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P1-Sh9 몰탈 박락(0.1m×0.1m)</td></tr> </table>	손상현황	• P1-Sh9 몰탈 박락(0.1m×0.1m)
손상현황	• P1-Sh8 콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)				
손상현황	• P1-Sh9 몰탈 박락(0.1m×0.1m)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 온도변화	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 외부충격</td></tr> </table>	원 인	• 외부충격
원 인	• 건조수축, 온도변화				
원 인	• 외부충격				
<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	조치방안	• 표면처리	<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr> </table>	조치방안	• 단면보수
조치방안	• 표면처리				
조치방안	• 단면보수				
					
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P2-Sh3 플레이트 부식</td></tr> </table>	손상현황	• P2-Sh3 플레이트 부식	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P2-Sh4 몰탈 박리(0.1m×0.1m)</td></tr> </table>	손상현황	• P2-Sh4 몰탈 박리(0.1m×0.1m)
손상현황	• P2-Sh3 플레이트 부식				
손상현황	• P2-Sh4 몰탈 박리(0.1m×0.1m)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 장기공용, 습기흡착</td></tr> </table>	원 인	• 장기공용, 습기흡착	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 외부충격</td></tr> </table>	원 인	• 외부충격
원 인	• 장기공용, 습기흡착				
원 인	• 외부충격				
<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 재도장</td></tr> </table>	조치방안	• 재도장	<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 단면보수</td></tr> </table>	조치방안	• 단면보수
조치방안	• 재도장				
조치방안	• 단면보수				
					
<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P3-Sh9 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)</td></tr> </table>	손상현황	• P3-Sh9 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)	<table border="1"> <tr> <td>손상현황</td><td>• P3-Sh8 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)</td></tr> </table>	손상현황	• P3-Sh8 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)
손상현황	• P3-Sh9 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)				
손상현황	• P3-Sh8 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)				
<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 온도변화	<table border="1"> <tr> <td>원 인</td><td>• 건조수축, 온도변화</td></tr> </table>	원 인	• 건조수축, 온도변화
원 인	• 건조수축, 온도변화				
원 인	• 건조수축, 온도변화				
<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	조치방안	• 표면처리	<table border="1"> <tr> <td>조치방안</td><td>• 표면처리</td></tr> </table>	조치방안	• 표면처리
조치방안	• 표면처리				
조치방안	• 표면처리				

【사진 26.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 박락이 확인되었으며, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었다. 금회 정밀조사로 균열 및 플레이트 부식이 신규 조사되었다.

【표 26.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

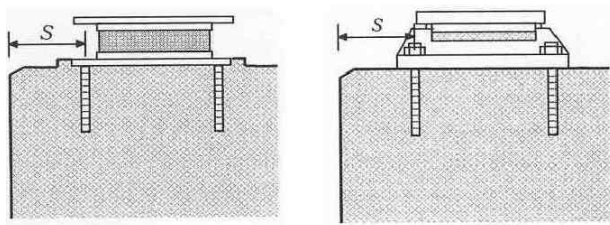
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	2.30	8	▲ 1.90	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	0.50	2	— —	변동없음
	무수축물탈 박리, 박락	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	—	—	5.00	5	▲ 5.00	신규손상

4) 검토의견

- 무수축물탈, 받침콘크리트에서 발생한 균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- P1 및 P2의 교량받침에서 발생한 무수축물탈 박리 및 박락의 경우 시공미흡, 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 플레이트 부식의 경우 습기흡착, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 채도장 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
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
 - 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
- 여기서, L은 경간길이(m)

【그림 26.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정(1)

받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 26.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 (L=45.0m) : $200 + 5 \times 45 = 425(\text{mm})$

【표 26.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	490	480	480	480	490	O.K
P1	A1측	425	735	740	720	740	750	O.K
	A2측	425	600	620	600	600	610	O.K
P2	A1측	425	470	470	460	460	470	O.K
	A2측	425	450	450	460	460	470	O.K
P3	A1측	425	820	815	900	860	850	O.K
	A2측	425	600	570	580	560	540	O.K
A2		425	600	600	600	590	600	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 26.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 26.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P1	고정단						
P2(A1)	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P2(A2)	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P3	고정단						
A2	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 26.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	0	67	67	13.2	4.8	±67
	SH2	0	67	67			±67
	SH3	0	67	67			±67
	SH4	0	67	67			±67
	SH5	0	67	67			±67
P1	고정단						
P2(A1)	SH1	5	72	62	13.2	4.8	±67
	SH2	5	72	62			±67
	SH3	5	72	62			±67
	SH4	5	72	62			±67
	SH5	5	72	62			±67
P2(A2)	SH6	15	82	52	13.2	4.8	±67
	SH7	15	82	52			±67
	SH8	15	82	52			±67
	SH9	15	82	52			±67
	SH10	15	82	52			±67
P3	고정단						
A2	SH1	15	82	52	13.2	4.8	±76
	SH2	15	82	52			±76
	SH3	15	82	52			±76
	SH4	15	82	52			±76
	SH5	15	82	52			±76
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2에 모노셀조인트, P2에 팽거조인트로 시공된 상태이다. 신축이음장치에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



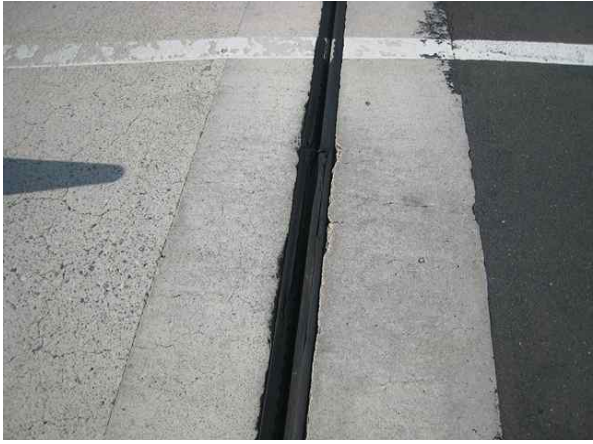
【사진 26.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 본체 이물질퇴적, 고무재 파손이 확인되었고, 금회 정밀조사로 본체 고무재 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.

【표 26.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		후타재 망상균열 (m ² /개소)		이물질 퇴적 (m/개소)		고무재 파손, 마모 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	6.50	13	1.50	1	1.00	1	1.00	1
P2 (EXP J2)	—	—	2.00	1	0.50	1	—	—
A2 (EXP J3)	—	—	1.50	1	—	—	1.50	3
합계	6.50	13	5.00	3	1.50	2	2.50	4

			
손상현황	• A1 고무재 파손(1.0m)	손상현황	• A1 후타재 균열(0.1mm/0.5m)
원 인	• 장기공용, 열화	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 후타재 망상균열(0.4m×5.0m)	손상현황	• A2 후타재 망상균열(0.5m×3.0m)
원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 이물질 퇴적(0.5m)	손상현황	• P2 하부 상태양호
원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적	원 인	—
조치방안	• 정비	조치방안	—

【사진 26.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 본체 이물질퇴적, 고무재 파손이 확인되었고, 금회 정밀조사로 본체 고무재 손상이 추가 조사되었다.

【표 26.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

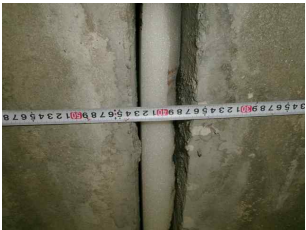
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	6.50	13	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	5.00	3	5.00	3	— —	변동없음
	이물질 퇴적	m	1.50	2	1.50	2	— —	변동없음
	고무재 파손, 마모	m	0.50	1	2.50	4	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열은 장기공용, 건조수축, 열화 등으로 인한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 신축이음 본체에 발생된 이물질 퇴적의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음에 발생한 고무재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 주의관찰 및 손상의 진전여부 파악 등의 유지관리가 필요하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 19. 기온 적용: 24.3℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-24.3℃ = 10.7℃ ΔT(수축시) : -5℃-(24.3℃) = 29.3℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팡창계수 α (1/℃)</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>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (1/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (1/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 26.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 26.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	15.0	70.0	185.0	
P2	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	30.0	70.0	420.0	
A2	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	12.0	35.0	120.0	
1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 26.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	13.2	4.8	15.0	60.0	28.2	10.2	O.K
P2	26.4	9.6	30.0	120.0	56.4	20.4	O.K
A2	13.2	4.8	12.0	60.0	25.2	7.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 본선구간 전구간 망상균열, 파손이 확인되었고, 손상부의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀점검으로 포장파손이 1개소 추가 조사되었다.

【표 26.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		포장파손 (㎡/개소)	
S1	240.0	1	0.01	1
S2	240.0	1	0.01	1
S3	240.0	1	—	—
S4	240.0	1	—	—
합계	960.0	4	0.02	2

			
손상현황	• S1 포장파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• S1 망상균열(40.0m×6.0m)
원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 망상균열(40.0m×6.0m)	손상현황	• S1 포장파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 망상균열(40.0m×6.0m)	손상현황	• S4 망상균열(40.0m×6.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 본선구간 전구간 망상균열, 파손이 확인되었고, 손상부의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀점검으로 포장파손이 1개소 추가 조사되었다.

【표 26.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	960.00	4	960.00	4	— —	변동없음
	포장파손	m ²	0.01	1	0.02	2	▲ 0.01	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 포장파손의 경우 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 26.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 배수관 상태양호	손상현황	• 배수관 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 26.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 26.3.23】 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 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 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.



【사진 26.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 26.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	1.50	1	0.90	2
S2	1.50	1	—	—
S3	—	—	—	—
S4	1.50	1	—	—
합계	4.50	3	0.90	2

			
손상현황	• S1 방호벽 균열부백태(0.2m×3.0m)	손상현황	• S2 방호벽 균열(0.2mm/1.5m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 건조수축, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 조사되었다.

【표 26.3.25】 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	균열(0.3mm미만)	m	4.50	3	4.50	3	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.90	2	0.90	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 도림천교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 철근콘크리트 계단이 설치되어 있다.



