

30. 내포교

- 30.1 시설물 개요
- 30.2 자료수집 및 분석
- 30.3 현장조사
- 30.4 콘크리트 내구성조사
- 30.5 안전성능 평가
- 30.6 내구성능 평가
- 30.7 사용성능 평가
- 30.8 종합성능평가
- 30.9 유지관리 전략제안
- 30.10 종합결론 및 건의사항

30. 내포교

30.1 시설물의 개요

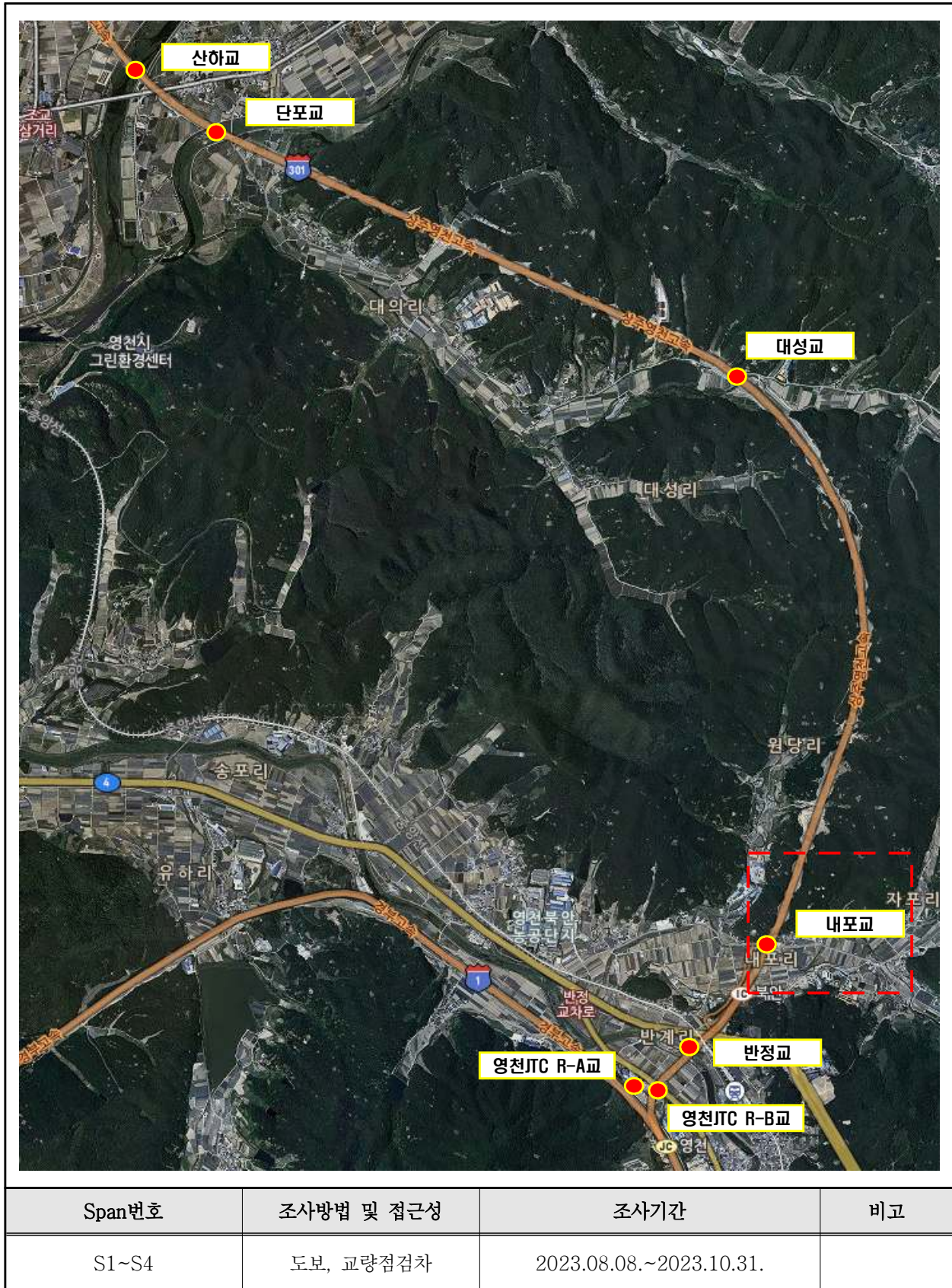
본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 내포리(상주영천고속도로 93.083~93.203km)에 위치한 교량으로서 총 연장 180.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

30.1.1 일반사항

【표 30.1.1】 내포교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2017-0000262		관리번호		SY BR.39	
시설물위치		경상북도 영천시 북안면 내포리		준공년월일		2017. 06. 27	
관리이정		93.083~93.203km		공사이정		8.425~8.545km	
설계하중		DB-24		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=120.0m, (4@30m=120m)					
	폭	B=24.5m, 4차로					
구조 형식	상부	PSC BEAM		기초 형식	교 각	직접기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : T형			교 대	말뚝기초	
교량받침		고무받침		신축이음		핑거	
교차시설물		용호천		통과높이		16.2m	
부착시설내용		-					
시 공 자		대림산업(주)		관리주체		상주영천고속도로(주)	

30.1.2 위치도 및 전경사진

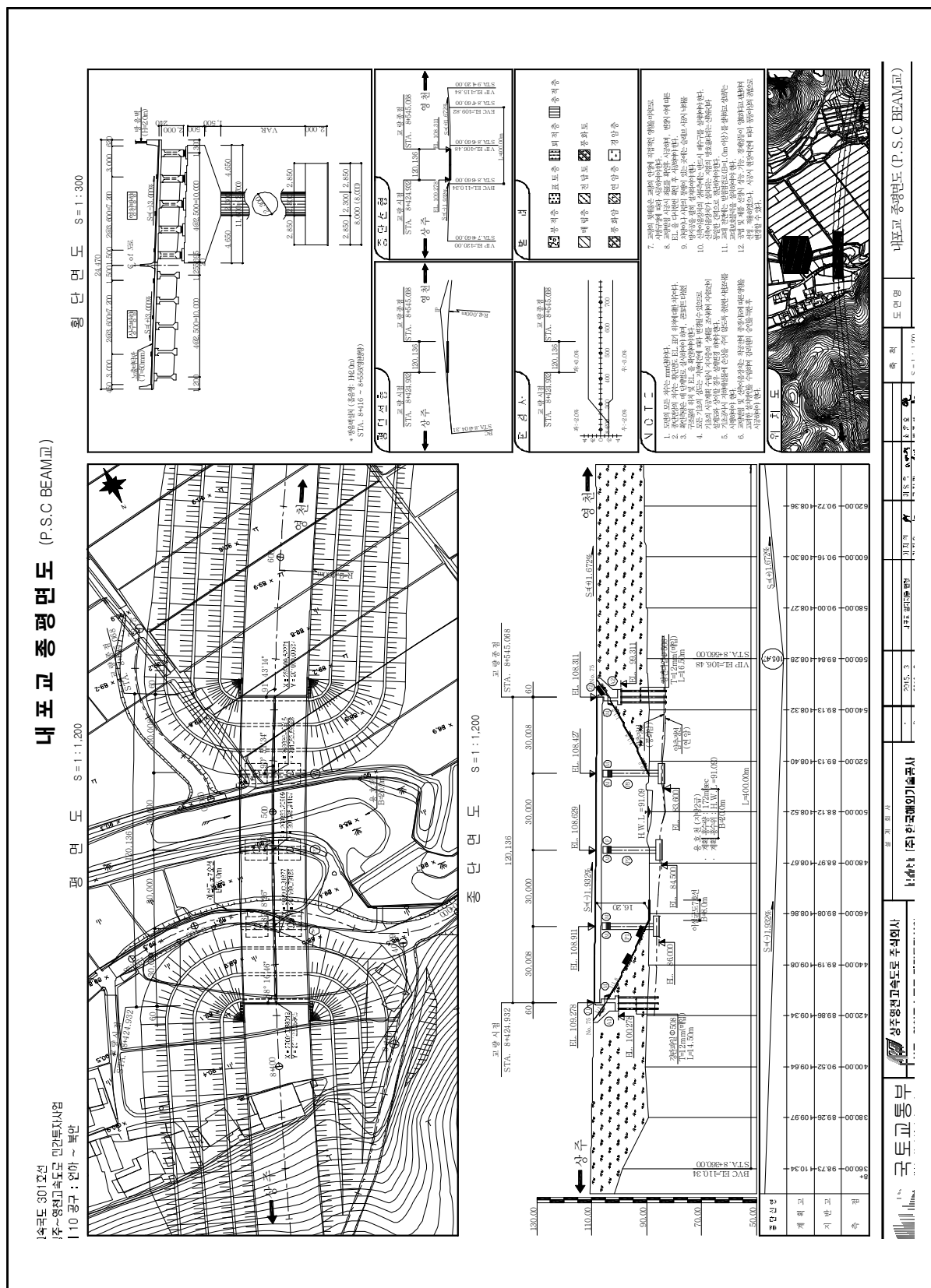


【그림 30.1.1】 위치도

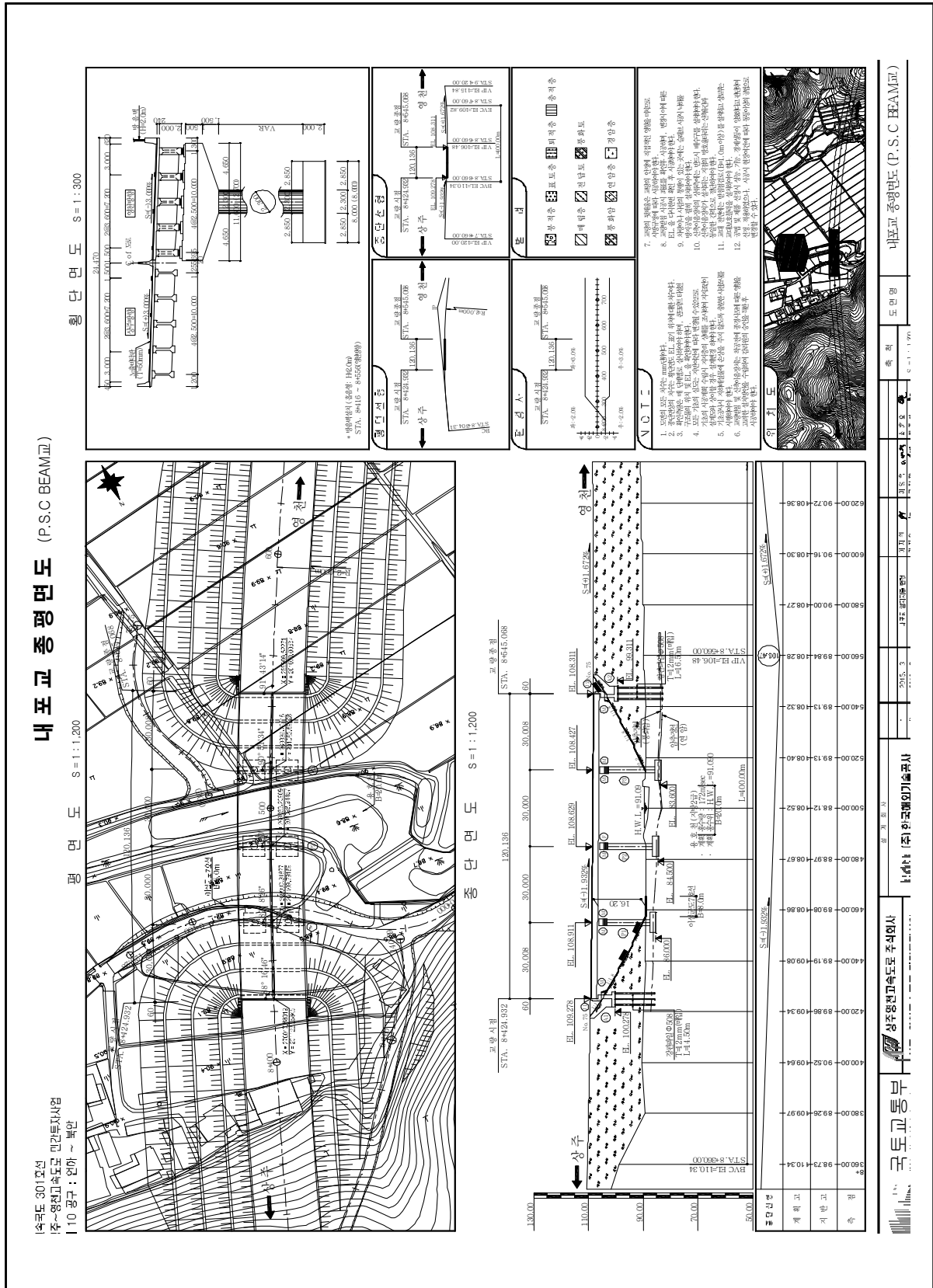
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 및 바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

【사진 30.1.1】 부재별 현황

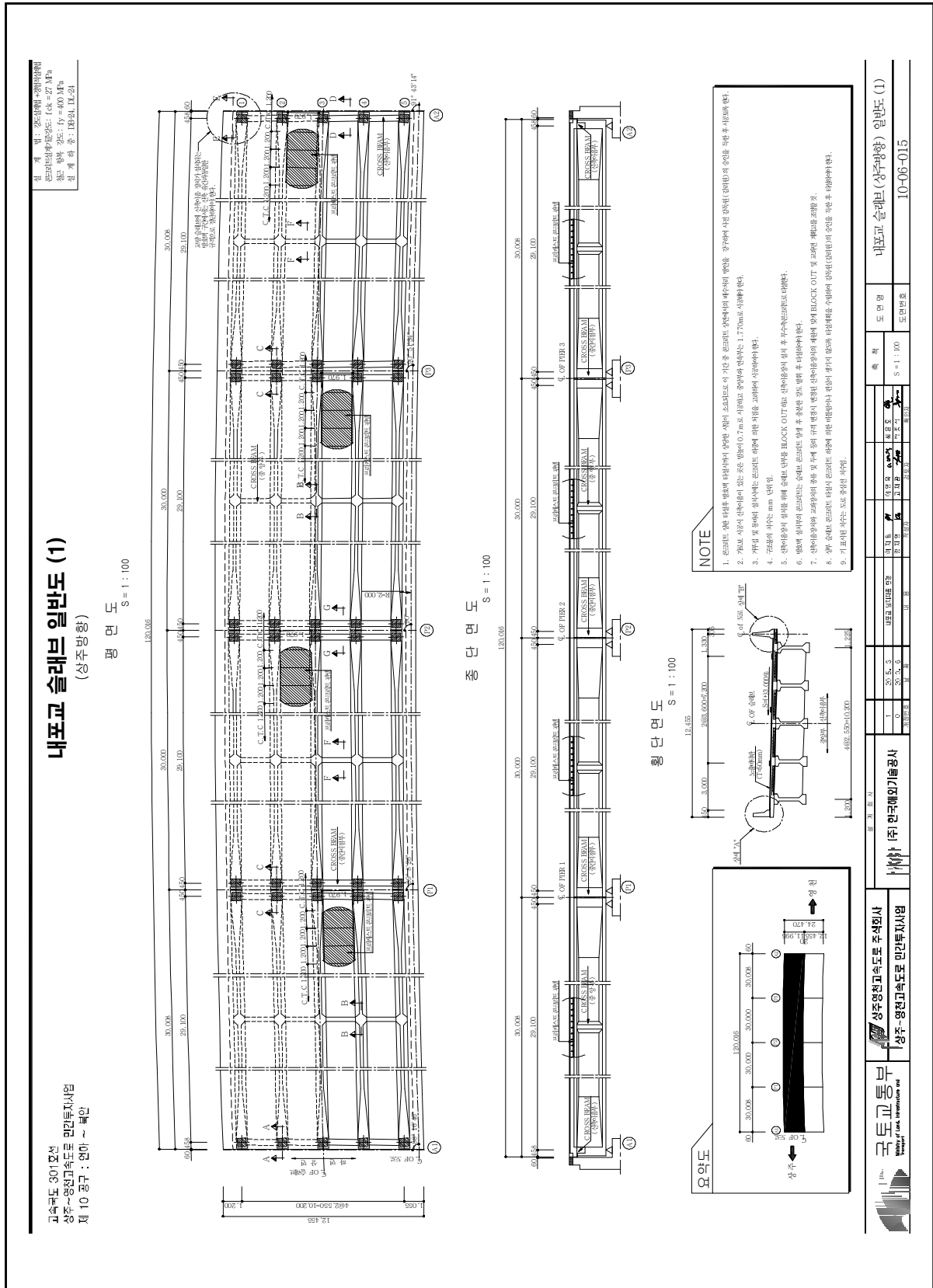
30.1.3 시설물 일반도



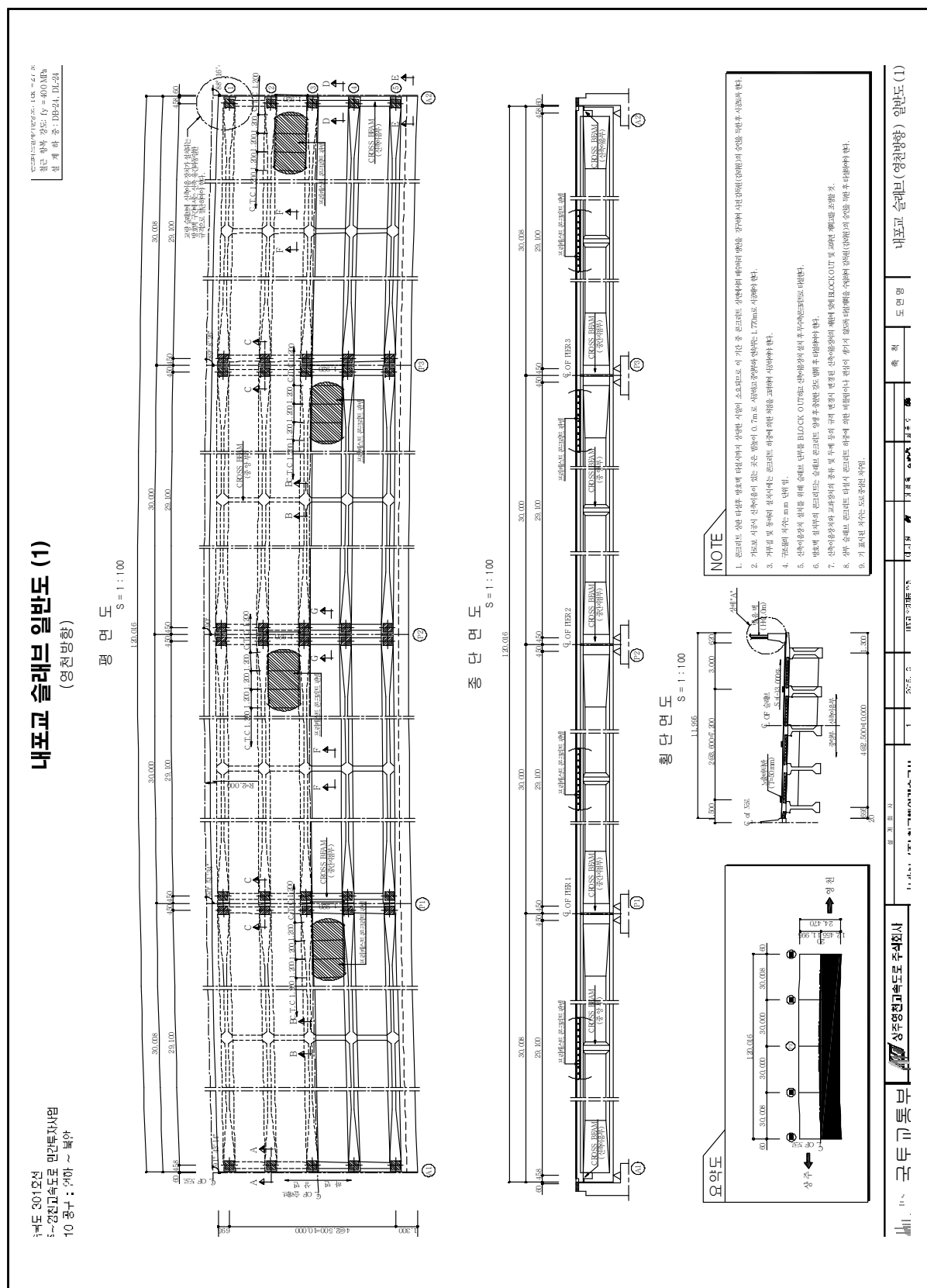
【그림 30.1.2】 평면 및 종단면도(상주방향)



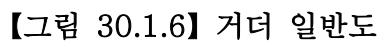
【그림 30.1.3】 평면 및 중단면도(영천방향)

