

37. 단포교

37.1 시설물 개요

37.2 자료수집 및 분석

37.3 현장조사 및 시험

37.4 상태평가

37.5 종합평가 및 안전등급 지정

37.6 보수·보강 및 유지관리 방안

37.7 종합결론

37. 단포교

37.1 시설물의 개요

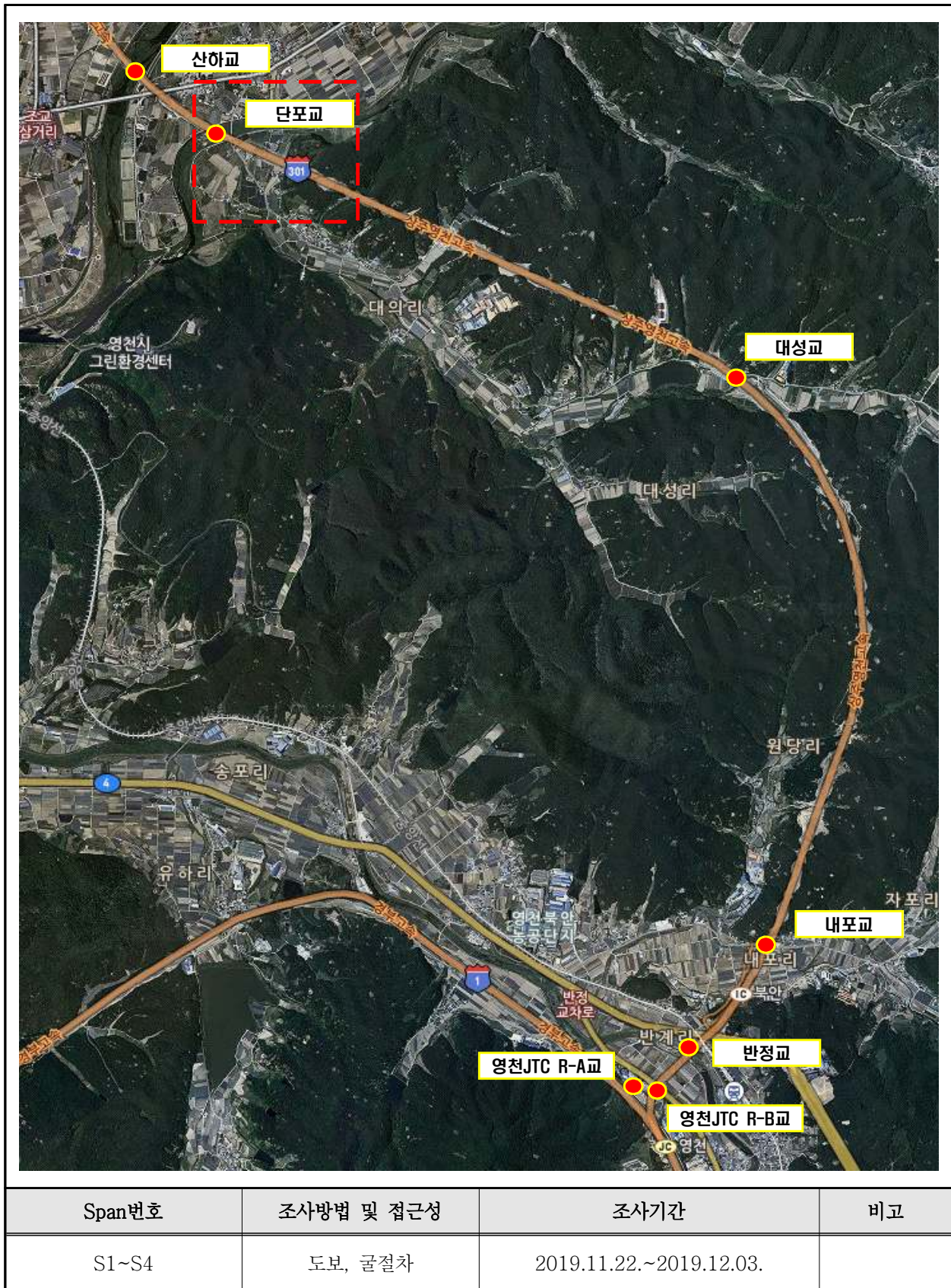
본 시설물은 경상북도 영천시 고정면 단포리(상주영천고속도로 85.503~85.683km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

37.1.1 일반사항

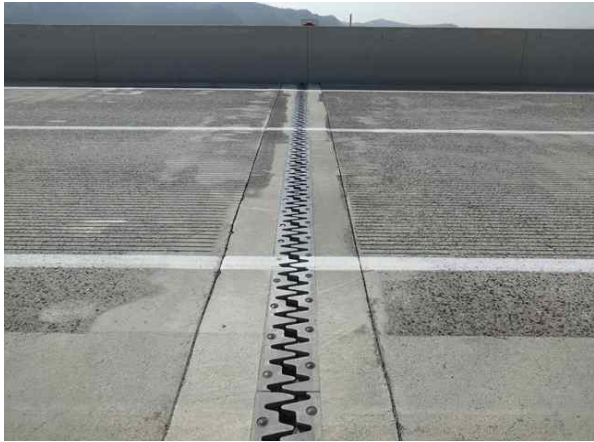
【표 37.1.1】 단포교 일반사항

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		고무받침	신축이음	모노셀, 팽거	
교차시설물		고촌천	통과높이	6.6m	
부착시설내용					
시 공 자		대림산업(주)	관리주체	상주영천고속도로(주)	

