

1. 범안대교

1.1 시설물 개요

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사

1.4 콘크리트 내구성조사

1.5 상태평가

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.7 보수·보강 및 유지관리 방안

1.8 종합결론

1. 범안대교

1.1 시설물의 개요

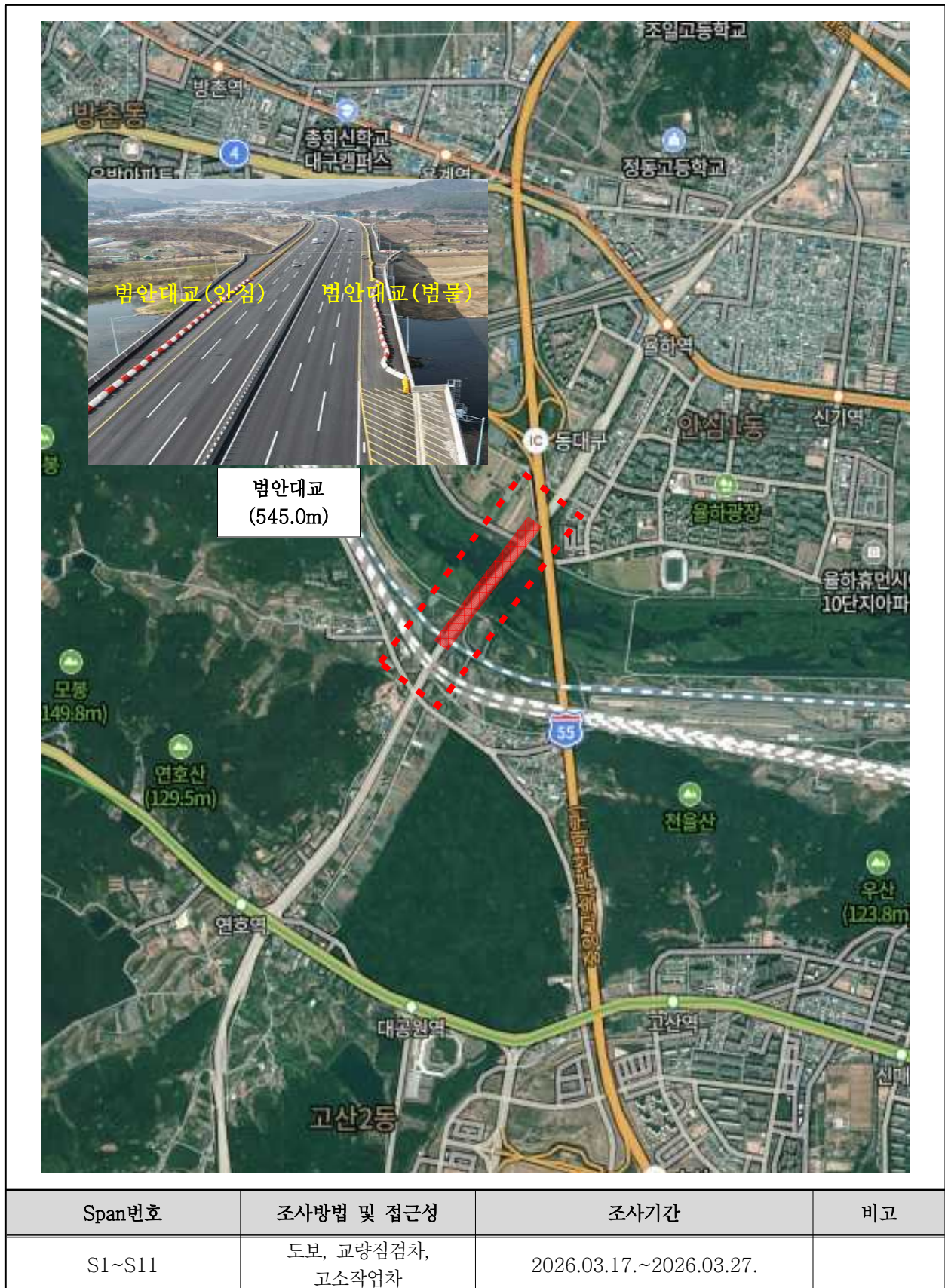
본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 교량으로 총 연장 545.0m, 폭 28.9~52.0m(왕복 6차선)로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 범안대교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2003-0000510		관리번호		동부교량-3	
시설물위치		대구광역시 수성구 가천동		준공년월일		2002년 08월 24일	
설계하중		DB-24(DL-24)		노 선 명		범안로(대로1-19호선)	
제원	연장	L=545.0m (30.0+3@55.0+4@50.0+3@50 = 545.0m)					
	폭	B = 28.9~52.0m(왕복6차선)					
구조 형식	상부	강판형교(SPG-S1) & 강상자형교(STB-S2~S11)		기초 형식	교 각	A1 : 파일기초 A2 : 직접기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : 다주식 라멘형			교 대	직접기초	
교량받침		포트 받침		신축이음		Finger Joint(A1,P1,A2) Rail Joint(P4,P8)	
교차시설물		금호강, 나대지, 도로		통과높이		4.5m	
부착시설내용		-					
시 공 자		코오롱건설(주) 외 5개소		관리주체		대구동부순환도로	

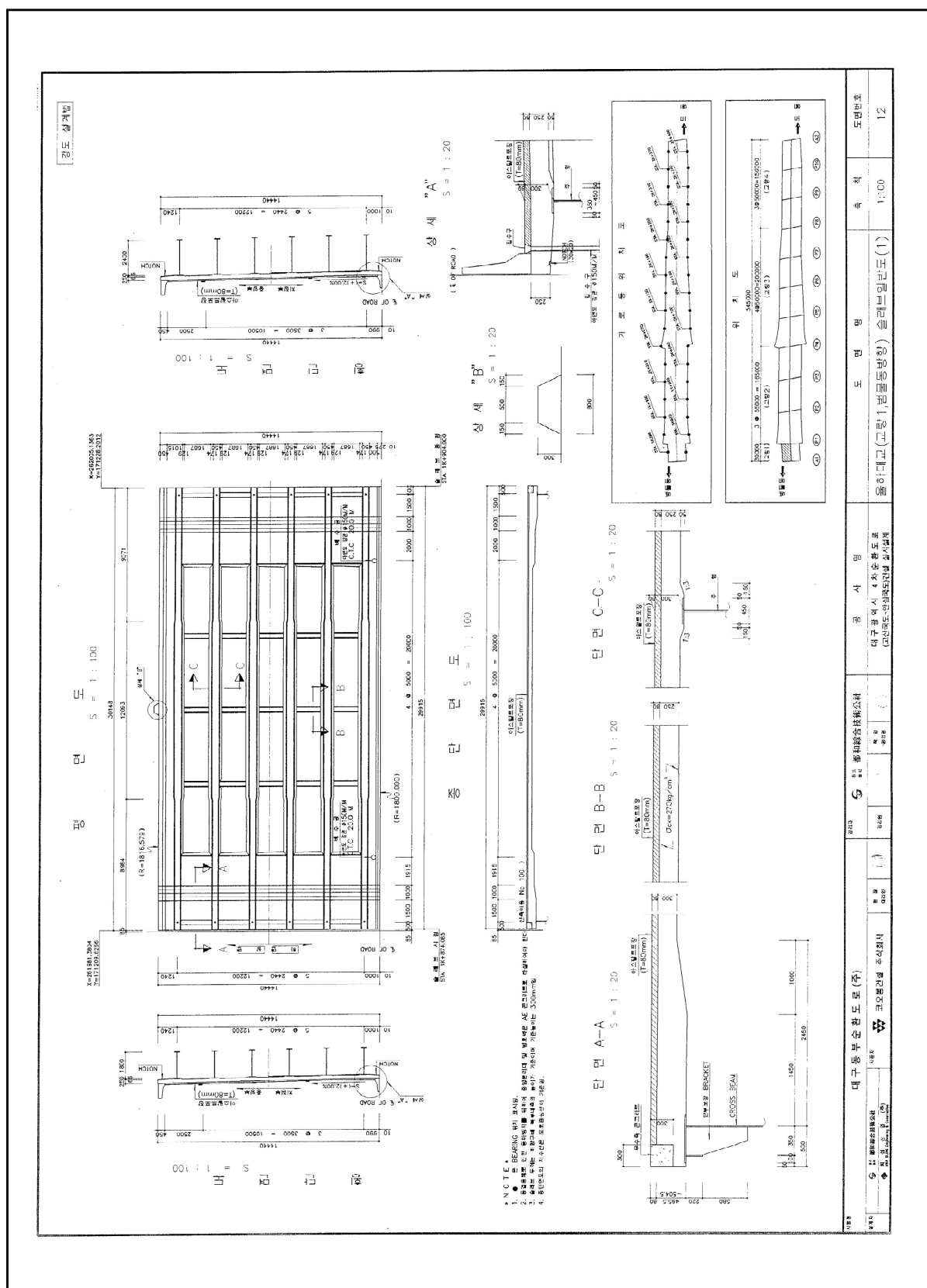
1.1.2 위치도 및 전경사진

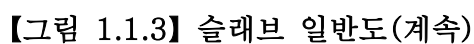


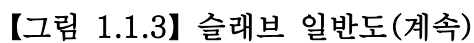
【그림 1.1.1】 위치도

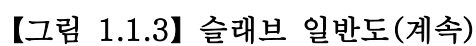
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
바닥판하면 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	교각 전경