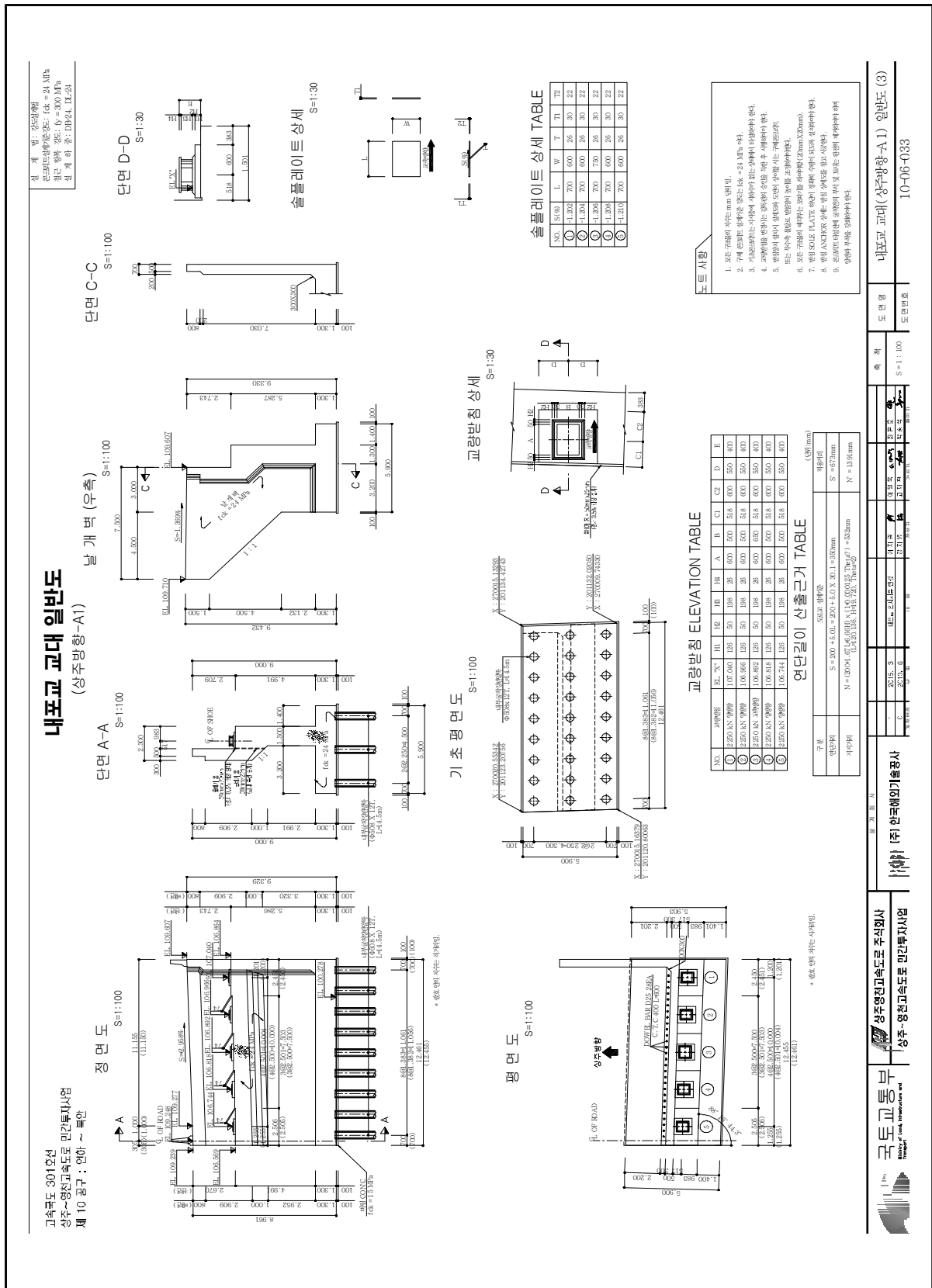


【그림 30.1.4】 슬래브 일반도(상주방향)

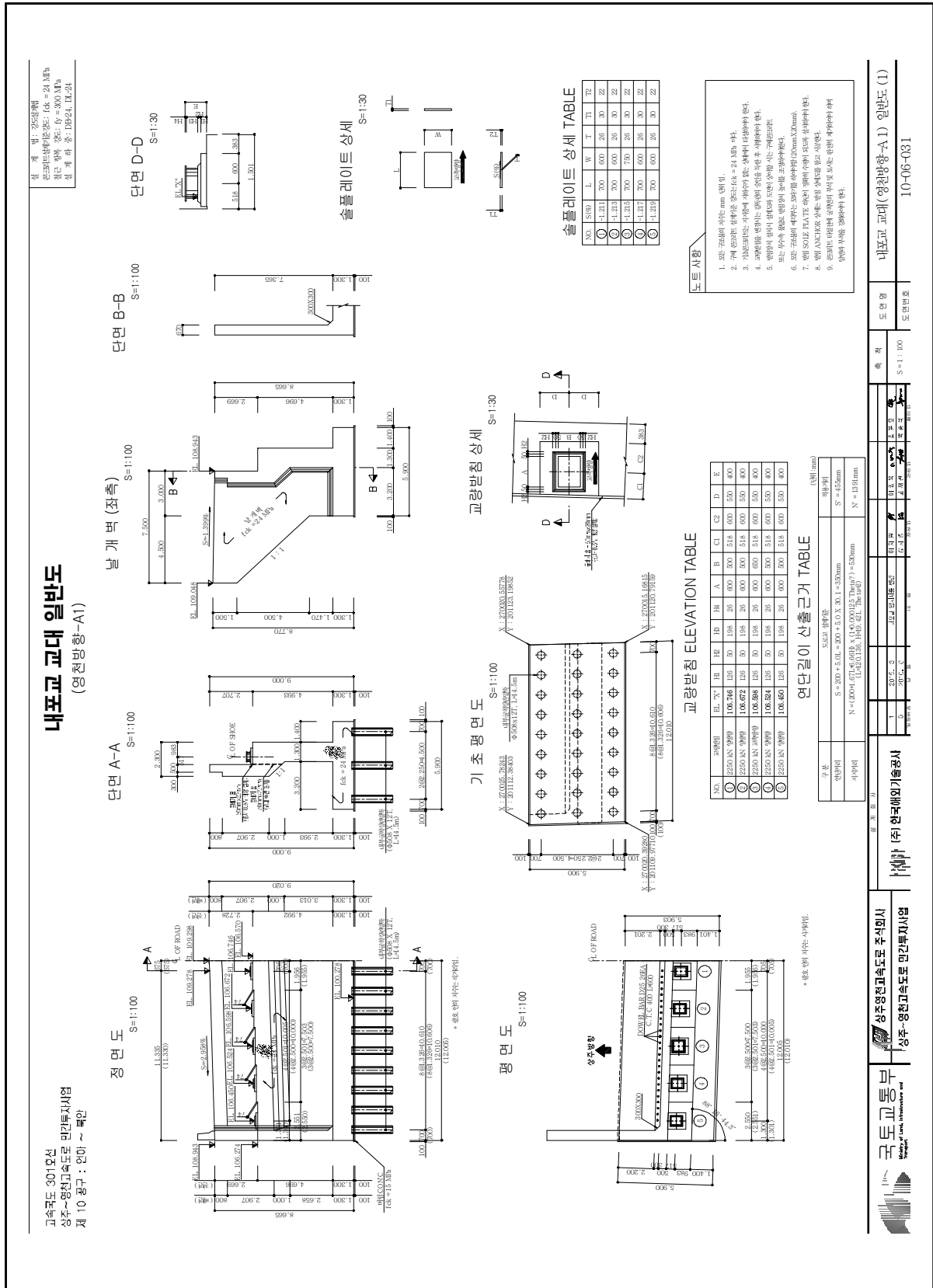


【그림 30.1.5】 슬래브 일반도(영천방향)

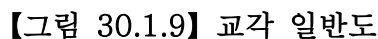


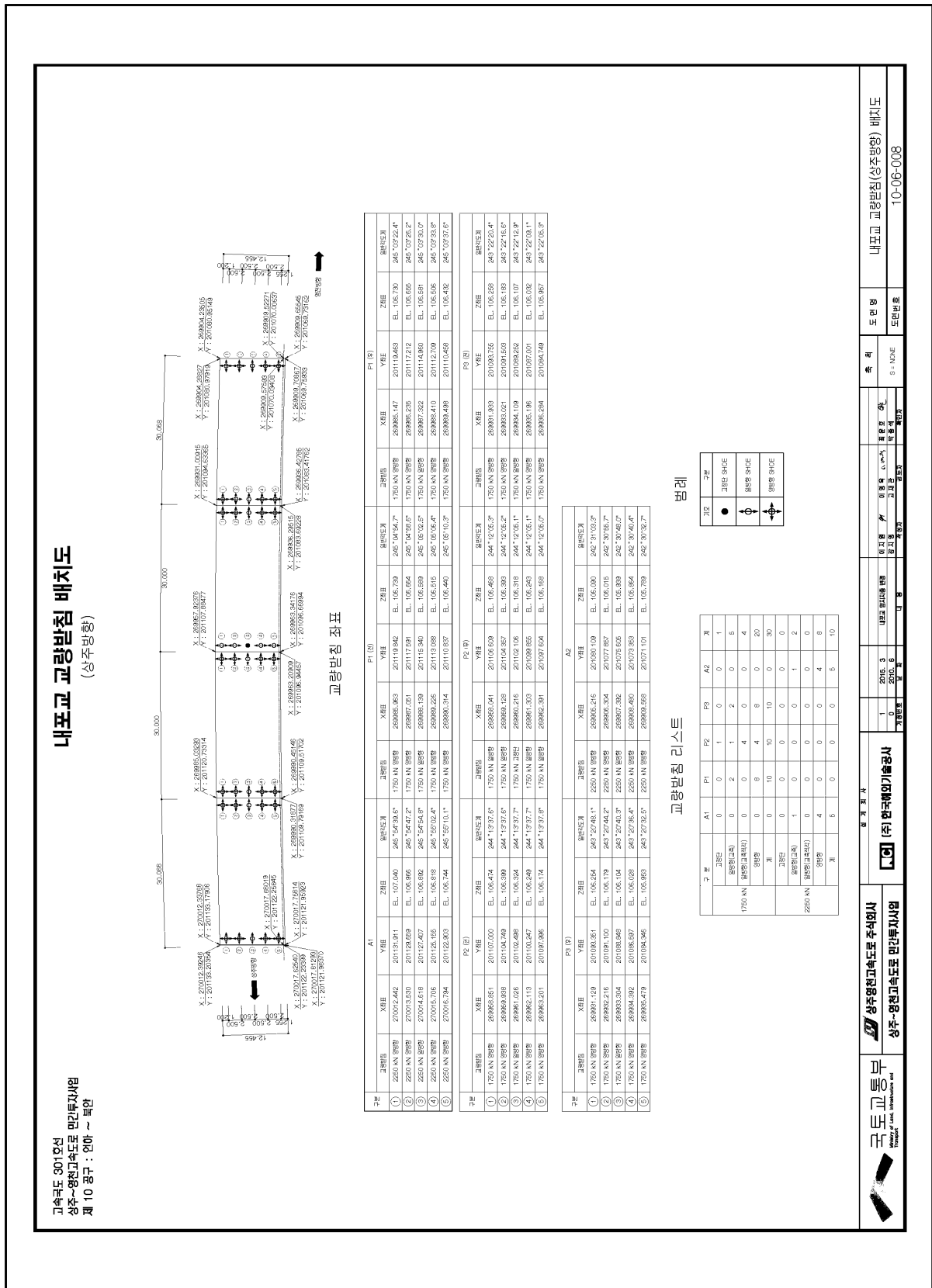


【그림 30.1.7】 교대 일반도(상주방향)



【그림 30.1.8】 교대 일반도(영천방향)

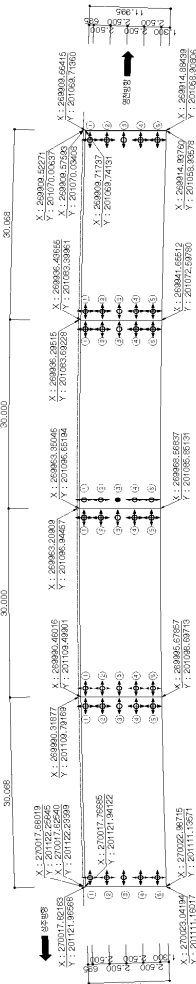




【그림 30.1.10】 교량받침 배치도(상주방향)

내포교 교량반침 배치도
(영천방향)

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 10 공구 : 연하 ~ 탄안



교량반침 좌표

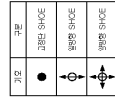
구분	교량반침	X좌표	Y좌표	A1	반침도장	교량반침	교량반침	P1 (N)	교량반침	교량반침	P1 (P)	교량반침
①	2250 KN 3중형	27017.652	20121.120	EL. 105.446	245° 15' 15.1"	1750 KN 3중형	20089.171	20100.893	20089.171	20100.893	20100.893	20100.893
②	2250 KN 3중형	27018.740	20118.677	EL. 105.512	245° 15' 23.9"	1750 KN 3중형	20089.238	20113.572	20089.238	20113.572	20113.572	20113.572
③	2250 KN 3중형	27019.628	20116.644	EL. 105.586	245° 15' 31.9"	1750 KN 3중형	20089.296	20114.560	20089.296	20114.560	20114.560	20114.560
④	2250 KN 3중형	27020.916	20114.572	EL. 105.624	245° 15' 39.9"	1750 KN 3중형	20089.454	20115.548	20089.454	20115.548	20115.548	20115.548
⑤	2250 KN 3중형	27022.000	20112.120	EL. 105.650	245° 15' 47.9"	1750 KN 3중형	20089.512	20116.536	20089.512	20116.536	20116.536	20116.536

구분	교량반침	X좌표	Y좌표	P2 (N)	교량반침	X좌표	Y좌표	P2 (P)	교량반침	X좌표	Y좌표	P2 (N)
①	1750 KN 3중형	20084.058	20106.222	EL. 105.175	244° 12' 57.8"	1750 KN 3중형	20084.348	20106.390	20084.348	20106.390	20106.390	20106.390
②	1750 KN 3중형	20085.145	20103.971	EL. 105.100	244° 12' 57.8"	1750 KN 3중형	20085.435	20103.578	20085.435	20103.578	20103.578	20103.578
③	1750 KN 3중형	20086.230	20101.720	EL. 105.025	244° 12' 59.0"	1750 KN 3중형	20086.520	20101.327	20086.520	20101.327	20101.327	20101.327
④	1750 KN 3중형	20087.321	20100.469	EL. 105.050	244° 12' 59.0"	1750 KN 3중형	20087.610	20100.076	20087.610	20100.076	20100.076	20100.076
⑤	1750 KN 3중형	20088.408	20100.218	EL. 105.075	244° 12' 59.1"	1750 KN 3중형	20088.698	20100.026	20088.698	20100.026	20100.026	20100.026

교량반침 리스트

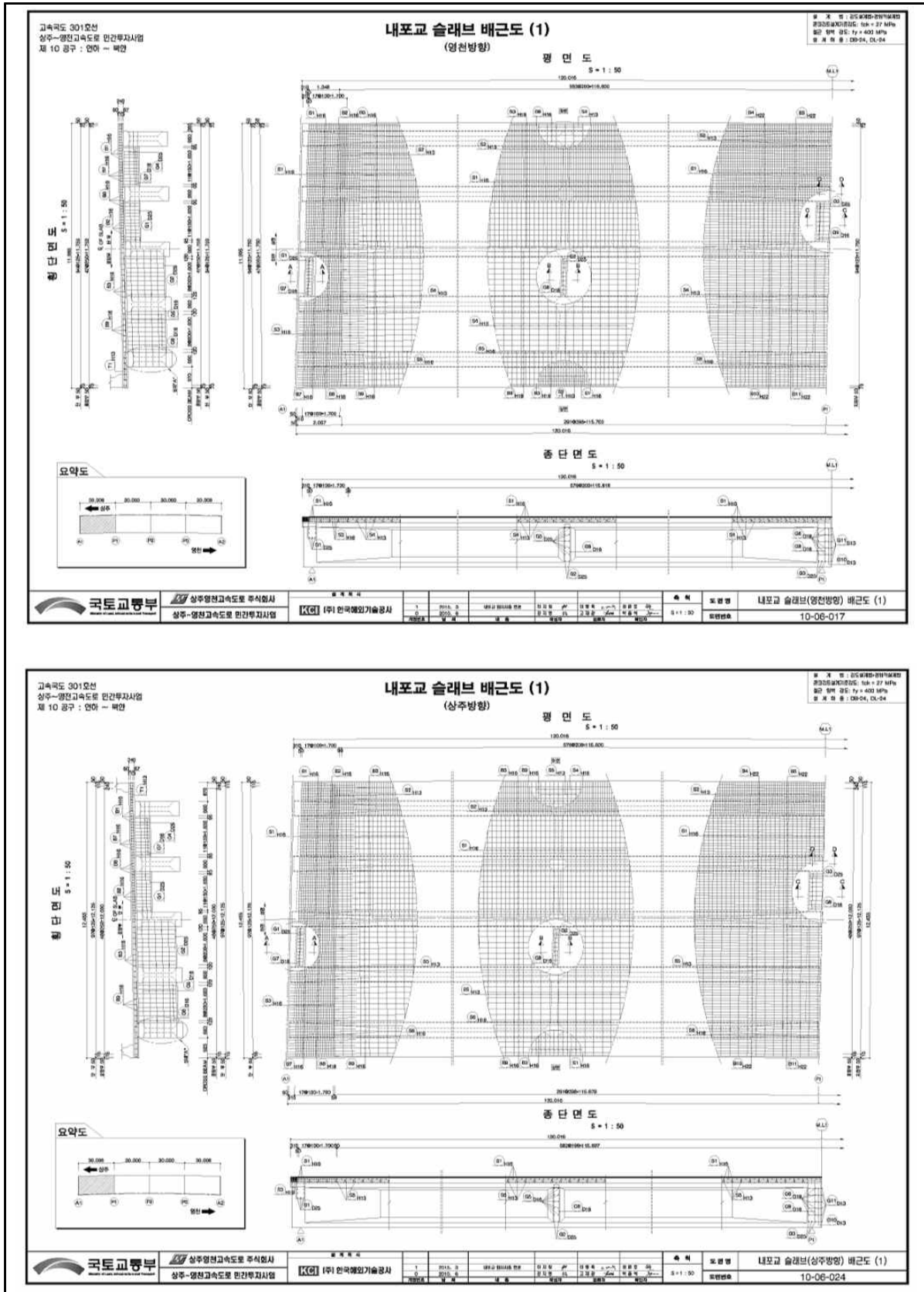
구분	A1	P1	P2	A2	지
교량반침	0	0	1	0	0
교량반침(교차)	0	2	1	2	0
교량반침(교차)	0	0	4	0	4
교량반침	0	8	4	8	0
교량반침	0	10	10	10	0
교량반침	0	0	0	0	0
교량반침(교차)	0	0	0	0	1
교량반침(교차)	0	0	0	0	2
교량반침	4	0	0	0	4
교량반침	5	0	0	0	5
지					10

범례

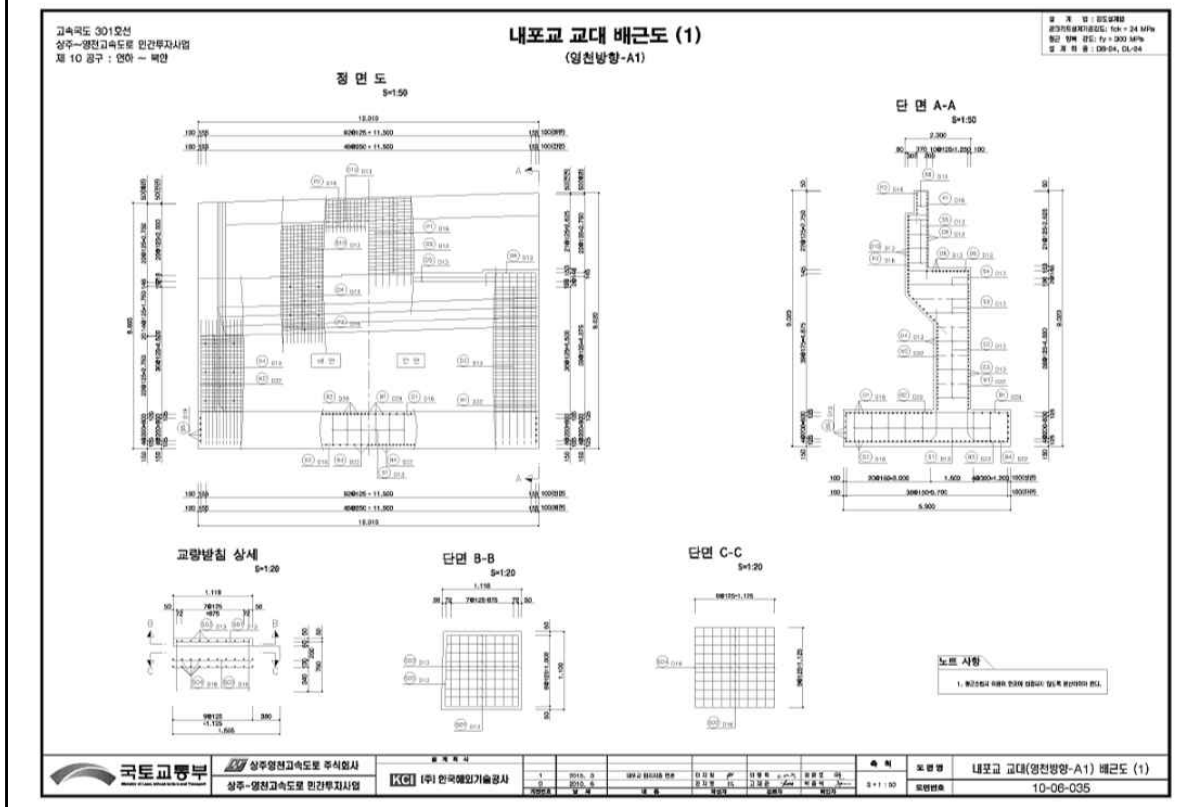
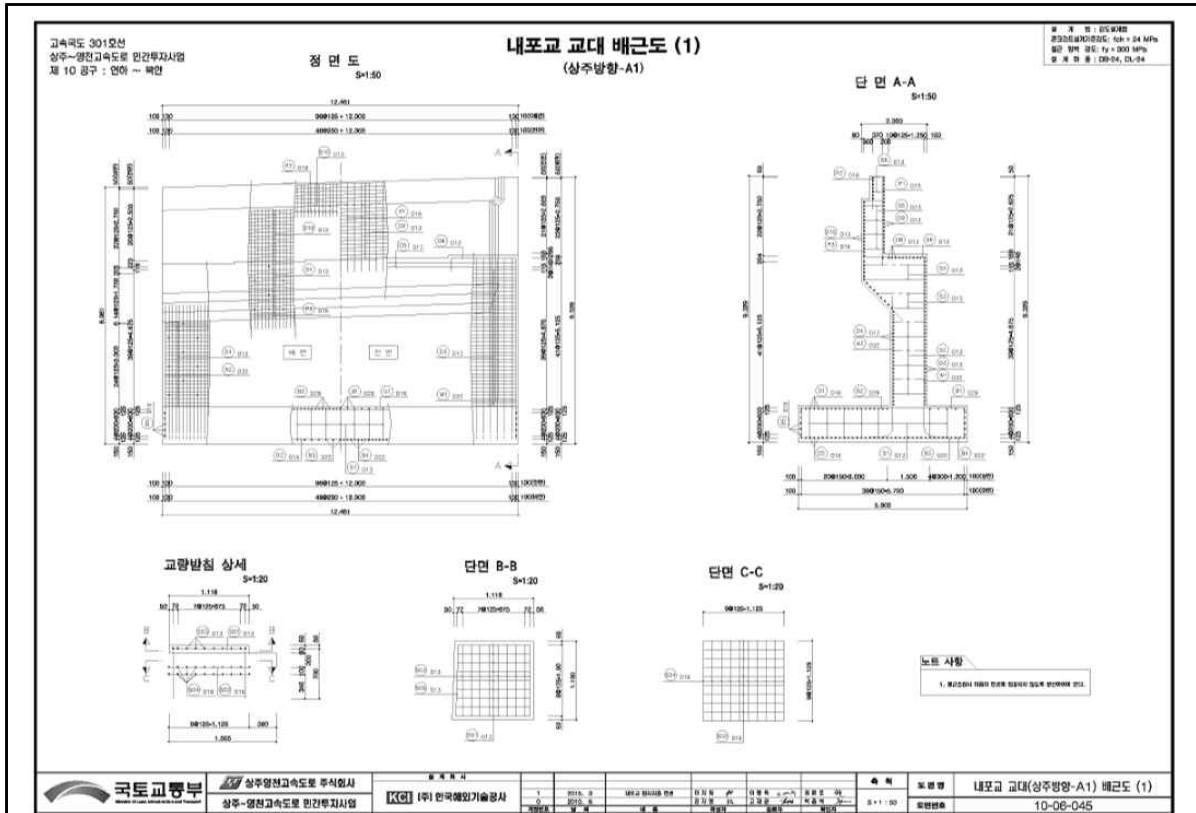


