36. 산하교

36.1 시설물 개요
36.2 자료수집 및 분석
36.3 현장조사
36.4 콘크리트 내구성조사
36.5 상태평가
36.6 종합평가 및 안전등급 지정
36.7 보수·보강 및 유지관리 방안
36.8 종합결론

36. 산하교

36.1 시설물의 개요

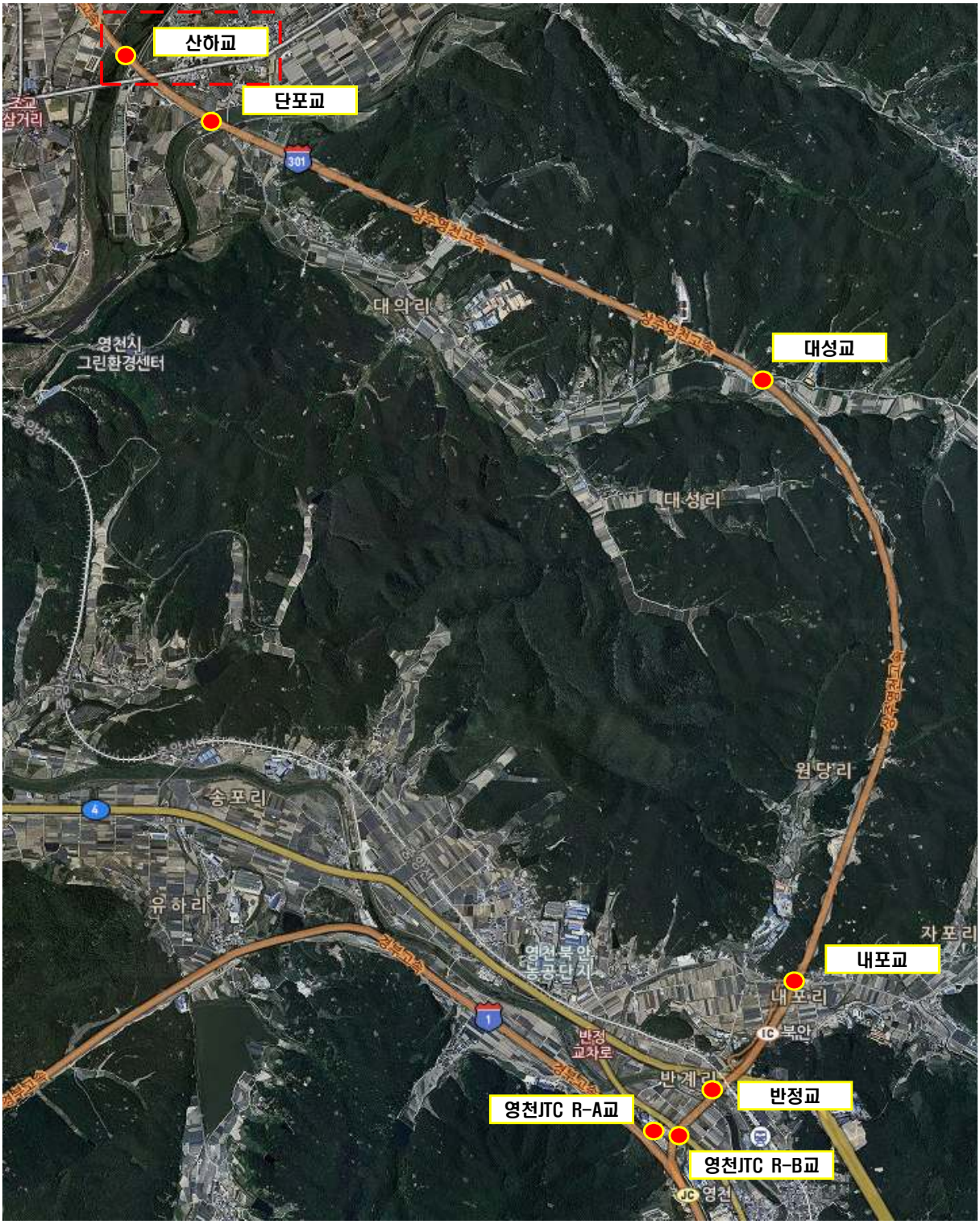
본 시설물은 경상북도 영천시 고정면 단포리(상주영천고속도로 84.771~85.181km)에 위치한 교량으로서 총 연장은 상주방향 425.0m, 영천방향 410.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어 있다.

36.1.1 일반사항

【표 36.1.1】 산하교 일반사항

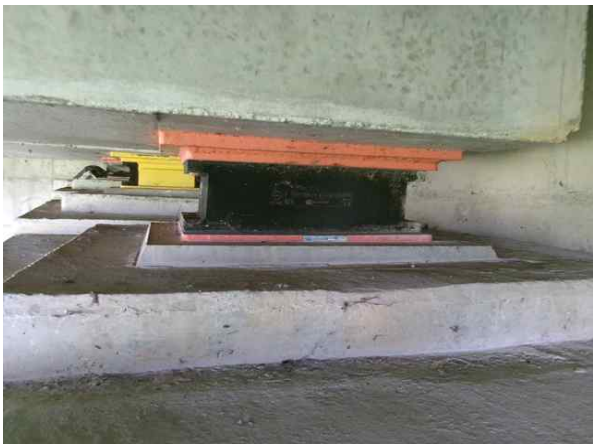
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2017-0000255</td><td colspan="2">관리번호</td><td colspan="2">SY BR.36</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td>경상북도 영천시 고경면 단포리</td><td colspan="2">준공년월일</td><td colspan="2">2017. 06. 27</td></tr>
<tr><td colspan="2">관리이정</td><td>84.771~85.181km</td><td colspan="2">공사이정</td><td colspan="2">0.113~0.523km</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24</td><td colspan="2">노 선 명</td><td colspan="2">고속국도 301호선</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="5">상주방향 : L=425.0m, (30m+7@40m+35m+50+30=425m)
영천방향 : L=410.0m, (30m+6@40m+2@30m+50+30=410m)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="5">B=24.5m, 4차로</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조
형식</td><td>상부</td><td>PSC BEAM (DR GIRDER)</td><td rowspan="2">기초
형식</td><td>교 각</td><td>직접기초</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>T형 교각식(T)</td><td>교 대</td><td>말뚝기초</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>고무받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td colspan="2">Finger Joint</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>자호천</td><td colspan="2">통과높이</td><td colspan="2">6.5m</td></tr>
<tr><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">시 공 자</td><td>대림산업(주)</td><td colspan="2">관리주체</td><td colspan="2">상주영천고속도로(주)</td></tr>
</table>

36.1.2 위치도 및 전경사진



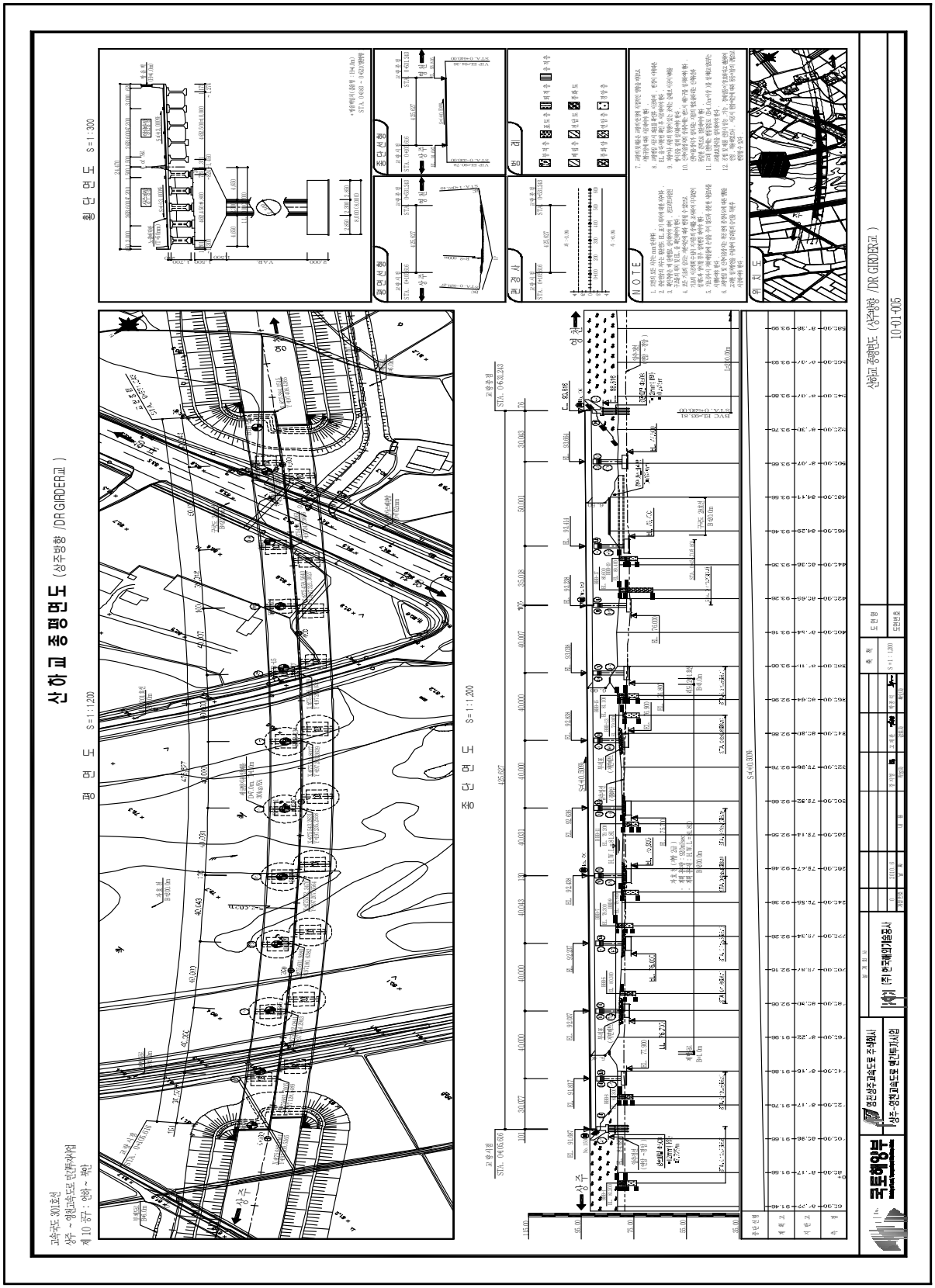
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S11	도보, 굴절차	2023.08.08.~2023.10.31.	

【그림 36.1.1】 위치도

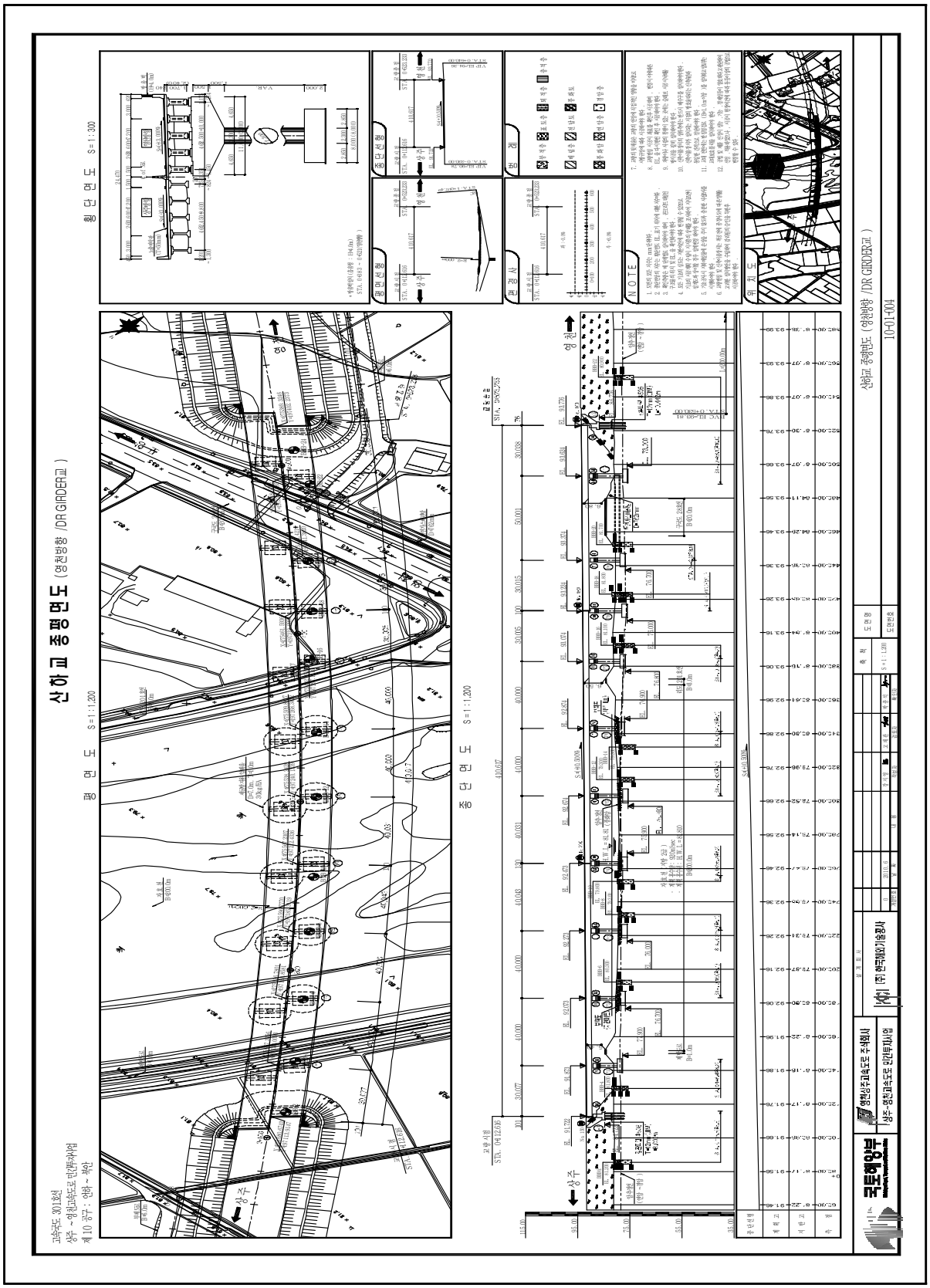
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
교대 전경	교각 전경

【사진 36.1.1】 부재별 현황

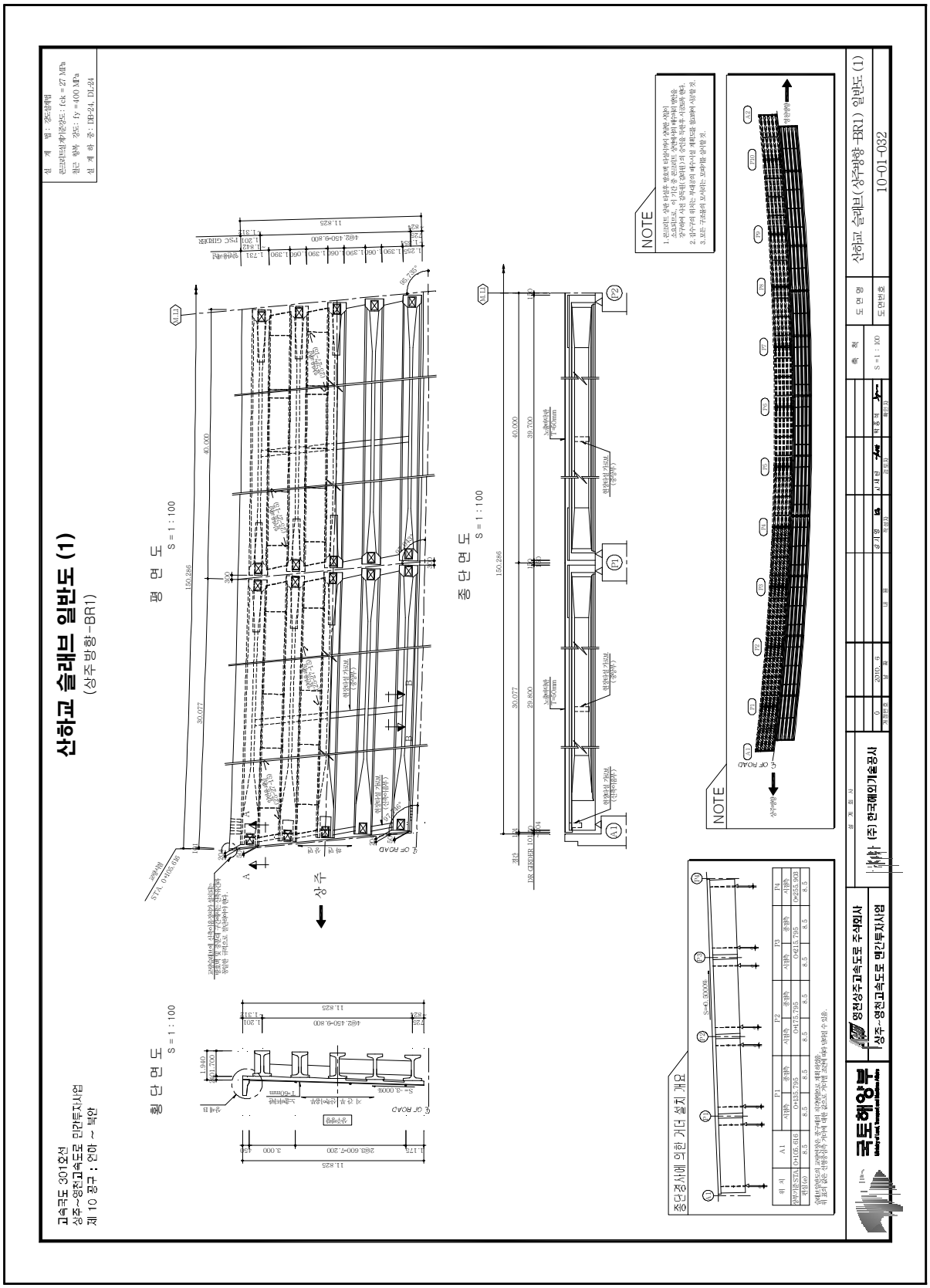
36.1.3 시설물 일반도



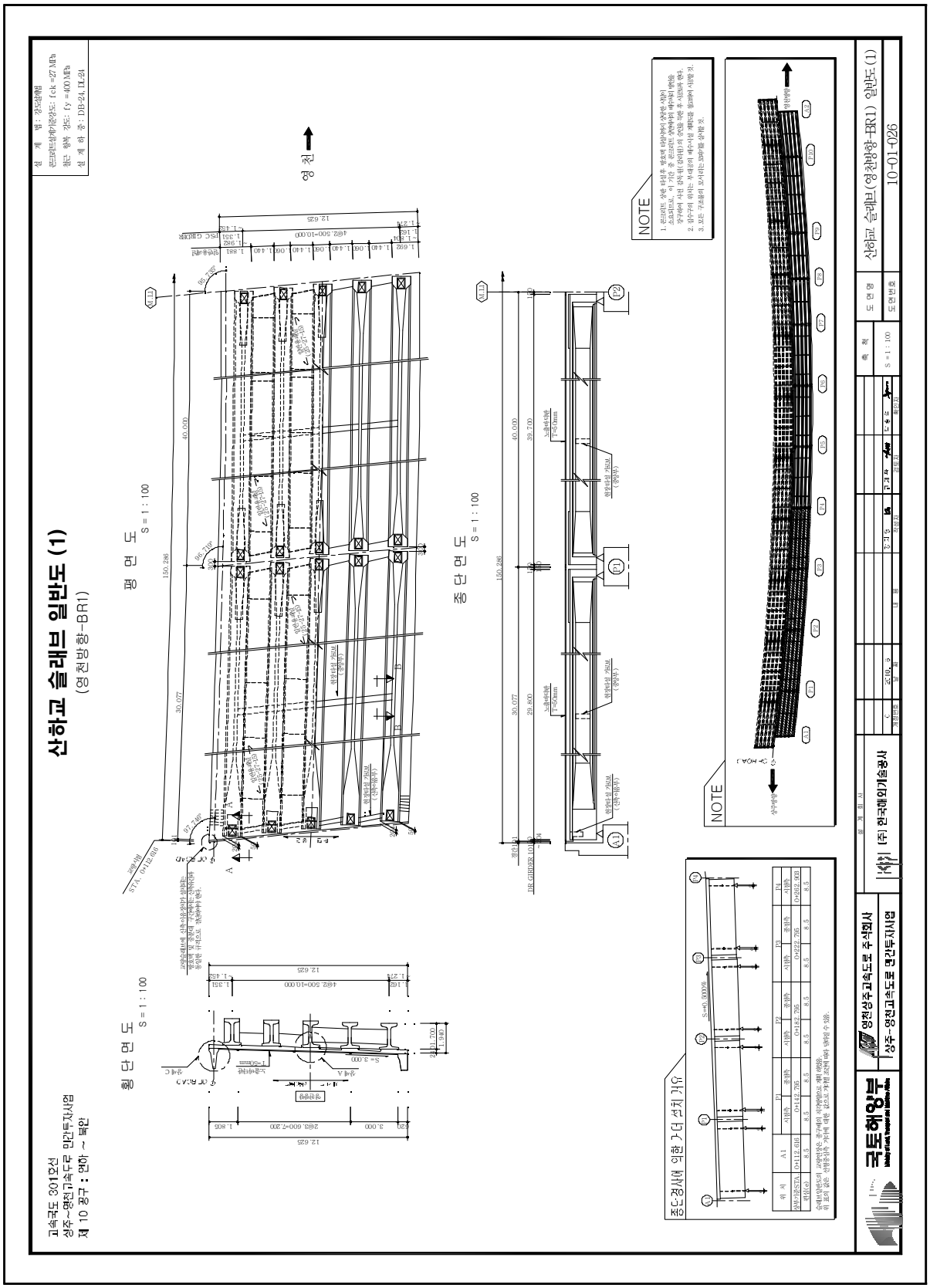
【그림 36.1.2】 평면 및 종단면도(상주방향)



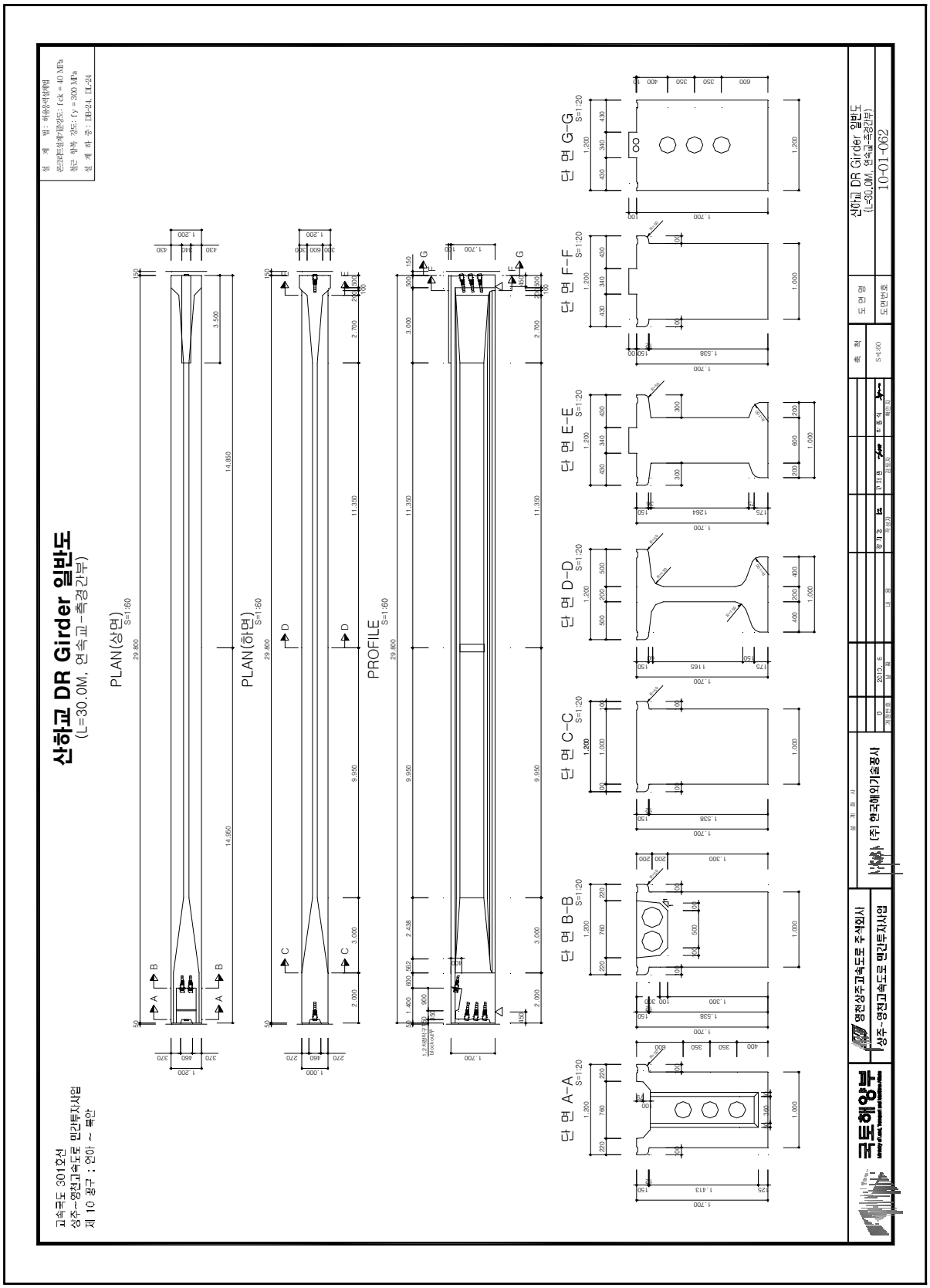
【그림 36.1.3】 평면 및 종단면도(영천방향)



