

25. 암기교

- 25.1 시설물 개요
- 25.2 자료수집 및 분석
- 25.3 현장조사
- 25.4 콘크리트 내구성조사
- 25.5 안전성능 평가
- 25.6 내구성능 평가
- 25.7 사용성능 평가
- 25.8 종합성능평가
- 25.9 유지관리 전략제안
- 25.10 종합결론 및 건의사항

25. 암기교

25.1 시설물의 개요

본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 가상리(상주영천고속도로 76.154~76.334km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.3m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

25.1.1 일반사항

【표 25.1.1】 암기교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000276		관리번호		SY BR.32	
시설물위치		경상북도 영천시 화산면 가상리 490		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		76.154~76.334km		공사이정		0.796~0.976km	
설계하중		DB-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	직접, 말뚝기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		모노셀, 핑거	
교차시설물		고속국도 20호선		통과높이		6.0m	
부착시설내용		-					
시 공 자		두산건설(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

25.1.2 위치도 및 전경사진

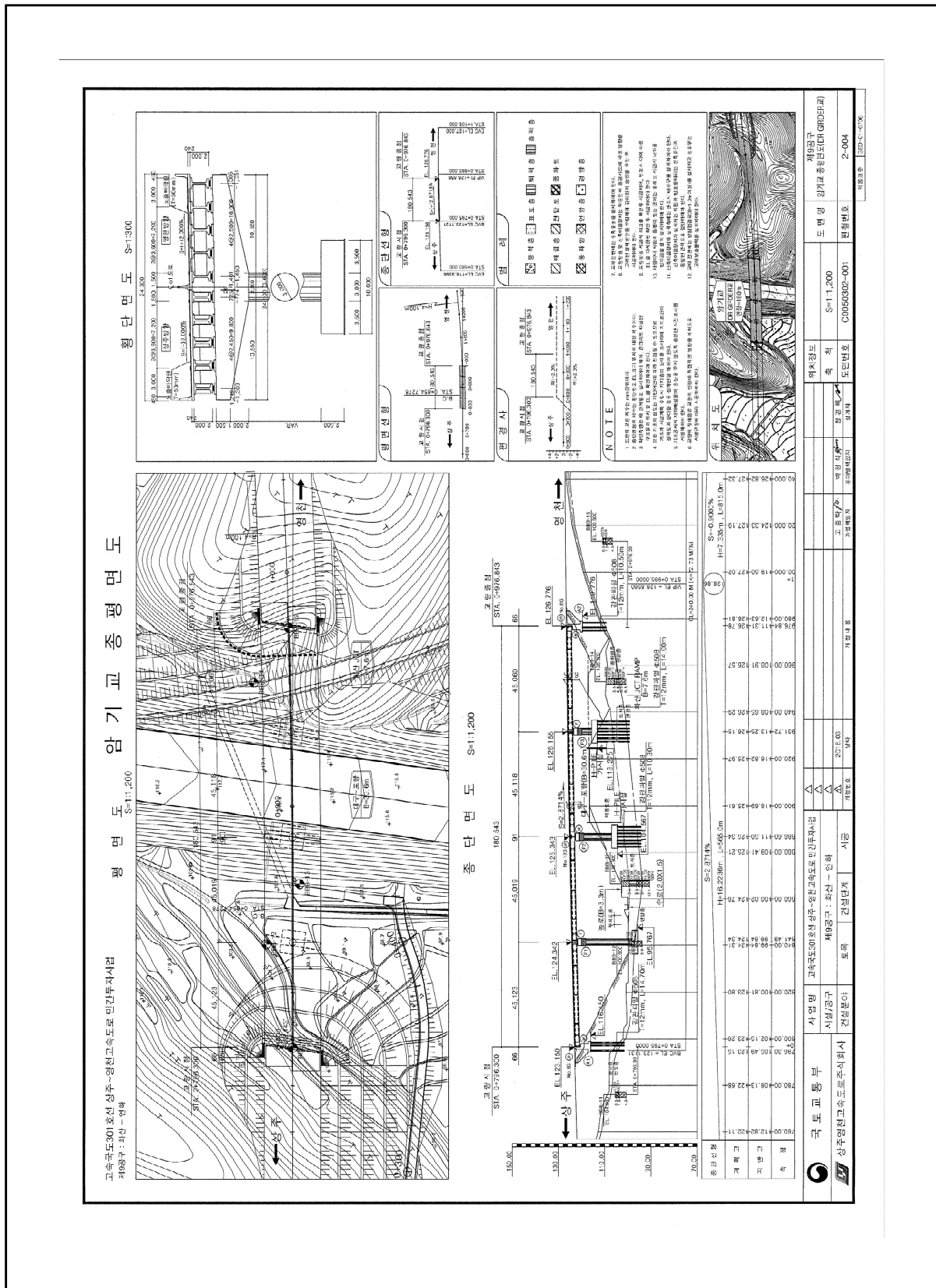


【그림 25.1.1】 위치도

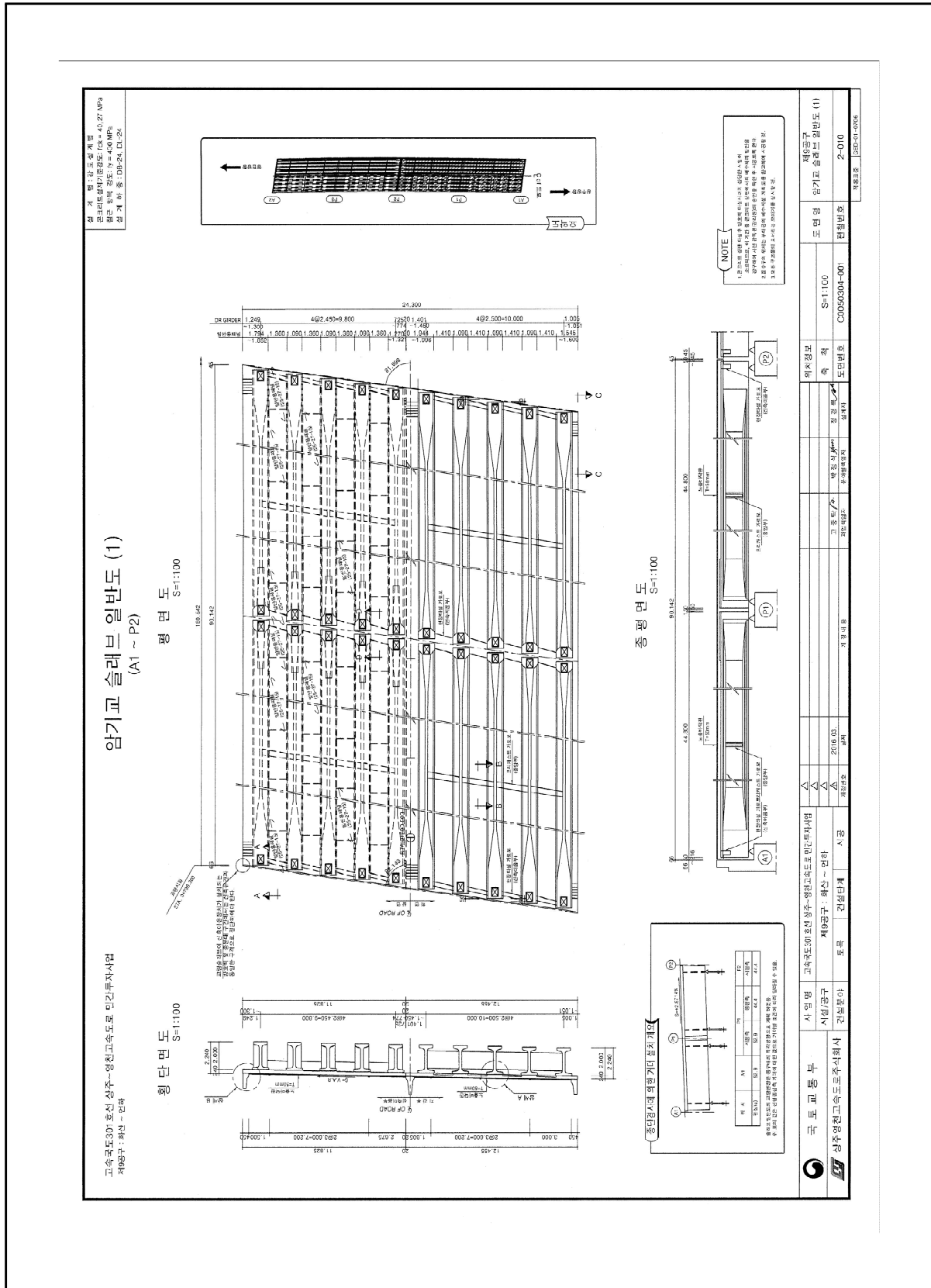
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 25.1.2】 부재별 현황