【사진 26.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태다.

【표 26.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 26.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전반적으로 양호한 상태다.

【표 26.3.27】 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 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

26.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 도림천교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 12.15m(2차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 26.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 26.3.28】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	타설불량 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.45	1
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.45	1

			
손상현황	• S2 타설불량(1.5m×0.3m)	손상현황	• S2 타설불량(1.5m×0.3m)
원 인	• 거푸집 설치불량	원 인	• 거푸집 설치불량
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 26.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 타설불량이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 26.3.30】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	타설불량	m ²	0.45	1	0.45	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면의 S2 캔틸레버측에 시공당시에 거푸집 설치 불량으로 인한 타설불량이 조사되었고, 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니다. 상기 손상은 낙하의 위험 또한 없는 것으로 판단되며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 외관조사 결과, 금회 국부적인 망상균열이 추가 조사되었다. 그 외의 손상은 없는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 26.3.31】 거더 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	4.00	1
S3	—	—
S4	—	—
합계	4.00	1

			
손상현황	• S2-G5 망상균열 (2.0m×2.0m)	손상현황	• 거더 상태양호
원 인	• 건조수축, 장기공용, 열화	원 인	—
조치방안	• 표면처리	조치방안	—

【사진 26.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 국부적인 망상균열이 추가 조사되었다.

【표 26.3.32】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	망상균열	m ²	—	—	4.00	1	▲ 4.00	신규손상

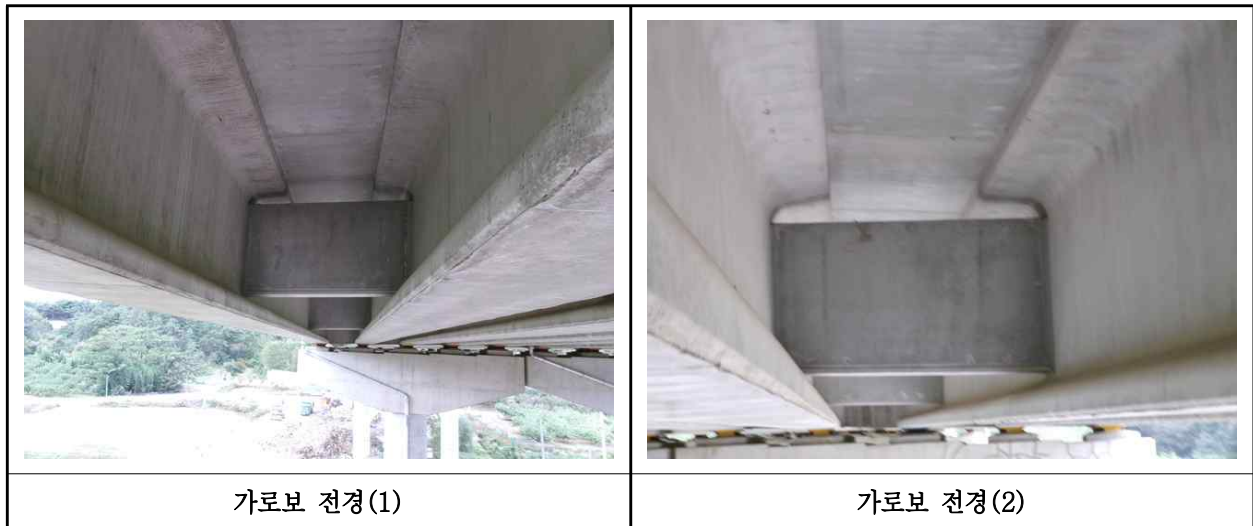
4) 검토의견

- 거더에 발생한 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 장기공용 등의 원인으로 발생한 손상으로, 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 표면처리 보수가 필요하다.

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.



【사진 26.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태가 1개소 추가 조사되었다. 가로보는 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.

【표 26.3.33】 가로보 현장조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	0.25	1	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	0.40	2
합계	0.25	1	0.40	2

			
손상현황	• S2-G4~5 재료분리 (0.5m×0.5m)	손상현황	• S4-G2~3 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 시공미흡, 다짐불량	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태가 1개소 추가 조사되었다.

【표 26.3.34】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	재료분리	m ²	0.45	1	0.45	1	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.40	2	▲ 0.40	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 재료분리의 경우 시공미흡, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 단면보수 조치가 필요하다.
- 백태의 경우 장기공용, 수분접촉 등에 의한 손상으로 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 표면처리 조치가 필요하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 망상균열, 백태가 확인되었고, 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 26.3.35】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
A1	—	—	1.50	3	—	—	0.02	1
A2	2.50	5	—	—	1.00	1	—	—
합계	2.50	5	1.50	3	1.00	1	0.02	1

			
손상현황	• A1 균열 (0.3mm/0.5m)	손상현황	• A1 백태 (0.1m×0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 장기공용, 우수유입 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 균열 (0.2mm/0.5m)	손상현황	• A2 망상균열 (1.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 법면 상태양호	손상현황	• A2 법면 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 26.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 망상균열, 백태가 확인되었고, 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 26.3.36】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.50	5	2.50	5	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	3	1.50	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대 벽체에 발생한 균열(0.3mm내·외) 및 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단된다. 발생한 손상부의 경우 균열의 규모 및 방향성 등을 고려할 때 비구조적 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 교대 흉벽에 발생한 백태의 경우 신축이음 하부로부터 유입된 우수에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 도림천교의 교각은 T형 3기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 26.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 페콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 인해 균열이 추가 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.

【표 26.3.37】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		페콘크리트 퇴적 (개소/개소)	
P1	6.50	11	8.50	2	—	—
P2	14.00	14	—	—	7.00	1
P3	—	—	16.00	1	—	—
합계	20.50	25	24.50	3	7.00	1

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• P1 코핑부 망상균열(1.0m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1 코핑부 망상균열(5.0m×1.5m)	손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm/1.0m*14ea)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 상부 폐콘크리트퇴적	손상현황	• P3 코핑부 망상균열(8.0m×2.0m)
원 인	• 정비미흡	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 폐콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 인해 균열이 추가 조사되었다.

【표 26.3.38】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	11	20.50	25	▲ 14.00	신규손상
	망상균열	m ²	24.50	3	24.50	3	- -	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	7.00	1	7.00	1	- -	변동없음

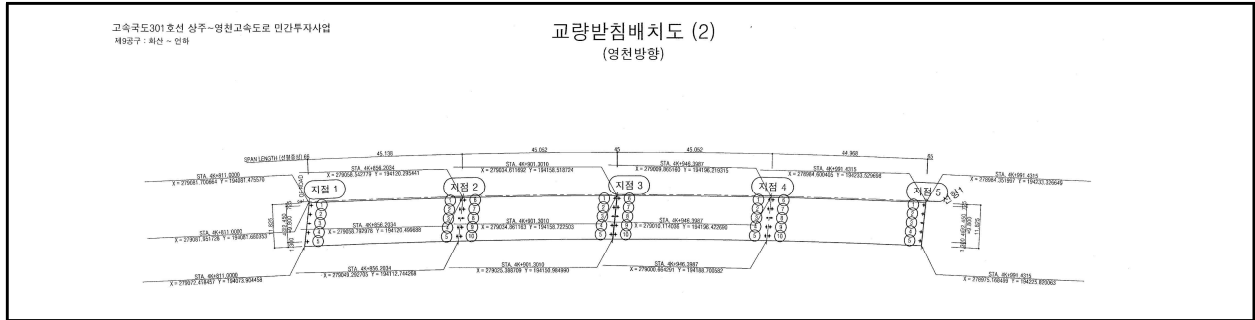
4) 검토의견

- 교각의 기둥부 및 코핑부에 발생된 균열, 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상인 것으로 판단된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공초기에 정리미흡에 의한 손상으로 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 도림천교의 받침은 탄성고무받침으로 총 40개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 26.3.3】 교량받침 배치도



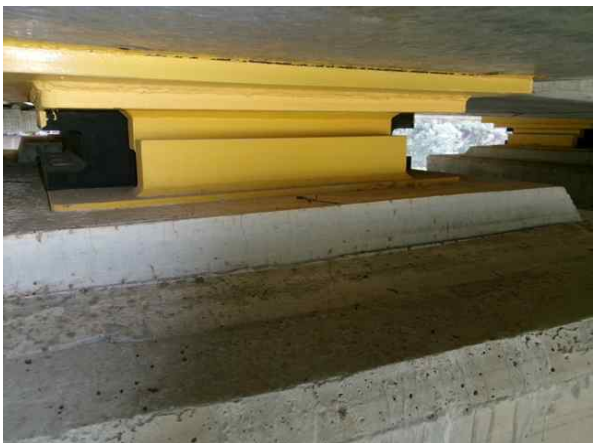
【사진 26.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기준손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 스토퍼 간섭이 확인되었으며, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었다. 금회 정밀조사로 균열이 신규 조사되었다.

【표 26.3.39】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 박락 (㎡/개소)		스토퍼 간섭 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	0.60	3	0.20	1	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	0.01	1	2.00	2
P3	4.40	19	0.90	3	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	5.00	22	1.10	4	0.01	1	2.00	2

			
손상현황	• P1-Sh2 몰탈 균열 (0.1mm/0.2m)	손상현황	• P2-Sh2 몰탈 박락 (0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 외부충격
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P2-Sh3 스토퍼 간섭	손상현황	• P3-Sh1 몰탈 균열 (0.2mm/0.3m)
원 인	• 장기공용, 횡방향 밀림	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-Sh2 몰탈 균열 (0.2mm/0.3m)	손상현황	• P3-Sh3 콘크리트 균열 (0.1mm/0.3m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.38】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 스토퍼 간섭이 확인되었으며, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었다. 금회 정밀조사로 균열이 신규 조사되었다.