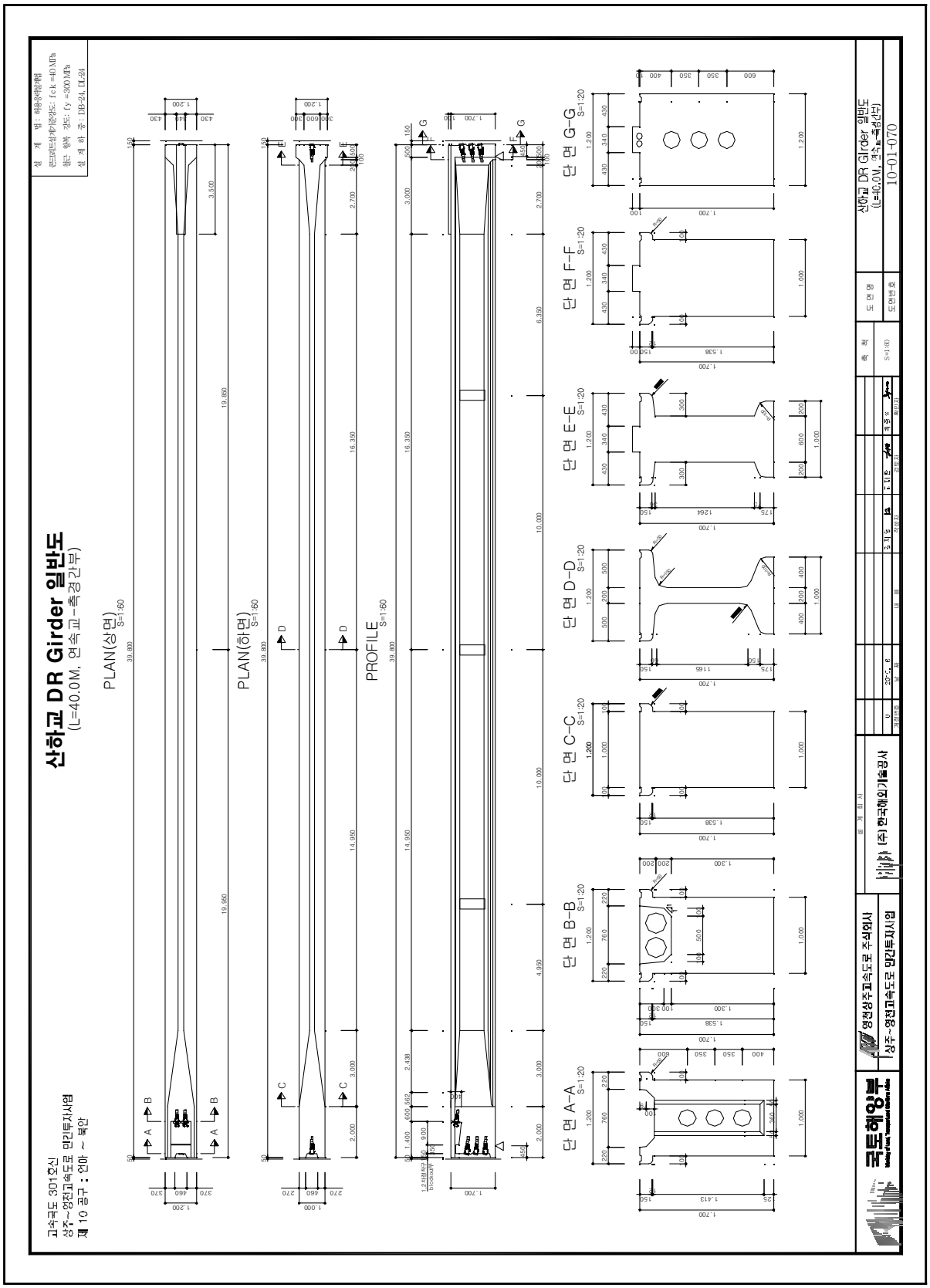
【그림 36.1.4】 슬래브 일반도(상주방향)



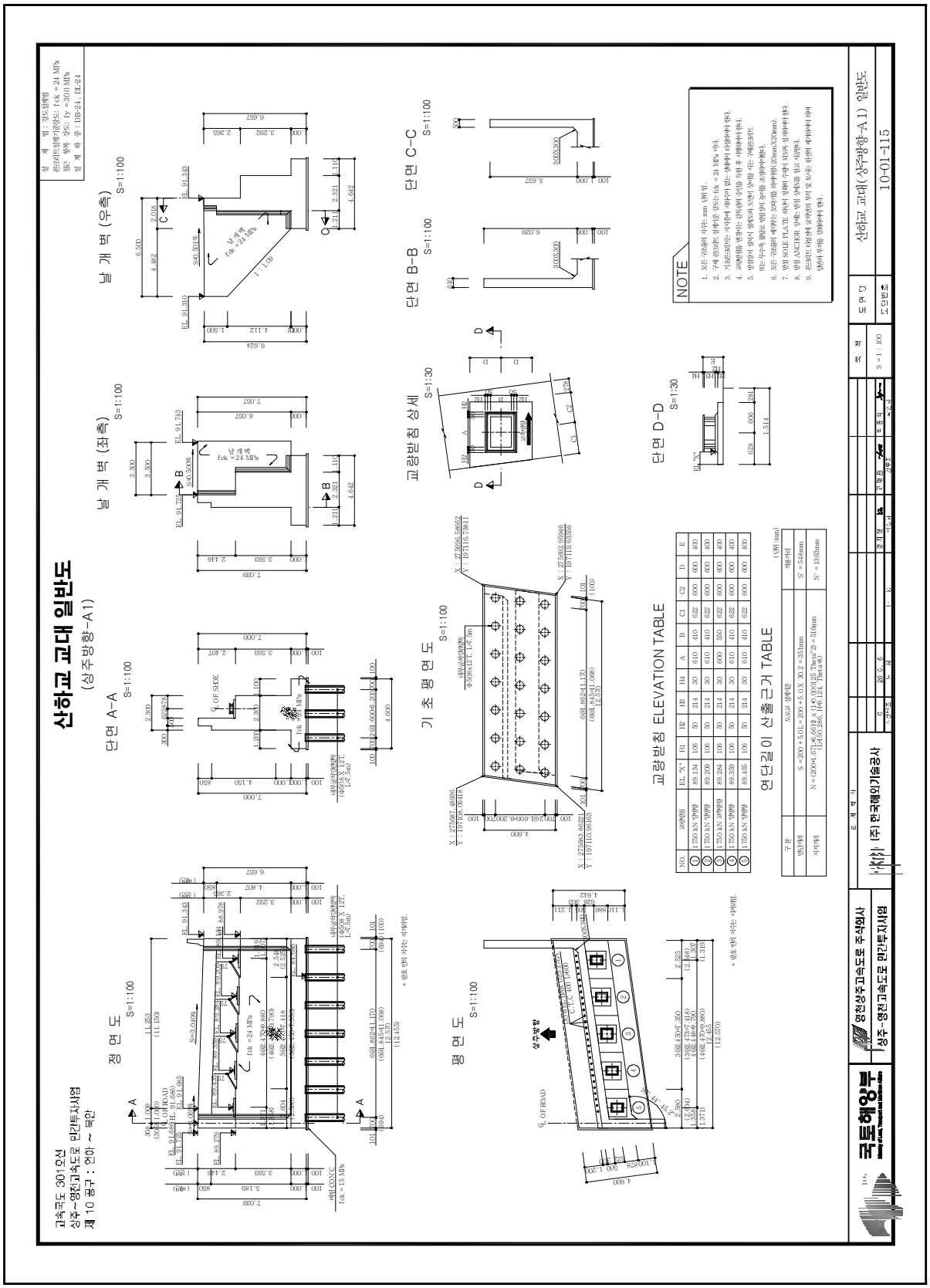
【그림 36.1.5】 슬래브 일반도(영천방향)



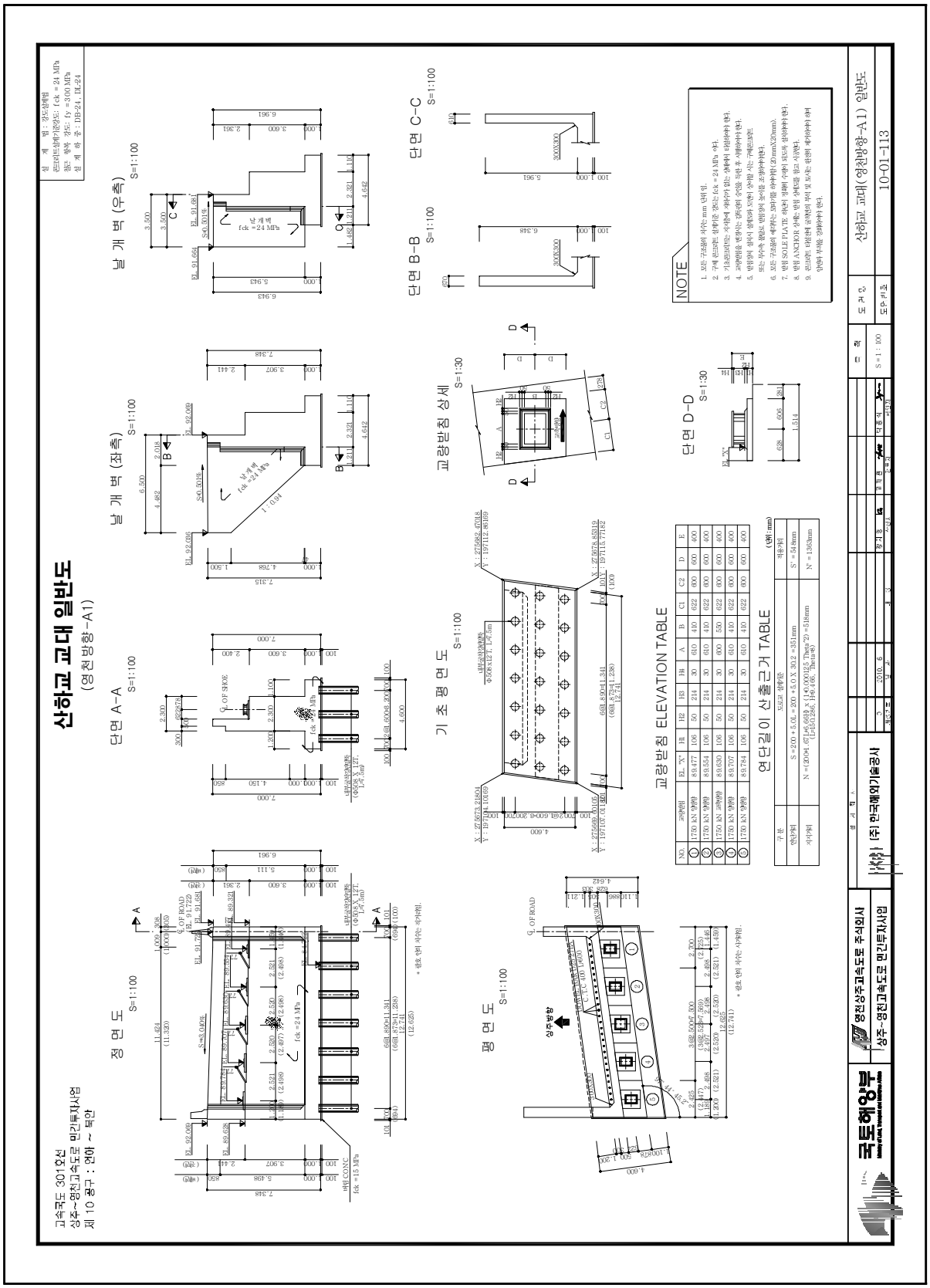
【그림 36.1.6】 거더 일반도(상주방향)



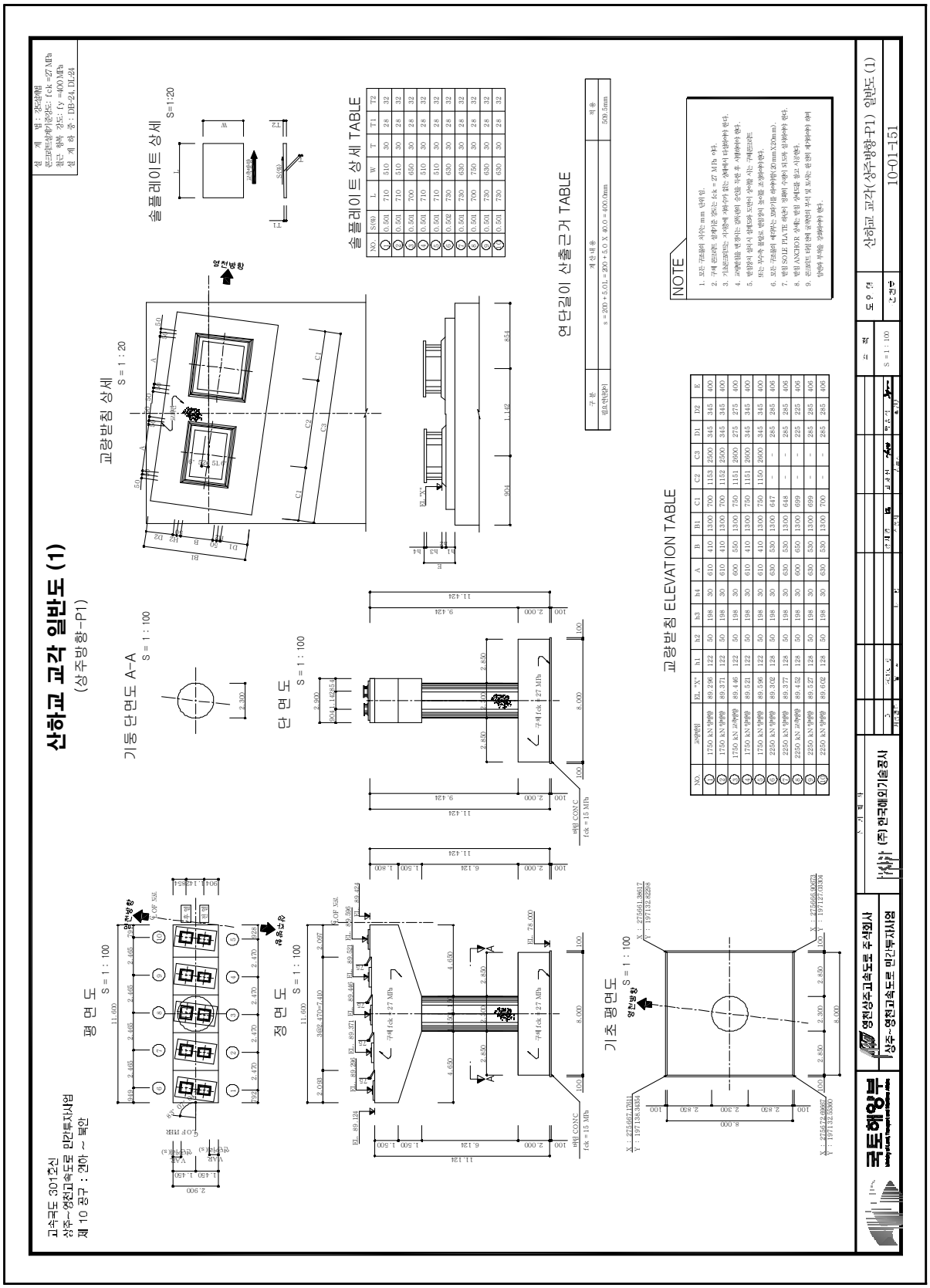
【그림 36.1.7】 거더 일반도(영천방향)



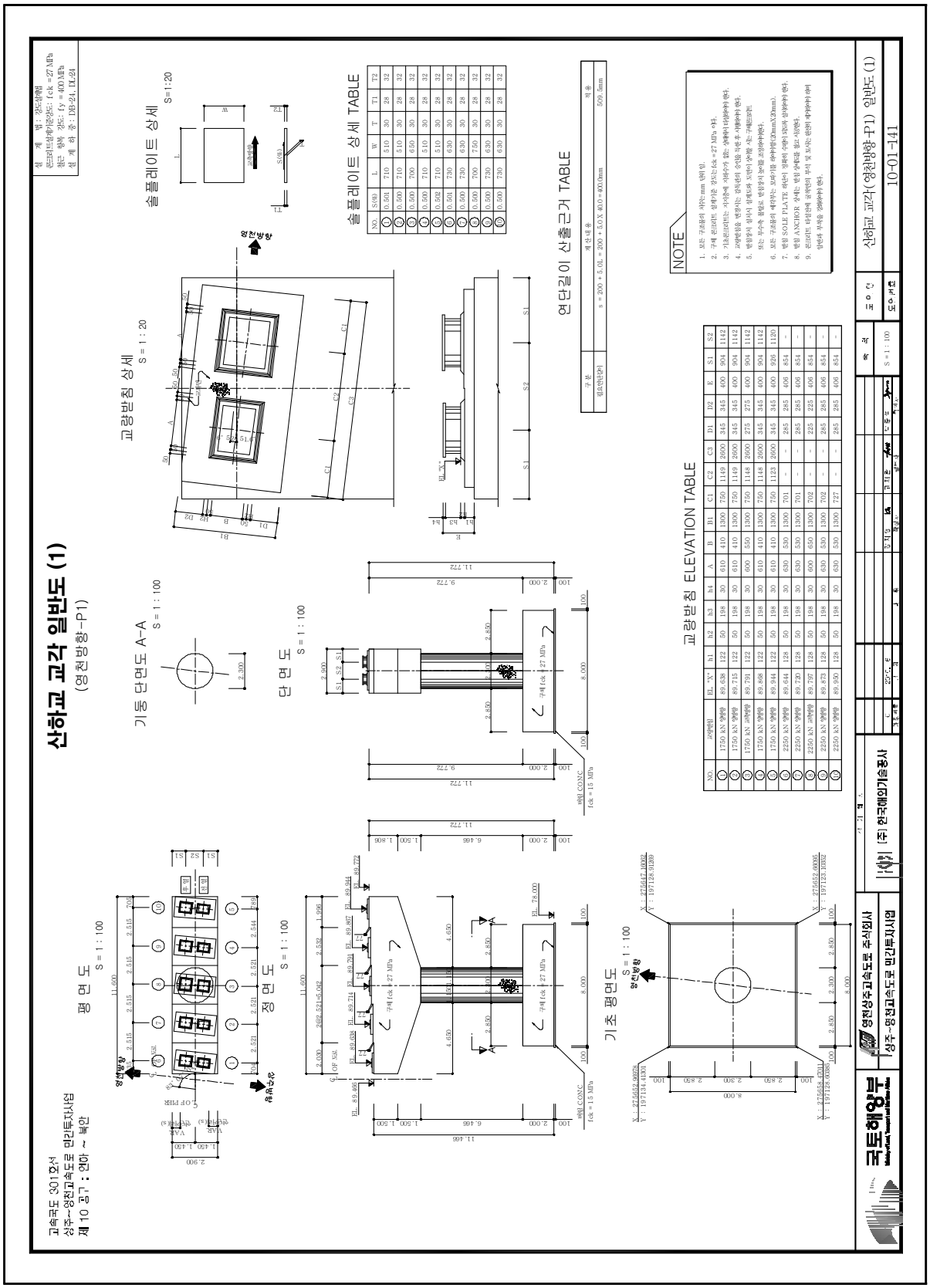
【그림 36.1.8】 교대 일반도(상주방향)



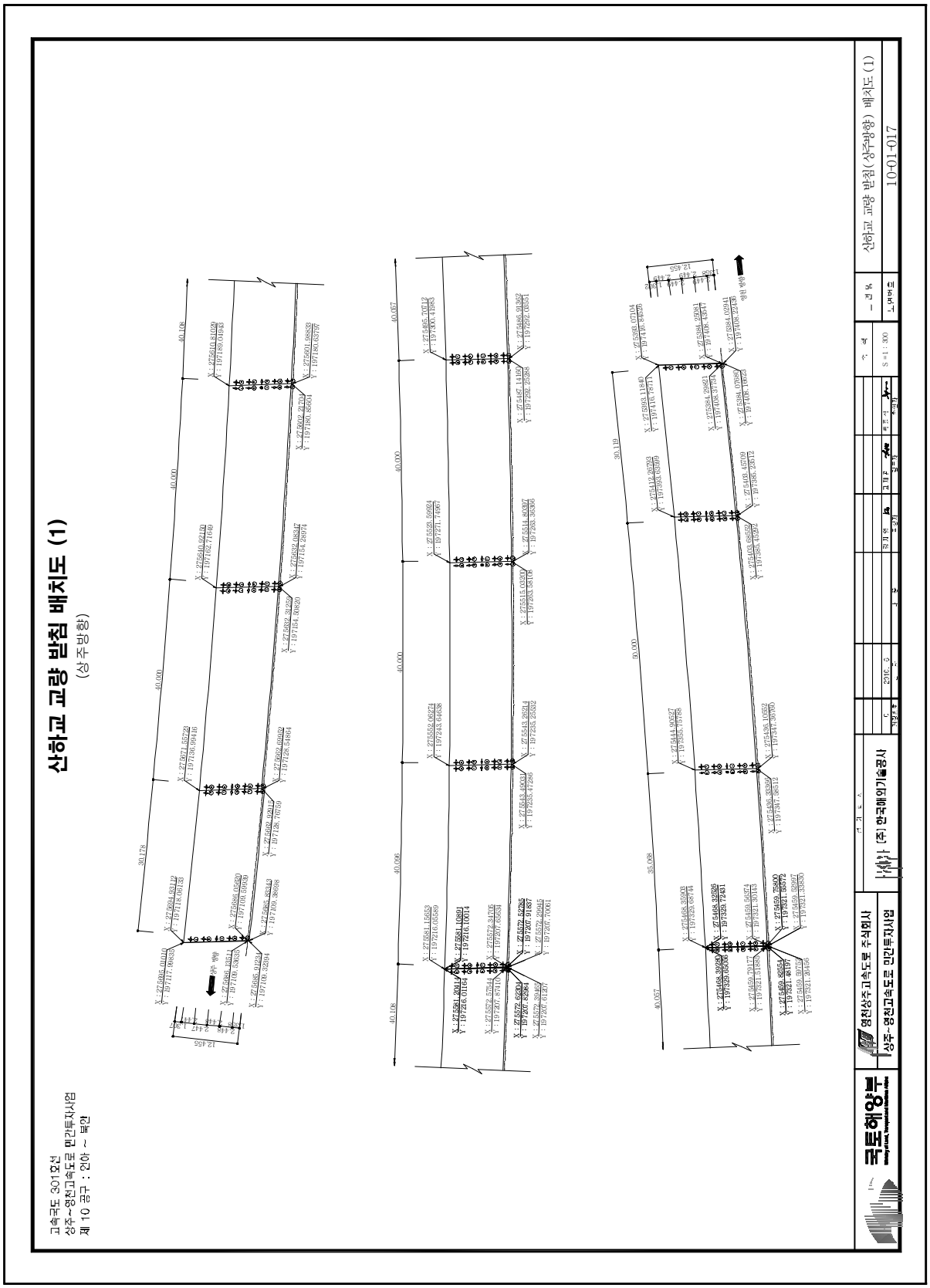
【그림 36.1.9】 교대 일반도(영천방향)