37.1.2 위치도 및 전경사진

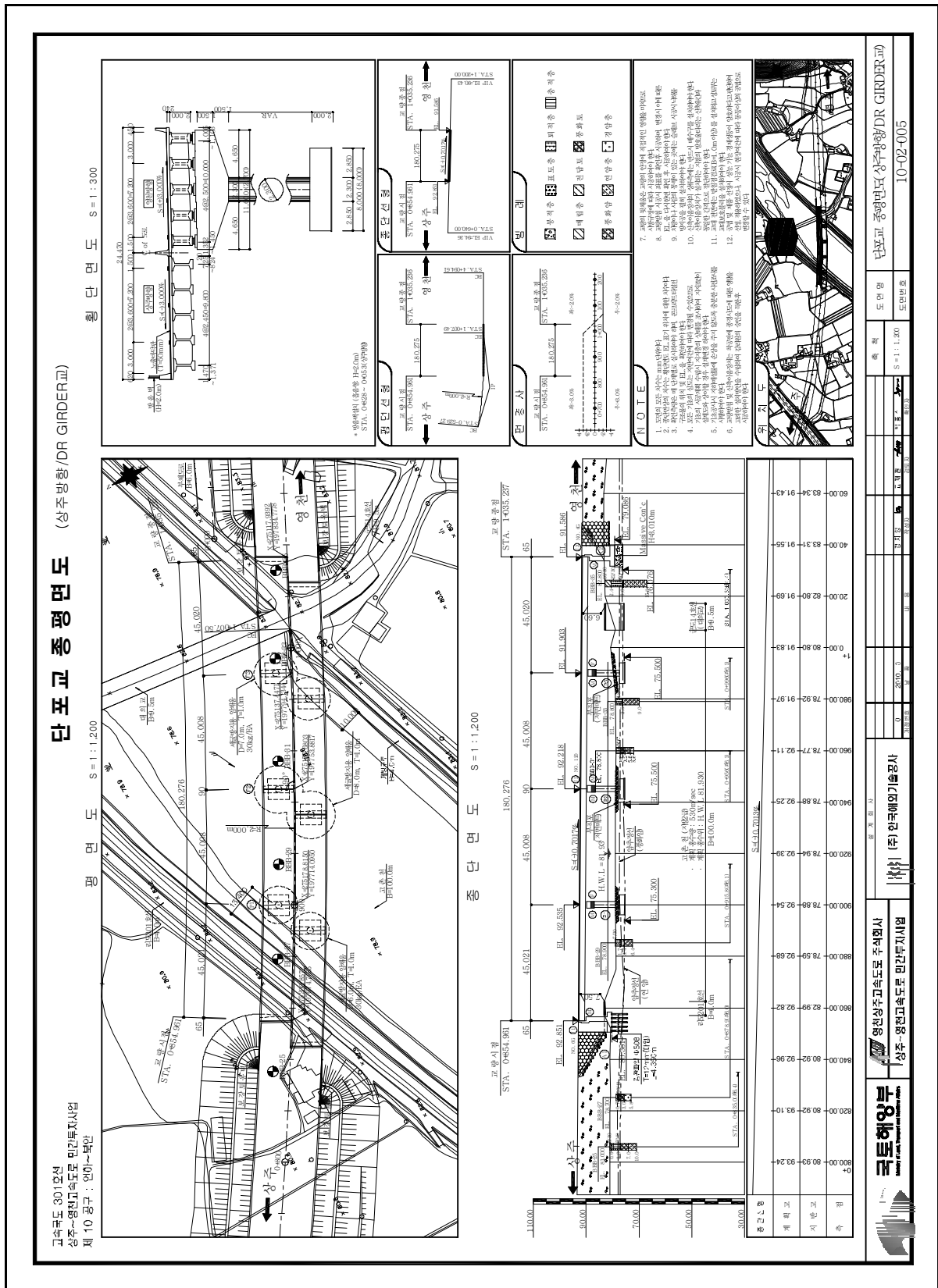


【그림 37.1.1】 위치도

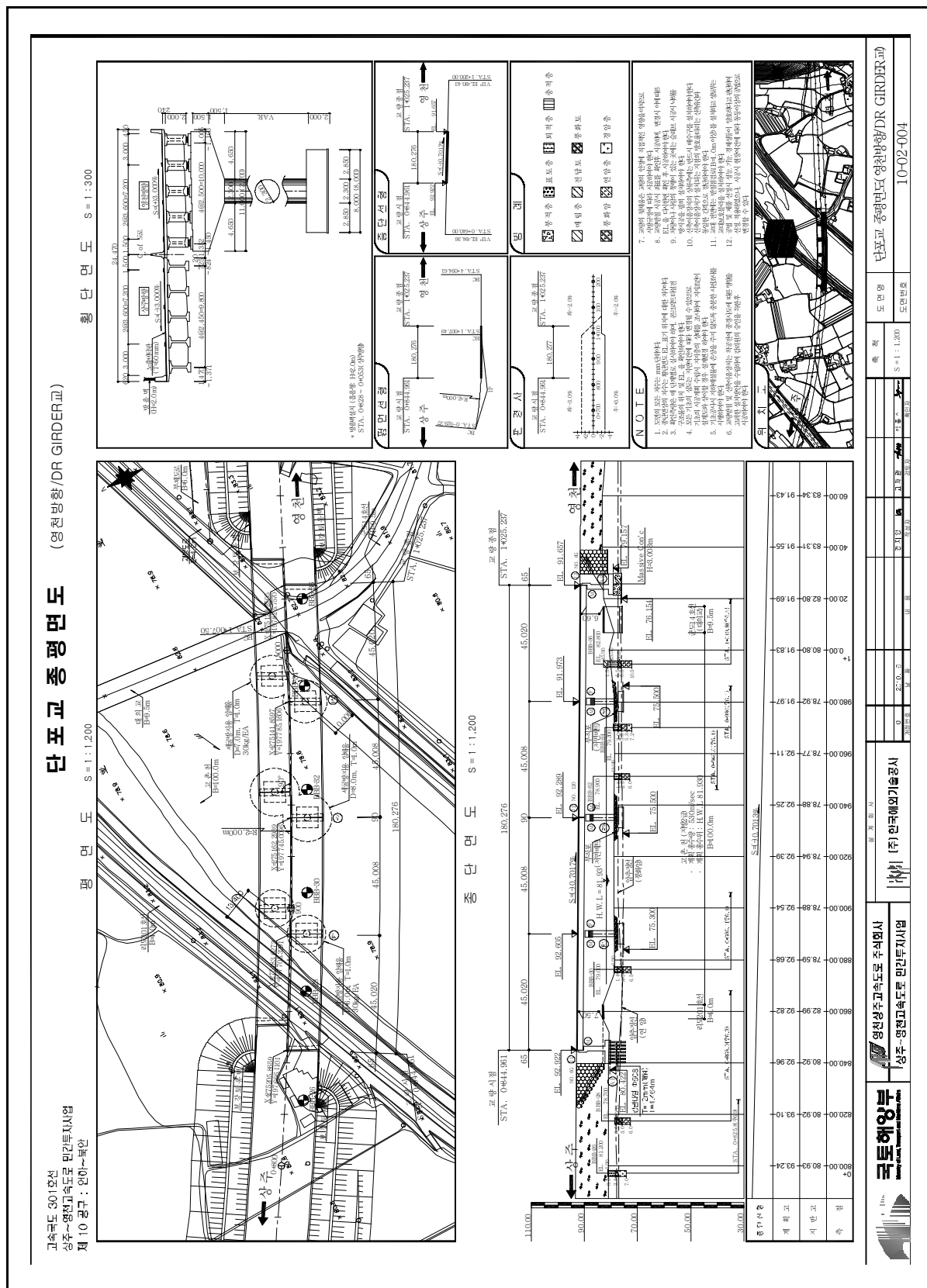
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 및 바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 37.1.2】 부재별 현황

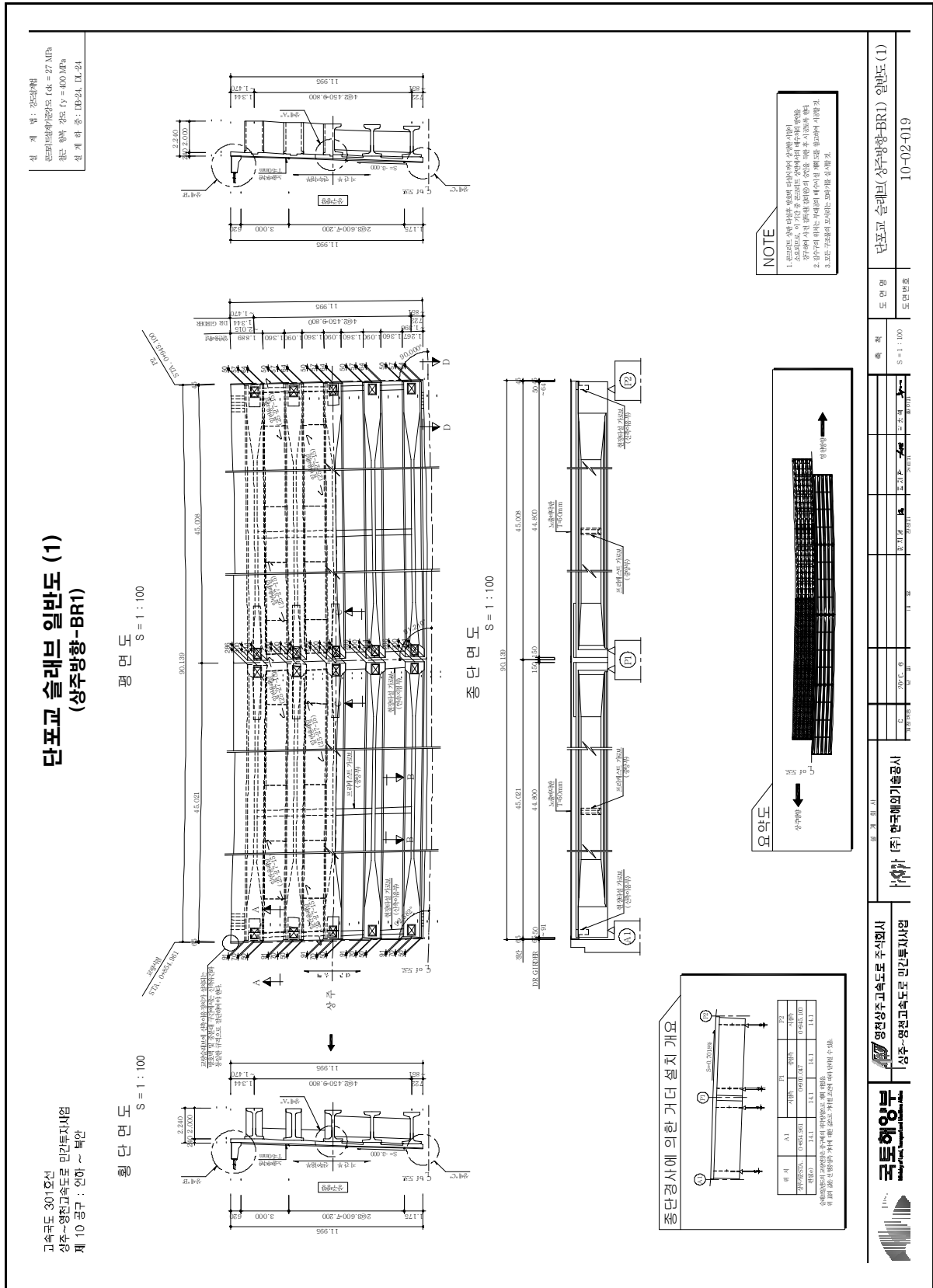
37.1.3 시설물 일반도



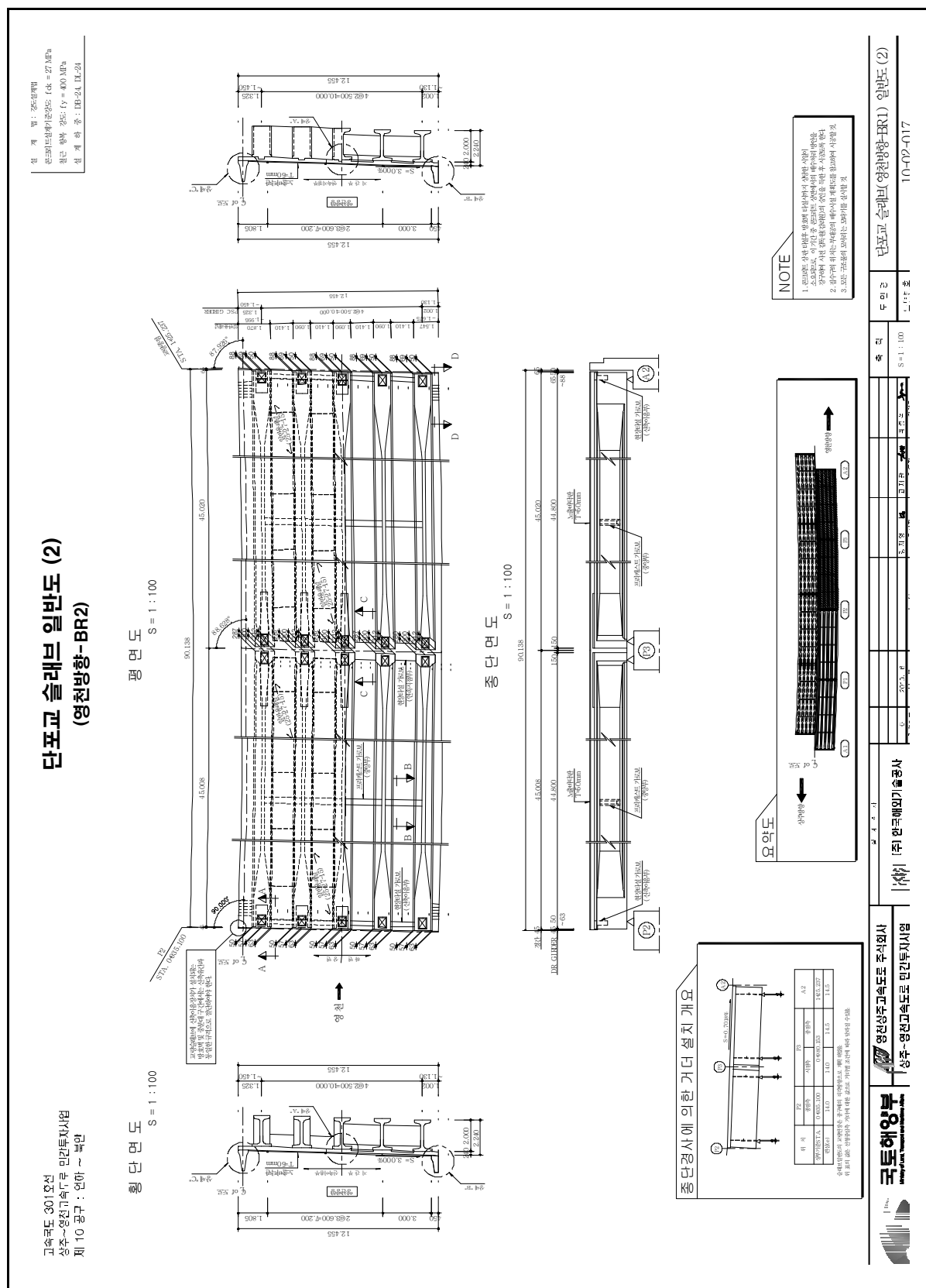
【그림 37.1.3】 평면 및 종단면도(상주방향)