【표 26.3.40】 교량받침 기 점검 결과 비교

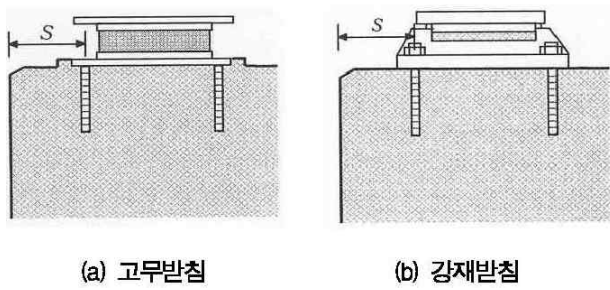
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	4.60	20	5.00	22	▲ 0.40	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.10	4	1.10	4	— —	변동없음
	무수축물탈 박락	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 무수축물탈, 받침콘크리트에서 발생한 균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도 변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 무수축물탈 박락의 경우 시공미흡, 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 교량받침에 발생한 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 점검일 현재 스토퍼 및 플레이트, 거더 등에 2차손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 발생한 손상부의 경우 현재 단계에서 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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



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

【그림 26.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 26.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=45.0m) : $200 + 5 \times 45 = 425(\text{mm})$

【표 26.3.41】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	490	490	500	490	480	O.K
P1	A1측	425	770	780	760	760	770	O.K
	A2측	425	590	580	580	590	580	O.K
P2	A1측	425	440	450	440	450	450	O.K
	A2측	425	470	470	450	460	460	O.K
P3	A1측	425	870	880	890	880	880	O.K
	A2측	425	550	540	530	520	530	O.K
A2		425	600	630	600	610	620	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 26.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 26.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P1	고정단						
P2(A1)	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P2(A2)	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
P3	고정단						
A2	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	
1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)							

【표 26.3.43】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
			수축	신장	최대수축	최대신장	
A1	SH1	25	92	42	13.2	4.8	±67
	SH2	25	92	42			±67
	SH3	25	92	42			±67
	SH4	25	92	42			±67
	SH5	25	92	42			±67
P1	고정단						
P2(A1)	SH1	5	72	62	13.2	4.8	±67
	SH2	5	72	62			±67
	SH3	5	72	62			±67
	SH4	5	72	62			±67
	SH5	5	72	62			±67
P2(A2)	SH6	10	77	57	13.2	4.8	±67
	SH7	10	77	57			±67
	SH8	10	77	57			±67
	SH9	10	77	57			±67
	SH10	10	77	57			±67
P3	고정단						
A2	SH1	20	96	56	13.2	4.8	±76
	SH2	20	96	56			±76
	SH3	20	96	56			±76
	SH4	20	96	56			±76
	SH5	20	96	56			±76
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%							

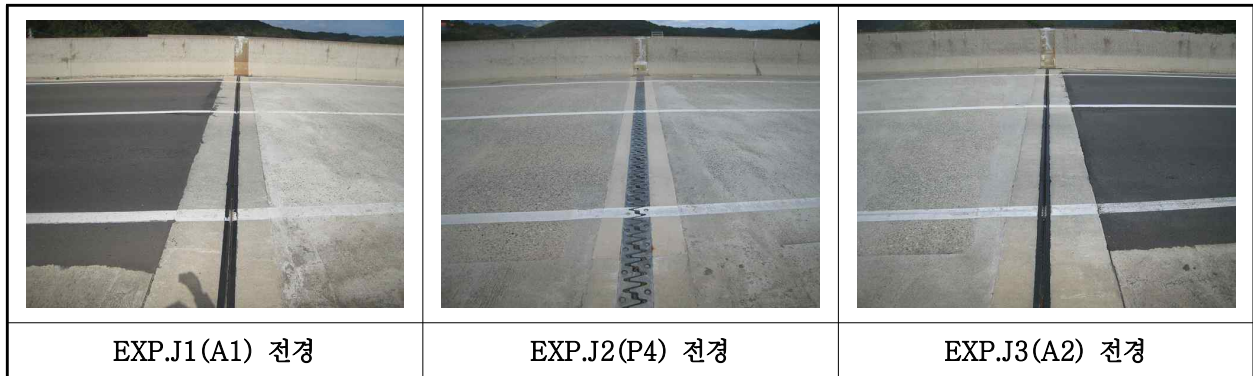
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2에 모노셀조인트, P2에 팽거조인트로 시공된 상태이다. 신축이음장치에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



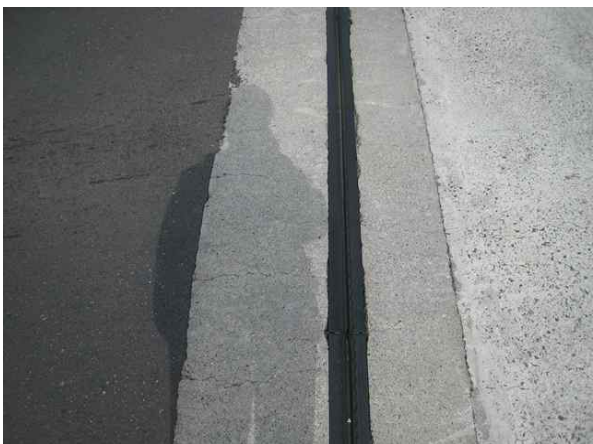
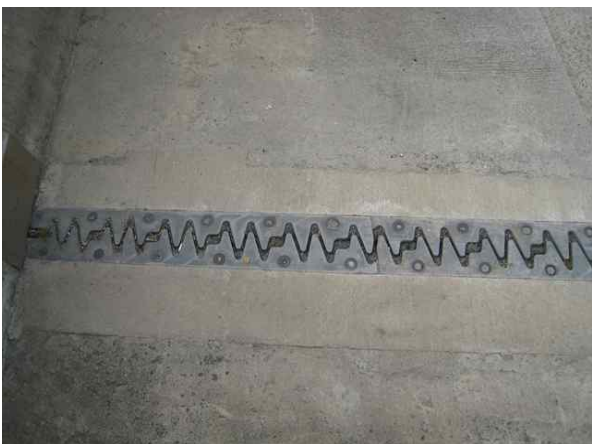
【사진 26.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 접속부 이격, 본체 이물질 퇴적이 확인되었고, 금회 접속부 이격이 보수된 것이 확인되었다. 또한, 후타재 균열 및 차수판 볼트탈락, 본체 고무재파손 등의 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.

【표 26.3.44】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		접속부 이격 (m/개소)		본체 고무재파손 (m/개소)		이물질 퇴적 (m/개소)		차수판볼트탈락 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	5.00	10	2.00	1	—	—	—	—	3.00	3
P2 (EXP J2)	3.80	25	—	—	—	—	1.00	1	—	—
A2 (EXP J3)	1.50	3	2.00	1	0.20	2	1.00	1	—	—
합계	10.30	38	4.00	2	0.20	2	2.00	2	3.00	3

			
손상현황	• A1 접속부 이격(1.0m)	손상현황	• A1 차수판 볼트탈락(3ea)
원 인	• 장기공용, 우수유입	원 인	• 장기공용, 온도변화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.1mm/0.5m)	손상현황	• P2 이물질 퇴적(1.0m)
원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축	원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A2 후타재 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• A2 고무재 파손(1.0m)
원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축	원 인	• 장기공용, 열화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 26.3.42】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 접속부 이격, 본체 이물질 퇴적이 확인되었고, 금회 접속부 이격이 보수된 것이 확인되었다. 또한, 후타재 균열 및 차수판 볼트탈락, 본체 고무재파손 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 26.3.45】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	10.30	38	▲ 3.80	신규손상
	접속부 이격	m	20.00	2	4.00	2	▼ 16.00	보수실시
	본체 고무재파손	m	—	—	0.20	2	▲ 0.20	신규손상
	이물질 퇴적	m	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

- 후타재 균열(0.3mm미만)은 장기공용, 건조수축, 열화 등으로 인한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 후타재 접속부 이격의 경우, 금회 포장보수를 실시하면서 일부 보수가 되고, 갓길측에 이격이 일부 남아 있는 상태이다. 상기손상은 장기공용, 시공초기 토공부 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 추정되며, 현재 구조물의 안전성 및 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 신축이음 본체에 발생된 이물질 퇴적, 차수판 볼트탈락의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음에 발생한 고무재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 주의관찰 및 손상의 진전여부 파악 등의 유지관리가 필요하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 19. 기온 적용: 24.3℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-24.3℃ = 10.7℃ ΔT(수축시) : -5℃-(24.3℃) = 29.3℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				
	교량형식	보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	

【사진 26.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 26.3.46】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	20.0	30.0	170.0	
P2	29.3	10.7	0.00001	90.0	26.4	9.6	45.0	80.0	450.0	
A2	29.3	10.7	0.00001	45.0	13.2	4.8	15.0	35.0	50.0	
1) 조사당시 온도 : 24.3℃(조사일 : 2023년 9월 19일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 26.3.47】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	13.2	4.8	20.0	60.0	33.2	15.2	O.K
P2	26.4	9.6	45.0	120.0	71.4	35.4	O.K
A2	13.2	4.8	15.0	60.0	28.2	10.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 포장박리가 확인되었고, 접속부 망상균열은 재포장을 실시하여 보수된 상태이다. 포장박리는 손상의 진전이 미미한 상태로 조사되었다. 금회 점검시 추가 발생한 손상은 없는 상태이다.

【표 26.3.48】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장박리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.50	1
S3	0.15	1
S4	—	—
합계	0.65	2

			
손상현황	• S2 포장박리 (0.5m×0.3m)	손상현황	• S3 포장박리 (0.5m×1.0m)
원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.45】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 포장박리가 확인되었고, 접속부 망상균열은 재포장을 실시하여 보수된 상태이다. 금회 점검시 추가 발생한 손상은 없는 상태이다.

【표 26.3.49】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장박리	m ²	0.65	2	0.65	2	— —	변동없음
	접속도로 망상균열	m ²	42.50	2	—	—	▼ 42.50	보수실시

4) 검토의견

- 교면포장 포장박리의 경우 장기공용, 우수유입, 동결융해 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 26.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 26.3.50】 배수시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 배수관 상태양호	손상현황	• 배수관 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 26.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

【표 26.3.51】 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 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 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.