 국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport	상주영천고속도로주식회사 상주-영천고속도로 민간투자사업	설계 회사 [주] 한국교통공사		1 2016. 3 작성일자 2016. 3		내포교 교량반침 배치도		도면 번호 10-06-007	
		검토 일자 2016. 3		검토 일자 2016. 3		검토 일자 2016. 3		검토 일자 2016. 3	

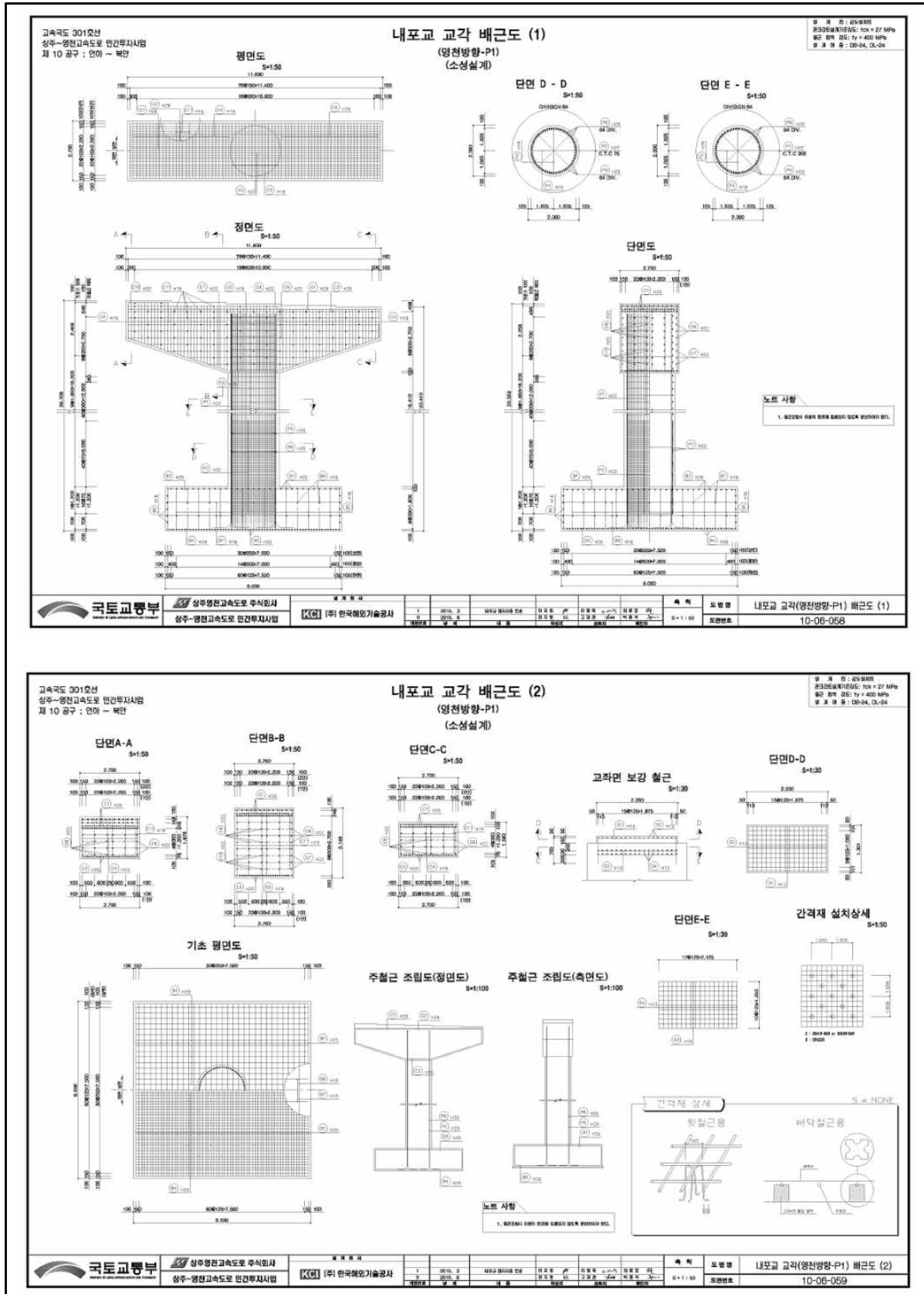
【그림 30.1.11】 교량반침 배치도(영천방향)



【그림 30.1.12】 바닥판하면 배근도



【그림 30.1.13】 교대 배근도



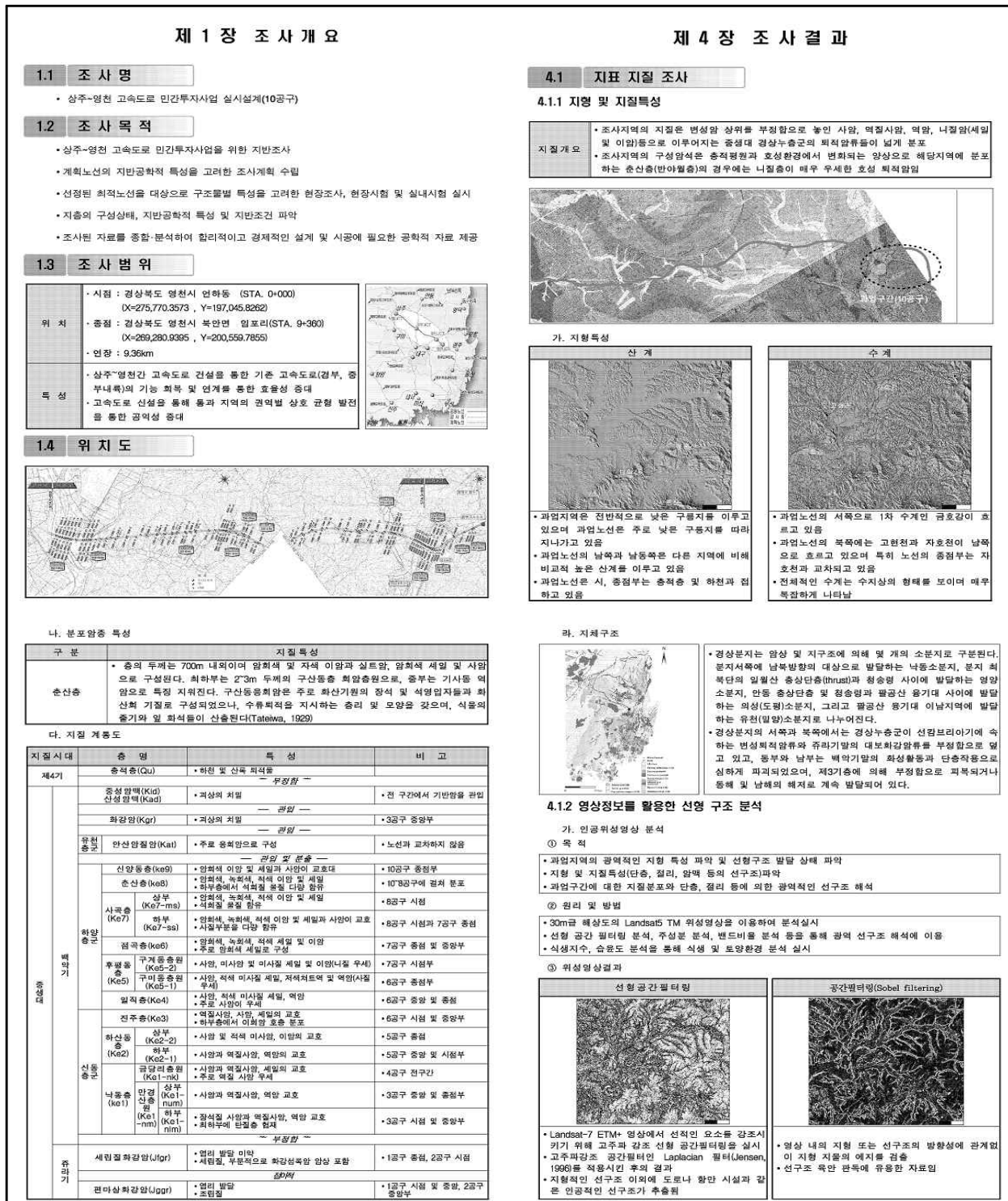
【그림 30.1.14】 교각 배근도

30.2 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.

30.2.1 설계자료 검토

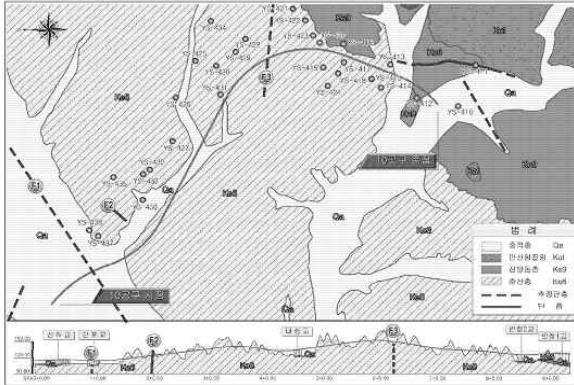
가. 지형 및 지질



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 • 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	특 성
	• 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	특 성
	• 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	특 성
	• 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=67/224, 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

- 1) 형 식 : PSC 일거리교
- 2) 교량종류 : 1종교
- 3) 교 장 : 4830 m
- 4) 폭 원 : 12.455 m
- 5) 차 간 : 30 m
- 6) 거여간격 : 2.5 m
- 7) 사 각 : 0 °

1.2 하 중

- 1) 활 하 중 : DS - 24 적중
- 2) 충격계수 : $1 + \frac{15}{40 + L} \leq 0.9$
- 3) 고정하중 - 철근콘크리트 = 25 kN/m²
- 포 장 = 24 kN/m²

1.3 사용재료

- 1) 콘크리트 - 바닥판 : $f_{ck} = 27$ MPa
- PSC 거더 : $f_{ck} = 40$ MPa
- 2) 철 강 - 바닥판 : $f_y = 400$ MPa
- PSC 거더 : $f_y = 400$ MPa

OUTPUT 결과 요약 및 설계의견

* 결과 요약

o 내포교-상주방향

■ 단면 침 설계

단 면 위 치	Req. A_s (cm ²)	폭 b(mm)	깊이 d(mm)	단 폭 d' (mm)	사용철근량 (Use A_s) (cm ²)	M_u (kN·m)	Q_u (kN·m)	비 고
견틸리브 (좌측방호벽)	1074.02	1000	180	60.00	H16 @ 200 = 999.0 H13 @ 200 = 633.5	82.312	91.753	0.X
견틸리브 (우측방판)	749.87	1000	180	60.00	H16 @ 400 = 496.5 H16 @ 400 = 496.5	44.226	57.850	0.X
중간슬라브 (상면)	720.00	1000	180	60.00	H16 @ 400 = 496.5 H16 @ 400 = 496.5	경험적설계법		0.X
중간슬라브 (하면)	960.00	1000	180.6	47.36	H13 @ 800 = 156.4 H13 @ 800 = 156.4 H13 @ 150 = 844.7	경험적설계법 + LR DESIGN		0.X
유리판단부	700.00	1000	200	60.00	H16 @ 250 = 794.4 H16 @ 250 = 794.4	43.468	100.559	0.X
견틸리브 단 부	1353.06	1000	180	60.00	H16 @ 200 = 999.0 H16 @ 200 = 999.0	77.383	109.857	0.X

■ 배력철근량(온도철근량) 산정

단 면 위 치	필요철근량 (cm ²)	사용철근량 (Use A_s) (cm ²)	비 고
견틸리브 - 좌측방호벽	719.591	H16 @ 250 = 794.400	0.K
견틸리브 - 우측방판	500.414	H16 @ 250 = 794.400	0.K
중간슬라브 상 면	720.000	H16 @ 250 = 794.400	0.K
중간슬라브 하 면	720.000	H16 @ 250 = 794.400	0.K
견틸리브 단 부	906.553	H16 @ 125 = 1588.800	0.K

■ 사용성 검토 요약표

구 분	임상변위(δ_s)	허용변위(δ_{us})	극 한 폭 (mm)	허용극한폭 (δ_{us})	비 고
견틸리브	91.471	240.000	0.132	0.260	0.K
견틸리브	63.242	240.000	0.112	0.260	0.K
슬라브단부	71.196	240.000	0.106	0.260	0.K

● 본 구조물은 노출콘크리트표장 T=50mm 으로 적용하였음.

● 본 바닥판의 구조 해석은 견틸리브부 구간은 기존 강도설계법을 적용하며 바닥판중량부는 경험적설계법 LR DESIGN 적용 설계함.

5. 내진해석결과

5.1 단성지진해석

1) 교각 상부 평면력

교각 번호	교축방향 힘		교축직각방향 해석	
	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)
교각1	1979.373	24.660	10.609	1171.280
교각2	1494.108	1.981	2.021	1390.432
교각3	1298.259	20.578	9.767	1131.229

2) 교각 상부 모멘트

교각 번호	교축방향 힘		교축직각방향 해석	
	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)	교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)	교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)
교각1	9122.050	479.014	73.080	21752.310
교각2	29144.580	37.006	26.448	26966.910
교각3	18196.960	482.766	65.364	20949.570

5.2 단성지진해석 조합

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

1) 교각 상부 평면력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)		교축직각방향 Fy (kN)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	1376.583	422.711	1178.685	376.039
교각2	1494.714	409.254	1351.008	407.051
교각3	1241.198	381.275	1137.253	369.448

2) 교각 상부 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)		교축직각방향 My (kN-m)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	12143.978	5859.708	21934.814	7012.757
교각2	30422.525	8150.825	26960.027	8127.731
교각3	18196.960	5518.249	22470.400	7107.039

- 설계에 사용되는 단성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)		모멘트 My (kN-m)	
	교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향
교각1	1376.583	1178.685	19143.978	21504.814
교각2	1494.714	1351.008	30422.525	26960.027
교각3	1241.198	1137.253	18196.963	22470.403

5. 내진해석결과

5.1 단성지진해석

1) 교각 상부 평면력

교각 번호	교축방향 힘		교축직각방향 해석	
	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)	교축방향 전단력 (Fx, kN)	교축직각방향 전단력 (Fy, kN)
교각1	1292.986	22.060	10.465	1252.713
교각2	1370.516	1.637	1.771	1199.775
교각3	1114.302	17.364	9.509	1006.109

2) 교각 상부 모멘트

교각 번호	교축방향 힘		교축직각방향 해석	
	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)	교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)	교축방향 모멘트 (Mx, kN-m)	교축직각방향 모멘트 (My, kN-m)
교각1	3864.043	117.909	113.502	4999.284
교각2	5626.009	7.539	8.002	6673.251
교각3	4987.298	90.798	119.847	4492.742

5.2 단성지진해석 조합

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

1) 교각 상부 평면력

교각 번호	교축방향 Fx (kN)		교축직각방향 Fy (kN)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	1256.112	389.375	1005.391	398.874
교각2	1371.046	412.985	1290.266	361.570
교각3	1117.193	343.866	1014.306	320.067

2) 교각 상부 모멘트

교각 번호	교축방향 Mx (kN-m)		교축직각방향 My (kN-m)	
	하중경우 1	하중경우 2	하중경우 2	하중경우 1
교각1	3868.094	1272.715	5004.987	1937.977
교각2	5636.490	1699.545	6675.523	2002.518
교각3	4129.210	1346.004	4478.870	1438.961

- 설계에 사용되는 단성지진력 : 최대값(하중경우1, 하중경우2)

교각 번호	전단력 Fx (kN)		모멘트 My (kN-m)	
	교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향
교각1	1256.112	1006.391	3868.094	5004.987
교각2	1371.046	1290.266	5636.490	6675.523
교각3	1117.193	1014.306	4129.210	4478.870

30.2.2 시설물 점검이력

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

【표 30.2.1】 내포교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	내포교의 주요 손상현황으로는 교면포장 이격, 배수구 이물질퇴적, 난간 균열, 신축이음 후타재 파손, 바닥판 재료분리 및 철근노출, 교대 균열, 조인트 실란트 파손, 날개벽 파손, 교각 균열 및 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	내포교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 박리, 난간 균열, 신축이음 후타재 박락 및 들뜸, 바닥판 재료분리 및 철근노출, 교대 균열, 조인트 실란트 파손, 날개벽 파손, 교각 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 주의관찰 및 내구성확보 차원의 보수가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	내포교의 주요 손상현황으로는 교면포장 접속부 박리, 난간 균열, 신축이음 후타재 박락 및 들뜸, 바닥판 재료분리 및 철근노출, 교대 균열, 조인트 실란트 파손, 날개벽 파손, 교각 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 점검 이후 일부 부재의 경우 보수를 실시하였으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 미 보수된 기 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	내포교의 외관조사 결과, 교면포장 접속부 파손, 난간 균열 및 균열부 백태, 신축이음 후타재 균열, 파손 및 들뜸, 바닥판 재료분리 및 철근노출, 교대 균열, 조인트 실란트 파손, 법면 침하, 교각 망상균열, 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교대 법면 침하 및 조인트 실란트 파손의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호

【표 30.2.1】 내포교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 내포교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020. 05. 12 ~ 2020. 06. 30	정기안전점검	내포교의 외관조사 결과, 교면포장 접속부 파손, 난간 균열 및 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교대 균열, 조인트 실란트 손상, 법면 침하, 교각 망상균열, 박리 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교대 법면 침하 및 조인트 실란트 파손의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기안전점검	내포교의 외관조사 결과, 교면포장 접속부 파손, 난간 균열 및 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교대 균열, 조인트 실란트 손상, 법면 침하, 교각 망상균열, 박리 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교대 법면 침하 및 조인트 실란트 손상, 이격의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호

【표 30.2.1】 내포교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기안전점검	내포교(10공구)의 외관조사 결과, 교면포장 접속부 파손, 난간 균열 및 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교대 균열, 조인트 실란트 손상, 법면 침하, 교각 망상균열, 박리 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부의 경우 주의관찰 및 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히 교대 법면 침하 및 조인트 실란트 손상, 이격의 경우 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 요망된다.	양호
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀안전점검	■ 바닥판하면 상태양호 ■ 거더 상태양호 ■ 가로보 박리 ■ 교대 균열(0.3mm미만), 백태, 박리, 누수흔적, 실란트 손상, 이물질퇴적, 법면 침하 ■ 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리, 표면박리 ■ 교량받침 받침콘크리트 균열, 스토퍼 간섭 ■ 신축이음 후타재 균열, 파손 ■ 교면포장 망상균열, 접속부 박락 ■ 배수시설 배수구 막힘 ■ 방호벽 균열(0.3mm이상), 백태	A
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전점검	- 교면포장 망상균열, 접속도로 파손 - 배수시설 배수구 막힘 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 백태 - 신축이음 후타재 균열, 파손 - 교량받침 스토퍼 간섭, 받침콘크리트 균열 - 가로보 박리 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 백태, 누수흔적, 박리, 법면침하, 실란트 손상, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 망상균열, 박리	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기안전점검	- 교면포장 망상균열, 접속도로 파손 - 배수시설 배수구 막힘 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 백태 - 신축이음 후타재 균열, 파손 - 교량받침 스토퍼 간섭, 받침콘크리트 균열 - 가로보 박리 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 백태, 누수흔적, 박리, 법면침하, 실란트 손상, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 망상균열, 박리	양호

【표 30.2.1】 내포교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기안전점검	- 교면포장 망상균열, 접속도로 파손 - 배수시설 배수구 막힘 - 방호벽 균열(폭0.3mm내/외), 백태 - 신축이음 후타재 균열, 파손 - 교량받침 스토퍼 간섭, 받침콘크리트 균열 - 거더 파손 - 가로보 박리 - 교대 균열(폭0.3mm미만), 백태, 누수흔적, 박리, 법면침하, 실란트 손상, 폐콘크리트 퇴적 - 교각 망상균열, 박리	양호

30.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	바닥판하면 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
거더	거더는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	- 가로보는 기 손상인 박리의 진전은 없는 것으로 조사되었고, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. - 가로보에 발생한 콘크리트 박리는 시공미흡에 의한 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 내구성확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.	
교대	- 기 손상인 균열(폭0.3mm미만), 백태, 조인트부 실란트 손상과 법면 보호블럭 침하, 이물질퇴적의 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. - 교대에 발생한 균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 손상부 우수유입에 의한 백태 손상과 더불어 내구성확보를 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다. - 법면 보호블럭 침하는 다짐불량에 의한 것으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다. 조사된 이물질퇴적 및 실란트 손상은 시공시 마무리 미흡 및 공용 중 열화에 의한 손상으로, 청소, 실란트 주입 등의 정비가 요구된다.	
교각	- 기 손상인 폭 망상균열 및 박리의 진전은 미미한 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 신규 표면박리가 확인되었다. - 교각 코핑부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 비구조적인 미세균열로서 부재의 내구성확보 차원의 표면처리가 요구되며, 시공시 다짐미흡 등에 의한 박리 손상은 내구성확보차원의 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.	
교량받침	- 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 기존 물량 오류를 금회 수정하였다. 금회 신규손상은 확인되지 않았다. - 교량받침 스톱퍼 간섭으로 인해 현재 무수축몰탈 및 받침콘크리트 등 주변부재에 손상이 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 추가 발생시 프리셋팅 등적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다. - 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. - 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	
신축이음장치	- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 후타재 파손이 신규 조사되었다. - 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 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. - 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 20.9℃(9월 16일)로써 이때 측정유간은 11.0~16.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	

구분	정밀점검 결과(상주방향)	비고
교면포장	■ 교면포장은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 기 손상은 보수되었고, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 포장부는 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
배수시설	■ 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
방호벽	■ 방호벽은 기 손상인 균열(폭0.3mm) 및 백태의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 방호벽에 발생한 균열 및 균열부 백태는 초기 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입 등에 의한 손상으로 내구성확보를 위한 주입보수, 표면처리 등의 보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.	

