

28. 단포교

28.1 시설물 개요

28.2 자료수집 및 분석

28.3 현장조사

28.4 콘크리트 내구성조사

28.5 안전성능 평가

28.6 내구성능 평가

28.7 사용성능 평가

28.8 종합성능평가

28.9 유지관리 전략제안

28.10 종합결론 및 건의사항

28. 단포교

28.1 시설물의 개요

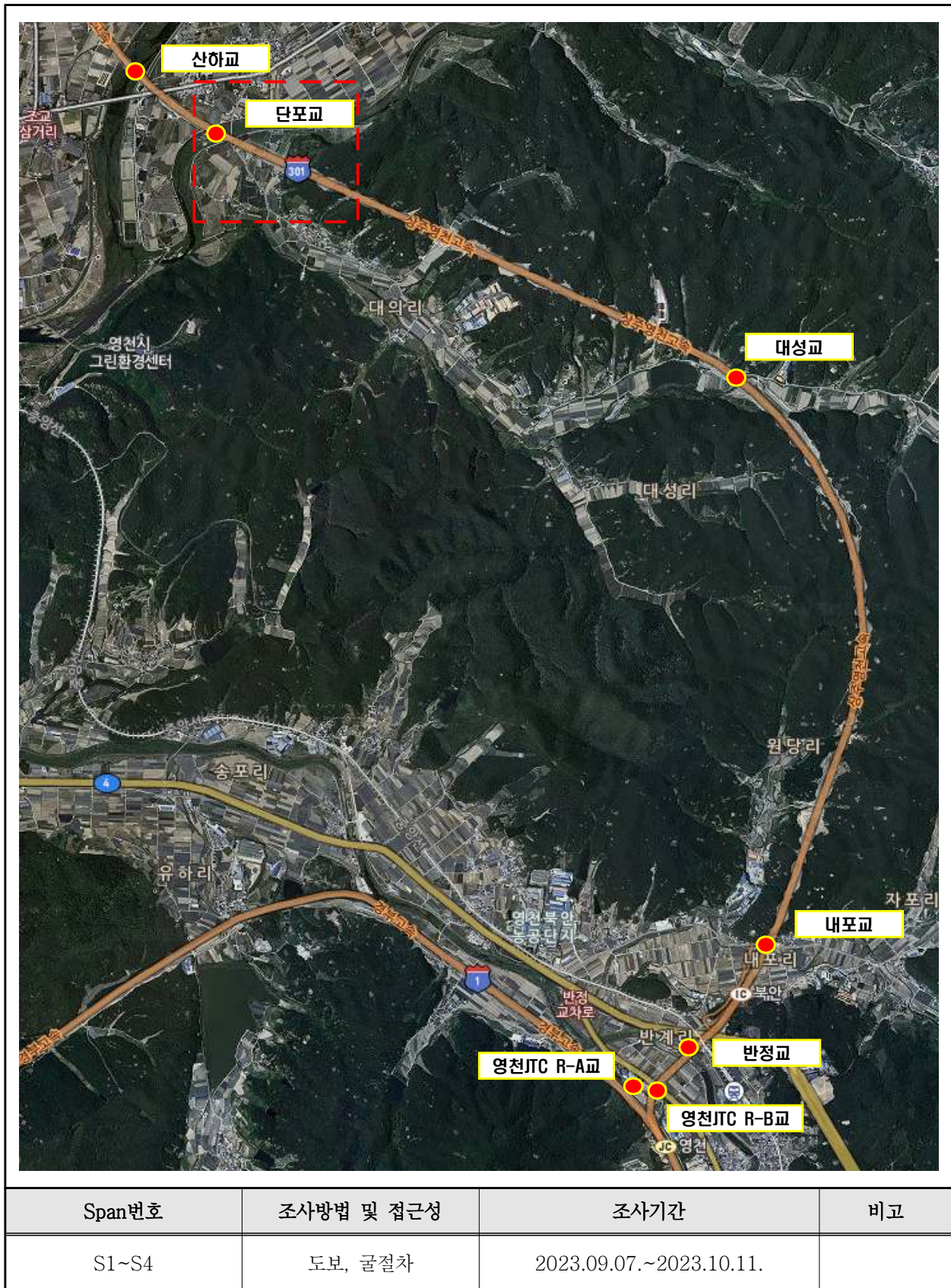
본 시설물은 경상북도 영천시 고정면 단포리(상주영천고속도로 85.503~85.683km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

28.1.1 일반사항

【표 28.1.1】 단포교 일반사항

구 분		내 용	구 분	내 용	
시설물번호		BR2017-0000258	관리번호	SY BR.37	
시설물위치		경상북도 영천시 고정면 단포리	준공년월일	2017. 06. 27	
관리이정		85.503~85.683km	공사이정	0.845~1.025km	
설계하중		DB-24	노 선 명	고속국도 301호선	
제원	연장	L=180.0m, (4@45m=180m)			
	폭	B=24.5m, 4차로			
구조 형식	상부	PSC BEAM (DR GIRDER)	기초 형식	교 각	직접기초
	하부	T형 교각식(T)		교 대	직접, 말뚝기초
교량받침		탄성고무받침	신축이음	모노셀, 핑거	
교차시설물		고촌천	통과높이	6.6m	
부착시설내용		-			
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

28.1.2 위치도 및 전경사진

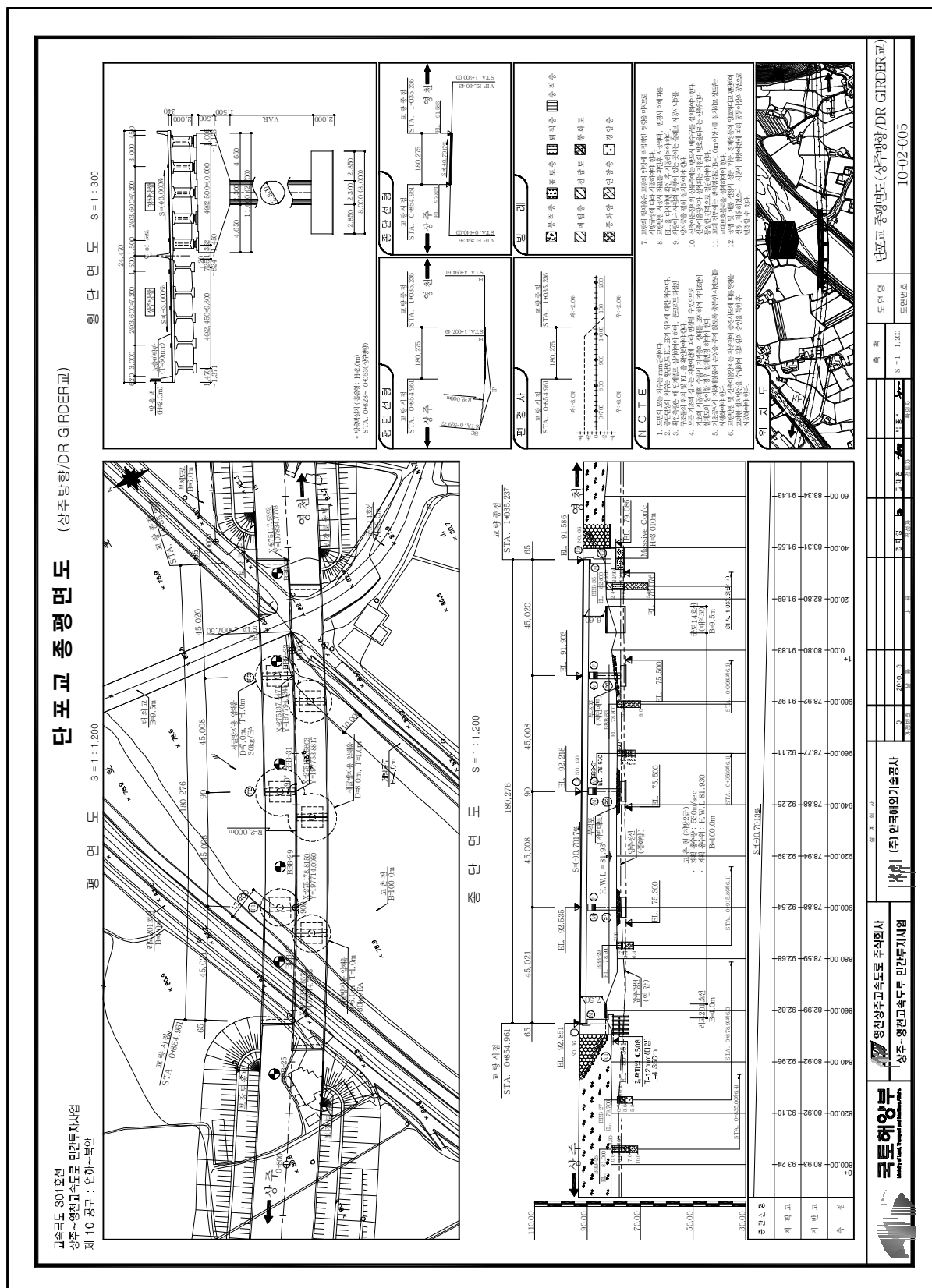


【그림 28.1.1】 위치도

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

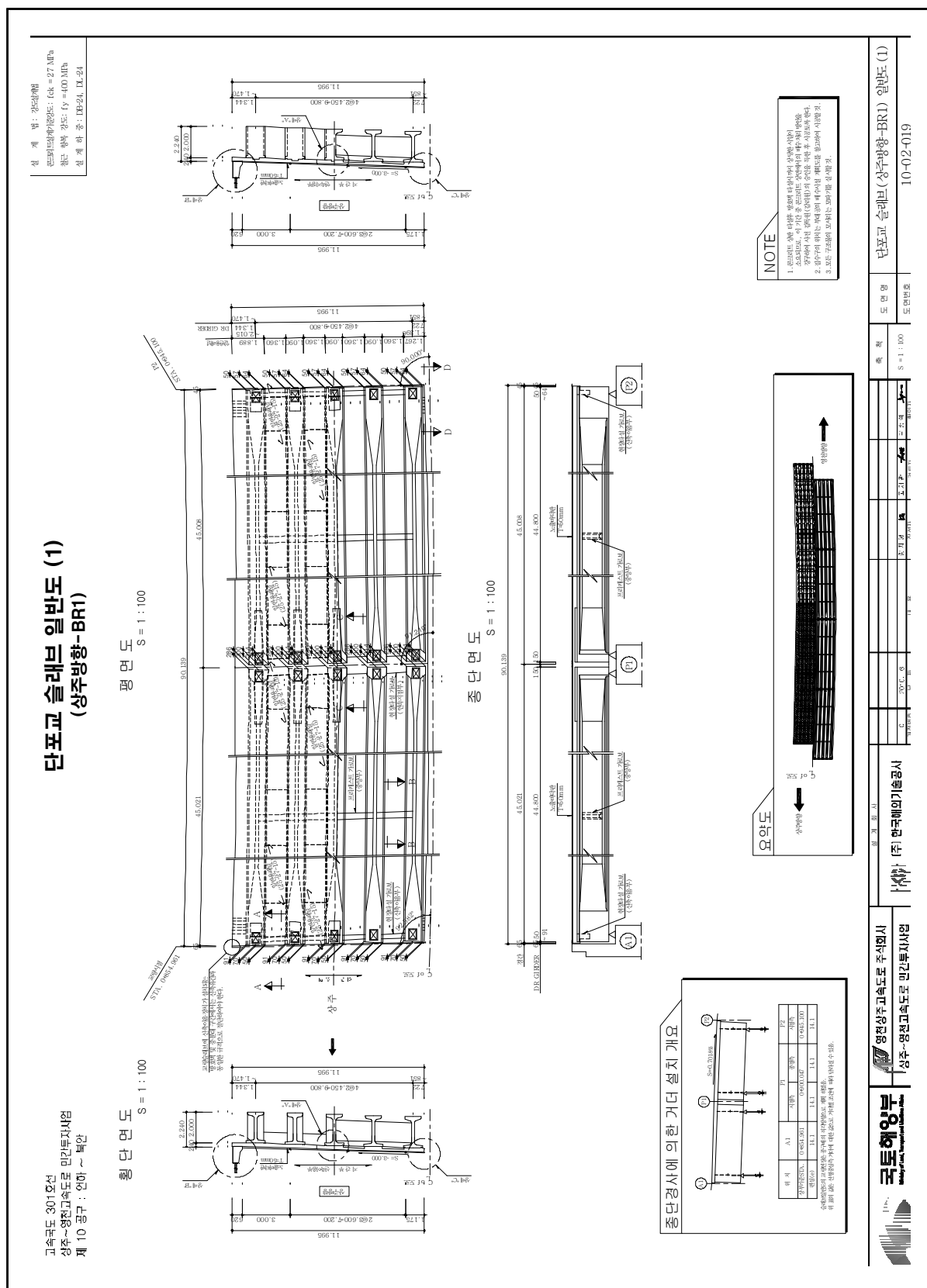
【그림 28.1.2】 부재별 현황

28.1.3 시설물 일반도

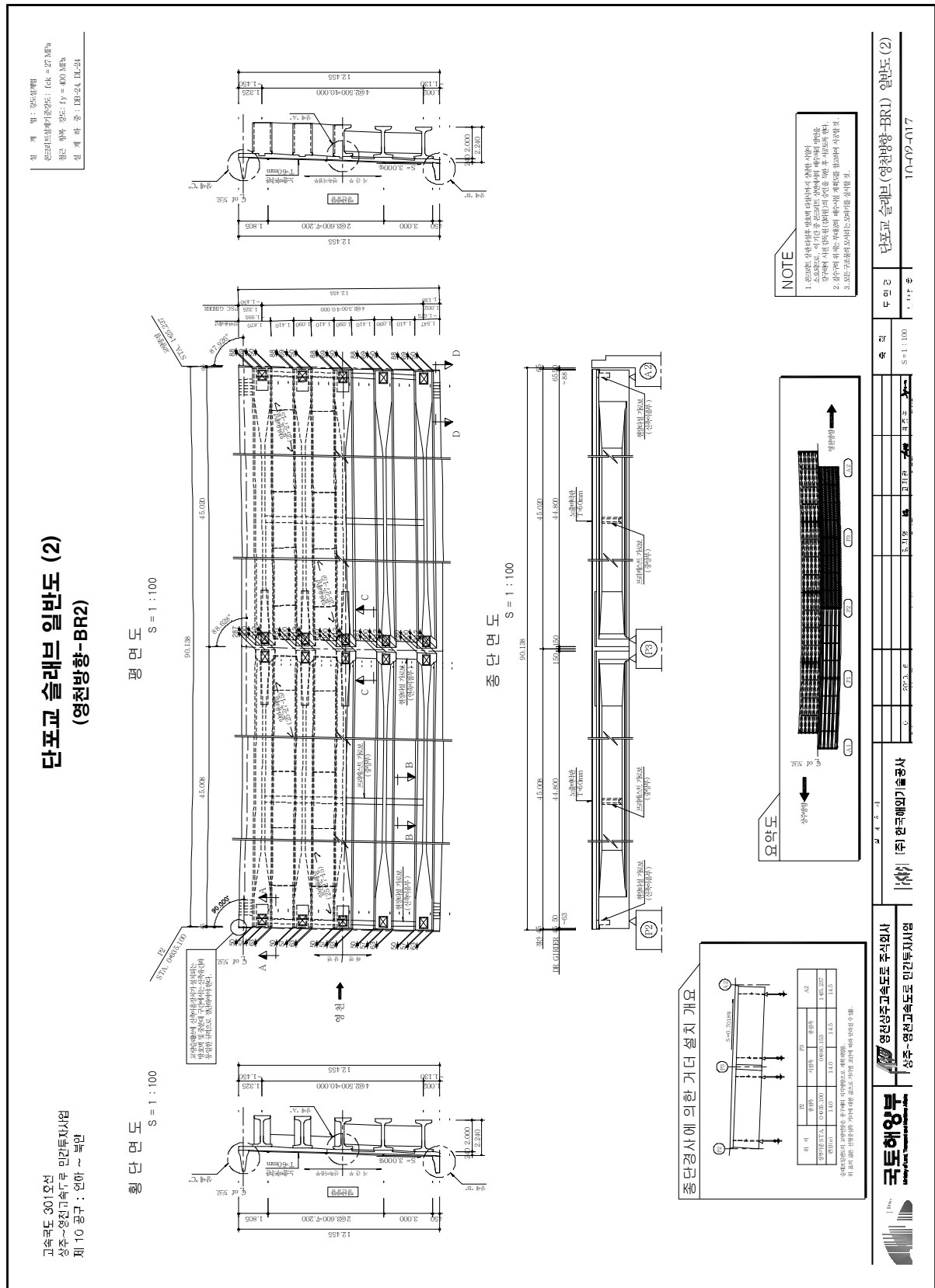


【그림 28.1.3】 평면 및 종단면도(상주방향)