【사진 26.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만) 및 균열부백태가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 26.3.52】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	5.00	1	—	—
S2	15.00	2	0.10	1
S3	20.00	1	0.60	6
S4	30.00	1	—	—
합계	70.00	5	0.70	7

			
손상현황	• S3 방호벽 균열부백태(0.1m×1.0m)	손상현황	• S3 방호벽 균열(0.2mm/20.0m)
원 인	• 장기공용, 수분접촉	원 인	• 건조수축, 장기공용
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 26.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열(0.3mm미만) 및 균열부백태가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 26.3.53】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	70.00	5	70.00	5	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.70	7	0.70	7	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 도림천교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, A2에 철근콘크리트 계단이 설치되어 있다.



【사진 26.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태다.

【표 26.3.54】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 26.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전반적으로 양호한 상태다.

【표 26.3.55】 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 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

26.3.4 외관조사 총괄표

【표 26.3.56】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	재료분리	m ²	0.10	1	
	철근노출	m ²	0.05	1	
	파손	m ²	0.30	1	
	균열부백태	m ²	0.80	16	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	재료분리	m ²	0.10	1	
교대	균열 (0.3mm미만)	m	3.30	6	
	균열 (0.3mm이상)	m	3.50	7	
	누수흔적	m ²	7.50	4	
교각	균열 (0.3mm미만)	m	1.50	2	
	망상균열, 표면오염	m ²	54.00	5	
	백태	m ²	0.10	1	
	균열부백태	m ²	0.25	3	
	누수흔적	m ²	4.00	4	
	페콘크리트 퇴적	m ²	10.50	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	2.30	8	
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	
	무수축물탈 박리, 박락	m ²	0.02	2	
	플레이트 부식	EA	5.00	5	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	
	후타재 망상균열	m ²	5.00	3	
	이물질 퇴적	m	1.50	2	
	고무재 파손, 마모	m	2.50	4	
교면포장	망상균열	m ²	960.00	4	
	포장파손	m ²	0.02	2	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열 (0.3mm미만)	m	4.50	3	
	균열부백태	m ²	0.90	2	
점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 26.3.57】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	타설불량	m ²	0.45	1	
거더	망상균열	m ²	4.00	1	
가로보	재료분리	m ²	0.45	1	
	백태	m ²	0.40	2	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.50	5	
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	3	
	망상균열	m ²	1.00	1	
	백태	m ²	0.02	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	20.50	25	
	망상균열	m ²	24.50	3	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	7.00	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	5.00	22	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.10	4	
	무수축물탈 박락	m ²	0.01	1	
	스토퍼 간섭	EA	2.00	2	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	10.30	38	
	접속부 이격	m	4.00	2	
	본체 고무재파손	m	0.20	2	
	이물질 퇴적	m	2.00	2	
	차수관 볼트탈락	EA	3.00	3	
교면포장	포장박리	m ²	0.65	2	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	70.00	5	
	균열부백태	m ²	0.70	7	
점검시설	상태양호	—	—	—	

26.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 26.3.58】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	재료분리	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	철근노출	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	신규손상
	파손	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
	균열부백태	m ²	—	—	0.80	16	▲ 0.80	신규손상
거더	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
가로보	재료분리	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.30	6	3.30	6	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	3.50	7	3.50	7	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	5.00	2	7.50	4	▲ 2.50	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	1.50	2	1.50	2	— —	변동없음
	망상균열, 표면오염	m ²	38.00	4	54.00	5	▲ 16.00	신규손상
	백태	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.10	1	0.25	3	▲ 0.15	신규손상
	누수흔적	m ²	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
	페콘크리트 퇴적	m ²	10.50	1	10.50	1	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	2.30	8	▲ 1.90	신규손상
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	0.50	2	— —	변동없음
	무수축물탈 박리, 박락	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	—	—	5.00	5	▲ 5.00	신규손상
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	6.50	13	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	5.00	3	5.00	3	— —	변동없음
	이물질 퇴적	m	1.50	2	1.50	2	— —	변동없음
	고무재 파손, 마모	m	0.50	1	2.50	4	▲ 2.00	신규손상
교면포장	망상균열	m ²	960.00	4	960.00	4	— —	변동없음
	포장파손	m ²	0.01	1	0.02	2	▲ 0.01	신규손상
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	4.50	3	4.50	3	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.90	2	0.90	2	— —	변동없음
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

【표 26.3.59】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	타설불량	m ²	0.45	1	0.45	1	— —	변동없음
거더	망상균열	m ²	—	—	4.00	1	▲ 4.00	신규손상
가로보	재료분리	m ²	0.45	1	0.45	1	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.40	2	▲ 0.40	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.50	5	2.50	5	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	1.50	3	1.50	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.50	11	20.50	25	▲ 14.00	신규손상
	망상균열	m ²	24.50	3	24.50	3	— —	변동없음
	폐콘크리트 퇴적	m ²	7.00	1	7.00	1	— —	변동없음
교량받침	무수축모탈 균열(0.3mm미만)	m	4.60	20	5.00	22	▲ 0.40	신규손상
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.10	4	1.10	4	— —	변동없음
	무수축모탈 박락	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	스토퍼 간섭	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	6.50	13	10.30	38	▲ 3.80	신규손상
	접속부 이격	m	20.00	2	4.00	2	▼ 16.00	보수실시
	본체 고무재파손	m	—	—	0.20	2	▲ 0.20	신규손상
	이물질 퇴적	m	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	차수판 볼트탈락	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
교면포장	포장박리	m ²	0.65	2	0.65	2	— —	변동없음
	접속도로 망상균열	m ²	42.50	2	—	—	▼ 42.50	보수실시
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
방호벽 중분대	균열(0.3mm미만)	m	70.00	5	70.00	5	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	0.70	7	0.70	7	— —	변동없음
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

26.4 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.

26.4.1 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 26.4.1】 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	4	4	5	5	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	2	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		1	2	1	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

【표 26.4.2】 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	4	4	5	5	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		1	2	1	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	—	—	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

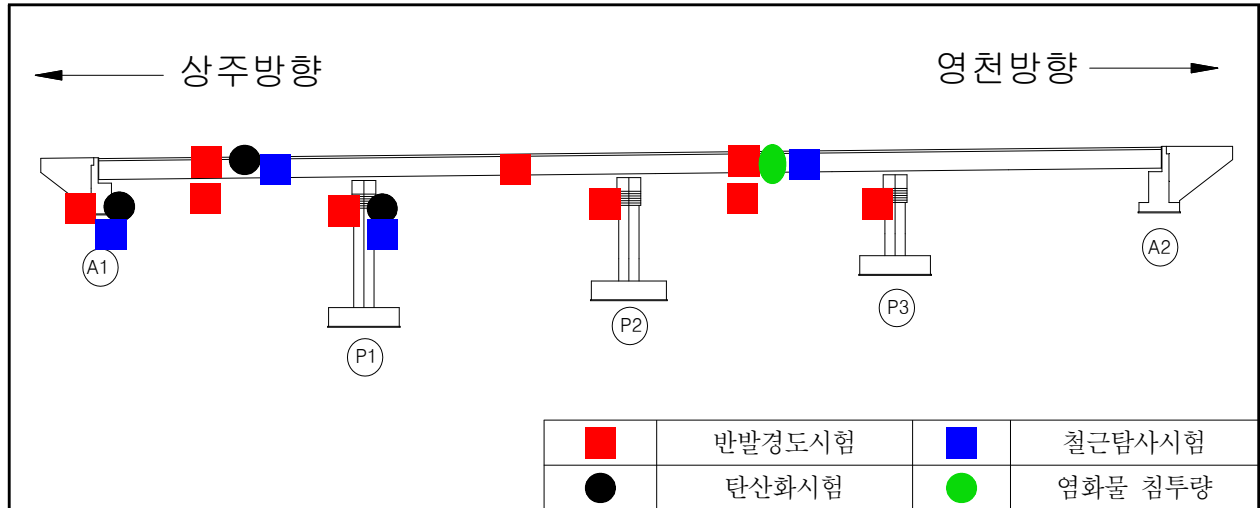
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

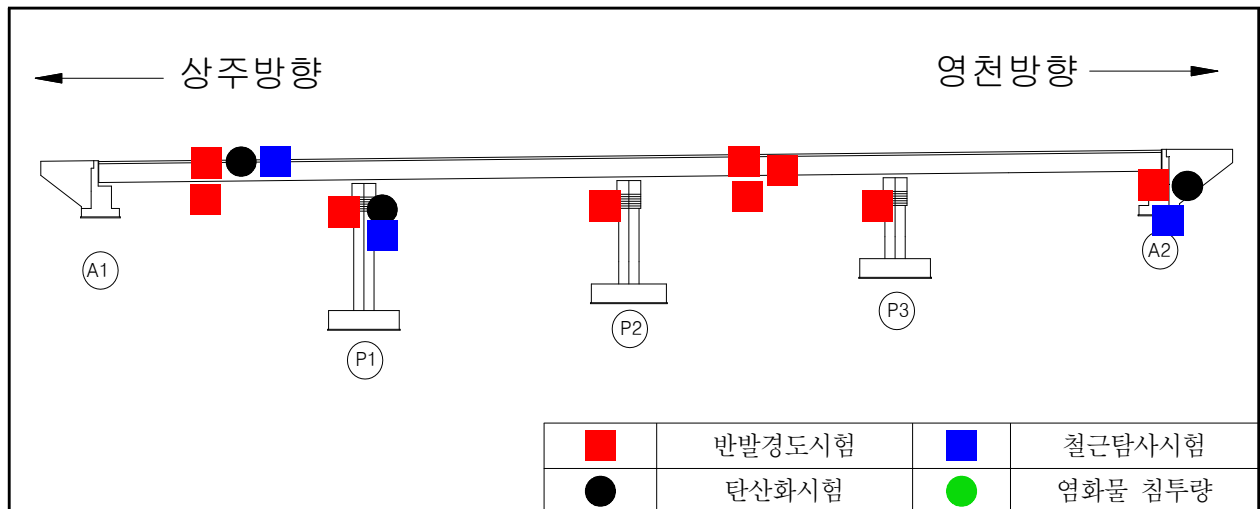
	
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황
	
철근탐사시험	염화물침투량 시험

【사진 26.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 26.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 26.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