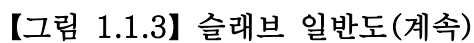
【사진 1.1.1】 부재별 현황

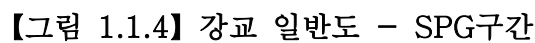


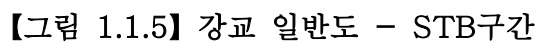




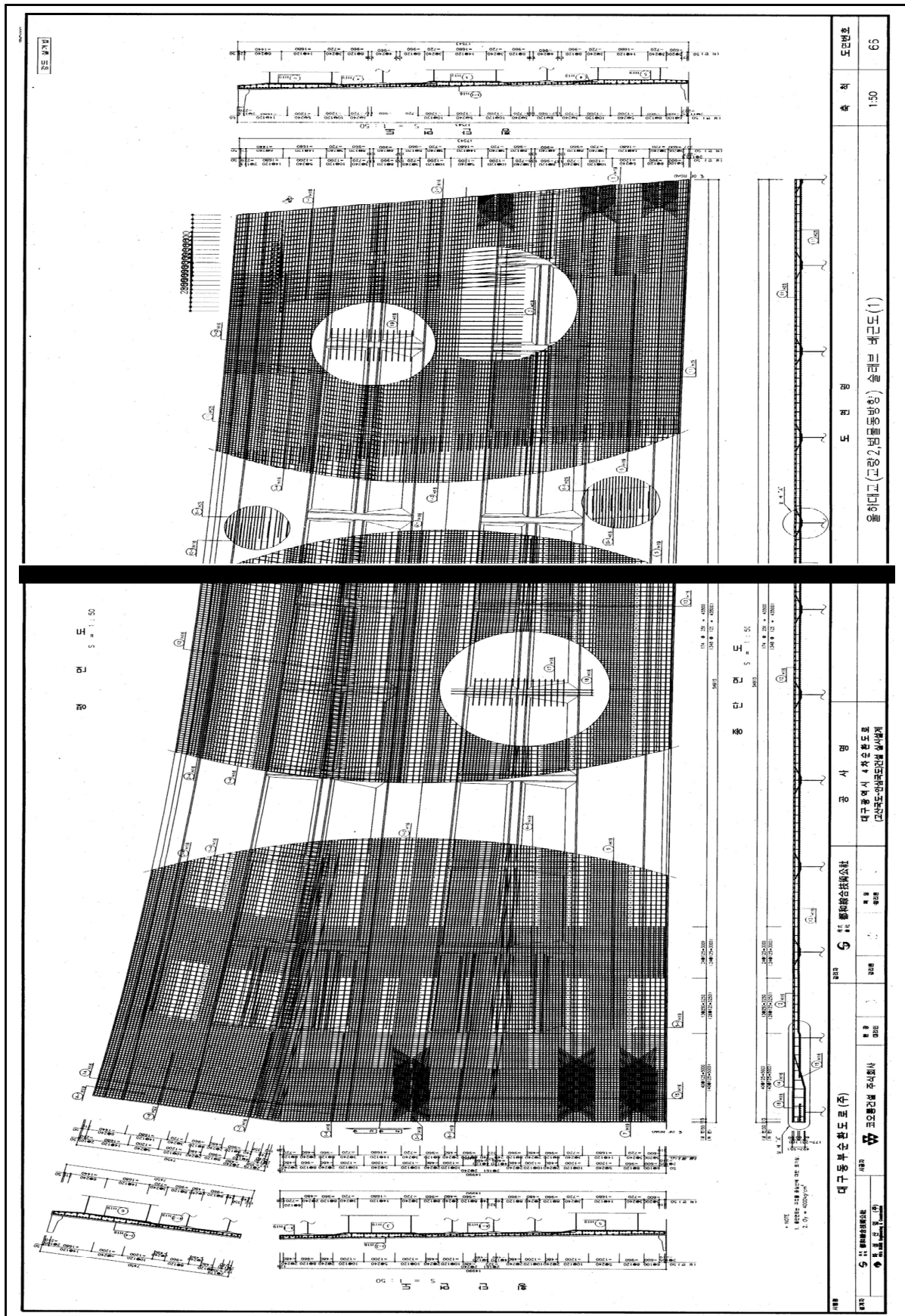




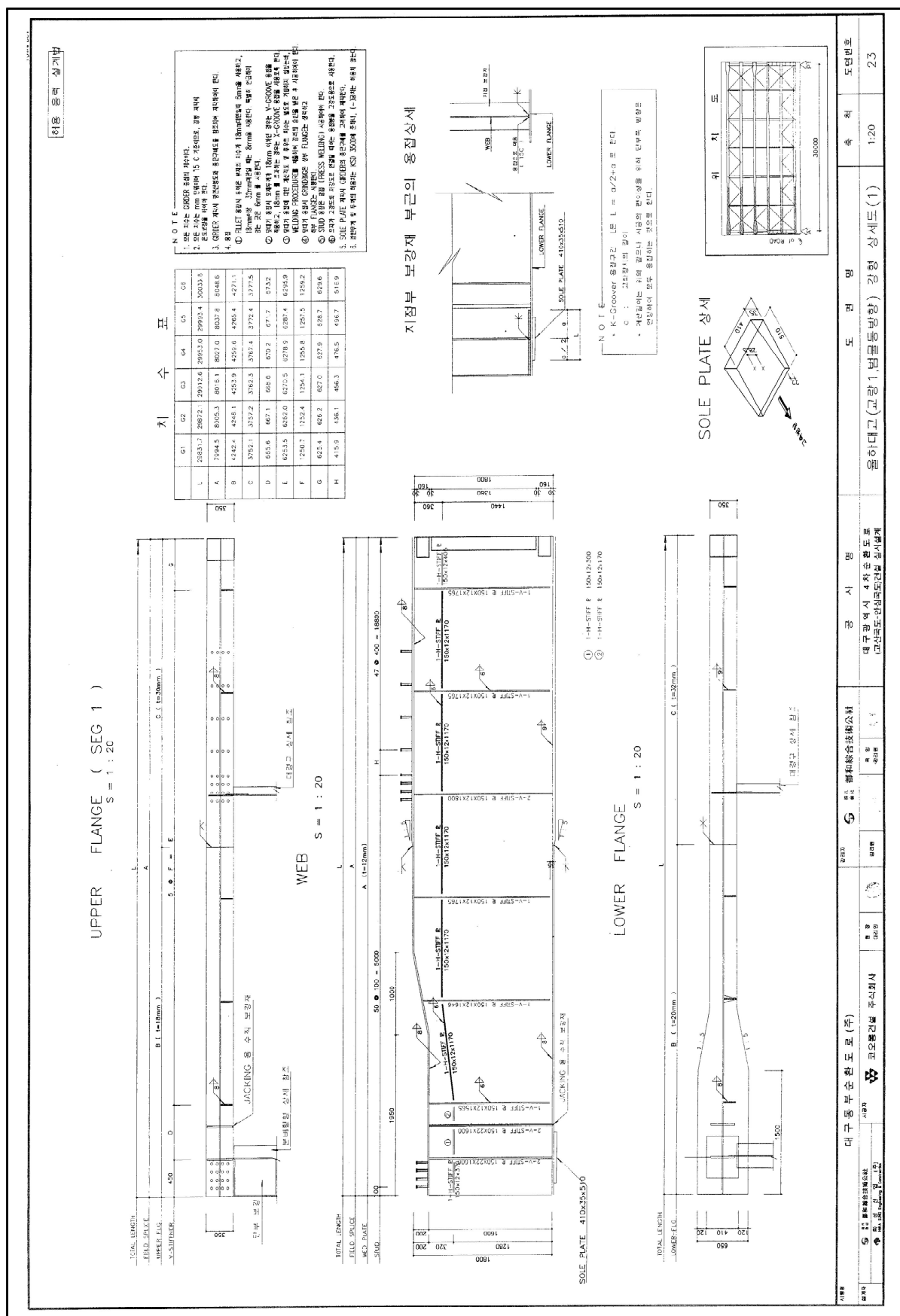




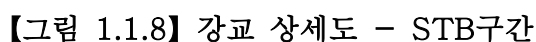




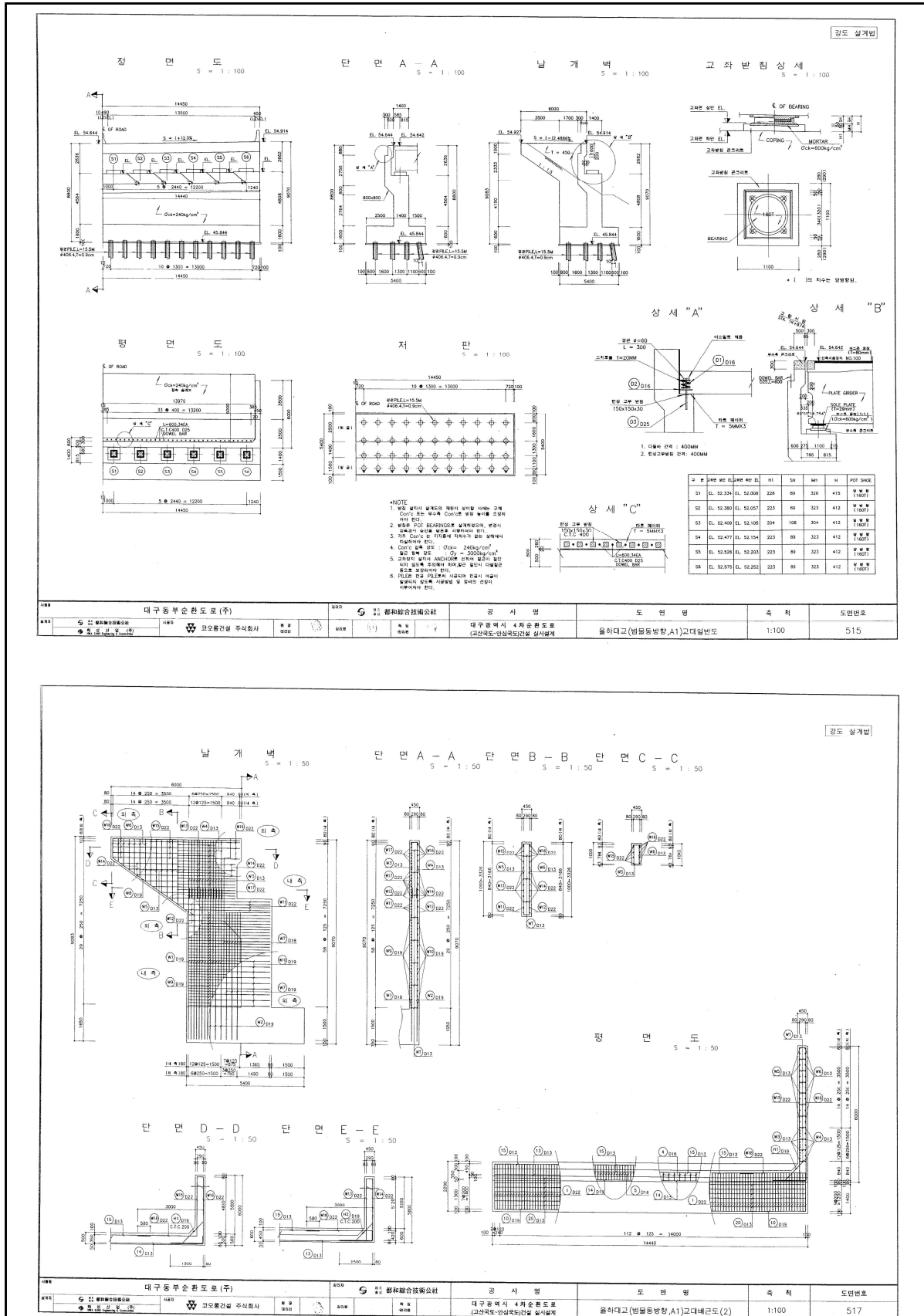
【그림 1.1.6】 슬래브 배근도(계속)