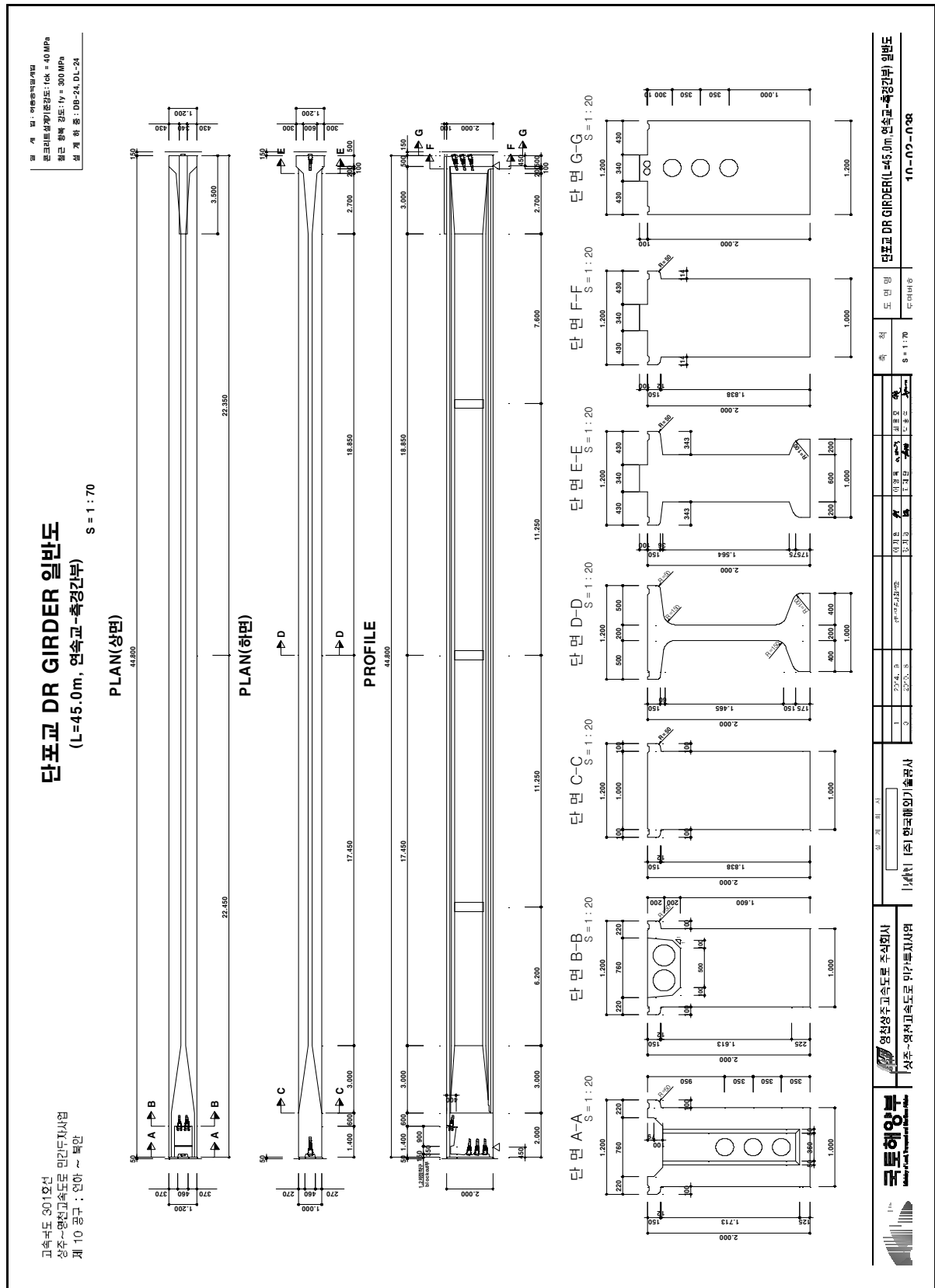
【그림 37.1.4】 평면 및 종단면도(영천방향)



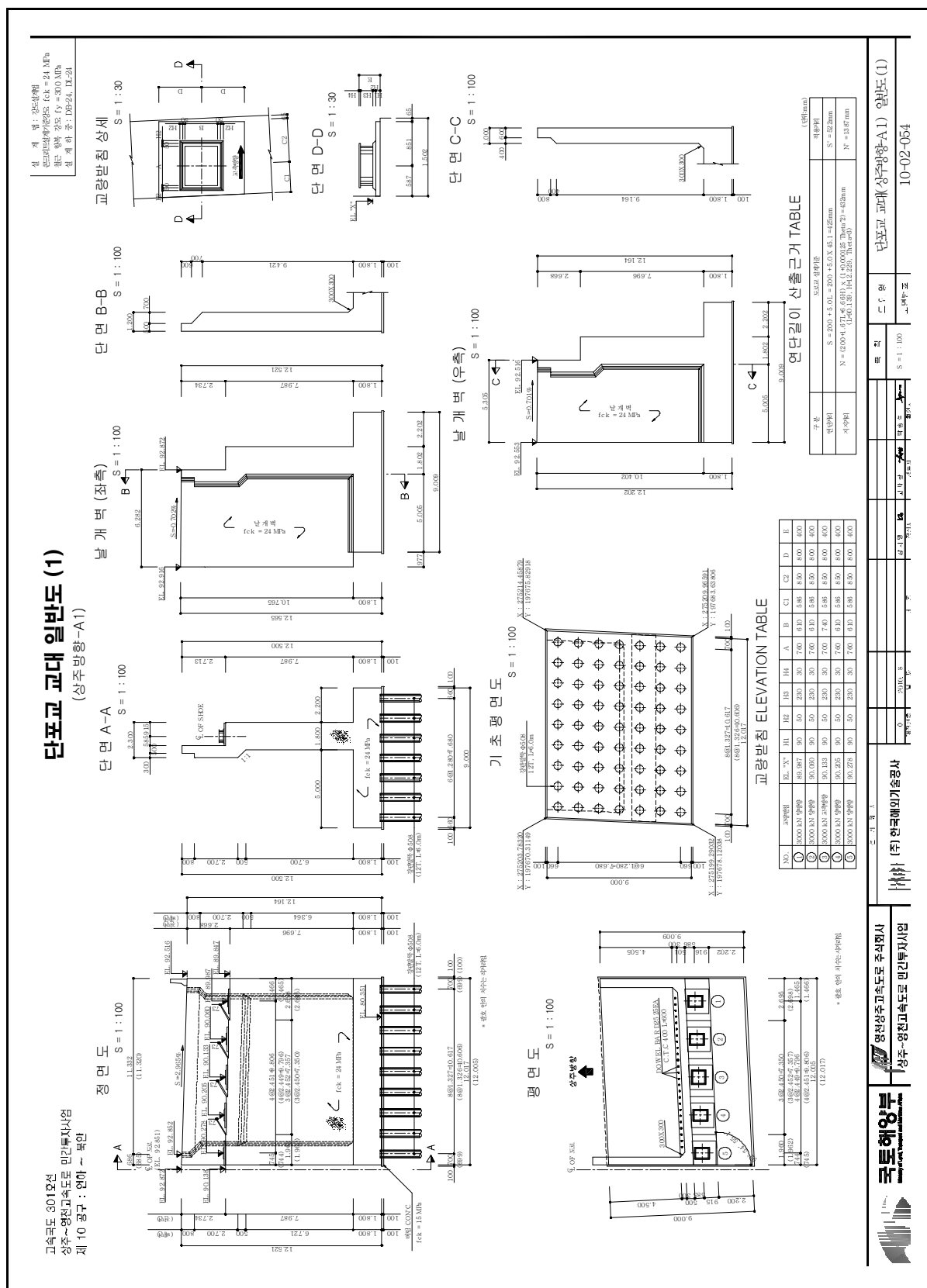
【그림 37.1.5】 슬래브 일반도(상주방향)



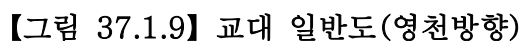
【그림 37.1.6】 슬래브 일반도(영천방향)