26.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 10개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 26.4.3】 상부구조(바닥판, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.3	27.8	28.4	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	48.3	27.8	28.4			
	S2 가로보	48.3	27.8	28.4			

【표 26.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S1-G1 거더	49.0	40.4	47.4	0.64	40.0	
	S3-G1 거더	50.5	41.9	49.6			

【표 26.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	46.2	26.1	27.4	0.64	24.0	
	P1 교각	49.4	28.7	28.9		27.0	
	P2 교각	48.5	28.0	28.5			
	P2 교각 (비건전)	48.3	27.8	28.4			
	P3 교각	47.5	27.2	28.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.8~28.4MPa, 거더 40.4~49.6 MPa, 교대 26.1~27.4MPa, 교각 27.2~28.9MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 26.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면, 가로보	27.8 ~ 28.4	27.0	103.0 ~ 105.2
	거더	40.4 ~ 49.6	40.0	101.0 ~ 124.0
하부구조	교대	26.1 ~ 27.4	24.0	108.8 ~ 114.2
	교각	27.2 ~ 28.9	27.0	100.7 ~ 107.0

② 기 점검결과와의 비교

【표 26.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판가로보	27.3 ~ 28.5	27.8 ~ 28.4	27.0
	거더	40.5 ~ 47.9	40.4 ~ 49.6	40.0
	교대	25.4 ~ 27.2	26.1 ~ 27.4	24.0
	교각	27.4 ~ 29.1	27.2 ~ 28.9	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 26.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	2.5	40.0	37.5	a	1.02	100년이상	
하부구조	A1 교대	5.0	80.0	75.0	a	2.04	100년이상	
	P1 교각	5.5	85.0	79.5	a	2.25	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 26.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.5	37.5	
하부구조	5.0~5.5	75.0~79.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 26.4.10】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	2.0	38.0	a	2.5	37.5	a	
하부구조	3.0~5.0	95.0~97.0	a	5.0~5.5	75.0~79.5	a	
검토의견	■ 기존 및 급회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 10개소)을 실시하였으며, 검토결과를 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 26.4.11】 상부구조(바닥판, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.3	27.8	28.4	0.64	27.0	
	S3 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S3 가로보	47.2	27.4	28.3			

【표 26.4.12】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S1-G5 거더	50.5	41.9	49.6	0.64	40.0	
	S3-G5 거더	51.5	42.9	51.1			

【표 26.4.13】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	46.1	26.0	27.4	0.64	24.0	
	P1 교각	49.4	28.7	28.9		27.0	
	P2 교각	48.7	28.2	28.6			
	P3 교각	49.9	29.1	29.1			
	P3 교각 (비건전)	49.0	28.4	28.7			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.3~28.4MPa, 거더 41.9~51.1 MPa, 교대 26.0~27.4MPa, 교각 28.2~29.1MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 26.4.14】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면, 가로보	27.3 ~ 28.4	27.0	101.1 ~ 105.2
	거더	41.9 ~ 51.1	40.0	104.7 ~ 127.8
하부구조	교대	26.0 ~ 27.4	24.0	108.3 ~ 114.2
	교각	28.2 ~ 29.1	27.0	104.4 ~ 107.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 26.4.15】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판 가로보	27.0 ~ 28.7	27.3 ~ 28.4	27.0
	거더	40.2 ~ 47.0	41.9 ~ 51.1	40.0
	교대	24.6 ~ 26.8	26.0 ~ 27.4	24.0
	교각	27.4 ~ 29.0	28.2 ~ 29.1	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 26.4.16】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.0	40.0	37.0	a	1.22	100년이상	
하부구조	A2 교대	2.5	90.0	87.5	a	1.02	100년이상	
	P1 교각	3.0	85.0	82.0	a	1.22	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 26.4.17】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0	37.0	
하부구조	2.5~3.0	82.0~87.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 26.4.18】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 성능평가			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	2.0~2.5	37.5~38.0	a	3.0	37.0	a	
하부구조	6.0	94.0	a	2.5~3.0	82.0~87.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 26.4.19】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면 가로보	27.8 ~ 28.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.4 ~ 49.6	40.0	
	하부구조	교대	26.1 ~ 27.4	24.0	
		교각	27.2 ~ 28.9	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		75.0~79.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 26.4.20】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면 가로보	27.3 ~ 28.4	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.9 ~ 51.1	40.0	
	하부구조	교대	26.0 ~ 27.4	24.0	
		교각	28.2 ~ 29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		82.0~87.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 26.4.21】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 ,가로보	27.3	~	28.5	27.8	~	28.4	■ 강도저하 없음
		거더	40.5	~	47.9	40.4	~	49.6	
	하부구조	교대	25.4	~	27.2	26.1	~	27.4	
		교각	27.4	~	29.1	27.2	~	28.9	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0		a	37.5		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		95.0~97.0		a	75.0~79.5		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 26.4.22】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판, 가로보	27.0	~	28.7	27.3	~	28.4	■ 강도저하 없음
		거더	40.2	~	47.0	41.9	~	51.1	
	하부구조	교대	24.6	~	26.8	26.0	~	27.4	
		교각	27.4	~	29.0	28.2	~	29.1	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.5~38.0		a	37.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음	
	하부구조		94.0		a	82.0~87.5	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.

26.5 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.

26.5.1 상태안전성능 평가

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

가. 상주방향 상태안전성능평가 결과

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

【표 26.5.1】 상주방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	DR	a	a	a	d	a	b	b	a	b	q
S2	P1	DR	a	a	a	d	a	b	—	b	b	q
S3	P2	DR	b	a	b	d	a	a	b	b	b	q
S4	P3	DR	b	a	a	d	a	b	—	b	b	q
	A2								b	a	c	q
평균			0.150	0.100	0.125	0.700	0.100	0.175	0.200	0.160	0.240	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.023	0.025	0.005	0.028	0.003	0.004	0.014	0.024	0.060	—
											0.185	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.185) < 0.260$

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

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

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

③ 도로부 신축이음부

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

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 26.5.2】 영천방향 상태안전성능평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초
S1	A1	DR	a	a	a	a	a	b	b	a	c	q
S2	P1	DR	b	b	b	b	a	b	—	b	b	q
S3	P2	DR	a	a	a	b	a	b	b	b	b	q
S4	P3	DR	a	a	b	a	a	b	—	b	b	q
	A2								b	a	b	q
평균			0.125	0.125	0.150	0.150	0.100	0.200	0.200	0.160	0.240	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.019	0.031	0.006	0.006	0.003	0.004	0.014	0.024	0.060	—
											0.167	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.167) < 0.260$

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

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

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

③ 도로부 신축이음부

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 26.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.185	B	180	2	360	0.500	0.093
영천방향	0.167	B	180	2	360	0.500	0.084
합계(Σ)			360	4	720	1.000	0.176
1. 평가지수 =							0.176
2. 상태평가결과 =							B

26.5.2 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 DR Girder

(1) 교량형식

- 구조형식 : DR
- 경 간 장 : $2@45+2@45 = 180.0$ m
- 폭 원 : 12.455 m
- 교량등급 : 1등교
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 9°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

- ① 설계기준강도 : $f_{ck} = 27MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 25,500MPa$

○ 철근

- ① 항복강도 : $f_y = 400MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 200,000MPa$

○ DR Beam Girder 콘크리트

- ① 설계기준강도 : $f_{ck} = 40MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 31,400MPa$

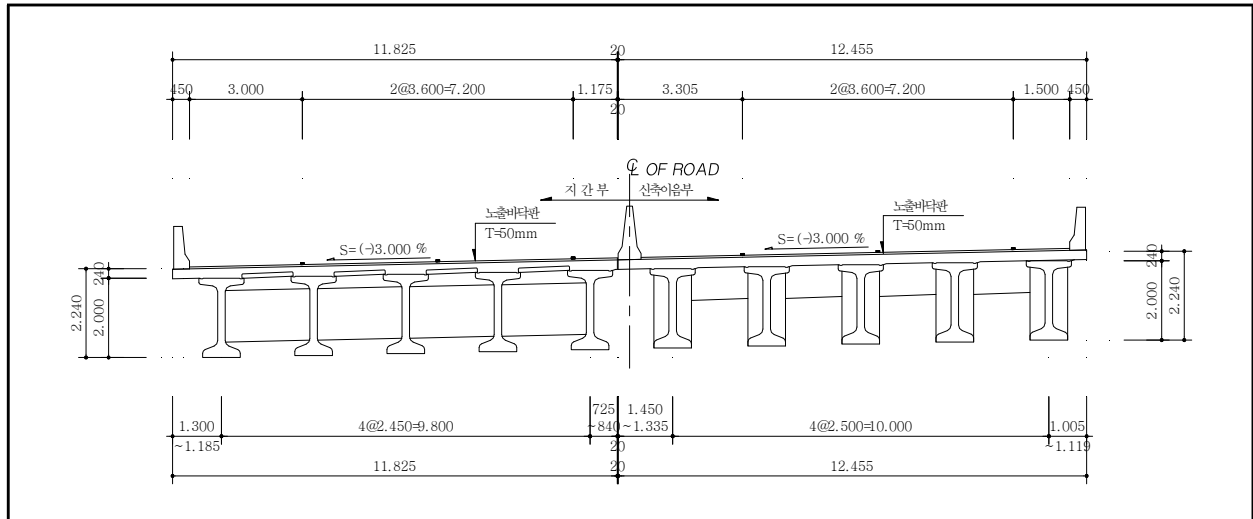
○ 철근

- ① 항복강도 : $f_y = 400MPa$
- ② 탄성계수 : $E_c = 200,000MPa$

○ PS강재 - SWPC 7B $\phi 15.2mm$

- ① 인장강도 : $f_{pu} = 1,900MPa$
- ② 항복강도 : $F_{py} = 1,600MPa$
- ② 탄성계수 : $E_p = 200,000MPa$