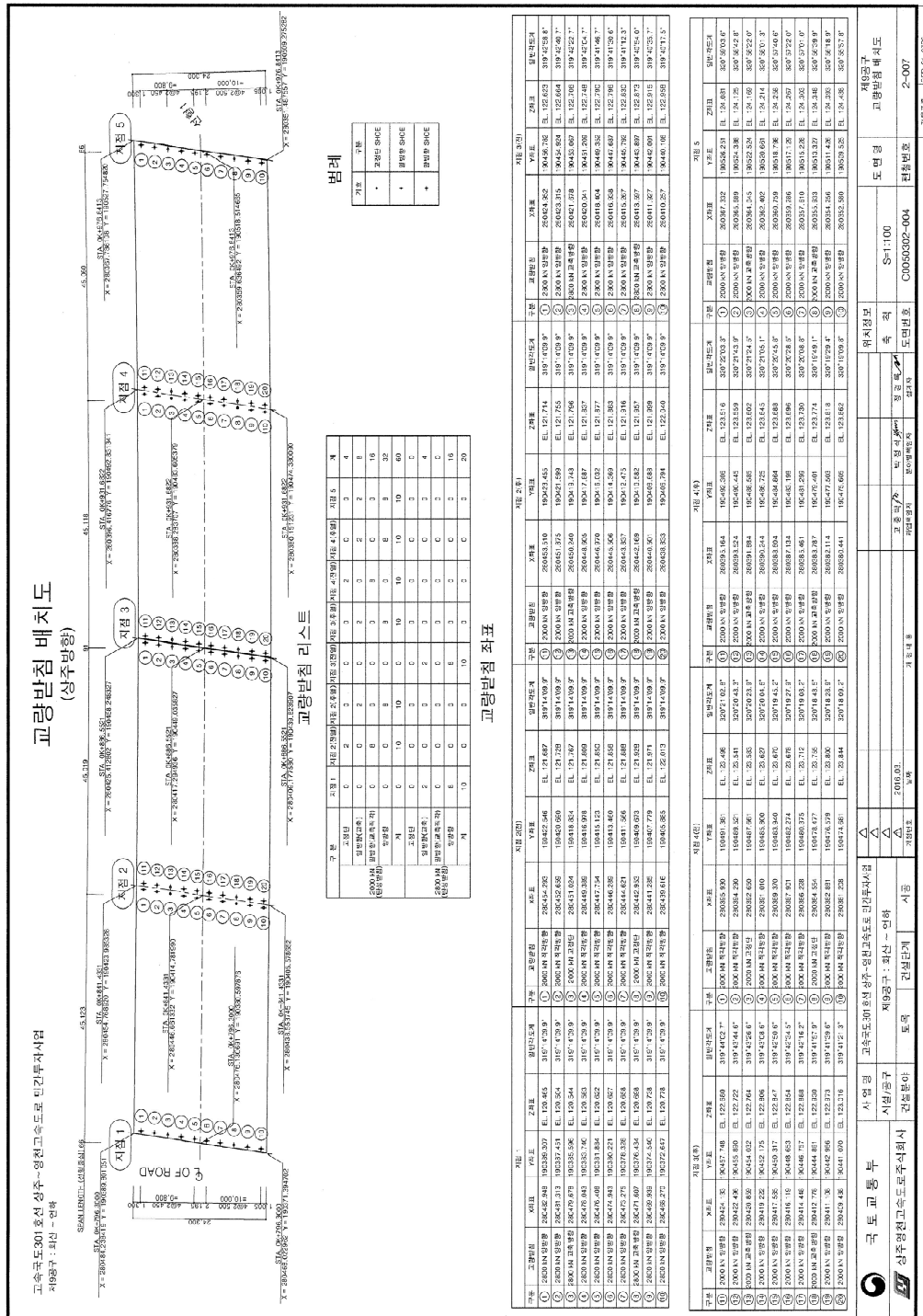
25.1.3 시설물 일반도



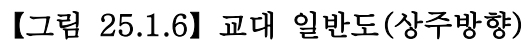
【그림 25.1.3】 평면 및 종단면도

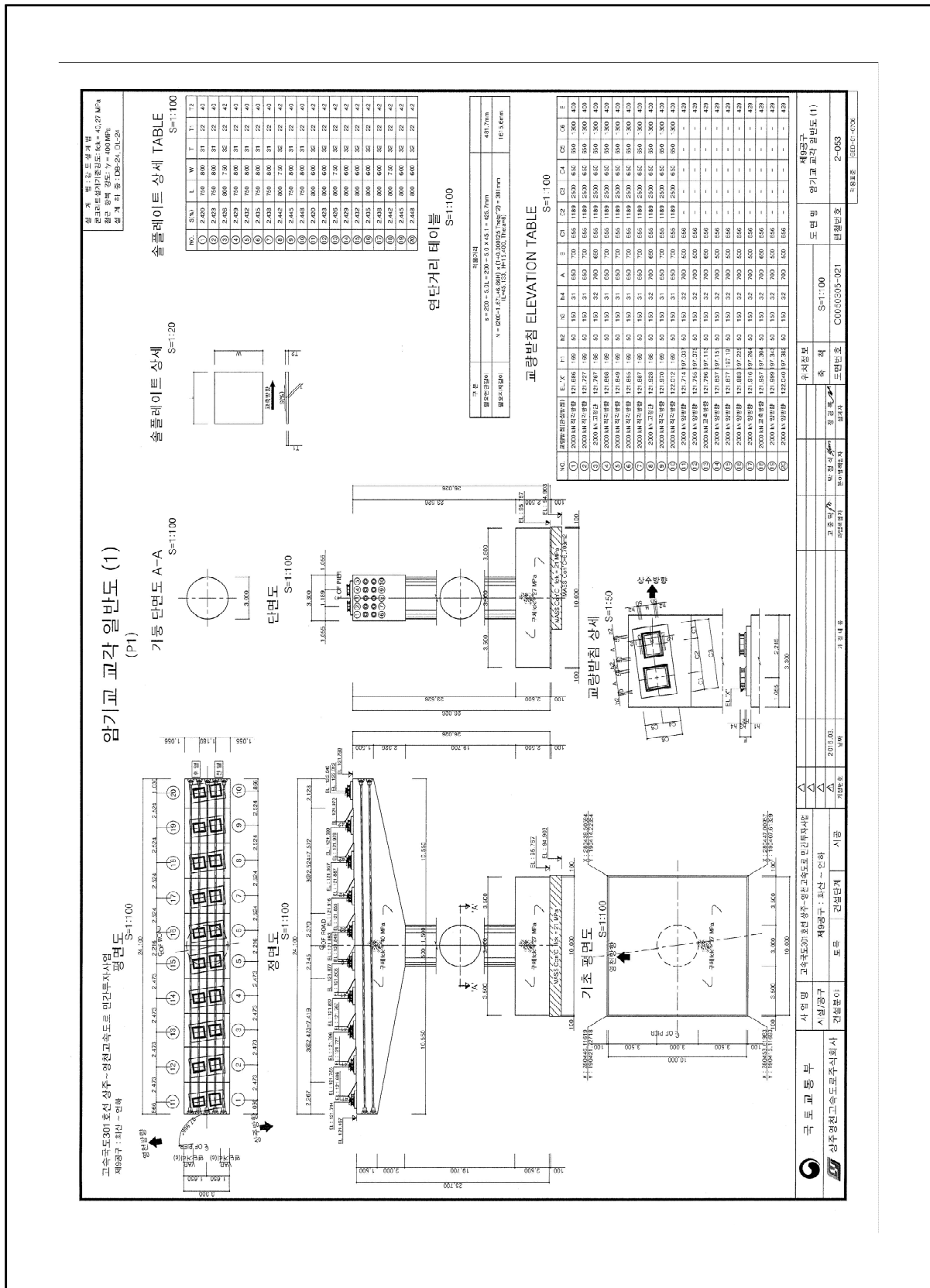


【그림 25.1.4】 슬래브 일반도

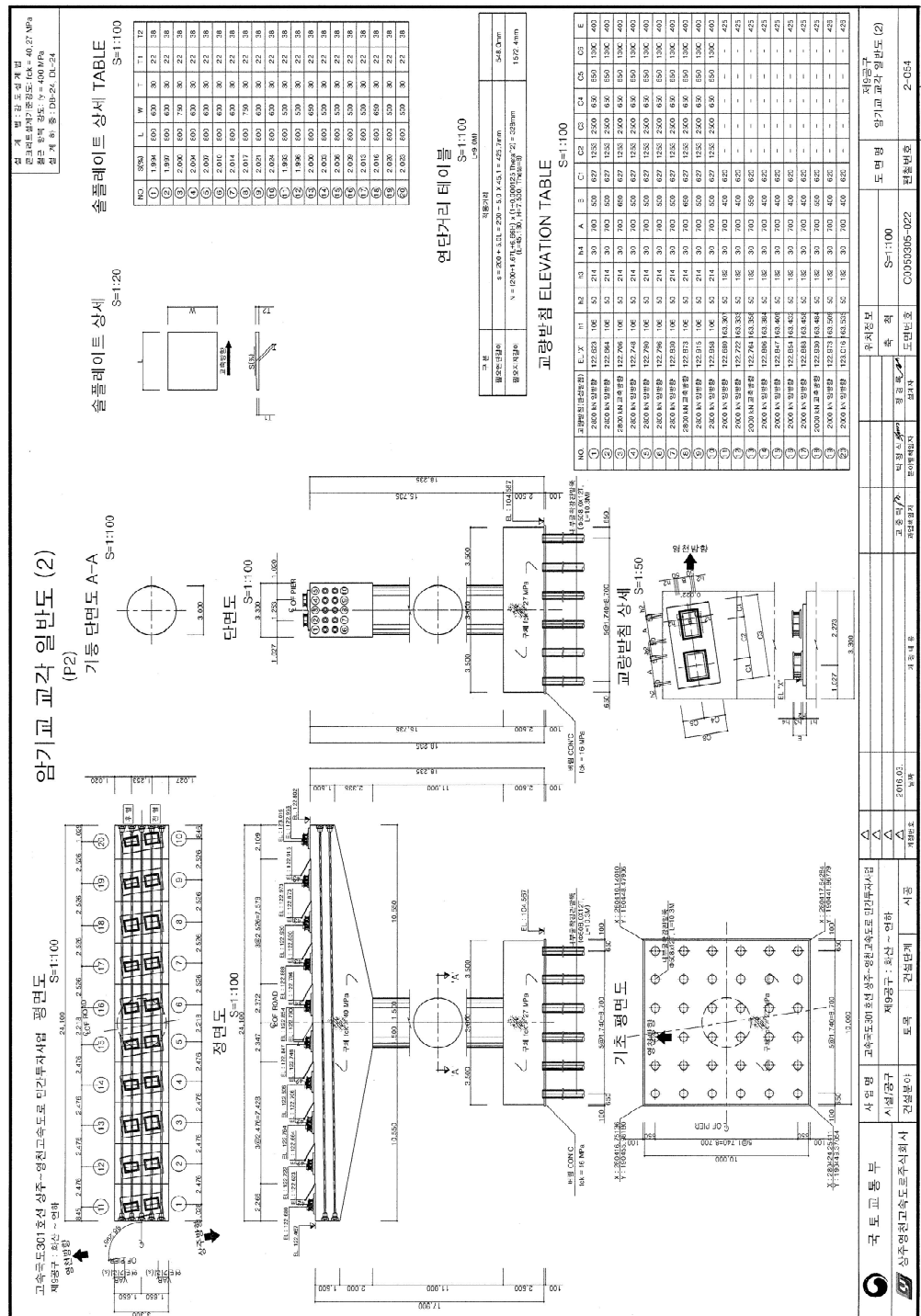


【그림 25.1.5】 교량받침 배치도



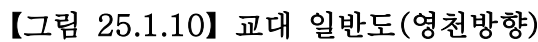


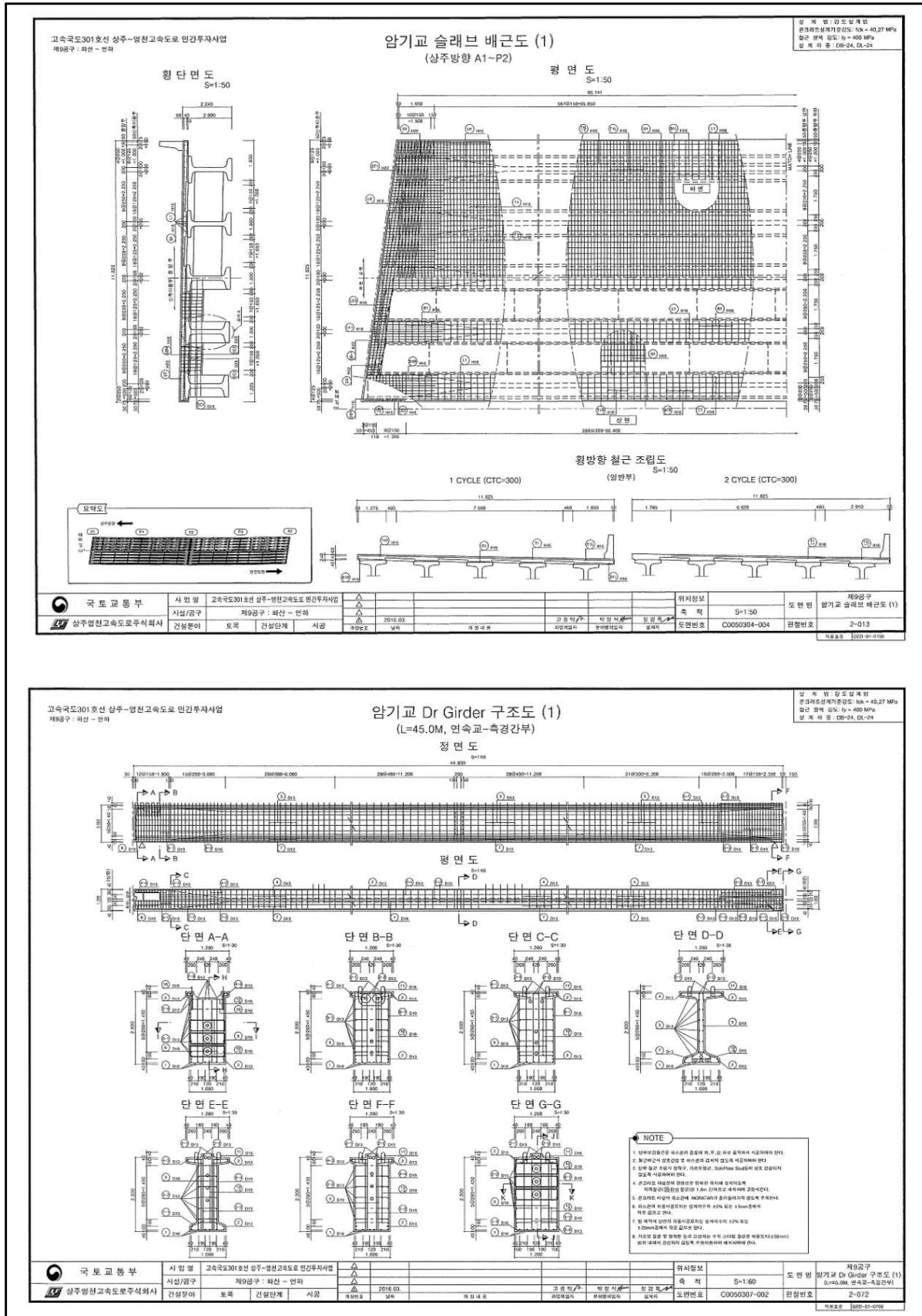
【그림 25.1.7】 교각 일반도(1)



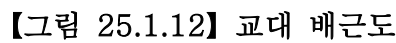
【그림 25.1.8】 교각 일반도(2)

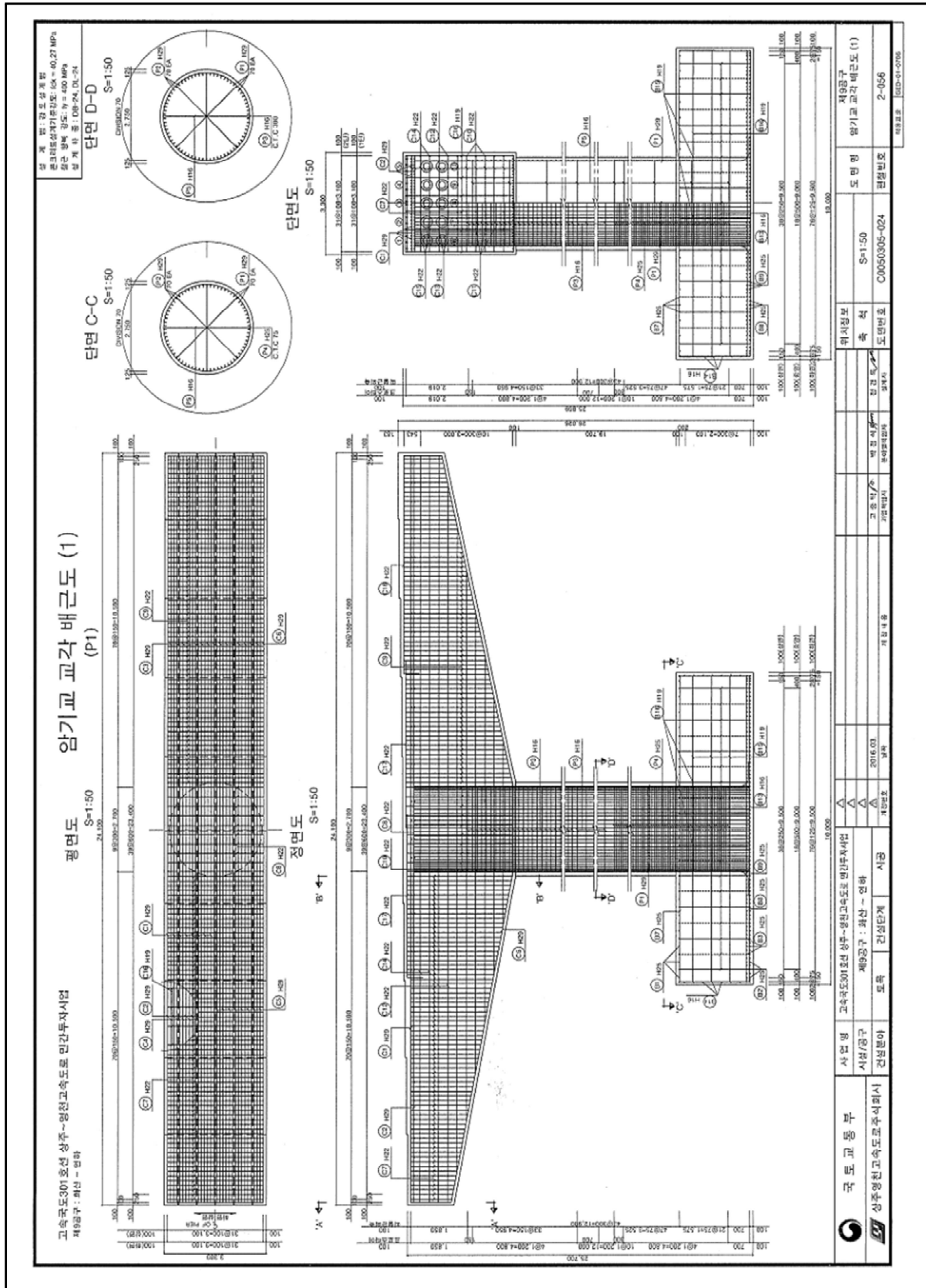






【그림 25.1.11】 바닥판하면 및 거더 배근도





【그림 25.1.13】 교각 배근도

25.2 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.