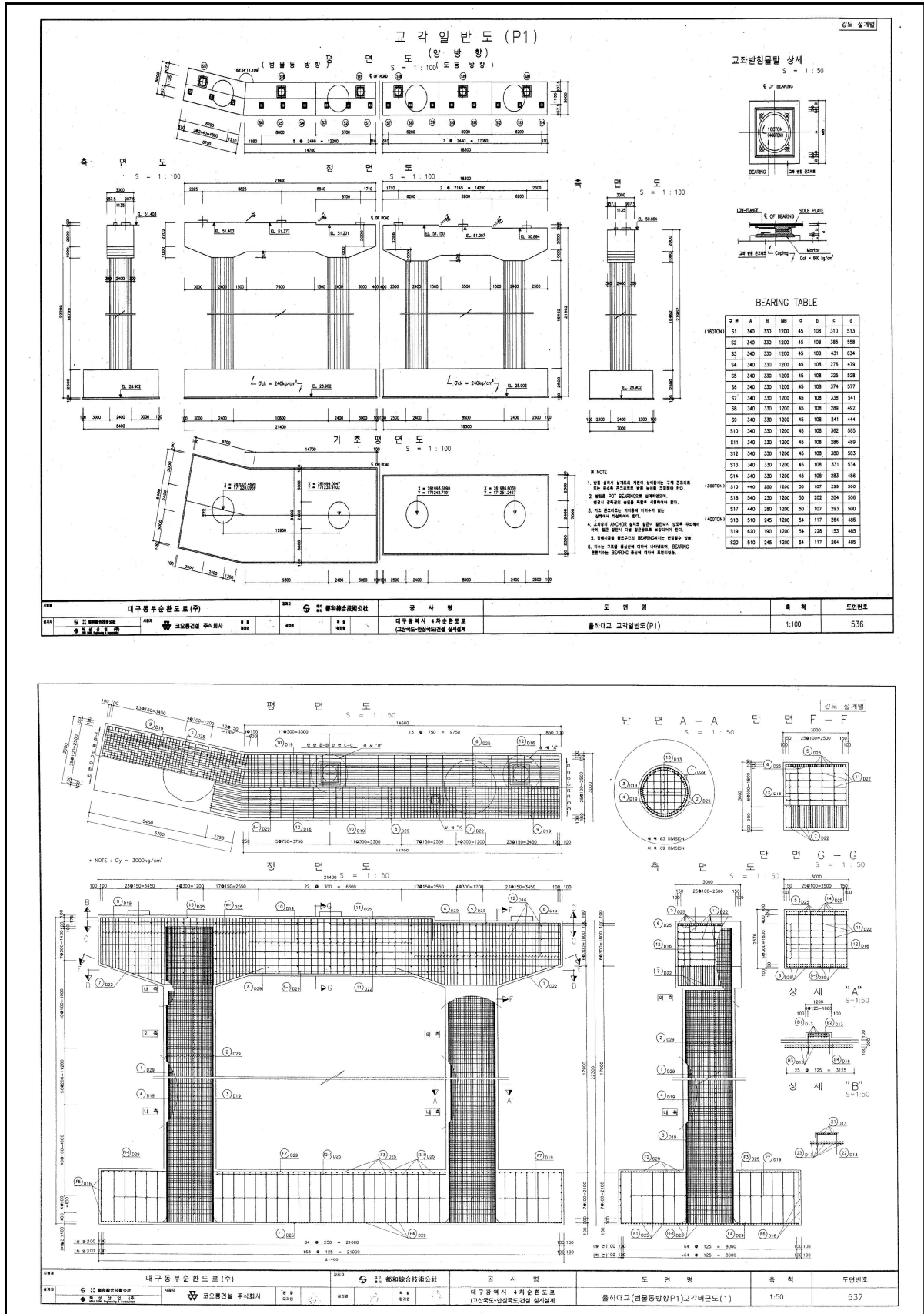
【그림 1.1.7】 강교 상세도 - SPG구간



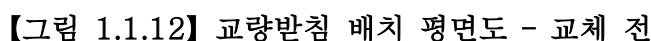


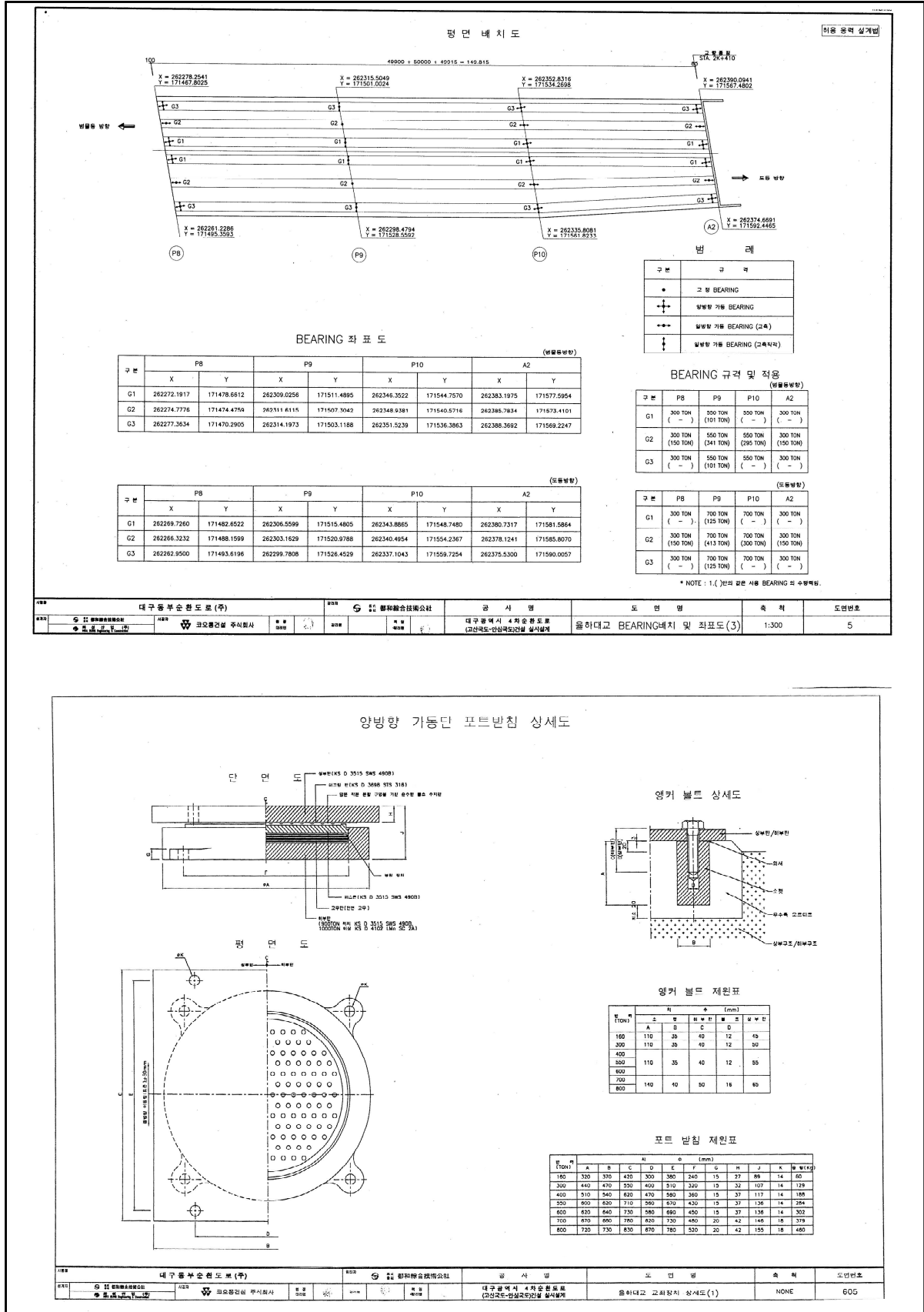


【그림 1.1.10】 시점부 교대 일반도 및 배근도

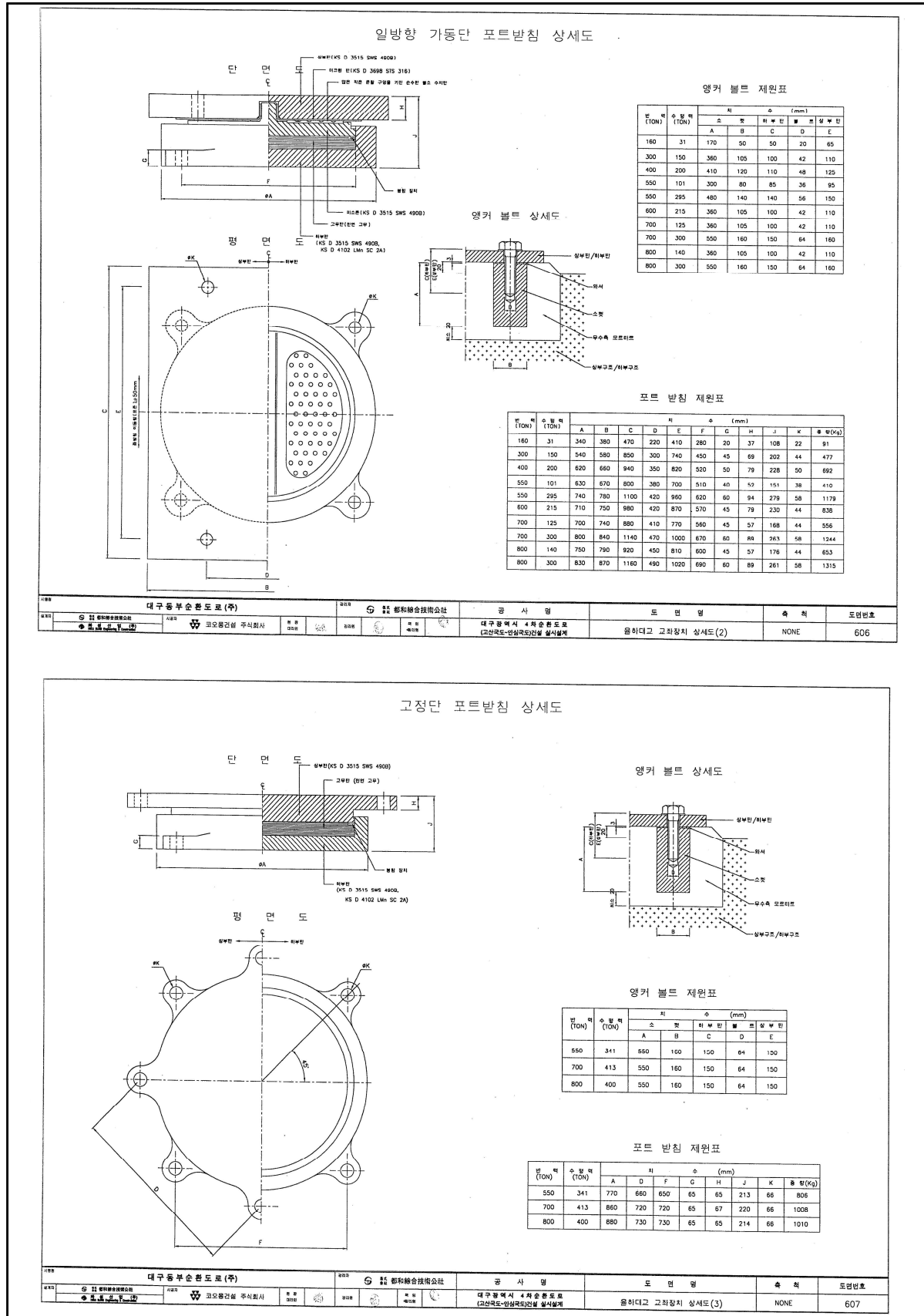


【그림 1.1.11】 교각 일반도 및 배근도

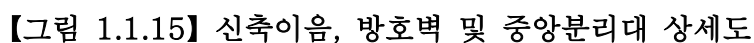


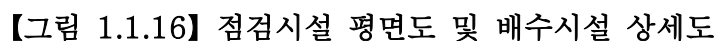


【그림 1.1.13】 교량받침 배치 평면도 및 상세도 - 교체 전



【그림 1.1.14】 교량받침 상세도 - 교체 전





1.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시설계”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

1.2.1 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

과업대상시설물의 준공도면 및 현장 측정 비교검토 결과, 준공도면과 미미한 차이가 있으나 측정방법 및 측정자에 의한 오차로 대체적으로 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.

【표 1.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	14,440	14,438	거더 높이	1,800	1,796
바닥판하면 두께	250	255	교대 폭	14,450	14,460
거더외부 높이	2,200	2,200	교각 폭	21,400	21,415
거더외부 하면	2,400	2,410	난간 및 연석 높이	1,080	1,090



【사진 1.2.1】 부재 현장측정 전경

1.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서

1) 설계기준

1.1.3 설계기준

1) 교량형식 : STEEL BOX GIRDER 교

2) 직선구상 : $L = 50 + 2 \times 60 = 170 \text{ m}$

3) 교량등급 : 1등급 (DB-24, DL-24)

4) 하 중 :

i) 사하중

o 철근콘크리트 : $W_c = 2.5 \text{ ton/m}^3$ o 강 계 : $W_s = 7.85 \text{ ton/m}^3$ o Ascon : $W_s = 2.3 \text{ ton/m}^3$

ii) 활하중

o DB-24, DL-24

o 충격계수 : $I = \frac{15}{40 + L} \leq 0.3$

6) 사용재료

i) 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$ ii) 철근(SD40) : $\sigma_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$

iii) 강 계

o 주부재 : SWS 490 사용(상하 Flange, Web, 종RIB, 수평보강재, 주부재 연결판)

o 부부재 : SWS 400 사용(주부재를 제외한 부재)

- 하중 인장응력

강 종	SWS 400	SWS 490
인 장 응 력	1,400 kg/cm ²	1,900 kg/cm ²

- 2 -

- 하중 전단응력

강 종	SWS 400	SWS 490
인 장 응 력	800 kg/cm ²	1,100 kg/cm ²

iv) 고정력 볼트

볼트등급	F 8 T	F 10 T
나사호칭		
M20	3,100 kg	3,900 kg
M22	3,900 kg	4,800 kg
M24	4,500 kg	5,600 kg

7) 설계방법

i) 바닥판 : 극한강도 설계법

ii) PLATE GIRDER : 허용응력

8) 참고문헌

i) 도로교 표준 시방서 건설교통부

ii) 콘크리트 표준 시방서 건설교통부

III) 철근콘크리트 설계편람 건설교통부

- 허용 철 압축응력 (kg/cm²)

강 종	SS 400 SWS 400 SMA 41	SWS 490
압축 플랜지가 처짐 콘크리트 바닥판에 고정되 어 있는 경우 상 자, π, 파이프 단면의 경우	1,400	1,900
상 기 의 의	$(a) \frac{\ell}{b} \leq 4.5 : 1,400$ $(b) 4.5 < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,400$ $-24(\frac{\ell}{b} - 4.5)$	$(a) \frac{\ell}{b} \leq 4.0 : 1,900$ $(b) 4.0 < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,900$ $-38(\frac{\ell}{b} - 4.0)$
경 우	$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$ $(a) \frac{\ell}{b} \leq \frac{9}{k} : 1,400$ $(b) \frac{9}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,400$ $-12(\frac{\ell}{b} - \frac{9}{k})$	$(a) \frac{\ell}{b} \leq \frac{8}{k} : 1,900$ $(b) \frac{8}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,900$ $-10(\frac{\ell}{b} - \frac{8}{k})$

여기서,

 A_w : 복부판의 총단면적(cm²) A_c : 압축플랜지의 총단면적(cm²) ℓ : 압축플랜지의 고정점간의 거리(cm) b : 압축플랜지의 폭(cm)

- 3 -

1.1.4 사용재료

가. 콘크리트

종 류	골재(mm)최대치수	기준강도(kg/cm ²)	적 용 구 조 종
1 종	25	$\sigma_{ck} = 270$	주형교량 SLAB (ST.BOX교)
2 종	25	$\sigma_{ck} = 240$	하부구조(교각, 교대, 기조, 날개벽), 철속슬라브
수 중 콘크리트	25	$\sigma_{ck} = 240$	현장타설 압록
3 종	40	$\sigma_{ck} = 210$	MASS 콘크리트, 중력식 용벽
5 종	40	$\sigma_{ck} = 135$	면교르기 콘크리트

주 : 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

나. 철 근

KS D 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

종 류	항복강도 (kg/cm ²)	허용응력 (kg/cm ²)	적 용 구 조 종
SD 40	$\sigma_y = 4000$	$\sigma_{sa} = 1800$	일반적인 부재 (SLAB교, 라멘교)
		$\sigma_{sa} = 1600$	바닥판 및 지간이 10m 이하의 슬래브교, 수중 혹은 지하수위이하에 설치되는 구조물
		$\sigma_{sa} = 1500$	$\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$ 이상일 때 사용
SD 30	$\sigma_y = 3000$	$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$ 이하일 때 사용	

다. 강 계

1) 일반강재

· 주부재 : SWS 490 (상하플랜지, 복부판, 종 RIB, 주부재 연결판, 수평보강재, 적정보강재)

· 부부재 : SWS 400을 기준으로 한다. (주부재를 제외한 모든 부재)

라. 주요재료 물리상수

1) 콘크리트

- 탄성계수: $E_c = 4,270 \sqrt{f'_{ck}} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 에 준하되 다음값을 사용해도 좋다.

	(kg/cm ²)			
f'_{ck}	210	240	270	400
E_c	2.2×10^5	2.35×10^5	2.5×10^5	3.0×10^5

- 선 팽창 계수: $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$
- CREEP 계수: $\phi = 2.8$ (조강시멘트 경우), 3.0(보통시멘트 경우) (제령28일 기준)
- 건조수축계수: 20×10^{-6} (제령 28일 기준)

2) 철근

- $E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

3) 강재

- 탄성계수: $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- 선 팽창 계수: $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

- 6 -

0293

다. 사용재료

본 과업의 강교에 적용한 주요 사용재료는 다음과 같다.

- ① 콘크리트 : 설계 기준 강도 : $f'_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$
탄성계수 : $E_c = 2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- ② 철근 : 항복강도 : $f_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$
탄성계수 : $E_c = 2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

③ 강재

- 주부재: SWS 400 (상하부 플랜지, 복부판, 종리브, DIAPHRAGM, 이음판, SOLE PLATE, 지점보강재, 수평보강재 등)
- 부주재: SWS 400 (횡리브, 수직보강재, CROSS-BEAM, STRINGER 등)

라. 허용응력

1) 허용인장응력

강종	SWS 400	SWS 490
축방향 인장응력	1,400	1,900

2) 허용축방향 압축응력

강종	SWS 400	SWS 490
축방향 압축응력	$1/r \leq 20$ 1400 kg/cm^2	$1/r \leq 15$ 1900 kg/cm^2
	$20 < 1/r \leq 93$ $1400 - 8.4 \times (1/r - 20)$	$15 < 1/r \leq 80$ $1900 - 13 \times (1/r - 15)$
	$93 < 1/r$ $\frac{12000000}{6700 + (1/r)^2}$	$80 < 1/r$ $\frac{12000000}{5000 + (1/r)^2}$

3) 허용전단응력

강종	SWS 400	SWS 490
전단응력	800 kg/cm ²	1100 kg/cm ²

- 9 -

0296

나. 일반사항

1) 주형높이

목보다 높이를 키울 경우 강성이 커져 구조적으로 좋으나 높이도 강제 운반에 지장이 있어 최대높이는 3.2m 정도이며, 최소높이는 강재 BOX에서 작업을 할 수 있는 공간을 고려하여 1.5m 이상이어야 한다. 본 과업에서는 경간에 따라 2.0m로 설계하였다.

2) 주형폭

최대폭을 강재운반을 고려하여 3.0m 정도로 하는 것이 바람직하며, 최소폭은 강재 BOX에서 작업을 할 수 있는 공간을 고려하여 1.2m 이상이어야 한다. 본 설계에서는 2.4m로 통일하여 구조물의 표준화를 도모하였다.

3) 두께

주형에 쓰이는 단면두께는 도로교 시행시 P161 규정에 따르며 너무 두꺼운 부재를 사용하는 것은 강재가 저온시 취성파괴의 우려가 있어 피하는 것이 좋고, 최소두께는 8mm 이상 (도시 P193), 압축응력을 받는 보강판의 최소두께 $t = b\sqrt{f_y/48f_u}$ (도시 P201) 이상이나 플랜지의 최소두께는 용접후 변형방지를 고려하여 12mm도 하였다. 또한 플랜지의 판두께의 자이는 최대 12mm 정도로 하였다.

4) 용접

- 플랜지 및 복부판의 용접을 T가 18mm 이상이면 X용접 T가 18mm 미만이면 V형 용접을 사용하였다.
- STEEL BOX 종횡리브의 교차점을 부재연결을 인정부는 용접을 하지 않고 압축부는 용접한다.
- 수직보강재 부착방법은 도로교 시행시 P303에 따른다.
- BUTT 용접시 인접부재와의 거리를 100 mm 이상 확보하였다.
- 단면이 다른 주요 부재의 막대기 이음에 있어서는 두께 및 폭을 서서히 변화시켜 길이 방향의 경사가 1/5 이하가 되도록 하였다.
- 밀맷용접의 지수는 최소 6mm로 하여 동적수로 하는 것을 원칙으로 하였다.

- 8 -

0295

4) 항복응력

강종	SWS 400	SWS 490
항복응력	2400 kg/cm ²	3200 kg/cm ²

5) 바닥판 콘크리트의 허용압축응력

하중의 조합		증가율 (%)	
		경의 횡모멘트를 받는 부분	부의 횡모멘트를 받는 부분
1	크리프의 영향의 건조수축의 영향을 제외한 주하중	0	0
2	주하중	압축면 인장면	15 0
3	주하중+바닥판콘크리트와 강재들보와의 온도차	압축면 인장면	30 15
4	가시설하중	압축면 인장면	25 25

마. 바닥판 설계

1) 인장력을 받는 바닥판의 배근 (도시 P241)

인장력을 받는 바닥판에서 콘크리트 단면을 무시하고 설계하는 경우에는 바닥판 단면의 2% 이상의 교축방향철근을 배근하여야 한다. 이 경우 교축방향 철근의 총주변장의 바닥판 콘크리트의 단면적에 대한 비, 즉 주철율은 0.045 cm/cm² 이상으로 배근하면 좋다.

상기 조건을 만족하기 위해 교축방향으로 H25철근을 12cm 간격으로 상·하면에 배치하였고, 중간지점을 포함한 0.3%의 범위에서 배치하도록 설계하였다.