(3) 검토단면



(4) 고정하중

구 분	콘크리트	강 재	포 장
단위중량 (kN/m ³)	25.00	78.50	23.50

(5) 구조계산 결과요약

■ 허용응력 검토 결과

구 분		발생응력		허용응력		비 고
		압축	인장	압축	인장	
1차 텐던 프리스트레스 도입직후	상연	7.504		17.600	1.400	O.K
	하연	6.358		17.600	1.400	O.K
2 텐던 프리스트레스 도입직후	상연	13.550		22.000	1.600	O.K
	하연	11.640	0.520	22.000	1.600	O.K
구조물 완공 직후	상연	13.250	0.625	16.000	3.200	O.K
	하연	11.470		16.000	3.200	O.K
크리프 완료 직후	상연	9.724		16.000	3.200	O.K
	하연	9.141		16.000	3.200	O.K
하중조합 후	상연	14.793	2.033	16.000	3.200	O.K
	하연	15.711		16.000	3.200	O.K

■ 허용응력 검토 결과(바닥판)

1) 캔틸레버부 단면력 검토

활하중 산정

$$\cdot X = 0.019$$

$$\cdot i = 15/(0.019+40) = 0.373 > 0.3 \text{ 이므로 } i = 0.3$$

$$\cdot E = 0.8X + 1.14 = 1.155$$

$$\cdot M_1 = \frac{P}{E} X (1+i) = \frac{96}{1.155} \times 0.019 \times (1+0.3) = 2.053 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

최대 계수 모멘트 계산 (캔틸레버부)

$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 7.615 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 1324 \times 400 \times \left(180.0 - \frac{23.076}{2}\right) \\ &= 75.835 \text{ kN}\cdot\text{m} > Mu = 7.615 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

2) 중앙부 단면력 검토

하중의 산정

- 고정하중에 의한 발생력 산정

$$\cdot \text{지 간} : 1.300\text{m}$$

$$\cdot \text{포 장} : 0.050 \times 23.5 = 1.175\text{kN/m}$$

$$\cdot \text{콘크리트} : 0.240 \times 25.0 = 6.000\text{kN/m}$$

$$\cdot \text{합 계} : 7.175\text{kN/m}$$

$$\cdot M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 1.300^2}{10} = 1.213\text{kN}\cdot\text{m}$$

활하중 산정

$$\cdot i = 15/(1.30+40) = 0.363 > 0.3 \text{ 이므로 } i = 0.3$$

$$\cdot M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r (1+i) \times 0.8 = 19.760\text{kN}\cdot\text{m}$$

최대 계수 모멘트 계산 (중앙부)

$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 44.061 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 1324.00 \times 400 \times \left(200.0 - \frac{23.076}{2}\right) \\ &= 84.838 \text{ kN}\cdot\text{m} > Mu = 44.061 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

본 과업에서는 교량별 바닥판 및 주거더(DR Girder)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

f_a : 재료의 허용응력

f_d : 고정하중에 의한 응력

$f_{LS(1+i)}$: 충격계수를 고려한 설계활하중(LS-22)에 의한 응력

② 내하력(Load Carrying Capacity)

$$\text{기본내하력(P)} = \text{RF} \times \text{Pr}$$

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중(LS-22)

■ 허용응력설계법에 의한 내하율 평가결과

구 분			고정하중응력+긴장력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
도림 천교	거더	상연	9.724	5.069	16.000	1.238
		하연	9.141	6.570	16.000	1.044

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

ϕM_n : 설계휨강도

M_d : 고정하중에 의한 모멘트

$M_\ell(1+i)$: 충격계수를 고려한 설계활하중에 의한 모멘트

γ_d : 고정하중계수(1.3)

$\gamma \ell$: 활하중계수 (2.15)

② 내하력 (Load Carrying Capacity)

$$\text{기본내하력}(P) = R.F \times P_r$$

여기서, P : 기본내하력

P_r : 설계활하중

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_L M_L(1+i)$ (kN · m)	R.F
캔틸레버부	75.835	2.462	2.053	3.201	4.414	16.455
중앙부	84.838	1.213	19.760	1.577	42.484	1.960

■ 강도설계법에 의한 거더의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_L M_L(1+i)$ (kN · m)	R.F
외측거더	20357.321	9733.943	2618.069	12,654.126	5,628.848	1.369
내측거더	20357.321	9771.617	2662.556	12,703.102	5,724.495	1.337

4) 내하력평가 결과

바닥판의 기본내하력은 강도설계법에 따라 평가하였고, 주거더(STB)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
내포교	거더 (허용응력)	1.337	DB-	32.088	1.363	DB-	43.736	DB-24 이상
	거더 (강도설계법)	1.044	DB-	25.056	1.363	DB-	34.151	DB-24 이상
	바닥판	1.960	DB-	47.040	-	-	-	DB-24 이상

■ 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중응력+긴장력 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
도림 천교	거더	상연	16.000	9.724	5.069	1.082
		하연	16.000	9.141	6.570	1.018

■ 강도설계법(바닥판)

구 분	ϕM_n (kN-m)	M_u (kN-m)	SF(안전율)	비 고
캔틸레버부	75.835	7.615	9.959	SF = 1.0 이상
중앙부	84.838	44.061	1.925	SF = 1.0 이상

■ 강도설계법(거더)

구 분	ϕM_n (kN-m)	M_u (kN-m)	SF(안전율)	비 고
외측거더	20357.321	18334.975	1.110	SF = 1.0 이상
내측거더	20357.321	18427.598	1.105	SF = 1.0 이상

■ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	캔틸레버부	9.959	16.455	DB-24이상	A	강도설계법
	중앙부	1.925	1.960	DB-24이상	A	강도설계법
거 더		1.018	1.044	DB-24이상	A	허용응력설계법

26.5.3 안전성능평가 결과

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

단, 구조안전성능을 실시하지 않은 경우는 상태안전성능지수를 안전성능지수로 갈음한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
도림천교	0.176	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.176 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

26.6 내구성능 평가

26.6.1 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.

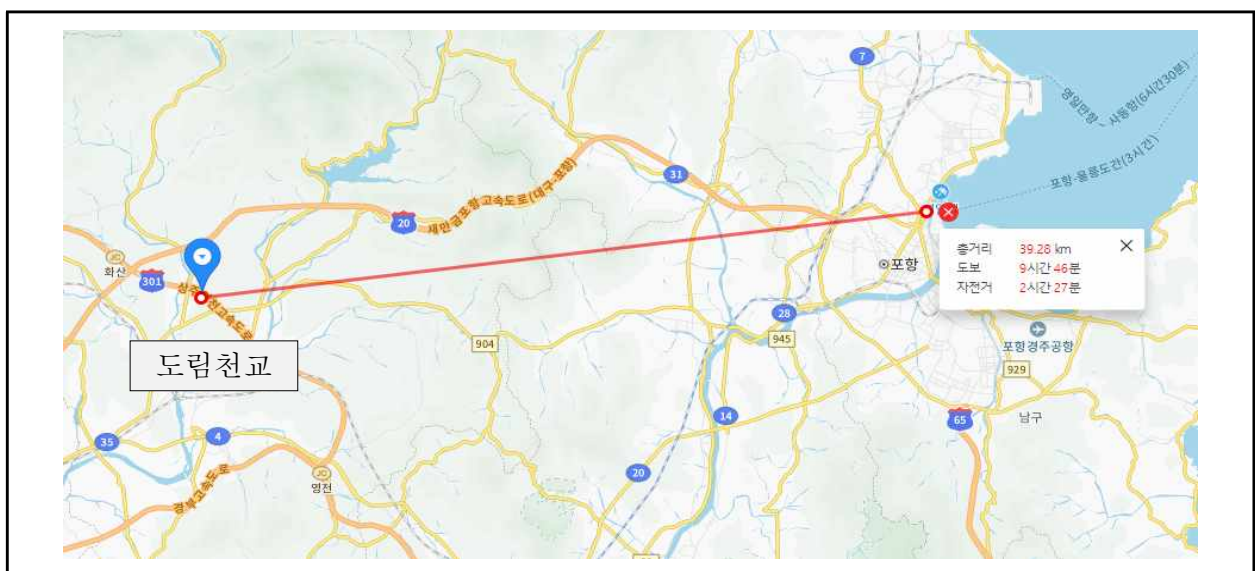
26.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 도림동 1098-1에 위치하며, 동해안으로부터 약 39.28km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 26.6.1】 위치도

【표 26.6.1】 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 26.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 도림동 1098-1				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2023년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	0일	2017.11~2018.3	7일	2020.11~2021.3	2일
2014.11~2015.3	0일	2018.11~2019.3	1일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	2일	2019.11~2020.3	0일	2022.11~2023.3	1일
2016.11~2017.3	2일	평균 강설일수			1.5일

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

주) 해당 시설물의 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 57.4회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연평균 5.7회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 26.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 영천시 도림동 1098-1				
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 26.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 영천시 도림동 1098-1				
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 26.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S3	0.420	0.372	0.364	b

【표 26.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S3	—	—	3.182

【표 26.6.7】 철근부의 전염화물 함유량이 2.5(kg/m³)가 되는 시점 평가

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

【표 26.6.8】 염화물 침투량 최종 평가등급

세부 부재명		염화물 함유량 평가 결과	철근부 전염화물 함유량 C_r 가 2.5(kg/m ³)가 되는 시점	염화물 함유량 최종 평가 등급
바닥판	S3	b	a	b