구분	정밀점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
거더	■ 거더는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	■ 가로보는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	■ 기 손상인 균열(폭0.3mm미만), 박리, 누수흔적, 페콘크리트퇴적, 실란트 손상의 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 확인되지 않았다. ■ 교대에 발생한 균열의 경우 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. 시공시 마무리 미흡에 의한 페콘크리트 퇴적, 공용중 열화로 인한 실란트 손상은 청소, 실란트주입 등의 정비가 필요하며, 박리의 경우, 단면보수 등의 내구성확보가 요구된다. ■ 교대에 신축이음을 통한 우수유입으로 인한 누수흔적이 조사되었고, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면보수 등의 유지관리가 요구된다.	
교각	■ 기 손상은 없는 상태이며, 금회 정밀조사로 인한 코핑부 균열이 일부 조사되었다. ■ 교각에 발생한 균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 내구성확보를 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다.	
교량받침	■ 기 점검 비교시 기 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었고, 기존 물량 오류를 금회 수정하였다. 금회 정밀조사로 인한 받침콘크리트 균열이 확인되었다. ■ 교량받침 스톱퍼 간섭으로 인해 현재 무수축몰탈 및 받침콘크리트 등 주변부재에 손상이 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 추가 발생시 프리셋팅 등적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다. ■ 금회 조사된 받침콘크리트 균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 표면균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 내구성확보를 위한 표면처리 등의 보수가 필요하다. ■ 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. ■ 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	

구분	정밀점검 결과(영천방향)	비고
신축이음장치	■ 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열의 진전은 미미한 상태이며, 금회 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다. ■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 등 유지관리가 필요하다. 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다. ■ 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 20.9℃(9월 16일)로써 이때 측정유간은 16.0~17.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 기 손상인 본선포장 망상균열 및 접속부 파손의 경우 진전은 없는 상태이며, 금회 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다. ■ 교면포장에 발생한 망상균열은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 확보를 위해 단면보수 등의 조치가 요망된다. 또한 침하에 의한 접속부 파손은 현재 진전이 미미한 상태로 단면보수 후 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 조치가 요구된다.	
배수시설	■ 배수시설은 기 손상인 배수구막힘 조사되었고, 손상의 진전은 없으나, 금회 신규 손상이 조사되었다. ■ 배수구 막힘은 배수시설의 원활한 배수기능을 위해 정기적인 청소가 필요하다.	
방호벽	■ 방호벽 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.5~28.3	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.1~50.2	40.0	
	하부구조	교대	26.0~27.3	24.0	
		교각	27.4~28.7	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		61.0~63.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~94.0	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	27.2~28.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	42.1~50.5	40.0	
	하부구조	교대	26.9~27.9	24.0	
		교각	28.1~29.0	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		62.0~63.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		92.0~93.0	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	
내포교	0.124	A	—	—	A
종합평가	- 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 로 평가됨 - 종합평가 결과, “A” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『문제점이 없는 최상의 상태』인 “A등급”으로 지정하였다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비(상주방향)

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
가로보	박리	단면보수	0.16	0.2	m²	－	－	하자
교대	균열 0.3mm미만	표면처리	10.0	3.8	m	－	－	하자
	백태	표면처리	1.0	1.5	m²	－	－	하자
	실란트 손상	실란트주입	6.0	9.0	m	－	－	하자
	이물질퇴적	정비	1.5	2.3	m²	－	－	하자
	법면 침하	유지관리	2.0	3.0	m²	－	－	하자
교각	망상균열	표면처리	15.0	22.5	m²	－	－	하자
	박리, 표면박리	단면보수	19.5	29.3	m²	－	－	하자
신축 이음	후타재 균열	표면처리	1.2	0.5	m	54	27	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.02	0.1	m²	165	17	2순위
방호벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.5	2.3	m	65	150	2순위
	균열부 백태	표면처리	0.2	0.3	m²	54	16	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	－		167			43	
	재경비 (순공사비의 50%)	－		84			22	
	합계	－		251			65	
개략공사비총계(천원)		315						

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	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	균열 0.3mm미만	표면처리	2.0	0.8	m	—	—	하자
	박리	단면보수	0.09	0.1	m²	—	—	하자
	누수흔적	표면처리	0.04	0.1	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	0.5	0.8	m²	—	—	하자
	실란트손상	실란트주입	4.0	6.0	m	—	—	하자
교각	균열 0.3mm미만	표면처리	10.0	3.8	m	—	—	하자
교량 받침	받침콘크리트 균열	표면처리	0.3	0.1	m	54	5	3순위
신축 이음	후타재 균열	표면처리	1.2	0.5	m	54	27	3순위
교면 포장	망상균열	표면처리	2.0	3.0	m²	54	162	3순위
	접속부 박락	단면보수	2.4	3.6	m²	165	594	2순위
배수시설	배수구막힘	정비	2.0	3.0	EA	25	75	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		594		269		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		297		135		
	합계	—		891		404		
개략공사비 총계(천원)		1,295						

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 내포교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 내포교의 안전등급은 「문제점이 없는 최상의 상태」인 「A」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되다.

30.2.4 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 하부구조 균열, 박리, 누수흔적, 교량받침 스토퍼 간섭, 후타재 균열, 포장 망상균열, 파손, 배수구 막힘 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, 정기안전점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

30.2.5 시설물 보수 이력

【표 30.2.2】 내포교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	교면포장 단면보수	일상보수 및 하자보수	19년~21년 6월	—	—	—

30.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 30.2.3】 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.			

30.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

30.2.8 자료수집 현황

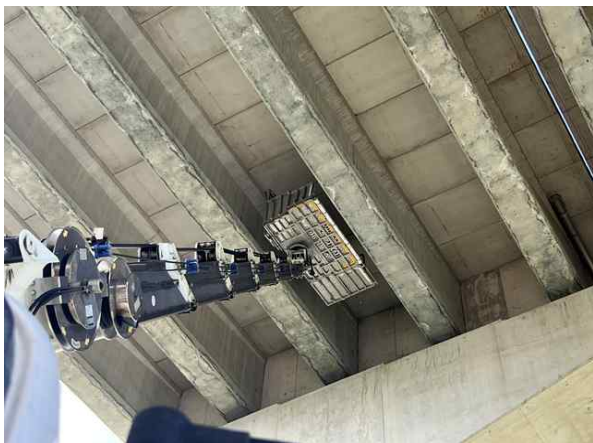
안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료는 각 평가별 보고서 내에 수록하였다.

30.3 현장조사

30.3.1 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, 교량점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	

【사진 30.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

30.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 내포교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 24.5m로 바닥판은 켄틸레버부의 경우 외측은 철근콘크리트로 시공되어있으며, 켄틸레버부 내측, 중앙부의 경우 Rib-Deck로 시공되어있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 30.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 정밀안전점검과의 비교 결과, 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 정밀안전점검에서 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 30.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 바닥판하면 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 30.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태로 확인되었다.

【표 30.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

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

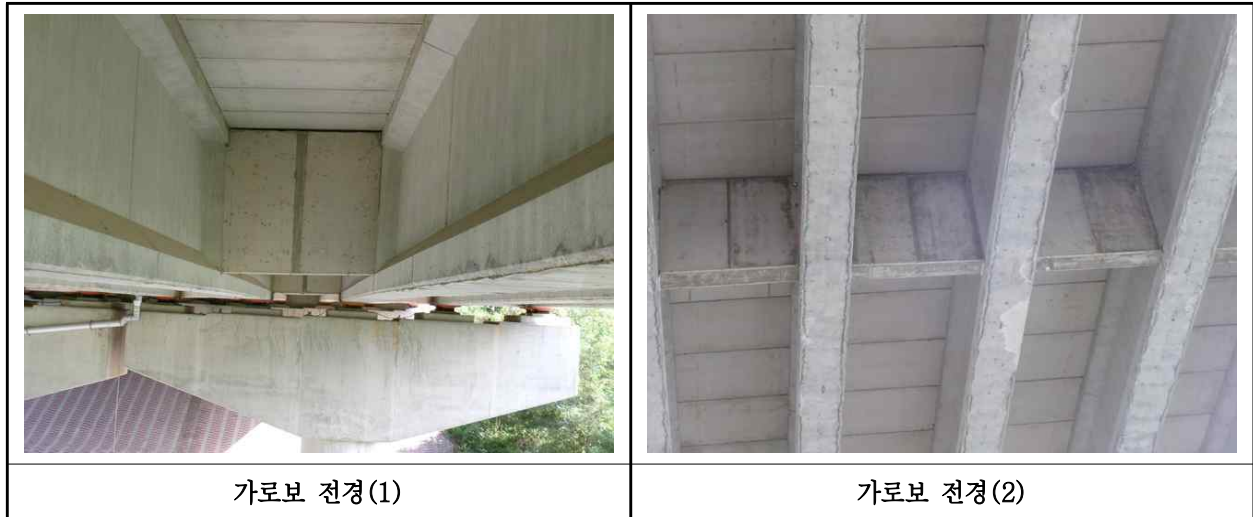
4) 검토의견

- 거더는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 일부구간에서 기존 손상인 경미한 콘크리트 박리 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	박리 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	0.16	2
S3	—	—
S4	—	—
합계	0.16	2

			
손상현황	• S2 박리 (0.2m×0.2m)	손상현황	• S2 박리 (0.2m×0.2m)
원 인	• 시공미흡, 마감시 외부충격	원 인	• 시공미흡, 마감시 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S2 박리 (0.2m×0.6m)	손상현황	• S2 박리 (0.2m×0.6m)
원 인	• 시공미흡, 마감시 외부충격	원 인	• 시공미흡, 마감시 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보에서 기존 손상인 박리가 확인 되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	박리	m ²	0.16	2	0.16	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보에 발생한 콘크리트 박리는 시공미흡에 의한 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 내구성확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직하고 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



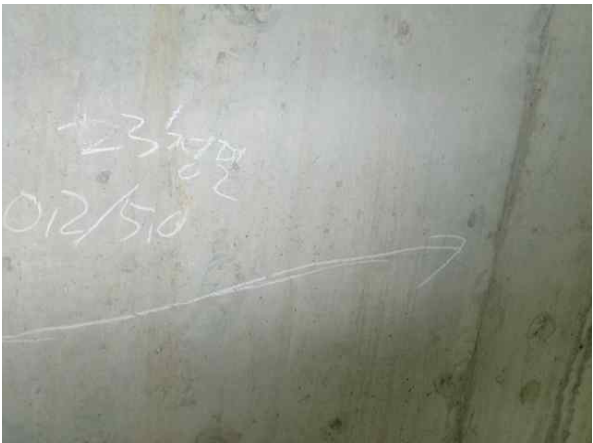
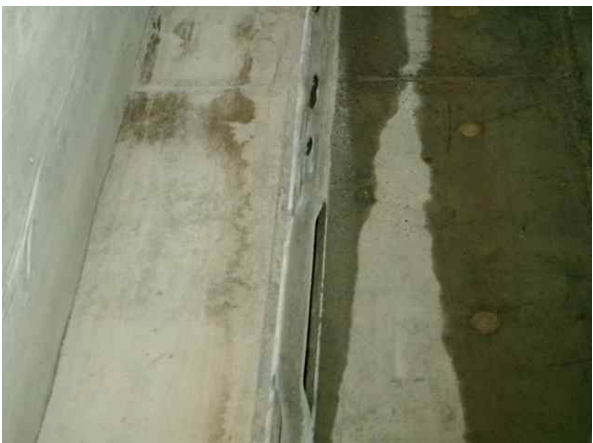
【사진 30.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

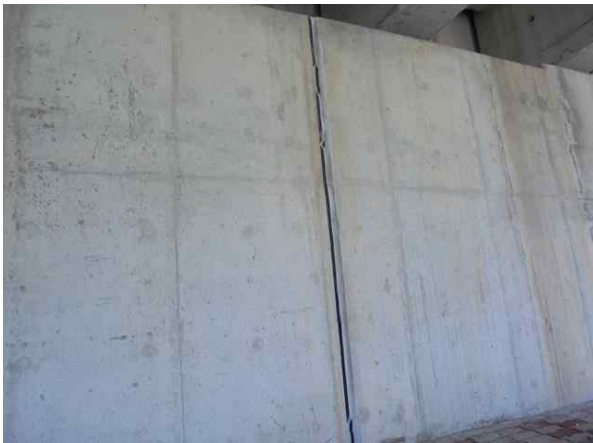
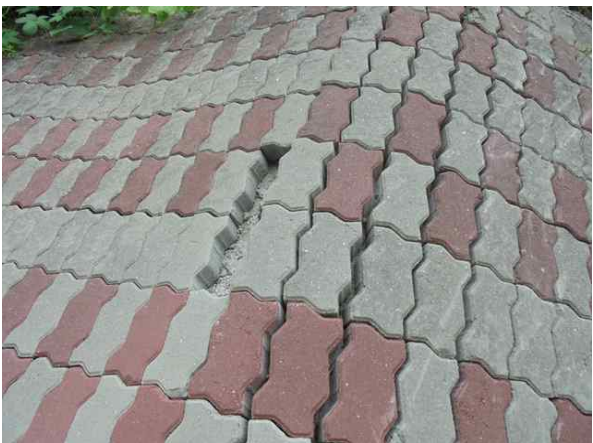
- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 기존 손상인 균열(0.3mm미만), 백태, 조인트부 실란트 손상과 법면 보호블럭 침하, 이물질퇴적 등의 손상이 확인 되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 등이 조사되었다.

【표 30.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		실란트 손상 (m/개소)		이물질퇴적, 폐콘크리트 퇴적 (㎡/개소)		법면 보호블럭 침하 (㎡/개소)	
A1	15.00	2	—	—	—	—	6.00	2	1.50	2	—	—
A2	—	—	1.00	1	2.00	1	—	—	0.50	1	2.0	1
합계	15.00	2	1.00	1	2.00	1	6.00	2	2.00	3	2.0	1

			
손상현황	• A1 균열(0.2mm/10.0m)	손상현황	• A1 균열(0.2mm/5.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 이물질퇴적(1.0m×1.0m)	손상현황	• A1 폐콘크리트 퇴적(0.5m×1.0m)
원 인	• 시공초기 청소 미흡 등	원 인	• 시공초기 청소 미흡 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 실란트 손상(L=2.0m)	손상현황	• A1 실란트 손상(L=2.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 시공초기 침하 등	원 인	• 공용기간 증가, 시공초기 침하 등
조치방안	• 실란트 재시공	조치방안	• 실란트 재시공

【사진 30.3.9】 교대 손상현황

			
손상현황	• A1 실란트 손상(L=4.0m)	손상현황	• A1 실란트 손상(L=4.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 시공초기 침하 등	원 인	• 공용기간 증가, 시공초기 침하 등
조치방안	• 실란트 재시공	조치방안	• 실란트 재시공
			
손상현황	• A2 백태(0.5m×2.0m)	손상현황	• A2 누수흔적(0.5m×4.0m)
원 인	• 신축이음부 우수유입, 습기흡착 등	원 인	• 신축이음부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 법면 보호블럭 침하(1.0m×2.0m)	손상현황	• A2 법면 보호블럭 침하(1.0m×2.0m)
원 인	• 시공시 다짐불량으로 인한 초기침하 등	원 인	• 시공시 다짐불량으로 인한 초기침하 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 30.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 균열(폭0.3mm미만), 백태, 조인트부 실란트 손상과 법면 보호블럭 침하, 이물질 퇴적 등의 손상이 확인 되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 누수흔적, 폐콘크리트 퇴적 등이 조사되었다.

【표 30.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열 0.3mm미만	m	10.00	1	15.00	2	▲ 5.00	신규손상
	백태	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	실란트 손상	m	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음
	이물질퇴적, 폐콘크리트 퇴적	m ²	1.50	2	2.00	3	▲ 0.50	신규손상
	법면 보호블럭 침하	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음

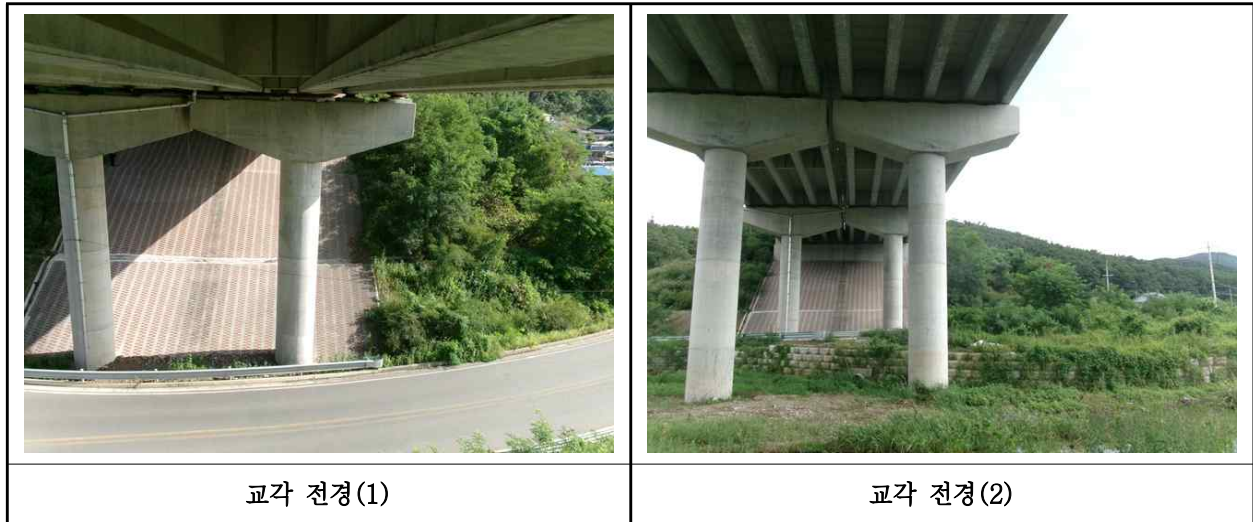
4) 검토의견

- 교대에 조사된 균열0.3mm미만, 백태의 경우 건조수축 및 온도변화, 신축이음부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 유추되며, 조사된 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 누수흔적의 경우 우천시 신축이음부를 통한 하부 우수유입으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 지속적인 우수유입으로 인한 교량받침 부식, 교대 백태 등의 2차 손상이 발생할 경우 적절한 조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 실란트 손상의 경우 공용기간증가, 시공초기 침하 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상에 대한 실란트 재시공 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 이물질퇴적의 경우 시공초기 청소 미흡 등에 의한 손상으로 정비 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 법면 보호블럭 침하는 시공시 다짐불량에 의한 것으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 내포교의 교각은 T형교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 교량 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 표면박리, 망상균열 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 망상균열 등이 조사되었다.

【표 30.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		표면박리 (㎡/개소)	
P1	—	—	15.00	2
P2	15.00	1	4.50	1
P3	16.00	1	—	—
합계	31.00	2	19.50	3

			
손상현황	• P1 표면박리(5.0m×1.5m)	손상현황	• P1 표면박리(5.0m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P2 망상균열(10.0m×1.5m)	손상현황	• P2 표면박리(3.0m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 망상균열(8.0m×2.0m)	손상현황	• P3 망상균열(8.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 30.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 30.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	망상균열	m ²	15.00	1	31.00	2	▲ 16.00	신규손상
	표면박리	m ²	12.00	2	19.50	3	▲ 7.50	물량오기

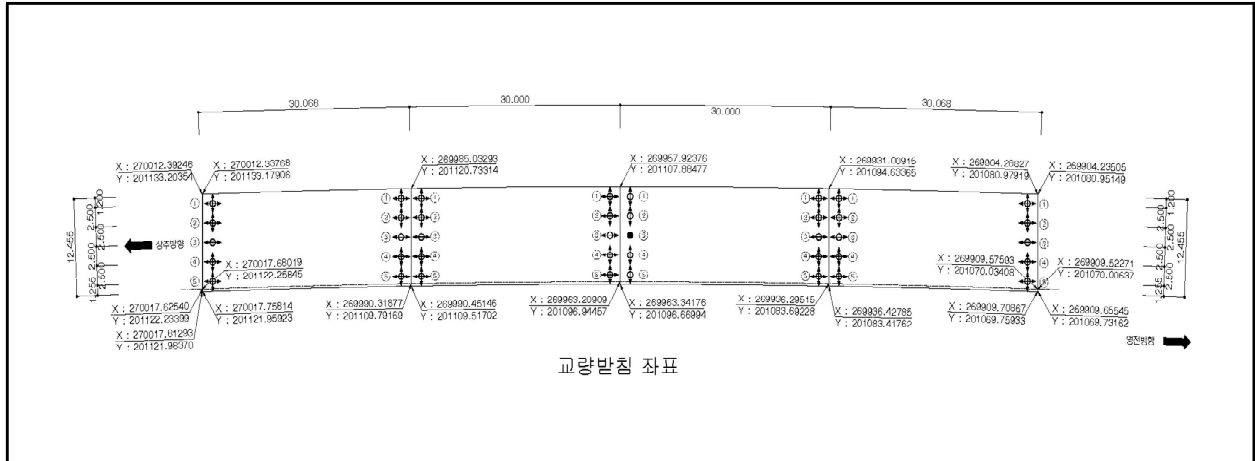
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 망상균열, 표면박리의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로서 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 조치가 요구된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 내포교의 받침은 고무받침으로 총 40기가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 30.3.1】 교량받침 배치도



【사진 30.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 기존 손상인 A2 스톱퍼 간섭이 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	스톱퍼 간섭 (㎡/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
A2	1.00	1
합계	1.00	1

			
손상현황	• A2-sh3 스톱퍼 간섭(1EA)	손상현황	• A2-sh3 스톱퍼 간섭(1EA)
원 인	• 시공미흡, 장기공용 등	원 인	• 시공미흡, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검 비교시 기존 손상인 A2 스토퍼 간섭이 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

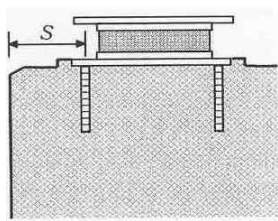
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	스토퍼간섭	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

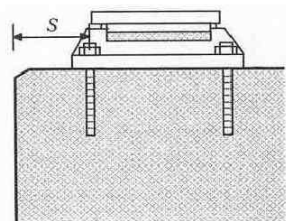
- 교량받침에서 조사된 스토퍼 간섭의 경우 시공미흡, 장기공용 등에 의한 손상으로 유추되며, 발생한 손상으로 인해 현재 무수축몰탈 및 받침콘크리트 등 주변부재에 손상이 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 추후 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 추가 발생시 프리셋팅 등적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.