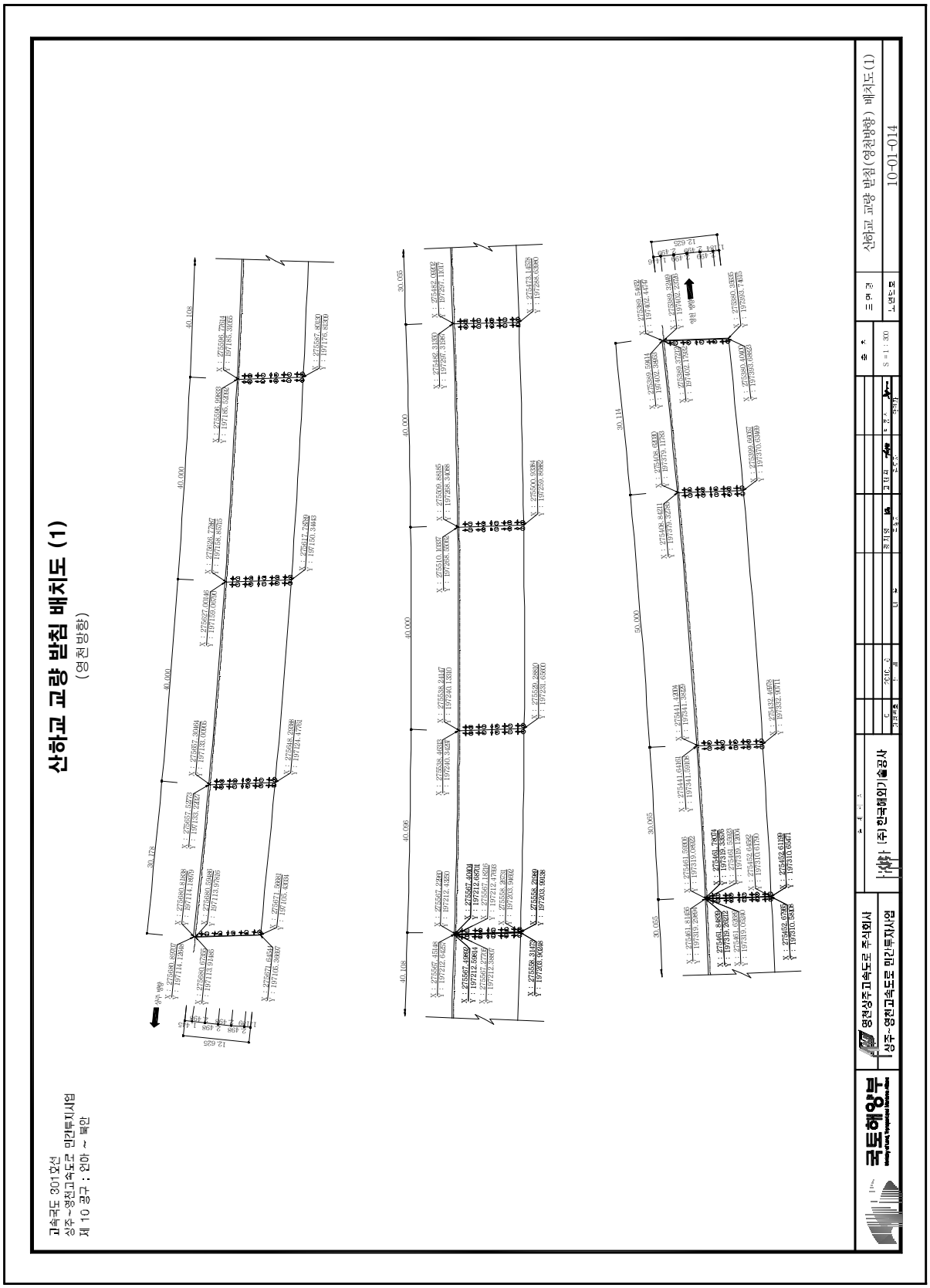
【그림 36.1.10】 교각 일반도(상주방향)



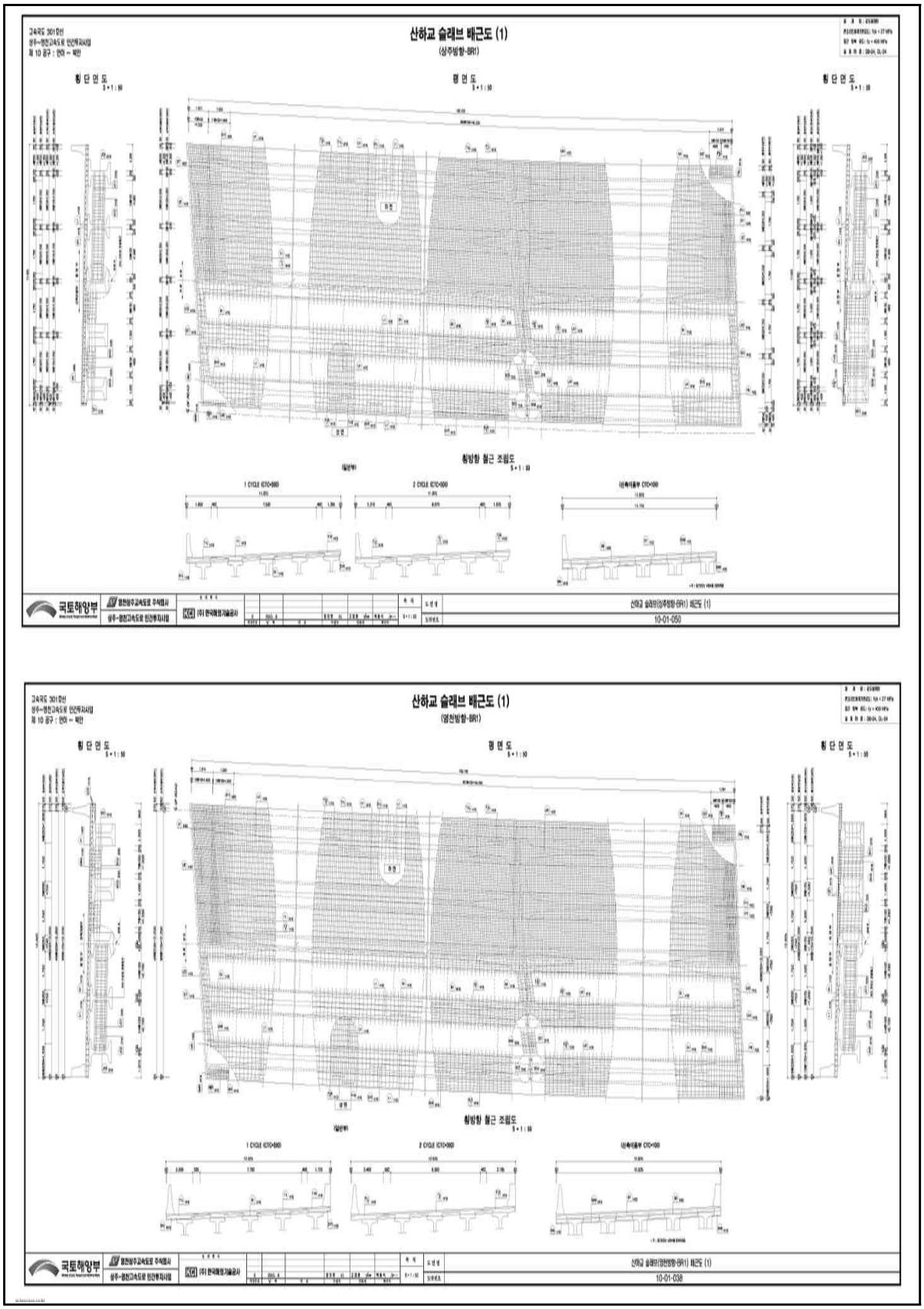
【그림 36.1.11】 교각 일반도(영천방향)



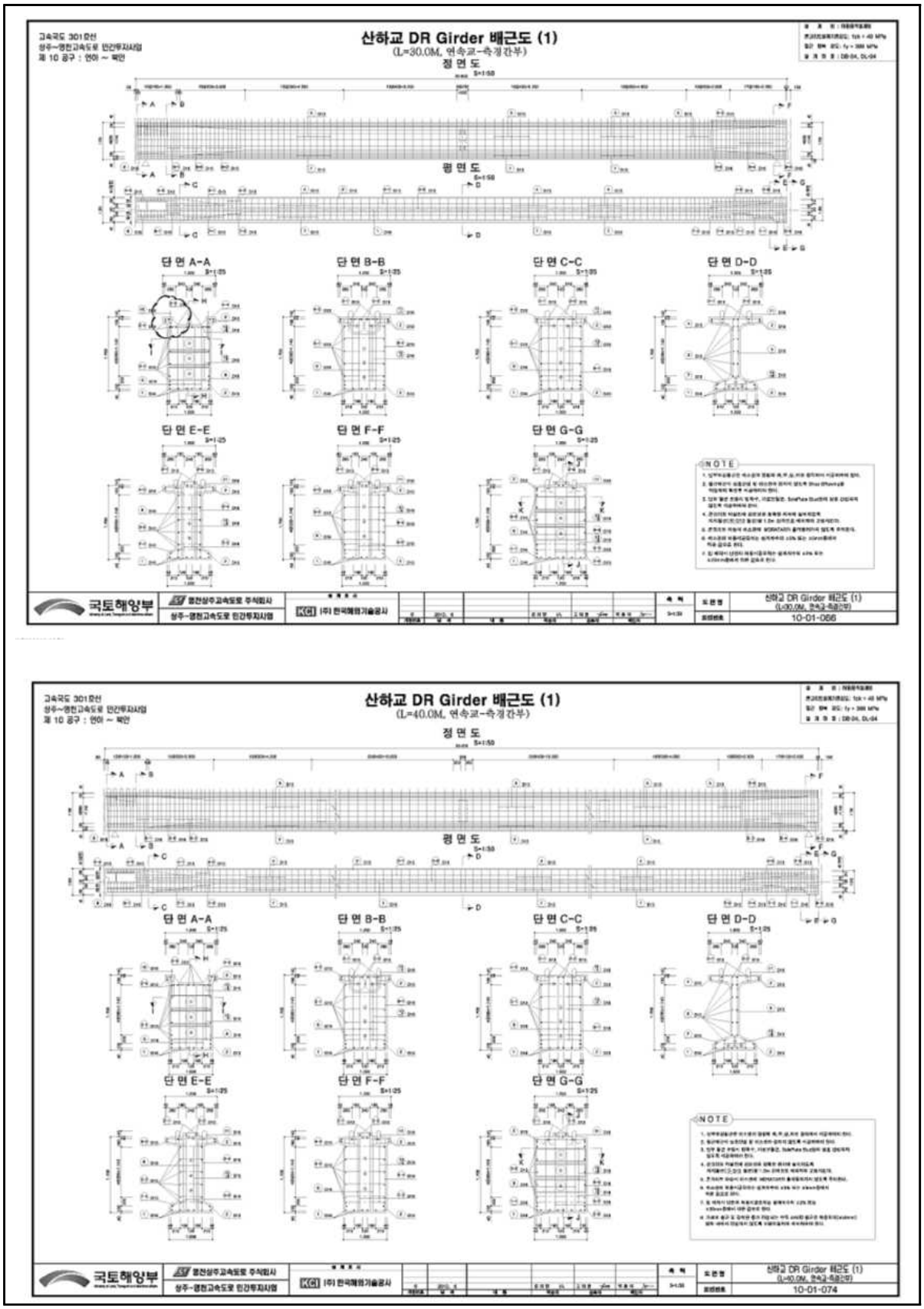
【그림 36.1.12】 교량받침 배치도(상주방향)



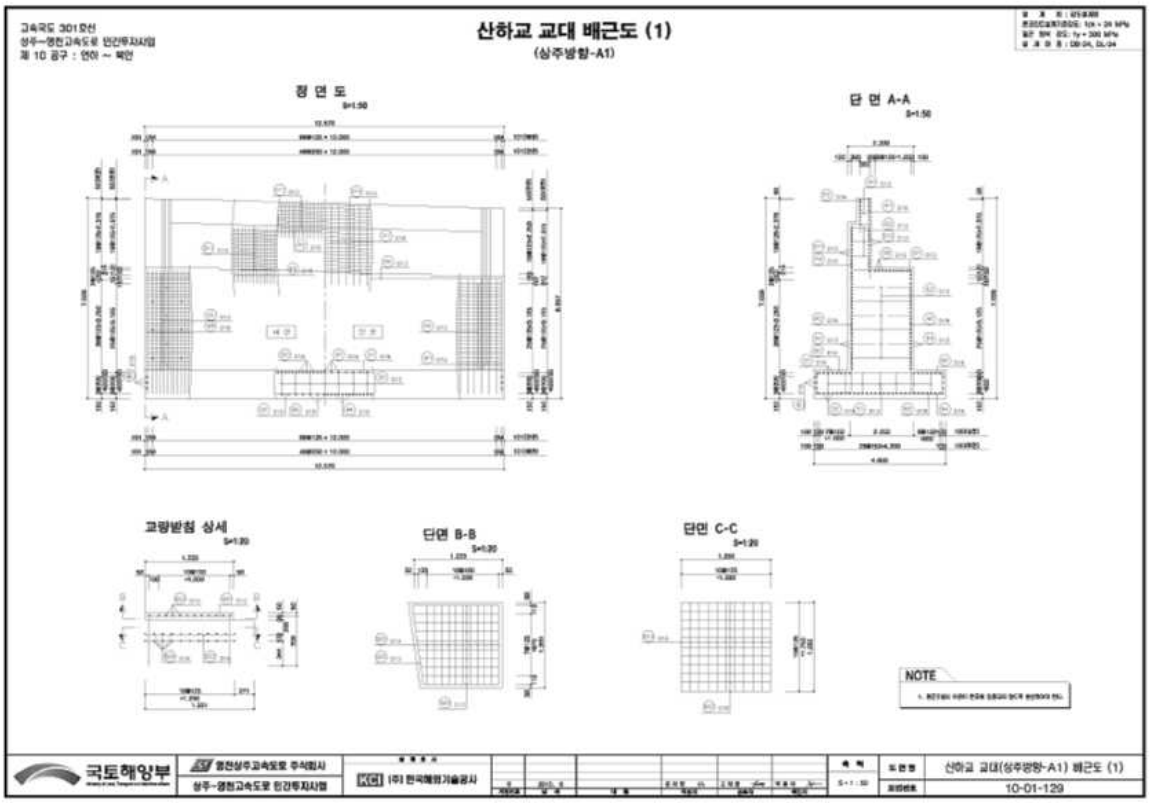
【그림 36.1.13】 교량받침 배치도(영천방향)

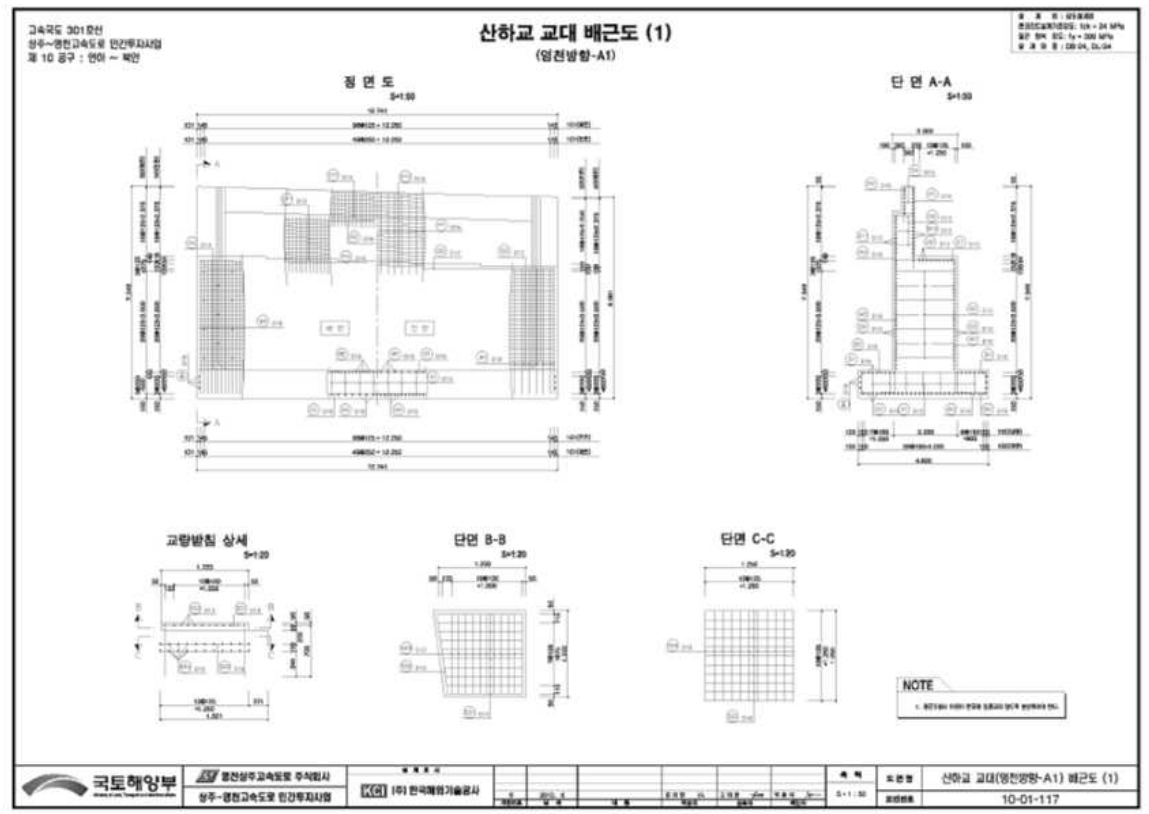


【그림 36.1.14】 슬래브 배근도(양방향)

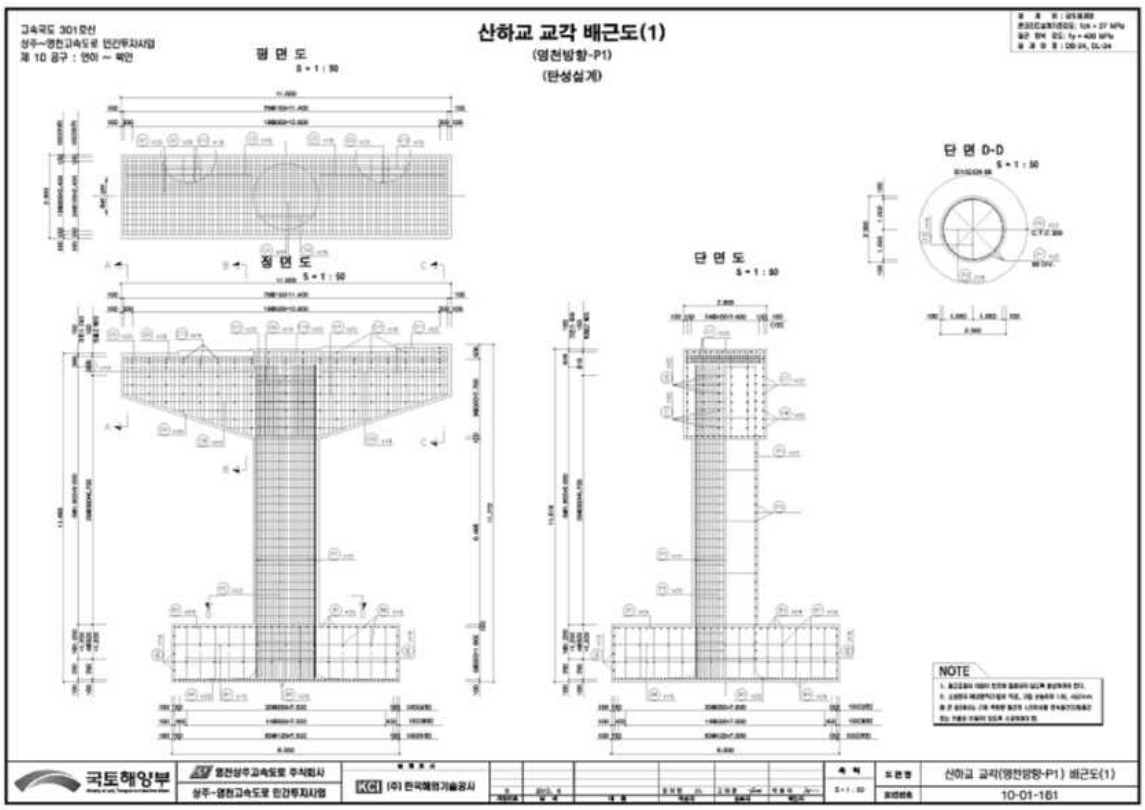


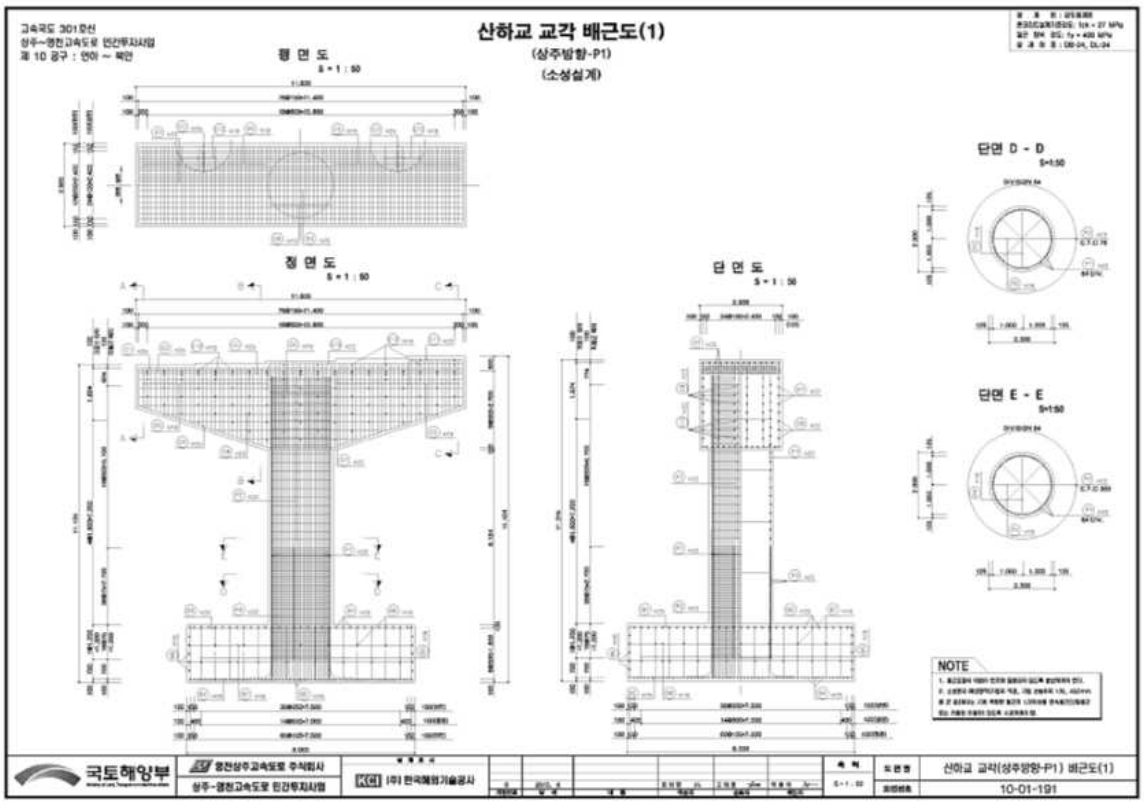
【그림 36.1.15】 DR Girder 배근도(양방향)





【그림 36.1.16】 교대 배근도(양방향)





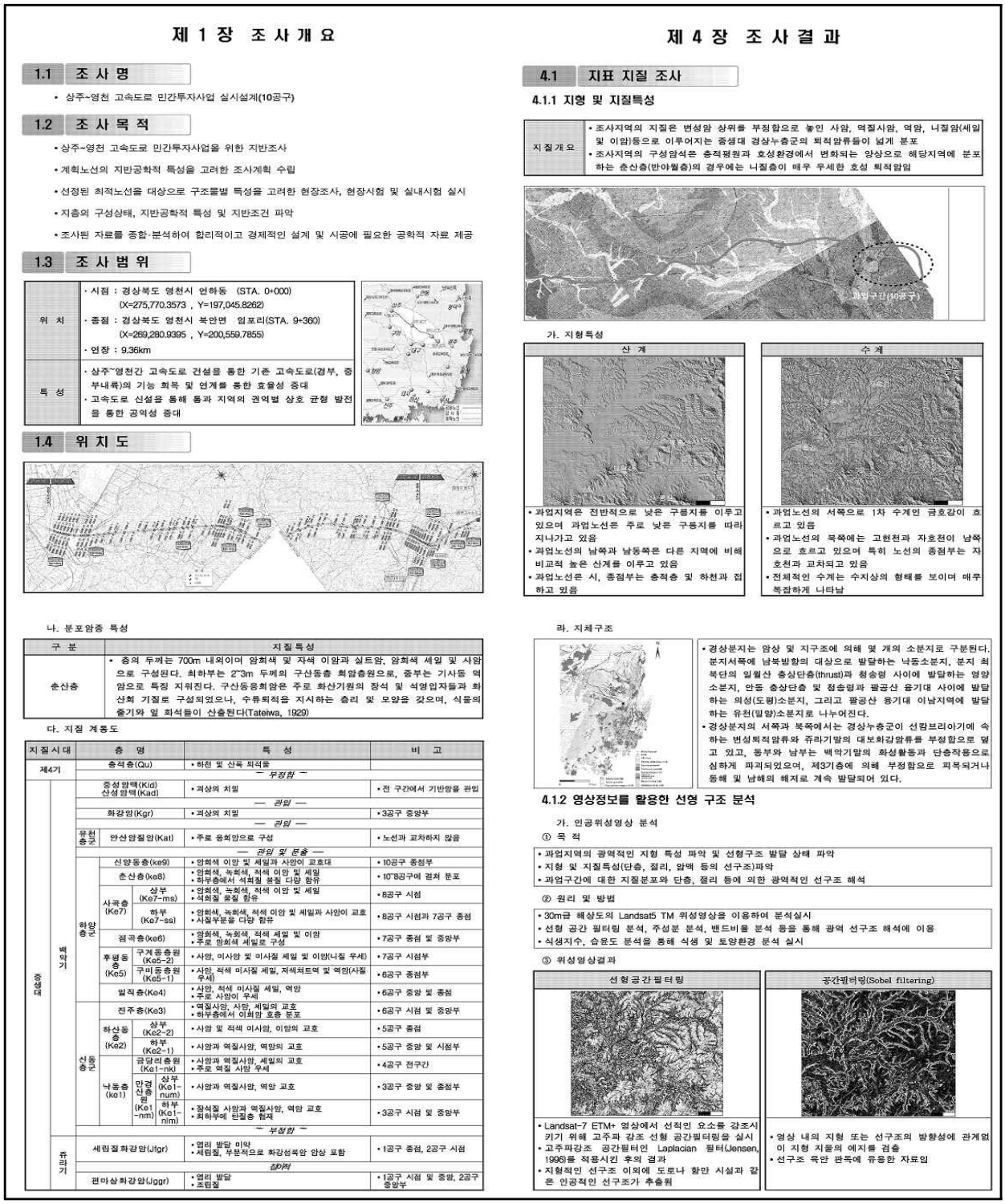
【그림 36.1.17】 교각 배근도(양방향)

36.2 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.