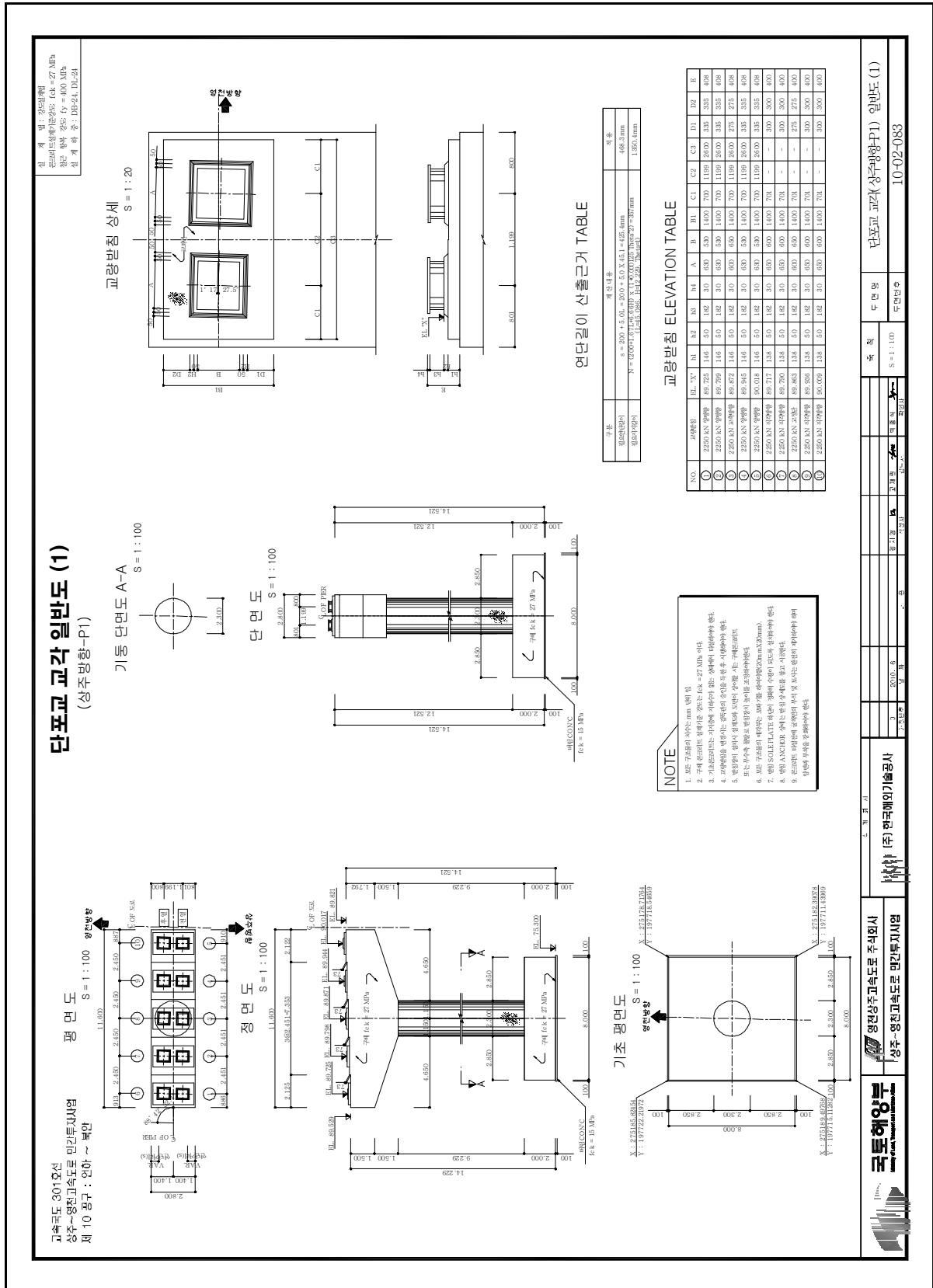


【그림 37.1.7】 거더 일반도

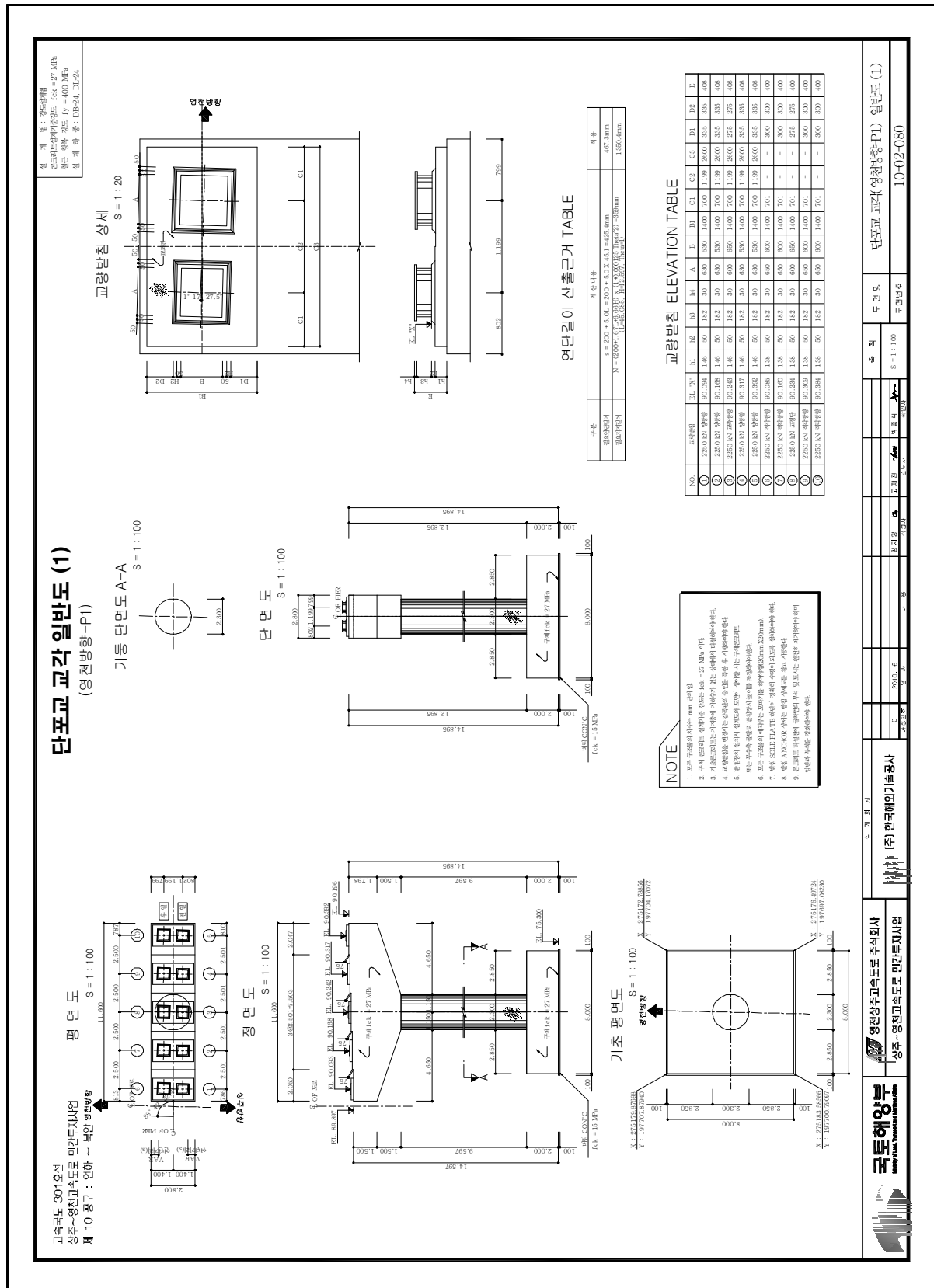


【그림 37.1.8】 교대 일반도(상주방향)





【그림 37.1.10】 교각 일반도(상주방향)



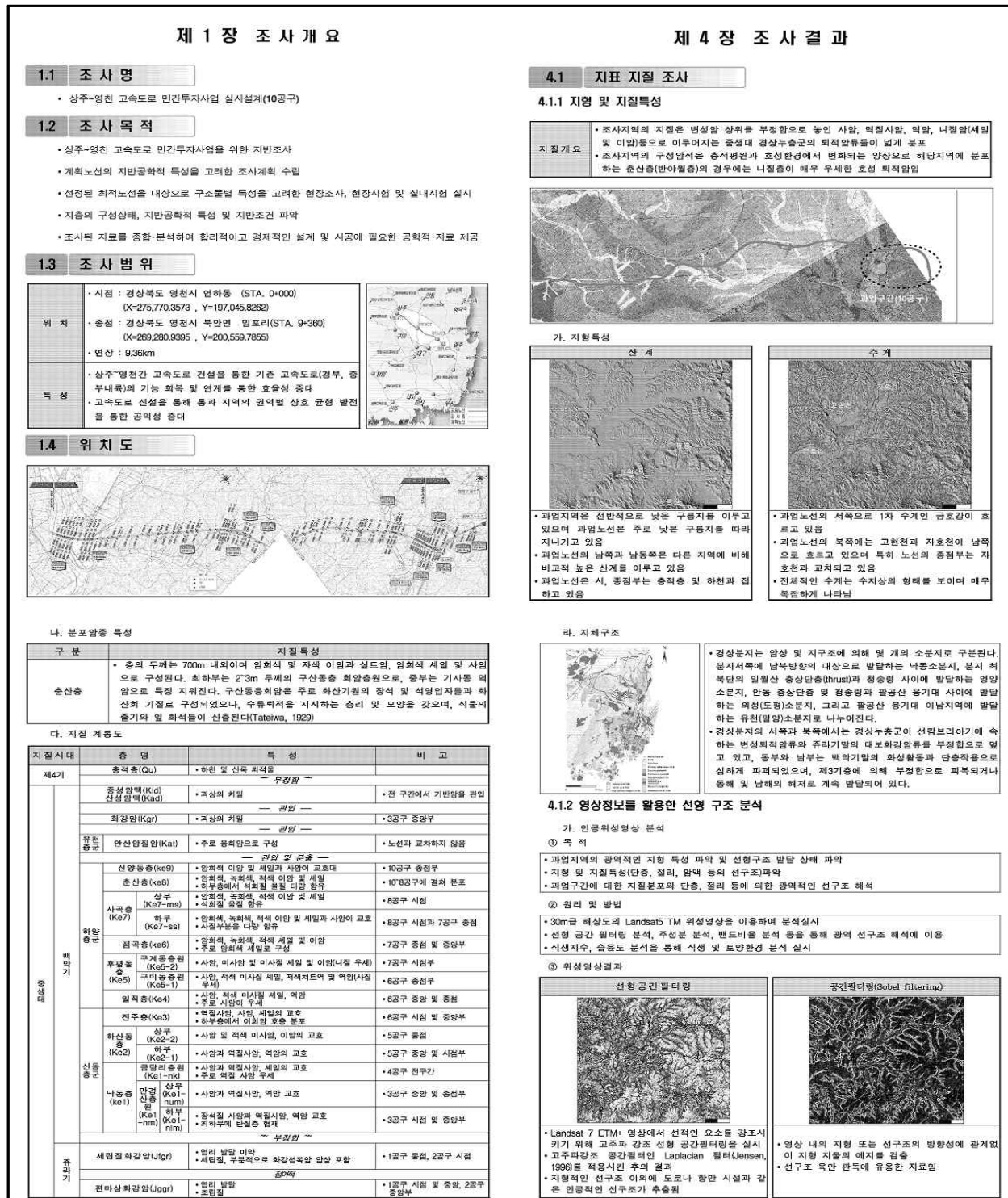
【그림 37.1.11】 교각 일반도(영천방향)

37.2 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.

37.2.1 설계자료 검토

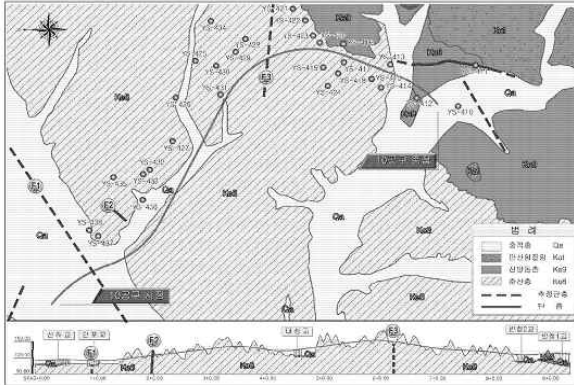
가. 지형 및 지질



나. 지질분포 특성

4.1.3 과업구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

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

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

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

노두 사진	특 성
	• 충적층(노두No.YS-431) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 09/157 • JI=85/126, J2=88/252
	• 충적층(노두No.YS-432) • 암회색 사암 및 니질암 • 층리방향 : 16/150 • JI=84/241, J2=86/320
	• 충적층(노두No.YS-433) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 08/108 • JI=87/224, J2=88/170, J3=85/132
	• 충적층(노두No.YS-434) • 암회색 사암 및 니질암 • 층리방향 : 14/014 • JI=82/245, J2=84/290
	• 충적층(노두No.YS-435) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 07/137 • JI=82/008, J2=88/133, J3=89/067
	• 충적층(노두No.YS-436) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 08/319 • JI=78/195, J2=82/125
	• 충적층(노두No.YS-437) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 12/086 • JI=82/355, J2=78/247
	• 충적층(노두No.YS-438) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 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 곡진장 상태별 긴장력 제거로 안정성을 도모할 뿐 아니라
공용중 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 : $E_c = 0.043 \times 2350 \times \sqrt{f_{ak}} = 25,400 \text{ MPa}$ ($f_{ak} \leq 30 \text{ MPa}$ 비약관)

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

· 철근 : $E_s = 200,000 \text{ MPa}$

5. 내진해석 결과 요약 (PAD _ 응답스펙트럼해석)-영향방향

1) 받침 부재역

- 단단면 응답 (MN)

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

※ 응답수정계수 적용전 값임.

2) 받침 범위

- 범위 (mm)

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

37.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 37.2.2】 단포교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	단포교의 주요손상현황으로는 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 필요함	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 29	정기안전점검	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 필요함	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 14	정기안전점검	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 필요함	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	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 판단됨	양호

37.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 37.2.3】 단포교 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
단포교	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

37.2.4 기존자료

【표 37.2.4】 단포교 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 연장 : 180.0m, 폭 : 24.5m	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) · 설계사 : ㈜한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

37.2.5 시설물 보수 이력

【표 37.2.5】 단포교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

37.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 37.2.6】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y		

37.3 현장조사

37.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 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, 굴절차	2019.11.13.~2019.12.03.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
반발경도 시험		탄산화 깊이 측정 시험	

【사진 37.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

37.3.2 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.



바닥판 하면 전경

【사진 37.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.1】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



【사진 37.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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.

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



거더 전경

【사진 37.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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



S2 G5 박락(0.3m×0.5m)

【사진 37.3.5】 거더 손상현황

【표 37.3.2】 거더 외관조사 결과

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

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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.