25.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질

제2장 조 사

2.2 지형 및 지질조사

2.2.1 지형 및 지질

가. 지 형

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

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

수계 : 과업노선의 남쪽으로 금호강이 흐르고 있고 북쪽으로는 고현천과 자호천이 남북방향으로 흐르고 있으나 북쪽은 특히 고현천은 과업노선의 중앙부를 통과하고 있으나, 과업노선내 위치한 하천들은 복잡한 지형을 형성하고 있다.

나. 지 질

과업구간의 지질은 변성암 상위를 부정합으로 높은 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암) 등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 화적암류들이다. 과업구간의 구성암석은 총적암류와 호성암류에서 변화되는 암석으로 해당지역에 분포하는 **혼산층(반아벌층)**의 경우에는 **니질층**이 매우 우세한 호성 퇴적암의 암상을 보인다. 과업구간에 분포하는 혼산층을 포함하는 함안층은 대구시로부터 남쪽으로 사천시에 이르며 의령군 무전에서 넓은 분포를 보인다. 세일과 사암, 이암, 응회질 사암 등으로 이루어지며 주로 자색층이 우세하다. 사암은 세일에서 조립질까지 다양하며 역질사암상을 보이기도 한다. 분층에는 건물, 연층, 사층리 등의 화적구조들이 발달이 현저하다. 함안층(사곡층)은 주로 자색 세일과 이암으로 구성되어 있으나 반아벌층과의 경계부에서는 자색층과 담녹색층이 호층을 이루어 담녹색 세일층으로 구성되어 있는 반아벌층으로 이화한다. 반아벌층의 상부에서도 담녹색이 점차로 암회색으로 점어되어 암회색-암녹색 세일과 담수성 석회암으로 구성되어 있는 자암층을 이룬다. 과업구간 전체에 걸쳐 나타나는 혼산층의 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 정석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되어 있으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모암을 갖으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다.(Tateiwa, 1929) 혼산층에서 나타나는 세일의 구성광물들은 석영, 방해석, 점토광물이며 주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 혼산층 세일의 주 구성광물은 아각 내지 각상의 석영, 방해석, 유기물, 분모 질점토광물 등이다.

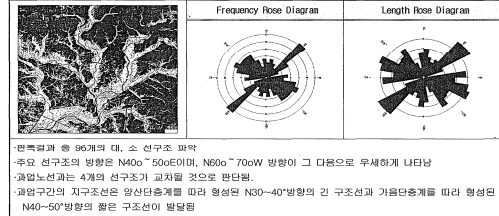
2-9

상주-영천 고속도로 민간투자사업

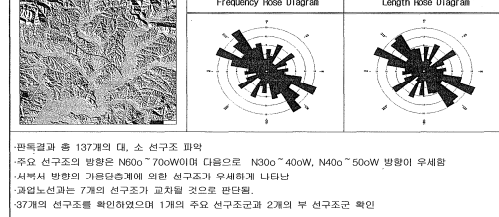
지 질 계 통 표

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Qa)	·하천 및 산곡 퇴적물	
대한민국 지질시대	충성암류(Kid)	·과상의 지질	·전 구간에서 기반암을 관입
	상성암류(Kad)	·관입암 분출	
	제1기	·혼산층(kst)	·암회색, 노회색, 적색 이암 및 세일 ·하부층에서 석회암, 응회암 다양 분포

인공위성 영상에 의한 선구조 분석



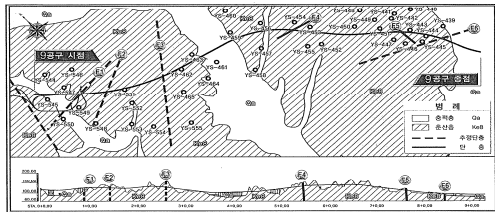
육원기복도에 의한 선구조 분석



2-10

제2장 조 사

< 지 질 도 >



분포암종 현미경분석 결과

혼산층 흑색세일(Black Shale)		
직교나일 하에서의 박편사진	개방나일 하에서의 박편사진	방식기재
(a)	(b)	·주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 이들 흑색 세일 중에는 흔히 실트코어의 석영입자와 점토 및 유기물입자의 교호로 인한 연층(rhythmite)이 발달한다.
혼산층 이암(Mudstone)		
직교나일 하에서의 박편사진	개방나일 하에서의 박편사진	방식기재
(c)	(d)	·주로 암회색 내지 흑색 세일로 구성되어 있다. 이들 이암중 유기적 성분은 약간 또는 계절적인 퇴적물의 변동에 의해 형성되기도 하며, 계절에 따른 조류의 번성에 의해 형성되기도 한다.

2-11

제2장 조 사

구 분	구 번	표 고 (E.L., m)	매입층 (m)	단적층 (m)	점토층 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지하수 G.L.(-)
가성교	BBB-9	92.97	0.7	4.8	0.7	-	3.0	-	9.2 1.4
	BBB-10	91.96	0.7	1.2	1.4	-	3.0	-	6.3 0.5

지 층 구 번	층면심도 (m)	층두께 (m)	구성도입 및 암조	N치 (TCR/RQD)
매입층	-	0.7	실트질 자갈, 점토질 모래	12/30~22/30
단적층	0.7	1.2~4.8	실트질 점토	5/30~12/30
점토층	1.9~5.5	0.7~1.4	실트질 점토	-
연 암	-	-	-	-
경 암	3.3~6.2	-	니질암	86~93/30~59
계	-	-	-	-

암기교 (BBB-11~BBB-15)

·매입층은 실트질 모래 및 모래질 점토로서 0.6~3.5m 두께로 분포하며 N치는 6/30~50/17 정도를 보임
·단적층은 모래질 점토 및 실트질 점토로 1.0~3.0m의 두께로 분포하며, N치는 2/30~23/30의 범위를 보임
·점토층은 실트질 점토로 0.0~6.5m에서 출현하며 0.5~1.2m의 두께로 분포하며, N치는 11/30~50/14의 범위를 보임
·연 암층은 0.5~7.7m의 심도에서 출현하여 1.0~1.4m의 두께로 분포
·기반암은 1.5~9.1m 심도에서 출현하며, TCR=80~100%, RQD=10~45%

구 번	표 고 (E.L., m)	매입층 (m)	단적층 (m)	점토층 (m)	연 암 (m)	경 암 (m)	계 (m)	지하수 G.L.(-)	
암기교	BBB-11	104.00	-	0.5(분적)	1.2	-	3.0	-	4.8 1.2
	BBB-12	100.50	0.6	1.0	1.1	-	3.3	-	6.0 2.0
	BBB-13	102.90	3.5	3.0	1.2	1.4	3.0	-	12.1 1.7
	BBB-14	105.50	3.5	1.1	0.9	-	3.0	-	8.5 3.0
	BBB-15	109.50	-	-	0.5	1.0	3.0	-	4.5 2.4

2-21

제 4 장 조 사 결 과

73

74

제 4 장 조 사 건 과

83

86

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설 계 조 건

1.1 교량세면

· 형 식 : PSC Girder교

DR(Detensionable and Retensionable) PSC Girder는 긴장력을 추가 또는 제거 할 수 있는 시스템으로
배달된 제거시 거더 중앙부 하연의 과강장 상태를 긴장력 제거로 안정성을 도모할 뿐 아니라
공용중 유지보수를 추가 긴장력 도입에 요구 될때 필요 긴장력의 재도입에 가능한 PSC Girder이다.

· 교량종류 : 1종교
· 거더구성 : 2845x2845=180.0 m
· 폭 원 : 11.845m(상주방향)
· 거더간격 : 2.450m
· 평면선형 : R=직선H400

1.2 하 중

· 통 하 중 : DB-24, DL-24
· 충격계수 : $i = 15 / (40 \text{ L}) \leq 0.3$

1.3 사용재료

1.3.1 콘크리트

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

1.3.2 강 재

1) 배 락 판 : S3 400
2) PSC 거더 : S3 300
· SMC7B 15.2mm(0.6") 7연선, 자유펙세이션 강연선 사용

1.4 허용응력

1.4.1 바닥판 콘크리트

· 허용 휨 압축 응력 : $f_{ca} = 0.4f_{ck} = 10.8 \text{ MPa}$

1.4.2 프리스트레스 콘크리트

1) 프리스트레스 도입시의 압축강도
· $f_{td} = 0.8f_{ck} = 32 \text{ MPa}$
2) 프리스트레스 도입 직후
· 허용 휨 압축응력 : $0.55 \times f_{td} = 17.6 \text{ MPa}$
· 허용 휨 인장응력 : $0.25 \times \sqrt{f_{td}} = 1.4 \text{ MPa}$
3) 설계하중 작용시
· 허용 휨 압축응력 : $0.4 \times f_{td} = 16.0 \text{ MPa}$
· 허용 휨 인장응력 : $0.5 \times \sqrt{f_{td}} = 3.2 \text{ MPa}$

1.4.3 PS 강재 (자 유펙세이션)

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

1) 허용 최대 인장력

· $0.9 f_{py} = 1,440 \text{ MPa}$

2) 정착 직후 정착부에서의 응력

· $0.7 f_{py} = 1,120 \text{ MPa}$

3) 손상이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

· $0.8 f_{py} = 1,280 \text{ MPa}$

1.5 마찰계수

1.5.1 피상마찰계수

· $\mu_1 = 0.0099 / m$ (1차 강선 부착된 긴장재)
· $\mu_2 = 0.0066 / m$ (2차 강선 부착되지 않은 긴장재)

1.5.2 곡률마찰계수

· $\mu_1 = 0.25 / rad$ (1차 강선 부착된 긴장재)
· $\mu_2 = 0.15 / rad$ (2차 강선 부착되지 않은 긴장재)

1.6 탄성계수

· 콘크리트 : $E_c = 0.043 \times 2350^2 \times 1.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 25,400 \text{ MPa}$ ($f_{ck} \leq 30 \text{ MPa}$ 배락판)
 $E_c = 0.030 \times 2350^2 \times 1.5 \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 29,300 \text{ MPa}$ ($f_{ck} > 30 \text{ MPa}$ 거더)
· 강 : $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

5. 내 진 해 석 결 과

5.1 탄성지진력

1) 교각 전단력

교각 번호	교축방향 해석				교축직각방향 해석			
	전단력 (Fx, kN)		교축직각방향 전단력 (Fy, kN)		전단력 (Fx, kN)		교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	
	하	상	하	상	하	상	하	상
교각1	3934.1	3701.2	446.1	411.7	372.9	342.9	2900.7	2635.2
교각2	2984.7	2832.6	332.4	315.3	513.5	493.2	3566.6	3482.5
교각3	5012.5	4944.7	590.8	589.7	614.1	603.9	3773.7	3764.2

2) 교각 모멘트

교각 번호	교축방향 해석				교축직각방향 해석			
	모멘트 (Mx, kN-m)		교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)		모멘트 (Mx, kN-m)		교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)	
	하	상	하	상	하	상	하	상
교각1	62128.6	4943.6	6652.3	2045.5	7726.4	1070.6	62678.7	15856.4
교각2	38846.0	3709.2	4807.2	1361.8	6726.5	1631.5	57801.1	17409.9
교각3	34392.3	4646.7	4495.5	1113.9	4538.5	927.4	37167.9	15020.3

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) 교각 전단력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)				교축직각방향 Fy (kN)			
	하중경우 1		하중경우 2		하중경우 2		하중경우 1	
	하	상	하	상	하	상	하	상
교각1	4046.0	3804.1	1553.2	1453.3	3034.5	2759.7	1316.3	1202.3
교각2	3138.8	2980.6	1408.9	1343.0	3886.3	3577.1	1408.4	1380.1
교각3	5196.7	5125.9	2117.9	2067.3	3650.9	3641.1	1722.9	1719.0

2) 교각 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)				교축직각방향 My (kN-m)			
	하중경우 1		하중경우 2		하중경우 2		하중경우 1	
	하	상	하	상	하	상	하	상
교각1	64446.3	5264.8	26320.0	2553.7	64634.4	10470.1	25775.9	8882.4
교각2	40864.0	4198.7	18380.3	2744.3	59243.2	17818.4	22147.5	6584.8
교각3	35743.9	4924.9	14853.2	2321.4	38516.6	15354.5	15645.9	5620.0

· 설계에 사용되는 탄성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)				모멘트 My (kN-m)			
	교축방향		교축직각방향		교축방향		교축직각방향	
	하	상	하	상	하	상	하	상
교각1	4046.0	3804.1	3034.5	2759.7	64446.5	5264.8	64934.4	16470.1
교각2	3138.8	2980.6	3686.3	3577.1	40864.0	4198.7	59243.2	17818.4
교각3	5196.7	5125.9	3650.9	3641.1	35743.9	4924.9	38516.6	15354.5