2) 바닥판의 최소두께 (도시 P192, 구도로교 시행시 P781)

· 갠틸레미 바닥판

$$T_{min} = (8L + 23) \cdot k \quad L > 0.25$$

$$= (28L + 18) \cdot k \quad 0 < L \leq 0.25$$

- 10 -

0297

윤하대교 (시점측 교대)

1. 일반단면

교대높이 9.060 m
지판폭 5.400 m
저판길이 14.440 m

2. 설계조건

* 흙의 단위중량 (γ_t) : 1.900 t/m³
CON'C의 단위중량 (γ_c) : 2.500 t/m³
흙의 내부마찰각 (ϕ) : 35.000 deg
흙의 점착력 (c) : 0.000 t/m²
배면연지경사각 : 0.000 deg
노면수평경사각 : 0.000 deg

* 기초바닥 N지 : 10.000

* 흙과 콘크리트의 마찰각

o 상시

안정경도시 (RANKINE 토압사용) : 0.000 deg

단면경도시 (COULOMB 토압사용, $\phi/3$) : 11.667 deg

o 지진시

MonoNode Okabe 공식사용 : 0.000 deg

직립기초 - Kh = 0.5A

경사말뚝 - Kh = 1.5A

* CON'C의 설계강도 : 240.000 kg/cm²

철근의 항복강도 : 3000.000 kg/cm²

* 파쇄사상 : 1.000 t/m³

* 상부전달반력

사하중반력 : 18.796 t/M

활하중반력 : 13.402 t/M

* 지진시수평력 : 2.631 t/M

* 설계가속도계수 : 0.140

* SHOE 마찰계수 : 0.100

* 지하수위(저판바닥에서) : -1.000 m

* 저판마찰계수

$\phi = \sqrt{(15 \times N)} + 15 = 27.247 \text{ deg}$

$\mu = \tan(2/3\phi) = 0.328$

1351

1352

1. 설계조건

1) 교각형식 : 라멘교각

2) 내진등급 : 1등급

3) 응답수정계수 (R)

-교각진계시 : 5.0

-기초진계시 : 2.5

4) 안정지진력 (내진해석참조)

① 교각지진방향

- P2 = 307.2 t

② 교각방향

- P2 = 495.85 t

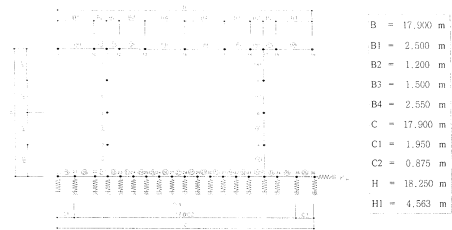
5) 사용재료

① 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$

② 철근 : $\sigma_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$

2. 교각의안정성

2.1 Modelling



2.2 단면성능 및 저항스프링계수 산정

1) 단면 성능

No	A(m ²)	I(m ⁴)	비고
1	5.20	1.73	Cap Beam, Sec-Pro
2	7.80	5.85	Cap Beam, Sec-Pro
3	6.50	3.39	Cap Beam, Sec-Pro
4	4.52	1.63	Column, Sec-Pro
5	17.50	9.11	Footing, Sec-Pro

2) 스프링계수산정

$$\begin{aligned}
 E_s &= 288 = 28 \times 40 = 1120 \text{ kg/cm}^2 \\
 K_{sa} &= 1/30 \times E_s = 1/30 \times 1120 = 37.33 \text{ kg/cm}^2 \\
 D_b &= \sqrt{(A \times \gamma)} = \sqrt{(1790.00 \times 700)} = 1119.37 \text{ cm} \\
 K_b &= K_{D_b} \times (D_b/30)^{3/4} = 37.33 \times (1119/30)^{3/4} = 2.47 \text{ kg/cm}^2 \\
 K_s &= K_b \times A = 2.47 \times (87.50 \times 700) = 151471 \text{ kg/cm} \\
 &= 15147.1 \text{ t/m} \\
 K_{st} &= 9.9 \times 10^5 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

1597

1598

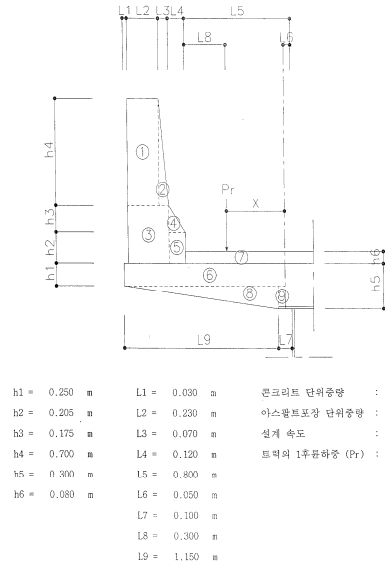
나. 구조검토 결과 요약

1) 상부구조(바닥판)

3. 바닥판의 설계

3.1 편입레버

3.1.1 방호벽측



- 22 -

0399

4) 장하중 (도.시 p.56 참조)

$$D = 0.300 + 0.205 + 0.175 + 0.700 + 2.400 = 3.780 \text{ M}$$

$$B = 1.250 + 1.100 + (2.400 \times 3) + (2.445 \times 2) = 14.440 \text{ M}$$

$$1 < B/D = 3.820 < 8 \text{ 이므로}$$

$$[400 - 20(B/D)] D = 1223.208 = 1.223 \text{ t/m}$$

$$P_w = 1.223 / 3.780 = 0.324 \text{ t/m}^2$$

$$H_w = 0.324 \times 1.000 = 0.324 \text{ t/m}$$

$$Y_w = 0.880 \text{ M}$$

$$M_w = 0.324 \times 0.880 = 0.285 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

5) 하중 조합

$$\textcircled{1} M_{01} = 1.3 M_0 + 2.15 M_{w1}$$

$$= 1.3 \times 1.377 + 2.15 \times 3.744 = 9.840 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

$$\textcircled{2} M_{02} = 1.3 M_0 + 1.3 M_{w1} + 1.3 M_0$$

$$= 1.3 \times 1.377 + 1.3 \times 3.744 + 1.3 \times 1.583 = 8.715 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

$$\textcircled{3} M_{03} = 1.3 M_0 + 1.3 M_{w1} + 1.3 M_0$$

$$= 1.3 \times 1.377 + 1.3 \times 3.744 + 1.3 \times 0.285 = 7.028 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

6) 바닥판의 최소 철두재 (도.시 p.192)

$$h_{min} = (8 \cdot L + 23) \times 1.1 = \{(8 \times 0.45) + 23\} \times 1.1 = 29.26 \text{ cm} \longrightarrow 30 \text{ cm 사용}$$

- 24 -

0311

1) 사하중

NO.	작 용 하 중 (t)	거 리 (m)	모 멘트 (t · m)
1	$0.23 \times 0.7 \times 2.5 = 0.403$	1.065	0.425
2	$\frac{1}{2} \times 0.07 \times 0.7 \times 2.5 = 0.061$	0.917	0.056
3	$0.3 \times 0.38 \times 2.5 = 0.285$	1.020	0.291
4	$\frac{1}{2} \times 0.12 \times 0.175 \times 2.5 = 0.026$	0.830	0.022
5	$0.12 \times 0.205 \times 2.5 = 0.062$	0.810	0.050
6	$1.2 \times 0.25 \times 2.5 = 0.750$	0.600	0.450
7	$0.75 \times 0.08 \times 2.3 = 0.138$	0.375	0.052
8	$\frac{1}{2} \times 1.15 \times 0.05 \times 2.5 = 0.072$	0.433	0.031
9	$0.05 \times 0.05 \times 2.5 = 0.006$	0.025	0.0002
TOTAL	1.803		1.377

$$\therefore M_d = 1.377 \text{ t} \cdot \text{m}$$

2) 활하중 (DB-24 : Pr=9.6t)

운하중 분포폭

$$E = 0.8 \cdot X + 1.14 = 0.8 \cdot 0.45 + 1.14 = 1.5 \text{ m} \quad \text{여기서, } X = 0.45 \text{ m}$$

중력계수

$$i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 0.45) = 0.371 > 0.3 \quad \therefore i = 0.3$$

$$M_{01} = Pr/E \cdot X \cdot (1 + i) = (9.6 / 1.5) \times 0.45 \times (1 + 0.3) = 3.744 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

3) 차량 충돌 하중 (도.시 p.138 참조) - 구시방서 참조(1992)

수평충돌력 H가 노면상 1m 높이에 교각방향 1m 마다 작용하는 것으로 한다.

$$H = (V / 60)^2 \times 750 + 250 = (80 / 60)^2 \times 750 + 250 = 1583.333 \text{ kg/m} = 1.583 \text{ t/m}$$

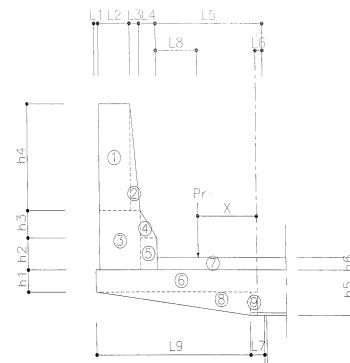
여기서, V : 차량의 설계속도 (km/h)

$$M_0 = 1.583 \times 1.0 = 1.583 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

- 23 -

0310

3.1.2 중분대측



- 25 -

0312

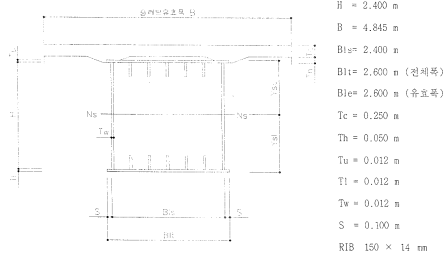
2) 상부구조(거더)

4.2 주형 단면 성능 계산 (단면력 산정시)

1) SECTION TYPE 1

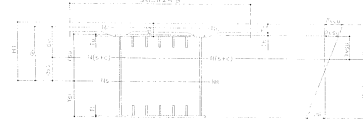
① 내측 거더

주부제사용장종 : SMS 490



- 34 -

0321



(1) 합성 전

$$I_s' = A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4$$

$$\delta s = \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm}$$

$$I_s = I_s' - A_s \cdot \delta s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4$$

$$Y_{su} = H/2 + T_u - \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm}$$

$$Y_{sl} = H/2 + T_l + \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}$$

(2) 합성 후

$$A_v = A_s + A_c/n = 2861.063 \text{ cm}^2$$

$$I_c/n = 78857.4 \text{ cm}^4$$

$$d_v = Y_{su} - T_u + T_h + T_c/2 = 132.238 \text{ cm}$$

$$d_{vc} = d_v \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.258 \text{ cm}$$

$$d_{vs} = d_v - d_{vc} = 69.980 \text{ cm}$$

$$Y_{vcu} = d_{vc} + T_c/2 = 74.758 \text{ cm}$$

$$Y_{vcl} = Y_{vcu} - T_c = 49.758 \text{ cm}$$

$$Y_{vsu} = Y_{vcu} - H/2 + T_u = 45.958 \text{ cm}$$

$$Y_{vsl} = H + T_l + T_l - Y_{vsu} = 196.442 \text{ cm}$$

$$I_v = I_s + I_c/n + A_s \cdot d_{vs}^2 + A_c/n \cdot d_{vc}^2 = 26210464.675 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

$$K = \frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot t_w \cdot t_l} = \frac{4 \times (241.2)^3 \times (241.2)^3}{12 \times 1.200 \times 1.200 \times 1.200} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

$$t_u = t_s + t_c/8 = 4.325 \text{ cm}$$

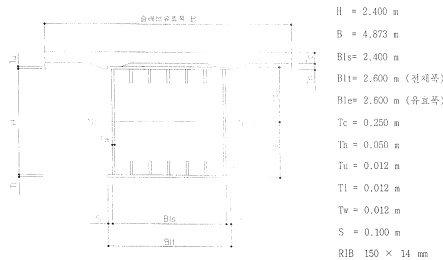
$$K = \frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot t_w \cdot t_l} = \frac{4 \times (241.2)^3 \times (241.2)^3}{12 \times 4.325 \times 1.200 \times 1.200} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 35 -

0322

② 외측 거더

주부제사용장종 : SMS 490



- 36 -

0323



(1) 합성 전

$$I_s' = A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4$$

$$\delta s = \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm}$$

$$I_s = I_s' - A_s \cdot \delta s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4$$

$$Y_{su} = H/2 + T_u - \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm}$$

$$Y_{sl} = H/2 + T_l + \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}$$

(2) 합성 후

$$A_v = A_s + A_c/n = 2869.813 \text{ cm}^2$$

$$I_c/n = 79913.2 \text{ cm}^4$$

$$d_v = Y_{su} - T_u + T_h + T_c/2 = 132.238 \text{ cm}$$

$$d_{vc} = d_v \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.068 \text{ cm}$$

$$d_{vs} = d_v - d_{vc} = 70.170 \text{ cm}$$

$$Y_{vcu} = d_{vc} + T_c/2 = 74.568 \text{ cm}$$

$$Y_{vcl} = Y_{vcu} - T_c = 49.568 \text{ cm}$$

$$Y_{vsu} = Y_{vcu} - H/2 + T_u = 45.768 \text{ cm}$$

$$Y_{vsl} = H + T_l + T_l - Y_{vsu} = 196.632 \text{ cm}$$

$$I_v = I_s + I_c/n + A_s \cdot d_{vs}^2 + A_c/n \cdot d_{vc}^2 = 26244732.792 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

$$K = \frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot t_w \cdot t_l} = \frac{4 \times (241.2)^3 \times (241.2)^3}{12 \times 1.200 \times 1.200 \times 1.200} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

$$t_u = t_s + t_c/8 = 4.325 \text{ cm}$$

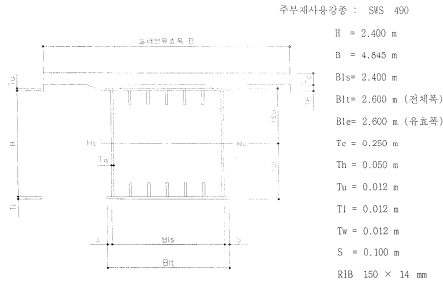
$$K = \frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot t_w \cdot t_l} = \frac{4 \times (241.2)^3 \times (241.2)^3}{12 \times 4.325 \times 1.200 \times 1.200} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 37 -