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 30.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 30.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : $200 + 5 \times 30 = 350(\text{mm})$

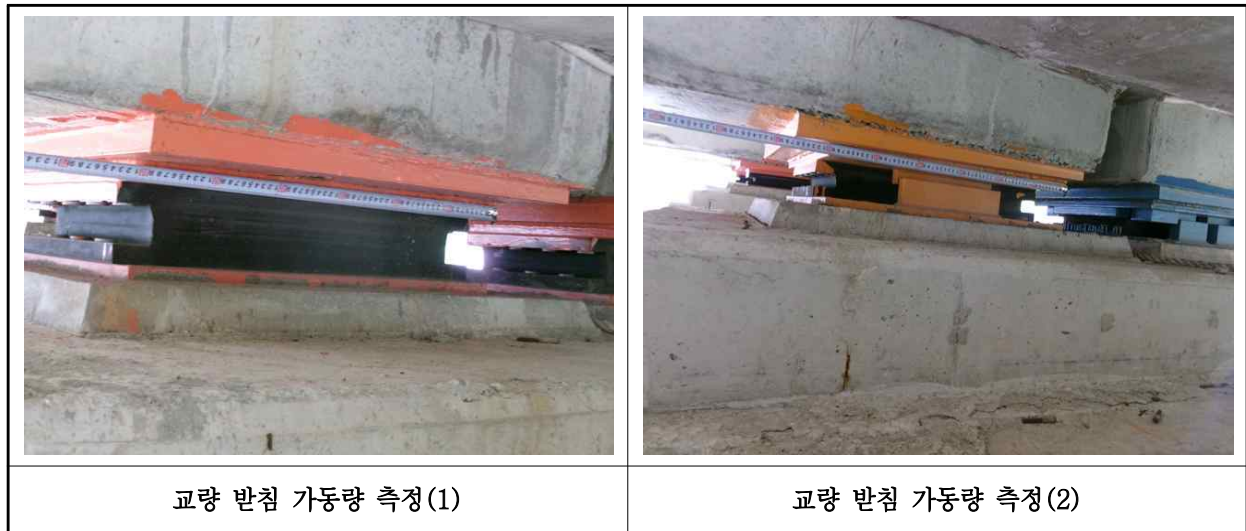
【표 30.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
			Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	
A1		350	685	680	680	660	675	O.K
P1	A1측	350	605	605	680	600	635	O.K
	A2측	350	670	625	655	665	620	O.K
P2	A1측	350	605	600	605	610	615	O.K
	A2측	350	905	910	915	915	910	O.K
P3	A1측	350	655	625	645	645	605	O.K
	A2측	350	645	625	645	650	595	O.K
A2		350	675	665	645	650	685	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 30.3.15】 교량받침 이동량 상태

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 30.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		28.8	11.2	0.00001	60.0	17.3	6.7	
P1	A1측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
P2		고 정 단						
P3	A1측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
A2		28.8	11.2	0.00001	60.0	17.3	6.7	
1) 조사당시 온도 : 23.8℃(조사일 : 2023년 9월 06일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)								

【표 30.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	
			수축	신장	최대수축	최대신장		
A1		SH1	20	87	47	17.3	6.7	±67
		SH2	20	87	47			±67
		SH3	20	87	47			±67
		SH4	20	87	47			±67
		SH5	20	87	47			±67
P1	A1측	SH1	10	44	24	8.6	3.4	±34
		SH2	10	44	24			±34
		SH3	10	44	24			±34
		SH4	10	44	24			±34
		SH5	10	44	24			±34
	A2측	SH6	10	44	24	8.6	3.4	±34
		SH7	10	44	24			±34
		SH8	10	44	24			±34
		SH9	10	44	24			±34
		SH10	10	44	24			±34
P2		고 정 단						
P3	A1측	SH1	0	34	34	8.6	3.4	±34
		SH2	0	34	34			±34
		SH3	0	34	34			±34
		SH4	0	34	34			±34
		SH5	0	34	34			±34
	A2측	SH6	0	34	34	8.6	3.4	±34
		SH7	0	34	34			±34
		SH8	0	34	34			±34
		SH9	0	34	34			±34
		SH10	0	34	34			±34
A2		SH1	10	77	57	17.3	6.7	±67
		SH2	10	77	57			±67
		SH3	10	77	57			±67
		SH4	10	77	57			±67
		SH5	10	77	57			±67
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%								

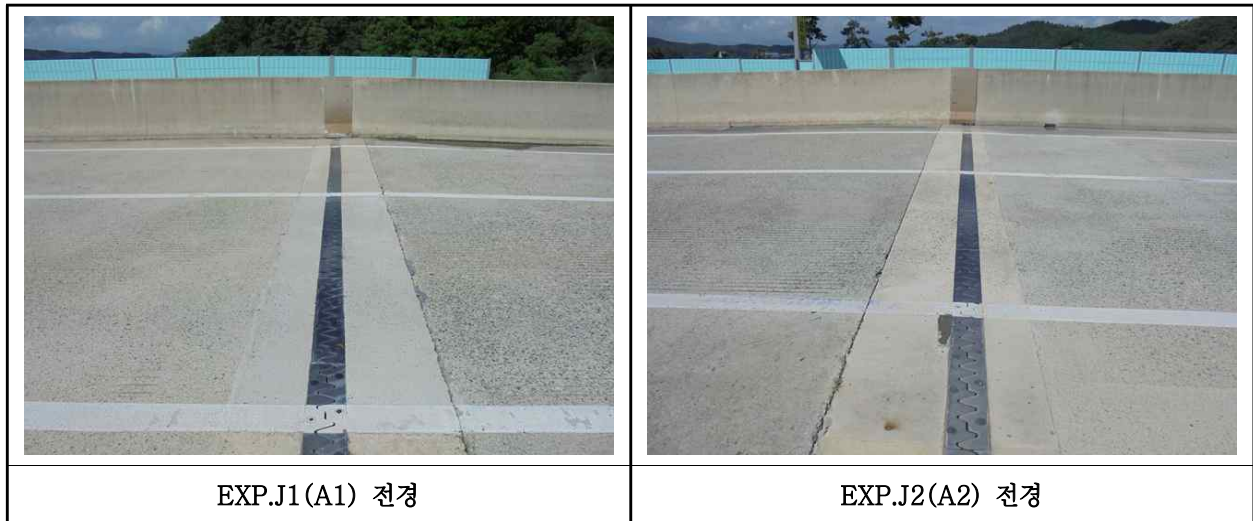
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2의 경우 팽거 조인트로 시공된 상태이다. 신축이음에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 기존 손상인 후타재 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 전회 정밀안전점검과 금회 정밀안전점검 사이에 후타재 파손이 보수되었고, 신규 손상으로 후타재 박락이 조사되었다.

【표 30.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 박락 (㎡/개소)	
	구분	구분	구분	구분
A1 (EXP J1)	—	—	0.20	1
A2 (EXP J2)	1.20	4	—	—
합계	1.20	4	0.20	1

			
손상현황	• A1 후타재 박락(0.1m×2.0m)	손상현황	• A1 후타재 박락(0.1m×2.0m)
원 인	• 장기공용, 차량운하중, 외부충격 등	원 인	• 장기공용, 차량운하중, 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.1mm/0.3m)
원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축 등	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 본체 상태현황	손상현황	• A2 본체 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음 현장조사 결과, 기존 손상인 후타재 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 전회 정밀안전점검과 금회 정밀안전점검 사이에 후타재 파손이 보수되었고, 신규 손상으로 후타재 박락이 조사되었다.

【표 30.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.20	4	1.20	4	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.02	1	—	—	▼ 0.02	보수 실시
	후타재 박락	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규 손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열, 후타재 박락의 손상은 장기공용, 건조수축, 차량 통행하중 및 외부충격 등으로 인한 손상으로 유추되며, 점검시기에 차량의 통행에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 14. 기온 적용: 23.8℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-22.1℃ = 12.9℃ ΔT(수축시) : -15℃-(22.1℃) = 27.1℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선히팽창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></tbody></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선히팽창계수 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	선히팽창계수 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 30.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 30.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선히팽창계수 (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	27.1	12.9	0.00001	60.0	16.3	7.7	15.0	25.0	125.0	
A2	27.1	12.9	0.00001	60.0	16.3	7.7	11.0	30.0	150.0	
1) 조사당시 온도 : 22.1℃(조사일 : 2023년 9월 14일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)										

【표 30.3.19】 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	16.3	7.7	15.0	75	31.3	7.3	O.K
A2	16.3	7.7	11.0	75	27.3	3.3	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



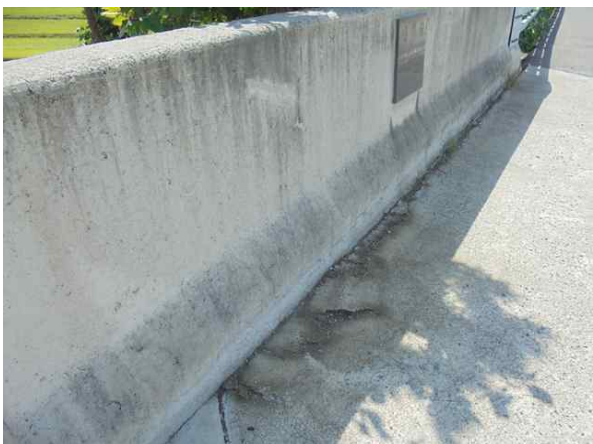
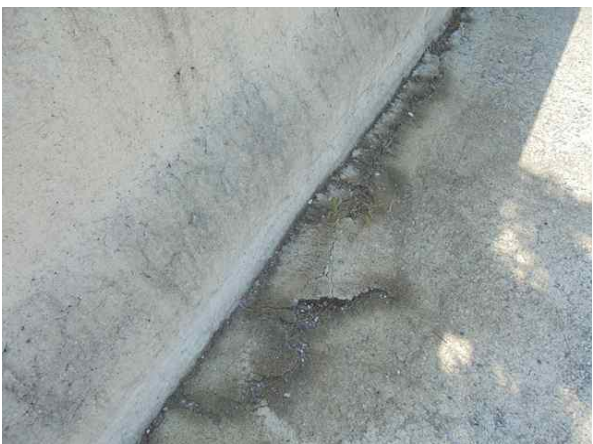
【사진 30.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

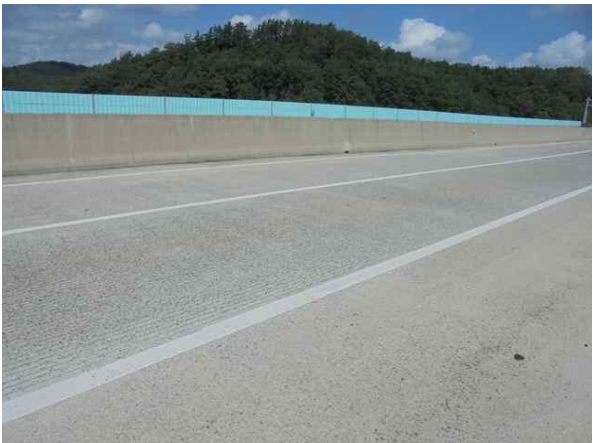
- 현장조사 결과, 기존 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 금회 점검에서 접속도로 파손, 후타재 접속부 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 30.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속도로 파손 (㎡/개소)		후타재 접속부 이격 (m/개소)	
S1	—	—	8.00	1
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	0.40	1	—	—
합계	0.40	1	8.00	1

			
손상현황	• S1 후타재 접속부 이격(8.0m)	손상현황	• S1 후타재 접속부 이격(8.0m)
원 인	• 시공 초기침하, 마감미흡 등	원 인	• 시공 초기침하, 마감미흡 등
조치방안	• 실란트 시공	조치방안	• 실란트 시공
			
손상현황	• S2 접속도로 파손(0.2m×2.0m)	손상현황	• S2 접속도로 파손(0.2m×2.0m)
원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행 등	원 인	• 장기공용, 중차량 반복통행 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.20】 교면포장 손상현황

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.20】 교면포장 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으나 금회 점검에서 접속도로 파손, 후타재 접속부 이격 등의 손상이 조사되었다.

【표 30.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	접속도로 파손	m ²	-	-	0.40	1	▲ 0.40	신규손상
	후타재 접속부 이격	m	-	-	8.00	1	▲ 8.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 발생한 접속도로 파손의 경우 장기공용, 중차량 반복통행 등에 의한 손상유추되며, 갓길측에 발생하여, 현재 차량에 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 반복적인 동결융해로 인한 손상의 진전을 방지하기 위하여 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 후타재 접속부 이격의 경우 시공 초기침하, 마감미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재 차량의 주행성에 커다란 영향을 미치는 손상은 아니나 지속적인 우수유입에 의한 이물질퇴적, 차량통행으로 인한 반복윤하중, 외부충격 등 복합적인 원인으로 2차손상 발생여부를 방지하고 내구성확보 차원의 실란트 시공 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 30.3.22】 배수시설 외관조사 결과

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

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.22】 배수시설 손상현황

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.22】 배수시설 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 30.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 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 30.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 균열(0.3mm이상), 백태 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	1.50	1	—	—
S2	—	—	0.20	2
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
합계	1.50	1	0.20	2

			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm/1.5m)	손상현황	• S1 방호벽 균열(0.3mm/1.5m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가 등	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가 등
조치방안	• 주입보수	조치방안	• 주입보수
			
손상현황	• S2 백태(0.2m×1.0m)	손상현황	• S2 백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 습기흡착, 우수유입 등	원 인	• 습기흡착, 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 균열(0.3mm이상), 백태 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	균열부 백태	m ²	0.20	2	0.20	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열(0.3mm이상)의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 주입보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생한 백태는 손상부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 30.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서도 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 30.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 점검계단 주변에 식생이 산재하고 있는 상태로 확인되었다. 원활한 점검을 위하여, 주기적인 정비를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

30.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 내포교는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=180.0m 폭 24.5m로 바닥판은 쉼터레 버부의 경우 철근콘크리트로 시공되어있으며, 중앙부의 경우 Rib-Deck로 시공되어 있다.
- 바닥판 하면에 대한 현장조사는 교량점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 30.3.28】 바닥판하면 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 30.3.29】바닥판하면 기 점검 결과 비교

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

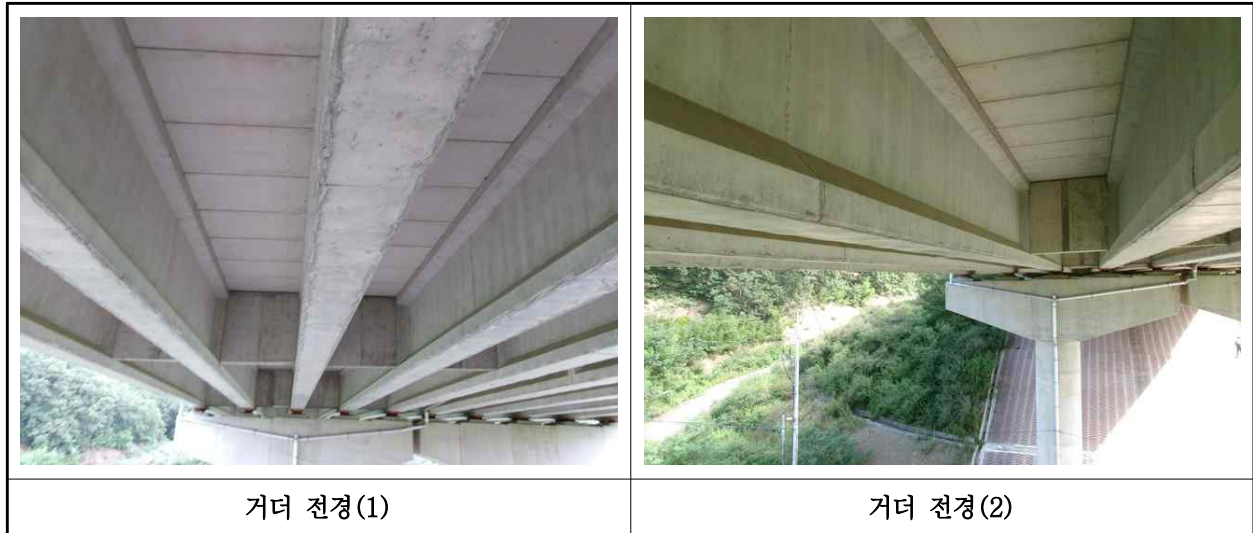
4) 검토의견

- 바닥판하면 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이나, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

나. PSCI Girder

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 전회 점검시 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 금회 점검에서 신규 손상으로 파손이 조사되었다.

【표 30.3.30】 거더 외관조사 결과

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

			
손상현황	• S4-G5 파손 (0.5m×0.2m)	손상현황	• S4-G5 파손 (0.5m×0.2m)
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검시 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 금회 점검에서 신규 손상으로 파손이 조사되었다.

【표 30.3.31】 거더 기 점검 결과 비교

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

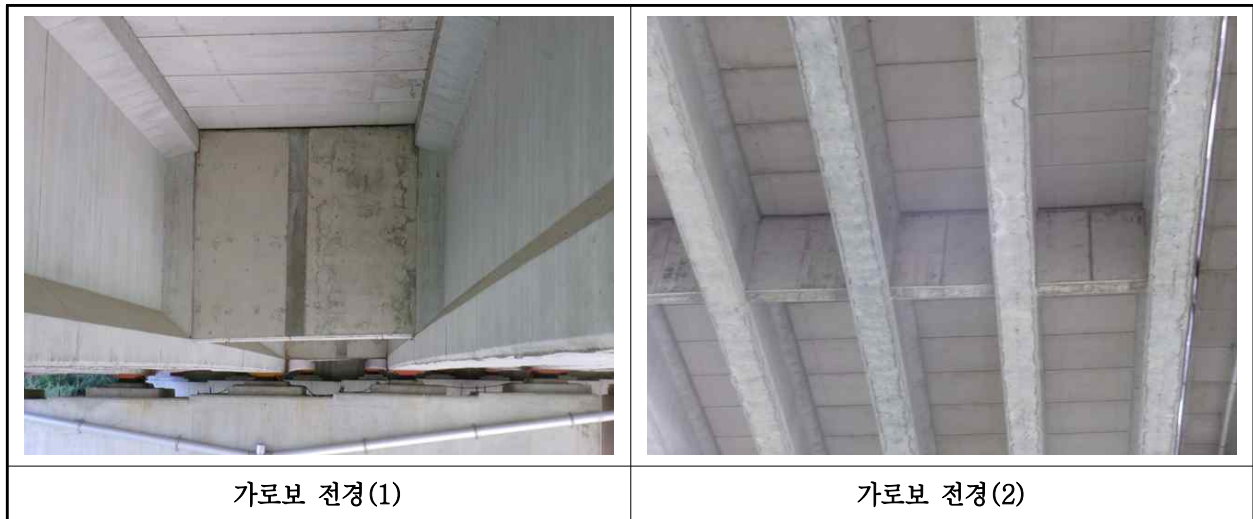
4) 검토의견

- 거더에서 조사된 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 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 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 대한 현장조사 결과, 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 30.3.32】 가로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 30.3.33】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이나, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 기존 손상인 균열(0.3mm미만), 박리, 실란트 파손, 누수 흔적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 체수 등이 조사되었다.

【표 30.3.34】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		박리 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		체수 (㎡/개소)		폐콘크리트퇴적 (㎡/개소)		실란트 파손, 이격 (m/개소)	
A1	2.00	1	0.09	1	—	—	—	—	0.50	1	—	—
A2	—	—	—	—	0.04	2	1.00	1	—	—	4.00	2
합계	2.00	1	0.09	1	0.04	2	1.00	1	0.50	1	4.00	2

			
손상현황	• A1 균열(0.1mm/2.0m)	손상현황	• A1 박리(0.3m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 표면열화, 신축이음부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• A1 페콘크리트 퇴적(0.5m×1.0m)	손상현황	• A2 누수흔적(0.1m×2.0m)
원 인	• 시공초기 청소미흡 등	원 인	• 신축이음부 누수 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 실란트 이격(L=2.0m)	손상현황	• A2 체수(1.0m×1.0m)
원 인	• 시공초기 침하, 지반 다짐미흡 등	원 인	• 신축이음부 누수 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 30.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 균열(0.3mm미만), 박리, 실란트 파손, 누수흔적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상으로 체수 등이 조사되었다.