5.3 발집부에 작용하는 탄성지진력

5.3.1 상주방향

1) 발상 지진력

구 분	교축방향 해석		교축직각방향 해석	
	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)
A1	1 259.411	6.994	222.681	222.342
	2 259.361	6.995	222.308	222.308
	3 259.313	6.963	15.297	221.681
	4 259.265	6.962	18.433	220.717
	5 259.215	6.327	24.699	219.279
P1	1 150.746	8.535	22.499	103.468
	2 145.298	8.452	15.810	102.557
	3 140.172	8.539	17.383	101.653
	4 135.396	8.790	25.790	100.744
	5 131.000	9.193	35.551	99.856
P2	6 150.765	9.372	22.289	105.410
	7 145.314	9.324	15.736	104.454
	8 140.184	8.622	17.409	103.502
	9 135.404	8.478	25.795	102.568
	10 131.006	8.504	36.494	101.654
P3	1 215.944	13.786	18.326	262.892
	2 214.666	13.690	15.560	263.243
	3 213.393	13.566	14.627	263.014
	4 212.124	13.429	15.848	262.405
	5 210.659	13.200	16.061	261.157
A2	6 142.548	9.043	16.164	109.731
	7 143.087	9.220	11.387	110.360
	8 143.644	9.381	9.311	110.759
	9 144.219	9.530	11.536	110.978
	10 144.810	9.661	16.406	110.969
P4	1 238.279	9.245	25.088	179.216
	2 238.125	9.343	17.336	179.239
	3 238.011	9.460	12.429	179.265
	4 237.940	9.595	13.894	179.284
	5 237.914	9.748	20.368	179.301
A3	6 238.275	9.097	24.949	179.335
	7 238.120	9.146	17.252	179.340
	8 238.007	9.216	12.407	179.347
	9 237.935	9.306	13.899	179.340
	10 237.909	9.415	20.347	179.328
P5	1 174.697	15.879	16.353	179.056
	2 174.387	15.845	11.696	179.167
	3 174.081	15.778	8.775	178.933
	4 173.776	15.684	9.328	178.359
	5 173.488	15.565	12.944	177.373

25.2.2 시설물 점검이력

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

【표 25.2.1】 암기교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	암기교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열 발생, 난간 균열부 백태, 신축이음 후타재 파손, 차수관 볼트탈락 및 풀림, 바닥판 균열부 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	암기교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열부 백태, 신축이음 후타재 파손, 차수관 볼트탈락, 바닥판 균열부 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	암기교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 난간 균열부 백태, 신축이음 후타재 파손, 차수관 볼트탈락, 바닥판 균열부 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	암기교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 박락, 접속부 파손, 난간 균열부 백태, 신축이음 후타재 균열, 박락, 바닥판 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀 안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 암기교에 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 25.2.1】 암기교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	암기교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 박락, 거더 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기 안전점검	암기교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 박락, 거더 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기 안전점검	암기교(9공구)의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 난간 파손, 백태, 신축이음 후타재 균열, 박락, 거더 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	- 바닥판하면 파손, 파손 및 철근노출 - 거더 재료분리 - 가로보 상태양호 - 교대 균열(0.3mm미만), 누수흔적 - 교각 망상균열, 폐콘크리트 퇴적 - 교량받침 몰탈 균열(0.3mm미만), 박락 - 신축이음 후타재 균열, 박락, 접속부 이격, 차수판 볼트탈락, 고무재 파손 - 교면포장 망상균열, 박락 - 배수시설 상태양호 - 방호벽 파손, 차량충돌흔적, 백태	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 박락 - 방호벽 파손, 차량충돌흔적, 백태 - 신축이음 후타재 균열, 박락, 이격, 차수판 볼트탈락 - 교량받침 무수축몰탈 균열, 박락 - 바닥판 파손 및 철근노출 - 거더 재료분리 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열, 폐콘크리트 퇴적	양호

【표 25.2.1】 암기교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 박락 - 방호벽 파손, 차량충돌흔적, 백태 - 신축이음 후타재 균열, 박락, 본체 고무재 파손, 차수관 볼트탈락 - 교량받침 무수축물탈 균열, 박락 - 바닥판 파손 및 철근노출 - 거더 재료분리 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열, 폐콘크리트 퇴적	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 박락 - 방호벽 파손, 차량충돌흔적, 백태 - 신축이음 후타재 균열, 박락, 본체 고무재 파손, 차수관 볼트탈락 - 교량받침 무수축물탈 균열, 박락 - 바닥판 파손 및 철근노출 - 거더 재료분리 - 교대 및 교각 균열(폭0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열, 폐콘크리트 퇴적 - 배수시설 그레이팅 변형 및 파손	양호

25.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	파손의 경우 시공초기 외부충격에 의해 발생한 손상으로 유추되며, 시설물에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다.	
DR Girder	일부구간 발생한 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 손상의 진전방지를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
가로보	가로보의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.	
교대	교대 A2에서 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 조사되었고, 본 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.	
교각	건조수축, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인으로 유추 되는 망상균열, 시공초기 정비 미흡으로 인한 페콘크리트 퇴적이 조사되었으며, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 조사된 손상들은 시설물에 영향을 미치는 손상은 아니나 손상증진 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리, 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.	
교량받침	- 기 손상으로 조사된 무수축물탈 균열의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 현재 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 손상의 진전은 확인되지 않았고, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 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.	
신축이음장치	- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 신축이음에 발생한 후타재 박락의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. - 신축이음의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유기관리가 필요하다. - 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 22.1℃(09월 15일)로써 이때 측정유간은 30.0~70.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	교면포장에 발생한 망상균열의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 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 발생한 파손의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. - S3, S4의 일부구간 발생한 백태의 경우 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	■ 거푸집 조기탈거, 시공미흡으로 인한 파손 및 철근노출이 조사되었고, 2차 손상인 철근부식으로 인한 박락 등의 손상 방지 및 내구성 증진을 위한 단면보수+방청 등의 보수를 실시하고 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 보수실시 구간의 양호한 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
DR Girder	■ 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.	
가로보	■ 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.	
교대	■ 교대 벽체에 발생된 균열(폭 0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면보수 등의 조치가 필요하다고 판단된다. ■ A2 벽체에 발생된 누수흔적의 경우 신축이음 하부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상부의 경우 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 신축이음부와 연계한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	
교각	■ 암기교의 교각은 T형교각 3기로 구성되어 있으며, 일체형으로 시공되어 있다. 영천방향의 교각에 대한 외관조사 결과는 상주방향에 수록하였다.	
교량받침	■ 무수축물탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 유추되며, 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다., 박락의 경우 시공중 외부충격에 의한 손상으로 유추되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 조치가 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.	
신축이음장치	■ 후타재 박락은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 단면보수가 필요하다. ■ 차수판 볼트 탈락의 경우 거더의 신축작용, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 정비 등의 조치가 요망된다. ■ A1, A2측에 발생된 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. ■ A2측에 발생된 고무재 파손의 경우 공용기간 증가 및 열화에 의한 손상으로 손상부의 누수로 인한 Plate부식 등의 2차 손상으로 교량받침의 손상이 우려되었으나 현장조사 결과 누수는 발생하지 않은 것으로 조사되어 추후 주기적인 점검을 실시하여 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다. ■ 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 3.5℃(12월 03일)로써 이때 측정유간은 15.0~60.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
교면포장	■ 교면포장에 발생한 박락의 경우 신축이음 후타재의 경계면에서 발생한 손상으로 공용기간 증가, 중차량 반복통행 등에 의한 손상으로 유추되며, 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.	
배수시설	■ 배수시설의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 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	■ 방호벽에 발생한 백태의 경우 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 방호벽에 발생한 차량충돌흔적의 경우 차량에 의한 외부충돌로 인한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.4~28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.3~47.6	40.0	
	하부구조	교대	24.5~26.7	24.0	
		교각	27.9~29.1	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		95.0~95.5	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	27.0~28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.5~47.7	40.0	
	하부구조	교대	25.9~27.5	24.0	
		교각	27.3~29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0~38.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		94.0~95.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
암기교	0.154	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
바닥판 하면	파손	단면보수	0.11	0.17	m ²	—	—	하자
거더	재료분리	단면보수	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
교대	누수흔적	표면처리	3.00	4.50	m ²	—	—	하자
교각	망상균열	표면처리	0.25	0.38	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	1.50	2.25	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	4.20	1.58	m ²	54	85	3순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	3.30	1.24	m ²	54	67	3순위
	후타재 박락	단면보수	0.04	0.06	m ²	165	10	2순위
교면포장	망상균열	표면처리	360.00	540.00	m ²	54	29,160	1순위
방호벽 및 중분대	파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	165	3	2순위
	백태	표면처리	0.60	0.90	m ²	54	49	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	29,160		62		152		
	재경비 (순공사비의 50%)	14,580		31		76		
	합계	43,740		93		228		
개략공사비 총계(천원)		44,061						

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	파손 및 철근노출	단면보수	0.80	1.20	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	0.56	m ²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	7.00	10.50	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	5.80	2.17	m ²	54	117	3순위
	무수축물탈 박락	단면보수	0.02	0.03	m ²	165	5	2순위
신축이음	후타재 박락	단면보수	0.03	0.05	m ²	165	8	2순위
	차수판 볼트 탈락	정비	1.00	1.00	EA	25	25	3순위
교면포장	박락	단면보수	0.03	0.05	m ²	165	8	2순위
방호벽 및 중분대	백태	표면처리	0.07	0.11	m ²	54	6	2순위
	차량충돌흔적	단면보수	2.00	3.00	m ²	165	495	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		522		142		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		261		71		
	합계	—		783		213		
개략공사비 총계(천원)		996						

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 암기교에 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 암기교의 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.

25.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○전차 정밀안전점검 자료를 확인한 결과, 일부 부재에서 손상이 확인되었고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정밀안전점검은 총2회, 정기안전점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

25.2.5 시설물 보수 이력

【표 25.2.2】 가래실교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	—

25.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 25.2.3】 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.			

25.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

25.2.8 자료수집 현황

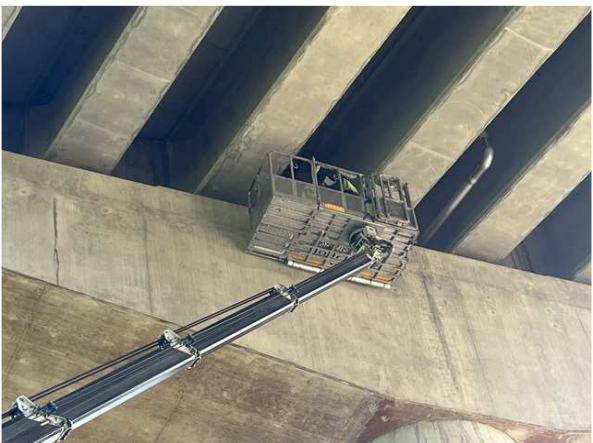
안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료는 각 평가별 보고서 내에 수록하였다.

25.3 현장조사

25.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소점검차를 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, 고소점검차, 굴절점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	

【사진 25.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

25.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 암기교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 24.3m(왕복 4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 고소점검차, 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 25.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 파손, 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 추가 조사된 손상은 없는 상태이다. 중앙부 테크플레이트는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 25.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	0.11	3	0.80	4
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
합계	0.11	3	0.80	4

			
손상현황	• 상주방향 S2 파손(0.1m×0.5m)	손상현황	• 영천방향 S2 철근노출(0.2m×1.0m)
원 인	• 거푸집 탈거시 충격, 외부충격	원 인	• 거푸집 탈거시 충격, 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 25.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 파손, 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 추가 조사된 손상은 없는 상태이다.

【표 25.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	파손	m ²	0.11	3	0.11	3	— —	변동없음
	철근노출	m ²	0.80	4	0.80	4	— —	변동없음

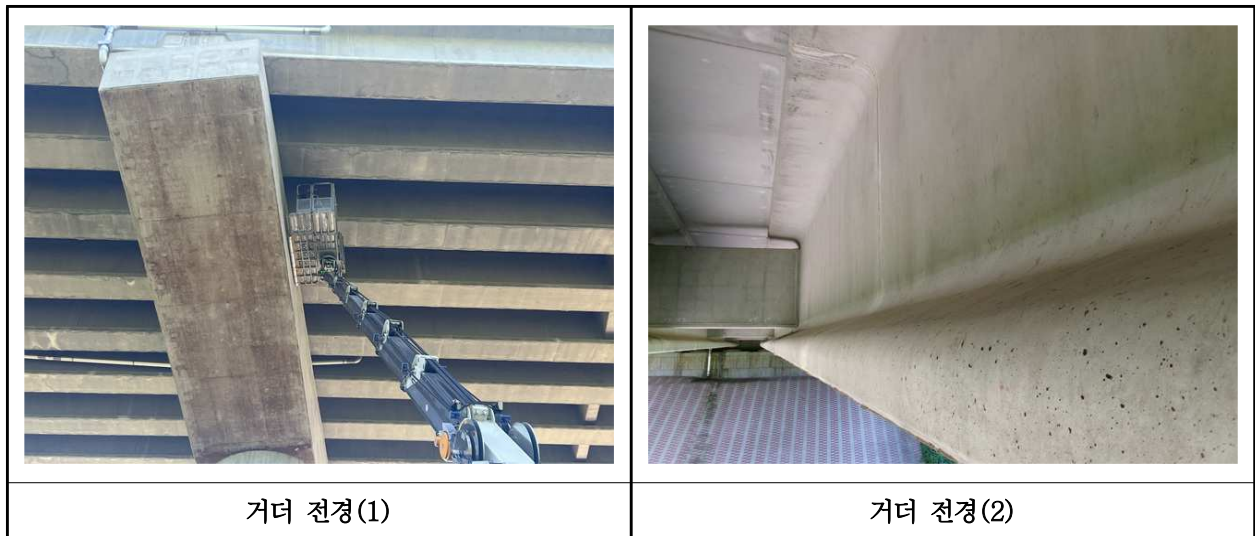
4) 검토의견

- 바닥판하면 단부에 발생한 파손, 철근노출의 경우 거푸집 제거시 충격, 피복부족 등의 원인에 의한 손상으로, 그 정도가 심하지 않아 구조물에 영향을 미치지 않는으나, 단면보수, 방청을 실시하는 유지관리가 필요하다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 DR Girder는 10열(상주방향 5열, 영천방향 5열)로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 고소점검차, 교량점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 25.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 추가 발생한 손상은 없는 상태이다. 거더는 전반적으로 양호하고 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.

【표 25.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	재료분리 (㎡/개소)	
S1	0.03	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.03	1

			
손상현황	• S1-G1 재료분리 (0.3m×0.1m)	손상현황	• S2 거더 상태양호
원 인	• 다짐부족	원 인	—
조치방안	• 단면보수	조치방안	—

【사진 25.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 추가 발생한 손상은 없는 상태이다.