0324

2) SECTION TYPE 2

① 내측 거더



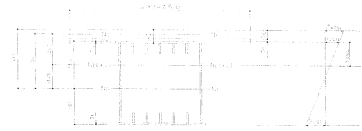
단면제원

단면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
강단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	484.5	25.0	12112.50	137.50	1665466.8	229001960.0	630859.4

$$A_s = 1347.00 \text{ cm}^2, A_c = 12112.50 \text{ cm}^2$$

- 38 -

0325



(1) 압성전

$$I_s' = A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4$$

$$\delta_s = \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm}$$

$$I_s = I_s' - A_s \cdot \delta_s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4$$

$$Y_{su} = H/2 + T_u - \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm}$$

$$Y_{sl} = H/2 + T_l + \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}$$

(2) 합성후

$$A_v = A_s + A_c/n = 2861.063 \text{ cm}^2$$

$$I_c/n = 78857.4 \text{ cm}^4$$

$$dv = Y_{su} - T_u + Th + Tc/2 = 132.238 \text{ cm}$$

$$dvc = dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.258 \text{ cm}$$

$$dvc = dv - dvc = 69.980 \text{ cm}$$

$$Y_{vcu} = dvc + Tc/2 = 74.758 \text{ cm}$$

$$Y_{vcl} = Y_{vcu} - Tc = 49.758 \text{ cm}$$

$$Y_{vsu} = Y_{vcu} - H/2 + T_u = 45.958 \text{ cm}$$

$$Y_{ysl} = H + T_u + T_l - Y_{vsu} = 196.442 \text{ cm}$$

$$I_v = I_s + I_c/n + A_s \cdot dvc^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26210464.675 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

$$K = \frac{b}{12} \cdot \frac{4 \cdot b^2 \cdot h^2}{2 \cdot h} = \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \times 2 \times 241.2} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

$$t_u, t_w, t_l = 1.200, 1.200, 1.200$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

$$t_u = t_{sttc}/8 = 4.325 \text{ cm}$$

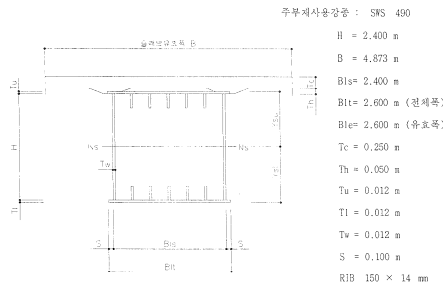
$$K = \frac{b}{12} \cdot \frac{4 \cdot b^2 \cdot h^2}{2 \cdot h} = \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \times 2 \times 241.2} = 20551153 \text{ cm}^4$$

$$t_u, t_w, t_l = 4.325, 1.200, 1.200$$

- 39 -

0326

② 외측 거더



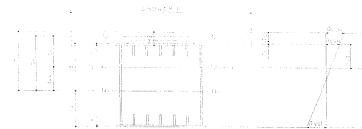
단면제원

단면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
강단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	487.3	25.0	12182.50	137.50	1675093.8	230323397.5	634506.2

$$A_s = 1347.00 \text{ cm}^2, A_c = 12182.50 \text{ cm}^2$$

- 40 -

0327



(1) 압성전

$$I_s' = A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4$$

$$\delta_s = \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm}$$

$$I_s = I_s' - A_s \cdot \delta_s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4$$

$$Y_{su} = H/2 + T_u - \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm}$$

$$Y_{sl} = H/2 + T_l + \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}$$

(2) 합성후

$$A_v = A_s + A_c/n = 2869.613 \text{ cm}^2$$

$$I_c/n = 79913.2 \text{ cm}^4$$

$$dv = Y_{su} - T_u + Th + Tc/2 = 132.238 \text{ cm}$$

$$dvc = dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.068 \text{ cm}$$

$$dvc = dv - dvc = 70.170 \text{ cm}$$

$$Y_{vcu} = dvc + Tc/2 = 74.568 \text{ cm}$$

$$Y_{vcl} = Y_{vcu} - Tc = 49.568 \text{ cm}$$

$$Y_{vsu} = Y_{vcu} - H/2 + T_u = 45.768 \text{ cm}$$

$$Y_{ysl} = H + T_u + T_l - Y_{vsu} = 196.632 \text{ cm}$$

$$I_v = I_s + I_c/n + A_s \cdot dvc^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26244732.792 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

$$K = \frac{b}{12} \cdot \frac{4 \cdot b^2 \cdot h^2}{2 \cdot h} = \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \times 2 \times 241.2} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

$$t_u, t_w, t_l = 1.200, 1.200, 1.200$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

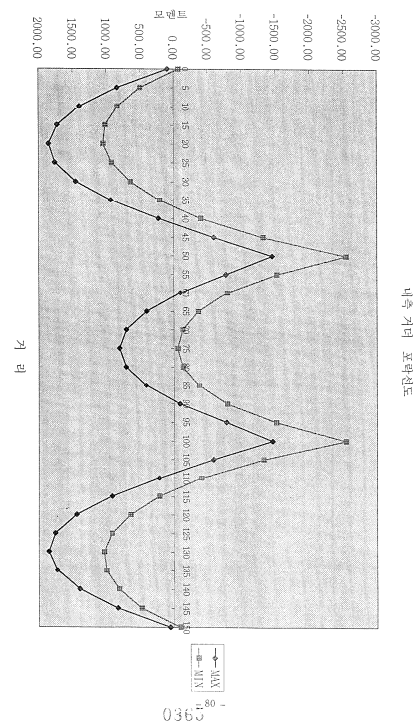
$$t_u = t_{sttc}/8 = 4.325 \text{ cm}$$

$$K = \frac{b}{12} \cdot \frac{4 \cdot b^2 \cdot h^2}{2 \cdot h} = \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \times 2 \times 241.2} = 20551153 \text{ cm}^4$$

$$t_u, t_w, t_l = 4.325, 1.200, 1.200$$

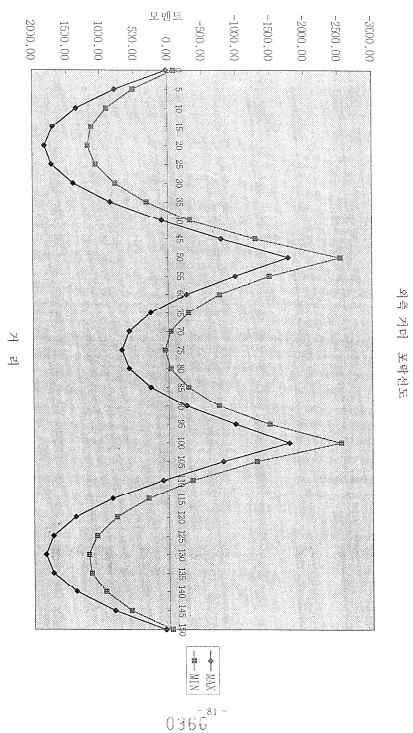
- 41 -

0328



3) 요소 물성치

구분	단면	단면적 (mm²)	중심 좌표 (mm)	관성 모멘트 (mm⁴)	회전 반경 (mm)
1	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
2	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
3	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
4	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
5	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
6	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
7	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
8	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
9	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
10	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
11	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
12	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
13	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
14	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
15	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
16	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
17	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
18	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
19	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
20	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
21	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
22	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
23	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
24	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
25	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
26	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
27	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
28	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
29	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
30	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
31	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
32	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
33	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
34	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
35	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
36	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
37	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
38	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
39	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
40	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
41	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
42	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
43	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
44	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
45	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
46	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
47	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
48	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
49	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
50	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
51	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
52	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
53	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
54	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
55	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
56	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
57	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
58	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
59	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
60	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
61	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
62	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
63	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
64	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
65	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
66	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
67	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
68	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
69	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
70	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
71	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
72	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
73	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
74	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
75	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
76	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
77	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
78	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
79	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
80	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
81	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
82	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
83	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
84	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
85	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
86	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
87	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
88	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
89	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
90	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
91	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
92	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
93	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
94	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
95	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
96	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
97	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
98	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
99	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875
100	내측기둥	0.1347	0.1386463	0.12283144	0.1863875



4.7.2차 모델트 영향계수 산정

1) 개요

강합성형 교량에서는 사하중과 활하중에 의한 응력 이외에 전조수축, 크리프, 강-콘크리트 온도차에 의한 응력이 발생된다. 한편 강합성형교가 2경간 이상의 연속교일 경우에는 전조수축, 크리프, 온도차에 의해 부정정력이 추가적으로 발생되며 이같은 하중을 2차 모델트라고 한다.

2차 모델트는 정정계의 모델트인 1차 모델트에 영향계수 k를 곱하여 구하는 방법이 일반적이며, 영향계수 k값은 구조계의 양단에 $M = 1 t \cdot m$ 를 작용시켜 얻어지는 휨모델트값을 사용하면 된다.

2) Modelling



3) 하부구조

2) 단면검토

국한 모멘트 (Mu) = 16439478.000 kg.cm
 국한 전단력 (Su) = 48002.441 kg
 단위 폭 (B) = 100.0 cm
 유효 높이 (D) = 125.0 cm
 피복 두께 (D') = 15.0 cm

*** 소요철근량 계산 ***

국한모멘트 (Mu) = 16439478.000 kg.cm
 평형모멘트 (Mb) = $0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85$
 = 110466544.000 kg.cm

여기서 $A = K \times X$ = 71.299

$\sigma_{ck} < 280$

$K = 0.85$

$\sigma_{ck} > 280$

$K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10$

$X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y)$ = 83.882 cm

--- Mu < MB ---

인장철근량 (As) = $Mu / (\sigma_y \times (D - AC/2) \times 0.85)$ = 53.242 cm²

여기서 $A = (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \sqrt{0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D})$

$- 2 \times \sigma_{ck} \times B \times Mu) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B)$ = 7.830 cm

단면철근비 (P) = $As / (B \times D)$ = 0.004

최대철근비 (Pmax) = $0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D)$ = 0.029

최소철근비 (Pmin) = $14 / \sigma_y$ = 0.005

--- P < PMIN 인 경우 ---

균열모멘트 (Mc) = $Z_c (\sigma_{cb} - N/Ac)$ = 10121396.000 kg.cm

Mc : 균열모멘트

Zc : 콘크리트부재의 단면계수

σ_{cb} : 콘크리트의 항인장강도

설계 모멘트의 4/3 배 (4/3 Mu) = 21919304.000 kg.cm

균열모멘트가 설계모멘트의 4/3배 이하이므로 최소철근량 배치

최소철근량 : (1) $4/3 \times As$ = 70.990 cm²

(2) $14/SSY \times B \times D$ = 58.333 cm²

(3) $0.002 \times B \times D$ = 25.000 cm²

최소철근량 Asmin = 58.333 cm²

그러므로 As = 58.333 이상 사용하여야 한다.

그러므로 사용철근량 As = 2 - D22 @ 12.5 = 61.94 cm²

설계모멘트강도 $\Phi Mn = 0.85 \times (As \times \sigma_y \times (D - A/2))$

= 19125012.500 kg.cm

*** 전단력 검토 ***

국한전단력 Su = 48002.441 kg

콘크리트 전단설계강도 ϕSc = 71843.836 kg

$\phi Sc = 71843.836 \text{ kg} > Su = 48002.441 \text{ kg}$

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

-1130-

1360

-1131-

1361

5. PILE 설계

1) 말뚝 설계조건

말뚝 지경 : 40.640 cm

말뚝 두께 : 0.900 cm

말뚝의 부식두께 : 0.200 cm

말뚝 길이 : 15.500 m

지상돌출부 길이 : 0.000 m

말뚝의 열수 : 4

말뚝의 경사 : PILE NO. 1 = 10.000 deg

PILE NO. 2 = 0.000 deg

PILE NO. 3 = 0.000 deg

PILE NO. 4 = 0.000 deg

1/β 부근의 N 값 : 20

2) 말뚝의 선단 허용지지력

말뚝의 면적 = 86.953 cm²

선단패쇄면적 (A) = 1271.762 cm²

단면2차 모멘트 = 16998.213 cm⁴

단성계수 = 7100000.000 kg/cm²

a) 수직 허용지지력

말뚝선단의 N지 = 40

$Va = \frac{1}{3} \times 30 \times N \times \frac{A}{10000} = 50.870 \text{ t (상시)}$

$Va = \frac{1}{2} \times 30 \times N \times \frac{A}{10000} = 76.306 \text{ t (지진시)}$

-1133-

1363

3) 말뚝군의 도심에 작용하는 하중 (실하중)

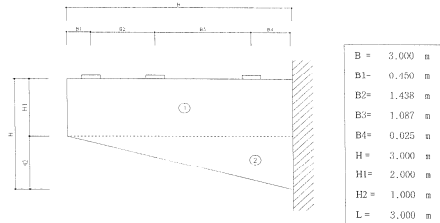
(단위 : ton, m)

구분	상부하중		지하수위수치		지하수위고하	
	상하하중	상하하중	상하하중	상하하중	상하하중	상하하중
말뚝군	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-4	CASE-5	CASE-6
말뚝군	비재하시	비재하시	지진시	비재하시	비재하시	지진시
최소하중	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
최대하중	15.440	15.440	15.440	15.440	15.440	15.440
수평하중	12.587	25.466	25.466	44.661	25.466	44.661
연직하중	75.886	109.884	94.482	94.482	109.884	94.482
전단하중	0.409	0.436	0.523	1.715	0.436	0.523
모멘트	30.990	50.009	49.448	162.077	50.009	49.448

-1134-

1364

2.6.1 Coping 설계



1) 하중산정

① 차 중

구분	산식	중량
1	$3.000 \times 2.000 \times 3.000 \times 2.500$	45.000
2	$(1.000 \times 3.000 / 2.000) \times 3.000 \times 2.500$	11.250
계		56.250

② 상부사하중

$$RD1 = 42.60 + 180.55 + 42.60 = 265.75 \text{ t}$$

③ 상부활하중

$$RL1 = 33.93 + 57.22 + 33.93 = 125.08 \text{ t}$$

④ 하중조합 : (1.3 x 사하중 + 2.15 x 활하중)

$$Su = 1.3 \times (56.250 + 265.75) + 2.15 \times 125.080 = 687.52 \text{ t}$$

$$Mu = 1.30 \times 45.000 \times 1.500 + 1.30 \times 11.250 \times 1.000 + 1.30 \times 42.60 \times 2.55 + 1.30 \times 180.55 \times 1.112 + 1.30 \times 42.60 \times 0.025 + 2.15 \times 33.93 \times 2.55 + 2.15 \times 57.22 \times 1.112 + 2.15 \times 33.93 \times 0.025 = 830.63 \text{ t-m}$$

$$\therefore \text{전산 OUTPUT} \quad Su = 687.52 \text{ t}$$

$$Mu = 830.63 \text{ t-m}$$

$$\therefore 1564$$

2.6.2 내민받침(Corbel)에 의한 검토

1) 하중하중

$$\text{① 수직전단력} : Vu = 687.522 \text{ TON}$$

② 수평하중

$$\text{-동 하중} : Nu1 = (54.770 / 2) \times 1.3 = 35.60 \text{ TON}$$

$$\text{-최소수평하중} : Nu2 = 0.2 \times Vu = 0.2 \times 687.522 = 137.504 \text{ TON}$$

$$\text{③ 휨모멘트} : Mu = Vu \times a + Nu \times 0.40 = 830.63 + 137.50 \times 0.40 = 885.630 \text{ t-m}$$

2) 개별하중에 의한 철근량 계산

① 휨모멘트에 대한 철근 (Af)

$$Af = \frac{Mu}{\phi \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2)} = \frac{885.630 \times 10^5}{0.8 \times 3000 \times 238} = 155.05 \text{ cm}^2$$

② 수평하중에 대한 철근 (An)

$$An = \frac{Nu}{\phi \cdot \sigma_y} = \frac{137.50 \times 10^3}{0.8 \times 3000} = 57.29 \text{ cm}^2$$

③ 전단아래철근 (Avf)

$$Avf = \frac{Vu}{\phi \cdot \sigma_y \cdot \mu} = \frac{687.522 \times 10^3}{0.8 \times 3000 \times 1.4} = 204.62 \text{ cm}^2$$

3) 주철근 및 페랄스터립 산정

① 주철근

$$i) As1 = (2/3 \times Avf + An) = 193.71 \text{ cm}^2$$

$$ii) As2 = Af + An = 212.34 \text{ cm}^2$$

$$iii) As3 = 0.04 \times (\sigma_{ck}/\sigma_y) \times b \times d = 232.96 \text{ cm}^2$$

$$i), ii), iii) \text{ 중 큰 값 적용 } As(req) = 232.96 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{USE } 36 - D 25 (As = 283.75 \text{ cm}^2)$$