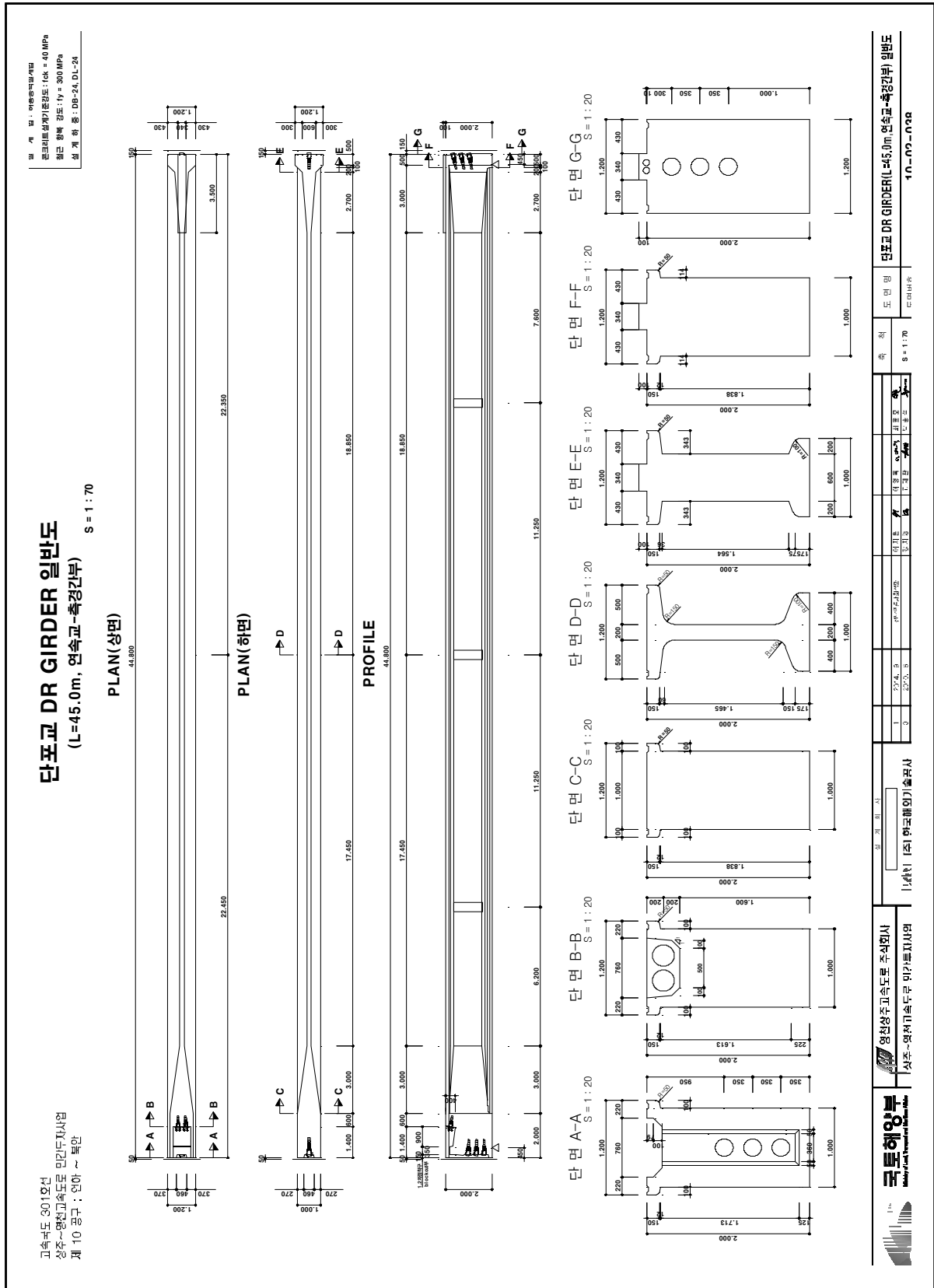




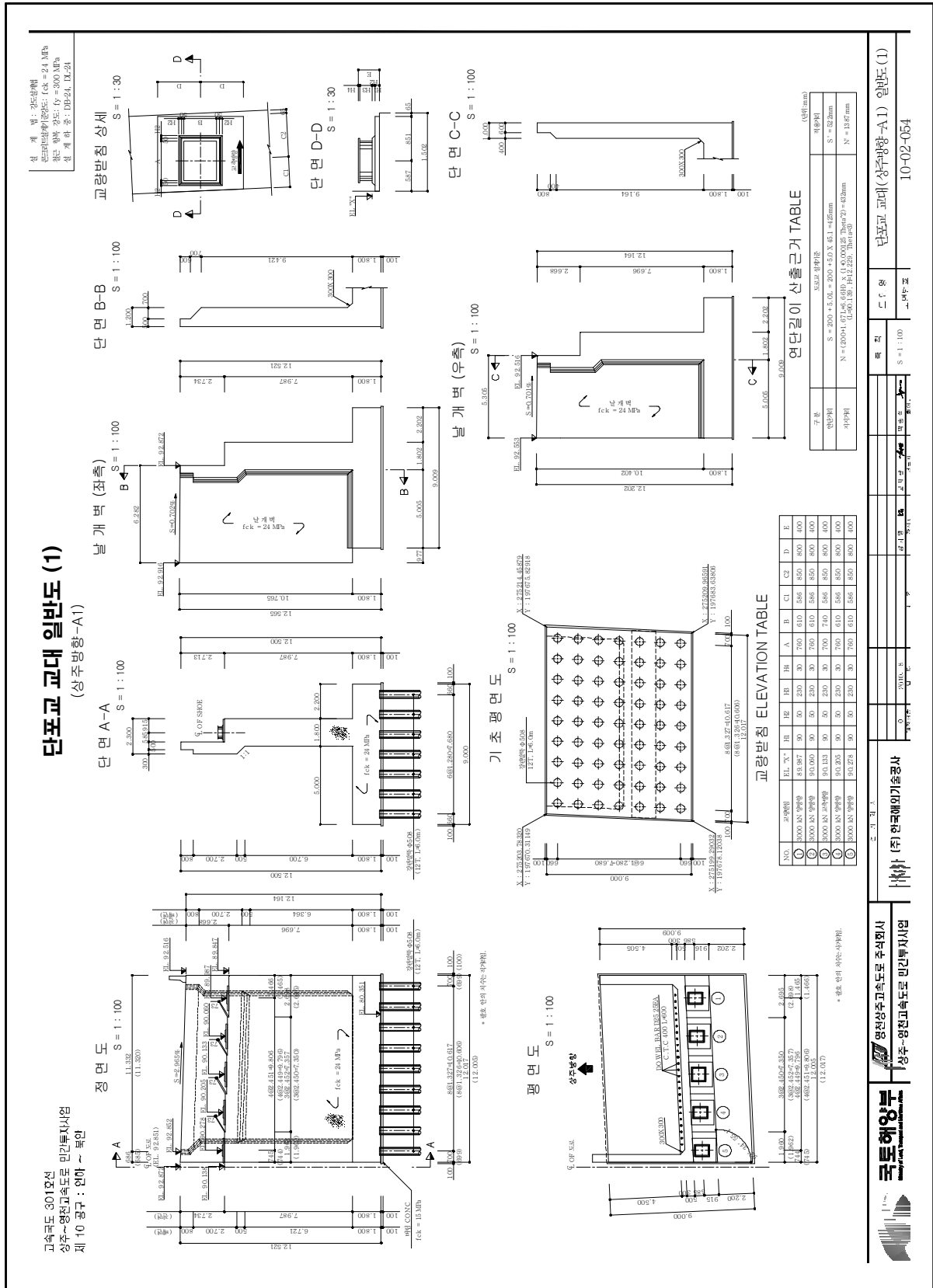
【그림 28.1.5】 슬래브 일반도(상주방향)



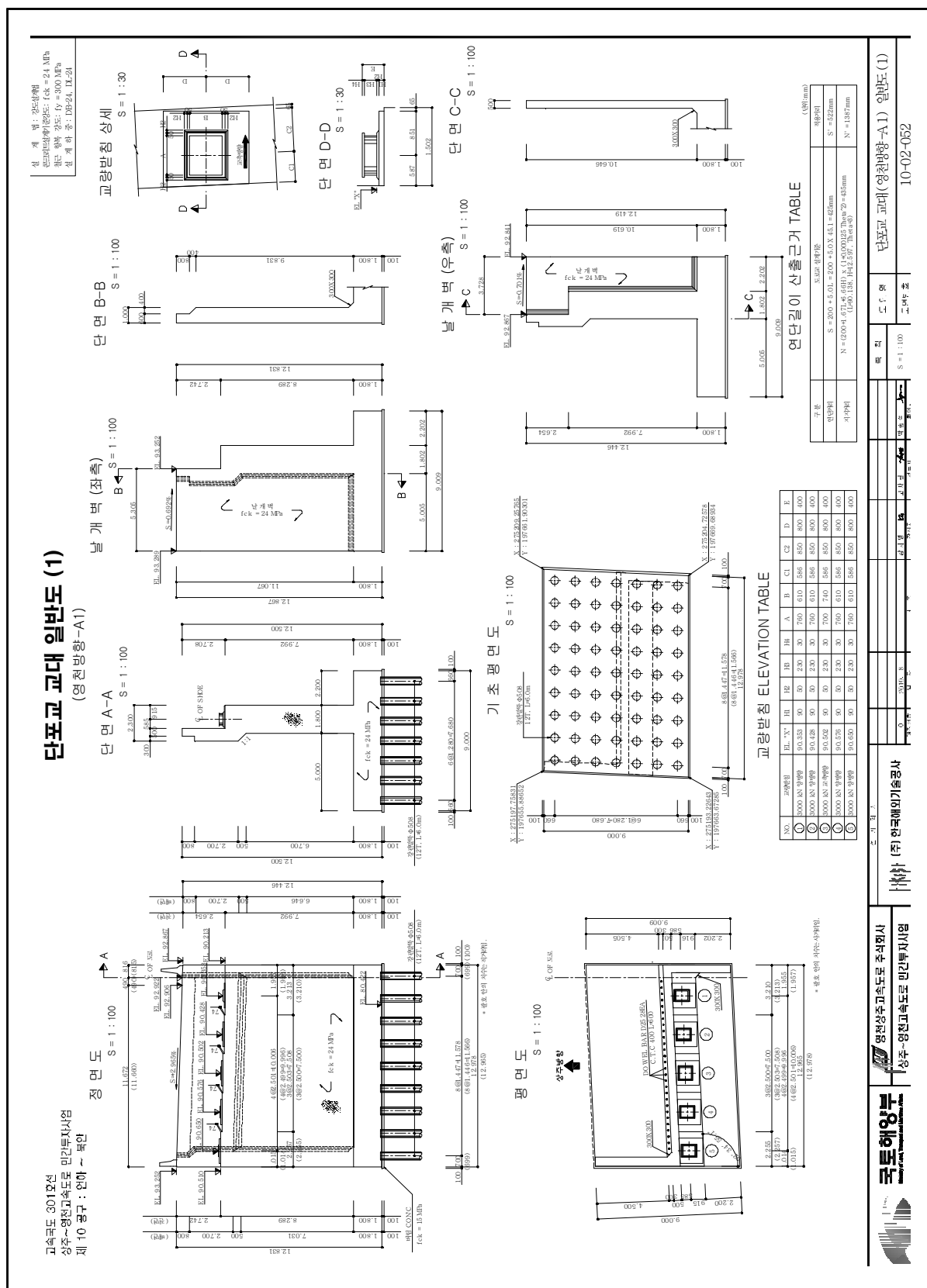
【그림 28.1.6】 슬래브 일반도(영천방향)



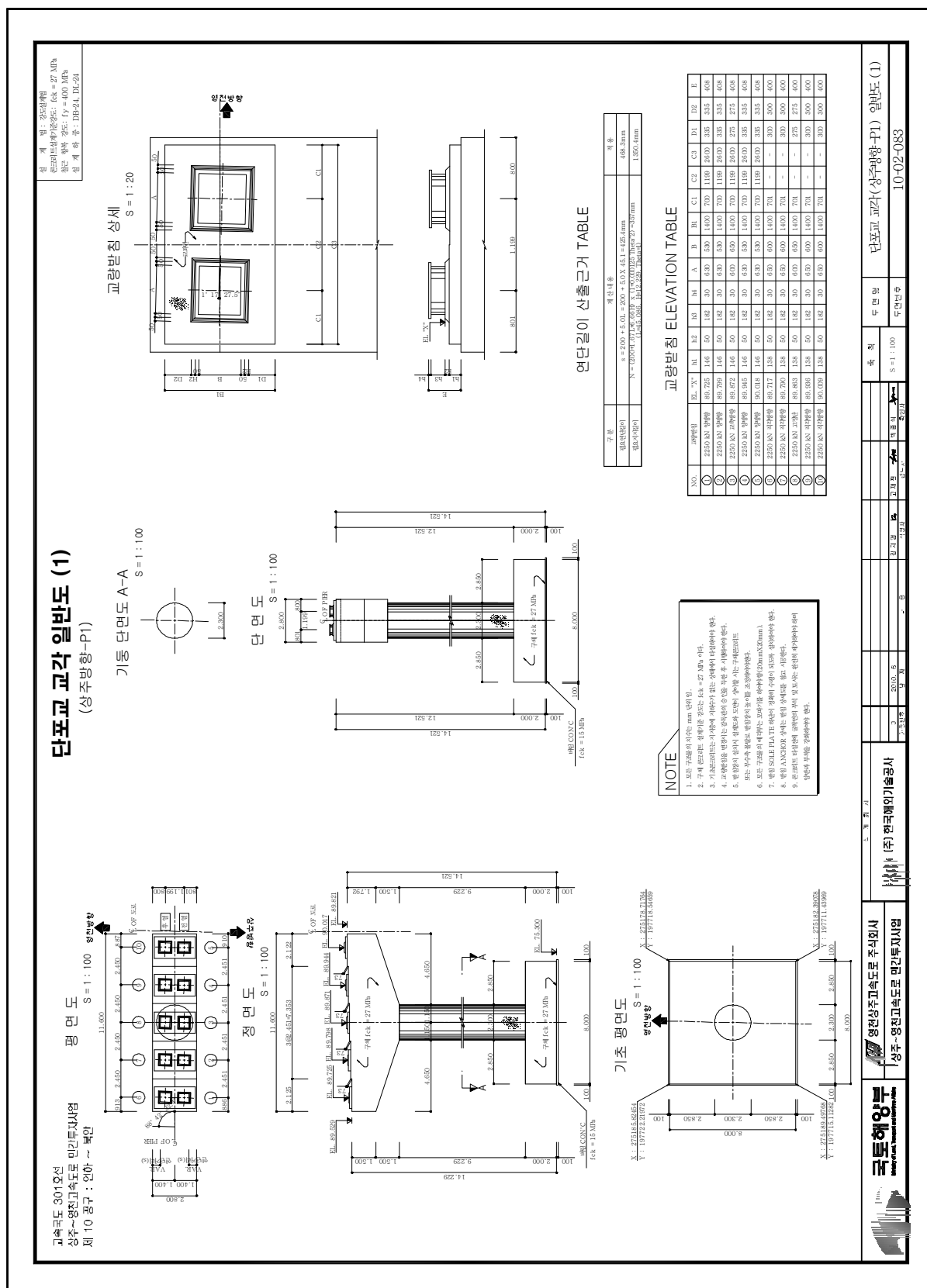
【그림 28.1.7】 거더 일반도



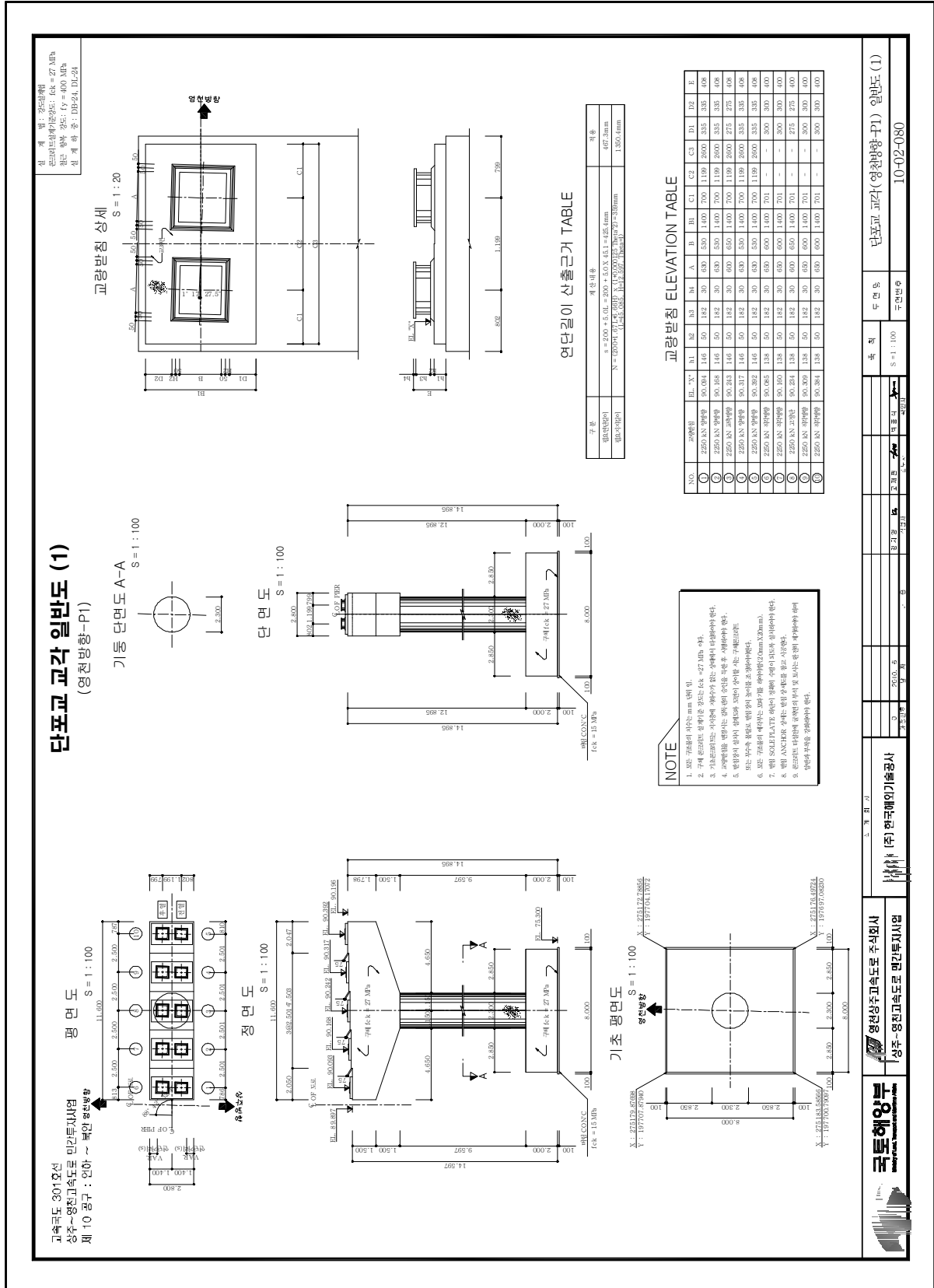
【그림 28.1.8】 교대 일반도(상주방향)



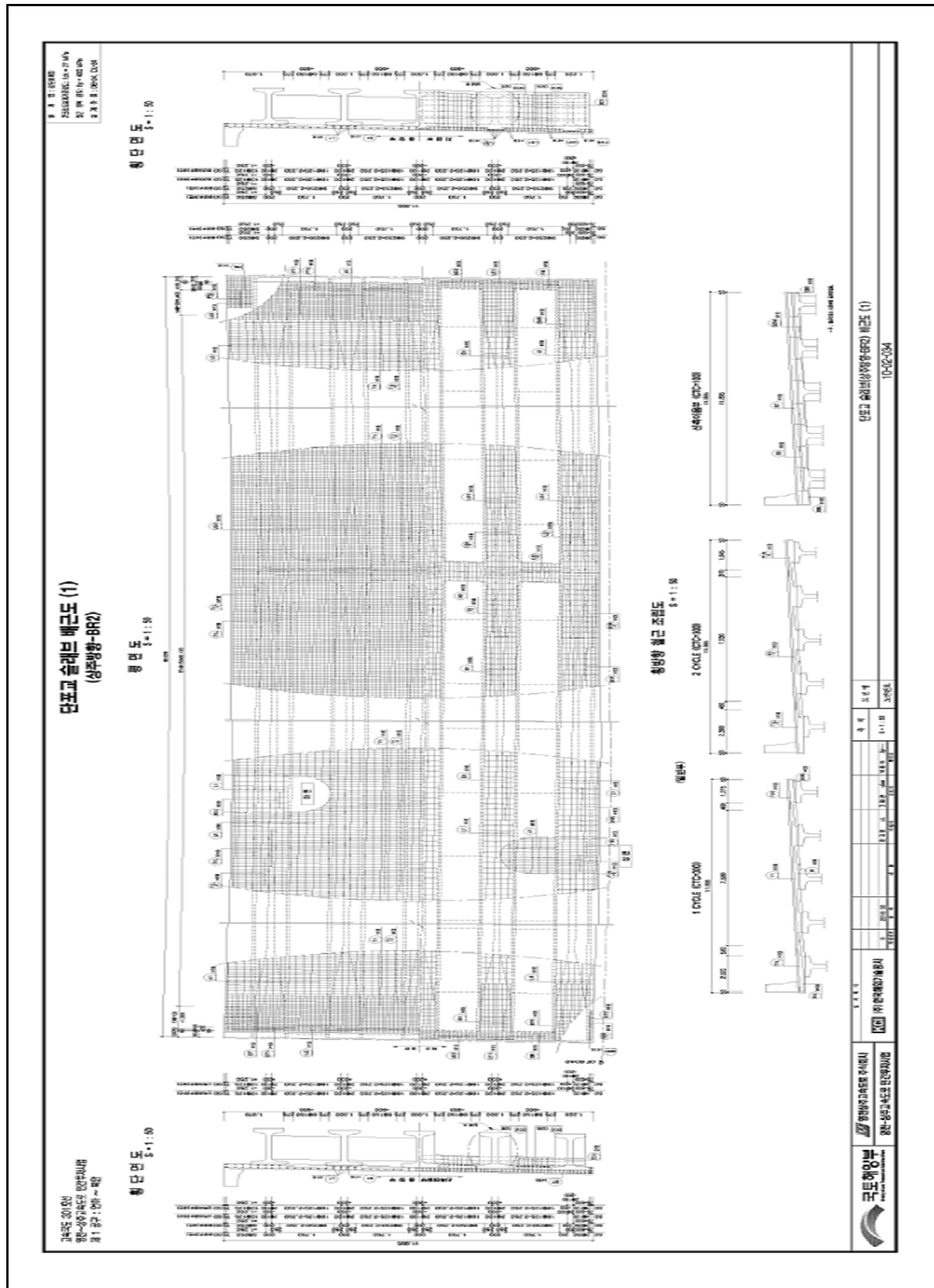
【그림 28.1.9】 교대 일반도(영천방향)