36.2.1 설계자료 검토

가. 지형 및 지질



제 1 장 조 사 개 요

1.1 조 사 명

• 상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계(10공구)

1.2 조 사 목 적

• 상주~영천 고속도로 민간투자사업을 위한 지반조사
• 계획노선의 지반공학적 특성을 고려한 조사계획 수립
• 선정된 최적노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
• 지층의 구성상태, 지반공학적 특성 및 지반조건 파악
• 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조 사 범 위

위 치	· 시점 : 경상북도 영천시 언하동 (STA. 0+000) (X=275,770.3573 , Y=197,045.8262) · 종점 : 경상북도 영천시 북안면 임포리(STA. 9+360) (X=269,280.9395 , Y=200,559.7855) · 연장 : 9.36km
특 성	· 상주~영천간 고속도로 건설을 통한 기존 고속도로(경부, 중부내륙)의 기능 회복 및 연계를 통한 효율성 증대 · 고속도로 신설을 통해 동과 지역의 권역별 상호 균형 발전을 통한 공익성 증대

1.4 위 치 도

나. 분포암종 특성

구 분	지질특성
충산층	• 층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층원으로, 중부는 기사동 역암으로 특징 지워진다. 구산동응회암은 주로 화산기원의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모양을 갖으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tateiwa, 1929)

다. 지질 계통도

지질시대		층 명		특 성	비 고
제4기		충적층(Qu)		• 하천 및 산록 퇴적물	
		~ 부정합 ~			
중생대	백악기	중성암맥(Kid) 산성암맥(Kad)		• 괴상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
		— 관입 —			
		화강암(Kgr)		• 괴상의 치밀	• 3공구 중앙부
		— 관입 —			
		유천층군	안산암질암(Kat)	• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
		— 관입 및 분출 —			
		하양층군	신양동층(ke9)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10공구 종점부
			춘산층(ke8)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 • 하부층에서 석회질 물질 다량 함유	• 10~8공구에 걸쳐 분포
			사곡층(Ke7) 상부(Ke7-ms)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 • 석회질 물질 함유	• 8공구 시점
			사곡층(Ke7) 하부(Ke7-ss)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호 • 사질부분을 다량 함유	• 8공구 시점과 7공구 종점
			점곡층(ke6)	• 암회색, 녹회색, 적색 세일 및 이암 • 주로 암회색 세일로 구성	• 7공구 종점 및 중앙부
			후평동층(Ke5) 구계동층원(Ke5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 세일 및 이암(니질 우세)	• 7공구 시점부
			후평동층(Ke5) 구미동층원(Ke5-1)	• 사암, 적색 미사질 세일, 저색처트역 및 역암(사질 우세)	• 6공구 종점부
		월직층(Ke4)		• 사암, 적색 미사질 세일, 역암 • 주로 사암이 우세	• 6공구 중앙 및 종점
		신동층군	전주층(Ke3)	• 역질사암, 사암, 세일의 교호 • 하부층에서 이회암 호층 분포	• 6공구 시점 및 중앙부
			하산동층(Ke2) 상부(Ke2-2)	• 사암 및 적색 미사암, 이암의 교호	• 5공구 종점
			하산동층(Ke2) 하부(Ke2-1)	• 사암과 역질사암, 역암의 교호	• 5공구 중앙 및 시점부
			낙동층(ke1) 금달리층원(Ke1-nk)	• 사암과 역질사암, 세일의 교호 • 주로 역질 사암 우세	• 4공구 전구간
			낙동층(ke1) 만경산층원(Ke1-nm) 상부(Ke1-num)	• 사암과 역질사암, 역암 교호	• 3공구 중앙 및 종점부
			낙동층(ke1) 만경산층원(Ke1-nm) 하부(Ke1-nim)	• 장석질 사암과 역질사암, 역암 교호 • 최하부에 탄질층 협재	• 3공구 시점 및 중앙부
		~ 부정합 ~			
	쥬라기	세립질화강암(Jfgr)		• 열리 발달 미약 • 세립질, 부분적으로 화강섬록암 암상 포함	• 1공구 종점, 2공구 시점
		관입			
		편마상화강암(Jggr)		• 열리 발달 • 조립질	• 1공구 시점 및 중앙, 2공구 중앙부

제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

지질개요	• 조사지역의 지질은 변성암 상위를 부정함으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포 • 조사지역의 구성암석은 충적평원과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 춘신층(반아월층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암임

가. 지형특성

산 계	수 계
• 과업지역은 전반적으로 낮은 구릉지를 이루고 있으며 과업노선은 주로 낮은 구릉지를 따라 지나가고 있음 • 과업노선의 남쪽과 남동쪽은 다른 지역에 비해 비교적 높은 산계를 이루고 있음 • 과업노선은 시, 종점부는 충적층 및 하천과 접하고 있음	• 과업노선의 서쪽으로 1차 수계인 금호강이 흐르고 있음 • 과업노선의 북쪽에는 고현천과 자호천이 남쪽으로 흐르고 있으며 특히 노선의 종점부는 자호천과 교차되고 있음 • 전체적인 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남

라. 지체구조

• 경상분지는 암상 및 지구조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남북방향의 대상으로 발달하는 낙동소분지, 분지 최북단의 일월산 충상단층(thrust)과 청송령 사이에 발달하는 영양소분지, 안동 충상단층 및 청송령과 팔공산 융기대 사이에 발달하는 의성(도평)소분지, 그리고 팔공산 융기대 이남지역에 발달하는 유천(밀양)소분지로 나누어진다.
• 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 쥬라기말의 대보화강암류를 부정함으로 덮고 있고, 동부와 남부는 백악기말의 화성활동과 단층작용으로 심하게 파괴되었으며, 제3기층에 의해 부정함으로 피복되거나 동해 및 남해의 해저로 계속 발달되어 있다.

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

① 목 적

• 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
• 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조)파악
• 과업구간에 대한 지질분포와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

② 원리 및 방법

• 30m급 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석실시
• 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
• 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

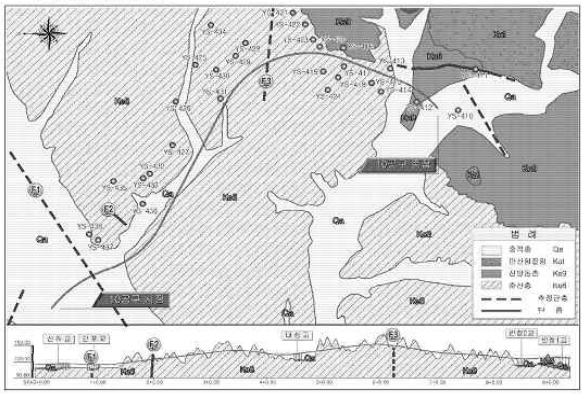
③ 위성영상결과

선형공간필터링	공간필터링(Sobel filtering)
• Landsat-7 ETM+ 영상에서 선적인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형 공간필터링을 실시 • 고주파강조 공간필터인 Laplacian 필터(Jensen, 1996)를 적용시킨 후의 결과 • 지형적인 선구조 이외에 도로나 향만 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨	• 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 • 선구조 육안 판독에 유용한 자료임

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, 셰일 교호 • 층리방향 : 11/140 • JI=85/033, J2=84/278
	• 춘산층(노두No.YS-411) • 암회색 니질암 • 단층방향 : 50/089 • 단층 비지 폭 : 15cm • JI=70/276, J2=67/358
	• 춘산층(노두No.YS-412) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 16/179 • 층리가 굽어 있으며 쐐기형태로 종결되기도 함 • JI=84/354, J2=88/101

노두 사진	특 성
	• 춘산층(노두No.YS-413) • 암회색 니질암(쪼개짐 발달) • 층리방향 : 06/164 • JI=86/340, J2=82/061
	• 춘산층(노두No.YS-414) • 암회색 니질암(쪼개짐 발달) • 층리방향 : 28/104 • JI=82/320, J2=88/227
	• 춘산층(노두No.YS-415) • 암회색 니질암(사질층과 교호, 쪼개짐 발달) • JI=80/058, J2=82/320
	• 신양동층(노두No.YS-416) • 암회색 사암(셰일 협재) • 층리방향 : 07/115 • JI=88/158, J2=84/089
	• 춘산층(노두No.YS-417) • 암회색 사암(셰일 협재, 연흔 관찰됨, 엽층 발달) • 층리방향 : 07/123 • JI=87/184, J2=82/309
	• 춘산층(노두No.YS-418) • 암회색 사암 및 니질암 • 층리방향 : 26/120 • JI=82/184, J2=79/303
	• 춘산층(노두No.YS-419) • 암회색 니질암(쪼개짐 발달) • 층리방향 : 07/248 • JI=45/352, J2=73/246
	• 춘산층(노두No.YS-421) • 적색 니질암 • 층리방향 : 09/180 • JI=81/132, J2=82/057

노두 사진	특 성
	• 춘산층(노두No.YS-422) • 적색 니질암 • 층리방향 : 04/207 • JI=88/346, J2=88/072
	• 춘산층(노두No.YS-423) • 적색 니질암 • 층리방향 : 07/171 • JI=81/338, J2=78/271
	• 춘산층(노두No.YS-425) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 06/190 • JI=67/344, J2=86/247
	• 춘산층(노두No.YS-426) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 13/138 • JI=84/021, J2=83/311
	• 춘산층(노두No.YS-427) • 암회색 니질암(쪼개짐 발달) • 층리방향 : 11/296 • JI=87/306, J2=83/065
	• 춘산층(노두No.YS-428) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 11/167 • JI=82/265, J2=83/161
	• 춘산층(노두No.YS-429) • 적색 니질암(쪼개짐 발달) • 층리방향 : 11/158 • JI=83/266, J2=78/192
	• 충적층(노두No.YS-430) • 암회색 니질암(쪼개짐 발달, 풍화에 의해 녹회색 또는 붉은색을 띔) • 층리방향 : 12/067 • JI=83/112, J2=87/021

노두 사진	특 성
	• 춘산층(노두No.YS-431) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 09/157 • JI=85/126, J2=88/252
	• 춘산층(노두No.YS-432) • 암회색 사암 및 니질암 • 층리방향 : 16/150 • JI=84/241, J2=86/320
	• 춘산층(노두No.YS-433) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 08/108 • JI=87/224, J2=88/170, J3=85/132
	• 춘산층(노두No.YS-434) • 암회색 사암 및 니질암 • 층리방향 : 14/014 • JI=82/245, J2=84/290
	• 춘산층(노두No.YS-435) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 07/137 • JI=82/008, J2=88/133, J3=89/067
	• 춘산층(노두No.YS-436) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 06/319 • JI=76/195, J2=82/125
	• 춘산층(노두No.YS-437) • 암회색 니질암 • 층리방향 : 12/086 • JI=82/355, J2=78/247
	• 춘산층(노두No.YS-438) • 담회색 니질암 • 층리방향 : 11/094

다. 구조계산서 및 내진설계

1. 설 계 조 건

1.1 교량제원

- 형 식 : PSC Girder교

DA(Detensionable and Retensionable) PSC Girder는 긴장력을 추가 또는 제거 할 수 있는 시스템으로 바닥판 제거시 거더 중앙부 하연의 과긴장 상태를 긴장력 제거로 안정성을 도모할 뿐 아니라 공용중 유지보수용 추가 긴장력 도입이 요구 될때 필요 긴장력의 재도입이 가능한 PSC Girder이다.

- 교량등급 : 1등교
- 지간구성 : (30+3@40)+(3@40+30)+(30+50+30)
- 폭 원 : 12.625m(영천방향)
- 거더간격 : 2.500m
- 평면선형 : R=2000

1.2 하 중

- 활 하 중 : DB-24, DL-24
- 충격계수 : $i = 15 / (40 + L) \le 0.3$

1.3 사용재료

1.3.1 콘크리트

1) 바 닥 판 - fck = 27 MPa

2) PSC 거더 - fck = 40 MPa

1.3.2 강 재

1) 바 닥 판 - SD 400

2) PSC 거더 - SD 300

- SWPC7B 15.2mm(0.6") 7연선, 저릴렉세이션 강연선 사용

1.4 허용응력

1.4.1 바닥판 콘크리트

- 허용 휨 압축 응력 : $f_{ck} = 0.4 f_{ck} = 10.8$ MPa

1.4.2 프리스트레스 콘크리트

1) 프리스트레스 도입시의 압축강도

- $f_{ci} = 0.8 f_{ck} = 32$ MPa

2) 프리스트레스 도입 직후

- 허용 휨 압축응력 : $0.55 \times f_{ci} = 17.6$ MPa
- 허용 휨 인장응력 : $0.25 \times \sqrt{f_{ci}} = 1.4$ MPa

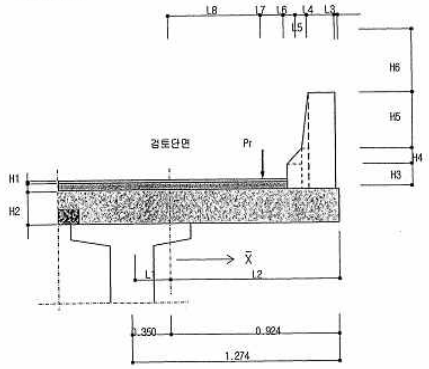
3) 설계하중 작용시

- 허용 휨 압축응력 : $0.4 \times f_{ck} = 16.0$ MPa
- 허용 휨 인장응력 : $0.5 \times \sqrt{f_{ck}} = 3.2$ MPa

2. 바닥판 설계

2.1 방호벽측 캔틸레버

1) 설계 단면



H1	0.050
H2	0.240
H3	0.175
H4	0.175
H5	0.700
H6	0.000
L1	0.350
L2	0.924
L3	0.030
L4	0.400
L5	0.070
L6	0.120
L7	0.300
L8	0.004

(1) 유효지간장 산정

$$\frac{\text{상부플랜지폭}}{\text{바닥판두께}} = \frac{1.200}{0.240} = 5.0 > 4$$

☞ 4 이상이므로 유효경간은 상부플랜지 돌출폭 중앙점에서 캔틸레버 끝단까지의 거리로 산정

(2) 캔틸레버바닥판의 최소두께 : L < 0.25

Tmin = 280L + 180 = 280 x 0.004 + 180 = 181.12 mm 또는 220 mm

< 슬래브(T) = 240 mm ∴ O.K

5. 고유치 해석

1) Mode별 자유진동 특성

Mode	Period (sec)	Frequency (Hz)	Participating Mass Ratios(질량누가) X-Axis	Y-Axis	Z-Axis	비 고
1	1.78784	0.55933	0.00550	48.49880	0.00360	
2	1.67091	0.59848	0.14690	54.39320	0.00410	
3	1.55617	0.64260	0.15570	78.59580	0.00560	
4	1.46520	0.68250	0.24080	78.87000	0.00560	
5	1.40325	0.71263	68.19900	78.87570	0.00570	
6	1.34896	0.74131	68.20020	83.87200	0.00590	
7	1.30492	0.76633	69.63280	84.11180	0.00610	
8	1.26009	0.79359	86.15160	84.15850	0.00610	
9	1.24388	0.80393	86.21310	84.19240	0.00610	
10	0.90346	1.10685	86.21450	84.44920	0.00630	
11	0.79369	1.25994	86.21520	84.51690	0.00630	
12	0.73198	1.36615	86.21540	84.53490	0.00650	
13	0.66237	1.50974	86.21550	84.53600	0.02590	
14	0.64655	1.54666	86.21550	84.55140	1.79560	
15	0.63412	1.57698	86.21570	84.55140	1.85480	
16	0.62269	1.60593	86.21730	84.57390	2.37350	
17	0.61144	1.63548	86.21780	84.71640	2.66270	
18	0.58041	1.72293	86.21790	84.72540	2.66570	
19	0.54190	1.84536	86.21790	84.72650	2.81010	
20	0.53227	1.87876	86.21890	84.72650	2.87160	
21	0.51688	1.93467	86.21890	84.73380	2.87180	
22	0.50401	1.98407	86.21910	84.73440	4.19850	
23	0.44120	2.26656	86.23050	84.94490	4.21460	
24	0.43411	2.30356	86.86950	84.95450	4.21750	
25	0.40791	2.45153	86.89850	85.13550	9.71990	
26	0.40228	2.48581	86.98290	85.18040	19.95880	
27	0.38465	2.59974	87.89050	85.20640	20.21560	
28	0.36303	2.75459	88.05550	85.40380	21.58560	
29	0.35051	2.85296	93.74720	85.42260	21.76720	
30	0.33944	2.94599	93.79720	87.46200	22.08660	
31	0.31140	3.21133	94.25980	87.49180	31.75580	
32	0.29350	3.40721	95.53880	87.49550	33.28580	
33	0.25333	3.94746	95.54410	89.48900	33.31410	
34	0.24375	4.10258	95.54960	89.50370	42.81670	
35	0.14889	6.71626	95.54970	92.44880	42.87440	
36	0.13263	7.53867	95.62000	93.54300	42.90880	
37	0.11628	8.60012	95.62030	96.41580	45.64560	
38	0.09590	10.42732	95.62030	97.26950	59.22910	
39	0.07325	13.65248	95.62080	97.31500	91.84570	
40	0.04732	21.13284	97.69390	97.31520	91.85210	

※ 유효모드 질량의 합이 전체질량의 90%이상이 되도록 Mode수를 결정한다.

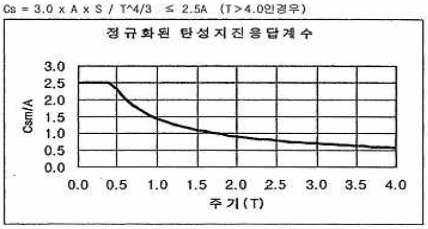
6. 응답스펙트럼 해석

1) 응답스펙트럼의 결정

Sa = Cs x g

Cs = 1.2 x A x S / T^2/3 ≤ 2.5A (T≤4.0인경우)

Cs = 3.0 x A x S / T^4/3 ≤ 2.5A (T>4.0인경우)



Sa : 탄성지진응답 가속도 (m/sec²)

Cs : 탄성지진응답 계수(무차원)

g = 9.810 m/sec², 중력가속도

A = 0.154, 지진가속도 계수

S = 1.200, 지반특성에 따른 무차원의 지반계수

T : 진동모드의 주기

T	Ca	Sa	T	Cs	Sa	T	Cs	Sa
0.00	0.385	3.777	2.30	0.127	1.249	5.50	0.057	0.560
0.10	0.385	3.777	2.40	0.124	1.214	5.75	0.054	0.528
0.20	0.385	3.777	2.50	0.120	1.181	6.00	0.051	0.499
0.30	0.385	3.777	2.60	0.117	1.151	6.25	0.048	0.472
0.40	0.385	3.777	2.70	0.114	1.122	6.50	0.046	0.448
0.50	0.352	3.453	2.80	0.112	1.095	6.75	0.043	0.426
0.60	0.312	3.058	2.90	0.109	1.070	7.00	0.041	0.406
0.70	0.281	2.759	3.00	0.107	1.046	7.25	0.040	0.388
0.80	0.257	2.524	3.10	0.104	1.023	7.50	0.038	0.370
0.90	0.238	2.334	3.20	0.102	1.002	7.75	0.036	0.355
1.00	0.222	2.175	3.30	0.100	0.981	8.00	0.035	0.340
1.10	0.208	2.042	3.40	0.098	0.962	8.25	0.033	0.326
1.20	0.196	1.926	3.50	0.096	0.944	8.50	0.032	0.314
1.30	0.186	1.826	3.60	0.094	0.926	8.75	0.031	0.302
1.40	0.177	1.738	3.70	0.093	0.909	9.00	0.030	0.291
1.50	0.169	1.660	3.80	0.091	0.893	9.25	0.029	0.280
1.60	0.162	1.590	3.90	0.090	0.878	9.50	0.028	0.270
1.70	0.156	1.527	4.00	0.088	0.863	9.75	0.027	0.261
1.80	0.150	1.470	4.25	0.081	0.790	10.00	0.026	0.252
1.90	0.145	1.418	4.50	0.075	0.732	15.00	0.015	0.147
2.00	0.140	1.370	4.75	0.069	0.681	20.00	0.010	0.100
2.10	0.135	1.327	5.00	0.065	0.636			
2.20	0.131	1.286	5.25	0.061	0.596			

36.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 정기안전점검 10회, 정밀안전점검 2회 실시한 것으로 이력사항은 다음과 같다.

【표 36.2.1】 산하교 점검이력사항

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	상태 양호	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	상태 양호	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	상태 양호	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	상태 양호	양호
5	2019. 09. 16 ~ 2019. 12. 27	정밀안전점검	금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산하교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다. 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 산하교의 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	상태 양호	양호
7	2020. 08. 31 ~ 2020. 12. 31	정기안전점검	상태 양호	양호
8	2021. 03. 08 ~ 2021. 06. 07	정기안전점검	상태 양호	양호

【표 36.2.1】 산하교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	점검 결과	안전 등급
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀 안전점검	- 바닥판하면 백태 - 거더 균열(폭 0.3㎜미만) - 가로보 상태양호 - 교대 균열(폭 0.3㎜미만), 체수 - 교각 균열(폭 0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 파손 - 교량받침 받침몰탈균열(폭 0.3㎜미만), 재료분리, 파손 - 신축이음 후타재 균열, 파손, 차수판 볼트, 앵커 탈락 - 교면포장 망상균열, 파손 - 배수시설 상태양호 - 방호벽 균열부 백태, 파손, 긁힘	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 포장 파손 - 방호벽 백태, 파손, 긁힘 - 신축이음 후타재 균열, 파손, 차수판 볼트 체결불량 - 교량받침 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 무수축몰탈 균열, 스토퍼 간섭 - 바닥판하면 백태 - 거더 균열(폭 0.3㎜미만), 파손 및 철근노출 - 교대 및 교각(폭 0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 파손, 체수	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 포장 파손 - 방호벽 백태, 파손, 긁힘 - 신축이음 후타재 균열, 파손, 차수판 볼트 체결불량 - 교량받침 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 무수축몰탈 균열, 스토퍼 간섭 - 바닥판하면 백태 - 거더 균열(폭 0.3㎜미만), 파손 및 철근노출 - 교대 및 교각(폭 0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 파손, 체수	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기 안전점검	- 교면포장 망상균열, 포장 파손 - 방호벽 백태, 파손, 긁힘 - 신축이음 후타재 균열, 파손, 차수판 볼트 체결불량 - 교량받침 받침콘크리트 균열, 파손, 재료분리, 무수축몰탈 균열, 스토퍼 간섭 - 바닥판하면 백태 - 거더 균열(폭 0.3㎜미만), 파손 및 철근노출 - 교대 및 교각(폭 0.3㎜미만), 망상균열, 백태, 파손, 체수	양호

36.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면은 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	
DR Girder	■ 거더는 기 손상인 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. ■ 일부구간 발생된 균열의 경우 초기 건조수축에 의한 균열로 표면처리 등의 조치가 필요하다.	
가로보	■ 가로보 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	■ 교대는 기 손상인 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 체수가 신규 추가되었다. ■ 교대에 발생된 균열의 경우 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. ■ 교대에 발생된 체수의 경우 신축이음 하부에서의 우수유입으로 인한 손상으로 판단된다. 균열부에 침투하여 백태 등으로 손상의 진전을 방지하기 위하여 정비 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	
교각	■ 교대 외관조사 결과 기 손상인 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손 등이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것이 확인되었다. 금회 정밀안전점검으로 균열 및 망상균열이 신규 추가되었다. ■ 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열이며 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다. ■ 교각 기둥부에 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 보수가 필요하다.	
교량받침	■ 교량받침은 기 손상인 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리, 파손이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 받침콘크리트균열, 스토퍼간섭이 신규 추가되었다. ■ 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요망된다. ■ A2에서 발생된 받침콘크리트 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다. ■ 교량받침 스토퍼 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.	