【표 30.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	박리	m ²	0.09	1	0.09	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	0.04	2	0.04	2	— —	변동없음
	체수	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	실란트 파손, 이격	m	4.00	2	4.00	2	— —	변동없음

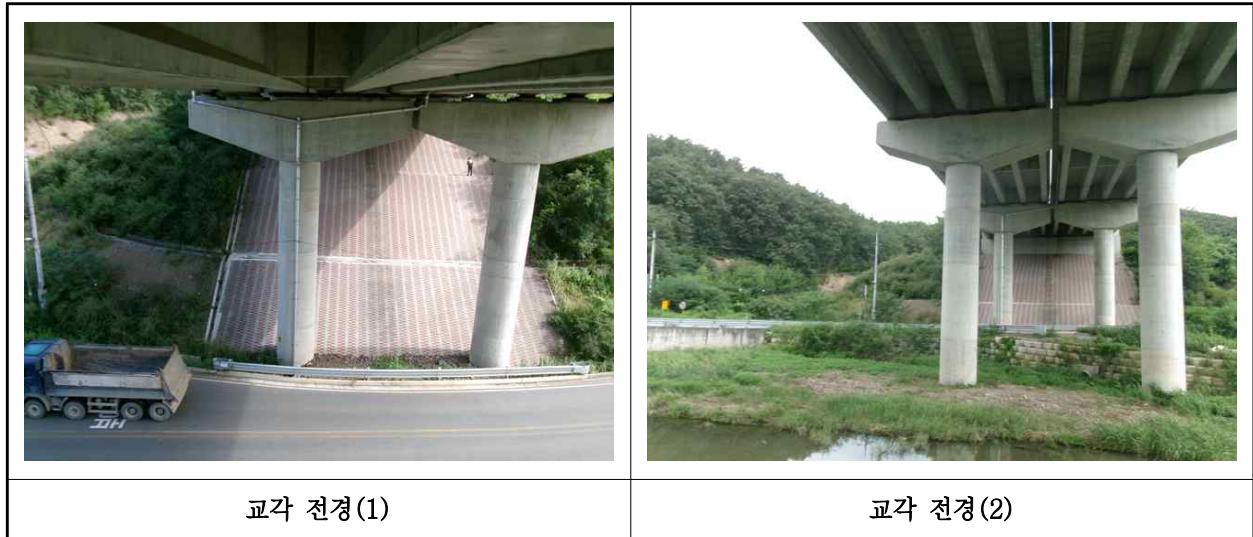
4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상부의 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 박리의 경우 신축이음부의 우수유입으로 인한 표면열화 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 추정된다. 발생한 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 등을 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 체수, 누수흔적의 경우 신축이음부의 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리, 정비 등의 유지관리가 요구된다.
- 조사된 폐콘크리트 퇴적의 경우 시설물 시공시 청소미흡에 의한 손상으로 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 실란트 이격, 파손의 경우 시공초기 침하, 지반 다짐미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재 균열게이지가 설치되어 있는 상태이다. 추후 점검시 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 내포교의 교각은 T형교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 교량 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 균열(0.3mm미만)이 확인되었고, 금회 점검에서 신규 손상으로 망상균열, 표면박리 등의 손상이 조사되었다.

【표 30.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		표면박리 (㎡/개소)	
P1	—	—	16.00	1	—	—
P2	10.00	5	4.00	1	2.00	1
P3	—	—	—	—	—	—
합계	10.00	5	20.00	2	2.00	1

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.2mm/2.0m)	손상현황	• P1 코핑부 균열(0.2mm/2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P1 망상균열(8.0m×2.0m)	손상현황	• P1 망상균열(8.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2 망상균열(2.0m×2.0m)	손상현황	• P2 망상균열(2.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 30.3.36】 교각 손상현황

			
손상현황	• P2 표면박리(1.0m×2.0m)	손상현황	• P2 표면박리(1.0m×2.0m)
원 인	• 다짐불량, 표면열화 등	원 인	• 다짐불량, 표면열화 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 30.3.36】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 균열(0.3mm미만)이 확인되었고, 금회 점검에서 신규 손상으로 망상균열, 표면박리 등의 손상이 조사되었다.

【표 30.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열 0.3mm미만	m	10.00	5	10.00	5	— —	변동없음
	망상균열	m ²	—	—	20.00	2	▲ 20.00	신규손상
	표면박리	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상

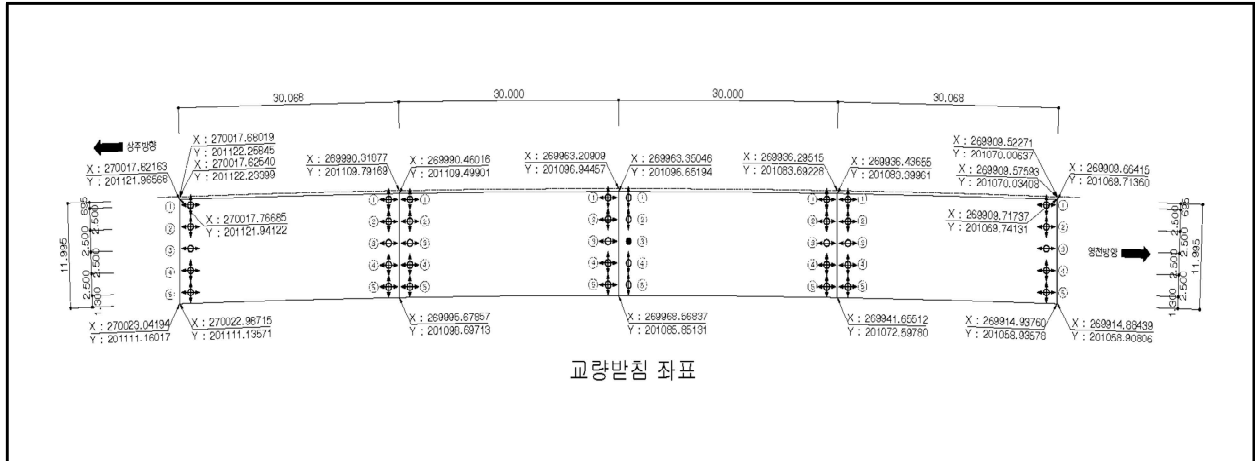
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상부의 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 표면박리의 경우 다짐미흡, 표면열화 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

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



【그림 30.3.3】 교량받침 배치도



【사진 30.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 기존 손상인 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 간섭 등이 확인되었으며, 급회 점검에서 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.38】 교량받침 외관조사 결과

구분	스토퍼 간섭 (EA/개소)		받침콘크리트 균열 (m/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	—	—	—	—
P2	—	—	0.30	1
P3	—	—	—	—
A2	1.00	1	—	—
합계	1.00	1	0.30	1

			
손상현황	• P2-Sh3 받침 콘크리트 균열(0.1mm/0.3m)	손상현황	• A2-sh3 스톱퍼 간섭(1EA)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 시공미흡, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 30.3.38】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 스톱퍼 간섭 등이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

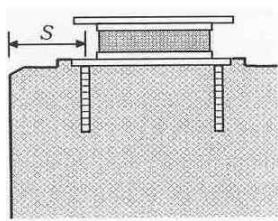
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	스톱퍼간섭	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음

4) 검토의견

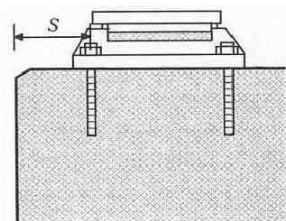
- 교량받침에서 조사된 스톱퍼 간섭의 경우 시공미흡, 장기공용 등에 의한 손상으로 유추되며, 발생한 손상으로 인해 현재 무수축물탈 및 받침콘크리트 등 주변부재에 손상이 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 추후 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 추가 발생시 프리셋팅 등적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 경미한 표면균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.

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 30.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정(1)

받침장치 연단거리 측정(2)

【사진 30.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : $200 + 5 \times 30 = 350(\text{mm})$

【표 30.3.40】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
			Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	
A1		350	695	685	695	695	690	O.K
P1	A1측	350	640	630	655	655	640	O.K
	A2측	350	620	620	615	620	610	O.K
P2	A1측	350	630	620	615	615	610	O.K
	A2측	350	915	920	915	935	925	O.K
P3	A1측	350	655	650	635	650	645	O.K
	A2측	350	615	615	610	655	625	O.K
A2		350	675	665	675	675	675	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 30.3.40】 교량받침 이동량 상태

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 30.3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		28.8	11.2	0.00001	60.0	17.3	6.7	
P1	A1측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
P2		고 정 단						
P3	A1측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	30.0	8.6	3.4	
A2		28.8	11.2	0.00001	60.0	17.3	6.7	
1) 조사당시 온도 : 23.8℃(조사일 : 2023년 9월 06일, 평균온도, 영천) 2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)								

【표 30.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 최대수축	이동량 최대신장	허용변위 (mm)	
			수축	신장				
A1		SH1	10	77	57	17.3	6.7	±67
		SH2	10	77	57			±67
		SH3	10	77	57			±67
		SH4	10	77	57			±67
		SH5	10	77	57			±67
P1	A1측	SH1	10	44	24	8.6	3.4	±34
		SH2	10	44	24			±34
		SH3	10	44	24			±34
		SH4	10	44	24			±34
		SH5	10	44	24			±34
	A2측	SH6	10	44	24	8.6	3.4	±34
		SH7	10	44	24			±34
		SH8	10	44	24			±34
		SH9	10	44	24			±34
		SH10	10	44	24			±34
P2		고 정 단						
P3	A1측	SH1	0	34	34	8.6	3.4	±34
		SH2	0	34	34			±34
		SH3	0	34	34			±34
		SH4	0	34	34			±34
		SH5	0	34	34			±34
	A2측	SH6	0	34	34	8.6	3.4	±34
		SH7	0	34	34			±34
		SH8	0	34	34			±34
		SH9	0	34	34			±34
		SH10	0	34	34			±34
A2		SH1	10	77	57	17.3	6.7	±67
		SH2	10	77	57			±67
		SH3	10	77	57			±67
		SH4	10	77	57			±67
		SH5	10	77	57			±67
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%								

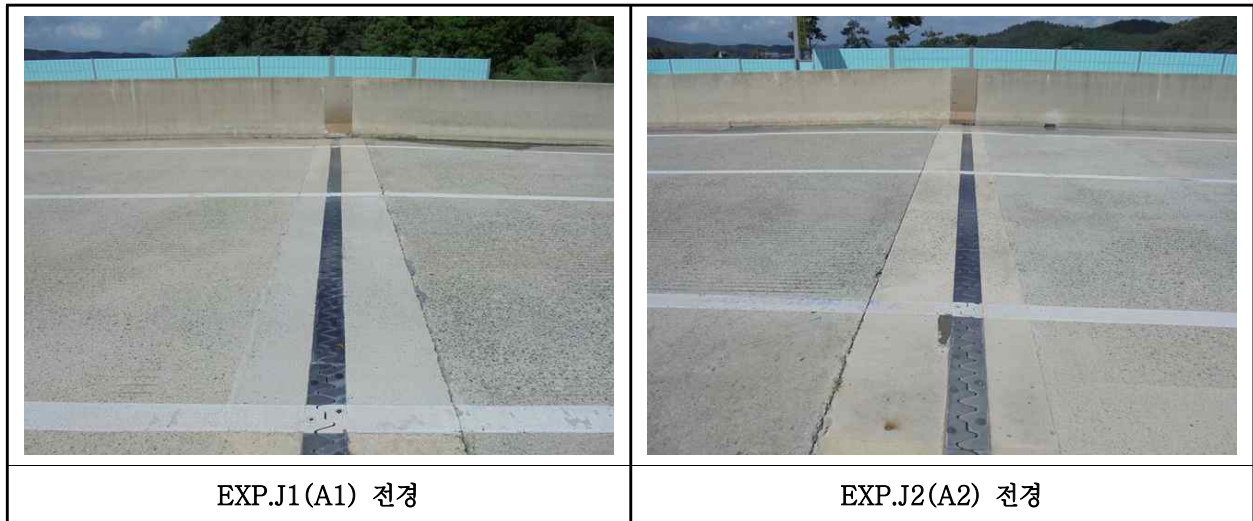
② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, A2의 경우 평거 조인트로 시공된 상태이다. 신축이음에 대한 외관조사는 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.



【사진 30.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 기존 손상인 후타재 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 신규 손상으로 차수판 변형이 조사되었다.

【표 30.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		차수판 변형 개소/개소	
A1 (EXP J1)	1.50	3	—	—
A2 (EXP J2)	—	—	1.00	1
합계	1.50	3	1.00	

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm/0.5m)	손상현황	• A1 후타재 균열(0.2mm/0.5m)
원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축 등	원 인	• 장기공용, 열화, 건조수축 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 차수판 변형(1EA)	손상현황	• A2 차수판 변형(1EA)
원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 외부충격 등	원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 외부충격 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• A1 본체 상태현황	손상현황	• A2 본체 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.42】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 후타재 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 신규 손상으로 차수판 변형이 조사되었고, 후타재 균열 손상의 물량이 정밀조사로 인해 소폭 증가하였다.

【표 30.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.20	4	1.50	3	▲ 0.30	정밀조사
	차수판 변형	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 점검시기에 차량의 통행에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 차수판 변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2023. 9. 14. 기온 적용: 23.8℃(일평균) ΔT(신장시) : 35℃-22.1℃ = 12.9℃ ΔT(수축시) : -15℃-(22.1℃) = 27.1℃ 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>선폭창계수 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	선폭창계수 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	선폭창계수 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 30.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 30.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선폭창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	27.1	12.9	0.00001	60.0	16.3	7.7	15.0	35.0	100.0	
A2	27.1	12.9	0.00001	60.0	16.3	7.7	15.0	32.0	110.0	

1) 조사당시 온도 : 22.1℃(조사일 : 2023년 9월 14일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 30.3.46】 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	16.3	7.7	15.0	75	31.3	7.3	O.K
A2	16.3	7.7	15.0	75	31.3	7.3	O.K
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$							

6) 신축거동상태 검토의견

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

아. 교면포장

1) 부재의 개요

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



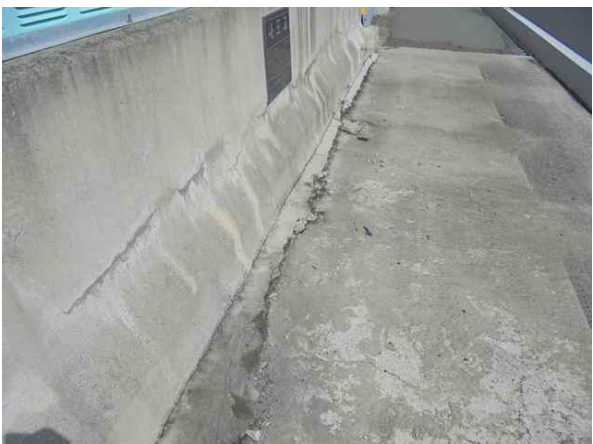
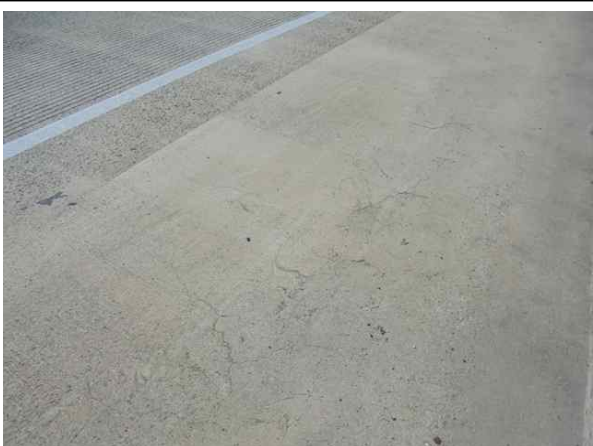
【사진 30.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 기존 손상인 접속 슬래브 파손, 포장 망상균열 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 포장 망상균열이 신규 손상으로 조사되었다.

【표 30.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 망상균열 (㎡/개소)		접속 슬래브 파손 (㎡/개소)	
S1	2.00	1	1.20	1
S2	—	—	—	—
S3	2.00	1	—	—
S4	—	—	1.20	1
합계	4.00	2	2.40	2

			
손상현황	• S1 포장 망상균열 (1.0m×2.0m)	손상현황	• S1 포장 망상균열 (1.0m×2.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행 등	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S1 접속 슬래브 파손 (4.0m×0.3m)	손상현황	• S1 접속 슬래브 파손 (4.0m×0.3m)
원 인	• 시공초기 침하, 마감미흡 등	원 인	• 시공초기 침하, 마감미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S3 포장 망상균열 (2.0m×1.0m)	손상현황	• S3 포장 망상균열 (2.0m×1.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행 등	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 30.3.45】 교면포장 손상현황

			
손상현황	• S4 접속 슬래브 파손(4.0m×0.3m)	손상현황	• S4 접속 슬래브 파손(4.0m×0.3m)
원 인	• 시공초기 침하, 마감미흡 등	원 인	• 시공초기 침하, 마감미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 30.3.45】 교면포장 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 접속 슬래브 파손, 포장 망상균열 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 포장 망상균열이 신규 손상으로 조사되었다.

【표 30.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 망상균열	m ²	2.00	1	4.00	2	▲ 2.00	신규손상
	접속 슬래브 파손	m ²	2.40	2	2.40	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 조사된 포장 망상균열은 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 확보를 위해 표면처리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 접속 슬래브 파손의 경우 시공초기 침하, 마감미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 기존 손상인 배수구 막힘이 확인되었으며, 전회 정밀안전점검과 금회 정밀안전점검 사이에 배수구 막힘이 보수되었으나, 금회 점검에서 배수구 막힘이 추가로 조사되었다.

【표 30.3.49】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)	
S1	1.00	1
S2	1.00	1
S3	2.00	2
S4	2.00	2
합계	6.00	6

			
손상현황	• S1 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S2 배수구 막힘(1EA)
원 인	• 장기공용 등	원 인	• 장기공용 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S3 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S3 배수구 막힘(1EA)
원 인	• 장기공용 등	원 인	• 장기공용 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S4 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S4 배수구 막힘(1EA)
원 인	• 장기공용 등	원 인	• 장기공용 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 30.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상인 배수구 막힘이 확인되었으며, 전회 정밀안전점검과 금회 정밀안전점검 사이에 배수구 막힘이 보수되었으나, 금회 점검에서 배수구 막힘이 추가로 조사되었다.

【표 30.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	2.00	2	6.00	6	▲ 4.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 장기공용 등에 의한 손상으로 배수시설의 원활한 배수 기능을 위해 정기적인 청소가 필요하다고 판단된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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



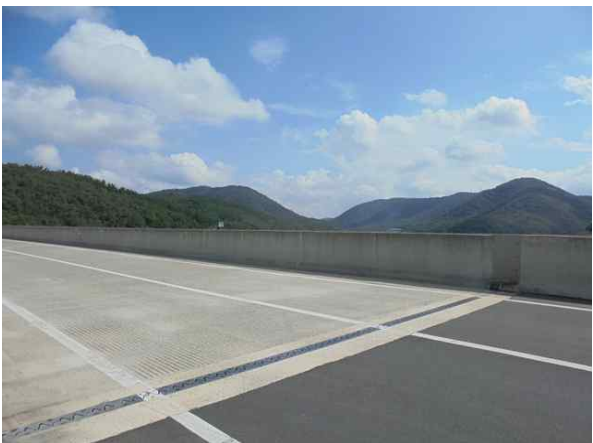
【사진 30.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

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

			
손상현황	• 방호벽 및 증분대 상태현황	손상현황	• 방호벽 및 증분대 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 방호벽 및 증분대 상태현황	손상현황	• 방호벽 및 증분대 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 방호벽 및 증분대 상태현황	손상현황	• 방호벽 및 증분대 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.49】 방호벽 및 증분대 손상현황

			
손상현황	• 방음벽 상태현황	손상현황	• 방음벽 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.49】 방호벽 및 중분대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 30.3.52】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 방호벽 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

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



【사진 30.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 30.3.53】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 상태현황	손상현황	• 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 30.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존 점검에서 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서도 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 30.3.54】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 점검계단 주변에 식생이 산재하고 있는 상태로 확인되었다. 원활한 점검을 위하여, 주기적인 정비를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

30.3.4 외관조사 총괄표

【표 30.3.53】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	박리	m ²	0.16	2	
교대	균열 (0.3mm미만)	m	15.00	2	
	백태	m ²	1.00	1	
	누수흔적	m ²	2.00	1	
	실란트 손상	m	6.00	2	
	이물질퇴적, 폐콘크리트 퇴적	m ²	2.00	3	
	법면 보호블럭 침하	m ²	2.00	1	
교각	망상균열	m ²	31.00	2	
	표면박리	m ²	19.50	3	
교량받침	스토퍼간섭	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열 (0.3mm미만)	m	1.20	4	
	후타재 박락	m ²	0.20	1	
교면포장	접속도로 파손	m ²	0.40	1	
	후타재 접속부 이격	m	8.00	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
방호벽	균열 (0.3mm이상)	m	1.50	1	
	균열부 백태	m ²	0.20	2	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 30.3.54】영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	
거터	파손	m ²	0.10	1	
가로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
	박리	m ²	0.09	1	
	누수흔적	m ²	0.04	2	
	체수	m ²	1.00	1	
	폐콘크리트 퇴적	m ²	0.50	1	
	실란트 파손, 이격	m	4.00	2	
교각	균열 0.3mm미만	m	10.00	5	
	망상균열	m ²	20.00	2	
	표면박리	m ²	2.00	1	
교량받침	스토퍼간섭	EA	1.00	1	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.50	3	
	차수관 변형	EA	1.00	1	
교면포장	포장 망상균열	m ²	4.00	2	
	접속 슬래브 파손	m ²	2.40	2	
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	
방호벽 및 중분대	상태양호	—	—	—	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

30.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 30.3.55】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	상태양호	m ²	—	—	—	—	— —	변동없음
거더	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
가로보	박리	m ²	0.16	2	0.16	2	— —	변동없음
교대	균열 0.3mm미만	m	10.00	1	15.00	2	▲ 5.00	신규손상
	백태	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	실란트 손상	m	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음
	이물질퇴적, 페콘크리트 퇴적	m ²	1.50	2	2.00	3	▲ 0.50	신규손상
	법면 보호블럭 침하	m ²	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
교각	망상균열	m ²	15.00	1	31.00	2	▲ 16.00	신규손상
	표면박리	m ²	12.00	2	19.50	3	▲ 7.50	물량오기
교량 받침	스토퍼간섭	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.20	4	1.20	4	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.02	1	—	—	▼ 0.02	보수실시
	후타재 박락	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
교면포장	접속도로 파손	m ²	—	—	0.40	1	▲ 0.40	신규손상
	후타재 접속부 이격	m	—	—	8.00	1	▲ 8.00	신규손상
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
방호벽	균열(0.3mm이상)	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	균열부 백태	m ²	0.20	2	0.20	2	— —	변동없음
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

【표 30.3.56】영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	상태양호	m ²	—	—	—	—	— —	변동없음
거더	파손	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
가로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	박리	m ²	0.09	1	0.09	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	0.04	2	0.04	2	— —	변동없음
	체수	m ²	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	폐콘크리트 퇴적	m ²	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	실란트 파손, 이격	m	4.00	2	4.00	2	— —	변동없음
교각	균열 0.3mm미만	m	10.00	5	10.00	5	— —	변동없음
	망상균열	m ²	—	—	20.00	2	▲ 20.00	신규손상
	표면박리	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
교량 받침	스토퍼간섭	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	1.20	4	1.50	3	▲ 0.30	정밀조사
	차수판 변형	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
교면포장	포장 망상균열	m ²	2.00	1	4.00	2	▲ 2.00	신규손상
	접속 슬래브 파손	m ²	2.40	2	2.40	2	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	2.00	2	6.00	6	▲ 4.00	신규손상
방호벽	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

30.4 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.