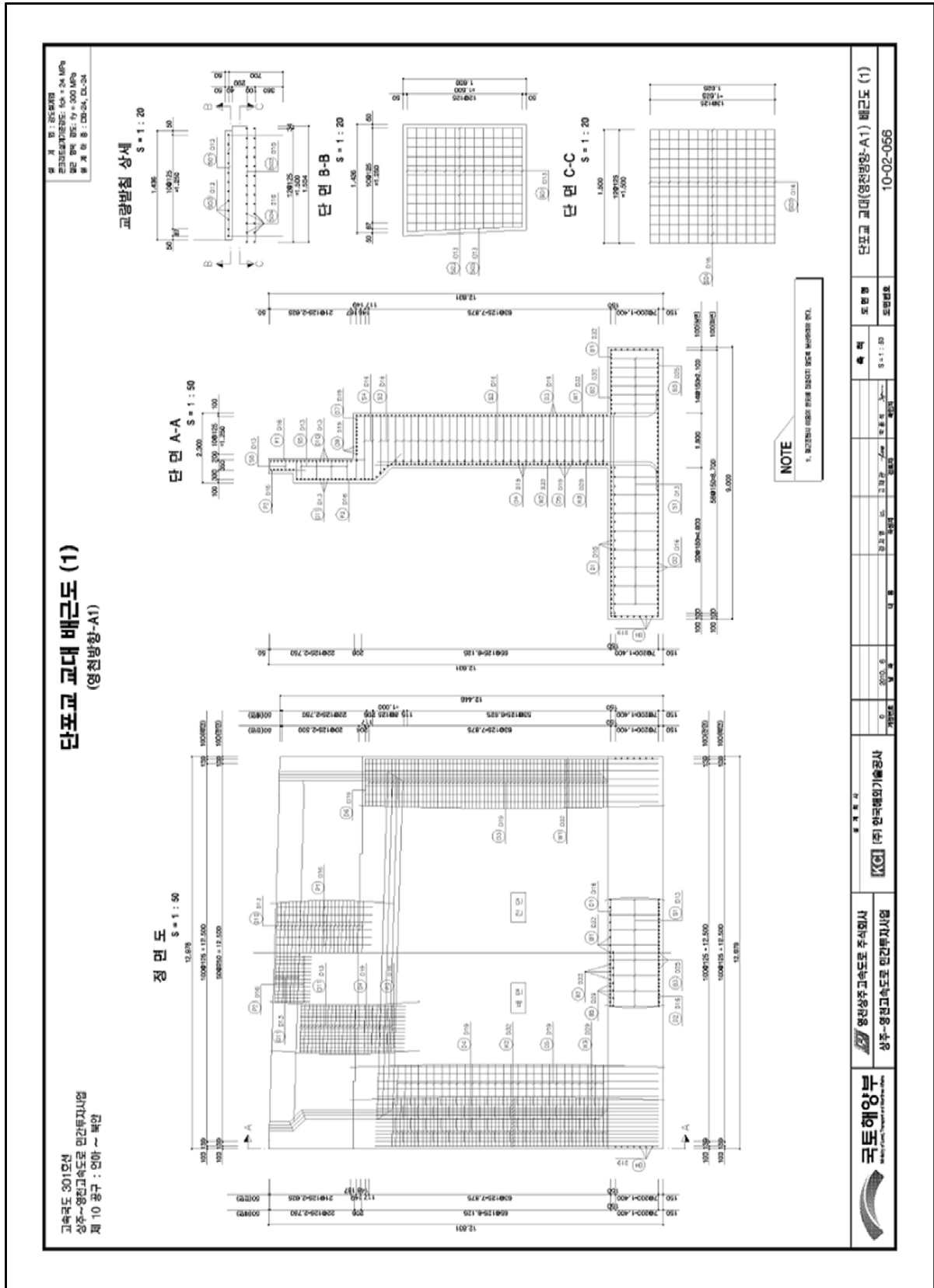


【그림 28.1.10】 교각 일반도(상주방향)

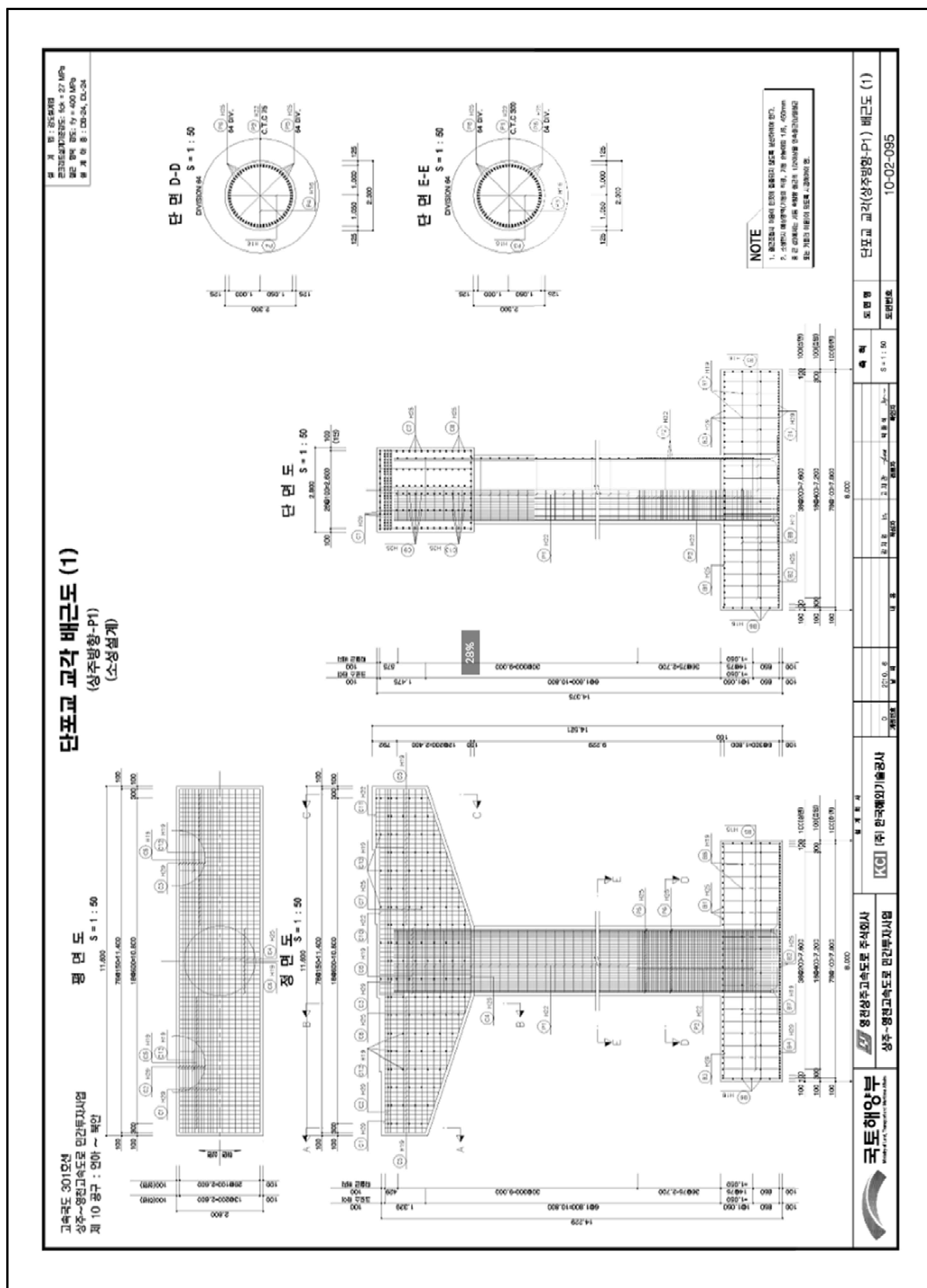


【그림 28.1.11】 교각 일반도(영천방향)





【그림 28.1.13】 교대 배근도



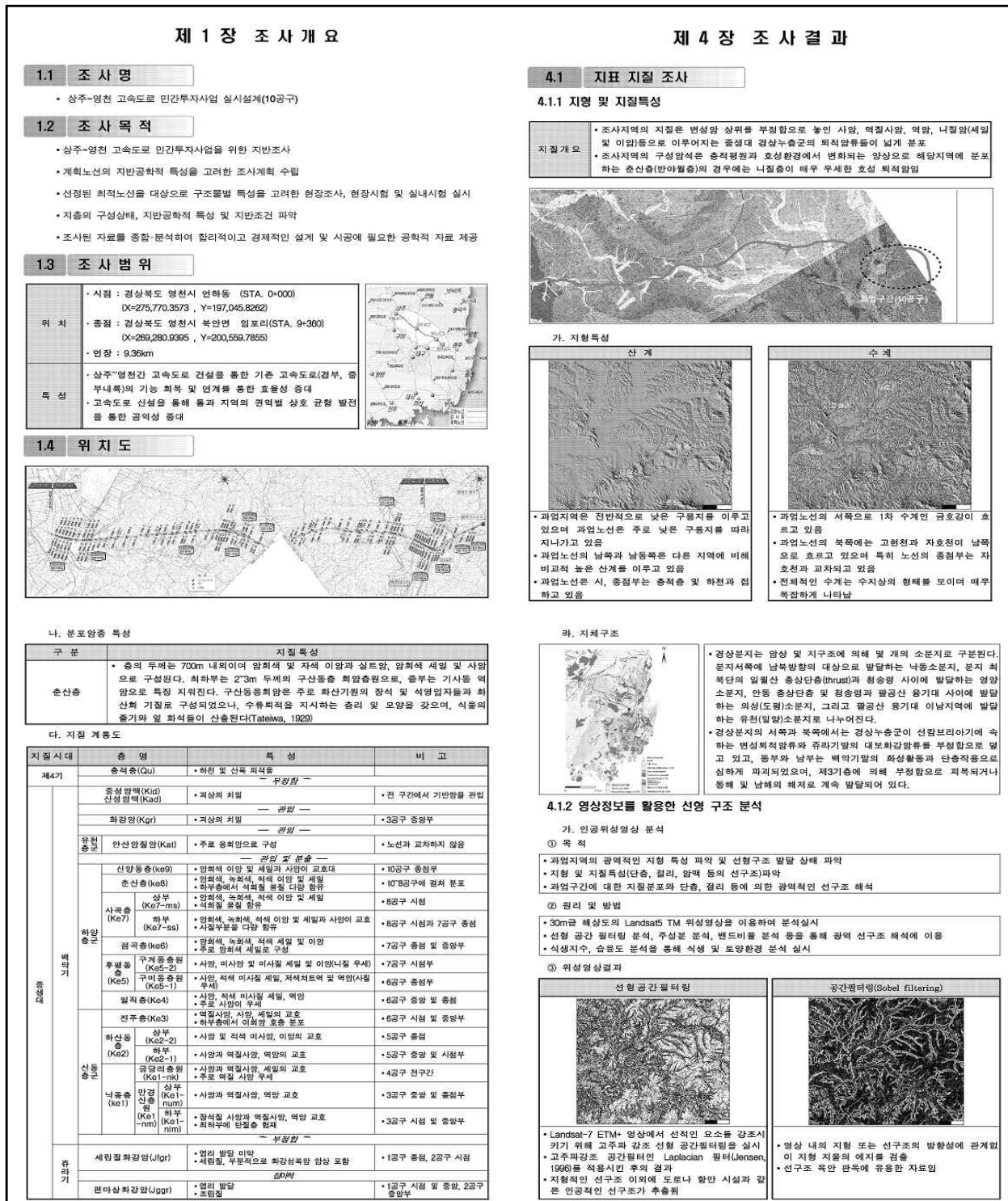
【그림 28.1.13】 교각 배근도

28.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 10공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

28.2.1 설계자료 검토

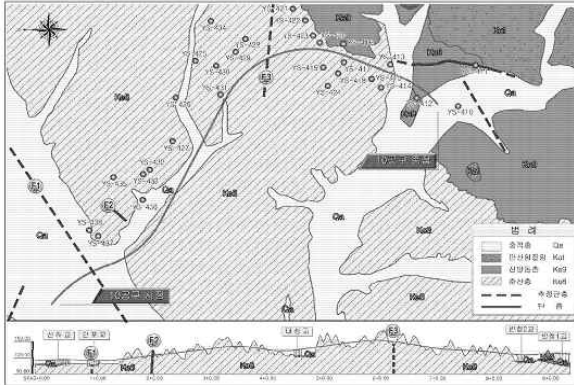
가. 지형 및 지질



나. 지질분포 특성

4.1.3 과업구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특성
	• 충적층(노두No.YS-410) • 실트, 세립 사암, 세립 교호 • 총리방향 : 11/140 • JI=85/033, J2=84/278
	• 충산층(노두No.YS-411) • 암회색 니질암 • 단층방향 : 50/089 • 단층 비지 폭 : 15cm • JI=70/276, J2=67/358
	• 충산층(노두No.YS-412) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 16/179 • 총리가 굽어 있으며 계기형태로 종결되기도 함 • JI=84/354, J2=88/101

노두 사진	특성
	• 충산층(노두No.YS-422) • 적색 니질암 • 총리방향 : 04/207 • JI=88/346, J2=88/072
	• 충산층(노두No.YS-423) • 적색 니질암 • 총리방향 : 07/171 • JI=81/338, J2=78/271
	• 충산층(노두No.YS-425) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 06/190 • JI=67/344, J2=86/247
	• 충산층(노두No.YS-426) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 13/138 • JI=84/021, J2=83/311
	• 충산층(노두No.YS-427) • 암회색 니질암(조개질 발달) • 총리방향 : 11/206 • JI=87/306, J2=83/065
	• 충산층(노두No.YS-428) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 11/167 • JI=82/265, J2=83/161
	• 충산층(노두No.YS-429) • 적색 니질암(조개질 발달) • 총리방향 : 11/158 • JI=63/266, J2=78/192
	• 충적층(노두No.YS-430) • 암회색 니질암(조개질 발달, 풍화에 의해 녹회색 또는 붉은색을 띰) • 총리방향 : 12/067 • JI=83/112, J2=87/021

노두 사진	특성
	• 충산층(노두No.YS-413) • 암회색 니질암(조개질 발달) • 총리방향 : 06/164 • JI=86/340, J2=82/061
	• 충산층(노두No.YS-414) • 암회색 니질암(조개질 발달) • 총리방향 : 28/104 • JI=82/320, J2=88/227
	• 충산층(노두No.YS-415) • 암회색 니질암(사질층과 교호, 조개질 발달) • JI=80/058, J2=82/320
	• 신양동층(노두No.YS-416) • 암회색 사암(세립 협재) • 총리방향 : 07/115 • JI=88/158, J2=84/089
	• 충산층(노두No.YS-417) • 암회색 사암(세립 협재, 연흔 관찰됨, 연층 발달) • 총리방향 : 07/123 • JI=87/184, J2=82/309
	• 충산층(노두No.YS-418) • 암회색 사암 및 니질암 • 총리방향 : 26/120 • JI=82/184, J2=79/303
	• 충산층(노두No.YS-419) • 암회색 니질암(조개질 발달) • 총리방향 : 07/248 • JI=45/352, J2=73/245
	• 충산층(노두No.YS-421) • 적색 니질암 • 총리방향 : 09/180 • JI=81/132, J2=82/057

노두 사진	특성
	• 충산층(노두No.YS-431) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 09/157 • JI=85/126, J2=88/252
	• 충산층(노두No.YS-432) • 암회색 사암 및 니질암 • 총리방향 : 16/150 • JI=84/241, J2=86/320
	• 충산층(노두No.YS-433) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 08/108 • JI=87/224, J2=88/170, J3=85/132
	• 충산층(노두No.YS-434) • 암회색 사암 및 니질암 • 총리방향 : 14/014 • JI=82/245, J2=84/290
	• 충산층(노두No.YS-435) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 07/137 • JI=82/008, J2=88/133, J3=89/067
	• 충산층(노두No.YS-436) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 08/319 • JI=78/195, J2=82/125
	• 충산층(노두No.YS-437) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 12/086 • JI=82/355, J2=78/247
	• 충산층(노두No.YS-438) • 암회색 니질암 • 총리방향 : 11/094

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계조건

1.1 교량제형

· 형식 : DR PSC Girder교

DR(Detensionable and Retensionable) PSC Girder는 긴장력을 추가 또는 제거 할 수 있는 시스템으로, 바닥판 재거시 거더 중앙부 하연의 곡강장 상태별 긴장력 제거로 안정성을 도모할 뿐 아니라, 공로중 유지보수를 추가 긴장력 도입이 요구 될때 필요 긴장력의 재도입이 가능한 PSC Girder이다.

· 교량등급 : 1등급

· 지간구경 : 2 × 45.0 + 2 × 45.0 = 180.0 m

· 폭원 : 12.455 m, (영원방향)

· 거더간격 : 2.500 m

· 평면선형 : R = 2000 m

1.2 하중

· 활하중 : DB-24, DL-24

· 충격계수 : $i = 15 / (40 \cdot L) \leq 0.3$

1.3 사용재료

1.3.1 콘크리트

1) 바닥판 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$

2) PSC 거더 : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

1.3.2 강재

1) 바닥판 : SD 400

2) PSC 거더 : SD 300

· SMC7B 15.2mm(0.6") 7연선, 저탄소세이선 강연선 사용

1.4 허용응력

1.4.1 바닥판 콘크리트

· 허용 휨 압축 응력 : $f_{ak} = 0.41 \cdot f_{ck} = 10.8 \text{ MPa}$

1.4.2 프리스트레스 콘크리트

1) 프리스트레스 도입시의 압축강도

· $f_{ci} = 0.81 \cdot f_{ck} = 32 \text{ MPa}$

2) 프리스트레스 도입 직후

· 허용 휨 압축응력 : $0.55 \times f_{ci} = 17.6 \text{ MPa}$

· 허용 휨 인장응력 : $0.25 \times \sqrt{f_{ci}} = 1.4 \text{ MPa}$

3) 설계하중 작용시

· 허용 휨 압축응력 : $0.4 \times f_{ak} = 16.0 \text{ MPa}$

· 허용 휨 인장응력 : $0.5 \times \sqrt{f_{ak}} = 3.2 \text{ MPa}$

1.4.3 PS 강재 (저 탄소세이선)

· 극한 강도(f_m) : 1,900 MPa

· 항복 강도(f_{yk}) : 1,600 MPa

1) 허용 최대 긴장력

· $0.9 f_{yk} = 1,440 \text{ MPa}$

2) 정착 직후 정착부에서의 응력

· $0.7 f_{yk} = 1,330 \text{ MPa}$

3) 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

· $0.8 f_{yk} = 1,280 \text{ MPa}$

1.5 마찰계수

1.5.1 파장마찰계수

· $k_1 = 0.0066 / m$ (1차 강선 부착된 긴장재)

$k_2 = 0.0066 / m$ (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 : $E_c = 0.043 \times 2350 \times \sqrt{f_{ck}} = 25,400 \text{ MPa}$ ($f_{ck} \leq 30 \text{ MPa}$ 비약관)

$E_c = 0.030 \times 2350 \times \sqrt{f_{ck}} + 7,700 = 29,300 \text{ MPa}$ ($f_{ck} > 30 \text{ MPa}$ 거더)

· 철근 : $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

5. 내진해석 결과 요약 (PAD _ 응답스펙트럼해석)-영향방향

1) 받침 부재역

- 단단역 응답 (MN)

PIER NO	부재 NO	COM-L		COM-T		교량받침			
		교축방향	교직방향	교축방향	교직방향	수직응량	구분	수평응량	발침결과
A1 (PAD)	A0101	354	69	137	195	3000	M	466	O.K.
	A0102	349	69	121	196	3000	M	466	O.K.
	A0103	345	69	107	196	3000	M	466	O.K.
	A0104	348	69	115	196	3000	M	466	O.K.
	A0105	353	69	131	195	3000	M	466	O.K.
P1-L (PAD)	P01B01	298	57	81	175	2250	M	345	O.K.
	P01B02	295	57	69	176	2250	M	345	O.K.
	P01B03	203	57	64	176	2250	M	345	O.K.
	P01B04	206	57	75	176	2250	M	345	O.K.
	P01B05	209	57	87	174	2250	M	345	O.K.
P1-R (PAD)	P01F01	206	56	81	170	2250	M	345	O.K.
	P01F02	205	56	69	171	2250	M	345	O.K.
	P01F03	203	56	64	172	2250	M	345	O.K.
	P01F04	206	56	75	171	2250	M	345	O.K.
	P01F05	209	55	87	170	2250	M	345	O.K.
P2-L (PAD)	P02B01	169	74	66	220	3000	M	466	O.K.
	P02B02	167	75	55	221	3000	M	466	O.K.
	P02B03	167	75	56	221	3000	M	466	O.K.
	P02B04	171	75	68	221	3000	M	466	O.K.
	P02B05	174	74	79	219	3000	M	466	O.K.
P2-R (PAD)	P02F01	217	91	80	283	3000	M	466	O.K.
	P02F02	214	92	69	285	3000	M	466	O.K.
	P02F03	215	92	72	285	3000	M	466	O.K.
	P02F04	219	92	84	285	3000	M	466	O.K.
	P02F05	222	91	95	282	3000	M	466	O.K.
P3-L (PAD)	P03B01	205	54	80	160	2250	M	345	O.K.
	P03B02	201	54	69	161	2250	M	345	O.K.
	P03B03	200	54	62	161	2250	M	345	O.K.
	P03B04	203	54	73	161	2250	M	345	O.K.
	P03B05	206	54	85	159	2250	M	345	O.K.
P3-R (PAD)	P03F01	205	55	80	163	2250	M	345	O.K.
	P03F02	201	55	69	164	2250	M	345	O.K.
	P03F03	200	55	63	164	2250	M	345	O.K.
	P03F04	203	55	74	164	2250	M	345	O.K.
	P03F05	206	55	85	163	2250	M	345	O.K.
A2 (PAD)	A0201	304	59	120	166	3000	M	466	O.K.
	A0202	301	59	106	167	3000	M	466	O.K.
	A0203	297	59	93	167	3000	M	466	O.K.
	A0204	299	59	99	167	3000	M	466	O.K.
	A0205	303	59	113	166	3000	M	466	O.K.