구분	정밀안전점검 결과(상주방향)	비고
신축이음장치	■ 신축이음은 기 손상인 후타재 균열, 파손, 차수판 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 차수판 앵커 및 볼트탈락이 신규 추가되었다. ■ 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 파손은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다. ■ 신축이음의 경우 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 22.1℃(9월 15일)로써 이때 측정유간은 50~115.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장은 기 손상인 망상균열이 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 포장파손과 망상균열이이 신규 조사되었다. ■ 망상균열의 경우 기 점검시 오기로 인한 물량의 변동을 수정 반영하였다. ■ 교면포장에 발생된 망상균열 및 포장파손은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 표면처리 및 단면보수 등의 조치가 요망된다.	
배수시설	■ 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다. ■ 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.	
방호벽	■ 방호벽은 기 손상은 균열부백태 및 파손이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열부백태가 신규 추가되었다. ■ 방호벽에 발생한 백태는 균열부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. ■ 방호벽에 발생한 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
바닥판하면	■ 바닥판하면의 경우 기 손상인 백태가 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 판단된다. ■ 바닥판하면에 발생한 백태는 경미한 상태이며, 표면처리 등 보수가 필요하다.	
DR Girder	■ 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다. ■ 거더 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
가로보	■ 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다. ■ 가로보 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	
교대	■ 교대는 기 손상인 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. ■ 교대에 발생된 균열의 경우 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.	
교각	■ 교대 외관조사 결과 기 손상인 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손 등이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것이 확인되었다. 금회 정밀안전점검으로 균열 및 망상균열이 신규 추가되었다. ■ 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서, 표면처리 등 보수가 필요하다. ■ 교각 코핑부에 발생한 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.	
교량받침	■ 교량받침은 기 손상인 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 재료분리가 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 재료분리, 받침콘크리트 균열이 신규 추가되었다. ■ 받침콘크리트 재료분리의 경우 기 점검시 오기로 인한 물량의 변동을 반영하였다. ■ 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요망된다. ■ 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다. ■ 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다. ■ 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.	

구분	정밀안전점검 결과(영천방향)	비고
신축이음장치	■ 신축이음은 기 손상인 후타재 균열, 차수판 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 후타재 균열, 차수판 앵커 및 볼트탈락이 신규 추가되었다. ■ 차수판앵커 및 볼트탈락의 경우 기 점검시 오기로 인한 물량의 변동을 반영하였다. ■ 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 표면처리를 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 일부구간 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다. ■ 신축이음의 경우 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 22.1℃(9월 15일)로써 이때 측정유간은 40~90.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장은 기 손상인 망상균열이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 판단된다. ■ 교면포장에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요망된다.	
배수시설	■ 배수시설의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. ■ 배수시설의 경우 공용기간 경과 및 차량통행에 의한 비산물 퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적, 그로인한 체수, 배수관 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.	
방호벽	■ 방호벽은 기 손상은 균열부 백태 및 긁힘이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열부 백태가 신규 추가되었다. ■ 방호벽에 발생한 균열부 백태는 균열부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과(상주방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 29.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.1 ~ 47.9	40.0	
	하부구조	교대	25.0 ~ 27.3	24.0	
		교각	27.1 ~ 28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		35.5~36.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		94.5~102.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

시 험 명	시험부위		시험 결과(영천방향)		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.8	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	40.1 ~ 49.8	40.0	
	하부구조	교대	24.8 ~ 27.3	24.0	
		교각	27.0 ~ 28.6	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		34.5~40.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		96.5~100.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
산하교	0.137	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B" 로 평가됨 •종합평가 결과, "B" 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 **"B등급"** 으로 지정하였다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비(상주방향)

구분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.38	m	-	-	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.5	0.19	㎡	-	-	하자
	체수	정비	2.0	3.00	㎡			
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	4.0	1.50	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면처리	34.5	51.75	㎡	-	-	하자
	백태	표면처리	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
	파손	단면보수	0.03	0.05	㎡	-	-	하자
교량 받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.2	0.83	㎡	54	45	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.4	0.15	㎡	54	9	3순위
	받침콘크리트재료분리	단면보수	0.08	0.12	㎡	165	20	2순위
	받침콘크리트파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	4	2순위
	스토퍼간섭	유지관리	1.0	1.0		-	-	4순위
신축 이음	후타재 균열 (0.3㎜미만)	표면처리	24.0	9.00	㎡	54	486	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.05	0.08	㎡	165	14	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	16.0	16.0	EA	25	400	3순위
교면 포장	망상균열	표면처리	2525.0	3,787.50	㎡	54	204,525	3순위
	포장파손	단면보수	0.04	0.06	㎡	165	10	2순위
방호벽 및 중분대	백태	표면처리	7.4	11.10	㎡	54	600	3순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	㎡	165	5	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		53			206,065	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		27			103,033	
	합계	-		80			309,098	
개략공사비 총계(천원)		309,178						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)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
바닥판하면	백태	포면처리	0.05	0.08	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	10.0	3.75	㎡	-	-	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.0	8.25	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면처리	20.0	30.00	㎡	-	-	하자
	백태	표면처리	0.6	0.90	㎡	-	-	하자
교량 받침	무수축몰탈균열 (0.3mm미만)	표면처리	11.2	4.20	㎡	54	227	3순위
	받침콘크리트재료분리	단면보수	0.59	0.89	㎡	165	147	2순위
	받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	표면처리	0.3	0.11	㎡	54	6	2순위
신축 이음	후타재 균열(0.3mm미만)	포면처리	20.1	7.54	㎡	54	408	3순위
	차수판앵커 및 볼트탈락	정비	10.0	10.0	EA	25	250	3순위
교면 포장	망상균열	표면처리	2640.0	3,960.00	㎡	54	213,840	3순위
방호벽 및 중분대	균열부 백태	표면처리	31.8	47.70	㎡	54	2,576	3순위
	긁힘	단면보수	0.6	0.90	㎡	165	149	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		302			217,301	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		151			108,651	
	합계	-		453			325,952	
개략공사비 총계(천원)		326,405						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

사. 종합결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산하교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

36.2.4 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 박리 및 파손, 교량받침 균열, 단면손상 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.	

36.2.5 시설물 보수 이력

【표 36.2.2】 산하교 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	P4, P8, A2 신축이음	차수판 볼트 체결불량 보수	2019. 01. 01 ~ 2019. 06. 30	-	(주)대림산업	-

36.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 36.2.3】 내진설계 여부 확인

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

36.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

36.3 현장조사

36.3.1 개요

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

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S11	도보, 교량굴절차, 고소차	2023.08.08.~2023.10.31.	

굴절차를 이용한 근접조사

고소차를 이용한 근접조사

반발경도 시험

탄산화 깊이 측정

【사진 36.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

36.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산하교는 총 11경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=425.0m, 폭 24.5m로 바닥판은 철근 콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.

바닥판 하면 전경(1)

바닥판 하면 전경(2)

【사진 36.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 단부 표면열화 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	표면열화 (㎡/개소)	
S1	1.00	1
S2	–	–
S3	–	–
S4	–	–
S5	–	–
S6	–	–
S7	–	–
S8	–	–
S9	–	–
S10	–	–
S11	–	–
합계	1.00	1

손상현황	• S1 바닥판하면 표면열화	손상현황	• 바닥판하면 상태양호
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	–
조치방안	• 표면처리	조치방안	–

【사진 36.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 대체로 양호한 상태이며, 금회 점검에서 단부 표면열화 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	표면열화	㎡	–	–	1.00	1	▲ 1.0	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 표면열화 손상은 공용년수가 증가함에 따른 콘크리트 표면의 열화 손상으로 현재 손상의 정도는 경미한 상태이며, 시급한 보수보다는 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

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

거더 전경(1)	거더 전경(2)

【사진 36.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 일부구간에서 균열(0.3mm미만), 망상균열이 조사되었다.

【표 36.3.3】 거더 외관조사 결과

구분	균열 0.3㎜미만 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
S1	-	-	-	-
S2	1.00	1	-	-
S3	-	-	-	-
S4	-	-	-	-
S5	-	-	-	-
S6	-	-	-	-
S7	-	-	-	-
S8	-	-	-	-
S9	-	-	-	-
S10	-	-	-	-
S11	-	-	4.00	1
합계	1.00	1	4.00	1

손상현황	• S2-G1 거더 균열(폭0.3㎜미만)	손상현황	• S11-G1 거더 망상균열(폭0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더는 기 손상인 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 금회 점검에서 망상균열이 신규로 확인되었다.

【표 36.3.4】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	망상균열	㎡	-	-	4.00	1	▲ 4.0	신규손상

4) 검토의견

- 일부구간 발생된 균열 및 망상균열은 초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상으로 표면처리 등의 조치가 필요하다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경(1)

가로보 전경(2)

【사진 36.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 것으로 확인되었으며, 일부 구간에서 경미한 파손이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	0.04	1
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
합계	0.04	1

손상현황	• S6 가로보 콘크리트 파손(0.1m×0.4m)	손상현황	• 가로보 상태양호
원 인	• 접속부 시공미흡, 장기공용	원 인	–
조치방안	• 단면보수	조치방안	–

【사진 36.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 점검에서 경미한 파손이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	파손	㎡	–	–	0.04	1	▲ 0.04	신규손상

4) 검토의견

- 가로보 외관조사 결과, 경미한 파손이 조사되었으며, 기 손상은 시공시 다짐 불량 및 외부 충격에 따른 손상으로 보수는 필요치 않으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 산하교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경 A1	교대 전경 A2

【사진 36.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(폭0.3㎜미만)과 체수가 조사되었다.

【표 36.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(폭 0.3㎜미만) (m/개소)		체수 (㎡/개소)	
A1	-	-	2.00	1
A2	2.50	2	-	-
합계	2.50	2	2.00	1

손상현황	• A2 균열 (0.3㎜미만)	손상현황	• A1 체수 (1.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 신축이음하부 누수, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 36.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교대는 기 손상인 균열(0.3mm미만), 체수 손상이 조사되었고, 금회 점검에서 균열 손상이 1개소 추가 발생한 것으로 확인되었다.

【표 36.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	2.50	2	▲ 2.00	추가손상
	체수	㎡	2.00	1	2.00	1	– –	변동없음

4) 검토의견

- 균열 손상은 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 체수 손상은 신축이음 하부에서의 우수유입으로 인한 손상으로 판단된다. 균열부에 침투하여 백태 등으로 손상의 진전을 방지하기 위하여 정비 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 산하교의 교각은 T형교각 10기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 전경	교각 전경

【사진 36.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 주요 손상은 균열(0.3㎜미만) 및 망상균열이며, 그 외 국부적으로 백태, 파손이 조사되었다.

【표 36.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
P1	0.50	1	–	–	–	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–	–	–
P3	–	–	4.50	1	–	–	–	–
P4	–	–	–	–	–	–	–	–
P5	–	–	10.00	1	0.06	2	–	–
P6	2.50	4	–	–	–	–	–	–
P7	10.00	10	–	–	–	–	–	–
P8	–	–	–	–	–	–	–	–
P9	1.50	3	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	50.0	3	–	–	0.03	3
합계	14.50	18	64.50	5	0.06	2	0.03	3

손상현황	• P1 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P3 코핑부 망상균열 (3.0m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P5 코핑부 망상균열 (1.0m×10.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P5 기둥부 백태 (0.1m×0.3m)
원 인	• 표면 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P6 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P10 코핑부 망상균열 (10.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교각 외관조사 결과, 기 손상인 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손 등이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것이 확인되었다. 금회 정밀안전점검으로 균열 및 망상균열이 추가로 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.00	7	14.50	18	▲ 10.5	추가손상
	망상균열	㎡	34.50	3	64.50	5	▲ 30.0	추가손상
	백태	㎡	0.06	2	0.06	2	- -	변동없음
	파손	㎡	0.03	3	0.03	3	- -	변동없음

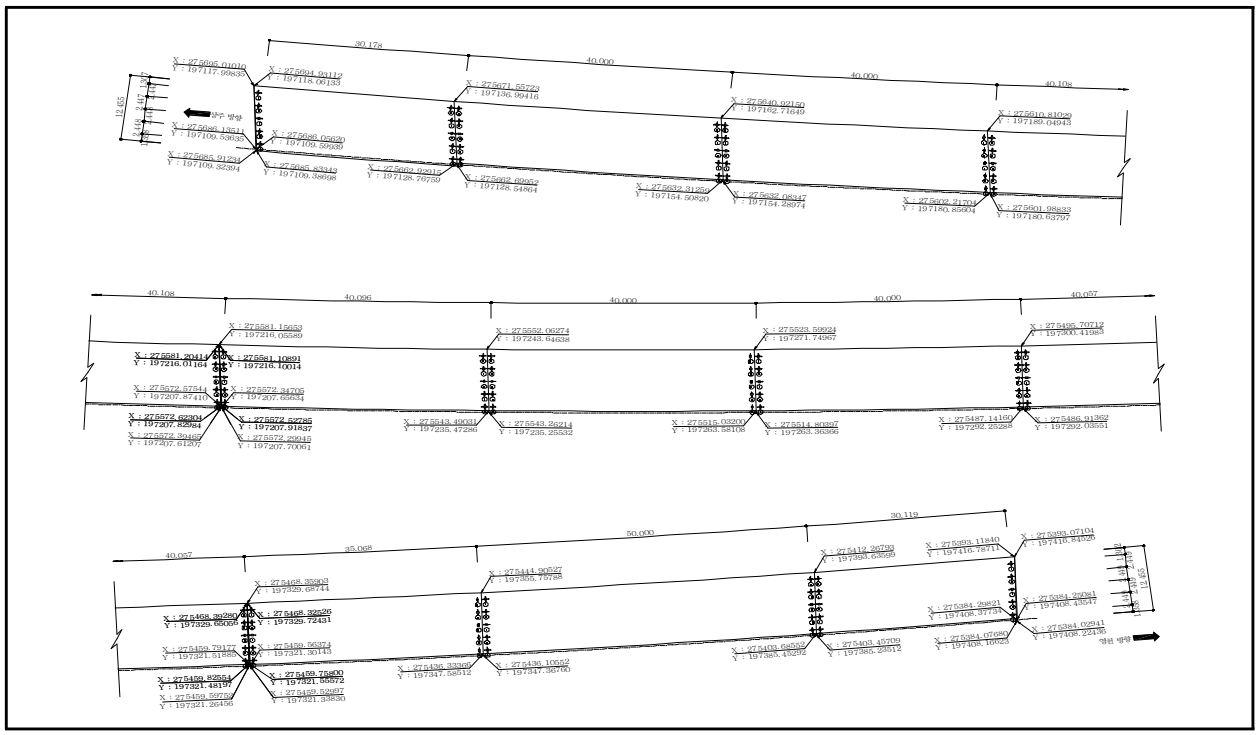
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 손상이며, 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생된 손상에 대해서는 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.
- 교각에 파손의 경우 시공미흡 및 외부충격에 의한 손상으로 판단되며 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 보수가 필요하다.

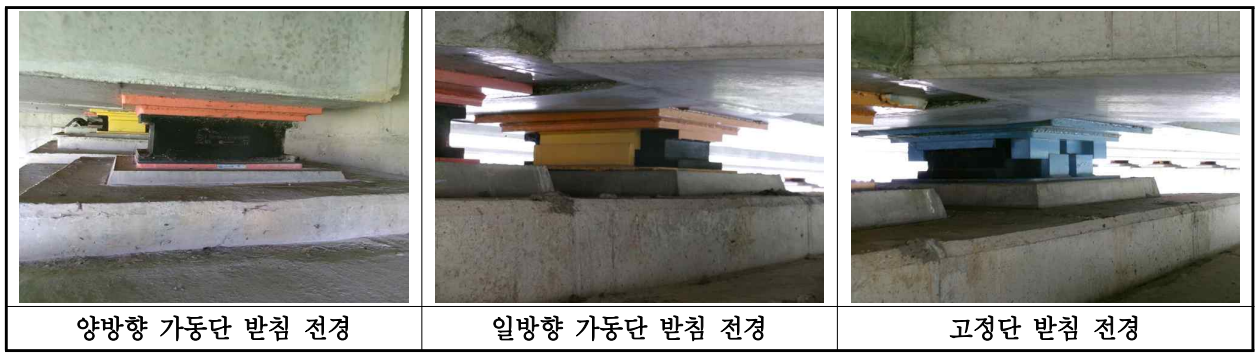
바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 산하교의 받침은 고무받침으로 총 110개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 36.3.1】 교량받침 배치도



양방향 가동단 받침 전경	일방향 가동단 받침 전경	고정단 받침 전경

【사진 36.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 재료분리, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 일부 구간에서 플레이트 부식 손상이 확인되었다.

【표 36.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		받침콘크리트 파손 (㎡/개소)		플레이트 부식 (EA개소)	
A1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P1	0.20	2	–	–	–	–	–	–	–	–
P2	1.40	7	–	–	–	–	–	–	–	–
P3	1.40	7	–	–	0.08	2	–	–	–	–
P4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P5	0.60	3	–	–	0.20	1	–	–	–	–
P6	–	–	0.40	2	–	–	–	–	–	–
P7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A2	–	–	–	–	–	–	0.01	1	1.00	1
합계	3.60	19	0.40	2	0.10	3	0.01	1	1.00	1

손상현황	• A2-Sh2 플레이트 부식(1EA)
원 인	• 시공초기 다짐부족
조치방안	• 단면보수

손상현황	• A2-Sh3 받침콘크리트 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P2-Sh8 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P3-Sh3 받침콘크리트 재료분리(0.5m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.13】 교량받침 손상현황

손상현황	• P6-Sh8 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P8-Sh8 받침콘크리트 스토퍼 상태양호
원 인	• 장기공용, 건조수축	원 인	-
조치방안	• 표면처리	조치방안	-

【사진 36.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 교량받침은 기 손상인 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열, 재료분리, 파손이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 받침콘크리트균열, 스토퍼 간섭이 신규 추가되었다.

【표 36.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	m	3.60	19	3.60	19	- -	변동없음
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	㎡	0.40	2	0.40	2	- -	변동없음
	받침콘크리트재료분리	㎡	0.08	2	0.10	3	▲ 0.02	추가손상
	받침콘크리트파손	㎡	0.01	1	0.01	1	- -	변동없음
	플레이트 부식	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.0	신규손상
	스토퍼간섭	EA	1.00	1	-	-	▼ 1.0	현재양호

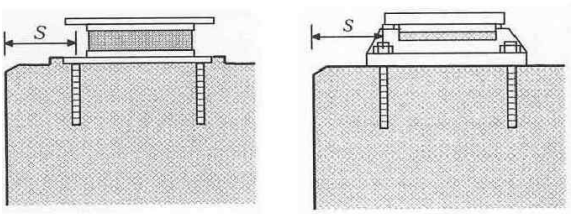
4) 검토의견

- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠 만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요구된다.
- 받침콘크리트 재료분리 및 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요구된다.

- 기 손상인 교량받침 스토퍼 간섭은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 현재는 양호한 상태이어도, 재 손상이 발생할 우려가 있으므로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침 (b) 강재받침

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

【그림 36.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정

【사진 36.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : 200+5×45 = 350(㎜)
- 거더 경간길이(L=35.0m) : 200+5×50 = 375(㎜)
- 거더 경간길이(L=40.0m) : 200+5×55 = 400(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×55 = 450(㎜)

【표 36.3.13】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		350	490	510	500	505	485	O.K
P1	A1측	350	570	560	560	560	570	O.K
	A2측	400	560	560	575	575	570	O.K
P2	A1측	400	595	610	610	610	610	O.K
	A2측	400	545	540	545	545	545	O.K
P3	A1측	400	900	900	860	900	900	O.K
	A2측	400	545	545	550	545	550	O.K
P4	A1측	400	550	560	570	560	585	O.K
	A2측	400	600	585	585	585	565	O.K
P5	A1측	400	515	515	515	530	530	O.K
	A2측	400	580	580	580	580	580	O.K
P6	A1측	400	735	745	590	745	745	O.K
	A2측	400	575	570	560	565	570	O.K
P7	A1측	400	560	555	580	590	590	O.K
	A2측	400	545	540	530	520	510	O.K
P8	A1측	400	626	625	625	615	620	O.K
	A2측	375	605	620	615	615	615	O.K
P9	A1측	375	907	900	860	910	900	O.K
	A2측	450	520	520	520	495	505	O.K
P10	A1측	450	540	525	555	540	535	O.K
	A2측	350	550	560	555	550	560	O.K
A2		350	550	545	550	540	550	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

교량 받침 가동량 측정

【사진 36.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 36.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		28.8	11.2	0.00001	110.0	31.7	12.3	
P1	A1측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
P2	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
P3		고 정 단						
P4	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
P5	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
P6		고 정 단						
P7	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
P8	A1측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	35.0	10.1	3.9	
P9		고 정 단						
P10	A1측	28.8	11.2	0.00001	50.0	14.4	5.6	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	50.0	14.4	5.6	
A2		28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	

1) 조사당시 온도 : 23.8℃(조사일 : 2023년 9월 13일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 36.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
A1		SH1	0	67	67	31.7	12.3	±67
		SH2	0	67	67			±67
		SH3	0	67	67			±67
		SH4	0	67	67			±67
		SH5	0	67	67			±67
P1	A1측	SH1	0	59	59	23.0	9.0	±59
		SH2	0	59	59			±59
		SH3	0	59	59			±59
		SH4	0	59	59			±59
		SH5	0	59	59			±59
	A2측	SH6	−5	54	64	23.0	9.0	±59
		SH7	−5	54	64			±59
		SH8	−5	54	64			±59
		SH9	−5	54	64			±59
		SH10	−5	54	64			±59
P2	A1측	SH1	0	42	42	11.5	4.5	±42
		SH2	0	42	42			±42
		SH3	0	42	42			±42
		SH4	0	42	42			±42
		SH5	0	42	42			±42
	A2측	SH6	−20	22	62	11.5	4.5	±42
		SH7	−20	22	62			±42
		SH8	−20	22	62			±42
		SH9	−20	22	62			±42
		SH10	−20	22	62			±42
P3		고 정 단						
P4	A1측	SH1	0	59	59	11.5	4.5	±59
		SH2	0	59	59			±59
		SH3	0	59	59			±59
		SH4	0	59	59			±59
		SH5	0	59	59			±59
	A2측	SH6	0	59	59	23.0	9.0	±59
		SH7	0	59	59			±59
		SH8	0	59	59			±59
		SH9	0	59	59			±59
		SH10	0	59	59			±59

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

【표 36.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
P5	A1측	SH1	−5	37	47	11.5	4.5	±42
		SH2	−5	37	47			±42
		SH3	−5	37	47			±42
		SH4	−5	37	47			±42
		SH5	−5	37	47			±42
	A2측	SH6	−5	37	47	11.5	4.5	±42
		SH7	−5	37	47			±42
		SH8	−5	37	47			±42
		SH9	−5	37	47			±42
		SH10	−5	37	47			±42
P6		고 정 단						
P7	A1측	SH1	−15	27	57	11.5	4.5	±42
		SH2	−15	27	57			±42
		SH3	−15	27	57			±42
		SH4	−15	27	57			±42
		SH5	−15	27	57			±42
	A2측	SH6	−10	32	52	11.5	4.5	±42
		SH7	−10	32	52			±42
		SH8	−10	32	52			±42
		SH9	−10	32	52			±42
		SH10	−10	32	52			±42
P8	A1측	SH1	0	59	59	23.0	9.0	±59
		SH2	0	59	59			±59
		SH3	0	59	59			±59
		SH4	0	59	59			±59
		SH5	0	59	59			±59
	A2측	SH6	0	59	59	10.1	3.9	±59
		SH7	0	59	59			±59
		SH8	0	59	59			±59
		SH9	0	59	59			±59
		SH10	0	59	59			±59

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

【표 36.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
P9		고 정 단						
P10	A1측	SH1	0	34	34	14.4	5.6	±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	14.4	5.6	±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	23.0	9.0	±67
		SH2	10	77	57			±67
		SH3	10	77	57			±67
		SH4	10	77	57			±67
		SH5	10	77	57			±67

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P4, P8, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(P4) 전경	EXP.J4(A2) 전경

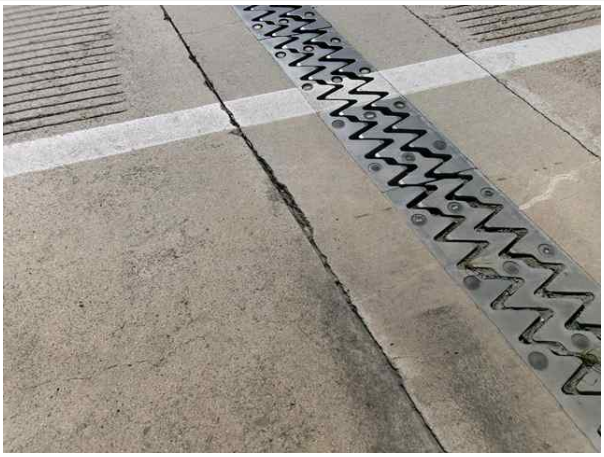
【사진 36.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(폭 0.3㎜미만) 및 파손, 차수판 볼트 및 앵커 탈락이 조사되었으며, 금회 점검에서 신규 및 추가 손상은 없는 것으로 확인되었다.