가로보 전경

【사진 37.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 37.3.3】 가로보 현장조사 결과

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



【사진 37.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 가로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 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.



교대 전경

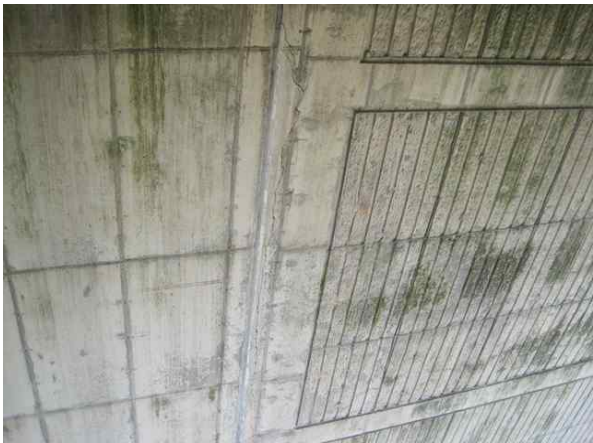
【사진 37.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.4】 교대 외관조사 결과

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

	
A1 조인트 들뜸(0.3m×6.0m)	A1 균열(폭0.3mm미만) (0.2mm/2.5m)

【사진 37.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열은 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.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



교각 전경

【사진 37.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.5】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		이물질(폐콘크리트) 퇴적 (㎡/개소)	
P1	4.0	8	—	—
P2	—	—	1.0	1
P3	—	—	—	—
합계	4.0	8	1.0	1

	
P1 코핑부 균열(0.1mm/0.5m)	P2 코핑부 이물질(폐콘크리트) 퇴적(1.0m × 1.0m)

【사진 37.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

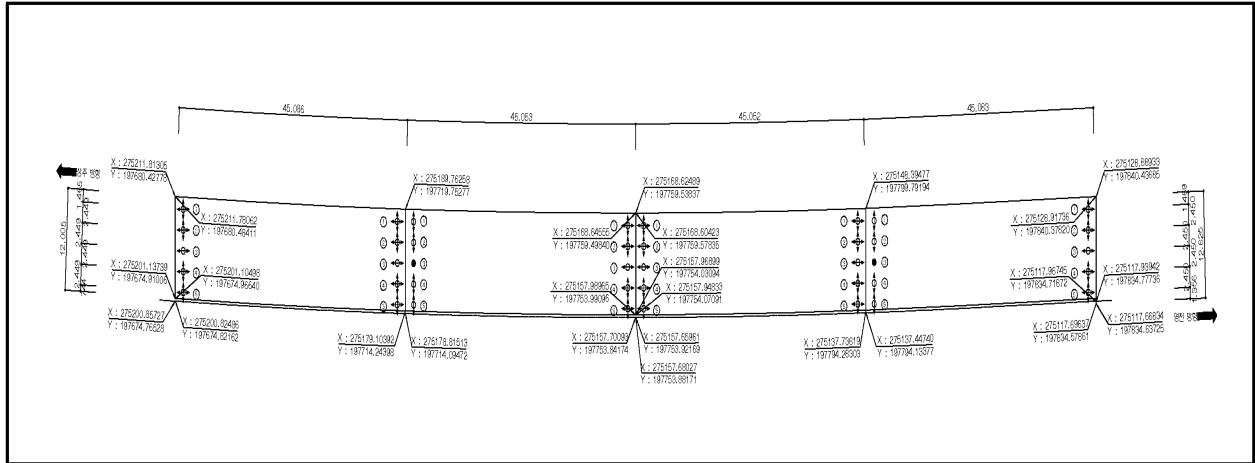
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량반침

1) 부재의 개요

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



【그림 37.3.1】 교량반침 배치도



【사진 37.3.12】 교량반침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.6】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	2.2	11	—	—
P2			0.1	2
P3	2.0	10	—	—
A2	—	—	—	—
합계	4.2	21	0.1	2


【사진 37.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

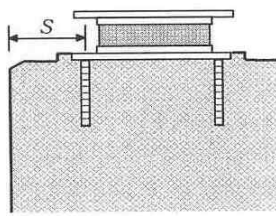
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

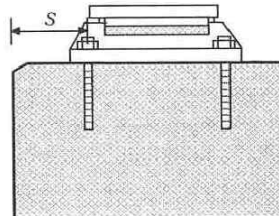
- 무수축물탈에서 조사된 균열은 건조수축에 의해 발생한 것으로 판단되는 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 재료분리의 경우 시공당시 타설불량에 의한 것으로 단면보수가 필요하다.

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 37.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

【사진 37.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 37.3.7】 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 37.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 37.3.8】 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		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
P1		고 정 단						
P2	A1측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
	A2측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
P3		고 정 단						
A2		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
1) 조사당시 온도 : 14.7 $^{\circ}C$ (조사일 : 2019년 11월 1일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (보통지방)								

【표 37.3.9】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-10	66	86	8.9	9.1	±76	
	SH2	-10	66	86			±76	
	SH3	-10	66	86			±76	
	SH4	-10	66	86			±76	
	SH5	-10	66	86			±76	
P1		고 정 단						
P2	A1측	SH1	5	55	45	8.9	9.1	±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	8.9	9.1	±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	66	86	8.9	9.1	±76	
	SH2	-10	66	86			±76	
	SH3	-10	66	86			±76	
	SH4	-10	66	86			±76	
	SH5	-10	66	86			±76	
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

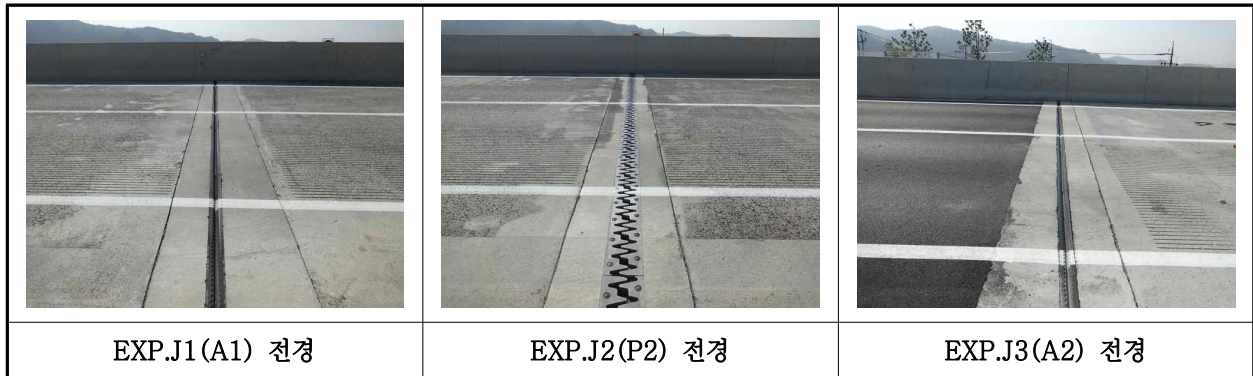
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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 37.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 박락, 표면불량, 차수판 볼트탈락 등이 조사되었다.

【표 37.3.10】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)		후타재 표면불량 (㎡/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)	
A1 (EXP J1)	9.0	30	—	—	—	—	—	—
P2 (EXP J2)	6.0	20	—	—	1.8	1	1.0	1
A2 (EXP J3)	13.5	45	0.7	1	—	—	—	—
합계	28.5	95	0.7	1	1.8	1	1.0	1

	
A1 후타재 균열(0.2mm/0.3m)	P2 후타재 균열(0.2mm/0.3m)

【사진 37.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

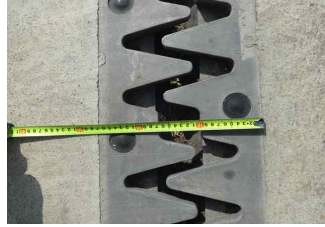
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량 통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2019. 11. 01. 기온 적용: 14.7℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-14.7℃ = 20.3℃ ΔT(수축시) : -5℃-(14.7℃) = 19.7℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선평창계수 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	선평창계수 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	선평창계수 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 37.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 37.3.11】 신축이음 신축이동량 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선평창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
P2	A1측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
	A2측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
A2		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	

1) 조사당시 온도 : 14.7 $^{\circ}C$ (조사일 : 2019년 11월 1일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (보통지방)

【표 37.3.12】 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	8.9	9.1	25	60	33.9	15.9	O.K
P2	17.8	18.2	70	120	87.8	51.8	O.K
A2	8.9	9.1	32	60	40.9	22.9	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 1일)로써 이때 측정유간은 25.0~70.0mm 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.



교면포장 전경

【사진 37.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 본선 콘크리트 포장면 전구간 망상균열과 A2측 접속도로구간 아스콘 파손이 조사되었다.

【표 37.3.13】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (m ² /개소)		아스콘 파손 (m ² /개소)		비고
S1	360.0	1	—	—	
S2	360.0	1	—	—	
S3	360.0	1	—	—	
S4	360.0	1	0.04	1	A2측 접속도로
합계	1,440.0	4	1.96	2.92	

	
S1 교면포장 망상균열	A2측 접속도로 아스콘 파손

【사진 37.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교면포장에 발생된 망상균열 및 파손은 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 37.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.14】 배수시설 외관조사 결과

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

	
배수시설 배수구 상태양호	배수시설 배수관 상태양호

【사진 37.3.21】 배수시설 전경

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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 37.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.15】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)	
S1	4.6	23
S2	4.6	23
S3	3.6	18
S4	3.6	18
합계	16.4	102

S1 방호벽 균열부 백태	S2 방호벽 균열부 백태
S3 방호벽 균열부 백태	S4 방호벽 균열부 백태

【사진 37.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

37.3.3 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 37.3.25】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.16】 바닥판하면 현장조사 결과

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



바닥판 하면 상태양호

【사진 37.3.26】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 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.