※ 응답수정계수 적용전 값임.

2) 받침 범위

- 범위 (mm)

PIER NO	부재 NO	SPEC-XX		SPEC-YY		교량받침		
		교축방향	교직방향	교축방향	교직방향	수직응량	구분	발침결과
A1 (PAD)	A0101	123	24	46	68	3000	M	162
	A0102	121	24	42	68	3000	M	162
	A0103	120	24	37	68	3000	M	162
	A0104	121	24	40	68	3000	M	162
	A0105	123	24	45	68	3000	M	162
P1-L (PAD)	P01B01	65	18	25	55	2250	M	108
	P01B02	64	18	22	55	2250	M	108
	P01B03	64	18	20	55	2250	M	108
	P01B04	65	18	24	55	2250	M	108
	P01B05	65	18	27	54	2250	M	108
P1-R (PAD)	P01F01	65	17	25	53	2250	M	108
	P01F02	64	18	22	54	2250	M	108
	P01F03	64	18	20	54	2250	M	108
	P01F04	65	17	23	54	2250	M	108
	P01F05	65	17	27	53	2250	M	108
P2-L (PAD)	P02B01	59	26	23	76	3000	M	162
	P02B02	58	26	19	77	3000	M	162
	P02B03	58	26	20	77	3000	M	162
	P02B04	59	26	24	77	3000	M	162
	P02B05	61	26	28	76	3000	M	162
P2-R (PAD)	P02F01	75	32	28	98	3000	M	162
	P02F02	74	32	24	99	3000	M	162
	P02F03	75	32	25	99	3000	M	162
	P02F04	76	32	29	99	3000	M	162
	P02F05	77	32	33	98	3000	M	162
P3-L (PAD)	P03B01	64	17	25	50	2250	M	108
	P03B02	63	17	21	50	2250	M	108
	P03B03	62	17	20	50	2250	M	108
	P03B04	63	17	23	50	2250	M	108
	P03B05	64	17	27	50	2250	M	108
P3-R (PAD)	P03F01	64	17	25	51	2250	M	108
	P03F02	63	17	21	51	2250	M	108
	P03F03	62	17	20	51	2250	M	108
	P03F04	63	17	23	51	2250	M	108
	P03F05	64	17	27	51	2250	M	108
A2 (PAD)	A0201	106	20	42	58	3000	M	162
	A0202	104	21	37	58	3000	M	162
	A0203	103	21	32	58	3000	M	162
	A0204	104	21	34	58	3000	M	162
	A0205	106	20	39	58	3000	M	162

28.2.2 시설물 점검이력

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

【표 28.2.1】 단포교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기 안전점검	단포교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 접속슬래브 망상균열 및 파손, 난간 보수부 재균열, 신축이음 후타재 파손, 교대 균열, 조인트 이격, 교각 균열 및 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기 안전점검	단포교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 접속슬래브 망상균열 및 파손, 난간 보수부 재균열, 신축이음 후타재 파손, 교대 균열, 조인트 이격, 교각 균열 및 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기 안전점검	단포교의 주요 손상현황으로는 교면포장 망상균열, 접속슬래브 망상균열 및 파손, 난간 보수부 재균열, 신축이음 후타재 파손, 교대 균열, 조인트 이격, 교각 균열 및 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기 안전점검	단포교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 보수부 재균열, 신축이음 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 본체 고무재 파손, 교대 균열, 조인트 이격, 교각 균열 및 망상균열, 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	금회정밀안전점검결과를바탕으로단포교에발생한손상의진전을방지하고,보수를통한구조물의내구성확보를위한적절한조치가필요하다. 이상과같이자료조사,외관조사,내구성조사등의결과를분석하여평가된구조물의상태평가결과를종합적으로평가한안전등급은「기능발휘에는지장이없으나경미한손상,결함,열화등이발생하여내구성증진을위해부분적으로보수가필요한상태」인「B」등급으로평가되었다.구조적인손상및결함은없는것으로판단되어별도의정밀안전진단은필요없을것으로판단되며,본보고서에제시된방안으로보수를시행하고지속적인유지관리를실시한다면구조물의사용성을확보하는데문제가없을것으로사료된다.	B

【표 28.2.1】 단포교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기 안전점검	단포교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열부백태, 신축이음 후타재 균열, 박락 및 표면불량, 본체 고무재 파손, 교대 균열, 조인트부 들뜸, 교각 균열, 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	단포교의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열부백태, 신축이음 후타재 균열, 박락 및 표면불량, 본체 고무재 파손, 교대 균열, 조인트부 들뜸, 교각 균열, 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	단포교(10공구)의 외관조사 결과, 교면포장 망상균열, 접속부 파손, 난간 균열부백태, 신축이음 후타재 균열, 박락 및 표면불량, 본체 고무재 파손, 교대 균열, 조인트부 들뜸, 교각 균열, 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	-바닥판하면균열(0.3mm미만),박락 -거더박락 -가로보박리,박락,박락및철근노출 -교대균열(0.3mm미만),재균열,백태,누수흔적,들뜸 -교각균열(0.3mm미만),폐콘크리트퇴적 -교량받침무수축물탈균열,박락,받침콘크리트재료분리,망상균열,플레이트 부식, 스톱퍼 간섭 -신축이음후타재균열,박락,표면불량,차수판볼트탈락,본체고무재 손상 -교면포장망상균열 -배수시설상태양호 -방호벽균열부백태	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	-교면포장망상균열 -방호벽균열부백태 -신축이음후타재균열,고무재파손,표면불량및박락,차수판볼트탈락 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열,박락,재료분리,망상균열,스톱퍼간섭,플레이트부식 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만),박락 -거더박락,가로보박리,박락및철근노출 -교대균열(폭0.3mm미만),재균열,백태,조인트부들뜸,누수흔적 -교각균열(폭0.3mm미만),폐콘크리트퇴적	양호

【표 28.2.1】 단포교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	-교면포장망상균열 -방호벽균열부백태 -신축이음후타재균열, 고무재파손, 표면불량및박락, 차수판볼트탈락 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열, 박락, 재료분리, 망상균열, 스토퍼간섭, 플레이트부식 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만), 박락 -거더박락, 가로보박리, 박락및철근노출 -교대균열(폭0.3mm미만), 재균열, 백태, 조인트부들뜸, 누수흔적 -교각균열(폭0.3mm미만), 폐콘크리트퇴적	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	-교면포장망상균열 -방호벽균열부백태 -신축이음후타재균열, 고무재파손, 표면불량및박락, 차수판볼트탈락 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열, 박락, 재료분리, 망상균열, 스토퍼간섭, 플레이트부식 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만), 박락 -거더박락, 가로보박리, 박락및철근노출 -교대균열(폭0.3mm미만), 재균열, 백태, 조인트부들뜸, 누수흔적 -교각균열(폭0.3mm미만), 폐콘크리트퇴적	양호

28.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	바닥판 하면의 외관조사 결과 조사된 균열의 경우 폭0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	
거더	거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.	
가로보	가로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	교대에 발생한 균열 및 백태의 경우 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상부 우수유입에 의한 백태로 확인되었고, 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 조인트부 들뜸의 경우 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 상태는 아니나 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.	
교각	교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공시 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.	
교량받침	무수축물탈에서 조사된 균열은 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되는 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 재료분리의 경우 시공당시 타설불량에 의한 것으로 단면보수가 필요하다.	
신축이음장치	신축이음에 발생한 후타재 균열, 본체 고무재손상, 후타재 박락, 표면불량은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수, 장기적으로 신축이음 교체 등을 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 채수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 앵커, 볼트 손상은 교체 등의 정비를 요한다.	
교면포장	교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.	
배수시설	배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
방호벽	방호벽에 발생한 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판 하면의 외관조사 결과, 현재 균열, 박리 및 박락 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이며, 공용중 손상의 신규 및 추가발생 여부에 대해 정기점검을 통한 유지관리가 필요하다.	
거더	■ 거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.	
가로보	■ 가로보에 발생한 박리 및 박락, 철근노출 손상의 경우 바닥판과 가로보의 경계면에 발생되었으며, 시공미흡에 의한 손상으로 추정된다. 기 손상부의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.	
교대	■ 교대에 발생한 균열 및 재균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 조인트부 들뜸의 경우 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 상태는 아니나 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다. 누수흔적의 경우 신축이음 하부에 유입된 우수로 인한 손상으로 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수 등의 유지관리가 요구된다.	
교각	■ 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	
교량받침	■ 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 발생한 균열 및 망상균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며 표면보수 등의 조치가 요망된다. 무수축물탈 박락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.	
신축이음장치	■ 신축이음에 발생한 후타재 균열, 본체 고무재손상은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 장기적으로 신축이음 교체 등을 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 확인되었고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트 탈락은 교체 등의 정비를 요한다.	
교면포장	■ 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.	
배수시설	■ 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
방호벽	■ 방호벽에 발생한 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.7~28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.6~48.0	40.0	
	하부구조	교대	27.2~28.2	24.0	
		교각	27.2~28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		95.0~96.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0~28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.3~49.5	40.0	
	하부구조	교대	25.6~27.3	24.0	
		교각	27.5~28.7	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~36.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~95.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
단포교	0.147	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)

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열 0.3㎜미만	표면처리	2.5	0.94	m	—	—	하자
	박락	단면보수	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
교대	균열 0.3㎜미만	표면처리	5.0	1.88	m	—	—	하자
	백태	단면보수	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
	들뜸	단면보수	1.8	2.70	m ²	—	—	하자
교각	균열 0.3㎜미만	표면처리	4.0	1.50	m ²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	1.0	1.50	m ²	—	—	하자
교량 받침	무수축물탈 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	5.0	1.88	m	54	102	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.1	0.15	m ²	165	25	2순위
신축이 음	후타재 균열	표면처리	28.5	10.69	m	54	577	3순위
	후타재 박락	단면보수	0.7	1.05	m ²	165	173	2순위
	후타재 표면불량	표면처리	1.8	2.70	m ²	54	146	3순위
	차수판 볼트, 앵커탈락	정비	4.0	6.00	EA	25	150	3순위
교면 포장	망상균열	표면처리	1,440	2,160	m ²	54	116,640	3순위
방호벽	균열부 백태	표면처리	17.4	26.10	m ²	54	1,409	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		198		119,024		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		99		59,512		
	합계	—		297		178,536		
개략공사비 총계(천원)		178,833						

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)

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
가로보	박리	단면보수	0.12	0.18	m²	—	—	하자
	박락	단면보수	0.06	0.09	m²	—	—	하자
	박락 및 철근노출	단면보수+방청	0.24	0.09	m²	—	—	하자
교대	균열 0.3mm미만	표면처리	3.0	4.50	m	—	—	하자
	보수부 재균열	표면처리	2.0	3.00	m	—	—	하자
	들뜸	단면보수	0.1	0.15	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	22.0	33.00	m²	—	—	하자
교각	균열 0.3mm미만	표면처리	11.0	16.50	m²	—	—	하자
교량 받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	표면처리	3.0	4.50	m	54	243	3순위
	무수축물탈 박락	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	2순위
	받침콘크리트 망상균열	표면처리	0.25	0.38	m²	54	21	3순위
	플레이트 부식	재도장	7	10.50	EA	40	420	2순위
신축이 음	후타재 균열	표면처리	19.2	28.80	m	54	1,555	3순위
	차수판 볼트탈락	정비	6.0	9.00	m²	25	225	3순위
	본체 이물질퇴적	정비	2.0	3.00	m	25	75	3순위
교면 포장	망상균열	표면처리	1,000	1,500	m²	54	81,000	3순위
방호벽	균열부 백태	표면처리	19.8	29.70	m²	54	1,604	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		423		84,723		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		212		42,362		
	합계	—		635		127,085		
개략공사비 총계(천원)		127,719						

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 단포교에 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 단포교의 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 정밀안전 진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

28.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

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

28.2.5 시설물 보수 이력

【표 28.2.2】 단포교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교면포장 단면보수	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	—	—	—
2	A2 교대	교대 조인트이격 보수	2018-01-01 ~ 2018-06-30			

28.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 28.2.3】 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.			

28.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

28.2.8 자료수집 현황

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

28.3 현장조사

28.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보, 교량점검차	2023.09.07.~2023.10.11.	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	
			
굴절점검차를 이용한 근접조사		굴절점검차를 이용한 근접조사	

【사진 28.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

28.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 단포교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 28.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 균열(폭0.3mm미만)과 콘크리트 박락이 조사되었다.

【표 28.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		박락 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	2.5	5	0.06	1
S4	—	—	—	—
합계	2.5	5	0.06	1

			
손상현황	• S3 균열(0.1mm/0.5m)	손상현황	• S3 균열(0.1mm/0.5m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• S3 박락(0.2m×0.3m)	손상현황	• S3 박락(0.2m×0.3m)
원 인	• 외부충격	원 인	• 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 28.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열 및 박락의 진전 및 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 28.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열 0.3mm미만	m	2.50	5	2.50	5	— —	변동없음
	박락	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음

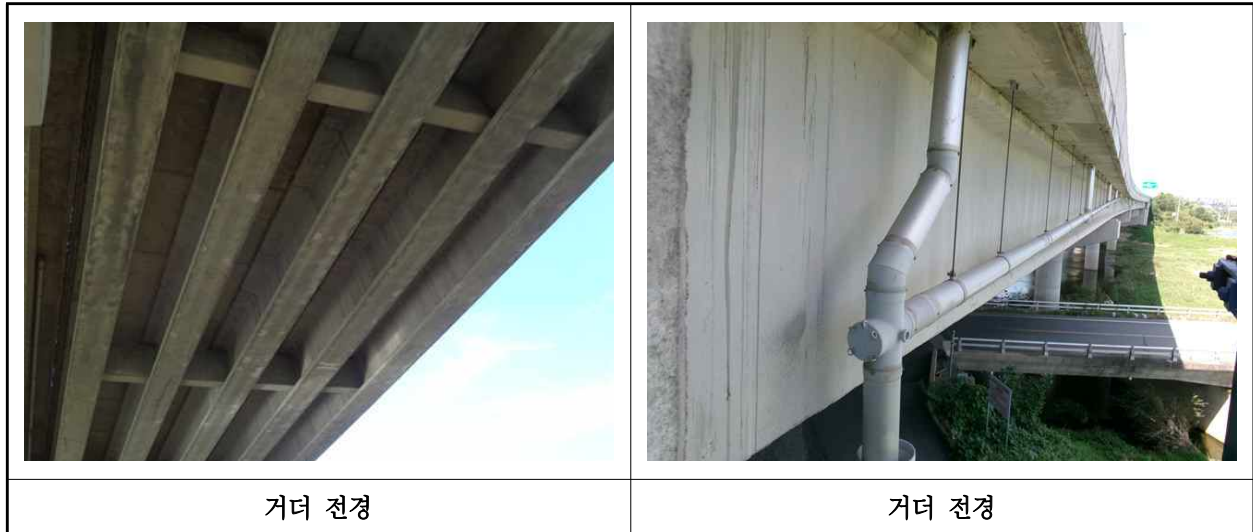
4) 검토의견

- 바닥판 하면의 외관조사 결과 조사된 균열의 경우 폭0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 박락의 경우 시공시 발생한 손상으로 추정되며 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과 전반적으로 양호한 상태이나, 일부구간인 S2구간에서 콘크리트 박락 손상이 조사되었다.

【표 28.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	박락 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.15	1
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.15	1

		—	
손상현황	• S2 박락(0.3m×0.5m)	손상현황	• —
원 인	• 외부 충격	원 인	• —
조치방안	• 단면보수	조치방안	• —

【사진 28.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더는 기 손상인 박락이 확인되었고, 손상의 진전은 없으며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	박락	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 박락 및 철근노출이 확인되었다.

【표 28.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	박락 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.06	1
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.06	1

			
손상현황	• S2 박락 및 철근노출(0.3m×0.2m)	손상현황	• S2 박락 및 철근노출(0.3m×0.2m)
원 인	• 다짐미흡, 피복부족	원 인	• 다짐미흡, 피복부족
조치방안	• 단면보수+방청	조치방안	• 단면보수+방청

【사진 28.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보는 기 손상이 없는 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 박락 및 철근노출이 신규 확인되지 않았다.

【표 28.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	박락 및 철근노출	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상

4) 검토의견

- 가로보의 외관조사 결과, 박락 및 철근노출이 조사되었고, 손상부는 다짐미흡, 피복부족 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수+방청 등의 보수가 필요하며, 바닥판의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(폭0.3mm내,외), 백태, 조인트부 들뜸 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 28.3.4】 교대 외관조사 결과

구분	균열(폭 0.3mm미만) (m/개소)		균열(폭 0.3mm이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		들뜸 (㎡/개소)	
A1	—	—	2.00	1	0.03	1	1.8	1
A2	5.0	2	—	—	—	—	—	—
합계	5.0	2	2.00	1	0.03	1	1.8	1

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm/2.0m)	손상현황	• A1 날개벽 실란트 이격
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 실란트 주입
			
손상현황	• A1 백태 (0.1m×0.3m)	손상현황	• A1 균열(0.3mm/2.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면보수
			
손상현황	• A1 균열(0.3mm/2.0m)	손상현황	• A2 균열(0.2mm/2.5m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 주입보수

【사진 28.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열(폭0.3mm미만), 백태, 들뜸의 진전은 미미한 것으로 확인되었고, 금회 폭 0.3mm 이상 균열이 신규 조사되었다.

【표 28.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(폭 0.3mm미만)	m	5.0	2	5.0	2	— —	변동없음
	균열(폭 0.3mm이상)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	백태	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음
	들뜸	m ²	1.8	1	1.8	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열 및 백태의 비 구조적인 손상으로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 원인으로 추정되며, 손상부 우수유입에 의한 백태로 확인되었고, 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 조인트부 들뜸의 경우 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 상태는 아니나 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 단포교의 교각은 T형교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 28.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만), 망상균열, 코핑부 상부 이물질(폐콘크리트)퇴적 등이 조사되었다.

【표 28.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		이물질(폐콘크리트)퇴적 (㎡/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
P1	4.00	8	—	—	—	—
P2	2.50	5	1.00	1	5.00	1
P3	—	—	—	—	15.00	1
합계	6.50	13	1.00	1	20.00	2

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.1mm/0.5m)	손상현황	• P2 코핑부 망상균열(1.0m×5.0m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• P2 페콘크리트 퇴적(1.0m×1.0m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 시공후 정리미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 정비
			
손상현황	• P2 코핑부 망상균열(10.0m×1.5m)	손상현황	• P2 코핑부 망상균열(10.0m×1.5m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 폭 망상균열 및 박리의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 균열 및 망상균열이 신규 확인되었다.