【표 25.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	재료분리	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음

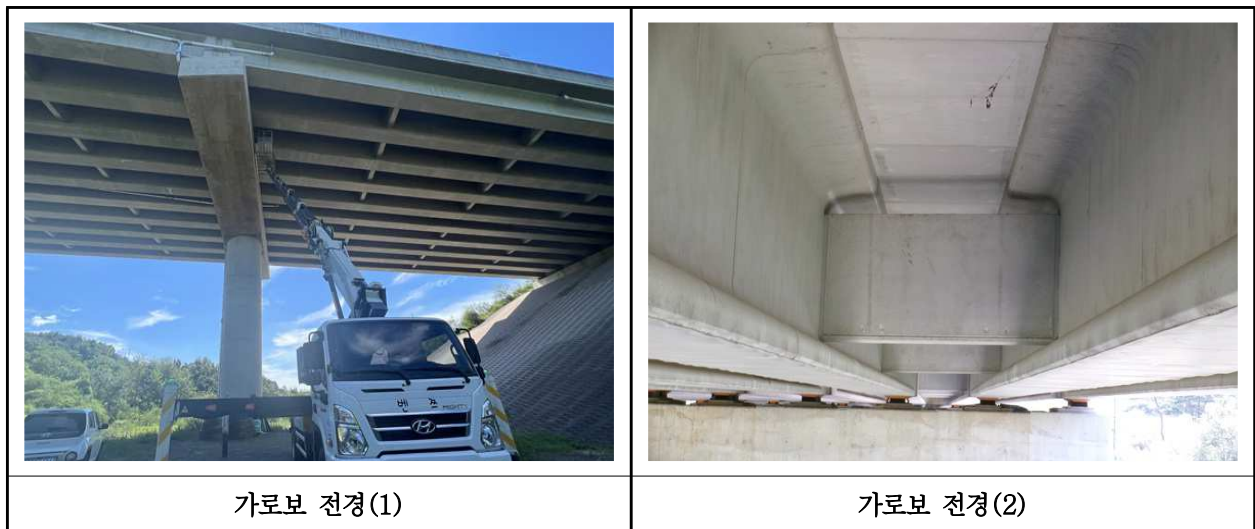
4) 검토의견

- 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 진전방지를 위한 단면보수를 실시하는 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 고소점검차, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 25.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 망상균열, 백태, 재료분리 등의 손상이 추가 조사되었다. 그 외의 특이손상은 없는 상태이다.

【표 25.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		재료분리 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.75	5	0.75	3
S2	3.00	4	—	—	—	—
S3	—	—	0.30	3	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
합계	3.00	4	1.05	8	0.75	3

			
손상현황	• 상주방향 S1 G2~4 재료분리(0.5m×0.5m)	손상현황	• 영천방향 S1 G2~3 백태(0.1m×1.5m)
원 인	• 다짐부족, 마감미흡	원 인	• 마감미흡, 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 영천방향 S2 G2~3 망상균열(1.5m×0.5m)	손상현황	• 영천방향 S3 G2~3 백태(0.1m×1.0m)
원 인	• 온도변화, 장기공용, 수분접촉	원 인	• 마감미흡, 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 상주방향 S4 상태양호	손상현황	• 영천방향 S4 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 25.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 정밀조사로 망상균열, 백태, 재료분리 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 25.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	망상균열	m ²	—	—	3.00	4	▲ 3.00	신규손상
	백태	m ²	—	—	1.05	8	▲ 1.05	신규손상
	재료분리	m ²	—	—	0.75	3	▲ 0.75	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 망상균열, 백태의 경우 온도변화, 콘크리트 양생중 우수유입, 수분접촉에 의해 발생한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 재료분리의 경우 다짐부족, 마감미흡에 의한 손상으로, 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 암기교 교대는 역T형 4기(상주방향 2기, 영천방향 2기)로 구성되어있으며, 기초는 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



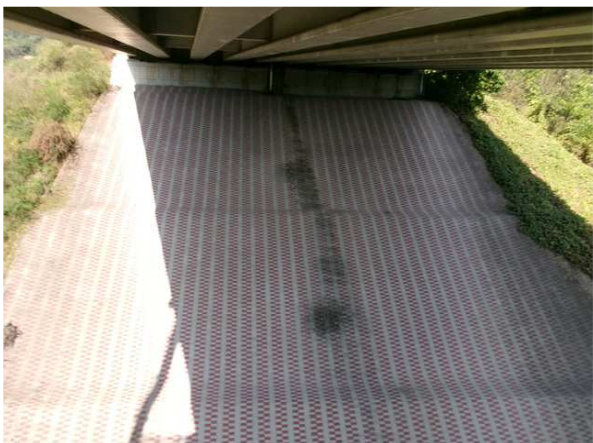
【사진 25.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열, 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 25.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	1.00	2	—	—
A2	0.50	1	10.00	6
합계	1.50	3	10.00	6

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

【사진 25.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 균열, 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 25.3.8】 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 ²	1.50	3	1.50	3	- -	변동없음
	누수흔적	m ²	10.00	6	10.00	6	- -	변동없음

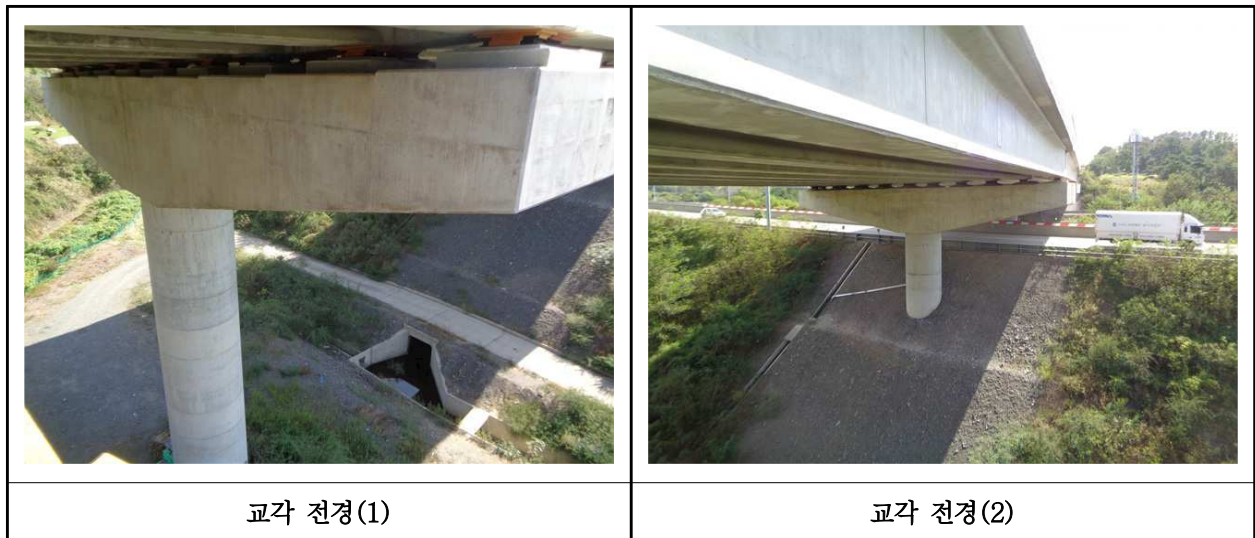
4) 검토의견

- 교대 벽체에 발생된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 교대 A2에서 강우 및 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 조사되었고, 본 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 암기교의 교각은 T형 3기로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초, 말뚝기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소점검차, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 25.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 페콘크리트 퇴적 등의 손상이 확인되었고, 금회 정밀조사로 균열, 망상균열이 추가 조사되었다.

【표 25.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		페콘크리트 퇴적 (㎡/개소)	
P1	—	—	2.50	1	—	—
P2	—	—	10.00	1	1.50	1
P3	20.00	1	—	—	—	—
합계	20.00	1	12.50	2	1.50	1

			
손상현황	• P1 망상균열 (0.5m×5.0m)	손상현황	• P1 망상균열 (0.5m×5.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 페콘크리트 퇴적 (1.5m×1.0m)	손상현황	• P2 망상균열 (10.0m×1.0m)
원 인	• 정비미흡	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 균열 (0.2mm/20.0m)	손상현황	• P3 균열 (0.2mm/20.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 망상균열, 폐콘크리트 퇴적 등의 손상이 확인되었고, 금회 정밀조사로 균열, 망상 균열이 추가 조사되었다.

【표 25.3.10】 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 ²	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
	망상균열	m ²	0.25	1	12.50	2	▲ 12.25	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음

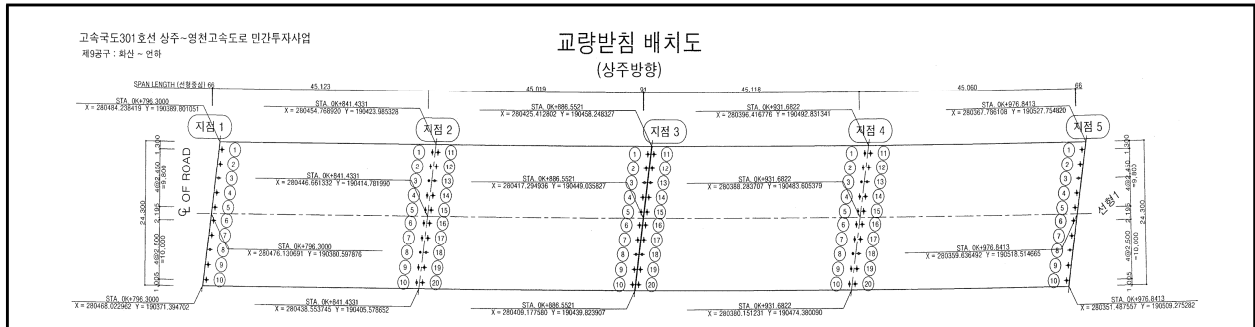
4) 검토의견

- 교각에 발생된 균열, 망상균열의 경우 대부분 폭 0.3mm미만의 미세균열로 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정된다. 상기 손상부의 경우 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 코핑부 상면의 폐콘크리트 퇴적은 시공시 정비미흡에 의한 손상으로, 주의관찰을 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 암기교의 받침은 고무받침으로 총 80개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 25.3.1】 교량받침 배치도



【사진 25.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 무수축물탈 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 박락이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 상태이다.

【표 25.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 박락 (m²/개소)		받침콘크리트 박락 (m²/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—
P1	5.60	28	0.02	2	—	—
P2	—	—	—	—	0.01	1
P3	0.60	3	—	—	—	—
A2	4.40	22	—	—	—	—
합계	10.60	53	0.02	2	0.01	1

			
손상현황	• P1-Sh3 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P1-Sh6 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1-Sh7 몰탈 박락(0.1m×0.1m)	손상현황	• P2-Sh10 콘크리트 박락(0.1m×0.1m)
원 인	• 외부충격, 거푸집탈거시 충격	원 인	• 외부충격, 거푸집탈거시 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3-Sh9 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• A2-Sh10 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 25.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 무수축물탈 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 박락이 추가 조사되었다.

【표 25.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

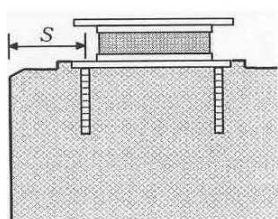
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	10.00	50	10.60	53	▲ 0.60	신규손상
	무수축물탈 박락	m ²	0.02	2	0.02	2	- -	변동없음
	받침콘크리트 박락	m ²	-	-	0.01	1	▲ 0.01	신규손상

4) 검토의견

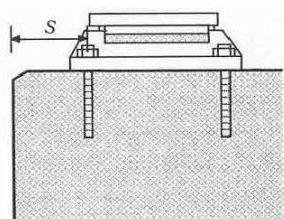
- 받침 몰탈에 발생된 균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 무수축물탈 및 받침콘크리트 박락의 경우 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 25.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 25.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 25.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		425	450	430	430	450	450	O.K
P1	A1측	425	1,020	1,010	1,020	1,030	1,040	O.K
	A2측	425	690	710	700	700	710	O.K
P2	A1측	425	760	740	750	750	740	O.K
	A2측	425	630	650	640	650	630	O.K
P3	A1측	425	1,040	1,060	1,040	1,050	1,050	O.K
	A2측	425	670	690	680	680	670	O.K
A2		425	530	540	530	520	540	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 25.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 25.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	
P1	고정단						
P2(A1)	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	
P2(A2)	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	
P3	고정단						
A2	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	
1) 조사당시 온도 : 14.1°C (조사일 : 2023년 10월 11일, 평균온도, 영천)							
2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 25.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 최대수축	이동량 최대신장	허용변위 (mm)
			수축	신장			
A1	SH1	15	82	52	8.6	9.4	±67
	SH2	15	82	52			±67
	SH3	15	82	52			±67
	SH4	15	82	52			±67
	SH5	15	82	52			±67
	SH6	15	82	52			±67
	SH7	15	82	52			±67
	SH8	15	82	52			±67
	SH9	15	82	52			±67
	SH10	15	82	52			±67
P1	고정단						
P2(A1)	SH1	-10	57	77	8.6	9.4	±67
	SH2	-10	57	77			±67
	SH3	-10	57	77			±67
	SH4	-10	57	77			±67
	SH5	-10	57	77			±67
	SH6	-10	57	77			±67
	SH7	-10	57	77			±67
	SH8	-10	57	77			±67
	SH9	-10	57	77			±67
	SH10	-10	57	77			±67
P2(A2)	SH11	-15	35	65	8.6	9.4	±50
	SH12	-15	35	65			±50
	SH13	-15	35	65			±50
	SH14	-15	35	65			±50
	SH15	-15	35	65			±50
	SH16	-15	35	65			±50
	SH17	-15	35	65			±50
	SH18	-15	35	65			±50
	SH19	-15	35	65			±50
	SH20	-15	35	65			±50
P3	고정단						
A2	SH1	0	50	50	8.6	9.4	±50
	SH2	0	50	50			±50
	SH3	0	50	50			±50
	SH4	0	50	50			±50
	SH5	0	50	50			±50
	SH6	0	50	50			±50
	SH7	0	50	50			±50
	SH8	0	50	50			±50
	SH9	0	50	50			±50
	SH10	0	50	50			±50
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 모노셀, P2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 신축이음에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