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 37.3.27】 거더 전경

2) 현장조사 결과

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



거더 상태양호

거더 상태양호

【사진 37.3.28】 거더 손상현황

【표 37.3.17】 거더 외관조사 결과

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

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 거더 조사결과 현재 균열, 박리 및 박락 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이며, 공용중 손상의 신규 및 추가발생 여부에 대해 정기점검을 통한 유지관리가 필요하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



가로보 전경

【사진 37.3.29】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.18】 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

	
S1 가로보 박락	S1 가로보 박락 및 철근노출

【사진 37.3.30】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

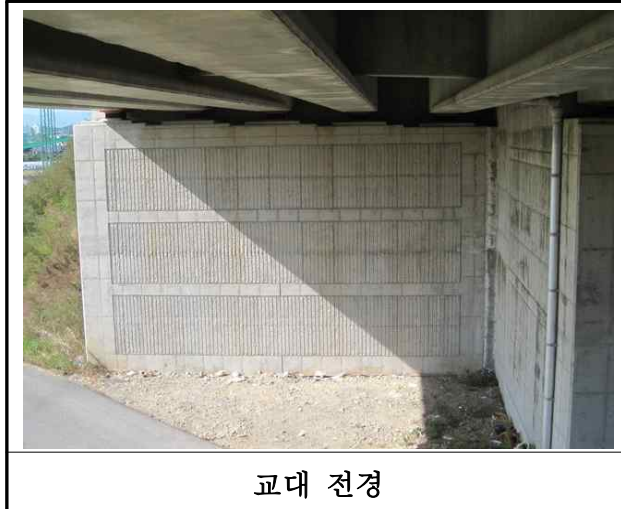
4) 검토의견

- 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.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



교대 전경

【사진 37.3.31】 교대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.19】 교대 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)		들뜸 (㎡/개소)	
A1	3.0	1	—	—
A2	—	—	0.1	1
합계	3.0	1	0.1	1

A photograph showing a close-up of a concrete surface with a fine, vertical crack. Handwritten text '19정밀' and '02/30' with an arrow pointing to the crack is visible on the concrete.	A photograph showing a vertical joint in a concrete structure where the surface material is peeling or delaminating, revealing a rougher interior.
A1 균열(폭0.3mm미만) (0.1mm/1.0m)	A2 조인트부 들뜸

【사진 37.3.32】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열은 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.

마. 교각

1) 부재의 개요

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



【사진 37.3.33】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만) 등이 조사되었다.

【표 37.3.20】 교각 외관조사 결과

구분	균열 0.3mm미만 (m/개소)	
P1	6.5	13
P2	—	—
P3	4.5	9
합계	11.0	22

	
P1 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)	P3 코핑부 균열(0.2mm/0.5m)

【사진 37.3.34】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

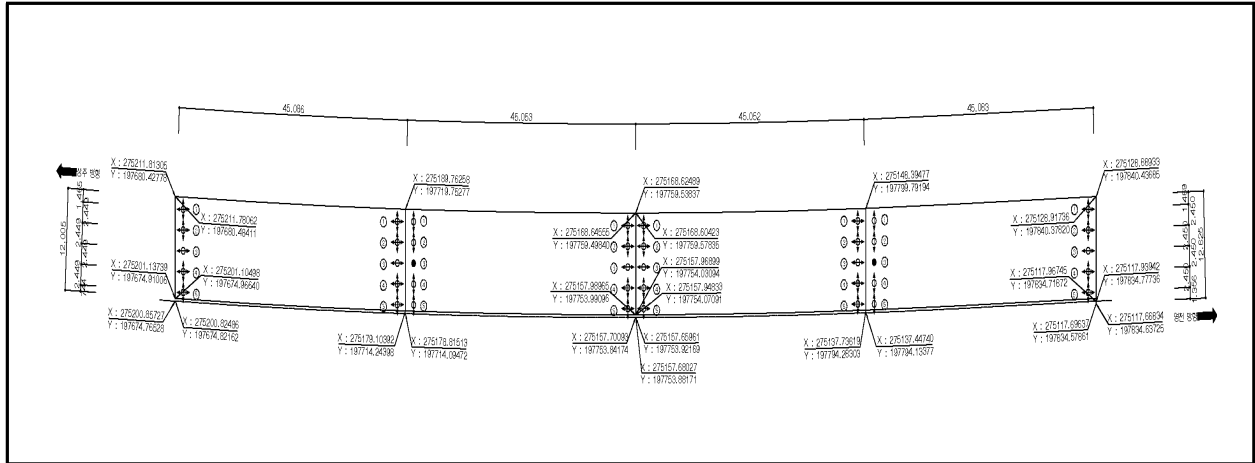
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

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



【그림 37.3.2】 교량받침 배치도



【사진 37.3.35】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.21】교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		무수축물탈 박락 (㎡/개소)		받침콘크리트 망상균열 (㎡/개소)		플레이트 부식 (EA/개소)		스토퍼 간섭 (EA/개소)	
A1	—	—	0.01	1	—	—	—	—	—	—
P1	0.2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	0.2	1	—	—	—	—	2	2	1	1
P3	0.6	3	—	—	0.25	1	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	1.0	5	0.01	1	0.25	1	2	2	1	1



【사진 37.3.36】교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

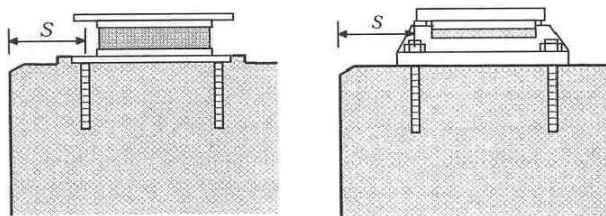
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 무수축물탈 및 반침콘크리트에서 발생된 균열 및 망상균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며 표면보수 등의 조치가 요망된다.
- A1에서 발생된 무수축물탈 박락의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 반침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.
- 교량반침의 일부구간 발생된 스토퍼 간섭의 경우 반침의 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.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무반침

(b) 강재반침

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

【그림 37.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 37.3.37】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 37.3.22】 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 37.3.38】 교량받침 이동량 측정

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

【표 37.3.23】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
P1		고 정 단						
P2	A1측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
	A2측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
P3		고 정 단						
A2		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
1) 조사당시 온도 : 14.7 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2019년 10월 31일, 평균온도, 영천)								
2) 검토온도 : -5 $^{\circ}\text{C}$ ~ 35 $^{\circ}\text{C}$ (보통지방)								

【표 37.3.24】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1	SH1	-10	66	86	8.9	9.1	±76	
	SH2	-10	66	86			±76	
	SH3	-10	66	86			±76	
	SH4	-10	66	86			±76	
	SH5	-10	66	86			±76	
P1		고 정 단						
P2	A1측	SH1	5	55	45	8.9	9.1	±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	8.9	9.1	±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	66	86	8.9	9.1	±76	
	SH2	-10	66	86			±76	
	SH3	-10	66	86			±76	
	SH4	-10	66	86			±76	
	SH5	-10	66	86			±76	
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

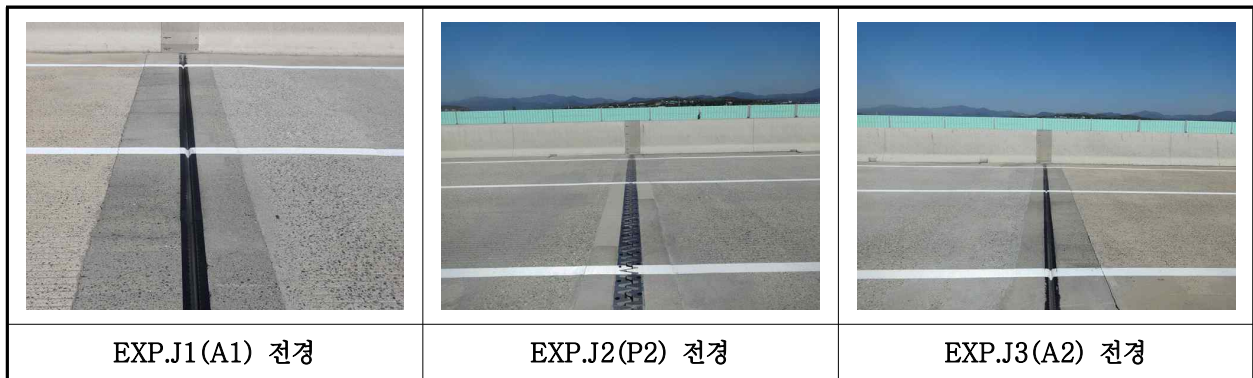
② 교량받침 이동량 검토의견

- 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 37.3.39】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.25】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		본체 고무재 파손 (EA/개소)		차수판 볼트탈락 (EA/개소)	
A1 (EXP J1)	9.0	30	2.0	2	1.0	1
P2 (EXP J2)	3.0	10	—	—	3.0	3
A2 (EXP J3)	7.2	24	—	—	2.0	2
합계	19.2	64	2.0	2	6.0	6

	
A1 본체 고무재 손상	A2 후타재 균열

【사진 37.3.40】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

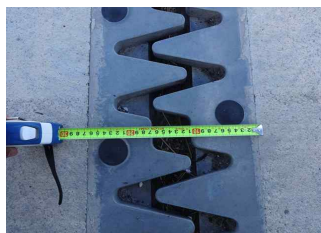
- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 본체 고무재 손상의 경우 차량의 반복하중 및 충격 등에 의한 것으로 판단되며, 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 시 교체 등 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2019. 10. 31. 기온 적용: 14.7℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-14.7℃ = 20.3℃ ΔT(수축시) : -5℃-(14.7℃) = 19.7℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팡창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 37.3.41】 신축이음 유간 측정방법

【표 37.3.26】 신축이음 신축이동량 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팡창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
P2	A1측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
	A2측	19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	
A2		19.7	20.3	0.00001	45.0	8.9	9.1	

1) 조사당시 온도 : 14.7 $^{\circ}C$ (조사일 : 2019년 10월 31일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (보통지방)

【표 37.3.27】 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	8.9	9.1	40	60	48.9	30.9	O.K
P2	17.8	18.2	63	120	80.8	44.8	O.K
A2	8.9	9.1	35	60	43.9	25.9	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 1일)로써 이때 측정유간은 35.0~63.0mm 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.



교면포장 전경

【사진 37.3.42】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 본선 콘크리트 포장면 전구간과 A2측 접속도로구간에서 콘크리트 포장면 망상균열이 조사되었다.

【표 37.3.28】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/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	



【사진 37.3.43】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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 37.3.44】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.29】 배수시설 외관조사 결과

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

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

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 37.3.45】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 37.3.30】 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

	
S1 방호벽 균열부 백태	S2 방호벽 균열부 백태
	
S3 방호벽 균열부 백태	S4 방호벽 균열부 백태

【사진 37.3.46】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

4) 검토의견

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

37.3.4 외관조사 총괄표

【표 37.3.31】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	2.5	5	
	박락	m ²	0.06	1	
거더	박락	m ²	0.15	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.0	2	
	백태	m ²	0.03	1	
	들뜸	m ²	1.8	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.0	8	
	이물질퇴적(폐콘크리트)	m ²	1.0	1	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	4.2	21	
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.1	2	
신축이음	후타재 균열	m	28.5	95	
	후타재 박락	m ²	0.7	1	
	후타재 표면불량	m ²	1.8	1	
	차수판 볼트 탈락	EA	1.0	1	
교면포장	망상균열	m ²	1,440.0	4	
	접속도로 아스콘 파손	m ²	1.96	2.92	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열부 백태	m ²	16.4	102	

【표 37.3.32】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
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	3.0	1	
	들뜸	m ²	0.1	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	11.0	22	
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.0	5	
	무수축물탈 박락	m ²	0.01	1	
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.25	1	
	플레이트 부식	EA	2	2	
	스토퍼 간섭	EA	1	1	
신축이음	후타재 균열	m	19.2	64	
	본체 고무재 피손	m ²	2.0	2	
	차수판 볼트 탈락	EA	6.0	6	
교면포장	망상균열	m ²	1,000.0	5	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽 및 중분대	균열부 백태	m ²	19.8	99	

37.3.5 전회차 손상물량 비교

본 시설물은 금회 정밀안전점검이 최초 점검이다.