【표 28.3.10】 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	4.00	8	6.50	13	▲ 2.50	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상

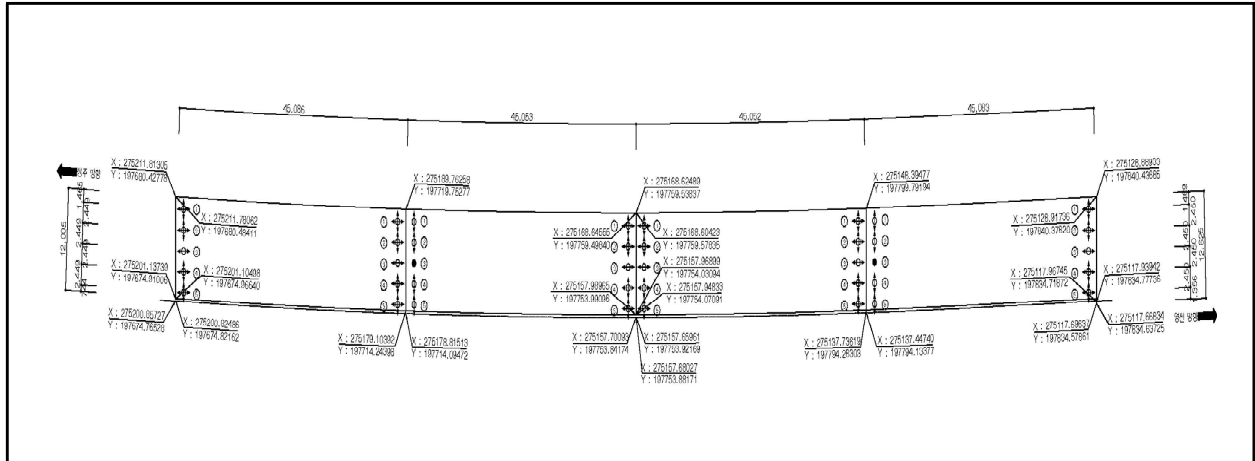
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공시 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.

바. 교량반침

1) 부재의 개요

- 단포교의 반침은 면진반침(FPB,LRB)으로 총 40기가 설치되어 있으며, 반침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 28.3.1】 교량반침 배치도



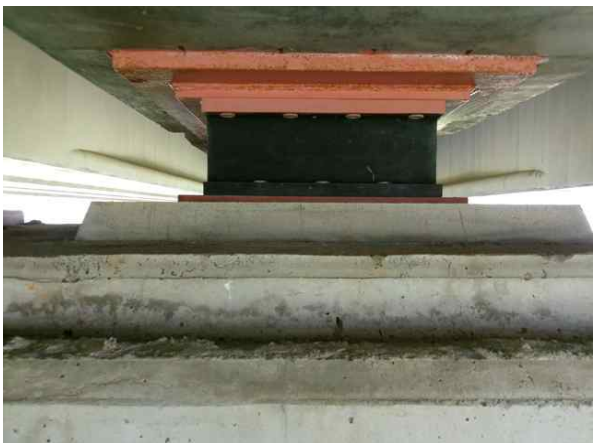
【사진 28.3.12】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈 균열과 반침콘크리트 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다.

【표 28.3.11】 교량반침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		반침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	2.80	13	—	—
P2	0.60	2	0.10	2
P3	2.20	11	0.04	2
A2	—	—	—	—
합계	5.60	26	0.14	4

			
손상현황	• A1-Sh3 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P1-Sh7 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1-Sh8 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P1-Sh9 몰탈 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2-Sh7 몰탈 균열(0.1mm/0.3m)	손상현황	• P2-Sh7 재료분리(0.1m×0.5m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈형 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 28.3.13】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P2-Sh8 재료분리 (0.1m×0.5m)	손상현황	• P2-Sh10 몰탈 균열 (0.1mm/0.3m)
원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2-Sh9 몰탈 균열 (0.1mm/0.3m)	손상현황	• P3-Sh7 몰탈 균열 (0.1mm/0.2m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-Sh10 재료분리 (0.1m×0.2m)	손상현황	• P3-Sh10 재료분리 (0.1m×0.2m)
원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 28.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검 비교시 무수축물탈 균열, 받침콘크리트 재료분리의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 신규손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

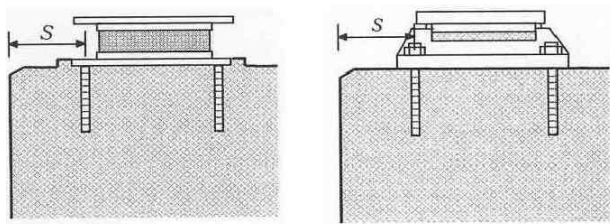
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
교량 받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	m	5.00	24	5.60	26	▲	0.60	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.10	2	0.14	4	▲	0.04	신규손상

4) 검토의견

- 무수축물탈에서 조사된 균열은 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되는 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 재료분리의 경우 시공당시 타설불량에 의한 것으로 단면보수가 필요하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 28.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

교량받침장치 연단거리 측정

【사진 28.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 28.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
			Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	
A1		425	550	550	550	560	570	O.K
P1	A1측	425	530	530	520	520	520	O.K
	A2측	425	620	620	625	635	640	O.K
P2	A1측	425	520	520	530	530	520	O.K
	A2측	425	520	520	520	520	520	O.K
P3	A1측	425	530	530	530	530	525	O.K
	A2측	425	620	630	530	630	620	O.K
A2		425	620	590	570	570	580	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 28.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 28.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
P1		고 정 단						
P2	A1측	27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
	A2측	27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
P3		고 정 단						
A2		27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
1) 조사당시 온도 : 22.2 $^{\circ}C$ (조사일 : 2023년 9월 7일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (보통지방)								

【표 28.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-5	81	71	12.2	5.8	±76	
	SH2	-5	81	71			±76	
	SH3	-5	81	71			±76	
	SH4	-5	81	71			±76	
	SH5	-5	81	71			±76	
P1		고 정 단						
P2	A1측	SH1	-15	65	35	12.2	5.8	±50
		SH2	-15	65	35			±50
		SH3	-15	65	35			±50
		SH4	-15	65	35			±50
		SH5	-15	65	35			±50
	A2측	SH6	-10	60	40	12.2	5.8	±50
		SH7	-10	60	40			±50
		SH8	-10	60	40			±50
		SH9	-10	60	40			±50
		SH10	-10	60	40			±50
P3		고 정 단						
A2	SH1	0	76	76	12.2	5.8	±76	
	SH2	0	76	76			±76	
	SH3	0	76	76			±76	
	SH4	0	76	76			±76	
	SH5	0	76	76			±76	
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

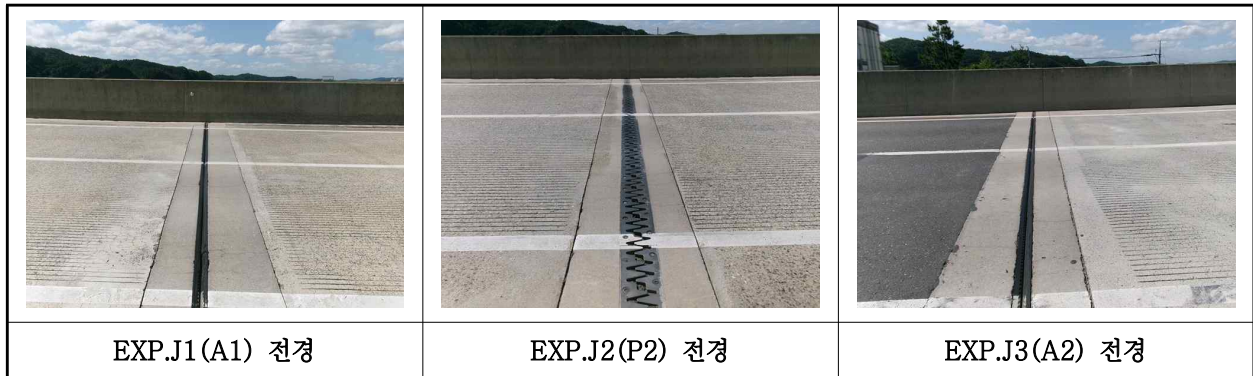
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2의 경우 모노셀 조인트, P2는 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 28.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열 (0.3mm미만), 박락, 표면불량, 차수판 볼트, 앵커탈락 본체 고무재 파손 등이 조사되었다.

【표 28.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)		후타재 표면불량 (㎡/개소)		차수판 볼트, 앵커탈락 (EA/개소)		본체고무재파손 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	9.00	30	—	—	—	—	3.00	3	2.00	2
P2 (EXP J2)	6.00	20	—	—	1.80	1	1.00	1	—	—
A2 (EXP J3)	13.50	45	0.70	1	—	—	—	—	—	—
합계	28.50	95	0.70	1	1.80	1	4.00	4	2.00	2

			
손상현황	• A1 고무재 파손(1.0m)	손상현황	• A1 고무재 파손(1.0m)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A1 차수판 앵커탈락(3EA)	손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm)	손상현황	• A1 후타재 박락(0.1m×7.0m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 중차량, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 본체 고무재 손상이 신규 확인되었다.

【표 28.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	28.50	95	28.50	95	— —	변동없음
	후타재 박락	m ²	0.70	1	0.70	1	— —	변동없음
	후타재 표면불량	m ²	1.80	1	1.80	1	— —	변동없음
	차수판 볼트, 앵커탈락	EA	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
	본체고무재 손상	EA	1.00	1	2.00	2	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 본체 고무재손상, 후타재 박락, 표면불량은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수, 장기적으로 신축이음 교체 등을 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 앵커, 볼트 손상은 교체 등의 정비를 요한다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 7. 기온 적용: 22.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-22.2℃ = 12.8℃ ΔT(수축시) : -5℃-(22.2℃) = 27.5℃ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				 	
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 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 28.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 28.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (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	27.2	12.8	0.00001	45	12.2	5.8	23.0	95.0	225.0	
P2	27.2	12.8	0.00001	90	24.5	11.5	59.0	90.0	235.0	
A2	27.2	12.8	0.00001	45	12.2	5.8	20.0	95.0	170.0	
1) 조사당시 온도 : 22.2℃(조사일 : 2023년 9월 7일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 28.3.19】 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	12.2	5.8	23.0	60	35.2	17.2	O.K
P2	24.5	11.5	59.0	120	83.5	47.5	O.K
A2	12.2	5.8	20.0	60	32.2	14.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.2℃ (9월 7일)로써 이때 측정유간은 20.0~59.0 mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



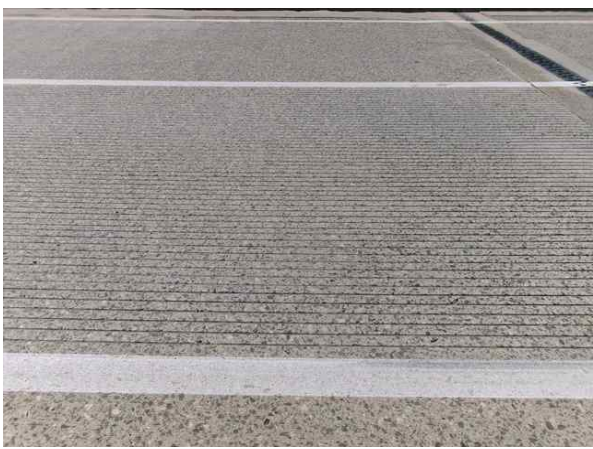
【사진 28.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 본선 콘크리트 포장면 전구간 망상균열이 조사되었다.

【표 28.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)	
S1	360.0	1
S2	360.0	1
S3	360.0	1
S4	360.0	1
합계	1,440.0	4

			
손상현황	• S1 망상균열(45.0m×8.0m)	손상현황	• S2 망상균열(45.0m×8.0m)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 망상균열(45.0m×8.0m)	손상현황	• S4 망상균열(45.0m×8.0m)
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 28.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 본선 포장부 망상균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. 접속부 아스콘 파손의 경우 보수 된 상태로 확인되었다.

【표 28.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	1,440.0	4	1,440.0	4	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 28.3.22】 배수시설 외관조사 결과

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

			
손상현황	• 배수시설 상태양호	손상현황	• 배수시설 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 28.3.22】 배수시설 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 균열 및 백태 등이 조사되었다.

【표 28.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)	
S1	5.0	25
S2	4.6	23
S3	4.2	24
S4	3.6	18
합계	17.4	90

			
손상현황	• S1 균열부 백태 (0.2m×1.0m)	손상현황	• S1 중분대 균열부 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S2 균열부 백태 (0.2m×1.0m)	손상현황	• S3 균열부 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 중분대 균열부 백태 (0.2m×1.0m)	손상현황	• S4 균열부 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 균열부 백태의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부 백태	m ²	17.40	90	17.40	90	- -	변동없음

4) 검토의견

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

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 단포교의 점검통로는 없는 것으로 확인되었고, 점검계단도 확인되지 않았다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

28.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 단포교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 24.5m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어 있다..
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 28.3.25】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 특기할 만한 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 28.3.26】 바닥판하면 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 바닥판하면 상태양호	손상현황	• 바닥판하면 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 28.3.26】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.27】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 현재 균열, 박리 및 박락 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이며, 공용중 손상의 신규 및 추가발생 여부에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

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



거더 전경

【사진 28.3.27】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 파손이 확인되었다.

【표 28.3.28】 거더 외관조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	0.01	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.01	1

			
손상현황	• S1-G5 파손(0.1m×0.1m)	손상현황	• S1-G5 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 외부 충격	원 인	• 외부 충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 28.3.28】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더는 기 손상이 없는 상태로 확인되었고, 금회 파손이 신규 확인되었다.

【표 28.3.29】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상

4) 검토의견

- 거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.29】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 박리 및 박락, 철근노출 손상이 확인되었다.

【표 28.3.30】 가로보 현장조사 결과

구분	박리 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)		박락 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.06	1	0.24	4
S2	—	—	—	—	—	—
S3	0.12	3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
합계	0.12	3	0.06	1	0.24	4

	
손상현황 원 인 조치방안	손상현황 원 인 조치방안
• S1 G3~4박락및철근노출(0.2m×0.3m) • 시공미흡, 피복부족 등 • 단면보수+방청	• S1 G3~4박락및철근노출(0.2m×0.3m) • 시공미흡, 피복부족 등 • 단면보수+방청
	
손상현황 원 인 조치방안	손상현황 원 인 조치방안
• S1 G1~2 박락(0.2m×0.3m) • 시공미흡, 피복부족 등 • 단면보수	• S1 G1~2 박락(0.2m×0.3m) • 시공미흡, 피복부족 등 • 단면보수

【사진 28.3.30】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보는 기 손인 박리, 박락, 박락 및 철근노출 등의 단면손상이 발생하였고, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.31】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	박리	m ²	0.12	3	0.12	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	박락 및 철근노출	m ²	0.24	4	0.24	4	— —	변동없음

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.31】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(폭0.3mm미만), 보수부 재균열, 들뜸, 누수흔적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 28.3.32】 교대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		보수부 재균열 (m/개소)		들뜸 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	3.0	1	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	2.0	1	0.1	1	22.0	3
합계	3.0	1	2.0	1	0.1	1	22.0	3

손상현황	• A1 균열(0.2mm/3.0m)	손상현황	• A1 균열(0.2mm/3.0m)
원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등	원 인	• 건조수축, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 표면보수
손상현황	• A2 들뜸(0.1m×1.0m)	손상현황	• A2 들뜸(0.1m×1.0m)
원 인	• 시공미흡, 공용중 열화 등	원 인	• 시공미흡, 공용중 열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
손상현황	• A1 누수흔적(3.5m×4.0m)	손상현황	• -
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 28.3.32】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열(폭0.3mm미만), 들뜸, 누수흔적, 보수부 재균열의 경우, 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.33】 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	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	보수부 재균열	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	들뜸	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	22.00	3	22.00	3	— —	변동없음

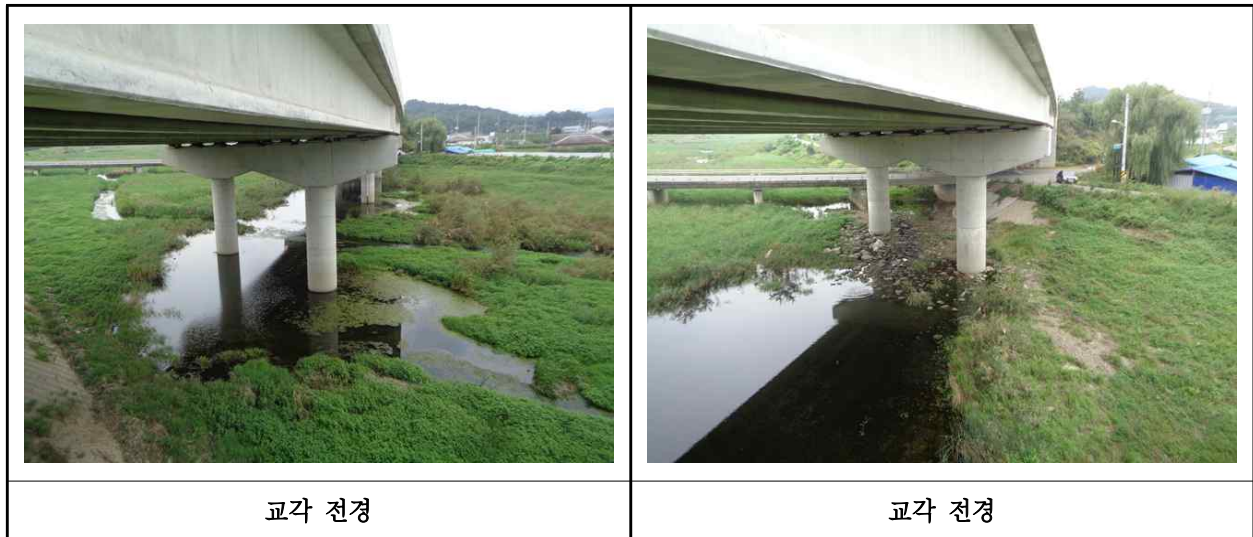
4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열 및 재균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 조인트부 들뜸의 경우 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 상태는 아니나 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다. 누수흔적의 경우 신축이음 하부에 유입된 우수로 인한 손상으로 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수 등의 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 단포교의 교각은 T형교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절차를 이용한 근접조사를 실시하였다. 금회 교각 하부 수중조사를 실시 하였다.



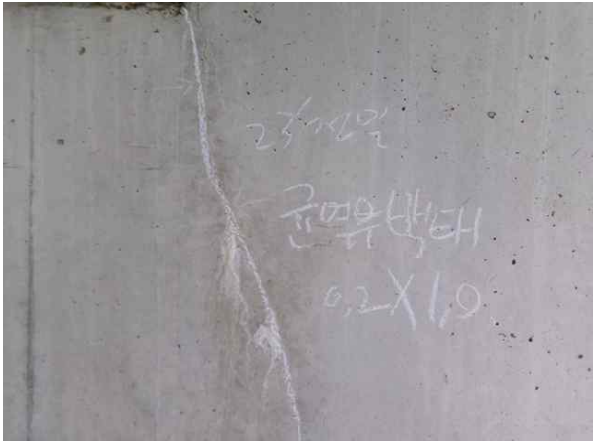
【사진 28.3.33】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만), 균열부 백태, 누수흔적 등이 조사되었다.

【표 28.3.34】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		균열부 백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
P1	6.50	13	—	—	—	—
P2	—	—	0.20	1	1.00	1
P3	4.50	9	—	—	—	—
합계	11.00	22	0.20	1	1.00	1

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• P1 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)
원 인	• 초기 건조수축 등	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 균열부 백태(0.2m×1.0m)	손상현황	• P2 균열부 백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3 코핑부 누수흔적(0.5m×2.0m)	손상현황	• P3 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 초기 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.34】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 폭 0.3mm미만 균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 균열부 백태, 누수흔적이 신규 확인되었다.