② 페랄스터립

$$i) As1 = 1/3 \times Avf = 68.21 \text{ cm}^2$$

$$ii) As2 = 0.5 \times (As - An) = 87.83 \text{ cm}^2$$

$$i), ii) \text{ 중 큰 값 적용 } As(req) = 87.83 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{USE } 36 - D 22 (As = 119.36 \text{ cm}^2)$$

$$-1339-$$

$$1564$$

2.6.3 철근량 산정

가) 11번부재 - 12인철근 (- MOMENT)

(1) 입력자료

콘크리트 강도	$\sigma_{ck} = 240$ (kg/cm ²)	철근 항복강도	$\sigma_y = 3000$ (kg/cm ²)
(Bending)	$\phi = 0.85$	(Shear)	$\phi = 0.70$
설계 모멘트	$M_u = 915.54$ (t-m)	유요 높이	$d = 285.0$ (cm)
설계 전단력	$S_u = 547.25$ (t)	인강 피복	$d' = 15.0$ (cm)
부재폭	$b = 300.0$ (cm)	순경간	$Ln = 1050$ (cm)

(2) 철근량 산정

$$\text{균형철근비} \quad Pb = 0.0387868 \quad \text{최대철근비} \quad Pmax = 0.0290901$$

$$\text{최소철근비} \quad Pmin = 0.0046607$$

$$\text{최소철근량} \quad As(min) = 399.00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{필요요구량} \quad As(req) = 127.37 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$As(max) > As(min) > As(req)$$

$$\text{그러므로 요구되는 } As = 169.83 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{사용철근량} \quad As(USE) = 283.75 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$D 25 \times 56EA = 283.75 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{사용철근비} \quad P(USE) = 0.0033187$$

$$a = 13.909 \text{ (cm)}$$

$$Md = \phi \cdot As \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2) = 2011.8 \text{ t-m} > Mu = 915.5 \text{ t-m} \quad (Md/Mu = 2.20) \therefore O.K !!!$$

(3) 전단 검토

$$\phi \cdot Vc = 491.412 < Su = 547.3 \text{ (t)} \therefore \text{전단 보강 필요}$$

$$-Ln/d = 3.719 < 5.0 \therefore \text{Deep Beam 으로 해석.}$$

- 수직 전단철근 가정.

$$\cdot \text{간격} : Sv = 15.0 \text{ cm} < (d/5 = 57 \text{ cm or } 45 \text{ cm})$$

$$\cdot \text{사용 철근량} : Av = D19 \times 6EA = 17.19 \text{ cm}^2$$

$$> Av(min) (= 0.0015bs = 6.75 \text{ cm}^2)$$

- 수평 전단철근 가정.

$$\cdot \text{간격} : Sh = 30.0 \text{ cm} < (d/3 = 95 \text{ cm or } 45 \text{ cm})$$

$$\cdot \text{사용 철근량} : Ah = D22 \times 6EA = 23.22 \text{ cm}^2$$

$$> Ah(min) (= 0.0025bs = 23 \text{ cm}^2)$$

- 철근이 부담하는 전단강도.

$$Se = \left(\frac{Av}{Sv} \cdot \frac{14Ln/d}{12} + \frac{Ah}{Sh} \cdot \frac{11Ln/d}{12} \right) \cdot \sigma_y \cdot d = 786.855 \text{ (t)}$$

- 공칭 전단강도.

$$Sn = Se + Ss = 702.017 + 786.86 = 1488.872 \text{ (t)}$$

$$< 0.18(10Ln/d) / \sigma_{ck} b d = 3270.967 \text{ (t)}$$

- 전단강도 검토.

$$Sd = \phi (Se + Ss) = 1042.2 \text{ (t)} > Su = 547.3 \text{ (t)} \quad (Sd/Su = 1.90) \therefore O.K !!!$$

$$-1340-$$

$$1565$$

2.7. 지반검토

1) 단면력검토

① 휨모멘트

(단위 : t-m)

하중경우	결정-22	결정-28	결정-34	비고
Case 1	812.77	-1839.01	877.92	
Case 2	714.11	-1716.20	756.39	
Case 3	708.95	-1661.47	751.22	
Case 4	738.10	-1649.49	675.72	
Case 5	733.14	-1597.04	670.76	
Case 6	644.92	-1305.90	475.71	

② 전단력

(단위 : ton)

하중경우	결정-24	결정-28	결정-32	비고
Case 1	-836.27	-121.93	858.97	
Case 2	-733.34	-111.27	747.94	
Case 3	-736.03	-111.66	750.63	
Case 4	-691.66	-82.00	732.71	
Case 5	-694.25	-82.37	735.30	
Case 6	-554.12	140.45	606.77	

$$-1342-$$

$$1567$$

2.8 기둥설계

1) 단면적 정리(국한하중)

(단위 : t, m)

하중경우	축 력 Pu	전 단 력 Su	휨모멘트 Mu	비 고
Case 1	-1788.66	- 1.15	87.02	
Case 2	-1538.15	- 2.02	80.61	
Case 3	-1538.15	- 5.19	116.14	
Case 4	-1446.79	-23.91	255.89	
Case 5	-1446.79	-23.89	313.36	
Case 6	-1128.45	-20.63	248.60	

2) 절근량산정 (다음 Page 참조)

[1] Title (소요절근 산정) :

[2] 설계기준

- 콘크리트 설계기준 강도 (σck) : 240 kg/cm²
 - 철근 항복 강도 (σyk) : 3000 kg/cm²
 - 콘크리트 탄성계수 (Ec) : 230000 kg/cm²
 - 철근 설계 강도 (σd') : 15.0 cm

[3] 기하입력 자료 (원형단면)

- 직 경 (Diameter) : 140.00 cm
 - 내지외경 길이 (Ld) : 1610.00 cm
 - 유효길이계수 (αcl) : 2.0
 - 유효길이계수 (αy) : 2.0

[4] 소요철근량 및 공칭강도

1) Load Case 1

- 국한축하중 : Pu = 1788.660 ton
 - 국한모멘트 (X) : Mux = 87.020 t.m
 - 국한모멘트 (Y) : Muy = .000 t.m
 - X축 세장비 : λx = 53.7
 - Y축 세장비 : λy = 53.7
 - 사하중 모멘트 비 : βdx = 0.000
 - βdy = 0.000
 - X축 최대모멘트 : σMux = 107.824 t.m
 - Y축 최대모멘트 : σMuy = .000 t.m
 - 합성 최대모멘트 : σMu = 107.824 t.m
 - 중립축 회전각 : θrot = .000 Deg

- 최소관심 : Emin = 21.33 cm
 - 평형관심 : Eb = 58.11 cm
 - 작용관심 : Eapp = 6.03 cm
 ∴ 영역 1 → 최소관심 구간

- 소요철근량 : Ast = 452.289 cm²
 - 소요철근비 : Pr = 1.000 %
 - 평형축하중 : ΦPb = 3426.989 ton
 - 평형모멘트 : ΦMb = 1991.296 t.m
 - 강도감소계수 : Φ = 0.650
 - 공칭축하중 : ΦPn = 5456.684 ton

2) Load Case 2

- 국한축하중 : Pu = 1538.150 ton
 - 국한모멘트 (X) : Mux = 80.610 t.m
 - 국한모멘트 (Y) : Muy = .000 t.m
 - X축 세장비 : λx = 53.7
 - Y축 세장비 : λy = 53.7
 - 사하중 모멘트 비 : βdx = 0.000
 - βdy = 0.000

- Y축 최대모멘트 : σMuy = .000 t.m
 - 합성 최대모멘트 : σMu = 96.645 t.m
 - 중립축 회전각 : θrot = .000 Deg

- 최소관심 : Emin = 21.33 cm
 - 평형관심 : Eb = 58.11 cm
 - 작용관심 : Eapp = 6.28 cm
 ∴ 영역 1 → 최소관심 구간

- 소요철근량 : Ast = 452.289 cm²
 - 소요철근비 : Pr = 1.000 %
 - 평형축하중 : ΦPb = 3426.989 ton
 - 평형모멘트 : ΦMb = 1991.296 t.m
 - 강도감소계수 : Φ = 0.650
 - 공칭축하중 : ΦPn = 5456.684 ton

3) Load Case 3

- 국한축하중 : Pu = 1538.150 ton
 - 국한모멘트 (X) : Mux = 116.140 t.m
 - 국한모멘트 (Y) : Muy = .000 t.m

- X축 세장비 : λx = 53.7
 - Y축 세장비 : λy = 53.7
 - 사하중 모멘트 비 : βdx = 0.000
 - βdy = 0.000

- X축 최대모멘트 : σMux = 139.243 t.m
 - Y축 최대모멘트 : σMuy = .000 t.m
 - 합성 최대모멘트 : σMu = 139.243 t.m
 - 중립축 회전각 : θrot = .000 Deg

- 최소관심 : Emin = 21.33 cm
 - 평형관심 : Eb = 58.11 cm
 - 작용관심 : Eapp = 9.05 cm

∴ 영역 1 → 최소관심 구간

- 소요철근량 : Ast = 452.289 cm²
 - 소요철근비 : Pr = 1.000 %
 - 평형축하중 : ΦPb = 3426.989 ton
 - 평형모멘트 : ΦMb = 1991.296 t.m
 - 강도감소계수 : Φ = 0.650
 - 공칭축하중 : ΦPn = 5456.684 ton

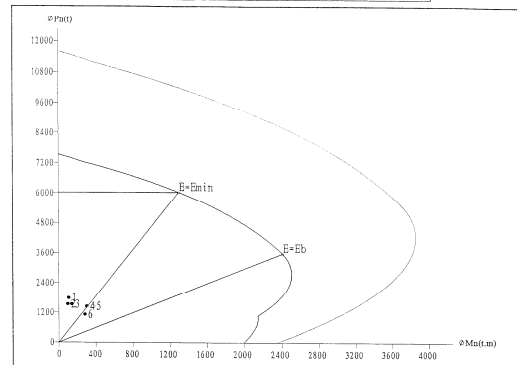
4) Load Case 4

- 국한축하중 : Pu = 1446.790 ton
 - 국한모멘트 (X) : Mux = 255.890 t.m
 - 국한모멘트 (Y) : Muy = .000 t.m

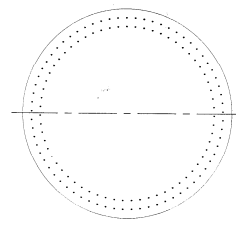
- X축 세장비 : λx = 53.7
 - Y축 세장비 : λy = 53.7
 - 사하중 모멘트 비 : βdx = 0.000
 - βdy = 0.000

- X축 최대모멘트 : σMux = 303.210 t.m

P-M INTERACTION DIAGRAM



RE-BAR ARRANGEMENT



* MINIMUM ECCENTRICITY
 Emin= 21.480 σPmin= 6031.823
 σMmin= 1295.637

* BALANCED ECCENTRICITY
 Eb = 67.470 σPb = 3460.989
 σMb = 2407.228

* RE-BAR
 1 Layer D29 x 69EA
 2 Layer D29 x 63EA
 Total Ast = 847.968 Sq.Cm

다. 내진설계

1. 검토조건

1.1 교량의 제원

- 1) 교량 형식 : STEEL BOX GIRDER 교
 2) 지간 구성 : (3@55)+(4@50)+(3@50) = 515 m
 3) 폭 원 : (14.45 ~ 25.10m)
 4) 교각 형식 : 2주식 또는 3주식 교각
 5) 기초 형식 : 직립기초

1.2 내진설계기준

- 1) 내진 등급 : 내진1등급교 (A = 0.14)
 2) 지반 계수 : S = 1.0 (지반종류 I)
 3) 응답수정계수
 - 교각 : R = 5 - 상부구조와의 연결부 : R = 1.0
 - 기초 : R = 1.5
 4) 해석 방법 : 다중모드스펙트럼해석
 5) 설계스펙트럼 : 도로교시방서 「내진설계편」 스펙트럼 이용
 6) 해석프로그램 : SAP 2000

1.3 참고문헌

- 1) 도로교표준시방서 - - - - - 건설부
 2) AASHTO STANDARD SPECIFICATION - - - - - AASHTO
 3) Seismic Design of Bridges - - - - - U.S FHWA

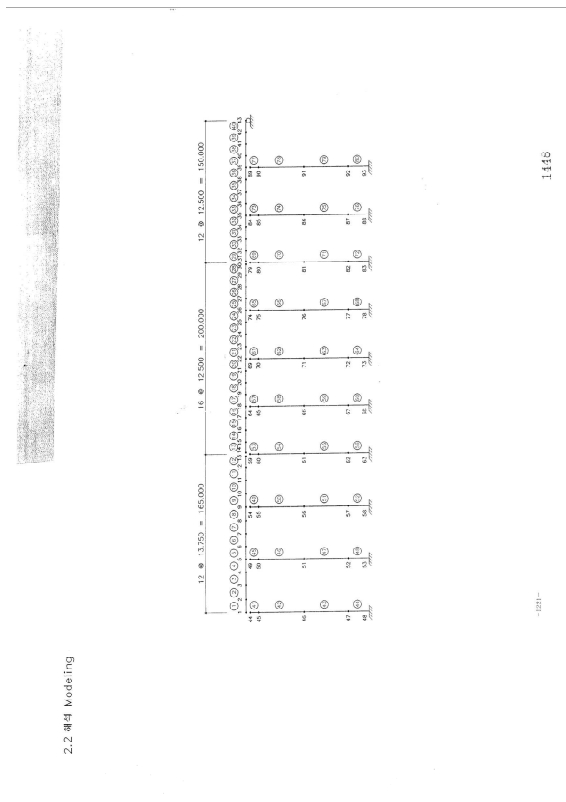
2. 내진해석 Modelling

2.1 Modelling시 주요 고려사항

- 1) 기하구조
 ① 평면선형이 곡선(R=1800m)이나 곡선반경이 크고, 호의 길이가 짧으므로 곡선효과를 고려하지 않았다.
 ② 상부구조에 대한 절결은 경간당 10m내외로 계획하였으며, 상부구조의 각 절결은 Z축상의 동일위치에 일직선으로 놓이는 것으로 가정하였다.
- 2) 단면성능 및 결함
 ① 상부구조의 변폭구간에서 단면성능은 편의상 지간중앙쪽으로 계산하였으며, 하부구조의 단면성능은 비균열단면에 대한 값을 사용하였다.
 ② 상부구조의 결함산정은 1차사하중 및 2차사하중에 대한 반력을 교량길이의 비로 나누어 경간당 분포하중으로 산정하였으며, 프로그램에서는 인장절점에 lumped mass로 변환되어 해석된다.
- 3) 경계조건
 ① 직립기초로 알반에 지지되는 교각의 하단은 모든 자유도를 구속시켰으며, 교대에는 별도의 부재를 두지 않고 지점치리하여 교축방향 변위와 교축직각방향의 회전 에 대한 자유도를 풀어 주었다.
 ② 상부구조와 하부구조가 연결되는 고정단교각, 가동단교각, 신축이음부교각 상단은 각각의 변위특성에 맞게 Constraints 조건을 설정하였다.
- 4) 절강기여도
 고유진동모드 해석에서 각 진동모드별 절강기여도의 합은 90% 이상되도록 하였다.
- 5) 응답스펙트럼
 설계응답스펙트럼은 도로교시방서 내진설계편(1996)에 제시된 값을 사용하였다.