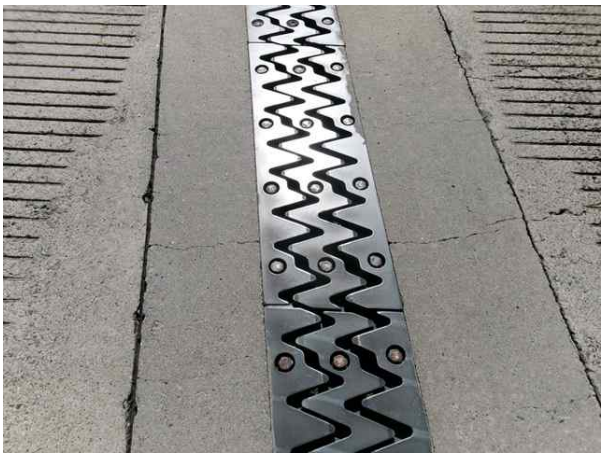
【표 36.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		차수판 앵커 및 볼트탈락 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	6.00	20	0.05	1	5.00	5
P4 (EXP J2)	4.20	14	-	-	7.00	7
P8 (EXP J3)	4.80	16	-	-	4.00	4
A2 (EXP J4)	9.00	30	-	-	-	-
합계	24.00	80	0.05	1	16.00	16

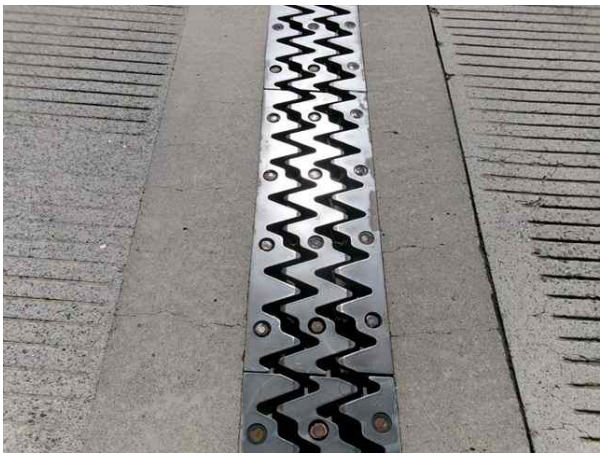


손상현황	• A1 후타재 파손 (0.1m×0.5m)
원 인	• 장기공용, 차량윤하중, 열화
조치방안	• 단면보수

손상현황	• A1 차수판 앵커탈락
원 인	• 설치미흡, 외부충격
조치방안	• 재설치

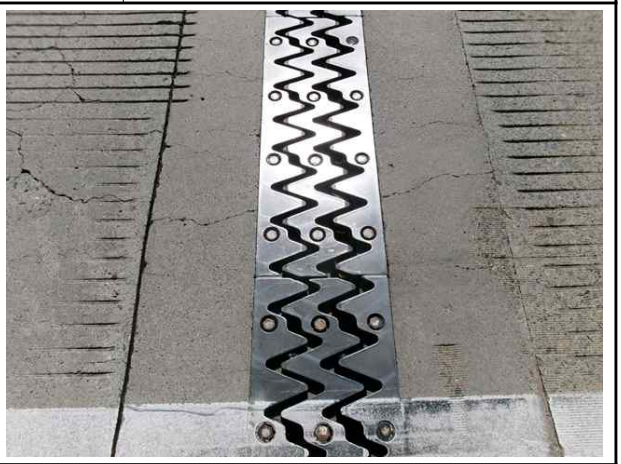


손상현황	• A1 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축
조치방안	• 표면처리



손상현황	• P4 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P4 차수판 볼트탈락
원 인	• 설치미흡, 외부충격
조치방안	• 재설치



손상현황	• P8 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.17】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음에 대한 조사결과, 기 손상인 후타재 균열 및 파손 손상과 차수판에 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었으며, 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	24.00	80	24.00	80	- -	변동없음
	후타재 파손	㎡	0.05	1	0.05	1	- -	변동없음
	차수판 앵커 및 볼트탈락	EA	16.00	16	16.00	16	- -	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 파손은 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 확보를 위해서 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 설치미흡 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.
- 신축이음의 경우 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.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ ⊿lt = ⊿T · α · L
여기서, ⊿lt : 온도변화에 의한 이동량
⊿T : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10^{-5}, α(콘크리트): 1.0×10^{-5}
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2023. 9. 13. 기온 적용: 23.8℃(일평균)
△T(신장시) : 35℃−23.8℃ = 11.2℃
△T(수축시) : −5℃−(23.8℃) = 28.8℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</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></td></tr>
</table>

【사진 36.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 36.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	28.8	11.2	0.00001	110.0	31.7	12.3	71.0	85.0	275.0	
P4	28.8	11.2	0.00001	120.0	34.6	13.4	102.0	160.0	425.0	
P8	28.8	11.2	0.00001	100.0	28.8	11.2	74.0	115.0	320.0	
A2	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	45.0	50.0	210.0	

1) 조사당시 온도 : 23.8℃(조사일 : 2023년 9월 13일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 36.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③−②)	
A1	31.7	12.3	71.0	150	102.7	58.7	O.K
P4	34.6	13.4	102.0	200	136.6	88.6	O.K
P8	28.8	11.2	74.0	150	102.8	62.8	O.K
A2	23.0	9.0	45.0	100	68.0	36.0	O.K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 측정하였으며, 측정일 온도는 23.8℃(09월 13일)로써 이때 측정유간은 45~102.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 산하교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 콘크리트로 시공되어있다.

교면포장 전경	교면포장 전경

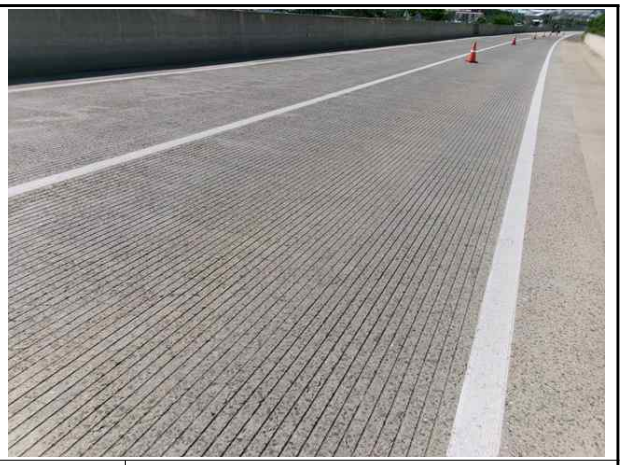
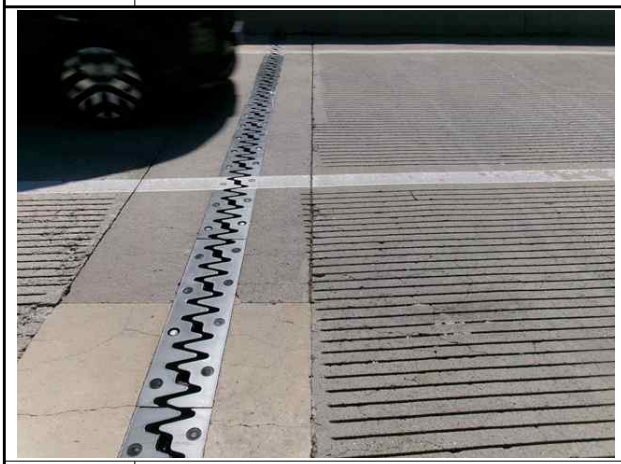
【사진 36.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 망상균열 및 포장파손이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		포장파손 (㎡/개소)	
S1	455.0	2	-	-
S2	315.0	1	-	-
S3	315.0	1	-	-
S4	315.0	1	-	-
S5	-	-	-	-
S6	-	-	-	-
S7	-	-	-	-
S8	-	-	-	-
S9	315.0	1	-	-
S10	315.0	1	-	-
S11	495.0	2	0.04	2
합계	2,525.0	9	0.14	3

			
손상현황	• S1 망상균열 (35.0m×9.0m)	손상현황	• S2 망상균열 (35.0m×9.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
손상현황	• S4 망상균열 (35.0m×9.0m)	손상현황	• S9 망상균열 (35.0m×9.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S11 포장파손 (0.2m×0.1m)	손상현황	• S11 포장 접속부 파손 (0.2m×0.5m)
원 인	• 접속부 차량충격	원 인	• 접속부 차량충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 36.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교면포장은 기 손상인 망상균열 및 포장 파손이 조사되었다. 금회 점검에서 포장 파손이 추가 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	㎡	2525.0	9	2525.0	9	– –	변동없음
	포장파손	㎡	0.04	2	0.14	3	▲ 0.10	추가손상

4) 검토의견

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

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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

배수구 전경

배수관 전경

【사진 36.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 36.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
합계	-	-

손상현황	• 배수관 상태양호	손상현황	• 배수구 상태양호
원 인	-	원 인	-
조치방안	-	조치방안	-

【사진 36.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 36.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경

중분대 전경

【사진 36.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부 백태, 파손 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었으며, 금회 점검에서 균열 손상이 신규로 조사되었다.

【표 36.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열 (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	4.00	2	-	-	-	-
S2	-	-	1.00	5	-	-
S3	14.00	8	1.20	6	-	-
S4	-	-	1.20	6	-	-
S5	-	-	1.60	8	0.02	2
S6	-	-	0.60	3	-	-
S7	-	-	1.00	5	-	-
S8	35.00	1	-	-	-	-
S9	35.00	1	-	-	-	-
S10	35.00	1	-	-	-	-
S11	35.00	1	-	-	-	-
합계	158.00	14	6.60	33	0.02	2

손상현황	• S2 방호벽 균열부 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 균열부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S5 방호벽 균열부 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 균열부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S5 방호벽 파손 (0.1m×0.1m)
원 인	• 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 단면보수

손상현황	• S9 방호벽 균열 (폭 0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 장기공용
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상은 균열부백태 및 파손이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과, 균열 손상이 신규로 확인되었다.

【표 36.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열	m	-	-	158.00	14	▲ 158.0	신규손상
	균열부백태	㎡	7.40	35	6.60	33	▼ 0.8	물량오류
	파손	㎡	0.02	2	0.02	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열, 균열부백태는 건조수축, 균열부 우수유입 및 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요한 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생한 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 교량점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입이 가능하며, A1, A2에 점검계단이 설치되어 있다.

교량점검시설 전경(1)

교량점검시설 전경(2)

【사진 36.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대, 교각에 설치된 점검시설 조사 시 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 36.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	–	–
A2	–	–
합계	–	–

손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• P2 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 31.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교량점검시설에 대한 기 점검과 비교시, 신규 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 36.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

36.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 산하교는 총 11경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=410.0m, 폭 24.5m로 바닥판은 철근 콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.

바닥판 하면 전경(1)	바닥판 하면 전경(2)

【사진 36.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 기 조사된 손상인 백태 손상이 금회 점검에서 양호한 상태로 확인되었으며, 전반적으로 손상이 없는 상태로 조사되었다.

【표 36.3.28】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
합계	-	-

손상현황	• S1 바닥판 하면 상태양호(기 백태 손상부)	손상현황	• S5 바닥판 하면 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 36.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 바닥판하면은 기 손상인 백태가 조사되었으며, 금회 점검에서 손상부가 양호한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.29】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	백태	㎡	0.05	1	–	–	▼ 0.05	상태양호

4) 검토의견

■ 바닥판하면은 금회 점검에서 손상이 없는 것으로 조사되었으며, 손상 발생 여부에 대한 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

나. DR Girder

1) 부재의 개요

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

【사진 36.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 하부플랜지 일부 구간에서 파손 및 철근노출 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.30】 거더 외관조사 결과

구분	파손 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	0.15	1
합계	0.15	1

손상현황	• S11-G4 거더 파손 및 철근노출	손상현황	• S11-G4 거더 파손 및 철근노출
원 인	• 시공미흡, 외부충격	원 인	• 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 36.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 상태였으나, 금회 점검에서 하부플랜지 콘크리트 파손 및 철근노출 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.31】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	파손 및 철근노출	㎡	-	-	0.15	1	▲ 0.15	신규손상

4) 검토의견

- 거더 외관조사 결과, 하부플랜지에 파손 및 철근노출 손상이 조사되었으며, 기 손상은 손상부의 형상으로 보아 시공중 외부 충격에 의한 손상으로 판단된다. 손상부 주변으로 진전이나 추가 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 기 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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

가로보 전경(1)	가로보 전경(2)

【사진 36.3.31】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 손상이 없는 양호한 상태이다.

【표 36.3.32】 가로보 현장조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
합계	-	-

손상현황	• 가로보 상태양호	손상현황	• 가로보 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 36.3.32】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 점검시 손상이 없는 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 36.3.33】 가로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

- 산하교 교대는 역T형으로 시공되어있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.

교대 전경	교대 전경

【사진 36.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 균열(폭0.3㎜미만)이 일부 조사되었으며, 접속부 이격이 신규로 조사되었다.

【표 36.3.34】 교대 외관조사 결과

구분	균열(폭 0.3㎜미만) (m/개소)		이격 (m/개소)	
A1	9.00	1	3.50	1
A2	9.50	4	3.50	1
합계	18.50	5	7.00	2

손상현황	• A1 균열(폭 0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• A2 균열(폭 0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• A1 접속부 이격(L=3.5m)
원 인	• 공용중 잔류침하, 장기공용
조치방안	• 실링

손상현황	• A2 접속부 이격(L=3.5m)
원 인	• 공용중 잔류침하, 장기공용
조치방안	• 실링

【사진 36.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교대는 기 손상인 균열(0.3mm미만)이 조사되었고, 금회 점검에서 교대 접속부 이격 손상이 신규로 발생한 것으로 확인되었다.

【표 36.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	10.00	3	18.50	5	▲ 8.50	추가손상
	이격	m	–	–	7.00	2	▲ 7.00	신규손상

4) 검토의견

- 교대에 발생된 균열, 이격의 경우 건조수축 및 온도변화, 시공이후 잔류침하 등에 의한 손상으로 추정되며, 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 산하교의 교각은 T형교각 10기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 굴절차를 통한 근접조사를 실시하였다.

교각 전경

교각 전경

【사진 36.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 주요 손상은 균열(0.3㎜미만) 및 망상균열이며, 일부 구간에서 백태가 조사되었다.

【표 36.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)	
P1	4.00	4	–	–	–	–
P2	–	–	–	–	–	–
P3	–	–	–	–	–	–
P4	–	–	–	–	–	–
P5	3.00	6	–	–	–	–
P6	8.50	10	–	–	–	–
P7	–	–	16.00	1	–	–
P8	8.00	8	16.00	1	0.6	3
P9	7.50	6	–	–	–	–
P10	–	–	20.0	1	–	–
합계	31.00	34	42.00	3	0.6	3

손상현황	• P1 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P5 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P7 코핑부 망상균열 (8.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P9 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P10 코핑부 망상균열 (10.0m×2.0m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P8 백태 (0.2m×1.0m)
원 인	• 표면 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교각 외관조사 결과, 기 손상인 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태 등이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것이 확인되었다. 금회 점검에서 균열 및 망상균열이 추가로 확인되었다.

【표 36.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	22.00	24	31.00	34	▲ 9.0	추가손상
	망상균열	㎡	20.00	1	42.00	3	▲ 42.0	추가손상
	백태	㎡	0.60	3	0.60	3	- -	변동없음

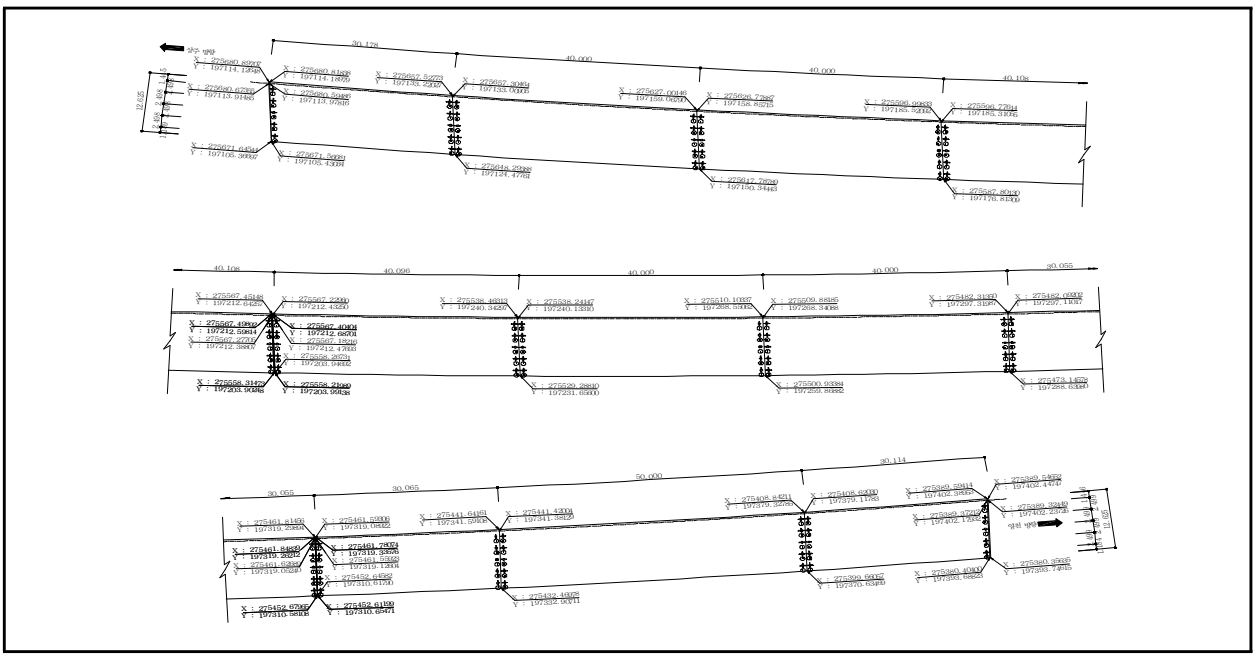
4) 검토의견

- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서, 표면처리 등 보수가 필요하다.
- 교각 코핑부에 발생한 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 산하교의 받침은 고무받침으로 총 110개가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 36.3.3】 교량받침 배치도

양방향 가동단 받침 전경	일방향 가동단 받침 전경	고정단 받침 전경

【사진 36.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 조사결과, 전반적으로 손상의 정도가 경미한 것으로 확인되었으며, 조사된 손상으로는 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열 및 재료분리 등이 확인되었다.

【표 36.3.38】 교량받침 외관조사 결과

구분	몰탈 균열(0.3㎜미만) (m/개소)		받침콘크리트 재료분리 (㎡/개소)		받침콘크리트 균열(0.3㎜미만) (m/개소)	
A1	–	–	–	–	–	–
P1	1.8	9	–	–	–	–
P2	4.8	24	0.60	4	–	–
P3	1.6	8	0.10	2	–	–
P4	0.2	1	–	–	–	–
P5	0.6	3	0.05	1	–	–
P6	0.8	4	–	–	0.3	1
P7	0.9	3	–	–	–	–
P8	–	–	–	–	–	–
P9	1.0	5				–
P10	0.4	2	–	–	–	–
A2	–	–	–	–	–	–
합계	12.10	59	0.75	7	0.3	1

손상현황	• P1-Sh4 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 시공초기 다짐부족
조치방안	• 단면보수

손상현황	• P5-Sh2 받침콘크리트 재료분리 (0.5m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P6-Sh8 무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

손상현황	• P6-Sh8 받침콘크리트 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.38】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 교량받침은 기 손상인 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 재료분리가 조사되었으며, 금회 점검에서 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 재료분리 손상이 추가로 조사되었다.

【표 36.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

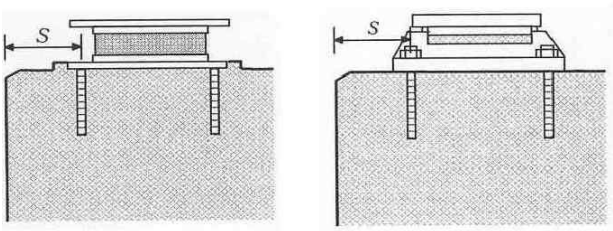
구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	11.20	56	12.10	59	▲ 0.9	추가손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.59	5	0.75	7	▲ 0.16	추가손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 비구조적인 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 요구된다.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 조치가 요구된다.

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(㎜) = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m 이상
  : S(㎜) = 300 + 4L
  여기서, L은 경간길이(m)

【그림 36.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법

받침장치 연단거리 측정

【사진 36.3.39】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=30.0m) : 200+5×45 = 350(㎜)
- 거더 경간길이(L=35.0m) : 200+5×50 = 375(㎜)
- 거더 경간길이(L=40.0m) : 200+5×55 = 400(㎜)
- 거더 경간길이(L=50.0m) : 200+5×55 = 450(㎜)

【표 36.3.40】 연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)					검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	
A1		350	540	540	540	540	535	O.K
P1	A1측	350	570	570	570	570	570	O.K
	A2측	400	560	560	555	560	560	O.K
P2	A1측	400	560	575	570	580	580	O.K
	A2측	400	580	560	560	540	540	O.K
P3	A1측	400	860	860	870	860	860	O.K
	A2측	400	545	550	535	530	530	O.K
P4	A1측	400	590	585	590	595	585	O.K
	A2측	400	560	555	550	550	555	O.K
P5	A1측	400	555	575	585	600	590	O.K
	A2측	400	590	565	575	565	545	O.K
P6	A1측	400	850	855	850	840	840	O.K
	A2측	400	580	578	579	585	584	O.K
P7	A1측	400	555	565	560	560	560	O.K
	A2측	400	605	600	599	595	595	O.K
P8	A1측	400	630	640	650	655	665	O.K
	A2측	375	625	610	610	595	586	O.K
P9	A1측	375	868	875	875	855	866	O.K
	A2측	450	510	510	510	510	510	O.K
P10	A1측	450	520	505	505	495	499	O.K
	A2측	350	570	560	560	575	570	O.K
A2		350	580	570	575	550	560	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

교량 받침 가동량 측정

【사진 36.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 36.3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		28.8	11.2	0.00001	110.0	31.7	12.3	
P1	A1측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
P2	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
P3		고 정 단						
P4	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
P5	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
P6		고 정 단						
P7	A1측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	40.0	11.5	4.5	
P8	A1측	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	35.0	10.1	3.9	
P9		고 정 단						
P10	A1측	28.8	11.2	0.00001	50.0	14.4	5.6	
	A2측	28.8	11.2	0.00001	50.0	14.4	5.6	
A2		28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	

1) 조사당시 온도 : 23.8℃(조사일 : 2023년 9월 13일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 36.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
A1		SH1	0	67	67	31.7	12.3	±67
		SH2	0	67	67			±67
		SH3	0	67	67			±67
		SH4	0	67	67			±67
		SH5	0	67	67			±67
P1	A1측	SH1	0	59	59	23.0	9.0	±59
		SH2	0	59	59			±59
		SH3	0	59	59			±59
		SH4	0	59	59			±59
		SH5	0	59	59			±59
	A2측	SH6	−5	54	64	23.0	9.0	±59
		SH7	−5	54	64			±59
		SH8	−5	54	64			±59
		SH9	−5	54	64			±59
		SH10	−5	54	64			±59
P2	A1측	SH1	0	42	42	11.5	4.5	±42
		SH2	0	42	42			±42
		SH3	0	42	42			±42
		SH4	0	42	42			±42
		SH5	0	42	42			±42
	A2측	SH6	−5	37	47	11.5	4.5	±42
		SH7	−5	37	47			±42
		SH8	−5	37	47			±42
		SH9	−5	37	47			±42
		SH10	−5	37	47			±42
P3		고 정 단						
P4	A1측	SH1	0	59	59	11.5	4.5	±59
		SH2	0	59	59			±59
		SH3	0	59	59			±59
		SH4	0	59	59			±59
		SH5	0	59	59			±59
	A2측	SH6	−5	54	64	23.0	9.0	±59
		SH7	−5	54	64			±59
		SH8	−5	54	64			±59
		SH9	−5	54	64			±59
		SH10	−5	54	64			±59

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

【표 36.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
P5	A1측	SH1	−10	32	52	11.5	4.5	±42
		SH2	−10	32	52			±42
		SH3	−10	32	52			±42
		SH4	−10	32	52			±42
		SH5	−10	32	52			±42
	A2측	SH6	−5	37	47	11.5	4.5	±42
		SH7	−5	37	47			±42
		SH8	−5	37	47			±42
		SH9	−5	37	47			±42
		SH10	−5	37	47			±42
P6		고 정 단						
P7	A1측	SH1	−10	32	52	11.5	4.5	±42
		SH2	−10	32	52			±42
		SH3	−10	32	52			±42
		SH4	−10	32	52			±42
		SH5	−10	32	52			±42
	A2측	SH6	0	42	42	11.5	4.5	±42
		SH7	0	42	42			±42
		SH8	0	42	42			±42
		SH9	0	42	42			±42
		SH10	0	42	42			±42
P8	A1측	SH1	−5	54	64	23.0	9.0	±59
		SH2	−5	54	64			±59
		SH3	−5	54	64			±59
		SH4	−5	54	64			±59
		SH5	−5	54	64			±59
	A2측	SH6	−5	54	64	10.1	3.9	±59
		SH7	−5	54	64			±59
		SH8	−5	54	64			±59
		SH9	−5	54	64			±59
		SH10	−5	54	64			±59

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

【표 36.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)
				수축	신장	최대수축	최대신장	
P9		고 정 단						
P10	A1측	SH1	0	34	34	14.4	5.6	±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	14.4	5.6	±34
		SH7	0	34	34			±34
		SH8	0	34	34			±34
		SH9	0	34	34			±34
		SH10	0	34	34			±34
A2		SH1	15	52	82	23.0	9.0	±67
		SH2	15	52	82			±67
		SH3	15	52	82			±67
		SH4	15	52	82			±67
		SH5	15	52	82			±67

주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K
허용변위 = 유효고무두께의 70%

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 본 교량의 신축이음장치는 A1, P4, P8, A2에 핑거 조인트로 시공된 상태이다. 점검차 조사를 위한 부분 통제시 도보를 통해 근접조사를 실시하였다.