【표 28.3.35】 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	11.00	22	11.00	22	— —	변동없음
	균열부 백태	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	누수흔적	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

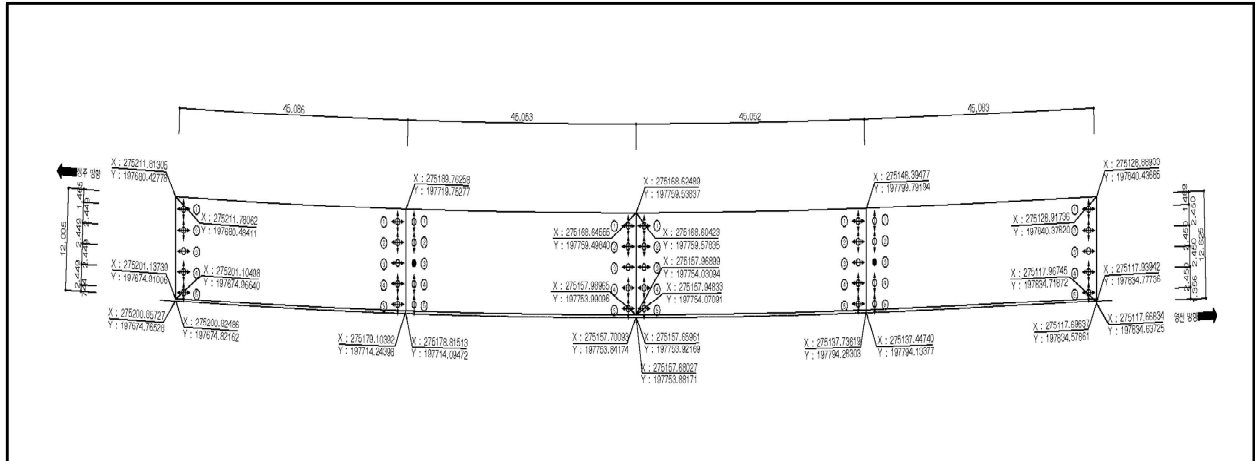
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 금회 조사된 균열부 백태, 누수흔적의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 단포교의 받침은 면진받침(FPB,LRB)으로 총 40기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 28.3.2】 교량받침 배치도



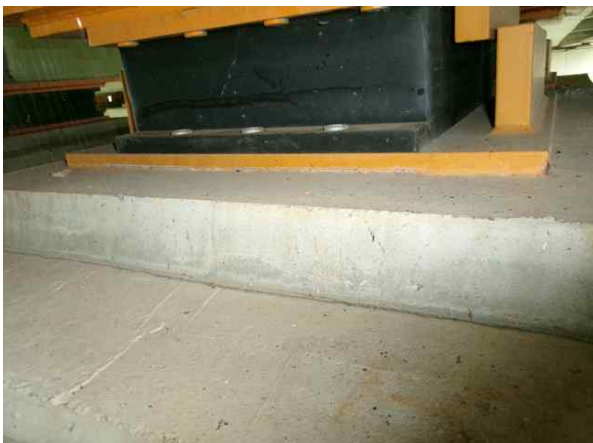
【사진 28.3.35】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

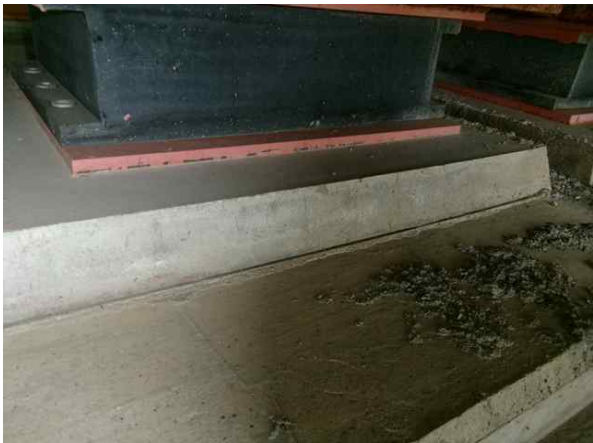
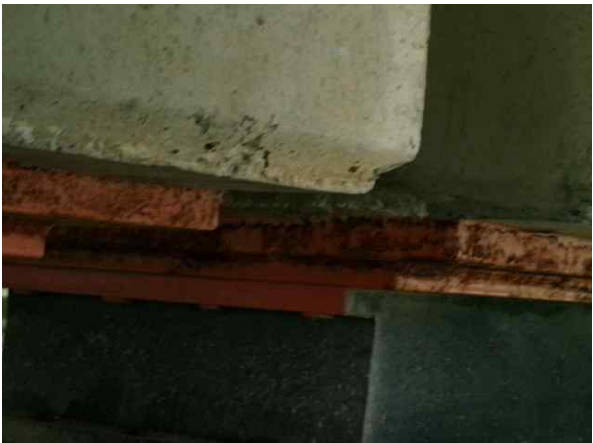
- 현장조사 결과, 무수축물탈 균열과 받침콘크리트 망상균열, 플레이트 부식, 스토퍼 간섭, 재료분리 등이 조사되었다.

【표 28.3.36】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 박락 (㎡/개소)		받침콘크리트 망상균열 (㎡/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		플레이트 부식 (EA/개소)		스토퍼 간섭 (EA/개소)	
A1	0.80	4	0.01	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	0.20	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	2.20	11	—	—	—	—	—	—	4.00	4	1	1
P3	0.60	3	—	—	0.25	1	0.05	1	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—	5.00	5	—	—
합계	3.80	19	0.01	1	0.25	1	0.05	1	9.00	9	1	1

			
손상현황	• A1-Sh2 몰탈 박락(0.1m×0.1m)	손상현황	• A1-Sh5 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 외부 충격	원 인	• 건조수축, 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2-Sh5 플레이트 부식	손상현황	• P1-Sh3 균열(0.1mm/0.2m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축, 다짐미흡 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2-Sh3 균열(0.2mm/0.2m)	손상현황	• P2-Sh3 스톱퍼 간섭
원 인	• 건조수축, 다짐미흡 등	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 28.3.36】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P2-Sh4 균열(0.1mm/0.2m)	손상현황	• P2-Sh9 플레이트 부식
원 인	• 건조수축, 다짐미흡 등	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P2-Sh6 플레이트 부식	손상현황	• P3-Sh5 균열(0.2mm/0.2m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 건조수축, 다짐미흡 등
조치방안	• 재도장	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P3-Sh5 망상균열(0.5m×0.5m)	손상현황	• P3-Sh2 재료분리(0.1m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 다짐미흡 등	원 인	• 다짐미흡, 거푸집 조기탈영 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 28.3.36】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 일부 구간에서 무수축물탈 균열, 플레이트 부식, 받침콘크리트 재료분리가 신규 확인되었다.

【표 28.3.37】 교량받침 기 점검 결과 비교

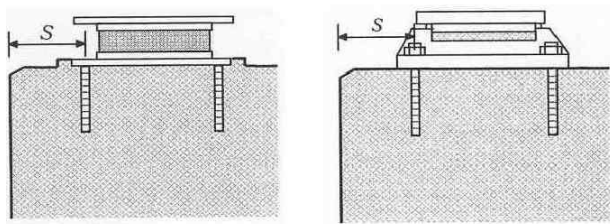
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)		비고
			물량	개소	물량	개소			
교량 받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	m	3.00	15	3.80	19	▲	0.80	신규손상
	무수축물탈 박락	m ²	0.01	1	0.01	1	—	—	변동없음
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.25	1	0.25	1	—	—	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m ²	—	—	0.05	1	▲	0.05	신규손상
	플레이트 부식	EA	7.00	7	9.00	9	▲	2.00	신규손상
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	1.00	1	—	—	변동없음

4) 검토의견

- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열 및 망상균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며 표면보수 등의 조치가 요망된다. 무수축물탈 박락, 재료분리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 교량받침의 일부구간 발생된 스토퍼 간섭의 경우 받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 추정되며, 현재 스토퍼 간섭으로 인한 주변부재 2차손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 손상부에 대해서는 주의관찰 후 손상의 진전 또는 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 플레이트 부식의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 재도장 등의 조치가 필요하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 28.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 28.3.37】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 28.3.38】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
			Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	
A1		425	550	550	570	570	570	O.K
P1	A1측	425	540	540	540	540	550	O.K
	A2측	425	620	620	620	620	600	O.K
P2	A1측	425	550	555	550	555	555	O.K
	A2측	425	510	500	500	500	500	O.K
P3	A1측	425	560	540	540	540	540	O.K
	A2측	425	610	620	510	625	630	O.K
A2		425	650	620	625	620	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 28.3.38】 교량받침 이동량 측정

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

【표 28.3.39】 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		27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
P1		고 정 단						
P2	A1측	27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
	A2측	27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
P3		고 정 단						
A2		27.2	12.8	0.00001	45.0	12.2	5.8	
1) 조사당시 온도 : 22.2°C (조사일 : 2023년 9월 7일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ (보통지방)								

【표 28.3.40】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-10	60	40	12.2	5.8	±76	
	SH2	-10	60	40			±76	
	SH3	-10	60	40			±76	
	SH4	-10	60	40			±76	
	SH5	-10	60	40			±76	
P1		고 정 단						
P2	A1측	SH1	-5	55	45	12.2	5.8	±50
		SH2	-5	55	45			±50
		SH3	-5	55	45			±50
		SH4	-5	55	45			±50
		SH5	-5	55	45			±50
	A2측	SH6	-5	55	45	12.2	5.8	±50
		SH7	-5	55	45			±50
		SH8	-5	55	45			±50
		SH9	-5	55	45			±50
		SH10	-5	55	45			±50
P3		고 정 단						
A2	SH1	-10	60	40	12.2	5.8	±76	
	SH2	-10	60	40			±76	
	SH3	-10	60	40			±76	
	SH4	-10	60	40			±76	
	SH5	-10	60	40			±76	
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2의 경우 모노셀 조인트, P2는 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



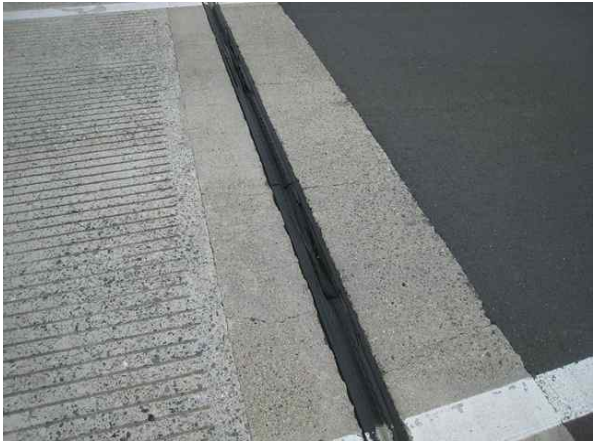
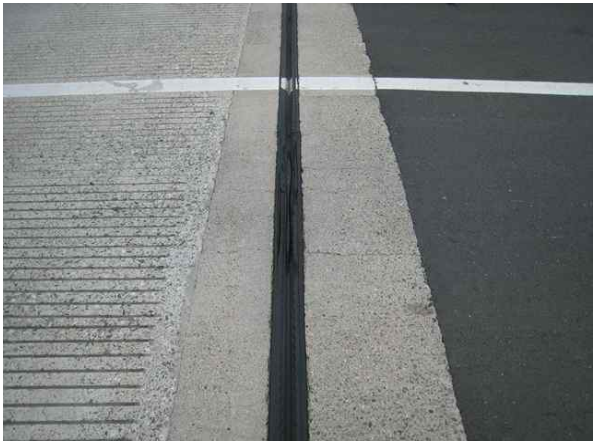
【사진 28.3.39】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 본체 고무재 손상, 차수판 볼트 탈락, 본체 이물질퇴적 등이 조사되었다.

【표 28.3.41】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		본체 고무재 파손 (EA/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	9.00	30	2.00	2	1.00	1	—	—
P2 (EXP J2)	3.00	10	—	—	3.00	3	2.00	1
A2 (EXP J3)	7.20	24	3.00	3	2.00	2	—	—
합계	19.20	64	5.00	5	6.00	6	2.00	1

			
손상현황	• A1 본체 고무재 파손	손상현황	• A1 본체 고무재 파손
원 인	• 공용중 열화	원 인	• 공용중 열화
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.2mm)
원 인	• 중차량, 공용중 열화 등	원 인	• 중차량, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 유간 토사퇴적	손상현황	• P2 후타재 균열(0.2mm)
원 인	• 공용중 열화 등	원 인	• 중차량, 공용중 열화 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.40】 신축이음장치 손상현황

			
손상현황	• P2 차수판 앵커탈락	손상현황	• -
원 인	• 공용중 열화	원 인	• -
조치방안	• 정비	조치방안	• -

【사진 28.3.40】 신축이음장치 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었고, 금회 정밀조사로 인한 본체 고무재 손상이 신규 확인되었다.

【표 28.3.42】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	19.20	64	19.20	64	- -	변동없음
	본체 고무재 파손	EA	2.00	2	5.00	5	▲ 3.00	신규손상
	차수판 볼트탈락	m²	6.00	6	6.00	6	- -	변동없음
	본체 이물질퇴적	m	2.00	1	2.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 본체 고무재손상은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 장기적으로 신축이음 교체 등을 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 확인되었고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트 탈락은 교체 등의 정비를 요한다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 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. 7. 기온 적용: 22.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-22.2℃ = 12.8℃ ΔT(수축시) : -5℃-(22.2℃) = 27.5℃ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팅창계수 α (/℃)</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	선팅창계수 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	선팅창계수 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 28.3.41】 신축이음 유간 측정방법

【표 28.3.43】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창계수 (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	27.2	12.8	0.00001	45	12.2	5.8	23.0	100.0	127.0	
P2	27.2	12.8	0.00001	90	24.5	11.5	50.0	95.0	258.0	
A2	27.2	12.8	0.00001	45	12.2	5.8	25.0	90.0	405.0	
1) 조사당시 온도 : 20.0℃(조사일 : 2021년 10월 6일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 28.3.44】 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	12.2	5.8	23.0	60	35.2	17.2	O.K
P2	24.5	11.5	50.0	120	74.5	38.5	O.K
A2	12.2	5.8	25.0	60	37.2	19.2	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.2℃ (9월 7일)로써 이때 측정유간은 23.0~50.0 mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.42】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 본선 콘크리트 포장면 전구간과 A2측 접속도로구간에서 콘크리트 포장 망상 균열이 조사되었다.

【표 28.3.45】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (m ² /개소)		비고
S1	225.0	1	
S2	225.0	1	
S3	225.0	1	
S4	325.0	2	A2측 접속도로포함
합계	1,000.0	5	

			
손상현황	• S1 포장 망상균열(45.0m×5.0m)	손상현황	• S1 포장 망상균열(45.0m×5.0m)
원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화 등	원 인	• 중차량 통행, 공용중 열화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.43】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 본선 포장부 망상균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.46】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	m ²	1,000.0	5	1,000.0	5	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생된 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



배수시설 전경

【사진 28.3.44】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 28.3.47】 배수시설 외관조사 결과

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

			
손상현황	• 배수시설 상태양호	손상현황	• 배수시설 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 28.3.45】 배수시설 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.48】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



【사진 28.3.46】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 균열부 백태 등이 조사되었다.

【표 28.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)	
S1	4.0	20
S2	4.4	22
S3	6.0	30
S4	5.4	27
합계	19.8	99

			
손상현황	• S2 균열부 백태 (0.2m×1.0m)	손상현황	• S3 균열부 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 외부 우수유입	원 인	• 외부 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 28.3.47】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상인 균열부 백태의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 28.3.50】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부 백태	m ²	19.80	99	19.80	99	— —	변동없음

4) 검토의견

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

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 단포교의 점검통로는 없는 것으로 확인되었고, 점검계단도 확인되지 않았다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

28.3.4 외관조사 총괄표

【표 28.3.51】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열 0.3mm미만	m	2.50	5	
	박락	m ²	0.06	1	
거더	박락	m ²	0.15	1	
가로보	박락 및 철근노출	m ²	0.06	1	
교대	균열(폭 0.3mm미만)	m	5.0	2	
	균열(폭 0.3mm이상)	m	2.00	1	
	백태	m ²	0.03	1	
	들뜸	m ²	1.8	1	
교각	균열 0.3mm미만	m ²	6.50	13	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	1.00	1	
	망상균열	m ²	20.00	1	
교량 받침	무수축몰탈 균열 (0.3mm미만)	m	5.60	26	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.14	4	
신축이음	후타재 균열	m	28.50	95	
	후타재 박락	m ²	0.70	1	
	후타재 표면불량	m ²	1.80	1	
	차수판 볼트, 앵커탈락	EA	4.00	4	
	본체고무재 손상	EA	2.00	2	
교면포장	망상균열	m ²	1,440.0	4	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열부 백태	m ²	17.40	90	

【표 28.3.52】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	상태양호	—	—	—	
거더	파손	m ²	0.01	1	
가로보	박리	m ²	0.12	3	
	박락	m ²	0.06	1	
	박락 및 철근노출	m ²	0.24	4	
교대	균열 0.3mm미만	m	3.00	1	
	보수부 재균열	m	2.00	1	
	들뜸	m ²	0.10	1	
	누수흔적	m ²	22.00	3	
교각	균열 0.3mm미만	m ²	11.00	22	
	균열부 백태	m ²	0.20	1	
	누수흔적	m ²	1.00	1	
교량 받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	m	3.80	19	
	무수축몰탈 박락	m ²	0.01	1	
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.25	1	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.05	1	
	플레이트 부식	EA	9.00	9	
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열	m	19.20	64	
	본체 고무재 파손	EA	5.00	5	
	차수판 볼트탈락	m ²	6.00	6	
	본체 이물질퇴적	m	2.00	1	
교면포장	망상균열	m ²	1,000.0	5	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열부 백태	m ²	19.80	99	

28.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 28.3.53】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열 0.3mm미만	m	2.50	5	2.50	5	— —	변동없음
	박락	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
거더	박락	m ²	0.15	1	0.15	1	— —	변동없음
가로보	박락 및 철근노출	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
교대	균열(폭 0.3mm미만)	m	5.0	2	5.0	2	— —	변동없음
	균열(폭 0.3mm이상)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	백태	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음
	들뜸	m ²	1.8	1	1.8	1	— —	변동없음
교각	균열 0.3mm미만	m ²	4.00	8	6.50	13	▲ 2.50	신규손상
	페콘크리트 퇴적	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	망상균열	m ²	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
교량 받침	무수축몰탈 균열 (0.3mm미만)	m	5.00	24	5.60	26	▲ 0.60	신규손상
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.10	2	0.14	4	▲ 0.04	신규손상
신축이음	후타재 균열	m	28.50	95	28.50	95	— —	변동없음
	후타재 박락	m ²	0.70	1	0.70	1	— —	변동없음
	후타재 표면불량	m ²	1.80	1	1.80	1	— —	변동없음
	차수판 볼트, 앵커탈락	EA	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
	본체고무재 손상	EA	1.00	1	2.00	2	▲ 1.00	신규손상
교면포장	망상균열	m ²	1,440.0	4	1,440.0	4	— —	변동없음
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열부 백태	m ²	17.40	90	17.40	90	— —	변동없음

【표 28.3.54】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
거더	파손	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
가로보	박리	m ²	0.12	3	0.12	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	박락 및 철근노출	m ²	0.24	4	0.24	4	— —	변동없음
교대	균열 0.3mm미만	m	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
	보수부 재균열	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	들뜸	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	22.00	3	22.00	3	— —	변동없음
교각	균열 0.3mm미만	m ²	11.00	22	11.00	22	— —	변동없음
	균열부 백태	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	누수흔적	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
교량 받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	m	3.00	15	3.80	19	▲ 0.80	신규손상
	무수축물탈 박락	m ²	0.01	1	0.01	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.25	1	0.25	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 재료분리	m ²	—	—	0.05	1	▲ 0.05	신규손상
	플레이트 부식	EA	7.00	7	9.00	9	▲ 2.00	신규손상
	스토퍼 간섭	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열	m	19.20	64	19.20	64	— —	변동없음
	본체 고무재 파손	EA	2.00	2	5.00	5	▲ 3.00	신규손상
	차수판 볼트탈락	m ²	6.00	6	6.00	6	— —	변동없음
	본체 이물질퇴적	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
교면포장	망상균열	m ²	1,000.0	5	1,000.0	5	— —	변동없음
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
방호벽	균열부 백태	m ²	19.80	99	19.80	99	— —	변동없음

28.4 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.