2) 탄산화 깊이

【표 26.6.9】탄산화 깊이 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		탄산화 깊이 (mm)	탄산화 속도계수	잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T(년)	개별 평가등급	평가 등급
탄산화 깊이	상주방향	S1 바닥판하면	2.5	1.02	30년 초과	a	a
		A1 교대	5.0	2.04	30년 초과	a	a
		P1 교각	5.5	2.25	30년 초과	a	a
	영천방향	S1 바닥판하면	3.0	1.22	30년 초과	a	a
		A2 교대	2.5	1.02	30년 초과	a	a
		P1 교각	3.0	1.22	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 26.6.10】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	104.1	—	a	0.10	a
		S3 바닥판하면	104.1	—	a		
		S2 가로보	104.1	—	a		
		S1-G1 거더	109.8	—	a		
		S3-G1 거더	114.4	—	a		
		A1 교대	111.6	—	a	0.10	a
		P1 교각	106.7	—	a		
		P2 교각	104.6	—	a		
		P3 교각	102.2	—	a		
		P3 교각(비건전)	104.1	99.5	a		
피복 콘크리트의 품질	영천방향	S1 바닥판하면	104.1	—	a	0.10	a
		S3 바닥판하면	102.5	—	a		
		S3 가로보	103.1	—	a		
		S1-G5 거더	114.4	—	a		
		S3-G5 거더	117.5	—	a		
		A2 교대	111.3	—	a	0.10	a
		P1 교각	106.7	—	a		
		P2 교각	105.1	—	a		
		P3 교각	107.1	—	a		
		P3 교각(비건전)	105.8	98.0	a		

마. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 26.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		2@45+2@45 = 180m
교폭		24.3m
바닥판의 높이		—
거더 갯수		5
2차 부재		L=2.5m, 교축방향 17.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm~100mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시 도림동 1098-1
	해안 이격거리	34.99km

【표 26.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	b	a	a	b	0.2
	거더(35)	—	—	a	a	0.1
	2차부재(7)	—	—	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.2 \times 33 + 0.1 \times 35 + 0.1 \times 7 + 0.1 \times 25) / 100 = 0.133$			
		등급	B			

【표 26.6.13】 열화환경지표의 평가

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

26.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 26.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.133	c	1.00	0.133
결함도점수				0.133
내구성능평가 결과				B

26.7 사용성능 평가

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

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

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

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

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

26.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 1.24~4.20으로 평가되었다.

【표 26.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	180.0	1.24	e등급
	상주영천고속도로	상주	2	180.0	1.24	e등급
	상주영천고속도로	영천	1	180.0	3.10	c등급
	상주영천고속도로	영천	2	180.0	4.20	a등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0미만으로 산정되어 매우불량한 상태인 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, 6.834mm/s, 7.60Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 3기가 시공되어있으며, 점검로의 경우 설치되어있지 않은 것으로 조사되었다.

【표 26.7.2】 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% 미만으로 설치되어 있는 상태로, e등급으로 평가된다.

5) 교통량

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

【표 26.7.3】교통량의 성능평가

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

26.7.2 사용성능평가 결과

【표 26.7.4】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
				결합도점수	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

26.8 종합성능평가

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

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

【표 26.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	도림천교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.176	b	0.68
내구성능 평가	0.133	b	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.176 \times 0.68 + 0.133 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.232$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.232 • 종합성능평가 결과 : B등급		

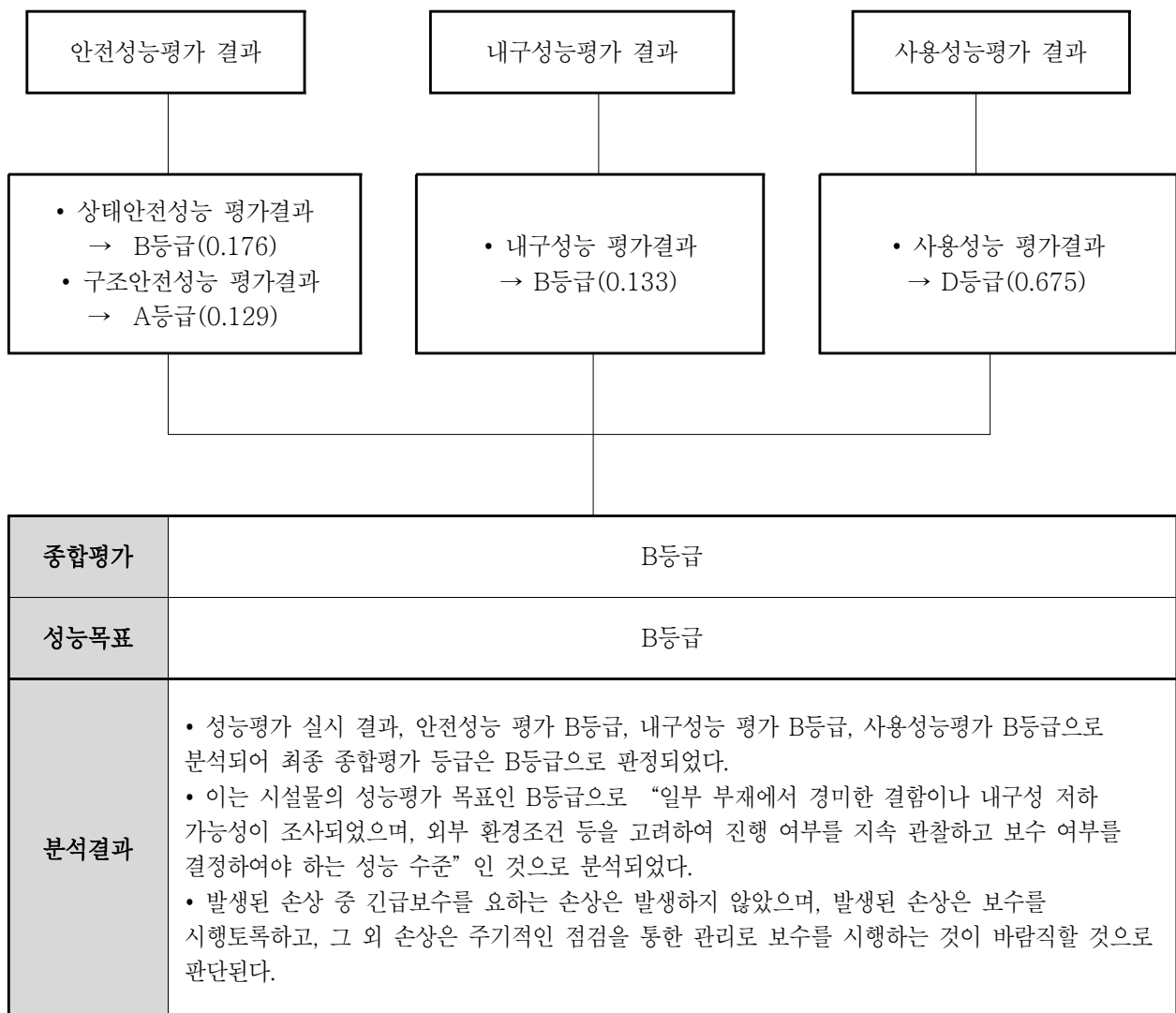
26.9 유지관리 전략제안

26.9.1 성능목표 등급 산정

【표 26.9.1】 성능목표 등급산정

일교통량	30,787 대/일
중차량 통행량	차선당 813대/일 (3,252 대/일)
대상교량의 차단 시 우회거리	17.0km
성능목표 등급	B($0.20 \leq X < 0.26$)

26.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



26.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향 보수 개략공사비

【표 26.9.2】 상주방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	재료분리	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
	철근노출	단면보수(방청)	0.05	0.08	m²	—	—	하자
	파손	단면보수	0.30	0.45	m²	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.80	1.20	m²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.30	1.24	m²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	3.50	5.25	m	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	7.50	11.25	m²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	0.56	m²	—	—	하자
	망상균열, 표면오염	표면처리	54.00	81.00	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.10	0.15	m²	—	—	하자
	균열부백태	표면처리	0.25	0.38	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	4.00	6.00	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	10.50	15.75	m²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	2.30	0.86	m²	54	46	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m²	54	10	2순위
	무수축물탈 박리, 박락	단면보수	0.02	0.03	m²	165	5	2순위
	플레이트 부식	재도장	5.00	7.50	EA	40	300	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	6.50	2.44	m²	54	132	2순위
	후타재 망상균열	표면처리	5.00	7.50	m²	54	0	2순위
	이물질 퇴적	정비	1.50	2.25	m	25	56	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	960.00	1,440.00	m²	54	77,760	3순위
	포장파손	단면보수	0.02	0.03	m²	165	5	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	4.50	1.69	m²	54	91	3순위
	균열부백태	표면처리	0.90	1.35	m²	54	73	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		498		77,980		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		249		38,990		
	합계	—		747		116,970		
개략공사비 총계(천원)		117,717						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향 보수 개략공사비

【표 26.9.3】 영천방향 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	타설불량	주의관찰	0.45	0.68	m ²	—	—	하자
거더	망상균열	표면처리	4.00	6.00	m ²	—	—	하자
가로보	재료분리	단면보수	0.45	0.68	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.40	0.60	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.50	0.94	m ²	—	—	하자
	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.50	2.25	m	—	—	하자
	망상균열	표면처리	1.00	1.50	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.02	0.03	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	20.50	7.69	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	24.50	36.75	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	7.00	10.50	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	5.00	1.88	m ²	54	102	2순위
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.10	0.41	m ²	54	22	2순위
	무수축물탈 박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	165	3	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	10.30	3.86	m ²	54	208	2순위
	이물질 퇴적	정비	2.00	3.00	m	25	413	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	3.00	3.00	EA	25	75	3순위
교면포장	포장박리	단면보수	0.65	0.98	m ²	165	162	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	70.00	26.25	m ²	54	1,418	3순위
	균열부백태	표면처리	0.70	1.05	m ²	54	57	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		497		1,963		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		249		982		
	합계	—		716		2,945		
개략공사비 총계(천원)		3,691						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