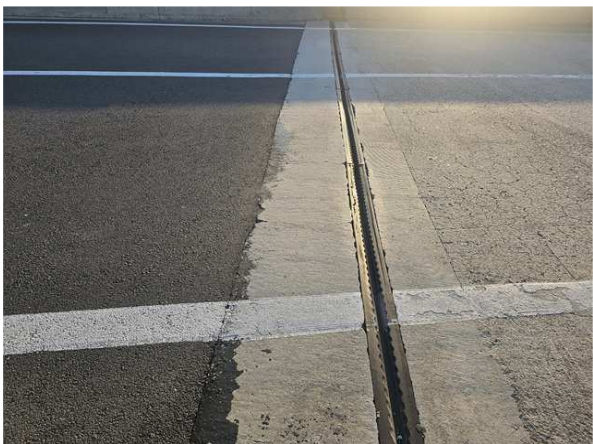
【사진 25.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 및 후타재 박락, 접속부 이격, 차수판 볼트탈락, 고무재 파손 등이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 재포장으로 이격이 보수되었고, 정밀조사로 후타재 균열 및 본체 고무재 파손 등의 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 거동상태는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 25.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)		접속부 이격 (m/개소)		차수판 볼트 탈락 (개소/개소)		고무재 파손 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	5.10	17	0.04	4	2.00	1	—	—	—	—
P2 (EXP J2)	2.40	12	—	—	—	—	3.00	3	—	—
A2 (EXP J3)	4.20	14	0.03	3	2.00	1	—	—	1.00	2
합계	11.70	43	0.07	7	4.00	2	3.00	3	1.00	2

			
손상현황	• 상주 A1 후타재 박락(0.1m×0.1m*4EA)	손상현황	• 상주 A2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축, 장기공용	원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 영천 A1 접속부 이격(2.0m)	손상현황	• 영천 A1 후타재 균열(0.1mm/0.3m)
원 인	• 우수유입, 접속부침하	원 인	• 건조수축, 온도변화, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 영천 A2 고무재 파손(0.5m)	손상현황	• 영천 P2 차수판 볼트탈락(3EA)
원 인	• 장기공용, 온도변화, 차량윤하중	원 인	• 장기공용, 온도변화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 정비

【사진 25.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 및 후타재 박락, 접속부 이격, 차수관 볼트탈락, 고무재 파손 등이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 재포장으로 이격이 보수되었고, 정밀조사로 후타재 균열 및 본체 고무재 파손 등의 손상이 추가 조사되었다.

【표 25.3.17】 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	3.30	11	11.70	43	▲ 8.40	신규손상
	후타재 박락	m ²	0.07	7	0.07	7	- -	변동없음
	접속부 이격	m	12.00	2	4.00	2	▼ 8.00	보수실시
	차수관 볼트탈락	EA	1.00	1	3.00	3	▲ 2.00	신규손상
	고무재 파손	m	0.50	1	1.00	2	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 후타재 박락의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전방지 및 내구성확보를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 접속부 이격은 접속부 포장-후타재에서 발생한 손상으로 접속부 침하, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단된다. 금회 접속부 재포장으로 본선구간은 양호한 상태이나, 갓길측은 이격이 있는 상태로, 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 차수관 볼트탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비가 요망된다.
- 본체 고무재 파손은 장기공용, 차량운하중 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 교체를 하는 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																							
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 10. 11. 기온 적용: 14.1℃(일평균) ΔT(신장시) : $35^{\circ}\text{C} - 14.1^{\circ}\text{C} = 20.9^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-5^{\circ}\text{C} - (14.1^{\circ}\text{C}) = 19.1^{\circ}\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)																							
소요 신축량	<table><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팡창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><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></tbody></table>				교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (/℃)	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 (/℃)																			
	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 25.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 25.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		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	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	40.0	60.0	200.0	상주
P2	19.1	20.9	0.00001	90.0	17.2	18.8	80.0	100.0	400.0	
A2	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	40.0	60.0	100.0	
A1	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	30.0	50.0	210.0	영천
P2	19.1	20.9	0.00001	90.0	17.2	18.8	75.0	120.0	400.0	
A2	19.1	20.9	0.00001	45.0	8.6	9.4	30.0	80.0	100.0	
1) 조사당시 온도 : 14.1 $^{\circ}C$ (조사일 : 2023년 10월 11일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (보통지방)										

【표 25.3.19】 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)	
상주	A1	8.6	9.4	40.0	60	48.6	30.6	O.K
	P2	17.2	18.8	80.0	120	97.2	61.2	O.K
	A2	8.6	9.4	40.0	60	48.6	30.6	O.K
영천	A1	8.6	9.4	30.0	60	38.6	20.6	O.K
	P2	17.2	18.8	75.0	120	92.2	56.2	O.K
	A2	8.6	9.4	30.0	60	38.6	20.6	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

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



【사진 25.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 상주방향 망상균열, 영천방향 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상은 없는 것으로 확인되었다. 현재, 교면포장은 차량통행에 문제가 없는 상태이다.

【표 25.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)	
S1	90.00	1	—	—
S2	90.00	1	—	—
S3	90.00	1	—	—
S4	90.00	1	0.03	1
합계	360.00	4	0.03	1

			
손상현황	• 상주방향 S1 망상균열(30.0m×3.0m)	손상현황	• 상주방향 S2 망상균열(30.0m×3.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 상주방향 S3 망상균열(30.0m×3.0m)	손상현황	• 상주방향 S4 망상균열(30.0m×3.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 영천방향 S4 바락(0.1m×0.3m)	손상현황	• 영천방향 교면포장 상태양호
원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행	원 인	—
조치방안	• 단면보수	조치방안	—

【사진 25.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 상주방향 망상균열, 영천방향 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 25.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	360.00	4	360.00	4	— —	변동없음
	박락	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열, 박락의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 25.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 배수 그레이팅 변형 및 파손이 일부 추가 조사되었다. 배수관은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 25.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	그레이팅 변형 및 파손 (개소/개소)	
S1	4.00	4
S2	—	—
S3	—	—
S4	1.00	1
합계	5.00	5

			
손상현황	• 영천방향 S1 그레이팅 변형, 파손(1EA)	손상현황	• 영천방향 S4 그레이팅 변형, 파손(1EA)
원 인	• 외부충격	원 인	• 외부충격
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 25.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 금회 정밀조사로 배수 그레이팅 변형 및 파손이 일부 추가 조사되었다.

【표 25.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	그레이팅 변형 및 파손	EA	—	—	5.00	5	▲ 5.00	신규손상

4) 검토의견

- 영천방향 배수구에 그레이팅 변형 및 파손이 확인되었고, 장기공용 및 외부충격에 의한 손상으로 원활한 유지관리 및 배수기능 확보를 위해 정비가 필요하다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 설치되어있다. 또한, 방호벽 상단에 낙하물방지를 위한 철재방지망이 설치되어 있는 상태이다.



방호벽 전경

중앙분리대 전경

【사진 25.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 파손, 백태, 차량충돌흔적이 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태, 차량충돌흔적이 추가 조사되었다. 방호벽 상단의 낙하물방지망은 양호한 상태이다.

【표 25.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		차량충돌흔적 (㎡/개소)	
S1	0.01	1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	0.40	4	4.00	2
S4	—	—	0.27	4	—	—
합계	0.01	1	0.67	8		

			
손상현황	• 상주방향 S1 파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• 상주방향 S4 백태(0.1m×1.0m)
원 인	• 볼트삽입시 충격, 외부충격	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 영천방향 S3 차량충돌흔적(4.0m×0.5m)	손상현황	• 영천방향 S4 백태(0.1m×0.2m)
원 인	• 차량충돌	원 인	• 장기공용, 수분접촉
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 상주방향 낙하물방지망 상태양호	손상현황	• 영천방향 낙하물방지망 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 25.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

3) 기 점검 결과 비교

- 기존손상인 파손, 백태, 차량충돌흔적이 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태, 차량충돌흔적이 추가 조사되었다.

【표 25.3.25】 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	파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.60	6	0.67	8	▲ 0.07	신규손상
	차량충돌흔적	m ²	2.00	1	4.00	2	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 파손의 경우 시공중 충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 일부구간 발생한 백태의 경우 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 차량충돌흔적은 보수보다는 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 가천교의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1, 2에 철근콘크리트 계단의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 25.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 25.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

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

【사진 25.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 25.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

25.3.3 외관조사 총괄표

【표 25.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	파손	m ²	0.11	3	
	철근노출	m ²	0.80	4	
거더	재료분리	m ²	0.03	1	
가로보	망상균열	m ²	3.00	4	
	백태	m ²	1.05	8	
	재료분리	m ²	0.75	3	
교대	균열(0.3mm미만)	m ²	1.50	3	
	누수흔적	m ²	10.00	6	
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	20.00	1	
	망상균열	m ²	12.50	2	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.50	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	10.60	53	
	무수축물탈 박락	m ²	0.02	2	
	받침콘크리트 박락	m ²	0.01	1	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	11.70	43	
	후타재 박락	m ²	0.07	7	
	접속부 이격	m	4.00	2	
	차수판 볼트탈락	EA	3.00	3	
	고무재 파손	m	1.00	2	
교면포장	망상균열	m ²	360.00	4	
	박락	m ²	0.03	1	
배수시설	그레이팅 변형 및 파손	EA	5.00	5	
방호벽 및 증분대	파손	m ²	0.01	1	
	백태	m ²	0.67	8	
	차량충돌흔적	m ²	4.00	2	
점검시설	상태양호	—	—	—	

25.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 25.3.29】손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	파손	m ²	0.11	3	0.11	3	— —	변동없음
	철근노출	m ²	0.80	4	0.80	4	— —	변동없음
거더	재료분리	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음
가로보	망상균열	m ²	—	—	3.00	4	▲ 3.00	신규손상
	백태	m ²	—	—	1.05	8	▲ 1.05	신규손상
	재료분리	m ²	—	—	0.75	3	▲ 0.75	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m ²	1.50	3	1.50	3	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	10.00	6	10.00	6	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m ²	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
	망상균열	m ²	0.25	1	12.50	2	▲ 12.25	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	10.00	50	10.60	53	▲ 0.60	신규손상
	무수축물탈 박락	m ²	0.02	2	0.02	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 박락	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	3.30	11	11.70	43	▲ 8.40	신규손상
	후타재 박락	m ²	0.07	7	0.07	7	— —	변동없음
	접속부 이격	m	12.00	2	4.00	2	▼ 8.00	보수실시
	차수판 볼트탈락	EA	1.00	1	3.00	3	▲ 2.00	신규손상
	고무재 파손	m	0.50	1	1.00	2	▲ 0.50	신규손상
교면포장	망상균열	m ²	360.00	4	360.00	4	— —	변동없음
	박락	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음
배수시설	그레이팅 변형 및 파손	EA	—	—	5.00	5	▲ 5.00	신규손상
방호벽	파손	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.60	6	0.67	8	▲ 0.07	신규손상
	차량충돌흔적	m ²	2.00	1	4.00	2	▲ 2.00	신규손상
점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

25.4 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.

25.4.1 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 25.4.1】 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		—	—	3	2	
탄산화깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 • 5경간 이상: 3~6개소		1	2	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

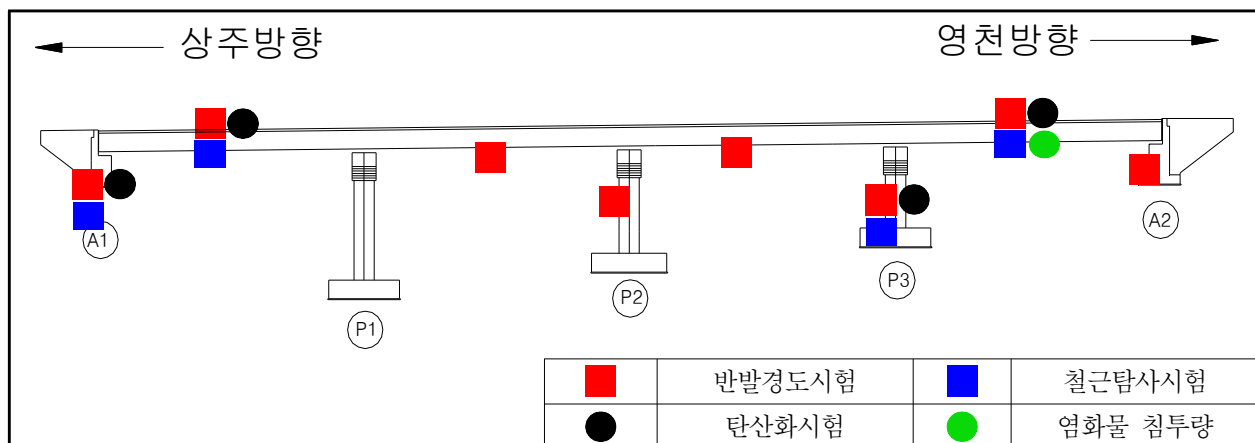
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진



【사진 25.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 25.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

25.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 25.4.2】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면(상주)	47.8	27.4	28.2	0.64	27.0	
	S4 바닥판하면(영천)	48.7	28.2	28.6			
	S4 가로보(영천)	48.5	28.0	28.5			

【표 25.4.3】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G1 거더(상주)	48.9	40.4	47.3	0.64	40.0	
	S3-G5 거더(영천)	49.1	40.5	47.6			

【표 25.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대(상주)	44.9	25.1	26.8	0.64	24.0	
	A2 교대(영천)	44.0	24.3	26.4			
	P2 교각	50.4	29.6	29.3		27.0	
	P3 교각	48.4	27.9	28.4			
	P3 교각(비건전)	48.8	28.2	28.6			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.4~28.6MPa, 거더 40.4~47.6MPa, 교대 24.3~26.8MPa, 교각 27.9~29.3MPa 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 25.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.4 ~ 28.6	27.0	101.5 ~ 105.9
	거더	40.4 ~ 47.6	40.0	101.0 ~ 119.0
하부구조	교대	24.3 ~ 26.8	24.0	101.3 ~ 111.7
	교각	27.9 ~ 29.3	27.0	103.3 ~ 108.5

② 기 점검결과와의 비교

【표 25.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.6	27.4 ~ 28.6	27.0
	거더	40.3 ~ 47.7	40.4 ~ 47.6	40.0
	교대	24.5 ~ 27.5	24.3 ~ 26.8	24.0
	교각	27.3 ~ 29.1	27.9 ~ 29.3	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

나. 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 25.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부 구조	S1 바닥판하면(상주)	2.0	35.0	33.0	a	0.82	100년이상	
	S4 바닥판하면(영천)	2.5	38.0	35.5	a	1.02	100년이상	
하부 구조	A1 교대(상주)	5.0	95.0	90.0	a	2.04	100년이상	
	P3 교각	4.5	95.0	90.5	a	1.84	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 25.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0~2.5	33.0~35.5	
하부구조	4.5~5.0	90.0~90.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 25.4.9】 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	2.0~3.0	37.0~38.0	a	2.0~2.5	33.0~35.5	a	
하부구조	4.5~6.0	94.0~95.5	a	4.5~5.0	90.0~90.5	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.						