30.4.1 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 30.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	3	3	3	4	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	2	2	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	2	
염화물침투량 시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	—	

【표 30.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시험	• 50m 마다	• 50m 마다	3	3	3	4	
철근탐사시험	• 책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—	—	1	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	2	1	3	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

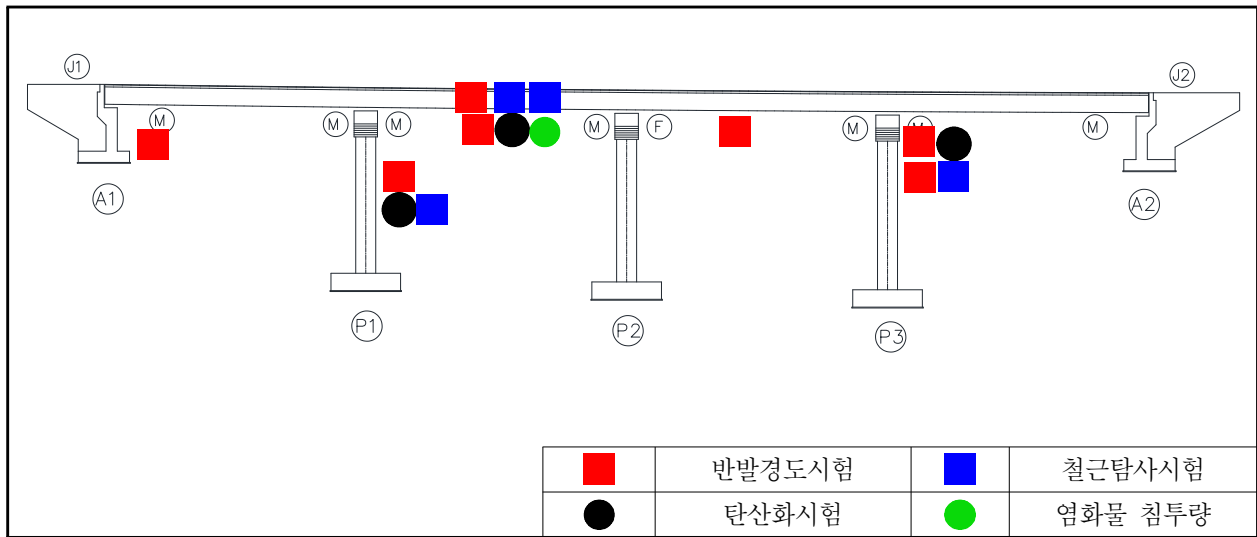
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 교량은 비파괴 선정 위치는 외관조사망도를 참고하여 건전부와 비건전부를 선정 후 비파괴시험을 실시하였고, 기존에 실시한 부위의 경우 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

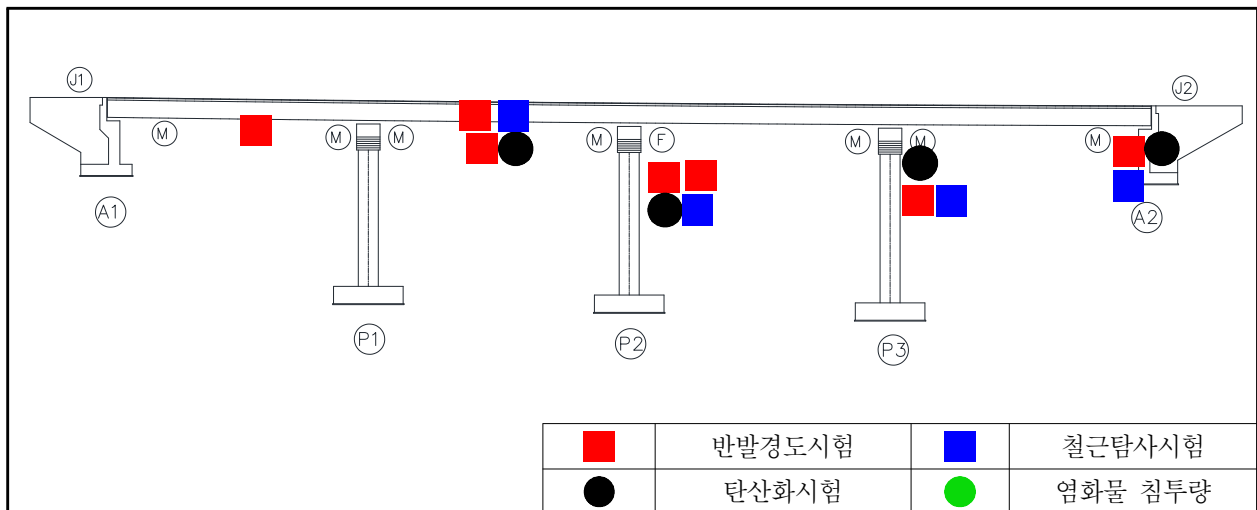
	
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황
	
철근탐사시험	염화물침투량 시험

【사진 30.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 30.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 30.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

30.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발강도시험(총 7개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 30.4.3】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S3 바닥판하면	51.6	30.5	29.9	0.64	27.0	
	S2 가로보	50.5	29.6	29.4			

【표 30.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G3 거더	50.3	41.7	49.3	0.64	40.0	

【표 30.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A1 교대	47.3	27.0	27.9	0.64	24.0	
	P1 교각	48.0	27.6	28.2		27.0	
	P3 교각	48.3	27.8	28.4			
	P3 교각(비건전)	48.1	27.7	28.3			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 29.4~30.5MPa, 상부구조(거더) 41.7~49.3MPa, 하부구조(교대) 27.0~27.9MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.4MPa 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 30.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면, 가로보	29.4 ~ 30.5	27.0	108.9 ~ 113.0
	거더	41.7 ~ 49.3	40.0	104.3 ~ 123.3
하부구조	교대	27.0 ~ 27.9	24.0	112.5 ~ 116.2
	교각	27.6 ~ 28.4	27.0	102.2 ~ 105.2

② 기 점검결과와의 비교

【표 30.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판,가로보	27.5 ~ 28.3	29.4 ~ 30.5	27.0
	거더	41.1 ~ 50.2	41.7 ~ 49.3	40.0
	교대	26.0 ~ 27.3	27.0 ~ 27.9	24.0
	교각	27.4 ~ 28.7	27.6 ~ 28.4	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 30.4.8】 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	S2-G3 거더	1.0	43.0	42.0	a	0.41	100년이상	
하부구조	P1 교각	7.0	84.0	77.0	a	2.86	100년이상	
	P3 교각	6.0	85.0	79.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 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 30.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0	42.0	
하부구조	6.0~7.0	77.0~79.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 30.4.10】 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	4.0~6.0	61.0~63.0	a	1.0	42.0	a	
하부구조	6.0~8.0	92.0~94.0	a	6.0~7.0	77.0~79.0	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 7개소)을 실시하였으며, 검토결과
는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 30.4.11】 상부구조(바닥판하면, 가로보) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	48.6	28.1	28.5	0.64	27.0	
	S2 가로보	49.1	28.5	28.8			

【표 30.4.12】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S2-G1 거더	50.3	41.7	49.3	0.64	40.0	

【표 30.4.13】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	48.8	28.2	28.6	0.64	24.0	
	P2 교각	49.2	28.6	28.8		27.0	
	P3 교각	49.0	28.4	28.7			
	P2 교각(비전진)	49.1	28.5	28.8			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면, 가로보) 28.1~28.8MPa, 상부구조(거더) 41.7~49.3MPa, 하부구조(교대) 28.20~28.6MPa, 하부구조(교각) 28.4~28.8MPa 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 30.4.14】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면, 가로보	28.5 ~ 28.8	27.0	105.6 ~ 106.7
	거더	41.7 ~ 49.3	40.0	104.3 ~ 123.3
하부구조	교대	28.2 ~ 28.6	24.0	117.5 ~ 119.2
	교각	28.4 ~ 28.8	27.0	105.2 ~ 106.7

② 기 점검결과와의 비교

【표 30.4.15】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2021년 정밀안전점검	2023년 성능평가	설계기준강도
반발경도법	바닥판,가로보	27.2 ~ 28.2	28.5 ~ 28.8	27.0
	거더	42.1 ~ 50.5	41.7 ~ 49.3	40.0
	교대	26.9 ~ 27.9	28.2 ~ 28.6	24.0
	교각	28.1 ~ 29.0	28.4 ~ 28.8	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 30.4.16】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	S2-G1 거터	1.0	72.0	71.0	a	0.41	100년이상	
하부구조	A2 교대	5.0	72.0	67.0	a	2.04	100년이상	
	P2 교각	5.0	93.0	88.0	a	2.04	100년이상	
	P3 교각	5.0	88.0	83.0	a	2.04	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 30.4.17】탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.0	71.0	
하부구조	5.0	67.0~88.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 30.4.18】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	62.0~63.0	a	1.0	71.0	a	
하부구조	7.0~8.0	92.0~93.0	a	5	67.0~88.0	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.						

3) 철근탐사시험

철근탐사시험 측정결과는 부록의 측정, 시험, 계측 성과표 항목에 첨부하였다

라. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 30.4.19】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판,가로보	29.4 ~ 30.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.7 ~ 49.3	40.0	
	하부구조	교대	27.0 ~ 27.9	24.0	
		교각	27.6 ~ 28.4	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		42.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		77.0~79.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 30.4.20】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판,가로보	28.5 ~ 28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.7 ~ 49.3	40.0	
	하부구조	교대	28.2 ~ 28.6	24.0	
		교각	28.4 ~ 28.8	27.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		71.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		67.0~88.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

마. 기 점검결과와 비교

【표 30.4.19】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판,가로보	27.5~28.3		29.4~30.5		■ 강도저하 없음
		거더	41.1~50.2		41.7~49.3		
	하부구조	교대	26.0~27.3		27.0~27.9		
		교각	27.4~28.7		27.6~28.4		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		61.0~63.0	a	42.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~94.0	a	77.0~79.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 30.4.20】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 성능평가		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판,가로보	27.2~28.2		28.5~28.8		■ 강도저하 없음
		거더	42.1~50.5		41.7~49.3		
	하부구조	교대	26.9~27.9		28.2~28.6		
		교각	28.1~29.0		28.4~28.8		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		62.0~63.0	a	71.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		92.0~93.0	a	67.0~83.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

30.5 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.

30.5.1 상태안전성능 평가

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

가. 상주방향 상태안전성능평가 결과

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

【표 30.5.1】 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	PSC	a	a	b	a	a	c	b	a	b	q
S2	P1	PSC	a	a	a	a	a	b	—	a	b	q
S3	P2	PSC	a	a	a	a	a	a	—	a	b	q
S4	P3	PSC	a	a	a	a	a	a	—	a	b	q
	A2								b	b	b	q
평균			0.100	0.100	0.125	0.100	0.100	0.200	0.200	0.120	0.200	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.015	0.025	0.005	0.004	0.003	0.004	0.014	0.018	0.050	—
											0.139	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.139) < 0.260$

나. 상주방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

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

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

② 도로포장

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

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

③ 도로부 신축이음부

결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태로 “b” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 영천방향

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 30.5.2】 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	PSC	a	a	b	a	a	c	b	a	b	q
S2	P1	PSC	a	a	a	a	a	b	—	a	b	q
S3	P2	PSC	a	a	a	a	a	a	—	a	b	q
S4	P3	PSC	a	a	a	a	a	a	—	a	b	q
	A2								b	b	b	q
평균			0.100	0.100	0.125	0.100	0.100	0.200	0.200	0.120	0.200	—
가중치			15	25	4	4	3	2	7	15	25	—
(평균×가중치) /가중치합			0.015	0.025	0.005	0.004	0.003	0.004	0.014	0.018	0.050	—
											0.138	
											B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.138) < 0.260$

라. 영천방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

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

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

② 도로포장

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

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

③ 도로부 신축이음부

결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태로 “b” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 30.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.138	B	120	2	240	0.500	0.069
영천방향	0.138	B	120	2	240	0.500	0.069
합계(Σ)			240	4	480	1.000	0.138
1. 평가지수 =							0.138
2. 상태평가결과 =							B

30.5.2 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 PSC Beam Girder

(1) 교량형식

- 구조형식 : PSC Beam Girder
- 경 간 장 : 4@30 = 120.0 m
- 폭 원 : 11.995 m
- 교량등급 : 1등교
- 설계하중 : DB-24, DL-24
- 사 각 : 90°

(2) 검토조건

○ SLAB 콘크리트

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

○ 철근

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

○ PSC Beam Girder 콘크리트

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

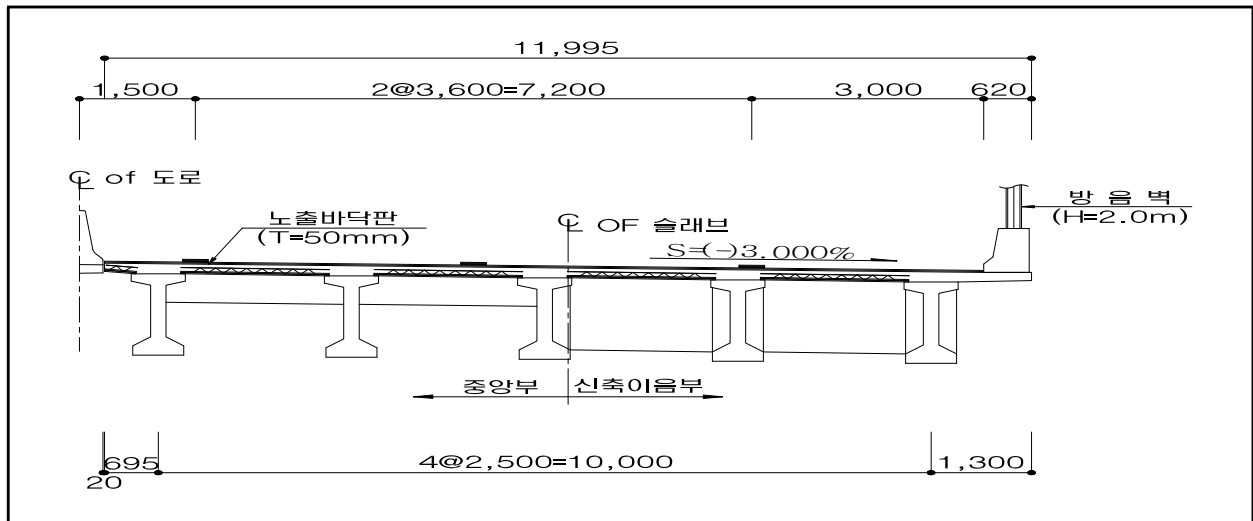
○ 철근

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

○ PS강재 - SWPC 7B $\phi 15.2mm$

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

(3) 검토단면



(4) 고정하중

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

(5) 구조계산 결과요약

■ 허용응력 검토 결과(외측 거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	6.091	6.327	0.236	1.400	-O.K-	
	하 연	20.335	6.043	14.292	17.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	5.430	16.994	11.564	16.000	-O.K-	
	하 연	18.110	18.839	0.729	3.200	-O.K-	
슬 래 브		-	4.304	4.304	11.000	-O.K-	

■ 허용응력 검토 결과(내측 거더)

구 분		프리스트레스 도입직후					비 고
		PRESTRESS	BEAM자중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	6.091	6.30	0.230	1.400	-O.K-	
	하 연	20.335	6.040	4.295	17.600	-O.K-	
구 분		설계하중 작용시					비 고
		유효P.S	총 하 중	합 계	허용응력	안정여부	
주BEAM	상 연	5.390	14.990	9.600	16.000	-O.K-	
	하 연	18.000	16.960	1.040	16.000	-O.K-	
슬 래 브		-	2.730	2.730	11.000	-O.K-	

■ 허용응력 검토 결과(바닥판)

1) 캔틸레버부 단면력 검토

활하중 산정

$$\cdot X = 0.033$$

$$\cdot i = 15/(0.033+40) = 0.374 > 0.3 \text{ 이므로 } i = 0.3$$

$$\cdot E = 0.8X + 1.14 = 1.166$$

$$\cdot M_1 = \frac{P}{E} X (1+i) = \frac{96}{1.166} \times 0.033 \times (1+0.3) = 3.532 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

최대 계수 모멘트 계산 (캔틸레버부)

$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 23.535 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 1626.5 \times 400 \times \left(180.0 - \frac{28.349}{2}\right) \\ &= 91.703 \text{ kN}\cdot\text{m} > Mu = 23.535 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

2) 중앙부 단면력 검토

하중의 산정

- 고정하중에 의한 발생력 산정

· 지 간 : 1.800m

· 포 장 : $0.050 \times 23.5 = 1.175\text{kN/m}$ · 콘크리트 : $0.240 \times 25.0 = 6.000\text{kN/m}$

· 합 계 : 7.175kN/m

$$\cdot M_d = \frac{W_d \ell^2}{10} = \frac{7.175 \times 1.800^2}{10} = 2.325\text{kN}\cdot\text{m}$$

활하중 산정

· $i = 15/(1.800+40) = 0.359 > 0.3$ 이므로 $i = 0.3$

$$\cdot M_{\ell+i} = \frac{L+0.6}{9.6} \times P_r (1+i) \times 0.8 = 24.960\text{kN}\cdot\text{m}$$

최대 계수 모멘트 계산 (중앙부)

$$Mu1 = 1.3D + 2.15L = 56.687 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

- 단면검토

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 1626.5 \times 400 \times \left(180.0 - \frac{28.300}{2}\right) \\ &= 91.703 \text{ kN}\cdot\text{m} > Mu = 56.687 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \therefore \text{O.K} \end{aligned}$$

나. 구조안전성능평가 결과

1) 내하력평가

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

2) 허용응력설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

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

여기서, RF : 내하율

f_a : 재료의 허용응력

f_d : 고정하중에 의한 응력

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

② 내하력(Load Carrying Capacity)

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

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중(LS-22)

■ 허용응력설계법에 의한 내하율 평가결과

구 분			고정하중응력 (MPa)	활하중응력 (MPa)	유효프리스트레스 (MPa)	허용응력 (MPa)	R.F
내포교	외측 거더	상연	14.836	2.158	5.430	16.000	3.056
		하연	14.623	4.216	18.110	16.000	2.968
	내측 거더	상연	13.710	1.280	5.390	16.000	6.000
		하연	13.610	3.350	18.000	16.000	3.466

3) 강도설계법에 의한 평가방법

① 내하율(Rating Factor)

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

여기서, RF : 내하율

ϕM_n : 설계휨강도

M_d : 고정하중에 의한 모멘트

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

γ_d : 고정하중계수(1.3)

γ_ℓ : 활하중계수(2.15)

② 내하력(Load Carrying Capacity)

기본내하력(P) = RF × Pr

여기서, P : 기본내하력

Pr : 설계활하중

■ 강도설계법에 의한 바닥판의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_\ell M_\ell (1+i)$ (kN · m)	R.F
캔틸레버부	91.703	12.262	3.532	15.941	7.594	9.977
중앙부	91.703	2.325	24.960	3.023	53.664	1.653

■ 강도설계법에 의한 거더의 내하율 평가결과

위 치	ΦM_n (kN · m)	Md (kN · m)	MI (kN · m)	$\gamma_d M_d$ (kN · m)	$\gamma_\ell M_\ell (1+i)$ (kN · m)	R.F
외측거더	14194.646	5393.484	2107.733	7,011.529	4,531.626	1.585
내측거더	14528.304	5017.430	1766.489	6,522.659	3,797.951	2.108

4) 내하력평가 결과

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

■ 공용내하력 산정 결과

구 분		R.F	기본내하력		Ks	공용내하력		비 고
내포교	거더 (허용응력)	2.968	DB-	71.232	1.500	DB-	106.848	DB-24 이상
	거더 (강도설계법)	1.585	DB-	38.040	1.500	DB-	57.060	DB-24 이상
	바닥판	1.653	DB-	39.672	-			DB-24 이상

■ 허용응력설계법

구 분			허용응력 (MPa)	PRESTRESS (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중(1+i) (MPa)	S.F
내포교	외측 거더	상연	16.000	5.430	14.836	2.158	1.384
		하연	16.000	18.110	14.623	4.216	21.948
	내측 거더	상연	16.000	5.390	13.710	1.280	1.667
		하연	16.000	18.000	13.610	3.350	15.385

■ 강도설계법(바닥판)

구 분	ØMn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
캔틸레버부	91.703	23.535	3.896	SF = 1.0 이상
중앙부	91.703	56.687	1.618	SF = 1.0 이상

■ 강도설계법(거더)

구 분	ØMn (kN-m)	Mu (kN-m)	SF(안전율)	비 고
외측거더	14194.646	11543.156	1.230	SF = 1.0 이상
내측거더	14528.304	10320.610	1.408	SF = 1.0 이상

■ 구조안전성 및 내하력에 의한 평가

부 재 명		최소안전율(SF)	내하율(R.F)	공용내하력	평가	비 고
바닥판	캔틸레버부	3.869	9.977	DB-24이상	A	강도설계법
	중앙부	1.618	1.653	DB-24이상	A	강도설계법
거 더	외측거더	1.384	2.968	DB-24이상	A	허용응력설계법
	내측거더	1.667	3.466	DB-24이상	A	허용응력설계법

30.5.3 안전성능평가 결과

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

단, 구조안전성능을 실시하지 않은 경우는 상태안전성능지수를 안전성능지수로 갈음한다.

교량의 구조안전성능 평가지수 = Min(상태안전성능등급, 구조안전성능등급)

구분	상태안전성능등급		구조안전성능등급		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
내포교	0.138	b	0.129	a	
안전성능등급	상태안전성능평가와 구조안전성능평가를 종합하여 분석한 결과 최저평가지수인 0.138로 평가 되었으며 평가등급은 B등급으로 산정되었다.				

30.6 내구성능 평가

30.6.1 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.

30.6.2 콘크리트 내구성능 평가 결과

가. 염해환경 평가

1) 해안거리에 따른 비래염분 염해환경

대상교량은 경상북도 영천시 북안면 내포리에 위치하며, 동해안으로부터 약 34.99km 떨어진 위치에 시공된 것으로 확인되었다.