EXP.J1(A1) 전경	EXP.J2(P4) 전경	EXP.J4(A2) 전경

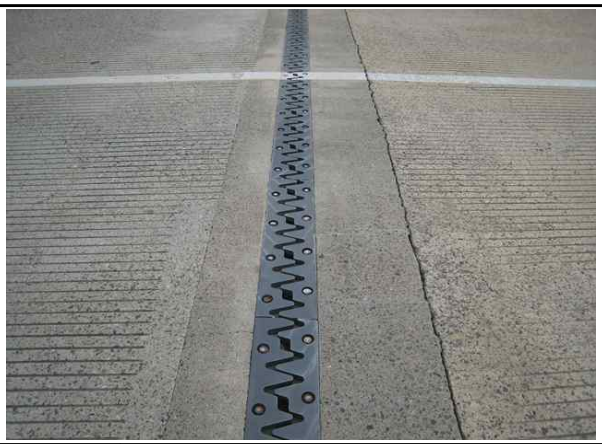
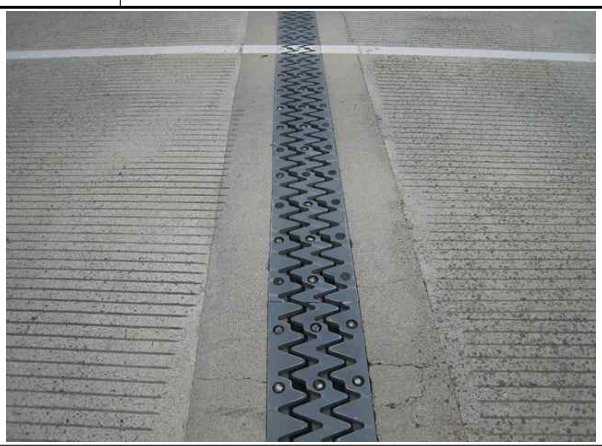
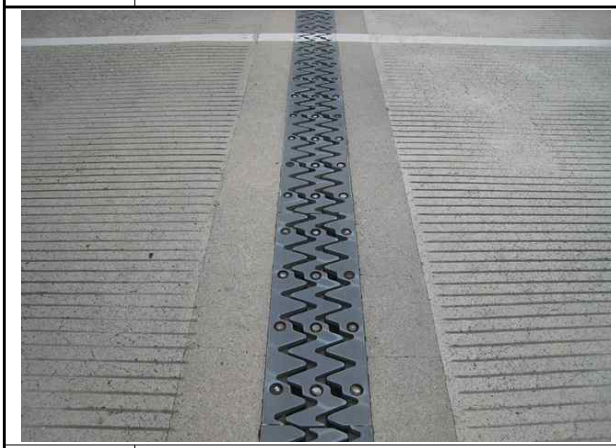
【사진 36.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 주요 손상은 후타재 균열(폭 0.3㎜미만)이며, 일부 구간에서 차수판 앵커 및 볼트 탈락, 본체 이물질 퇴적이 조사되었다.

【표 36.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (m/개소)		차수판 앵커 및 볼트탈락 (개소/개소)		이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	9.60	32	-	-	-	-
P4 (EXP J2)	4.50	15	7.00	7	3.00	1
P8 (EXP J3)	3.00	10	2.00	2	-	-
A2 (EXP J4)	8.10	27	-	-	-	-
합계	25.20	84	9.00	9	3.00	1

			
손상현황	• A1 후타재 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 차량윤하중, 건조수축	원 인	• 차량윤하중, 건조수축
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4 차수판 볼트 탈락	손상현황	• P4 후타재 균열(0.3㎜미만)
원 인	• 설치미흡, 외부충격	원 인	• 차량윤하중, 건조수축
조치방안	• 재설치	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P8 후타재 균열(0.3㎜미만)	손상현황	• P8 본체 이물질퇴적
원 인	• 차량윤하중, 건조수축	원 인	• 장기공용, 비산먼지퇴적
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.42】 신축이음장치 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 신축이음은 기 손상인 후타재 균열, 차수판 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 금회 정밀안전점검 결과 후타재 균열, 차수판 앵커 및 볼트탈락이 신규 추가되었다.
- 차수판앵커 및 볼트탈락의 경우 기 점검시 오기로 인한 물량의 변동을 반영하였다.

【표 36.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	20.10	67	25.20	84	▲ 5.1	추가손상
	차수판앵커및볼트탈락	EA	10.00	10	9.00	9	▲ 1.0	물량변동
	이물질퇴적	m	-	-	3.00	1	▲ 3.0	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사용성 향상을 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.
- 신축이음의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적, 본체 부식 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

<table>
<tr><th>구분</th><th>계산방법</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>이론
신축량</td><td>• 온도변화에 의한 이동량
▸ $\Delta lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$
여기서, Δlt : 온도변화에 의한 이동량
ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조)
α(강재): 1.2×10^{-5}, α(콘크리트): 1.0×10^{-5}
L : 신축보의 길이(㎜)</td><td rowspan="2">

 </td></tr>
<tr><td>소요
신축량</td><td>•소요 가동량 산정
조사일 : 2023. 9. 13. 기온 적용: 23.8℃(일평균)
△T(신장시) : 35℃−23.8℃ = 11.2℃
△T(수축시) : −5℃−(23.8℃) = 28.8℃
△lt(최소필요유간) : △T×α×L
•형식별 온도변화범위(℃)
<table>
<tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수α(/℃)</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></td></tr>
</table>

【사진 36.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 36.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)		신축이음 실측유간 (㎜)	바닥판 실측유간 (㎜)	거더 실측유간 (㎜)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	28.8	11.2	0.00001	110.0	31.7	12.3	65.0	95.0	140.0	
P4	28.8	11.2	0.00001	120.0	34.6	13.4	95.0	157.0	417.0	
P8	28.8	11.2	0.00001	100.0	28.8	11.2	72.0	123.0	298.0	
A2	28.8	11.2	0.00001	80.0	23.0	9.0	32.0	55.0	155.0	

1) 조사당시 온도 : 23.8℃(조사일 : 2023년 9월 13일, 평균온도, 영천)
2) 검토온도 : −5℃ ~ 35℃(보통지방)

【표 36.3.46】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량(㎜)	신축 여유량(㎜)		검토 결과
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)	
A1	31.7	12.3	65.0	150	96.7	52.7	O.K
P4	34.6	13.4	95.0	200	129.6	81.6	O.K
P8	28.8	11.2	72.0	150	100.8	60.8	O.K
A2	23.0	9.0	32.0	100	55.0	23.0	O.K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K							

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 측정되었으며, 측정일 온도는 23.8℃(09월 13일)로써 이때 측정유간은 32.0~95.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 산하교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 콘크리트로 시공되어있다.

교면포장 전경

교면포장 전경

【사진 36.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 전 구간에 걸쳐 표면 망상균열 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 36.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	망상균열 및 재료분리 (㎡/개소)	
S1	240.0	1
S2	240.0	1
S3	240.0	1
S4	240.0	1
S5	240.0	1
S6	240.0	1
S7	240.0	1
S8	240.0	1
S9	240.0	1
S10	240.0	1
S11	240.0	1
합계	2,640.0	11

손상현황	• S1 망상균열 (30.0m×8.0m)	손상현황	• S6 망상균열 (30.0m×8.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.45】 교면포장 손상현황

손상현황	• S9 망상균열 (30.0m×8.0m)	손상현황	• S10 망상균열 (30.0m×8.0m)
원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행	원 인	• 장기공용, 건조수축, 중차량 반복통행
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.45】 교면포장 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

■ 교면포장은 기 손상인 망상균열이 조사되었으며, 손상의 진전은 미미한 것으로 판단된다.

【표 36.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	망상균열	㎡	2640.0	11	2640.0	11	- -	변동없음

4) 검토의견

■ 교면포장에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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

배수관 전경	배수구 전경

【사진 36.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 36.3.49】 배수시설 외관조사 결과

구분	-	
S1	-	-
S2	-	-
S3	-	-
S4	-	-
S5	-	-
S6	-	-
S7	-	-
S8	-	-
S9	-	-
S10	-	-
S11	-	-
합계	-	-

손상현황	• 배수관 상태양호	손상현황	• 배수관 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 36.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 기 점검시 손상이 없는 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 36.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

■ 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수 기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

차. 방호벽

1) 부재의 개요

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

방호벽 전경

중앙분리대 전경

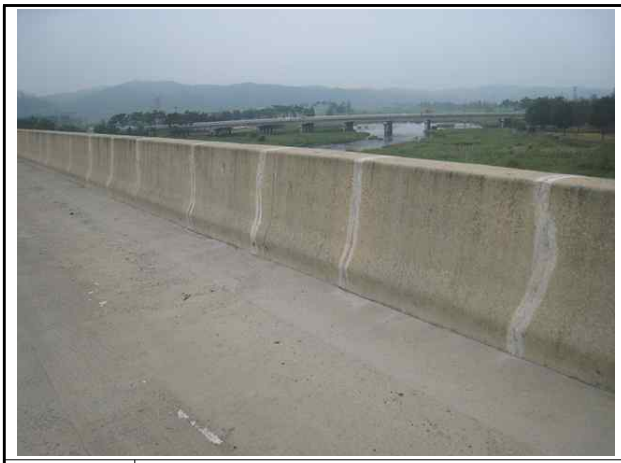
【사진 36.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 전구간 균열부 백태가 조사되었으며, 일부 구간에서 경미한 긁힘이 조사되었다.

【표 36.3.51】 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	균열부 백태 (㎡/개소)		긁힘 (㎡/개소)	
S1	1.6	8	-	-
S2	4.0	20	-	-
S3	2.8	14	-	-
S4	3.8	19	-	-
S5	3.4	17	-	-
S6	3.0	15	0.6	3
S7	3.6	18	-	-
S8	2.4	12	-	-
S9	1.8	9	-	-
S10	3.4	17	-	-
S11	2.0	10	-	-
합계	31.0	150	0.6	3



손상현황	• S2 방호벽 균열부 백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 균열부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S6 방호벽 긁힘(0.1m×2.0m)
원 인	• 균열부 우수유입, 장기공용
조치방안	• 표면처리

손상현황	• S8 방호벽 균열부 백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 단면보수

손상현황	• S10 방호벽 균열부 백태(0.2m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 장기공용
조치방안	• 표면처리

【사진 36.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 방호벽은 기 손상은 균열부 백태 및 긁힘이 조사되었고 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다.

【표 36.3.52】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽	균열부 백태	㎡	31.8	159	31.8	159	– –	변동없음
	긁힘	㎡	0.6	1	0.6	1	– –	변동없음

4) 검토의견

- 균열부 백태, 긁힘 손상은 균열부 우수유입, 습기흡착, 외부 충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 보수를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 교량점검시설은 교량 상면 갓길을 이용하여 출입이 가능하며, A1, A2에 점검계단이 설치되어 있다.

교량점검시설 전경(1)	교량점검시설 전경(2)

【사진 36.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대, 교각에 설치된 점검시설 조사 시 콘크리트 상태 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 36.3.53】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	-	-
A2	-	-
합계	-	-

손상현황	• A1 상태양호	손상현황	• A1 상태양호
원 인	–	원 인	–
조치방안	–	조치방안	–

【사진 36.3.51】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

■ 교량점검시설에 대한 기 점검과 비교시, 신규 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 36.3.54】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

36.3.4 외관조사 총괄표

【표 36.3.55】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	표면열화	㎡	1.00	1	
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	
	망상균열	㎡	4.00	1	
가로보	파손	㎡	0.04	1	
교대	균열(0.3㎜미만)	m	2.50	2	
	체수	㎡	2.00	1	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	14.50	18	
	망상균열	㎡	64.50	5	
	백태	㎡	0.06	2	
	파손	㎡	0.03	3	
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	m	3.60	19	
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	㎡	0.40	2	
	받침콘크리트재료분리	㎡	0.10	3	
	받침콘크리트파손	㎡	0.01	1	
	플레이트 부식	EA	1.00	1	
신축이음	후타재 균열	m	24.00	80	
	후타재 파손	㎡	0.05	1	
	차수판 볼트탈락	EA	16.00	16	
교면포장	망상균열	㎡	2525.0	9	
	포장파손	㎡	0.14	3	
배수시설	상태양호	-	-	-	
방호벽 및 중분대	균열	m	158.00	14	
	균열부백태	㎡	6.60	33	
	파손	㎡	0.02	2	

【표 36.3.56】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판 하면	상태양호	-	-	-	
거더	파손 및 철근노출	㎡	0.15	1	
가로보	상태양호	-	-	-	
교대	균열(0.3mm미만)	m	18.50	5	
	이격	m	7.00	2	
교각	균열(0.3㎜미만)	m	31.00	34	
	망상균열	㎡	42.00	3	
	백태	㎡	0.60	3	
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	12.10	59	
	받침콘크리트재료분리	㎡	0.75	7	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	25.20	84	
	차수판앵커및볼트탈락	EA	9.00	9	
	이물질퇴적	m	3.00	1	
교면포장	망상균열	㎡	2,640.0	11	
배수시설	상태양호	-	-	-	
방호벽 및 중분대	균열부 백태	㎡	31.8	159	
	긁힘	㎡	0.6	1	

36.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 36.3.57】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	표면열화	㎡	–	–	1.00	1	▲ 1.0	신규손상
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	1.00	1	– –	변동없음
	망상균열	㎡	–	–	4.00	1	▲ 4.0	신규손상
가로보	파손	㎡	–	–	0.04	1	▲ 0.04	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	2.50	2	▲ 2.00	추가손상
	체수	㎡	2.00	1	2.00	1	– –	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.00	7	14.50	18	▲ 10.5	추가손상
	망상균열	㎡	34.50	3	64.50	5	▲ 30.0	추가손상
	백태	㎡	0.06	2	0.06	2	– –	변동없음
	파손	㎡	0.03	3	0.03	3	– –	변동없음
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	m	3.60	19	3.60	19	– –	변동없음
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	㎡	0.40	2	0.40	2	– –	변동없음
	받침콘크리트재료분리	㎡	0.08	2	0.10	3	▲ 0.02	추가손상
	받침콘크리트파손	㎡	0.01	1	0.01	1	– –	변동없음
	플레이트 부식	EA	–	–	1.00	1	▲ 1.0	신규손상
	스토퍼간섭	EA	1.00	1	–	–	▼ 1.0	현재양호
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	24.00	80	24.00	80	– –	변동없음
	후타재 파손	㎡	0.05	1	0.05	1	– –	변동없음
	차수판 앵커 및 볼트탈락	EA	16.00	16	16.00	16	– –	변동없음
교면포장	망상균열	㎡	2525.0	9	2525.0	9	– –	변동없음
	포장파손	㎡	0.04	2	0.14	3	▲ 0.10	추가손상
배수시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	–
방호벽	균열	m	–	–	158.00	14	▲ 158.0	신규손상
	균열부백태	㎡	7.40	35	6.60	33	▼ 0.8	물량오류
	파손	㎡	0.02	2	0.02	2	– –	변동없음

【표 36.3.58】 영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증 · 감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	백태	㎡	0.05	1	–	–	▼ 0.05	상태양호
거더	파손 및 철근노출	㎡	–	–	0.15	1	▲ 0.15	신규손상
가로보	상태양호	–	–	–	–	–	– –	–
교대	균열(0.3mm미만)	m	10.00	3	18.50	5	▲ 8.50	추가손상
	이격	m	–	–	7.00	2	▲ 7.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	22.00	24	31.00	34	▲ 9.0	추가손상
	망상균열	㎡	20.00	1	42.00	3	▲ 42.0	추가손상
	백태	㎡	0.60	3	0.60	3	– –	변동없음
교량 받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	11.20	56	12.10	59	▲ 0.9	추가손상
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.59	5	0.75	7	▲ 0.16	추가손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	0.30	1	– –	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	20.10	67	25.20	84	▲ 5.1	추가손상
	차수판앵커및볼트탈락	EA	10.00	10	9.00	9	▲ 1.0	물량변동
	이물질퇴적	m	–	–	3.00	1	▲ 3.0	신규손상
교면포장	망상균열	㎡	2640.0	11	2640.0	11	– –	변동없음
배수시설	상태양호	–	–	–	–	–	– –	–
방호벽	균열부 백태	㎡	31.8	159	31.8	159	– –	변동없음
	긁힘	㎡	0.6	1	0.6	1	– –	변동없음

36.4 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.

36.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

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

【표 36.4.1】 상주방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	9	9	9	9	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

【표 36.4.2】 영천방향 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도시험	• 50m 마다	• 50m 마다	9	9	9	9	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소[1)] • 5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

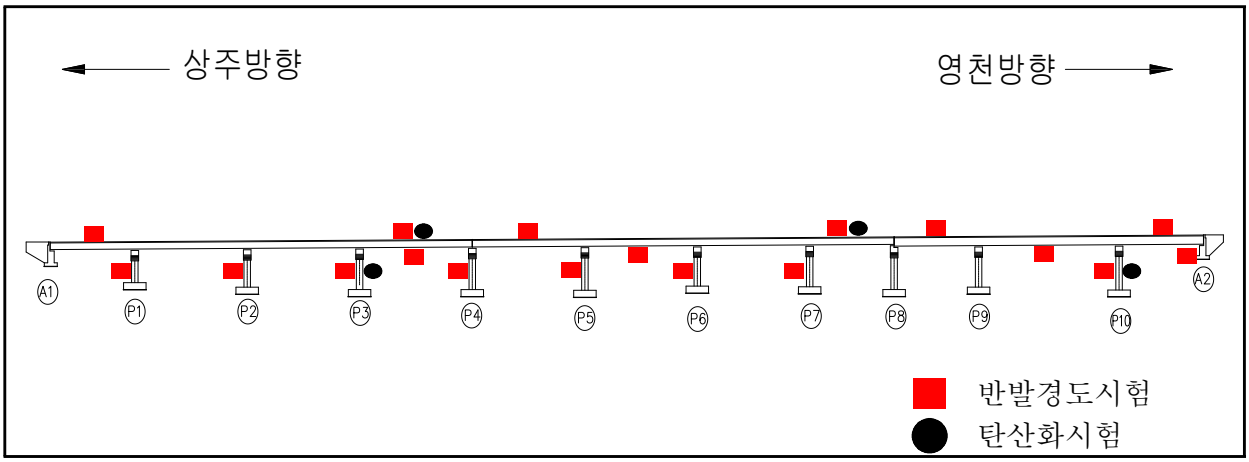
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시 하였으며, 도로로 접근이 가능하지 못한 부위는 점검차, 굴절차, 사다리 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시 하였다. 교량은 전반적으로 양호한 상태이기 때문에 건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

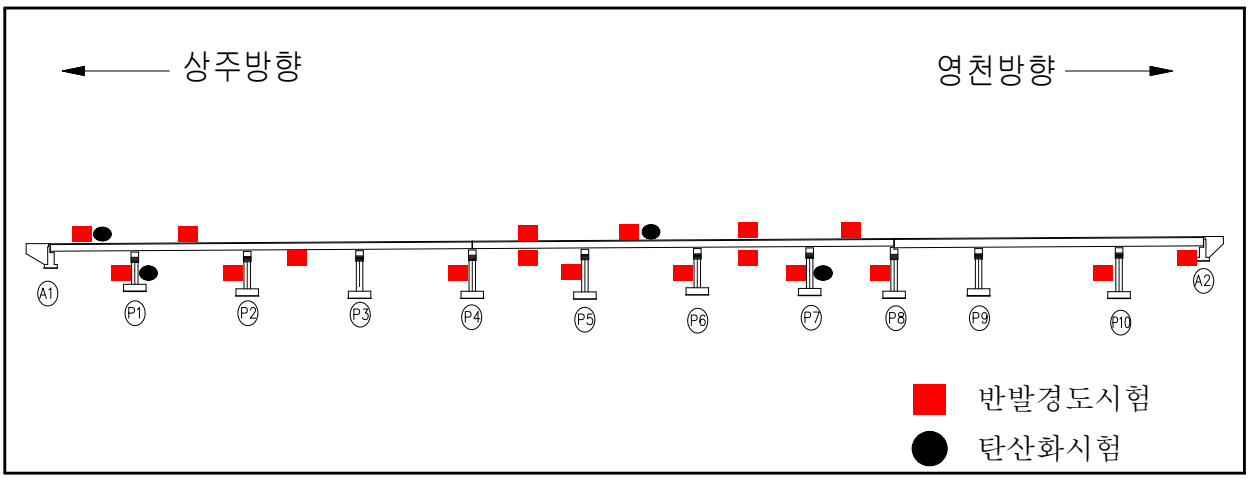
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황

【사진 36.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 36.4.1】 상주방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 36.4.2】 영천방향 콘크리트 내구성조사 위치도

36.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상 · 하부구조에서 반발경도시험(총 18개소)를 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 36.4.3】 상부구조(바닥판) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.6	27.3	28.1	0.64	27.0	
	S4 바닥판하면	47.4	27.1	28.0			
	S5 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S8 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S9 바닥판하면	47.8	27.4	28.2			
	S11 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			

【표 36.4.4】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S4-G1 거더	56.6	47.8	58.6	0.64	40.0	
	S6-G1 거더	56.8	48.0	58.9			
	S10-G1 거더	56.7	47.9	58.8			

【표 36.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	46.7	26.5	27.7	0.64	24.0	
	P1 교각	47.7	27.4	28.1		27.0	
	P2 교각	47.9	27.5	28.2			
	P3 교각	47.3	27.0	27.9			
	P4 교각	47.7	27.4	28.1			
	P5 교각	47.9	27.5	28.2			
	P6 교각	47.6	27.3	28.1			
	P7 교각	48.1	27.7	28.3			
	P10 교각	47.5	27.2	28.0			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.1~28.2㎫, 상부구조(거더) 47.8~58.9㎫, 하부구조(교대) 26.5~27.7㎫, 하부구조(교각) 27.0~28.3㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 상회하는 것으로 판정되어, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 36.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.2	27.0	100.4 ~ 104.4
	거더	47.8 ~ 58.9	40.0	119.5 ~ 147.3
하부구조	교대	26.5 ~ 27.7	24.0	110.4 ~ 115.4
	교각	27.0 ~ 28.3	27.0	100.0 ~ 104.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 36.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	25.0 ~ 47.9	26.5 ~ 58.9	24.0 ~ 40.0
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 36.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S4 바닥판하면	5.0	47.0	42.0	a	2.04	100년이상	
	S8 바닥판하면	4.5	47.0	42.5	a	1.84	100년이상	
하부구조	P3 교각	5.5	83.0	77.5	a	2.25	100년이상	
	P10 교각	6.0	75.0	69.0	a	2.45	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 36.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	4.5~5.0	42.0~42.5	
하부구조	5.5~6.0	69.0~77.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 36.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	3.5~4.5	35.5~36.5	a	4.5~5.0	42.0~42.5	a	
하부구조	4.5~7.5	94.5~102.5	a	5.5~6.0	69.0~77.5	a	
검토의견	▪기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상 · 하부구조에서 반발경도시험(총 18개소)를 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 36.4.11】 상부구조(바닥판) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1 바닥판하면	47.7	27.4	28.1	0.64	27.0	
	S2 바닥판하면	47.6	27.3	28.1			
	S5 바닥판하면	47.5	27.2	28.0			
	S6 바닥판하면	47.9	27.5	28.2			
	S7 바닥판하면	47.4	27.1	28.0			
	S8 바닥판하면	47.9	27.5	28.2			