37.4 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(2019. 01, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

37.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 37.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트:1 개소/50m	• 철근콘크리트:1 개소/50m	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	2	2	

【표 37.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 철근콘크리트:1개소/50m	• 철근콘크리트:1개소/50m	4	4	4	4	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	2	2	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

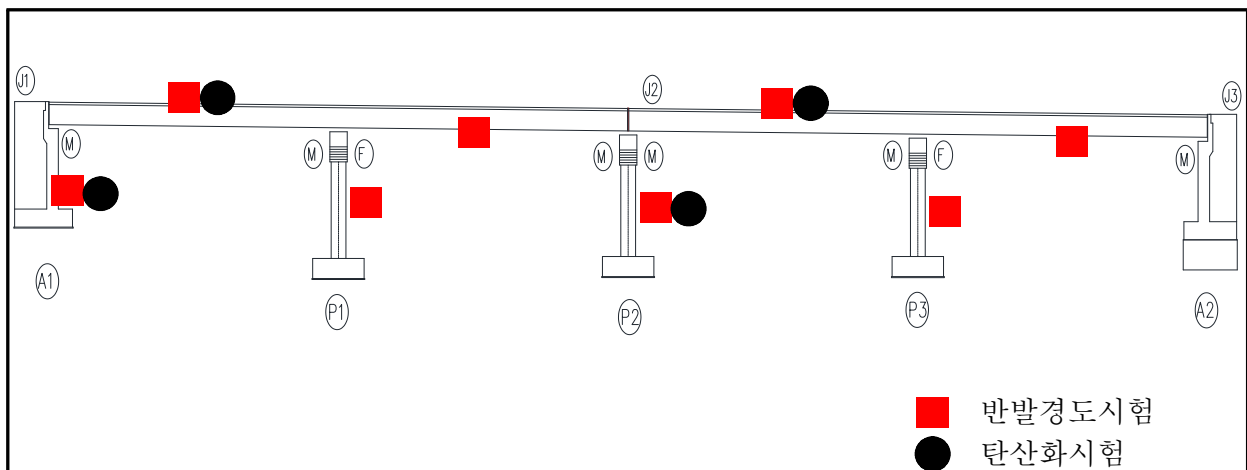
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

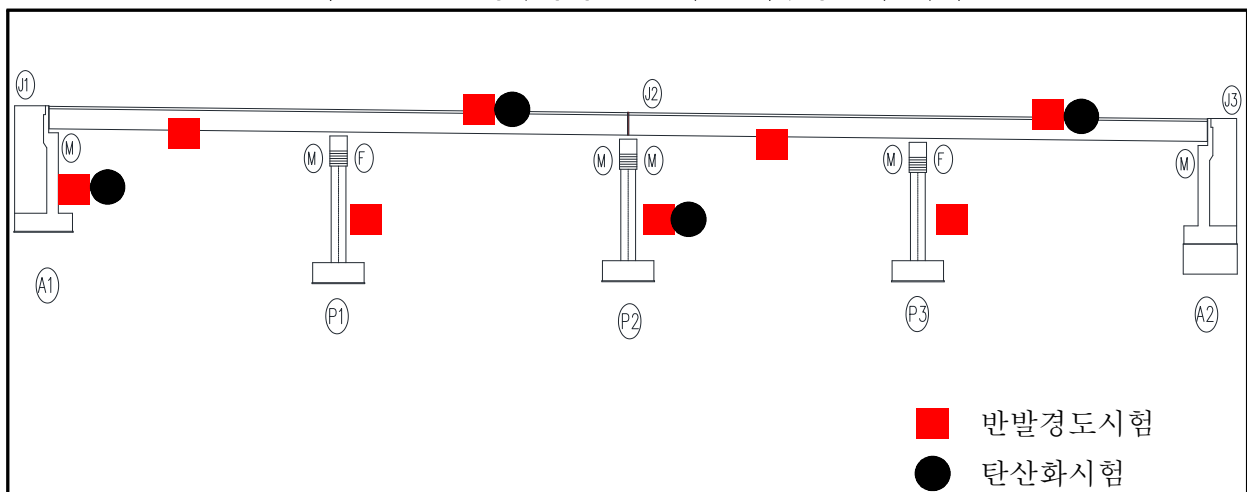


【사진 37.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 37.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 37.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

37.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 6개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 37.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.0	27.6	28.7	0.66	27.0	
	S3 바닥판하면	47.2	27.8	28.8			
	S2-G2 거더	47.4	40.1	46.5		40.0	
	S4-G1 거더	47.8	40.5	47.1			
	평 균	47.4	34.0	37.8	—	—	

【표 37.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.3	26.2	27.9	0.66	24.0	
	P1 교각	46.7	27.4	28.5		27.0	
	P2 교각	46.3	27.0	28.3			
	P3 교각	48.2	28.6	29.2			
	평 균	46.6	27.3	28.5	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.0~37.8MPa, 하부구조 27.3~28.5MPa 로
측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것
으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가
발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 37.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.7 ~ 28.7	27.0	102.6 ~ 106.3
	거더	40.3 ~ 46.8	40.0	100.8 ~ 116.9
하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	109.1 ~ 116.1
	교각	27.7 ~ 28.7	27.0	102.5 ~ 106.3

② 기 점검결과와의 비교

【표 37.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	27.3~27.4	27.1~28.2	24.0~27.0
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 37.4.7】탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	3.0	40.0	37.0	a	2.12	100년이상	
	S7 바닥판하면	2.5	40.0	37.5	a	1.77	100년이상	
하부구조	A1 벽체	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P2 코핑부	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 37.4.8】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.5~3.0	37.0~37.5	
하부구조	6.0~7.0	93.0~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 37.4.9】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	7.0~14.0	44.0~58.0	a	2.5~3.0	37.0~37.5	a	
하부구조	8.5~12.0	41.0~102.5	a	6.0~7.0	93.0~94.0	a	
검토의견	■ 기준 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.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 6개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 37.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S2 바닥판하면	47.0	27.6	28.7	0.66	27.0	
	S4 바닥판하면	46.7	27.4	28.5			
	S1-G3 거더	47.9	40.6	47.2		40.0	
	S3-G1 거더	47.6	40.3	46.8			
	평 균	47.3	34.0	37.8	—	—	

【표 37.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	45.1	26.0	27.8	0.66	24.0	
	P1 교각	47.7	28.2	29.0		27.0	
	P2 교각	48.1	28.5	29.2			
	P3 교각	46.9	27.5	28.6			
	평 균	47.0	27.6	28.7	—	—	

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.0~37.8MPa, 하부구조 27.6~28.7MPa 로
측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것
으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가
발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 37.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.5 ~ 28.6	27.0	101.8 ~ 105.9
	거더	40.5 ~ 47.0	40.0	101.8 ~ 117.5
하부구조	교대	26.0 ~ 27.8	24.0	108.4 ~ 115.7
	교각	28.1 ~ 28.9	27.0	104.1 ~ 107.1

② 기 점검결과와의 비교

【표 37.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	25.4~27.4	26.9~28.5	24.0~27.0
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 37.4.14】 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	S2 바닥판하면	3.5	40.0	36.5	a	2.47	100년이상	
	S4 바닥판하면	3.0	40.0	37.0	a	2.12	100년이상	
하부구조	A1 교대	6.0	100.0	94.0	a	4.24	100년이상	
	P2 교각	7.0	100.0	93.0	a	4.95	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 37.4.15】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~3.5	36.5~37.0	
하부구조	6.0~7.0	93.0~94.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 37.4.16】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	초기점검			금회 정밀안전진단			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.5~2.0	31.5~85.0	a	3.0~3.5	36.5~37.0	a	
하부구조	6.5~10.0	44.5~144.0	a	6.0~7.0	93.0~94.0	a	
검토의견	■ 기준 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 37.4.17】상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.7 ~ 28.7	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.3 ~ 46.8	40.0	
	하부구조	교대	26.2 ~ 27.9	24.0	
		교각	27.7 ~ 28.7	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		37.0~37.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 37.4.18】영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.5 ~ 28.6	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.5 ~ 47.0	40.0	
	하부구조	교대	26.0 ~ 27.8	24.0	
		교각	28.1 ~ 28.9	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		36.5~37.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		93.0~94.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

본 구조물은 금회 점검이 준공후 최초 정밀안전점검이다.

【표 37.4.19】상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 27.6		27.7 ~ 28.7		■ 강도저하 없음
		거더	-		40.3 ~ 46.8		
	하부구조	교대	26.5 ~ 28.1		26.2 ~ 27.9		
		교각	27.1 ~ 27.4		27.7 ~ 28.7		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		44.0~58.0	a	37.0~37.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		41.0~102.5	a	93.0~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용연수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 37.4.20】영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			초기점검		금회 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 27.9		27.5 ~ 28.6		■ 강도저하 없음
		거더	-		40.5 ~ 47.0		
	하부구조	교대	24.3 ~ 26.5		26.0 ~ 27.8		
		교각	27.1 ~ 27.4		28.1 ~ 28.9		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.5~85.0	a	36.5~37.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		44.5~144.0	a	93.0~94.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

37.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2019. 1.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

37.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상주방향

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

【표 37.5.1】 상주방향 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	DR Girder	a	a	a	b	a	b	b	a	b	q	a	a
S2	P1	DR Girder	a	b	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S3	P2	DR Girder	b	a	a	b	a	b	b	b	b	q	—	a
S4	P3	DR Girder	a	a	a	b	a	b	—	b	a	q	a	—
	A2								b	a	b	q	—	—
평균			0.125	0.125	0.100	0.200	0.100	0.200	0.200	0.160	0.180	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.023	0.025	0.005	0.014	0.003	0.004	0.018	0.014	0.036	—	0.004	0.003
													0.149	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.149) < 0.260$

나. 영천방향

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

【표 37.5.2】 영천방향 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	DR Girder	a	a	b	b	a	b	b	b	b	q	—	a
S2	P1	DR Girder	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	a	—
S3	P2	DR Girder	a	a	b	b	a	b	b	b	a	q	—	a
S4	P3	DR Girder	a	a	a	b	a	b	—	b	b	q	a	—
	A2								b	a	b	q	—	—
평균			0.100	0.100	0.150	0.200	0.100	0.200	0.200	0.180	0.180	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균X가중치)/가중치합			0.018	0.020	0.008	0.014	0.003	0.004	0.018	0.016	0.036	—	0.004	0.003
													0.144	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.144) < 0.260$

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 37.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
상주방향	0.149	B	180	2	360	0.500	0.074
영천방향	0.144	B	180	2	360	0.500	0.072
합계(Σ)			360	4	720	1.000	0.146
1. 평가지수 =							0.146
2. 상태평가결과 =							B