-1219- 1446

-1220- 1447



2.3 단면성능 (Section Properties)

2.3.1 상부구조

Type	Area (m ²)	1-33 (m ²)	1-22 (m ²)	J (m ⁴)	MASS	비고 (해당부재)
1	1.177	2.491	40.887	0.774	2.363	1경간 부재
2	0.935	2.155	26.205	0.735	2.625	2경간 부재
3	0.985	2.179	26.892	0.774	2.180	3경간 부재
4	1.179	2.277	48.683	0.679	2.767	4경간 부재
5	0.944	1.889	26.245	0.660	2.551	5경간 부재
6	0.939	1.850	25.406	0.660	2.277	6경간 부재
7	0.863	1.679	19.020	0.659	2.121	7경간 부재
8	0.819	1.542	14.456	0.659	1.808	8,9,10경간 부재

-1223-

1449

2.3.2 하부구조

Type	Area (m ²)	1-33 (m ³)	1-22 (m ³)	J (m ³)	MASS	비 고 (해당부재)
9	50.000	26.000	1667.000	95.960	12.742	P ₁ Coping Section
10	9.425	2.360	2.360	4.712	2.402	P ₁ Column Section
11	50.000	26.000	1667.000	95.960	12.742	P ₁ Footing Section
12	49.200	36.900	1103.000	130.600	12.538	P ₂ , P ₃ , P ₆ , P ₇ Coping Section
13	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₂ , P ₃ , P ₆ , P ₇ Column Section
14	41.000	21.400	919.000	77.210	10.446	P ₂ , P ₃ , P ₆ , P ₇ Footing Section
15	73.200	54.900	3632.000	202.600	18.654	P ₄ Coping Section
16	13.570	4.890	4.890	9.772	3.458	P ₄ Column Section
17	61.000	31.800	3026.000	118.900	15.545	P ₄ Footing Section
18	50.100	37.600	1164.000	133.300	12.768	P ₅ Coping Section
19	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₅ Column Section
20	41.800	21.700	970.000	78.780	10.640	P ₅ Footing Section
21	39.900	29.900	588.000	102.700	10.168	P ₆ , P ₃ , P ₅ Coping Section
22	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₆ , P ₃ , P ₅ Column Section
23	33.250	17.300	490.000	61.070	8.473	P ₆ , P ₃ , P ₅ Footing Section

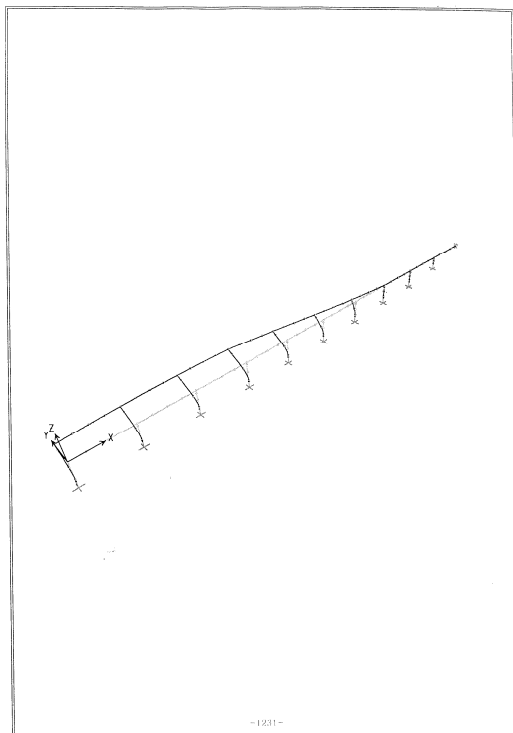
-1224- 1450

3. 모드해석 결과

3.1 모드별 유효주기 및 진동수

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC) ²	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	5.06E+00	2.42E+00	0.395	2.526
2	8.76E+00	2.96E+00	0.472	2.120
3	2.35E+01	4.84E+00	0.771	1.297
4	3.21E+01	5.66E+00	0.901	1.110
5	4.18E+01	6.47E+00	1.029	0.972
6	6.38E+01	7.96E+00	1.271	0.787
7	6.91E+01	8.31E+00	1.322	0.756
8	7.12E+01	8.46E+00	1.340	0.743
9	9.74E+01	9.87E+00	1.571	0.637
10	1.10E+02	1.08E+01	1.714	0.583
11	1.18E+02	1.08E+01	1.729	0.580
12	1.52E+02	1.23E+01	1.965	0.509
13	2.11E+02	1.45E+01	2.313	0.432
14	2.48E+02	1.57E+01	2.505	0.399
15	2.58E+02	1.61E+01	2.554	0.391
16	2.61E+02	1.62E+01	2.572	0.389
17	3.23E+02	1.80E+01	2.871	0.348
18	3.49E+02	1.87E+01	2.974	0.338
19	3.69E+02	1.92E+01	3.056	0.327
20	4.08E+02	2.02E+01	3.216	0.311
21	4.61E+02	2.15E+01	3.418	0.293
22	5.54E+02	2.35E+01	3.747	0.267
23	6.35E+02	2.52E+01	4.009	0.249
24	6.91E+02	2.63E+01	4.184	0.239
25	8.55E+02	2.97E+01	4.735	0.211
26	9.77E+02	3.13E+01	4.974	0.201
27	1.09E+03	3.31E+01	5.291	0.190
28	1.20E+03	3.48E+01	5.606	0.177
29	1.91E+03	4.37E+01	6.948	0.144
30	2.67E+03	5.16E+01	8.220	0.122
31	3.10E+03	5.48E+01	8.721	0.115
32	3.23E+03	5.68E+01	9.042	0.111
33	3.32E+03	5.79E+01	9.167	0.109
34	4.10E+03	6.41E+01	10.195	0.098
35	4.11E+03	6.41E+01	10.208	0.098
36	4.14E+03	6.44E+01	10.242	0.098
37	4.21E+03	6.49E+01	10.325	0.097
38	4.21E+03	6.49E+01	10.328	0.097
39	4.29E+03	6.55E+01	10.419	0.096
40	4.64E+03	6.81E+01	10.842	0.092
41	4.72E+03	6.85E+01	10.935	0.091
42	5.10E+03	7.14E+01	11.362	0.088
43	5.10E+03	7.18E+01	11.432	0.087
44	5.17E+03	7.19E+01	11.445	0.087
45	5.22E+03	7.23E+01	11.499	0.087
46	5.40E+03	7.39E+01	11.756	0.085
47	5.40E+03	7.41E+01	11.789	0.085
48	6.26E+03	7.91E+01	12.594	0.079
49	6.58E+03	8.11E+01	12.914	0.077
50	6.63E+03	8.14E+01	12.958	0.077
51	6.71E+03	8.19E+01	13.032	0.077

-1225- 1451



SAP2000 v5.09 - File/Yhal - Mode 3 Period 1.3219 seconds - Ton-m Units

-1231-

1457

4. 설계스펙트럼 및 모드별 유효가속도

4.1 설계스펙트럼

o 관측을 5% 가정

o 표준화된 응답스펙트럼(도로교통공사령서) 사용

주 기	가 속 도 비 (X - Dir)	가 속 도 비 (Y - Dir)	비 고
0.30	2.50	2.50	
0.50	1.87	1.87	
0.80	1.53	1.53	
1.00	1.39	1.39	
1.30	1.21	1.21	
1.50	1.11	1.11	
1.80	0.98	0.98	
2.00	0.90	0.90	
2.30	0.81	0.81	
2.50	0.75	0.75	
2.80	0.67	0.67	
3.00	0.62	0.62	

(가속도비 : 스펙트럼가속도 / 최대지반가속도)

-1239-

1465

4.2 동등분 관량과잉도(Obola) Participating Mass)

(단위 : %)						
MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	27.430	0.000	0.000	27.430	0.000	0.000
2	22.833	0.000	0.000	22.833	0.000	0.000
3	0.000	49.683	0.000	50.061	49.683	0.000
4	16.555	0.000	0.000	66.616	49.683	0.000
5	0.000	2.983	0.000	69.616	52.665	0.000
6	2.674	0.000	0.000	69.290	52.665	0.000
7	0.000	11.726	0.000	69.290	64.392	0.000
8	4.025	0.000	0.000	73.315	64.392	0.000
9	2.580	0.000	0.000	75.895	64.392	0.000
10	0.000	4.587	0.000	75.895	68.978	0.000
11	2.515	0.000	0.000	78.409	68.978	0.000
12	2.430	0.000	0.000	80.839	68.978	0.000
13	0.000	0.000	0.743	80.839	68.978	0.743
14	0.000	3.699	0.000	80.839	72.678	0.743
15	0.000	0.000	0.011	80.839	72.678	0.754
16	0.000	0.000	0.546	80.839	72.678	1.300
17	1.963	0.000	0.000	82.809	72.678	1.300
18	0.000	0.000	2.285	82.809	72.678	3.585
19	0.000	0.000	0.002	82.809	72.678	3.587
20	0.000	0.654	0.000	82.809	73.332	3.587
21	0.000	0.000	0.002	82.809	73.332	3.589
22	0.000	1.548	0.000	82.809	74.880	3.589
23	0.000	0.000	0.251	82.809	74.881	3.840
24	0.000	0.000	14.634	82.809	74.881	18.474
25	0.000	0.000	10.290	82.809	74.881	28.704
26	0.000	0.000	16.786	82.809	74.881	45.520
27	0.000	2.833	0.000	82.809	77.714	45.520
28	0.000	2.232	0.000	82.809	79.946	45.520
29	0.018	0.000	0.000	82.827	79.946	45.520
30	0.000	0.132	0.000	82.827	80.078	45.520
31	0.000	0.267	0.000	82.827	80.345	45.520
32	0.000	0.000	0.000	82.848	80.345	45.523
33	0.000	0.000	0.002	82.848	80.345	45.523
34	0.000	0.000	0.000	82.848	80.345	45.523
35	0.000	0.000	0.000	82.859	80.345	45.523
36	0.000	0.000	0.000	82.859	80.345	45.523
37	1.441	0.001	0.000	84.300	80.346	45.523
38	0.005	0.008	0.000	84.306	80.444	45.523
39	0.000	0.000	0.071	84.306	80.444	46.524
40	0.000	0.000	0.702	84.306	80.444	47.227
41	0.593	0.000	0.000	84.897	80.444	47.227
42	0.000	0.000	0.032	84.867	80.444	47.259
43	0.836	0.000	0.000	85.703	80.444	47.259
44	0.000	1.582	0.000	85.703	82.026	47.259
45	0.594	0.000	0.000	86.297	82.026	47.259
46	0.000	0.000	0.175	86.297	82.026	47.434
47	0.000	0.000	0.266	86.297	82.026	47.700
48	0.000	0.002	0.000	86.297	82.028	47.700
49	0.000	0.002	0.000	86.297	82.830	47.700
50	0.000	0.000	0.275	86.297	82.830	47.974
51	0.548	0.000	0.000	86.845	82.830	47.975
52	0.000	0.000	0.001	86.845	82.830	47.975

-1210-

1466

구 분	1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고 (결함)
	S (ton)	M (tm)	S (ton)	M (tm)		
PIER 9	교각상단	557.71	0.00	0.19	0.09	0.46 결함-84
	저판하단	588.01	7296.76	0.18	0.71	0.53 결함-87
	저판상단	588.01	8765.37	0.18	1.10	0.53 결함-88
PIER 10	교각상단	58.80	0.00	0.26	0.09	0.57 결함-89
	저판하단	103.85	493.53	0.32	1.54	0.62 결함-92
	저판상단	103.85	744.85	0.32	2.32	0.62 결함-93
ABUT 2	교대상단	0.14	0.00	0.20	0.00	16.15 결함-43
	저판하단	-	-	-	-	-

2) 탄성변위 (교각상단기준)

구 분	변위 (cm)		비 고
	X-Dir	Y-Dir	
PIER 1	13.73	1.67E-6	
PIER 2	13.71	1.59E-6	
PIER 3	13.77	1.52E-6	
PIER 4	17.18	1.14E-6	
PIER 5	17.17	9.97E-7	
PIER 6	17.24	7.50E-7	
PIER 7	17.28	7.97E-7	
PIER 8	17.29	2.33E-6	
PIER 9	5.74	1.55E-6	
PIER10	5.81	1.15E-6	
ABUT 2	5.84	0.00	

-1245-

1471

5. 반한변 해석에 의한 탄성변위 및 탄성변위

5.1 교각방향해석

1) 탄성변위

구 분	1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고
	S (ton)	M (tm)	S (ton)	M (tm)		
PIER 1	교각상단	45.20	0.00	0.12	0.57	0.19 결함-44
	저판하단	144.56	1852.29	0.12	0.30	0.28 결함-47
	저판상단	144.56	2146.64	0.12	0.57	0.28 결함-48
	교각상단	495.85	0.00	0.31	0.16	0.49 결함-49
PIER 2	저판하단	529.62	9210.25	0.34	1.54	0.72 결함-52
	저판상단	529.62	10522.64	0.34	2.36	0.72 결함-53
	교각상단	46.67	0.00	0.21	0.14	0.78 결함-54
PIER 3	저판하단	142.65	1918.24	0.20	1.09	1.21 결함-57
	저판상단	142.65	2227.21	0.20	1.56	1.21 결함-58
	교각상단	67.70	0.00	0.31	0.10	0.64 결함-59
PIER 4	저판하단	213.28	3052.97	0.22	1.04	1.20 결함-62
	저판상단	213.28	3504.32	0.22	1.50	1.20 결함-63
	교각상단	507.86	0.00	0.21	0.07	0.68 결함-64
PIER 5	저판하단	539.09	10068.13	0.14	0.54	0.88 결함-67
	저판상단	539.09	11402.82	0.14	0.82	0.88 결함-68
	교각상단	50.44	0.00	0.22	0.08	0.45 결함-69
PIER 6	저판하단	142.12	1834.73	0.21	0.81	0.59 결함-72
	저판상단	142.12	2146.14	0.21	1.26	0.59 결함-73
	교각상단	52.68	0.00	0.16	0.08	0.73 결함-74
PIER 7	저판하단	141.07	1713.87	0.13	0.49	1.06 결함-77
	저판상단	141.07	2027.29	0.13	0.72	1.06 결함-78
	교각상단	54.51	0.00	0.16	0.16	0.28 결함-79
PIER 8	저판하단	127.34	1434.72	0.18	0.82	0.39 결함-82
	저판상단	127.34	1748.64	0.18	1.16	0.39 결함-83

-1244-

1470

PIER 1	교각상단	45.20	0.00	0.12	0.57	0.19 결함-44
	저판하단	144.56	1852.29	0.12	0.30	0.28 결함-47
	저판상단	144.56	2146.64	0.12	0.57	0.28 결함-48
	교각상단	495.85	0.00	0.31	0.16	0.49 결함-49
PIER 2	저판하단	529.62	9210.25	0.34	1.54	0.72 결함-52
	저판상단	529.62	10522.64	0.34	2.36	0.72 결함-53
	교각상단	46.67	0.00	0.21	0.14	0.78 결함-54
PIER 3	저판하단	142.65	1918.24	0.20	1.09	1.21 결함-57
	저판상단	142.65	2227.21	0.20	1.56	1.21 결함-58
	교각상단	67.70	0.00	0.31	0.10	0.64 결함-59
PIER 4	저판하단	213.28	3052.97	0.22	1.04	1.20 결함-62
	저판상단	213.28	3504.32	0.22	1.50	1.20 결함-63
	교각상단	507.86	0.00	0.21	0.07	0.68 결함-64
PIER 5	저판하단	539.09	10068.13	0.14	0.54	0.88 결함-67
	저판상단	539.09	11402.82	0.14	0.82	0.88 결함-68
	교각상단	50.44	0.00	0.22	0.08	0.45 결함-69
PIER 6	저판하단	142.12	1834.73	0.21	0.81	0.59 결함-72
	저판상단	142.12	2146.14	0.21	1.26	0.59 결함-73
	교각상단	52.68	0.00	0.16	0.08	0.73 결함-74
PIER 7	저판하단	141.07	1713.87	0.13	0.49	1.06 결함-77
	저판상단	141.07	2027.29	0.13	0.72	1.06 결함-78
	교각상단	54.51	0.00	0.16	0.16	0.28 결함-79
PIER 8	저판하단	127.34	1434.72	0.18	0.82	0.39 결함-82
	저판상단	127.34	1748.64	0.18	1.16	0.39 결함-83

-1243-

1475

1.2.3 시설물 점검이력

대상 교량은 2002년 8월 24일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다. 현재까지 실시한 안전점검 중 정밀안전점검 및 정밀안전진단시 조사된 주요한 손상내용 및 분석결과는 다음과 같다.