【표 36.4.12】 상부구조(거더) 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	과학기술부	시설공단 제안식	재령보정 계수		
상부 구조	S3-G5 거더	50.0	41.4	48.9	0.64	40.0	
	S5-G5 거더	49.9	41.3	48.7			
	S7-G5 거더	50.2	41.6	49.2			

【표 36.4.13】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과

시험위치		반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	A2 교대	46.3	26.2	27.5	0.64	24.0	
	P1 교각	47.8	27.4	28.2		27.0	
	P2 교각	47.4	27.1	28.0			
	P4 교각	47.6	27.3	28.1			
	P5 교각	48.0	27.6	28.2			
	P6 교각	47.5	27.2	28.0			
	P7 교각	47.7	27.4	28.1			
	P8 교각	47.5	27.2	28.0			
	P10 교각	47.9	27.5	28.2			

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.1~28.2㎫, 상부구조(거더) 41.3~49.2㎫, 하부구조(교대) 26.2~27.5㎫, 하부구조(교각) 27.1~28.2㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

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

【표 36.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.2	27.0	100.4 ~ 104.4
	거더	41.3 ~ 49.2	40.0	103.3 ~ 123.0
하부구조	교대	26.2 ~ 27.5	24.0	109.2 ~ 114.6
	교각	27.1 ~ 28.2	27.0	100.4 ~ 104.4

② 기 점검결과와의 비교

【표 36.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	24.8 ~ 49.8	26.2 ~ 49.2	24.0 ~ 40.0
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 36.4.14】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (㎜)	피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판하면	5.5	53.0	47.5	a	2.25	100년이상	
	S2 바닥판하면	4.5	54.0	49.5	a	1.84	100년이상	
하부구조	A2 교대	5.0	105.0	100.0	a	2.04	100년이상	
	P1 교각	4.5	89.0	84.5	a	1.84	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 36.4.15】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
상부구조	4.5~5.5	47.5~49.5	
하부구조	4.5~5.0	84.5~100.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 36.4.16】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			2023년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
상부구조	2.5~5.5	34.5~40.5	a	4.5~5.5	47.5~49.5	a	
하부구조	4.5~6.5	96.5~100.5	a	4.5~5.0	84.5~100.0	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.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 36.4.17】 상주방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	47.8 ~ 58.9	40.0	
	하부구조	교대	26.5 ~ 27.7	24.0	
		교각	27.0 ~ 28.3	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		42.0~42.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		69.0~77.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 36.4.18】 영천방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.2	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
		거더	41.3 ~ 49.2	40.0	
	하부구조	교대	26.2 ~ 27.5	24.0	
		교각	27.1 ~ 28.2	27.0	
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		47.5~49.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		84.5~100.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 36.4.19】 상주방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.0 ~ 29.1		27.1 ~ 28.2		■ 강도저하 없음
		거더	40.1 ~ 47.9		47.8 ~ 58.9		
	하부구조	교대	25.0 ~ 27.3		26.5 ~ 27.7		
		교각	27.1 ~ 28.6		27.0 ~ 28.3		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		35.5~36.5	a	42.0~42.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		94.5~102.5	a	69.0~77.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 36.4.20】 영천방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면	27.1 ~ 28.8		27.1 ~ 28.2		■ 강도저하 없음
		거더	40.1 ~ 49.8		41.3 ~ 49.2		
	하부구조	교대	24.8 ~ 27.3		26.2 ~ 27.5		
		교각	27.0 ~ 28.6		27.1 ~ 28.2		
탄산화 잔여깊이 (㎜)	상부구조		34.5~40.5	a	47.5~49.5	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		96.5~100.5	a	84.5~100.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

36.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편-2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

36.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상주방향

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

【표 36.5.1】 상주방향 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSCI	b	a	a	c	a	b	c	a	a	q	–	a
S2	P1	PSCI	a	b	a	c	a	b	–	b	b	q	–	–
S3	P2	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	a	q	–	–
S4	P3	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	b	q	a	–
S5	P4	PSCI	a	a	a	a	a	b	b	a	a	q	–	–
S6	P5	PSCI	a	a	b	a	a	b	–	b	b	q	–	a
S7	P6	PSCI	a	a	a	a	a	b	–	b	b	q	–	–
S8	P7	PSCI	a	a	a	a	a	b	–	a	b	q	a	–
S9	P8	PSCI	a	a	a	c	a	b	b	a	a	q	–	a
S10	P9	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	a	b	q	–	–
S11	P10	PSCI	a	b	a	c	a	b		a	b	q	a	–
	A2								b	b	b	q	–	–
평균			0.109	0.118	0.109	0.291	0.100	0.200	0.267	0.150	0.167	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.020	0.024	0.005	0.020	0.003	0.004	0.024	0.014	0.033	–	0.004	0.003
													0.164	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.164) < 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

부분적 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “c”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 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 36.5.2】 영천방향 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 상부	탄산화 하부
S1	A1	PSCI	a	a	a	c	a	b	b	a	b	q	a	–
S2	P1	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	b	q	–	–
S3	P2	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	a	q	–	–
S4	P3	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	a	q	–	–
S5	P4	PSCI	a	a	a	c	a	b	b	b	a	q	a	–
S6	P5	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	b	q	–	a
S7	P6	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	b	q	–	–
S8	P7	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	b	q	–	–
S9	P8	PSCI	a	a	a	c	a	b	b	a	b	q	–	–
S10	P9	PSCI	a	a	a	c	a	b	–	b	b	q	a	–
S11	P10	PSCI	a	b	a	c	a	b	–	b	b	q	–	a
	A2								b	a	b	q	–	a
평균			0.100	0.109	0.100	0.400	0.100	0.200	0.200	0.175	0.175	–	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.022	0.005	0.028	0.003	0.004	0.018	0.016	0.035	–	0.004	0.003
													0.166	
													B	

■ 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도지수(0.166) < 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

부분적 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “c”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 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 36.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
상주방향	0.154	B	425	2	850	0.509	0.078
영천방향	0.156	B	410	2	820	*0.491*	0.076
합계(Σ)			835	4	1,670	*1.000*	0.155
1. 평가지수 =							0.155
2. 상태평가결과 =							B

36.5.2 기 점검 결과와의 비교

- 기존 정밀안전점검 이후 일부 교각 균열의 손상 진전이 확인되었고 금회 정밀조사로 인한 교대 체수, 교각 균열 및 망상균열, 백태, 교량받침 받침콘크리트 균열, 재료분리, 스토퍼간섭 신축이음 차수판 앵커 및 볼트탈락, 교면포장 파손, 방호벽 균열부백태 등의 신규 손상이 조사되었다.

【표 36.5.4】 전회 진단과 상태평가 결과 비교·분석

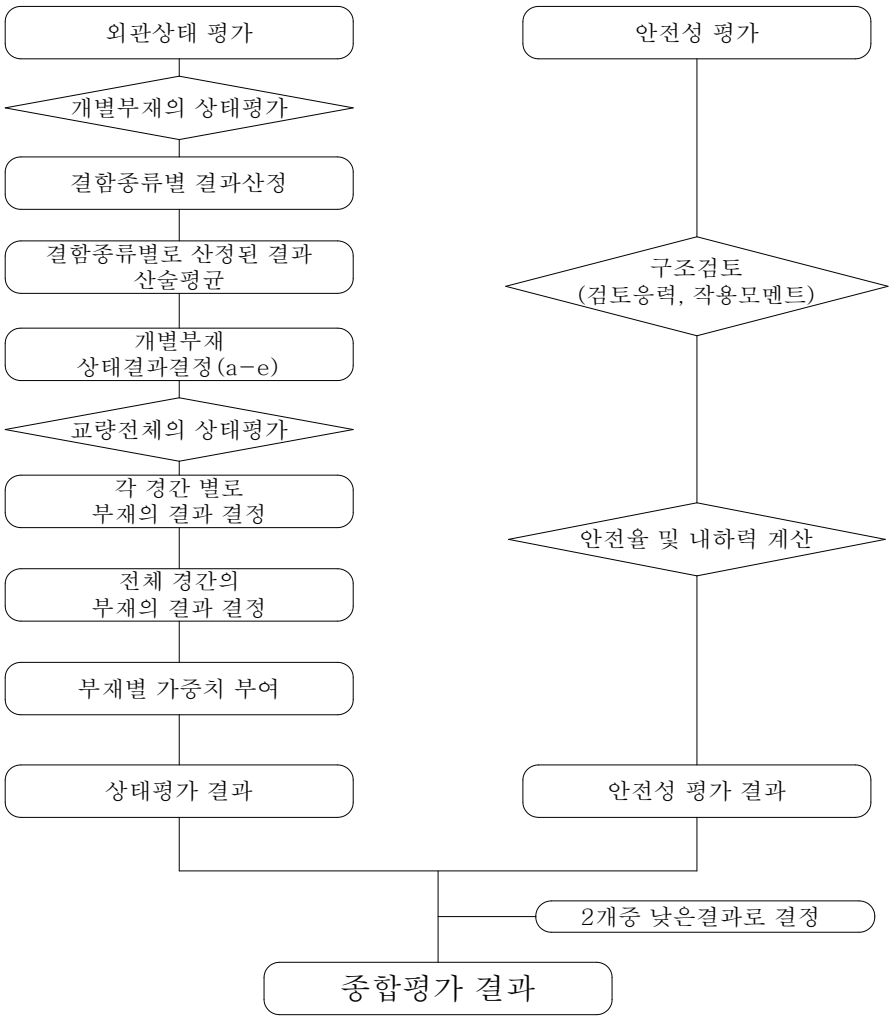
구 분	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.137	0.155
상태평가결과	B	B
총 평	•금회 정밀안전점검 결과, 산하교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다. •전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.137에서 0.155으로 0.018 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다. •환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 기존 정밀안전점검 이후 바닥판하면, 교대 및 교각, 교량받침, 신축이음, 교면포장, 방호벽 등의 신규 및 추가 손상으로 인한 결함점수가 증가하여, 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

36.6 종합평가 및 안전등급 지정

36.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 36.6.1】 종합평가 결과 산정절차

36.6.2 종합평가 결과

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

【표 36.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
산하교	0.155	B	-	-	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

36.6.3 안전등급 지정

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

【표 36.6.2】 안전등급 지정

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

36.7 보수·보강 및 유지관리방안

36.7.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 36.7.1】 상주방향 보수 · 보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	표면열화	㎡	1.00	1	표면처리	하자
거더	균열(0.3mm미만)	m	1.00	1	표면처리	하자
	망상균열	㎡	4.00	1	표면처리	하자
가로보	파손	㎡	0.04	1	단면보수	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	m	2.50	2	표면처리	하자
	체수	㎡	2.00	1	정비	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	m	14.50	18	표면처리	하자
	망상균열	㎡	64.50	5	표면처리	하자
	백태	㎡	0.06	2	표면처리	하자
	파손	㎡	0.03	3	단면보수	하자
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	m	3.60	19	표면처리	3순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	㎡	0.40	2	표면처리	3순위
	받침콘크리트 재료분리	㎡	0.10	3	단면보수	2순위
	받침콘크리트 파손	㎡	0.01	1	단면보수	2순위
	플레이트 부식	EA	1.00	1	유지관리	4순위
신축이음	후타재 균열	m	24.00	80	표면처리	3순위
	후타재 파손	㎡	0.05	1	단면보수	2순위
	차수판 볼트탈락	EA	16.00	16	정비	3순위
교면포장	망상균열	㎡	2525.0	9	표면처리	3순위
	포장파손	㎡	0.14	3	단면보수	2순위
배수시설	상태양호	–	–	–	–	–
방호벽 및 중분대	균열	m	158.00	14	표면처리	3순위
	균열부백태	㎡	6.60	33	표면처리	3순위
	파손	㎡	0.02	2	단면보수	3순위

나. 영천방향

【표 36.7.2】 영천방향 보수 · 보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판 하면	상태양호	–	–	–	–	–
거더	파손 및 철근노출	㎡	0.15	1	단면보수	하자
가로보	상태양호	–	–	–	–	하자
교대	균열(0.3mm미만)	m	18.50	5	표면처리	하자
	이격	m	7.00	2	실링	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	m	31.00	34	표면처리	하자
	망상균열	㎡	42.00	3	표면처리	하자
	백태	㎡	0.60	3	표면처리	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3㎜미만)	m	12.10	59	표면처리	3순위
	받침콘크리트재료분리	㎡	0.75	7	단면보수	2순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	표면처리	3순위
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	25.20	84	표면처리	3순위
	차수판 앵커 및 볼트탈락	EA	9.00	9	정비	3순위
	이물질퇴적	m	3.00	1	유지관리	3순위
교면포장	망상균열	㎡	2,640.0	11	표면처리	3순위
배수시설	상태양호	–	–	–	–	–
방호벽 및 중분대	균열부 백태	㎡	31.8	159	표면처리	3순위
	긁힘	㎡	0.6	1	단면보수	3순위

36.7.2 유지관리방안

가. 상주방향

【표 36.7.3】 개략공사비

구분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	표면열화	표면처리	1.00	0.38	㎡	-	-	하자
거더	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m	-	-	하자
	망상균열	표면처리	4.00		㎡	-	-	하자
가로보	파손	단면보수	0.04		㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	2.50	0.94	m	-	-	하자
	체수	정비	2.00	3.00	㎡	-	-	하자
교각	균열(0.3㎜미만)	표면처리	14.50	5.44	m	-	-	하자
	망상균열	표면처리	64.50	96.75	㎡	-	-	하자
	백태	표면처리	0.06	0.09	㎡	-	-	하자
	파손	단면보수	0.03	0.05	㎡	-	-	하자
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	표면처리	3.60	1.35	m	54	72	3순위
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.40	0.15	㎡	54	9	3순위
	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.10	0.15	㎡	165	24	2순위
	받침콘크리트 파손	단면보수	0.01	0.02	㎡	165	4	2순위
	플레이트 부식	유지관리	1.00	1.0	EA	-	-	4순위
신축이음	후타재 균열	표면처리	24.00	9.00	m	54	486	3순위
	후타재 파손	단면보수	0.05	0.08	㎡	165	14	2순위
	차수판 볼트탈락	정비	16.00	16.0	EA	25	400	3순위
교면포장	망상균열	표면처리	2525.0	3,787.50	㎡	54	204,525	3순위
	포장파손	단면보수	0.14	0.21	㎡	165	34	2순위
방호벽 및 중분대	균열	표면처리	158.00	237.00	m	54	12,798	3순위
	균열부백태	표면처리	6.60	9.90	㎡	54	534	3순위
	파손	단면보수	0.02	0.03	㎡	165	5	3순위
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		62			218,829	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		31			109,414	
	합계	-		93			328,243	
개략공사비 총계(천원)		328,336						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

나. 영천방향

【표 36.7.4】 개략공사비

구분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더	파손 및 철근노출	단면보수	0.15	0.22	㎡	-	-	하자
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	18.50	6.94	㎡	-	-	하자
	이격		7.00	2.63	m	-	-	하자
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	31.00	11.63	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면처리	42.00	63.00	㎡	-	-	하자
	백태	표면처리	0.60	0.90	㎡	-	-	하자
교량 받침	무수축몰탈균열 (0.3mm미만)	표면처리	12.10	4.54	㎡	54	245	3순위
	받침콘크리트재료분리	단면보수	0.75	1.13	㎡	165	186	2순위
	받침콘크리트균열 (0.3mm미만)	표면처리	0.30	0.11	㎡	54	5	3순위
신축 이음	후타재 균열(0.3mm미만)	포면처리	25.20	9.45	㎡	54	510	3순위
	차수판앵커 및 볼트탈락	정비	9.00	10.0	EA	25	250	3순위
	이물질퇴적	정비	3.00	3.0	m	25	75	3순위
교면 포장	망상균열	표면처리	2,640.0	3,960.00	㎡	54	213,840	3순위
방호벽 및 중분대	균열부 백태	표면처리	31.8	47.70	㎡	54	2,575	3순위
	긁힘	단면보수	0.6	0.90	㎡	165	148	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		186			217,648	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		93			108,824	
	합계	-		279			326,472	
개략공사비 총계(천원)		326,565						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

36.7.3 유지관리방안

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

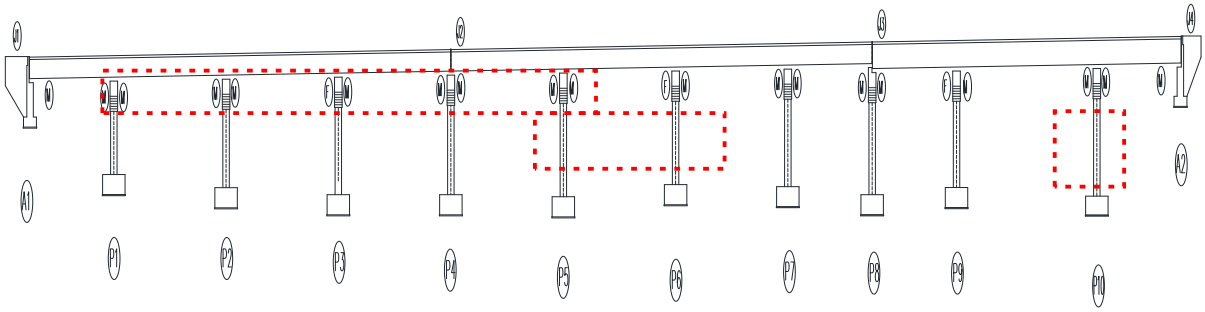
【표 36.7.5】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

① 하부구조 균열 및 파손, 백태 등 – 진전 여부확인

② 교량받침 균열, 재료분리 등 – 진전 여부확인



36.8 종합결론

본 시설물은 경상북도 영천시 고정면 단포리(상주영천고속도로 84.771~85.181km)에 위치한 교량으로서 총 연장 410.0m, 폭 24.5m, 왕복 4차로로 시공되어, 2017년도에 준공 후 약 2년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

36.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(상주방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 단부 표면열화 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었다.
- 바닥판하면에 발생한 표면열화 손상은 공용년수가 증가함에 따른 콘크리트 표면의 열화 손상으로 현재 손상의 정도는 경미한 상태이며, 시급한 보수보다는 손상의 진전이 확인될 시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

2) DR Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과, 일부구간에서 균열(0.3mm미만), 망상균열이 조사되었다.
- 일부구간 발생된 균열 및 망상균열은 초기 건조수축 및 온도변화에 따른 손상으로 표면처리 등의 조치가 필요하다.

3) 가로보

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 것으로 확인되었으며, 일부 구간에서 경미한 파손이 발생한 것으로 조사되었다.
- 가로보 외관조사 결과, 경미한 파손이 조사되었으며, 기 손상은 시공시 다짐 불량 및 외부 충격에 따른 손상으로 보수는 필요치 않으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과 균열(폭0.3㎜미만)과 체수가 조사되었다.
- 균열 손상은 폭 0.3㎜미만의 경미한 표면균열로, 건조수축 및 온도변화 등에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

- 체수 손상은 신축이음 하부에서의 우수유입으로 인한 손상으로 판단된다. 균열부에 침투하여 백태 등으로 손상의 진전을 방지하기 위하여 정비 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 주요 손상은 균열(0.3㎜미만) 및 망상균열이며, 그 외 국부적으로 백태, 파손이 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 손상이며, 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 판단된다. 기 발생된 손상에 대해서는 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.
- 교각에 파손의 경우 시공미흡 및 외부충격에 의한 손상으로 판단되며 내구성 확보를 위해 단면보수 등의 보수가 필요하다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 재료분리, 파손 등의 손상이 조사되었으며, 일부 구간에서 플레이트 부식 손상이 확인되었다.
- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 추정된다. 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면보수 등의 조치가 요구된다.
- 받침콘크리트 재료분리 및 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 기 손상인 교량받침 스토퍼 간섭은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 현재는 양호한 상태이어도, 재 손상이 발생할 우려가 있으므로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과, 기 손상인 후타재 균열(폭 0.3㎜미만) 및 파손, 차수판 볼트 및 앵커 탈락이 조사되었으며, 금회 점검에서 신규 및 추가 손상은 없는 것으로 확인되었다.

- 신축이음에 발생한 후타재 균열 및 파손은 건조수축, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 차량의 주행성 확보를 위해서 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 현재 설치미흡 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 진전 방지를 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.
- 신축이음의 경우 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 측정하였으며, 측정일 온도는 23.8℃(09월 13일)로써 이때 측정유간은 45~102.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 망상균열 및 포장파손이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교면포장에 발생된 망상균열 및 포장파손은 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 조치가 요구된다.

9) 배수시설

- 기 점검시 손상이 없는 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.
- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열부 백태, 파손 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었으며, 금회 점검에서 균열 손상이 신규로 조사되었다.
- 방호벽에 발생한 균열, 균열부백태는 건조수축, 균열부 우수유입 및 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요한 것으로 판단된다.
- 방호벽에 발생한 파손의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.1~28.2㎫, 상부구조(거더) 47.8~58.9㎫, 하부구조(교대) 26.5~27.7㎫, 하부구조(교각) 27.0~28.3㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 상회하는 것으로 판정되어, 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0㎜, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(영천방향)

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면 외관조사 결과, 기 조사된 손상인 백태 손상이 금회 점검에서 양호한 상태로 확인되었으며, 전반적으로 손상이 없는 상태로 조사되었다.

2) DR Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과, 하부플랜지 일부 구간에서 파손 및 철근노출 손상이 발생한 것으로 조사되었다.
- 거더 외관조사 결과, 하부플랜지에 파손 및 철근노출 손상이 조사되었으며, 기 손상은 손상부의 형상으로 보아 시공중 외부 충격에 의한 손상으로 판단된다. 손상부 주변으로 진전이나 추가 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 기 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

3) 가로보

- 기 점검시 손상이 없는 상태이며, 금회 신규손상은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.
- 가로보 외관조사 결과, 현재 손상이 없는상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, 균열(폭0.3㎜미만)이 일부 조사되었으며, 접속부 이격이 신규로 조사되었다.
- 교대에 발생된 균열, 이격의 경우 건조수축 및 온도변화, 시공이후 잔류침하 등에 의한 손상으로 추정되며, 기 발생된 손상부의 경우 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 주요 손상은 균열(0.3㎜미만) 및 망상균열이며, 일부 구간에서 백태가 조사되었다.
- 교각 코핑부에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서, 표면처리 등 보수가 필요하다.
- 교각 코핑부에 발생한 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수가 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침에 대한 조사결과, 전반적으로 손상의 정도가 경미한 것으로 확인되었으며, 조사된 손상으로는 무수축몰탈 균열, 받침콘크리트 균열 및 재료분리 등이 확인되었다.
- 무수축몰탈 및 받침콘크리트에서 발생된 균열은 폭 0.1~0.2㎜의 비구조적인 미세균열로 건조수축 및 온도변화에 의한 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상의 경우 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 요구된다.
- 받침콘크리트 재료분리의 경우 시공미흡에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 받침의 원활한 거동을 위한 조치가 요구된다.
- 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

- 신축이음 현장조사 결과, 주요 손상은 후타재 균열(폭 0.3㎜미만)이며, 일부 구간에서 차수판 앵커 및 볼트 탈락, 본체 이물질 퇴적이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 균열은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음부에 설치된 차수판의 경우 우수차단을 위한 시설로 거더의 신축작용 및 공용기간 증가에 의한 앵커 및 볼트 탈락이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사용성 향상을 위한 재설치 등의 조치가 요망된다.
- 신축이음의 경우 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질 퇴적, 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 측정되었으며, 측정일 온도는 23.8℃(09월 13일)로써 이때 측정유간은 32.0~95.0㎜ 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 전구간 망상균열이 다수 발생한 것으로 조사되었다.
- 교면포장에 발생된 망상균열의 경우 건조수축, 중차량 반복통행, 공용기간 증가 등의 복합적인 원인으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 차량의 주행성 확보를 위한 재포장 등의 조치가 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설의 경우 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 배수구 및 배수관의 경우 현재 손상이 없는 상태로, 배수시설의 경우 구조물의 원활한 배수기능 확보를 위한 주기적인 정비가 필요할 것으로 판단된다.

10) 방호벽

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 전구간 균열부 백태가 조사되었으며, 일부 구간에서 경미한 긁힘이 조사되었다.
- 균열부 백태, 긁힘 손상은 균열부 우수유입, 습기흡착, 외부 충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 보수를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.1~28.2㎫, 상부구조(거더) 41.3~49.2㎫, 하부구조(교대) 26.2~27.5㎫, 하부구조(교각) 27.1~28.2㎫ 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0㎫, 거더: 40.0㎫, 교대: 24.0㎫, 교각: 27.0㎫)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 4.5~5.5㎜, 하부구조 탄산화깊이는 4.5~5.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 산하교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2021년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.137에서 0.155으로 0.018 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검과 비교 시 기존 정밀안전점검 이후 바닥판하면, 교대 및 교각, 교량받침, 신축이음, 방호벽 등의 신규 손상으로 인한 결함점수가 증가하여, 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 산하교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 산하교의 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.

36.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

36.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 하부구조에 발생한 손상에 대해서는 손상의 진전 및 추가 발생에 대해 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

36.8.4 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.