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



【그림 30.6.1】 위치도

【표 30.6.1】 해안거리에 따른 비래염분 염해환경 평가결과

평가항목	해안	적용지역	해안으로부터 거리 X(m)	평가 등급
해안거리에 따른 비래염분 염해환경	동해안	전지역	500초과	a등급

2) 제설제 염해환경

강설일수는 기상청 기후자료를 참조하였으며, 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소인 대구 관측소에서 측정된 최근 10년간 데이터를 활용하여 평가하였다. 최근에 측정된 최심신적설 자료 중 2013년부터 2022년까지의 자료를 참조하였으며, 연평균 강설 일수는 1.5일로 확인되었고, 평가등급은 A등급으로 분석되었다.

【표 30.6.2】 제설제 염해환경 평가결과(연평균 강설일수)

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

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

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

나. 동해환경 평가

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

- 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재일 경우

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

- 수분과 지속적으로 접촉하는 부재일 경우

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

수분과 미접촉하는 부재의 경우 5.9회, 수분과 직접 접촉하는 부재의 경우 57.4회로써 동결융해 환경은 “B” 등급으로 평가되며, 수분과 직접 접촉하지 않는 부재의 경우도 동결융해 사이클이 연 평균 5.7회로 동결융해의 피해를 입을 수 있음이 확인된다.

【표 30.6.3】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분접촉)

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

【표 30.6.4】 동해환경 평가결과 - 일반부재(수분미접촉)

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

다. 열화진전 평가

1) 염화물 침투량

【표 30.6.5】 염화물 함유량 평가

열화진전 평가항목	세부 부재명		깊이별 염화물 함유량 (kg/m ³)			평가등급
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근	
염화물 함유량	바닥판	S2	1.530	1.030	0.967	c

【표 30.6.6】 염화물 확산계수 산출

계산항목	세부 부재명		깊이별 염화물 확산계수 (cm ² /year)		
			0~20mm	20~40mm	40mm~철근
염화물 확산계수	바닥판	S2	—	—	3.182

【표 30.6.7】 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	S2	20년 초과 ~ 30년 이하	b

【표 30.6.8】 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	S2	c	b	c

2) 탄산화 깊이

【표 30.6.9】 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	S2-G3 거더	1.0	0.41	30년 초과	a	a
		P1 교각	7.0	2.86	30년 초과	a	a
		P3 교각	6.0	2.45	30년 초과	a	a
	영천방향	S2-G1 거더	1.0	0.41	30년 초과	a	a
		A2 교대	5.0	2.04	30년 초과	a	a
		P2 교각	5.0	2.04	30년 초과	a	a
		P3 교각	5.0	2.04	30년 초과	a	a

3) 피복 콘크리트의 품질

【표 30.6.10】 피복 콘크리트의 품질 평가

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	상주방향	S3 바닥판하면	111.9	—	a	0.10	a
		S4 가로보	109.3	—	a		
		S2-G3 거더	113.8	—	a		
		A1 교대	114.5	—	a		
		P1 교각	103.4	—	a		
		P3 교각	104.1	—	a		
		P3 교각 (비건전)	103.7	99.6	a		

【표 30.6.16】 피복 콘크리트의 품질 평가(계속)

열화진전 평가항목	부재 그룹명	세부 부재명	설계값 대비 강도추정값(%)	비건전부/ 건전부비율(%)	개별 평가등급	평균	평가 등급
피복 콘크리트의 품질	영천방향	S1 바닥판하면	104.8	—	a	0.10	a
		S2 가로보	106.0	—	a		
		S2-G1 거더	113.8	—	a		
		A1 교대	118.5	—	a		
		P2 교각	106.2	—	a		
		P3 교각	105.8	—	a		
		P2 교각 (비건전)	106.0	99.8	a		

마. 콘크리트 내구성능 평가결과

【표 30.6.17】 대상교량 제원

교량형식		콘크리트 거더교
경간장 및 경간수		4@30 = 120m
교폭		24.3m
바닥판의 높이		16.2m
거더 갯수		5
2차 부재		L=2.5m, 교축방향 17.5m 간격 설치
바닥판		일반 RC
교각		일반 RC
피복 두께		50mm~100mm
공용연수		6년
위치	지역	경상북도 영천시 북안면 내포리
	해안 이격거리	34.99km

【표 30.6.18】 일반콘크리트 거더교 콘크리트 내구성능 평가

부재 그룹명	세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
		염화물 함유량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재	비고
상부	바닥판(33)	c	a	a	c	0.4
	거더(35)	—	—	a	a	0.1
	2차부재(7)	—	—	a	a	0.1
하부	교대/교각(25)	—	a	a	a	0.1
		결함도지수	$(0.4 \times 33 + 0.1 \times 35 + 0.1 \times 7 + 0.1 \times 25) / 100 = 0.199$			
		등급	B			

【표 30.6.19】 열화환경지표의 평가

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

30.6.3 내구성능평가 결과

본 과업에서 실시한 내구성능평가 결과는 다음과 같다.

【표 30.6.23】 내구성능평가 결과

구분	결함도지수	평가등급	가중치	결함도지수×가중치
콘크리트내구성능평가 결과	0.199	a	1.00	0.199
결함도점수				0.199
내구성능평가 결과				B

30.7 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.

30.7.1 사용성능지표 평가

가. 포장상태 평가

1) 고속도로 포장상태 지수(HPCI) 산정

과업대상의 포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 3.38~4.20으로 평가되었다.

【표 30.7.1】 포장상태 평가결과

평가항목	노선명	방향	차로	조사연장(m)	HPCI	평가등급
포장상태	상주영천고속도로	상주	1	120.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	상주	2	120.0	4.20	a등급
	상주영천고속도로	영천	1	120.0	3.38	c등급
	상주영천고속도로	영천	2	120.0	4.20	a등급
평가결과	포장상태 조사 및 분석 보고서를 참고하여 HPCI를 분석한 결과, 3.5이상 4.0미만으로 산정되어 양호한 상태인 c등급으로 평가되었다.					

2) 교량조명

- 해당 교량에는 조명시설이 설치되어있지 않아 해당항목 평가는 실시하지 않았다.

3) 진동사용성

(1) 측정

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

(2) 분석결과

- 처짐과 고유진동수를 측정한 결과, 4.154mm/s, 7.40Hz로 나타났으며, 이는 Reiher-Meister의 허용곡선 상에서 A구간에 해당되어 e등급으로 평가된다.

4) 점검시설

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

【표 30.7.2】 점검시설 평가결과

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

- 점검로가 교각의 40% 미만으로 설치되어 있는 상태로, e등급으로 평가된다.

5) 교통량

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

【표 30.7.3】 교통량의 성능평가

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

30.7.2 사용성능평가 결과

【표 30.7.4】 사용성능평가 결과

구분	특징	세부지표의 분류	가중치	평가결과	등급점수
사용성능	사용성	포장상태	0.247	c	0.4
		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	0.526
				등급	C

- 사용성능 최종 등급을 산정하면, $0.4 \times 0.247(\text{포장상태}) + 1.0 \times 0.202(\text{진동사용성}) + 1.0 \times 0.206(\text{점검시설의 유무}) + 0.1 \times 0.195(\text{교통수요}) = 0.526$

30.8 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 30.8.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	내포교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.138	b	0.68
내구성능 평가	0.199	b	0.19
사용성능 평가	0.526	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.138 \times 0.68 + 0.199 \times 0.19 + 0.526 \times 0.13 = 0.200$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.200 • 종합성능평가 결과 : B등급		

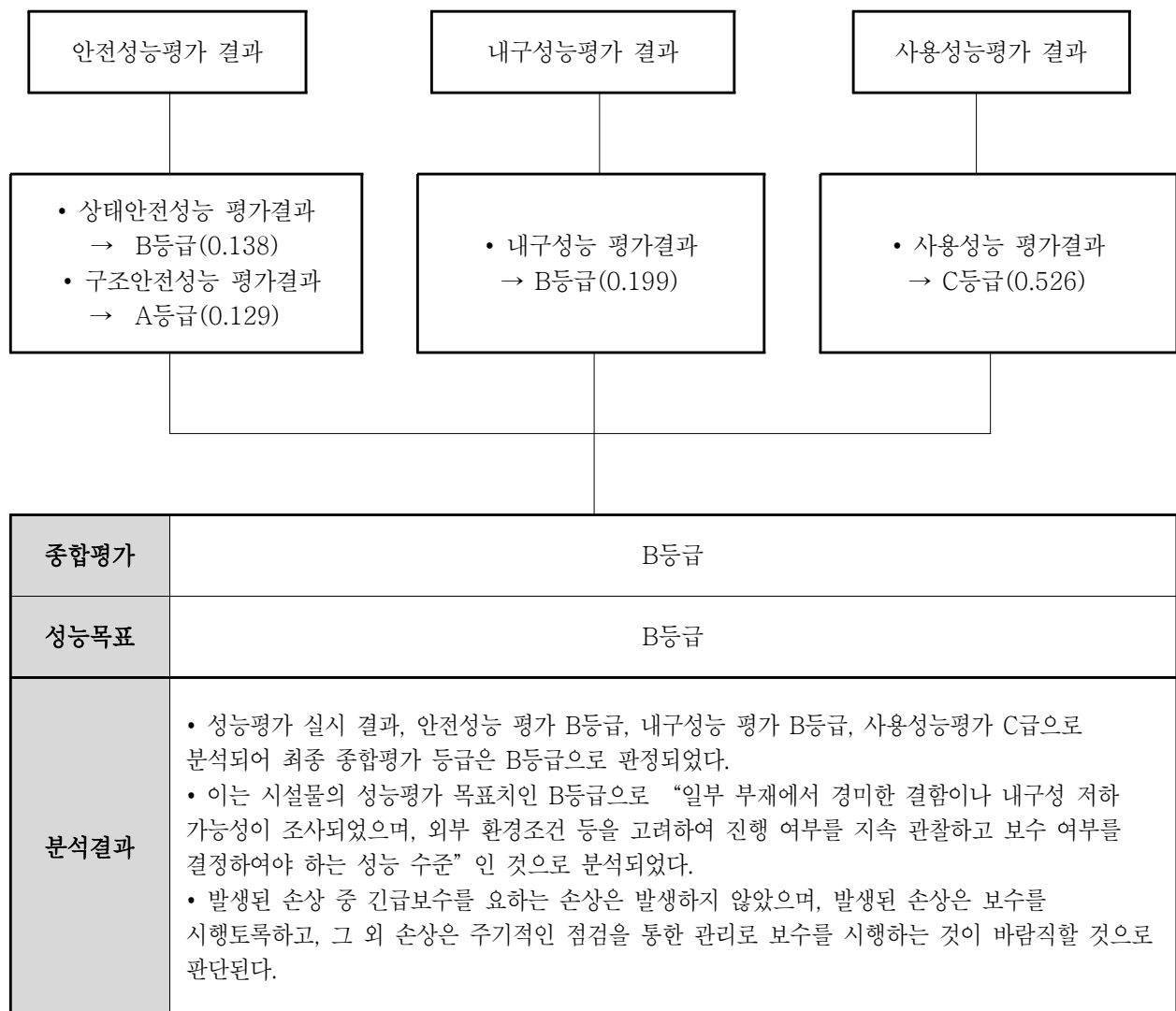
30.9 유지관리 전략제안

30.9.1 성능목표 등급 산정

【표 30.9.1】 성능목표 등급산정

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

30.9.2 성능평가 실시결과 검토·분석



30.9.3 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략제안

가. 상주방향 보수 개략공사비

【표 30.9.2】 상주방향 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
가로보	박리	단면보수	0.16	0.24	m ²	—	—	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	15.00	5.63	m ²	—	—	하자
	백태	표면처리	1.00	1.50	m ²	—	—	하자
	실란트 손상	실란트 채시공	6.00	9.00	m	—	—	하자
	이물질 퇴적, 폐콘크리트 퇴적	정비	2.00	3.00	m ²	—	—	하자
교각	망상균열	표면처리	31.00	46.50	m ²	—	—	하자
	표면박리	단면보수	19.50	29.25	m ²	—	—	하자
신축이음	후타재균열(0.3㎜미만)	표면처리	1.20	0.45	m ²	54	24	3순위
	후타재 박락	단면보수	0.20	0.30	m ²	165	50	2순위
교면포장	접속도로 파손	단면보수	0.40	0.60	m ²	165	99	3순위
	후타재 접속부 이격	실란트 시공	8.00	12.00	m	70	840	3순위
방호벽	균열(0.3㎜이상)	주입보수	1.50	2.25	m	65	146	2순위
	균열부 백태	표면처리	0.20	0.30	m ²	54	16	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		196		979		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		98		490		
	합계	—		294		1,469		
개략공사비 총계(천원)		1,763						

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 30.9.3】 영천방향 개략공사비

구분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	파손	단면보수	0.10	0.15	m²	—	—	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m²	—	—	하자
	박리	단면보수	0.09	0.14	m²	—	—	하자
	폐콘크리트 퇴적	정비	0.50	0.75	m²	25	19	3순위
교각	균열0.3mm미만	표면처리	10.00	3.75	m²	—	—	하자
	망상균열	표면처리	20.00	30.00	m²	—	—	하자
	표면박리	단면보수	2.00	3.00	m²	—	—	하자
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.30	0.11	m²	54	6	3순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.50	0.56	m²	54	30	3순위
	차수관 변형	정비	1.00	1.50	EA	25	38	3순위
교면 포장	포장 망상균열	표면처리	4.00	6.00	m²	54	324	3순위
	접속 슬래브 파손	단면보수	2.40	3.60	m²	165	594	3순위
배수 시설	배수구 막힘	정비	6.00	6.00	EA	25	150	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		—		1161		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		—		580		
	합계	—		—		1741		
개략공사비 총계(천원)		1,741						

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 30.9.4】 상주방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수	0.16	0.24	—	—	박리	가로보	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	9
표면처리	15.00	5.63	—	—	균열 (0.3mm미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	1
표면처리	1.00	1.50	—	—	백태	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	1
실란트 재시공	6.00	9.00	—	—	실란트 손상	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	1
정비	2.00	3.00	—	—	이물질 퇴적 , 패스트 퇴적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	1
표면처리	31.00	46.50	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	1
단면보수	19.50	29.25	—	—	표면박리	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	1
표면처리	1.20	0.45	54	24	후타재 균열 (0.3mm미만)	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	7
단면보수	0.20	0.30	165	50	후타재 박락	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	7
단면보수	0.40	0.60	165	99	접속도로 파손	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	9
실란트 시공	8.00	12.00	70	840	후타재 접속부 이격	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	9
주입보수	1.50	2.25	65	146	균열 (0.3mm이상)	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	12
표면처리	0.20	0.30	54	16	균열부 백태	보호시설	안전 성능	b	1.00	0.02	0.68	0.09	0.00122	12

라. 영천방향 성능을 고려한 보수 우선순위

【표 30.9.5】 영천방향 우선순위지수 산정

구분	손상 물량 (㎡)	보수 물량 (㎡)	단가 (천원)	비용 Cost (천원)	손상정보				가중치				우선 순위 지수 (PI)	순 위
					손상 내용	부재 위치	성 능	등 급	손 상	부 재	성 능	등 급		
단면보수	0.10	0.15	—	—	파손	거더	안전 성능	b	1.00	0.25	0.68	0.09	0.01530	1
표면처리	2.00	0.75	—	—	균열 (0.3mm미만)	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	3
단면보수	0.09	0.14	—	—	박리	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	3
정비	0.50	0.75	25	19	패콘크리트 퇴적	교대	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	3
표면처리	10.00	3.75	—	—	균열 0.3mm미만	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	3
표면처리	20.00	30.00	—	—	망상균열	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	3
단면보수	2.00	3.00	—	—	표면박리	교각	안전 성능	b	1.00	0.13	0.68	0.09	0.00796	3
표면처리	0.30	0.11	54	6	반출콘크리트 균열 (0.3mm미만)	교량받침	안전 성능	b	1.00	0.15	0.68	0.09	0.00918	2
표면처리	1.50	0.56	54	30	후타재 균열 (0.3mm미만)	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	9
정비	1.00	1.50	25	38	차수관 변형	신축이음	안전 성능	b	1.00	0.07	0.68	0.09	0.00428	9
표면처리	4.00	6.00	54	324	포장 망상균열	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	11
단면보수	2.40	3.60	165	594	접속슬래브 파손	교면포장	안전 성능	b	1.00	0.04	0.68	0.09	0.00245	11
정비	6.00	6.00	25	150	배수구 막힘	배수시설	안전 성능	b	1.00	0.03	0.68	0.09	0.00184	13

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 0.200로 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.

30.10 종합결론 및 건의사항

본 시설물은 경상북도 영천시 북안면 내포리(상주영천고속도로 93.083~93.203km)에 위치한 교량으로서 총 연장 120.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어, 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 교량 구조물이다.

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.

30.10.1 현장조사결과

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 사료된다.

2) PSCI Girder

- 거더는 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 필요하다고 판단된다.

3) 가로보

- 가로보에 발생한 콘크리트 박리는 시공미흡에 의한 경미한 상태로서 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 내구성확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직하고 판단된다.

4) 교대

- 교대에 조사된 균열0.3mm미만, 백태의 경우 건조수축 및 온도변화,신축이음부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 유추되며, 조사된 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전 방지 및 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 누수흔적의 경우 우천시 신축이음부를 통한 하부 우수유입으로 인한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 지속적인 우수유입으로 인한 교량받침 부식, 교대 백태 등의 2차 손상이 발생할 경우 적절한 조치를 실

시하는 것이 바람직하다.

- 조사된 실란트 손상의 경우 공용기간증가, 시공초기 침하 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상에 대한 실란트 재시공 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 이물질퇴적의 경우 시공초기 청소 미흡 등에 의한 손상으로 정비 등의 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 법면 보호블럭 침하는 시공시 다짐불량에 의한 것으로 판단되며, 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.

5) 교각

- 교각 코핑부에 발생한 망상균열, 표면박리의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적인 손상으로서 부재의 내구성확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 조치가 요구된다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 스토퍼 간섭의 경우 시공미흡, 장기공용 등에 의한 손상으로 유추되며, 발생한 손상으로 인해 현재 무수축물탈 및 받침콘크리트 등 주변부재에 손상이 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 추후 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 추가 발생시 프리셋팅 등적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 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, 후타재 박락의 손상은 장기공용, 건조수축, 차량 통행하중 및 외부충격 등으로 인한 손상으로 유추되며, 점검시기에 차량의 통행에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리, 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에서 발생한 접속도로 파손의 경우 장기공용, 중차량 반복통행 등에 의한 손상유추되며, 갓길측에 발생하여, 현재 차량에 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 반복적인 동결융해로 인한 손상의 진전을 방지하기 위하여 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 후타재 접속부 이격의 경우 시공 초기침하, 마감미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재 차량의 주행성에 커다란 영향을 미치는 손상은 아니나 지속적인 우수유입에 의한 이물질퇴적, 차량통행으로 인한 반복윤하중, 외부충격 등 복합적인 원인으로 2차손상 발생여부를 방지하고 내구성확보 차원의 실란트 시공 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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 균열(0.3mm이상)의 경우 초기 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 주입보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생한 백태는 손상부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 구조물의 내구성에 영향을 미칠만한 수준은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 점검계단 주변에 식생이 산재하고 있는 상태로 확인되었다. 원활한 점검을 위하여, 주기적인 정비를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

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) 29.4~30.5MPa, 상부구

조(거더) 41.7~49.3MPa, 하부구조(교대) 27.0~27.9MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.4MPa 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.

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~7.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이나, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

2) PSCI Girder

- 거더에서 조사된 파손의 경우 외부충격에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 가로보

- 가로보는 현재 손상이 없는 양호한 상태이나, 주기적인 점검을 통한 신규 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 교대

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상부의 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 박리의 경우 신축이음부의 우수유입으로 인한 표면열화 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 추정된다. 발생한 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 등을 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 체수, 누수흔적의 경우 신축이음부의 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 신축이음과 연계한 보수, 표면처리, 정비 등의 유지관리가 요구된다.

- 조사된 패콘크리트 퇴적의 경우 시설물 시공시 청소미흡에 의한 손상으로 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 실란트 이격, 파손의 경우 시공초기 침하, 지반 다짐미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 현재 균열게이지가 설치되어 있는 상태이다. 추후 점검시 손상의 진전여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상부의 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 표면박리의 경우 다짐미흡, 표면열화 등 복합적인 요인에 의한 손상으로 추정되며, 발생한 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 스토퍼 간섭의 경우 시공미흡, 장기공용 등에 의한 손상으로 유추되며, 발생한 손상으로 인해 현재 무수축몰탈 및 받침콘크리트 등 주변부재에 손상이 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 추후 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 추가 발생시 프리셋팅 등적절한 조치를 취하는 것이 바람직하다.
- 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 경미한 표면균열로 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정되며, 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 점검시기에 차량의 통행에 영향을 미칠만한 손상은 아니나 내구성확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 차수판 변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

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

8) 교면포장

- 교면포장에 조사된 포장 망상균열은 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 확보를 위해 표면처리 등의 조치가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 접속 슬래브 파손의 경우 시공초기 침하, 마감미흡 등에 의한 손상으로 유추되며, 차량의 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수구 막힘은 장기공용 등에 의한 손상으로 배수시설의 원활한 배수 기능을 위해 정기적인 청소가 필요하다고 판단된다.

10) 방호벽

- 방호벽 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 확인 등의 유지관리가 필요하다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 점검계단 주변에 식생이 산재하고 있는 상태로 확인되었다. 원활한 점검을 위하여, 주기적인 정비를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

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) 28.1~28.8MPa, 상부구조(거더) 41.7~49.3MPa, 하부구조(교대) 28.20~28.6MPa, 하부구조(교각) 28.4~28.8MPa 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.

- 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

30.10.2 성능평가 결과

【표 30.10.1】 종합성능평가 결과

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	내포교		
평가구분	성능평가점수 (X_n)	평가등급	성능간 중요도 (W_n)
안전성능 평가	0.138	b	0.68
내구성능 평가	0.199	b	0.19
사용성능 평가	0.526	c	0.13
종합평가 결과	• 종합 성능평가지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.138 \times 0.68 + 0.199 \times 0.19 + 0.526 \times 0.13 = 0.200$ • 종합 성능평가지수(E) : 0.200 • 종합성능평가 결과 : B등급		

30.10.3 종합결론

- 내포교는 약 6년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 교각 균열, 백태, 실란트 손상, 누수흔적, 교각 망상균열, 표면박리, 교량받침 스토퍼간섭, 신축이음 후타재 균열, 후타재 박락, 방호벽 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(0.200)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.

30.10.4 사용제한의 필요성 여부

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

30.10.5 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교량받침 스토퍼 간섭, 교대 실란트 손상은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

30.10.6 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.