37.5.2 기 점검 결과와의 비교

가. 상주방향

- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

나. 영천방향

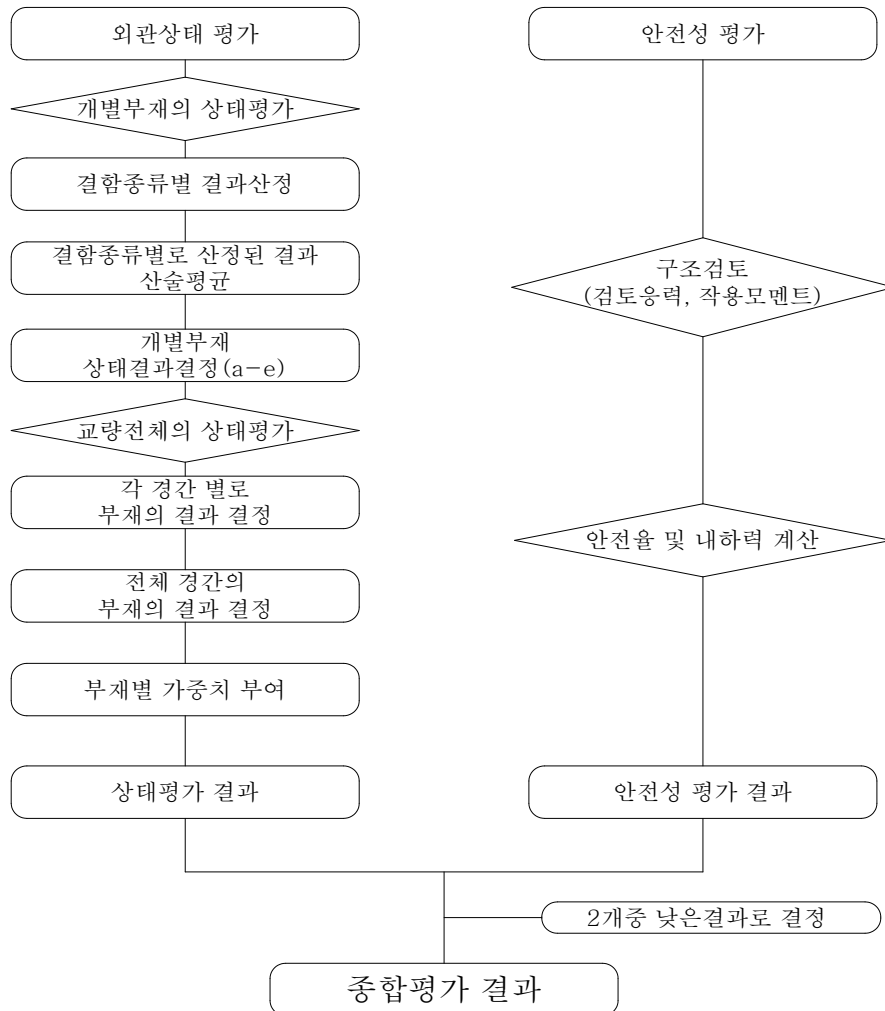
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었다.

37.6 종합평가 및 안전등급 지정

37.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 37.6.1】 종합평가 결과 산정절차

37.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

【표 37.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
단포교	0.146	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

37.6.3 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.

【표 37.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

37.7 보수·보강 및 유지관리방안

37.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 37.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	2.5	5	표면처리	하자
	박락	m ²	0.06	1	단면보수	하자
거더	박락	m ²	0.15	1	단면보수	하자
가로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.0	2	표면처리	하자
	백태	m ²	0.03	1	단면보수	하자
	들뜸	m ²	1.8	1	단면보수	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.0	8	표면처리	하자
	이물질퇴적(폐콘크리트)	m ²	1.0	1	정비	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	4.2	21	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	m ²	0.1	2	단면보수	2순위
신축이음	후타재 균열	m	28.5	95	표면처리	3순위
	후타재 박락	m ²	0.7	1	단면보수	2순위
	후타재 표면불량	m ²	1.8	1	표면처리	3순위
	차수판 볼트 탈락	EA	1.0	1	정비	3순위
교면포장	망상균열	m ²	1,440.0	4	표면처리	하자
	접속도로 아스콘 파손	m ²	1.96	2.92	단면보수	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열부 백태	m ²	16.4	102	표면처리	3순위

나. 영천방향

【표 37.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	박리	m ²	0.12	3	단면보수	하자
	박락	m ²	0.06	1	단면보수	하자
	박락 및 철근노출	m ²	0.24	4	단면보수+방청	하자
교대	균열(0.3mm미만)	m	3.0	1	표면처리	하자
	들뜸	m ²	0.1	1	단면보수	하자
교각	균열(0.3mm미만)	m	11.0	22	표면처리	하자
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.0	5	표면처리	3순위
	무수축물탈 박락	m ²	0.01	1	단면보수	2순위
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.25	1	표면처리	3순위
	플레이트 부식	EA	2	2	재도장	2순위
	스토퍼 간섭	EA	1	1	유지관리	4순위
신축이음	후타재 균열	m	19.2	64	표면처리	3순위
	본체 고무재 피손	m ²	2.0	2	유지관리	4순위
	차수판 볼트 탈락	EA	6.0	6	정비	3순위
교면포장	망상균열	m ²	1,000.0	5	표면처리	하자
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—
방호벽 및 중분대	균열부 백태	m ²	19.8	99	표면처리	3순위

37.7.2 개략공사비

가. 상주방향

【표 37.7.3】 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열 (0.3mm미만)	표면처리	2.5	0.94	m²	—	—	하자
	박락	단면보수	0.06	0.09	m²	—	—	하자
거더	박락	단면보수	0.15	0.23	m²	—	—	하자
교대	균열 (0.3mm미만)	표면처리	5.0	1.88	m²	—	—	하자
	백태	표면처리	0.03	0.05	m²	—	—	하자
	들뜸	단면보수	1.8	2.70	m²	—	—	하자
교각	균열 (0.3mm미만)	표면처리	4.0	1.50	m²	—	—	하자
	이물질퇴적 (폐콘크리트)	청소	1.0	1.50	m²	—	—	하자
교량 받침	무수축물탈균열 (0.3mm미만)	표면처리	4.2	1.58	m	54	85	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.1	0.15	m²	165	25	2순위
신축 이음	후타재 균열	표면처리	28.5	10.69	m²	54	577	3순위
	후타재 박락	단면보수	0.7	1.05	m²	165	173	2순위
	후타재 표면불량	표면처리	1.8	2.70	m²	54	146	3순위
	차수판 볼트 탈락	재체결	1.0	1.0	EA	25	25	3순위
교면 포장	망상균열	재포장	1,440	2160	m²	—	—	하자
	접속도로 아스콘 파손	재포장	1.96	2.94	m²	—	—	하자
방호벽	균열부 백태	표면처리	16.4	24.60	m²	54	1,329	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		198		2,162		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		99		1,081		
	합계	—		297		3,243		
개략공사비 총계(천원)		3,540						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 영천방향

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 37.7.4】 영천방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
가로보	박리	단면보수	0.12	0.18	m ²	－	－	하자
	박락	단면보수	0.06	0.09	m ²	－	－	하자
	박락 및 철근노출	단면보수	0.24	0.36	m ²	－	－	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.0	1.13	m ²	－	－	하자
	들뜸	단면보수	0.1	0.15	m ²	－	－	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	11.0	4.13	m ²	－	－	하자
교량 받침	무수축물탈균열 (0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.38	m ²	54	21	3순위
	무수축물탈 박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	165	3	2순위
	받침콘크리트 망상균열	표면처리	0.25	0.38	m ²	54	21	3순위
	플레이트 부식	재도장	2	3.00	EA	40	120	2순위
	스토퍼 간섭	유지관리	1	1	EA	－	－	4순위
신축 이음	후타재 균열	표면처리	19.2	7.20	m ²	54	389	3순위
	본체 고무재 피손	유지관리	20	30.00	m	－	－	4순위
	차수판 볼트 탈락	재체결	6.0	6.0	EA	25	150	3순위
교면 포장	망상균열	재포장	1,000	1,500	m ²	－	－	하자
방호벽	균열부 백태	표면처리	19.8	29.70	m ²	54	1,604	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	－		123		2,185		
	재경비 (순공사비의 50%)	－		62		1,093		
	합계	－		185		3,278		
개략공사비 총계(천원)		3,468						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

37.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 37.7.5】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	방호벽 손상여부 점검
배수시설	배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	- 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	- 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	- 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	- 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	- 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

		—
① 가로보 박락 및 철근노출 - 진전 여부확인		

37.8 종합결론

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, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

37.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

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

2) PSCI Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과 전반적으로 양호한 상태이나, 일부구간인 S2구간에서 콘크리트 박락 손상이 조사되었다.
- 거더에 발생한 박락 손상은 시공당시 외부 충격에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보

- 가로보의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

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

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만), 코핑 상부 이물질(폐콘크리트)퇴적 등이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

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

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 박락, 표면불량, 차수관 볼트탈락 등이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산면지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 1일)로써 이때 측정유간은 25.0~70.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 본선 콘크리트 포장면 전구간 망상균열과 A2측 접속도로구간 아스콘 파손이 조사되었다.

- 교면포장에 발생된 망상균열 및 파손은 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 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 균열 및 백태 등이 조사되었다.
- 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

11) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.0~37.8MPa, 하부구조 27.3~28.5MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 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 정기점검을 통한 유지관리가 필요하다.

2) PSCI Girder

- 거더 조사결과 현재 균열, 박리 및 박락 등의 손상은 관찰되지 않은 상태이며, 공용중 손상의 신규 및 추가발생 여부에 대해 정기점검을 통한 유지관리가 필요하다.

3) 가로보

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

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(폭0.3mm미만), 조인트부 들뜸 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 발생한 균열은 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.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과 균열(폭0.3mm미만) 등이 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과, 무수축물탈 균열과 받침콘크리트 망상균열, 플레이트 부식, 스톱퍼 간섭 등이 조사되었다.
- 무수축물탈 및 받침콘크리트에서 발생한 균열 및 망상균열은 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정되며 표면보수 등의 조치가 요망된다.
- A1에서 발생한 무수축물탈 박락의 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.
- 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

- 신축이음 현장조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 본체 고무재 손상, 차수판 볼트 탈락 등이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 본체 고무재 손상의 경우차량의 반복하중 및 충격 등에 의한 것으로 판단되며, 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 교체 등 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 신축이음장치에 대한 신축유간 측정결과, 측정일 온도는 14.7℃(11월 1일)로써 이때 측정유간은 35.0~63.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 현장조사 결과 본선 콘크리트 포장면 전구간과 A2측 접속도로구간에서 콘크리트 포장면 망상 균열이 조사되었다.
- 교면포장에 발생한 망상균열은 손은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적

인 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 백태, 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 또한, 발생한 접속부 단차, 파손의 경우 접속부 침하 등의 원인으로 추정되며 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 34.0~37.8MPa, 하부구조 27.6~28.7MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa~40.0MPa, 하부: 24.0MPa~27.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 3.0~3.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 2017년 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 신규 발생되었다.
- 본 시설물은 준공이후 최초 정밀안전점검으로 상태평가 결과 “0.146, B등급”으로 평가되었다.

라. 결론

- 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 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

37.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.