다. 상주방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 26.9.4】 상주방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수	0.10	0.15	—	—	재료분리	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
단면보수(방청)	0.05	0.08	—	—	철근노출	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
단면보수	0.30	0.45	—	—	파손	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	0.80	1.20	—	—	균열부백태	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
단면보수	0.10	0.15	—	—	재료분리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	21
표면처리	3.30	1.24	—	—	균열 (0.3mm미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
주입보수	3.50	5.25	—	—	균열 (0.3mm이상)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	7.50	11.25	—	—	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	1.50	0.56	—	—	균열 (0.3mm미만)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	54.00	81.00	—	—	망상균열 , 표면오염	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	0.10	0.15	—	—	백태	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	0.25	0.38	—	—	균열부백태	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	4.00	6.00	—	—	누수흔적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9

【표 26.9.4】 상주방향 우선순위지수 산정(계속)

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
정비	10.50	15.75	-	-	패콘크리트 퇴적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	9
표면처리	2.30	0.86	54	46	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	0.50	0.19	54	10	반콘크리트 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
단면보수	0.02	0.03	165	5	무수축물탈 박리, 박락	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
채도장	5.00	7.50	40	300	플레이트 부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	1
표면처리	6.50	2.44	54	132	후타재 균열 (0.3mm미만)	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
표면처리	5.00	7.50	54	0	후타재 망상균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
정비	1.50	2.25	25	56	이물질 퇴적	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
표면처리	96000	144000	54	77760	망상균열	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	21
단면보수	0.02	0.03	165	5	포장파손	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	21
표면처리	4.50	1.69	54	91	균열 (0.3mm미만)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	24
표면처리	0.90	1.35	54	73	균열부백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	24

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 26.9.5】 영천방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
주의관찰	0.45	0.68	—	—	타설불량	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	4.00	6.00	—	—	망상균열	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
단면보수	0.45	0.68	—	—	재료분리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	16
표면처리	0.40	0.60	—	—	백태	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	16
표면처리	2.50	0.94	—	—	균열 (0.3mm미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
주입보수	1.50	2.25	—	—	균열 (0.3mm이상)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
표면처리	1.00	1.50	—	—	망상균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
표면처리	0.02	0.03	—	—	백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
표면처리	20.50	7.69	—	—	균열 (0.3mm미만)	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
표면처리	24.50	36.75	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
정비	7.00	10.50	—	—	페인트 퇴적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	6
표면처리	5.00	1.88	54	102	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	1.10	0.41	54	22	반침 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
단면보수	0.01	0.02	165	3	무수축물탈 박락	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	10.30	3.86	54	208	후타재 균열 (0.3mm미만)	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
정비	2.00	3.00	25	413	이물질 퇴적	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13

【표 26.9.5】영천방향 우선순위지수 산정(계속)

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
정비	3.00	3.00	25	75	차수관 볼트탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	13
단면보수	0.65	0.98	165	162	포장박리	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	16
표면처리	70.00	26.25	54	1418	균열 (0.3mm이상)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	19
표면처리	0.70	1.05	54	57	균열부백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	19

마. 유지관리 전략 제언

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

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

해당 교량은 종합성능평가 결과가 0.232로 평가되었으며, 성능목표인 $0.20 \leq X < 0.26$ 을 만족하고 있는 것으로 조사되었고, 교량의 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

26.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 도림동(상주영천고속도로 80.169~80.349km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 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.

26.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 재료분리 및 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 파손, 균열부백태가 조사되었다.
- 바닥판하면에서 조사된 재료분리, 파손, 철근노출의 경우 장기공용, 시공미흡, 다짐불량에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 중대한 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 내구성 증진 차원의 단면보수, 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 백태의 경우 건조수축 및 온도변화, 수분접촉 등에 의한 비구조적 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

2) DR 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, 정밀조사로 재료분리 1개소가 조사되었다. 현재, 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.
- 가로보에 발생한 재료분리의 경우 시공미흡, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 기능발

휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 단면보수 조치가 필요하다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 누수흔적이 확인되었고, 금회 정밀조사로 누수흔적이 추가 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 교대에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 0.3mm미만 균열의 경우 표면처리를, 0.3mm이상 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교대에 신축이음 및 외부에서 유입된 우수로 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 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면오염, 균열부백태, 누수흔적, 백태, 폐콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 인해 균열부백태, 망상균열 등의 손상이 추가 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열, 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면처리를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직하다.
- 표면오염, 누수흔적, 균열부백태의 경우 신축이음 및 외부에서 유입된 우수에 의한 손상으로, 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공초기에 정리미흡에 의한 손상으로 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박리, 박락이 확인되었으며, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었다. 금회 정밀조사로 균열 및 플레이트 부식이 신규 조사되었다.
- 무수축물탈, 받침콘크리트에서 발생한 균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- P1 및 P2의 교량받침에서 발생한 무수축물탈 박리 및 박락의 경우 시공미흡, 시공중 외부충

격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 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, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 본체 이물질퇴적, 고무재 파손이 확인되었고, 금회 정밀조사로 본체 고무재 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.
- 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열은 장기공용, 건조수축, 열화 등으로 인한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 신축이음 본체에 발생한 이물질 퇴적의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다. 신축이음에 발생한 고무재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 주의관찰 및 손상의 진전여부 파악 등의 유지관리가 필요하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 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 본선구간 전구간 망상균열, 파손이 확인되었고, 손상부의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀점검으로 포장파손이 1개소 추가 조사되었다.
- 교면포장에 발생한 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 포장파손의 경우 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

9) 배수시설

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

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태다.
- 점검시설은 현재 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

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 27.8~28.4MPa, 거더 40.4~49.6MPa, 교대 26.1~27.4MPa, 교각 27.2~28.9MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 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 타설불량이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 바닥판하면의 S2 캔틸레버측에 시공당시에 거푸집 설치 불량으로 인한 타설불량이 조사되었고, 구조물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니다. 상기 손상은 낙하의 위험 또한 없는 것으로 판단되며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

2) DR Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 금회 국부적인 망상균열이 추가 조사되었다. 그 외의 손상은 없는 전반적으로 양호한 상태이다.
- 거더에 발생한 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 장기공용 등의 원인으로 발생한 손상으로, 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 표면처리 보수가 필요하다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태가 1개소 추가 조사되었다. 가로보는 기능발휘에는 문제가 없는 상태이다.
- 가로보에 발생한 재료분리의 경우 시공미흡, 다짐부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 단면보수 조치가 필요하다.
- 백태의 경우 장기공용, 수분접촉 등에 의한 손상으로 기능발휘에는 문제가 없으나 내구성확보를 위해 표면처리 조치가 필요하다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm내·외), 망상균열, 백태가 확인되었고, 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다. 교대 법면은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 교대 벽체에 발생한 균열(0.3mm내·외) 및 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단된다. 발생한 손상부의 경우 균열의 규모 및 방향성 등을 고려할 때 비구조적 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리, 주입보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 교대 흉벽에 발생한 백태의 경우 신축이음 하부로부터 유입된 우수에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 페콘크리트 퇴적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 인해 균열이 추가 조사되었다. 교각은 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.
- 교각의 기둥부 및 코핑부에 발생한 균열, 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 현재 손상의 경우 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로 비구조적 손상인 것으로 판단된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 페콘크리트 퇴적의 경우 시공초기에 정리미흡에 의한 손상으로 구조물의 원활한 유지관리를 위한 청소 등의 정비가 필요할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 박락, 스토퍼 간섭이 확인되었으며, 추가 진전 및 2차 손상발생은 없는 것으로 조사되었다. 금회 정밀조사로 균열이 신규 조사되었다.
- 무수축물탈, 받침콘크리트에서 발생한 균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 무수축물탈 박락의 경우 시공미흡, 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 교량받침에 발생한 스토퍼 간섭의 경우 교량받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 점검일 현재 스토퍼 및 플레이트, 거더 등에 2차손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 발생한 손상부의 경우 현재 단계에서 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(0.3mm미만), 접속부 이격, 본체 이물질 퇴적이 확인되었고, 금회 접속부 이격이 보수된 것이 확인되었다. 또한, 후타재 균열 및 차수판 볼트탈락, 본체 고무재파손 등의 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 가동상태는 양호한 상태이다.

- 후타재 균열(0.3mm미만)은 장기공용, 건조수축, 열화 등으로 인한 손상으로, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 후타재 접속부 이격의 경우, 금회 포장보수를 실시하면서 일부 보수가 되고, 갓길측에 이격이 일부 남아 있는 상태이다. 상기손상은 장기공용, 시공초기 토공부 다짐부족, 우수유입으로 인한 토사유실 등에 의한 손상으로 추정되며, 현재 구조물의 안전성 및 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 신축이음 본체에 발생한 이물질 퇴적, 차수관 볼트탈락의 경우 공용기간 증가에 의한 손상으로 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다. 신축이음에 발생한 고무재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 주의관찰 및 손상의 진전여부 파악 등의 유지관리가 필요하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 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 포장박리가 확인되었고, 접속부 망상균열은 재포장을 실시하여 보수된 상태이다. 포장박리는 손상의 진전이 미미한 상태로 조사되었다. 금회 점검시 추가 발생한 손상은 없는 상태이다.
- 교면포장 포장박리의 경우 장기공용, 우수유입, 동결융해 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통해 원활한 배수를 유지하는 것이 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만) 및 균열부백태가 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 발생한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 공용기간 증가, 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태다.
- 점검시설은 현재 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

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 27.3~28.4MPa, 거더 41.9~51.1MPa, 교대 26.0~27.4MPa, 교각 28.2~29.1MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

26.10.2 성능평가 결과

【표 26.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	도림천교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.176	b	0.68
내구성능 평가	0.133	b	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.176 \times 0.68 + 0.133 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.232$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.232 • 종합성능평가 결과 : B등급		

26.10.3 종합결론

- 도림천교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 균열, 거더 박락, 가로보 철근노출, 교대 균열, 교각 망상균열, 교량 받침 받침콘크리트 철근노출, 신축이음 후타재 파손, 교면포장 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(0.232)으로 평가되어 B등급(결함도 범위 : $0.20 \leq X < 0.26$)인 성능목표를 달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것으로 판단된다.

26.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

26.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 망상균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

26.10.6 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.