다. 철근탐사시험

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

라. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 25.4.10】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.4 ~ 28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.4 ~ 47.6	40.0	
	하부구조	교대	24.3 ~ 26.8	24.0	
		교각	27.9 ~ 29.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		33.0~35.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		90.0~90.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

마. 기 점검결과와 비교

【표 25.4.11】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0	~	28.6	27.4	~	28.6	■ 강도저하 없음
		거더	40.3	~	47.7	40.4	~	47.6	
	하부구조	교대	24.5	~	27.5	24.3	~	26.8	
		교각	27.3	~	29.1	27.9	~	29.3	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0~38.0		a	33.0~35.5		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		94.0~95.5		a	90.0~90.5		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

바. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

25.5 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.

25.5.1 상태안전성능 평가

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

가. 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 25.5.1】 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	b	b	c	b	c	c	a	b	q
S2	P1	DR	b	a	b	c	a	a	—	b	b	q
S3	P2	DR	a	a	b	c	a	b	b	b	b	q
S4	P3	DR	a	a	a	c	b	b	—	b	b	q
	A2								c	b	b	q
평균			0.125	0.125	0.175	0.400	0.150	0.225	0.333	0.180	0.200	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.019	0.031	0.007	0.016	0.005	0.005	0.023	0.027	0.050	—
											0.182	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.182) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

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

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

② 도로포장

간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 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 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 25.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
암기교	0.182	B	180	4	720	1.000	0.182
합계(Σ)	—	—	—	—	—	1.000	0.182
1. 평가지수 =							0.182
2. 상태평가결과 =							B

25.5.2 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 Girder교
- 경 간 장 : $4@45 = 180.0 \text{ m}$
- 폭 원 : 24.3 m
- 교량등급 : 1등급
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

- ① 설계기준강도 : 27.0 MPa
- ② 항복휨압축응력 : $f_{ca} = 0.8f_{ck} = 10.8 \text{ MPa}$
- ③ 탄성계수 : $E_c = 2.55 \times 10^4 \text{ MPa}$

○ 철근

- ① 극한강도 : 400.0 MPa
- ② 탄성계수 : $E_c = 2.00 \times 10^5 \text{ MPa}$

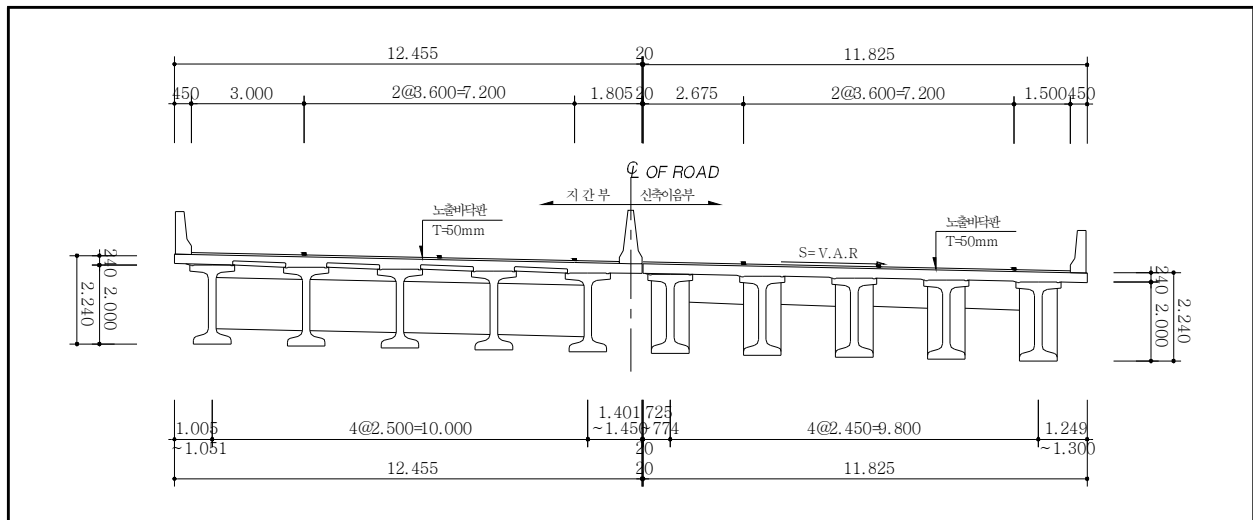
○ DR Girder

- ① 설계기준강도 : 40.0 MPa
- ② 항복휨압축응력 : 16.0 MPa
- ③ 탄성계수 : $E_c = 2.00 \times 10^5 \text{ MPa}$

○ 철근

- ① 극한강도 : 400.0 MPa
- ② 탄성계수 : $E_c = 2.00 \times 10^5 \text{ MPa}$

(3) 검토단면



(4) 고정하중

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

(5) 구조계산 결과요약

■ 작용하중에 의한 응력 검토 결과

구 분		발생응력 (Mpa)		허용응력 (Mpa)		비 고
		압축	인장	압축	인장	
1차 텐던 프리스트레스 도입직후	주형 상연	7.201		17.600	1.400	O.K
	주형 하연	7.334		17.600	1.400	O.K
2차 텐던 프리스트레스 도입직후	주형 상연	14.110		22.000	1.600	O.K
	주형 하연	12.740	0.600	22.000	1.600	O.K
구조물 완공 직후	주형 상연	13.200	0.447	16.000	3.200	O.K
	주형 하연	11.530		16.000	3.200	O.K
크리프 완료 후	주형 상연	9.705		16.000	3.200	O.K
	주형 하연	8.809	0.209	16.000	3.200	O.K
하중조합 후	주형 상연	14.665	2.016	16.000	3.200	O.K
	주형 하연	15.773		16.000	3.200	O.K

■ 최대 계수모멘트 계산

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_u (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	비 고
외측 거더	20338.500	19423.873	10471.888	2702.520	
내측 거더	20338.500	18594.713	10308.186	2415.847	

■ 캔틸레버부의 단면력 검토

구 분		고정하중(kN)		거리(m)	모멘트(kN·m)
연석	①	$0.230 \times 0.700 \times 1.00 \times 25.0 =$	4.025	0.585	2.355
	②	$1/2 \times 0.070 \times 0.970 \times 1.00 \times 25.0 =$	0.849	0.447	0.380
	③	$0.300 \times 0.175 \times 1.0 \times 25.0 =$	1.313	0.550	0.722
	④	$1/2 \times 0.120 \times 0.175 \times 1.0 \times 25.0 =$	0.263	0.360	0.095
	⑤	$0.420 \times 0.175 \times 1.0 \times 25.0 =$	1.838	0.490	0.901
포 장	⑥	$0.05 \times 0.250 \times 1.0 \times 23.5 =$	0.294	0.125	0.037
바닥판	⑦				2.708
방음벽	⑧		1.000	0.890	0.890
계					8.088

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 DR Girder의 내하율 평가결과

구 분			고정하중응력+긴장력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
암기교	거더	상연	9.705	4.960	16.000	1.269
		하연	8.809	6.964	16.000	1.033

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)

γ_ℓ : 활하중계수 (2.15)

② 내하력 (Load Carrying Capacity)

기본내하력 (P) = RF × Pr

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_\ell M_\ell (1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버부	75.835	8.088	19.200	10.514	41.280	1.582
중 양 부	84.838	2.197	24.440	2.856	52.546	1.560

■ 강도설계법에 의한 거더의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_\ell M_\ell (1+i)$ (kN · m)	R.F
외측거더	20338.500	10471.888	2702.520	13,613.454	5,810.418	1.157
내측거더	20338.500	10308.186	2415.847	13,400.642	5,194.071	1.336

4) 내하력평가 결과

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

■ 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력		Ks	공용내하력		비 고
암기교	거더(허용응력)	1.033	DB-	24.792	1.145	DB-	28.387	DB-24 이상
	거더(강도설계법)	1.157	DB-	27.768	1.145	DB-	31.794	DB-24 이상
	바닥판	1.560	DB-	37.440	-			DB-24 이상

■ 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	고정하중응력 + 긴장력 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
암기교	거더	상연	16.000	9.705	4.960	1.091
		하연	16.000	8.809	6.964	1.014

■ 강도설계법

구 분	ØMn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
켄틸레버부	75.835	51.794	1.464	SF = 1.0 이상
중 앙 부	84.838	55.4002	1.531	SF = 1.0 이상
외측거더	20338.500	19423.873	1.047	SF = 1.0 이상
내측거더	20338.500	18594.713	1.094	SF = 1.0 이상

■ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	1.464	1.582	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.531	1.560	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	상 연	1.091	1.269	DB-24이상	A	허용응력설계법
	하 연	1.014	1.033	DB-24이상	A	허용응력설계법

25.5.3 안전성능평가 결과

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

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
암기교	0.182	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.182로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

25.6 내구성능 평가

25.6.1 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.

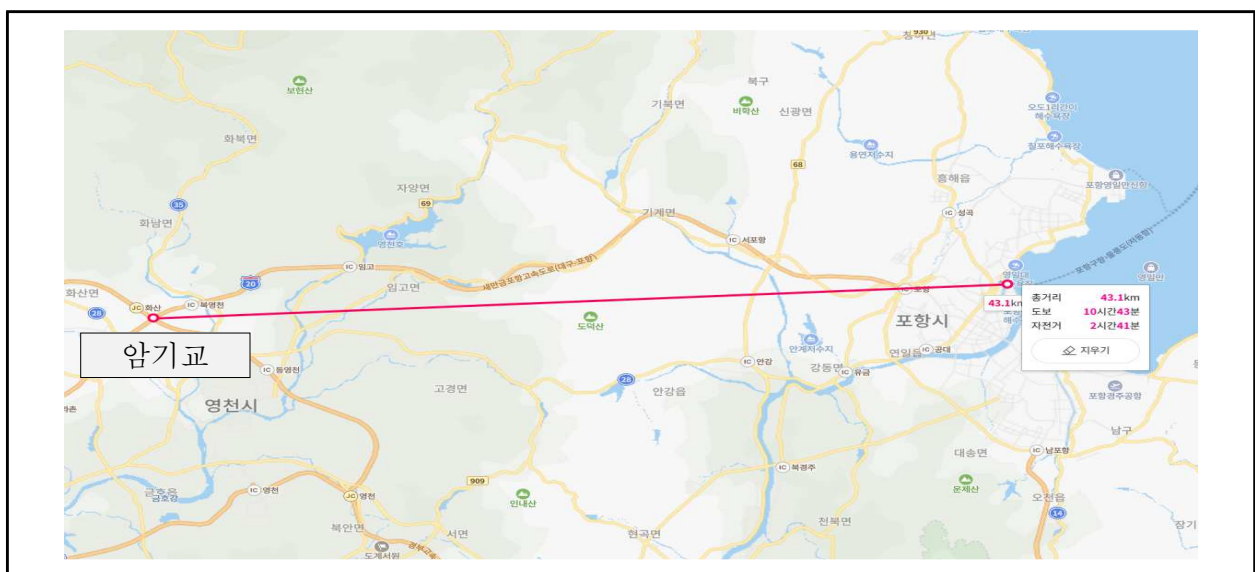
25.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 화산면 가산리에 위치하며, 동해안으로부터 약 43.1km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 25.6.1】 위치도

【표 25.6.1】 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 25.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 화산면 가상리				
분석기간	2013년 11월 1일 ~ 2022년 3월 31일 (10년)				
2013.11~2014.3	0일	2017.11~2018.3	7일	2020.11~2021.3	2일
2014.11~2015.3	0일	2018.11~2019.3	1일	2021.11~2022.3	0일
2015.11~2016.3	2일	2019.11~2020.3	0일	2022.11~2023.3	1일
2016.11~2017.3	2일	평균 강설일수			1.5일

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

주) 해당 시설물의 위치인 영천 관측소에는 최심신적설 자료가 구비되어있지 않아 인근 지역인 대구 관측소의 2013년부터 2022년 까지 10년간의 기록으로 평가하였음

나. 동해환경 평가

동결융해 반복일수에 따른 동해환경 평가는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 영천 관측소에서 측정된 최근 10년간의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량 데이터를 수집하여 평가하였으며, 동해환경 평가는 다음과 같다.