28.4.1 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 28.4.1】 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	2	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

【표 28.4.2】 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		—	—	2	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

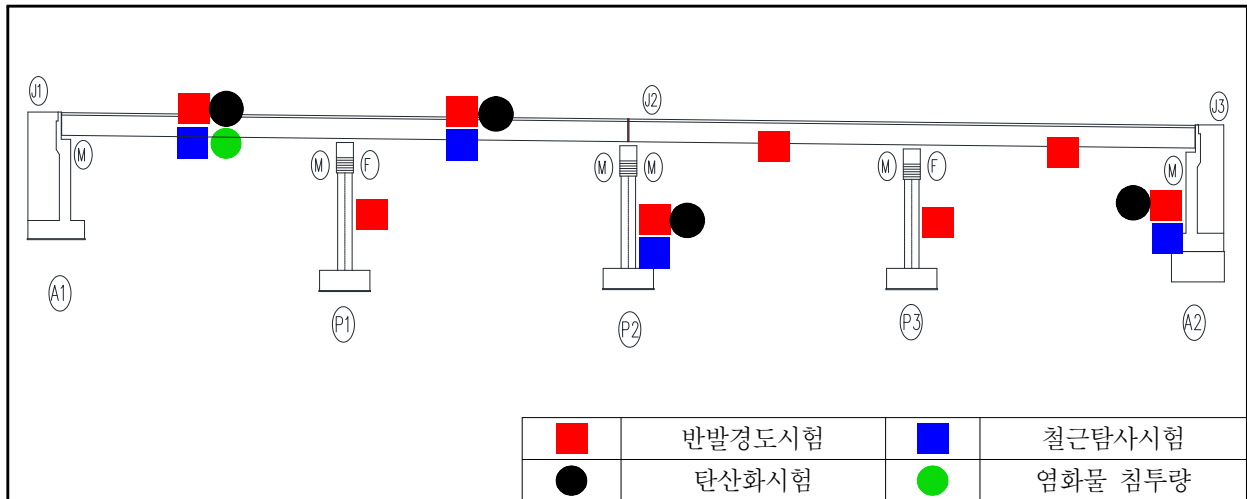
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량의 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

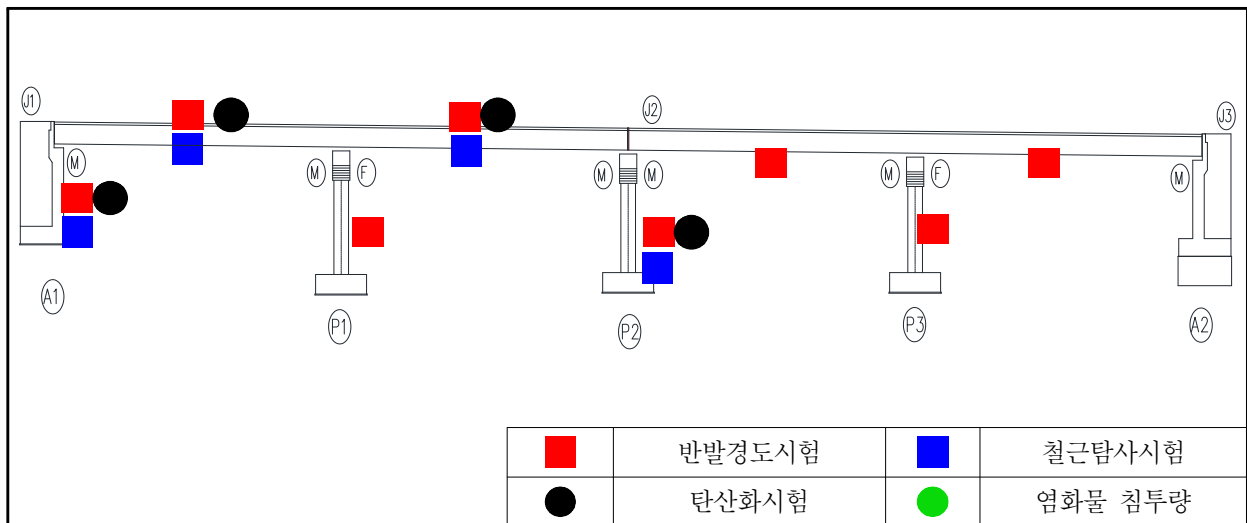
	
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황
	
철근탐사시험	염화물침투량 시험

【사진 28.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 28.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 28.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

28.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 28.4.3】 상부구조(바닥판) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.6	28.1	28.5	0.64	27.0	
	S2 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S1 가로보	47.8	27.4	28.2			

【표 28.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S3-G1 거더	51.5	42.9	51.1	0.64	27.0	
	S4-G2 거더	50.7	42.1	49.9			

【표 28.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	45.7	25.7	27.2	0.64	24.0	
	P1 교각	49.3	28.7	28.8		27.0	
	P2 교각	50.0	29.2	29.2			
	P3 교각	48.7	28.2	28.6			
	P3 교각(비건전)	45.9	25.9	28.2			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.3~28.5MPa, 상부구조(거더) 42.1~51.1MPa, 하부구조(교대) 25.7~27.2MPa, 하부구조(교각) 28.2~29.2MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 28.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 28.5	27.0	101.1 ~ 105.6
	거더	42.1 ~ 51.1	40.0	105.3 ~ 127.8
하부구조	교대	25.7 ~ 27.2	24.0	107.1 ~ 113.3
	교각	28.2 ~ 29.2	27.0	104.4 ~ 108.1

② 기 점검결과와의 비교

【표 28.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판하면, 가로보	27.7 ~ 28.8	27.3 ~ 28.5	27.0
	거더	40.6 ~ 48.0	42.1 ~ 51.1	40.0
	교대	27.2 ~ 28.2	25.7 ~ 27.2	24.0
	교각	27.2 ~ 28.6	28.2 ~ 29.2	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 28.4.8】 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	6.00	88.00	82.00	a	2.45	100년이상	
	S2 바닥판하면	5.00	71.00	66.00	a	2.04	100년이상	
하부구조	A2 교대	4.00	59.00	55.00	a	1.63	100년이상	
	P2 교각	7.00	63.00	56.00	a	2.86	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 28.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	5.0~6.0	71.0~88.0	
하부구조	4.0~7.0	59.0~63.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 28.4.10】 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	4.0~5.0	35.0~36.0	a	5.0~6.0	71.0~88.0	a	
하부구조	4.0~5.0	95.0~96.0	a	4.0~7.0	59.0~63.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 철근탐사시험

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

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 28.4.11】 상부구조(바닥판) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.3	27.0	27.9	0.64	27.0	
	S2 바닥판하면	48.2	27.8	28.3			
	S4 가로보	47.7	27.4	28.1			

【표 28.4.12】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S3-G2 거더	50.5	41.9	49.6	0.64	27.0	
	S4-G2 거더	51.0	42.4	50.4			

【표 28.4.13】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.0	25.2	26.9	0.64	24.0	
	P1 교각	48.2	27.8	28.3		27.0	
	P2 교각	47.5	27.2	28.0			
	P3 교각	48.2	27.8	28.3			
	P3 교각(비건전)	45.7	25.7	28.1			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.0~28.3MPa, 상부구조(거더) 41.9~50.4MPa, 하부구조(교대) 25.5~26.9MPa, 하부구조(교각) 27.2~28.3MPa 로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면, 가로보: 27.0MPa, 거더: 40.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 28.4.14】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.3	27.0	100.0 ~ 104.8
	거더	41.9 ~ 50.4	40.0	104.7 ~ 126.0
하부구조	교대	25.5 ~ 26.9	24.0	106.3 ~ 112.1
	교각	27.2 ~ 28.3	27.0	100.7 ~ 104.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 28.4.15】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.5	27.0 ~ 28.3	27.0
	거더	41.3 ~ 49.5	41.9 ~ 50.4	40.0
	교대	25.6 ~ 27.3	25.5 ~ 26.9	24.0
	교각	27.5 ~ 28.7	27.2 ~ 28.3	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 28.4.16】 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	5.0	76.0	71.0	a	2.04	100년이상	
	S2 바닥판하면	4.0	39.0	35.0	a	1.63	100년이상	
하부구조	A1 교대	2.0	84.0	82.0	a	0.82	100년이상	
	P3 교각	5.0	84.0	79.0	a	2.04	100년이상	

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

【표 28.4.17】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0~5.0	35.0~71.0	
하부구조	2.0~5.0	79.0~82.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 28.4.18】 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	4.0~5.0	35.0~36.0	a	4.0~5.0	35.0~71.0	a	
하부구조	5.0~8.0	92.0~95.0	a	2.0~5.0	79.0~82.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 철근탐사시험

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

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 28.4.19】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.3 ~ 28.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	42.1 ~ 51.1	40.0	
	하부구조	교대	25.7 ~ 27.2	24.0	
		교각	28.2 ~ 29.2	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		71.0~88.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성 저하 없음
	하부구조		59.0~63.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 28.4.20】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0 ~ 28.3	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.9 ~ 50.4	40.0	
	하부구조	교대	25.5 ~ 26.9	24.0	
		교각	27.2 ~ 28.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~71.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		79.0~82.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 28.4.21】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.7	~	28.8	27.3	~	28.5	■ 강도저하 없음
		거더	40.6	~	48.0	42.1	~	51.1	
	하부구조	교대	27.2	~	28.2	25.7	~	27.2	
		교각	27.2	~	28.6	28.2	~	29.2	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~36.0		a	71.0~88.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		95.0~96.0		a	59.0~63.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 28.4.22】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면, 가로보	27.0	~	28.5	27.0	~	28.3	■ 강도저하 없음
		거더	41.3	~	49.5	41.9	~	50.4	
	하부구조	교대	25.6	~	27.3	25.5	~	26.9	
		교각	27.5	~	28.7	27.2	~	28.3	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.0~36.0		a	35.0~71.0		a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~95.0		a	79.0~82.0		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

마. 염화물침투량 시험

염화물침투량 시험의 결과는 6절 내구성능평가 편에 수록하였다.

28.5 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.

28.5.1 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 28.5.1】 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 Girder	a	a	a	b	a	b	b	a	c	q
S2	P1	DR Girder	a	b	c	b	a	b	—	b	b	q
S3	P2	DR Girder	b	a	a	b	a	b	b	b	b	q
S4	P3	DR Girder	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q
	A2								c	a	b	q
평균			0.125	0.125	0.175	0.200	0.100	0.200	0.267	0.160	0.240	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.019	0.031	0.007	0.008	0.003	0.004	0.019	0.024	0.060	—
											0.175	
											B	

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

나. 상주방향 공중이 이용하는 부위 상태안전성능평가

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 결함이 미미하게 발생한 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

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

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 영천방향

현장조사 및 시험결과에 의한 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 28.5.2】 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 Girder	a	b	c	b	a	b	b	b	b	q
S2	P1	DR Girder	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q
S3	P2	DR Girder	a	a	b	b	a	b	b	b	b	q
S4	P3	DR Girder	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q
	A2								b	b	b	q
평균			0.100	0.125	0.200	0.200	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균X가중치) /가중치합			0.015	0.031	0.008	0.008	0.003	0.004	0.014	0.030	0.050	—
											0.163	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.163) < 0.260$

라. 영천방향 공중이 이용하는 부위 상태안전성능평가

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

문제가 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○ 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○ 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 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

후타재균열, 고무재파손이 발생하여 관찰 후 보수가 필요한 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 상태안전성능평가 결과

【표 28.5.3】 시설물 전체 상태안전성능평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태안전 성능평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.175	B	180	2	360	0.500	0.087
영천방향	0.163	B	180	2	360	0.500	0.082
합계(Σ)			360	4	720	1.000	0.169
1. 평가지수 =							0.169
2. 상태안전성능평가결과 =							B

28.5.2 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 Girder 교
- 경 간 장 : $2@45.0 + 2@45.0 = 180.000 \text{ m}$
- 폭 원 : 12.352 m
- 교량등급 : 1등교
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

- ① 설계기준강도 : $\sigma_{ck} = 27 \text{ MPa}$
- ② 탄성계수 : $E_c = 2.55E+04 \text{ MPa}$

○ PCS Beam

- ① 설계기준강도 : $\sigma_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ② 탄성계수 : $E_c = 3.14E+04 \text{ MPa}$

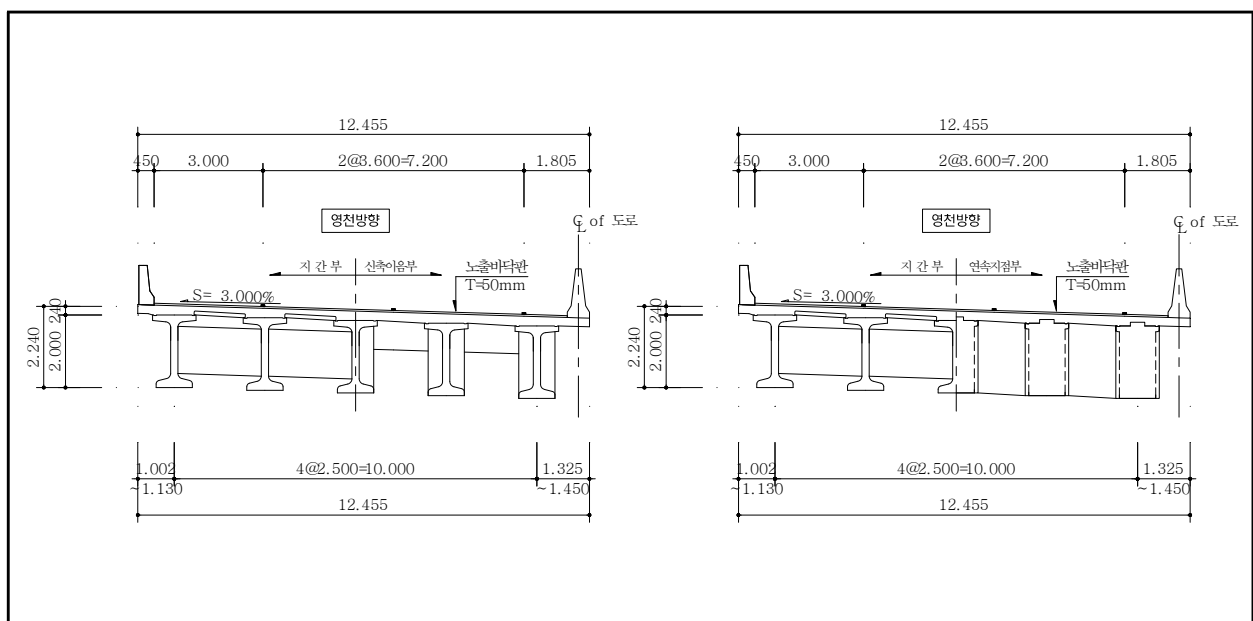
○ P.S강재

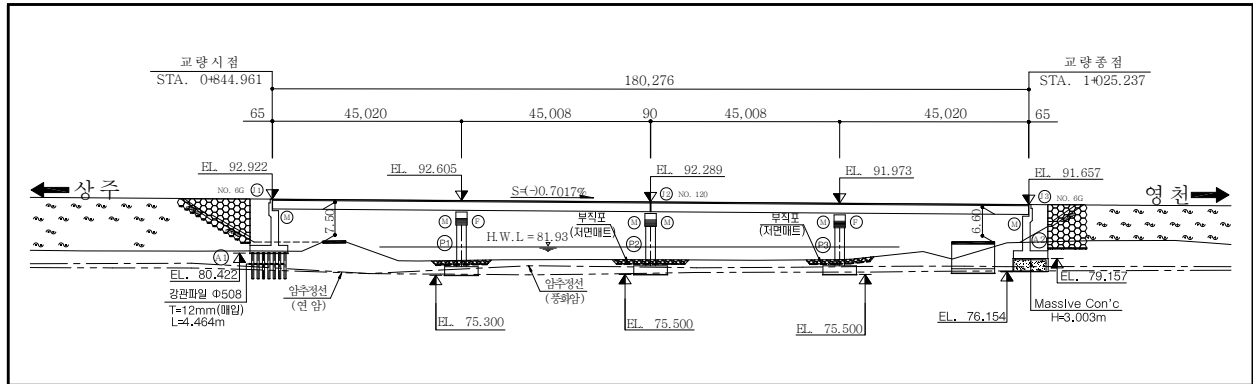
- ① 극한강도 : $\sigma_u = 1900 \text{ MPa}$
- ② 탄성계수 : $E_s = 2.00E+05 \text{ MPa}$

○ 철근

- ① 극한강도 : $\sigma_u = 400 \text{ MPa}$
- ② 탄성계수 : $E_s = 2.00E+05 \text{ MPa}$

(3) 검토단면





(4) 고정하중

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

(5) 구조계산 결과요약

① 작용하중에 의한 응력

구 분		발생응력 (Mpa)		허용응력 (Mpa)		비 고
		압축	인장	압축	인장	
1차텐던프리스트레스 도입직후	주형 상연	9.857	0.615	17.600	2.800	O.K
	주형 하연	9.479		17.600	2.800	O.K
2차텐던프리스트레스 도입직후	주형 상연	15.260	0.351	20.000	3.200	O.K
	주형 하연	13.100	0.369	20.000	3.200	O.K
구조물 완공 직후	주형 상연	12.180		16.000	3.200	O.K
	주형 하연	10.370		16.000	3.200	O.K
크리프 완료 후	주형 상연	10.790		16.000	3.200	O.K
	주형 하연	9.865		16.000	3.200	O.K
하중조합 후	주형 상연	13.674	0.659	16.000	3.200	O.K
	주형 하연	14.374		16.000	3.200	O.K

② 외력에 의한 계수 모멘트

구 분	고정하중(D) (kN · m)	활하중(L+i) (kN · m)	비 고
외측거더	9661.200	1581.045	
내측거더	9836.044	1188.203	

② 최대 계수 모멘트 계산

위 치	ΦM_n (kN · m)	M_u (kN · m)	M_d (kN · m)	M_l (kN · m)	비 고
외측거더	16026.100	15958.892	9661.200	1581.045	
내측거더	16026.100	15341.496	9836.044	1188.203	

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

본 과업에서는 교량별 바닥판 및 주거더(PSC Beam 거더)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)

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)

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

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중 (DB-24)

4) 내하력평가 결과

바닥판의 기본내하력은 강도설계법에 따라 평가하였고, 주거더(DR Girder)의 경우는 허용응력 설계법에 따라 검토하였다. 검토 결과, 모두 설계내하력인 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 평가되었다. 다음은 내하력평가 결과를 보여준다.

① 허용응력설계법에 의한 내하율

구 분			고정하중응력 + 긴장력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
단포교	거더	상연	10.790	2.884	16.000	1.807
		하연	9.865	4.509	16.000	1.361

② 강도설계법에 의한 내하율

위 치	ϕM_n (kN · m)	M_d (kN · m)	M_ℓ (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_\ell M_\ell(1+i)$ (kN · m)	R.F
켄틸레버부	49.580	6.880	3.216	8.944	6.914	5.877
중 앙 부	70.251	1.213	19.760	1.577	42.484	1.616
외측 거더	16026.100	9661.200	1581.045	12,559.560	3,399.247	1.020
내측 거더	16026.100	9836.044	1188.203	12,786.857	2,554.636	1.616

③ 내하력 산정결과

구 분		R.F	기본내하력	Ks	공용내하력	비 고
단포교	거더(허용응력)	1.361	DB- 32.664	1.988	DB- 64.936	DB-24 이상
	거더(강도설계법)	1.020	DB- 24.480	1.988	DB- 48.666	DB-24 이상
	바닥판	1.616	DB- 38.784	-		DB-24 이상

④ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	켄틸레버	3.126	5.877	DB-24이상	A	강도설계법
	중 앙 부	1.594	1.616	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	상 연	1.170	1.807	DB-24이상	A	허용응력설계법
	하 연	1.113	1.361	DB-24이상	A	허용응력설계법

28.5.3 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	
단포교	0.169	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과, 최저평가지수인 0.169로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

28.6 내구성능 평가

28.6.1 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.