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

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

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

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

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

【표 25.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

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

【표 25.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

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

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 25.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	0.323	0.311	0.294	a

【표 25.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S1	—	—	3.182

【표 25.6.7】 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 25.6.8】 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	S1	a	a	a

2) 탄산화 깊이

【표 25.6.9】 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	S1 바닥판하면(상주)	2.0	0.82	30년 초과	a	a
	S4 바닥판하면(영천)	2.5	1.02	30년 초과	a	a
	A1 교대(상주)	5.0	2.04	30년 초과	a	a
	P3 교각	4.5	1.84	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 25.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상부	S1 바닥판하면(상주)	101.5	—	a	0.10	a
		S4 바닥판하면(영천)	104.3	—	a		
		S4 가로보(영천)	103.7	—	a		
		S2-G1 거더(상주)	101.0	—	a		
		S3-G5 거더(영천)	101.4	—	a		
	하부	A1 교대(상주)	104.5	—	a	0.10	a
		A2 교대(영천)	101.3	—	a		
		P2 교각	109.5	—	a		
		P3 교각	103.3	—	a		
		P3 교각(비건전)	106.0	102.6	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 25.6.11】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		45@4 = 180m
교폭		24.3m
바닥판의 높이		0.24m
거더 갯수		10
2차 부재		L=2.74m, 교축방향 22.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시
	해안 이격거리	500m 초과

【표 25.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

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

【표 25.6.13】 열화환경지표의 평가

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

25.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 25.6.14】 내구성능평가 결과

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

25.7 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.

25.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 0.84~4.20으로 평가되었다.

【표 25.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	180.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	상주	2	180.0	0.84	e등급
	상주영천고속도로	영천	1	180.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	2	180.0	3.99	d등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0미만으로 산정되어 양호한 e등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

3) 진동사용성

(1) 측정

- 해당 교량의 진동사용성 평가를 위하여 교량의 최대 처짐과 고유진동수를 측정하였으며, 상세자료는 부록에 첨부하였다.

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 5.052~6.715mm/s, 7.5~7.6Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 방향별 각 3기가 시공되어있으며, 점검로는 전개소 모두 설치되어 있지 않은 상태로, e등급으로 평가된다.

【표 25.7.2】 점검시설 평가결과

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

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

5) 교통량

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

【표 25.7.3】교통량의 성능평가

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

25.7.2 사용성능평가 결과

【표 25.7.4】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

25.8 종합성능평가

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

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

【표 25.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	암기교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.182	b	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.182 \times 0.68 + 0.100 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.231$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.231 • 종합성능평가 결과 : B등급		

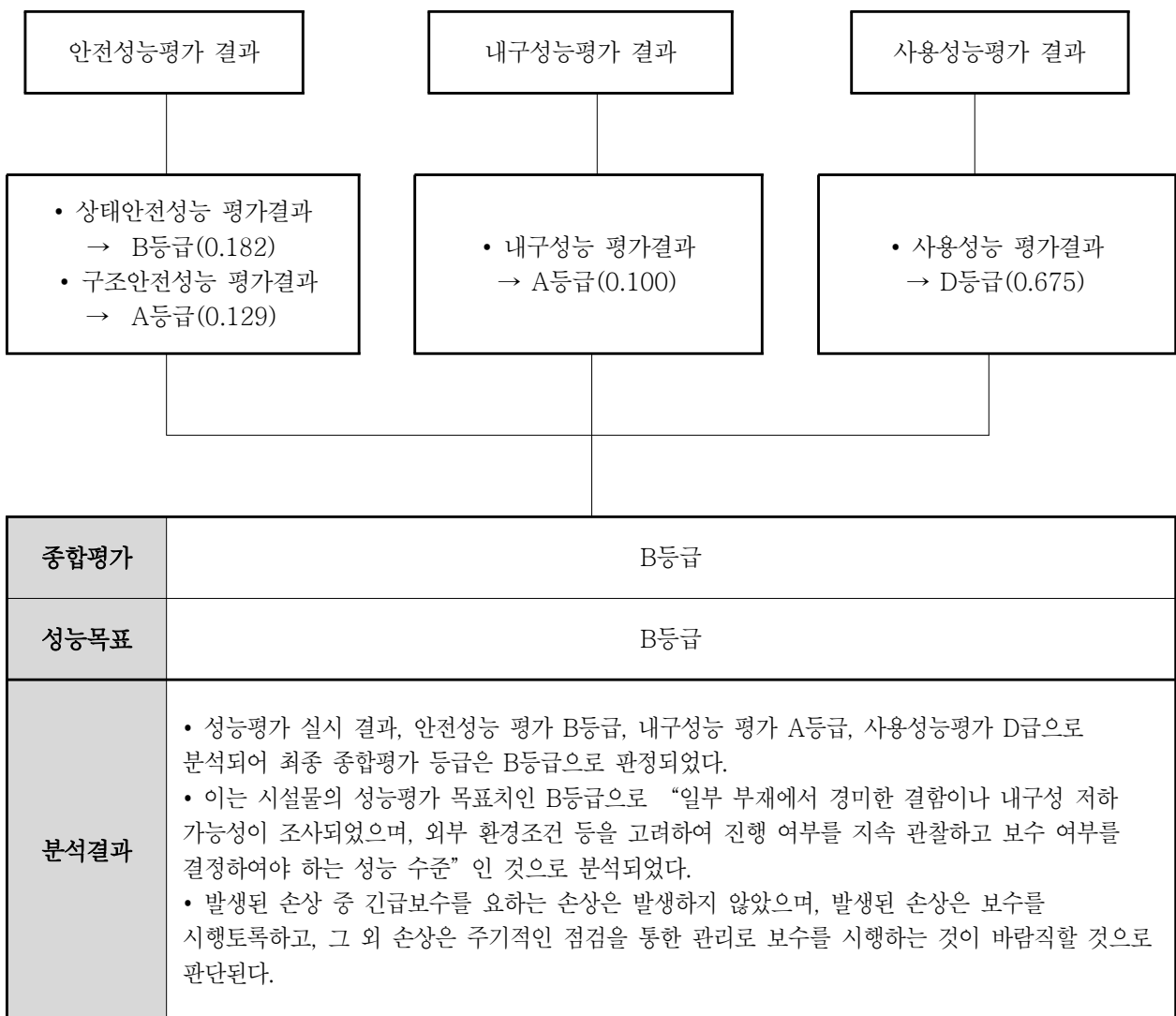
25.9 유지관리 전략제안

25.9.1 성능목표 등급 산정

【표 25.9.1】 성능목표 등급산정

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

25.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



25.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 보수 개략공사비

【표 25.9.2】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판	파손	단면보수	0.11	0.17	m ²	—	—	하자
	철근노출	단면보수(방청)	0.80	1.20	m ²	—	—	하자
거더	재료분리	단면보수	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
가로보	망상균열	표면처리	3.00	4.50	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	1.05	1.58	m ²	—	—	하자
	재료분리	단면보수	0.75	1.13	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	0.56	m ²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	10.00	15.00	m ²	—	—	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	20.00	7.50	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	12.50	18.75	m ²	—	—	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	10.60	3.97	m ²	54	214	2순위
	무수축물탈 박락	단면보수	0.02	0.03	m ²	165	5	2순위
	받침콘크리트 박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	165	3	2순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	11.70	4.39	m ²	54	237	2순위
	후타재 박락	단면보수	0.07	0.11	m ²	165	18	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	3.00	3.00	EA	25	75	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	360.00	540.00	m ²	54	29,160	2순위
	박락	단면보수	0.03	0.05	m ²	165	8	2순위
배수시설	그레이팅 변형 및 파손	정비	5.00	5.00	EA	25	125	2순위
방호벽 및 중분대	파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	165	3	3순위
	백태	표면처리	0.67	1.01	m ²	54	55	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		29,770		133		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		14,885		67		
	합계	0		44,655		200		
개략공사비 총계(천원)		44,855						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 25.9.3】 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	0.11	0.17	—	—	파손	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
단면보수(쌍차)	0.80	1.20	—	—	철근노출	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
단면보수	0.03	0.05	—	—	재료분리	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
표면처리	3.00	4.50	—	—	망상균열	가로보	안전 성능	d	1.00	0.04	0.68	0.30	0.00816	10
표면처리	1.05	1.58	—	—	백태	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	20
단면보수	0.75	1.13	—	—	재료분리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	20
표면처리	1.50	0.56	—	—	균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	10.00	15.00	—	—	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	20.00	7.50	—	—	균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	12.50	18.75	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	11
표면처리	10.60	3.97	54	214	물탈균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
단면보수	0.02	0.03	165	5	물탈박락	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
단면보수	0.01	0.02	165	3	큰교각박락	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	4
표면처리	11.70	4.39	54	237	균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
단면보수	0.07	0.11	165	18	박락	신축이음	안전 성능	c	1.00	0.07	0.68	0.18	0.00857	9
정비	3.00	3.00	25	75	볼트탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	18
표면처리	36000	54000	54	29160	망상균열	교면포장	안전 성능	c	2.00	0.04	0.68	0.18	0.00979	3
단면보수	0.03	0.05	165	8	박락	교면포장	안전 성능	b	3.00	0.04	0.68	0.09	0.00734	15
정비	5.00	5.00	25	125	변형및파손	배수시설	안전 성능	b	4.00	0.03	0.68	0.09	0.00734	15
단면보수	0.01	0.02	165	3	파손	보호시설	안전 성능	c	5.00	0.02	0.68	0.18	0.01224	2
표면처리	0.67	1.01	54	55	백태	보호시설	안전 성능	b	6.00	0.02	0.68	0.09	0.00734	15

다. 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 0.231으로 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.

25.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 가상리(상주영천고속도로 76.154~76.334km)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.

25.10.1 현장조사결과

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 파손, 철근노출이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 추가 조사된 손상은 없는 상태이다. 중앙부 데크플레이트는 전반적으로 양호한 상태이다.
- 바닥판하면 단부에 발생한 파손, 철근노출의 경우 거푸집 제거시 충격, 피복부족 등의 원인에 의한 손상으로, 그 정도가 심하지 않아 구조물에 영향을 미치지 않는으나, 단면보수, 방청을 실시하는 유지관리가 필요하다.

2) DR Girder

- 거더에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 재료분리가 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회, 추가 발생한 손상은 없는 상태이다. 거더는 전반적으로 양호하고 기능발휘에 문제가 없는 상태이다.
- 재료분리의 경우 시공초기 다짐부족에 의한 손상으로 추정되며, 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 진전방지를 위한 단면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 망상균열, 백태, 재료분리 등의 손상이 추가 조사되었다. 그 외의 특이손상은 없는 상태이다.
- 가로보에 발생한 망상균열, 백태의 경우 온도변화, 콘크리트 양생중 우수유입, 수분접촉에 의

해 발생한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 재료분리의 경우 다짐부족, 마감미흡에 의한 손상으로, 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 균열, 누수흔적이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상은 없는 것으로 확인되었다.
- 교대 벽체에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 교대 A2에서 강우 및 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 조사되었고, 본 손상에 대하여 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 망상균열, 페콘크리트 퇴적 등의 손상이 확인되었고, 금회 정밀조사로 균열, 망상균열이 추가 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열, 망상균열의 경우 대부분 폭 0.3mm미만의 미세균열로 건조수축, 온도변화, 콘크리트의 재료특성 등에 의한 손상으로 추정된다. 상기 손상부의 경우 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망된다.
- 코핑부 상면의 퇴콘크리트 퇴적은 시공시 정비미흡에 의한 손상으로, 주의관찰을 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만), 무수축물탈 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 박락이 추가 조사되었다. 교량받침의 거동상태는 양호한 상태이다.
- 받침 물탈에 발생한 균열의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 무수축물탈 및 받침콘크리트 박락의 경우 시공시 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.

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

7) 신축이음장치

- 신축이음에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 후타재 균열(폭 0.3mm미만) 및 후타재 박락, 접속부 이격, 차수판 볼트탈락, 고무재 파손 등이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 접속부 재포장으로 이격이 보수되었고, 정밀조사로 후타재 균열 및 본체 고무재 파손 등의 손상이 추가 조사되었다. 신축이음의 거동상태는 전반적으로 양호한 상태이다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 후타재 박락의 경우 공용기간 증가, 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전방지 및 내구성확보를 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 접속부 이격은 접속부 포장-후타재에서 발생한 손상으로 접속부 침하, 우수유입 등에 의한 손상으로 판단된다. 금회 접속부 재포장으로 본선구간은 양호한 상태이나, 갓길측은 이격이 있는 상태로, 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 차수판 볼트탈락의 경우 온도변화, 장기공용에 의한 손상으로 유지관리를 위해 정비가 요망된다.
- 본체 고무재 파손은 장기공용, 차량운하중 등에 의한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하고, 추후 일괄적으로 교체를 하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 상주방향 망상균열, 영천방향 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 미미한 상태이다. 금회 추가 조사된 손상은 없는 것으로 확인되었다. 현재, 교면포장은 차량통행에 문제가 없는 상태이다.
- 교면포장에 발생한 망상균열, 박락의 경우 건조수축, 우수유입, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성, 내구성 확보를 위한 표면처리, 단면보수 등의 조치가 필요하다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 배수 그레이팅 변형 및 파손이 일부 추가 조사되었다. 배수관은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 영천방향 배수구에 그레이팅 변형 및 파손이 확인되었고, 장기공용 및 외부충격에 의한 손상으로 원활한 유지관리 및 배수기능 확보를 위해 정비가 필요하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 기존손상인 파손, 백태, 차량충돌흔적이 확인되었고, 진전은 미미한 상태이다. 금회 정밀조사로 백태, 차량충돌흔적이 추가 조사되었다. 방호벽 상단의 낙하물방지망은 양호한 상태이다.
- 방호벽에 발생한 파손의 경우 시공중 충격에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 일부구간 발생한 백태의 경우 균열부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보를 위한 표면처리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 차량충돌흔적은 보수보다는 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 바닥판하면, 가로보 27.4~28.6MPa, 거더 40.4~47.6MPa, 교대 24.3~26.8MPa, 교각 27.9~29.3MPa 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 2.0~2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

25.10.2 성능평가 결과

【표 25.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	암기교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.182	b	0.68
내구성능 평가	0.100	a	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.182 \times 0.68 + 0.100 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.231$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.231 • 종합성능평가 결과 : B등급		

25.10.3 종합결론

- 암기교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 철근노출, 가로보 들뜸, 교대 균열, 교각 파손, 교량받침 플레이트 부식, 신축이음 후타재 파손, 교면포장 포장 망상균열 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.
- 종합성능평가를 실시한 결과, B등급(0.231)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.

25.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

25.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 망상균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

25.10.6 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.