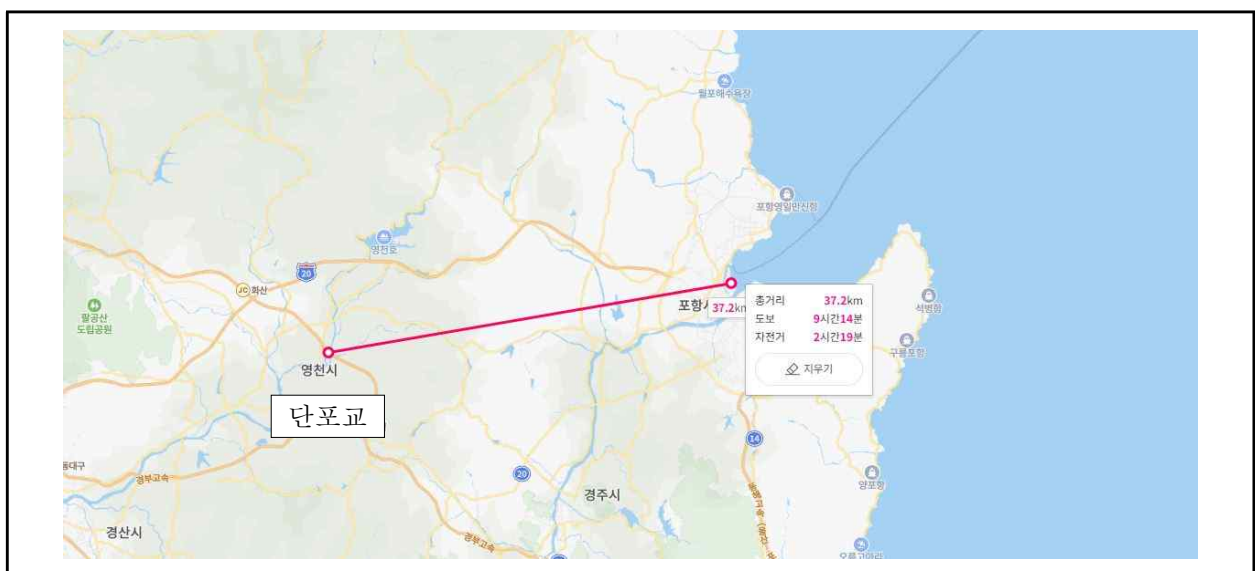
28.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 고경면 단포리에 위치하며, 동해안으로부터 약 37.2km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 28.6.1】 위치도

【표 28.6.1】 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 영천관측소이나, 관련자료가 없는 상태이다. 자료가 있는 관측소 중 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2013년부터 2023년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.5일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 28.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

해당지역	경상북도 영천시 고정면 단포리				
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/>)

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 28.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

해당지역	경상북도 영천시 고경면 단포리				
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)			71.6일

【표 28.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

해당지역	경상북도 영천시 고경면 단포리				
분석기간	、				
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)			5.9일

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 28.6.5】 염화물 함유량 평가

구 분	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S1	2.576	1.662	0.906	c

【표 28.6.6】 염화물 확산계수 산출

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

【표 28.6.7】 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	10년 이하	d

【표 28.6.8】 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	c	d	d

2) 탄산화 깊이

【표 28.6.9】 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	6.0	2.45	30년 초과	a	a
		S2 바닥판하면	5.0	2.04	30년 초과	a	a
		A2 교대	4.0	1.63	30년 초과	a	a
		P2 교각	7.0	2.86	30년 초과	a	a
	영천방향	S1 바닥판하면	3.5	1.43	30년 초과	a	a
		S6-G5 거터	2.0	0.82	30년 초과	a	a
		A2 교대	6.0	2.46	30년 초과	a	a
		P6 교각	6.5	2.65	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 28.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	바닥판	S1	104.8	—	a	0.10	a
			S2	102.5	—	a		
		거터	S3-G1	117.5	—	a		
			S4-G2	115.0	—	a		
		가로보	S1	102.9	—	a		
		교대	A1	110.2	—	a		
		교각	P1	106.5	—	a	0.10	a
			P2	108.1	—	a		
			P3	105.1	—	a		
			P3 (비건전)	100.1	95.2	a		

【표 28.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가(계속)

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명		설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	바닥판	S1	101.8	—	a	0.10	a
			S2	103.9	—	a		
		거더	S3-G2	114.4	—	a		
			S4-G2	116.0	—	a		
		가로보	S4	102.7	—	a		
		교대	A1	108.4	—	a		
		교각	P1	103.9	—	a	0.10	a
			P2	102.2	—	a		
			P3	103.9	—	a		
			P3 (비건전)	99.7	96.0	a		

라. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 28.6.11】 대상교량 제원

교량형식		DR Beam 거더교
경간장 및 경간수		4@45m = 180.0m
교폭		24.5m
바닥판의 높이		5m 이상
거더 갯수		10(양방향)
2차 부재		L=2.5m, 교축방향 15.0m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		40mm~100mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시 고경면 단포리
	해안 이격거리	500m 초과

【표 28.6.12】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

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

【표 28.6.13】 열화환경지표의 평가

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

28.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 28.6.14】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.298	C	1	0.298
결함도점수				0.298
내구성능평가 결과				C

28.7 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.

28.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 0.58~0.84로 평가되었다.

【표 28.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	180.0	0.58	e등급
	상주영천고속도로	상주	2	180.0	0.58	e등급
	상주영천고속도로	영천	1	180.0	0.84	e등급
	상주영천고속도로	영천	2	180.0	0.69	e등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 2.0이하로 산정되어 e등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

3) 진동사용성

(1) 측정

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

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 2.309~5.620mm/s, 7.5~7.7Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

- 해당 교량의 경우 교각은 3기가 시공되어있으며, 점검로의 경우 전 구간에 미 설치된 것으로 조사되었다.

【표 28.7.2】 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 전 구간에 미 설치되어 있는 상태로 e등급으로 평가되었다.

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 28.7.3】교통량의 성능평가

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

28.7.2 사용성능평가 결과

【표 28.7.4】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, $1.0 \times 0.247(\text{포장상태}) + 1.0 \times 0.202(\text{진동사용성}) + 1.0 \times 0.206(\text{점검시설의 유무}) + 0.1 \times 0.195(\text{교통수요}) = 0.675$

28.8 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 28.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	단포교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.169	b	0.68
내구성능 평가	0.298	c	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.169 \times 0.68 + 0.298 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.259$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.259 • 종합성능평가 결과 : B등급		

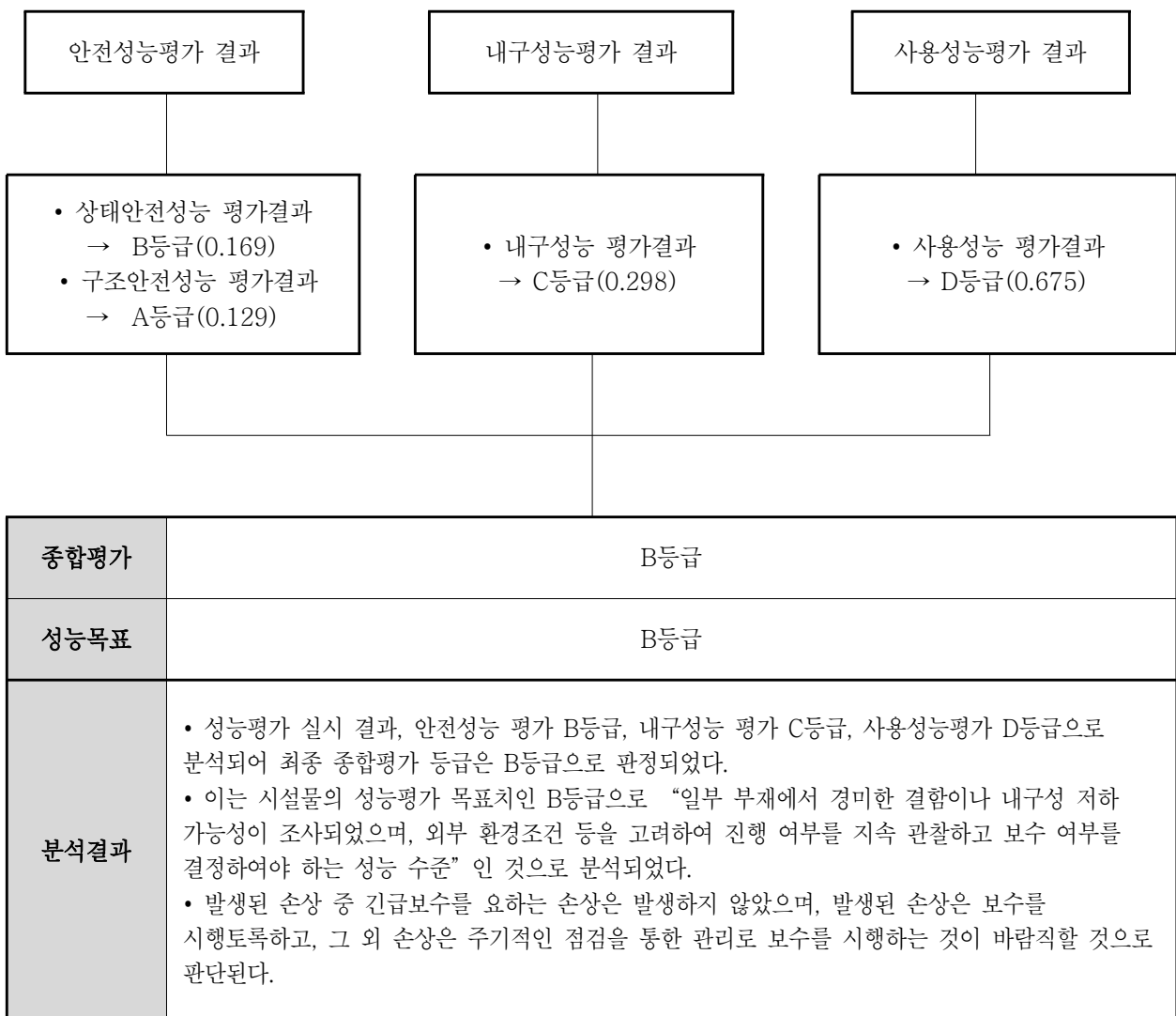
28.9 유지관리 전략제안

28.9.1 성능목표 등급 산정

【표 28.9.1】 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($0.20 \leq X < 0.26$)

28.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



28.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향 보수 개략공사비

【표 28.9.2】 상주방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열 0.3mm미만	표면처리	2.50	3.75	m	—	—	하자
	박락	단면보수	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
거더	박락	표면처리	0.15	0.22	m ²	—	—	하자
가로보	박락 및 철근노출	단면보수+ 방청	0.06	0.09	m ²	—	—	하자
교대	균열(폭 0.3mm미만)	표면처리	5.0	7.50	m	—	—	하자
	균열(폭 0.3mm이상)	주입보수	2.00	3.00	m	—	—	하자
	백태	표면처리	0.03	0.05	m ²	—	—	하자
	들뜸	단면보수	1.8	2.70	m ²	—	—	하자
교각	균열 0.3mm미만	표면처리	6.50	9.75	m ²	—	—	하자
	페콘크리트 퇴적	정비	1.00	1.50	m ²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	20.00	30.00	m ²	—	—	하자
교량 받침	무수축물탈 균열 (0.3mm미만)	표면처리	5.60	8.40	m	54	454	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.14	0.21	m ²	165	35	2순위
신축 이음	후타재 균열	표면처리	28.50	42.75	m	54	2,309	3순위
	후타재 박락	단면보수	0.70	1.05	m ²	165	173	2순위
	후타재 표면불량	표면처리	1.80	2.70	m ²	554	1,496	3순위
	차수판 볼트, 앵커탈락	정비	4.00	6.00	EA	25	150	3순위
	본체고무재 손상	교체	2.00	3.00	EA	일식	20,000	2순위
포장	망상균열	표면처리	1,440	2,160	m ²	54	116,640	3순위
방호벽	균열부 백태	표면처리	17.40	26.10	m ²	54	1,409	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		20,208		122,044		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		10,104		61,022		
	합계	—		30,312		183,066		
개략공사비 총계(천원)		213,378						

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 28.9.3】 영천방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	파손	단면보수	0.01	0.02	m²	—	—	하자
가로보	박리	단면보수	0.12	0.18	m²	—	—	하자
	박락	단면보수	0.06	0.09	m²	—	—	하자
	박락 및 철근노출	단면보수	0.24	0.36	m²	—	—	하자
교대	균열 0.3mm미만	표면처리	3.00	1.13	m	—	—	하자
	보수부 재균열	표면처리	2.00	0.75	m	—	—	하자
	들뜸	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	22.00	33.00	m²	—	—	하자
교각	균열 0.3mm미만	표면처리	11.00	4.13	m²	—	—	하자
	균열부 백태	표면처리	0.20	0.30	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	1.00	1.50	m²	—	—	하자
교량 받침	몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	3.80	1.42	m	54	77	3순위
	무수축몰탈 박락	단면보수	0.01	0.02	m²	165	3	2순위
	받침콘크리트 망상균열	표면처리	0.25	0.38	m²	54	21	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.05	0.08	m²	165	13	2순위
	플레이트 부식	재도장	9.00	13.50	EA	40	540	2순위
	스토퍼 간섭	유지관리	1.00	1.50	EA	—	—	4순위
신축이 음	후타재 균열	표면처리	19.20	28.80	m	54	1,555	3순위
	본체 고무재 파손	교체	5.00	7.50	EA	일식	20,000	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	6.00	9.00	m²	25	225	3순위
	본체 이물질퇴적	정비	2.00	3.00	m	25	75	3순위
교면포 장	망상균열	표면처리	1,000	1,500	m²	54	81,000	3순위
방호벽	균열부 백태	표면처리	19.80	29.70	m²	54	1,604	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		20,556		84,557		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		10,278		42,279		
	합계	—		30,834		126,836		
개략공사비 총계(천원)		157,670						

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 28.9.4】 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		
표면처리	2.50	3.75	—	—	균열 0.3mm미만	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
단면보수	0.06	0.09	—	—	박락	바닥판	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	0.15	0.22	—	—	박락	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
단면보수+병청	0.06	0.09	—	—	박락 및 철근노출	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	19
표면처리	5.00	7.50	—	—	균열 0.3mm미만	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
주입보수	2.00	3.00	—	—	균열 0.3mm이상	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	0.03	0.05	—	—	백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
단면보수	1.80	2.70	—	—	들뜸	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	6.50	9.75	—	—	균열 0.3mm미만	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
정비	1.00	1.50	—	—	패킹 포트 퇴적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	20.00	30.00	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	7
표면처리	5.60	8.40	54	454	무수축물탈 균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
단면보수	0.14	0.21	165	35	반콘크리트 재료분리	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	28.50	42.75	54	2309	후타재 균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	14
단면보수	0.70	1.05	165	173	후타재 박락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	14
표면처리	1.80	2.70	554	1496	후타재 표면불량	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	14
정비	4.00	6.00	25	150	차수관벌트, 앵커탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	14
교체	2.00	3.00	일식	20000	본체고 무재 손상	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	14
표면처리	144000	216000	54	116640	망상균열	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	19
표면처리	17.40	26.10	54	1409	균열부 백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	21

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 28.9.5】 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	0.01	0.02	—	—	파손	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
단면보수	0.12	0.18	—	—	박리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	19
단면보수	0.06	0.09	—	—	박락	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	19
단면보수	0.24	0.36	—	—	박락 및 철 근노출	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	19
표면처리	3.00	1.13	—	—	균열 0.3mm미만	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	2.00	0.75	—	—	보수부 재균열	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
단면보수	0.10	0.15	—	—	들뜸	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	22.00	33.00	—	—	누수흔적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	11.00	4.13	—	—	균열 0.3mm미만	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	0.20	0.30	—	—	균열부 백래	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	1.00	1.50	—	—	누수흔적	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	8
표면처리	3.80	1.42	54	77	몰탈 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	무수축몰탈 박락	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	0.25	0.38	54	21	반점, 크랙 망상균열	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2

【표 28.9.5】 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		
단면보수	0.05	0.08	165	13	반점, 크랙 재료분리	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
채도장	9.00	13.50	40	540	플레이트 부식	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
유지관리	1.00	1.50	-	-	스토퍼 간섭	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	19.20	28.80	54	1555	후타제 균열	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	15
교체	5.00	7.50	일식	20000	본체 고무 재 파손	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	15
정비	6.00	9.00	25	225	차수관 볼트탈락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	15
정비	2.00	3.00	25	75	본체 이 물질퇴적	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	15
표면처리	10000	15000	54	81000	망상균열	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	19
표면처리	19.80	29.70	54	1604	균열부 파손	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	23

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 0.259로 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.

28.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 고정면 단포리(상주영천고속도로 85.503~85.683km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로, 2017년도에 준공되어 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태안전성능평가 등을 통한 종합 결론을 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.

28.10.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 외관조사 결과 조사된 균열의 경우 폭0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 박락의 경우 시공시 발생한 손상으로 추정되며 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 유지관리가 요구된다.

2) DR Girder

- 거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보

- 가로보의 외관조사 결과, 박락 및 철근노출이 조사되었고, 손상부는 다짐미흡, 피복부족 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수+방청 등의 보수가 필요하며, 바닥판의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에 발생된 균열 및 백태의 비 구조적인 손상으로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 원인으로 추정되며, 손상부 우수유입에 의한 백태로 확인되었고, 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다. 조인트부 들뜸의 경우 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 상태는 아니나 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공시 마무리 미흡에 의한 손상으로 청소 등의 정비가 요구된다.

6) 교량받침

- 무수축물탈에서 조사된 균열은 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되는 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 재료분리의 경우 시공당시 타설불량에 의한 것으로 단면보수가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 본체 고무재손상, 후타재 박락, 표면불량은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 단면보수, 장기적으로 신축이음 교체 등을 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 앵커, 볼트 손상은 교체 등의 정비를 요한다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.2℃(9월 7일)로써 이때 측정유간은 20.0~59.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.

9) 배수시설

- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

10) 방호벽

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

11) 교량 점검시설

- 단포교의 점검통로는 없는 것으로 확인되었고, 점검계단도 확인되지 않았다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.3~28.5MPa, 상부구조(거더) 42.1~51.1MPa, 하부구조(교대) 25.7~27.2MPa, 하부구조(교각) 28.2~29.2MPa 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 5.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 4.0~7.0mm로 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

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 현재 균열, 박리 및 박락 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이며, 공용중 손상의 신규 및 추가발생 여부에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

2) DR Girder

- 거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대에 발생한 균열 및 재균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생한 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 조인트부 들뜸의 경우 구조물의 안전성에는 영향을 미치는 상태는 아니나 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다. 누수흔적의 경우 신축이음 하부에 유입된 우수로 인한 손상으로 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수 등의 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 금회 조사된 균열부 백테, 누수흔적의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 유지관리가 요구된다.

6) 교량받침

- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 발생한 균열 및 망상균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며 표면보수 등의 조치가 요망된다. 무수축물탈 박락, 재료분리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 교량받침의 일부구간 발생한 스톱퍼 간섭의 경우 받침의 횡방향 거동에 의한 손상으로 추정되며, 현재 스톱퍼 간섭으로 인한 주변부재 2차손상은 발생되지 않은 상태이다. 기 손상부에 대해서는 주의관찰 후 손상의 진전 또는 주변부재 손상 발생시 프리셋팅 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 플레이트 부식의 경우 외부 우수유입에 의한 손상으로

재도장 등의 조치가 필요하다.

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

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 본체 고무재손상은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리, 장기적으로 신축이음 교체 등을 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 확인되었고, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 차수판 볼트 탈락은 교체 등의 정비를 요한다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 22.2℃(9월 7일)로써 이때 측정유간은 23.0~50.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

10) 방호벽

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

11) 교량 점검시설

- 단포교의 점검통로는 없는 것으로 확인되었고, 점검계단도 확인되지 않았다.

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 27.0~28.3MPa, 상부구조(거더) 41.9~50.4MPa, 하부구조(교대) 25.5~26.9MPa, 하부구조(교각) 27.2~28.3MPa 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 4.0~5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 2.0~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

28.10.2 성능평가 결과

【표 28.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	단포교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.169	b	0.68
내구성능 평가	0.298	c	0.19
사용성능 평가	0.675	d	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.169 \times 0.68 + 0.298 \times 0.19 + 0.675 \times 0.13 = 0.259$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.259 • 종합성능평가 결과 : B등급		

28.10.3 종합결론

- 단포교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 바닥판 박락, 거더 파손, 교대 균열, 교량받침 플레이트 부식, 교면포장 망상 균열 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(0.259)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.

28.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

28.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 양방향 교면포장 망상균열, 가로보의 철근노출의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 등의 유지관리가 필요하다.

28.10.6 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.