【표 1.2.2】 범안대교 점검이력사항

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
1	2003.02.24 ~2003.04.25	(주)한국건설 안전기술단	유홍렬	정밀안전 점검	상태양호	A등급
2	2003.10.25 ~2003.12.25	(주)한국건설 안전기술단	유홍렬	정기안전 점검	상태양호	양호
3	2004.05.19 ~2004.07.18	(주)혜성안 전기술원	정갑출	정기안전 점검	상태는 양호한 편이고 하부구조는 폭 0.1~0.2mm 균열이 다수 발생한 상태이며 배수구 막힘이 2개소 발생하였다. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태이다.	양호
4	2004.11.01 ~2004.12.25	(주)혜성안 전기술원	정갑출	정기안전 점검	상태는 양호한 편이고 하부구조는 폭 0.1~0.2mm 균열이 다수 발생한 상태이며 배수구 막힘이 8개소 발생하였다. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태이다.	양호
5	2005.05.12 ~2005.07.05	(주)혜성안 전기술원	정갑출	정밀안전 점검	경미한 손상(미세균열, 백태, 일부파손 등)이 발생하였으나 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으며 정밀안전진단 필요성은 없는 상태임.	A등급
6	2005.10.07 ~2005.11.30	(주)혜성안 전기술원	정갑출	정기안전 점검	교면포장부분은 별다른 이상이없는 양호한 상태이며, 방호벽중양분리대는 폭 0.1mm~0.2mm 미세균열, 일부 백화 발생, 교대는 폭 0.1mm 미세균열, 교각는폭 0.1mm~0.2mm 미세균열 및 파손 및 손상, 신축이음장치의 후태재 미세균열 발생	양호
7	2006.05.08 ~2006.05.31	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가, 따라서 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성을 없다.	양호
8	2006.10.01 ~2006.11.30	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다.	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
9	2007.04.05 ~2007.05.31	부계기술단 (주)	장용순	정밀안전 점검	0.2mm이하 균열, 표지병 파손, 텔리네이터 파손, 교량받침 녹발생	A등급
10	2007.10.01 ~2007.11.30	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	0.2mm이하 균열, 표지병 파손, 텔리네이터 파손, 교량받침 녹발생	양호
11	2008.04.23 ~2008.05.30	(주)한국건설안전기술 단	유홍렬	정기안전 점검	안전성을 저해할 만한 손상은 없으나 공용년수가 증가 및 중차량의 통행이 빈번함에 따라 보수안에 따라 보수 및 지속적인 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보	양호
12	2008.10.01 ~2008.11.29	(주)한국건설안전기술 단	유홍렬	정기안전 점검	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수가 증가 및 중차량의 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보	양호
13	2009.04.07 ~2009.05.31	(주)동화엔 지니어링	이상협	정기안전 점검	범안대교에 대한 정기안전점검결과 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서, 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 교량의 설계기준인 DB-24이상 차량의 통행을 제한하며 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 이 교량의 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	양호
14	2009.04.07 ~2009.06.30	(주)동화엔 지니어링	이상협	정밀안전 점검	범안대교에 대한 정밀안전점검결과 시설물의 종합평가등급은 “A	A등급
15	2009.10.01 ~2009.11.30	(주)동화엔 지니어링	김용삼	정기안전 점검	미세균열, 텔리네이트 파손, 신축이음부분부식이 일부구간 관찰되나 교량의 안전성을 저할 만한 손상은 없으며 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며, 부분적인 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
16	2010.04.27 ~2010.05.31	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이나, 기 발생된 손상현황은 유지관리차원의 적절한 조치가 필요하며 특히, 신축이음 후타재 균열에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	양호
17	2010.09.13 ~2010.11.30	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	2010년 하반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 주부재 및 보조부재에 일부 손상이 진전된 상태로, 진전된 주요손상으로는 포장균열, 균열부 주변 포트홀, 패임과 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 내부 손상등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
18	2011.05.02 ~2011.05.31	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	2011년 상반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 교면포장에 대한 전면 재포장을 시행하여 포장의 상태는 양호하며, 그 외 주부재 및 보조부재에 일부 손상이 조사된 상태로, 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 외부 및 내부 손상, 유도배수관 누수 및 배수구 막힘등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
19	2011.11.01 ~2011.11.30	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	2011년 하반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 갭길 일부 구간에 대한 표면처리를 실시하였으며, 경미한 손상의 진전이 발생된 상태로 조사되었으며, 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 외부 및 내부 도장손상, 내부 우수유입 및 조류배설물로 인한 오염 유도배수관 누수 및 배수구 막힘 등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
20	2012.03.05 ~2012.06.30	(주)아워 브레인	유근무	정밀안전 진단 (하자)	-범안대교에 대한 정밀안전진단 결과, 상하행선 모두 안전등급 'B'로 평가되었다. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 나타났다. 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상(주형의 처짐 및 변형, 받침의 파손 등)은 없으며, 신축이음 및 받침장치의 가동상태 등 교량의 전반적인 신축거동 또한 양호한 상태로 나타났다. 다만, 교량의 내구성 측면 및 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생된 상태이며, 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형내부 우수유입 및 내·외부 도장손상, 하부구조 균열, 신축장치 및 받침장치 균열 등이다. -콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트의 강도 및 탄산화, 철근 배근상태 등은 전반적으로 설계기준이나 시방기준에 만족하는 것으로 평가되었다. -강재 비파괴시험 결과, 주형의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 나타났으며, 주형 내·외부에 대한 도막두께 또한 양호한 상태로 측정되었다. -대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 범물방향은 0.197, 안심방향은 0.203으로 전체 교량의 환산결함도 점수는 0.200 으로 산정되어 상태평가등급은 'B'로 평가되었다. -SPG구간 및 STB 구간에 대한 구조해석 및 재하시험 결과, 모든 부재에서 안전율이 1.0 이상으로 설계하중(DB(DL)-24)를 만족하고 있으며, 공용내하력 평가결과 설계하중을 상회하고 있는바, 대상교량의 안전성 평가 결과는 기준 'A'로 평가되었다. -범안대교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가등급은 'B' 등급, 안전성평가등급은 'A' 등급으로 전체 안전등급은 'B'등급으로 지정되었다. 따라서, 금회 진단에서 조사된 보수를 요하는 국부적인 손상에 대한 보수와 지속적인 유지관리를 실시한다면 1등교로써의 기능성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	B등급

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
21	2012.11.02 ~2012.11.25	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	주요 손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨	양호
22	2013.04.12 ~2013.04.26	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사결과 포장균열, 포장면 망상균열, 아스콘패임, 후타재 균열 및 신축이음 고무재 탈락등이 발생한 상태	양호
23	2013.08.26 ~2013.09.08	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	전회 정기점검 후 하자보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태. 주요 손상으로는 교면포장의 포장균열 및 신축이음장치 후타재 균열로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되며 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨.	양호
24	2014.02.15 ~2014.04.05	(주)삼우기술	이달재	정밀안전점검	주요 손상으로는 신축장치 후타재 균열, 고무셀재 불량 및 교대, 교각의 콘크리트 파손, 미세균열 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다	B등급
25	2014.10.10 ~2014.10.24	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	- 하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태 -갓길측망상균열,포장균열,경미한아스콘패임발생 -신축장치고무셀재일부탈락,후타재균열(CW≥0.3mm)	양호
26	2015.03.11 ~2015.03.25	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	- 하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태 -갓길측망상균열,포장균열,경미한아스콘패임발생 -신축장치고무셀재일부탈락,후타재균열(CW≤0.3mm)	양호
27	2015.09.01 ~2015.09.19	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	전회 정기점검 후 하자보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태이며, 주요 손상으로는 포장균열, 갓길측 망상균열, 경미한 아스콘 패임, 신축이음장치 후타재 균열 등이 조사되었으며, 시설물의 구조적 안전성과 차량의 주행성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 지속적인 주의관찰과 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
28	2016.02.19 ~2016.04.03	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정밀안전점검	-교면포장:망상균열,보수부재균열,이물질 퇴적,포장폐임,포장균열 -방호벽:균열,굽힘 -배수시설:배수구막힘,배수관설치불량 -신축이음:균열,망상균열,토사퇴적 -받침장치:이동지시선파손,철재탈락 -거더내부:배설물퇴적,실링불량 -교대및교각:범면보호블럭침하,누수오염, 누수흔적,열화 -범안대교의현장조사(외관조사,내구성조사)에의한상태평가결과 『B등급(0.131)』으로평가되었으며,금회조사된결함및손상 부위에대해서는단기적인보수와중점유지관리항목들에대한주기적인점검이시행된다면 내구성및사용성에는문제가없을것으로판단되며,유지관리하는데는문제가없을것으로 판단된다.	B등급
29	2016.08.19 ~2016.09.01	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	2016년 하반기 정기점검 결과, 전반적으로 양호한 상태. 주요 손상으로는 교면포장의 망상균열, 포장폐임 및 신축이음장치 후타재 균열로 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 손상 부위에 대한 보수보강과 함께 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
30	2017.03.02 ~2017.06.09	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정밀안전진단	-교면포장 망상균열, 아스콘 균열 -배수관위치불량 -신축이음장치A2하부고무재변형(하부누수) -거더도장박락,내부일부부식,실링처리미흡	B등급
31	2017.11.01 ~2017.11.20	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	-포장부 균열, 망상균열, 포장파손, 아스콘 폐임, 표지병 탈락 등 -방호벽및중앙분리대수직균열,굽힘 -신축이음후타재균열,배수시설양호 -캔틸레버미세균열및백태,가로보강재부식 -거더상태양호 -교대및교각균열,망상균열,백태,오염등 -교량받침철재탈락	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
32	2018.03.20 ~2018.04.15	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	범안대교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 교면포장아스콘균열및망상균열,아스콘패임,파손,신축이음후타재균열,하부누수,방호벽균열및백태,배수시설이물질퇴적,바닥판하면균열및백태,재료분리,파손,거더외부도장탈락,내부이물질퇴적,교량받침받침콘크리트균열및파손,교각균열및망상균열,누수흔적,교대균열및백태,법면침하,체수,누수흔적등의손상이조사되었고,신규손상으로교각균열및망상균열,교면포장아스콘손상,방호벽백태,교량받침받침콘크리트균열등이확인되었으며,신규손상은기존누락손상으로확인되었다. 기손상부는장기공용에의한열화,우수유입,외부충격등의원인으로발생된손상으로판단된다. 본교량은손상물량총괄표에제시한보수·보강방안을참조하여보수를실시하고,지속적인점검으로손상의진전유무를확인,손상의진전시조치를취하는유지관리가효율적일것으로판단된다.	양호
33	2018.08.21 ~2018.09.19	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	범안대교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 교면포장아스콘균열및망상균열,아스콘패임,파손,신축이음후타재균열,하부누수,방호벽균열및백태,배수시설이물질퇴적,바닥판하면균열및백태,재료분리,파손,거더외부도장탈락,내부이물질퇴적,교량받침받침콘크리트균열및파손,교각균열및망상균열,누수흔적,교대균열및백태,법면침하,체수,누수흔적등의손상이조사되었고,신규손상으로교각균열및망상균열,교면포장아스콘망상균열,바닥판하면백태,PE방호벽파손등이확인되었으며,신규손상은기존누락손상으로확인되었다. 기손상부는장기공용에의한열화,우수유입,외부충격등의원인으로발생된손상으로판단된다. 본교량은손상물량총괄표에제시한보수·보강방안을참조하여보수를실시하고,지속적인점검으로손상의진전유무를확인,손상의진전시조치를취하는유지관리가효율적일것으로판단된다.	양호

【표 1.2.2】 범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
34	2019.04.22 ~2019.06.09	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	교면포장 : 아스콘 균열, 파손, 라벨링 방호벽및중앙분리대:균열(cw=0.3mm내 · 외), 백태, 긁힘 배수시설:법면수직도수로이격, 배수구막힘, 배수관이음부누수 신축이음:후타재균열및파손, 하부누수 바닥판:균열(cw=0.3mm미만), 백태, 파손, 재 료분리 거더:도장박리및박락, 부식및변형 받침장치:받침콘크리트균열(cw=0.3mm미 만), 받침콘크리트파손 교대및교각:균열(cw=0.3mm내 · 외), 파손 및철근노출, 법면보호블럭침하	B등급
35	2019.10.28 ~2019.11.28	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	범안대교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 금회교대및교각, 바닥판하면 등에표면보수, 단면보수, 주입보수등의전반 적보수가 실시되었고, 보수는 양호한상태로 확인되었다. 기존상인교면포장아스콘균열, 신축이음후타재균열, 방호벽균열및백태, 배 수시설위치불량, 바닥판하면균열및백태, 거 더외부도장탈락, 교량받침받침콘크리트균 열, 교각망상균열누수오염및열화, 교대실란 트파손등의손상은 장기공용에의한열화, 건 조수축, 외부충격등의원인으로발생된손상 으로 판단된다. 기존상부는 현재경미한상태및물량의규모가 작으므로, 현시점의유지보수보다는주기적 인점검을 통한손상의진전및신규손상발생시 표면처리, 단면보수등의일괄보수가효율적 일것으로판단된다.	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
36	2020.03.09 ~2020.04.15	일광이앤씨 (주)	박일한	정기안전 점검	아스콘 균열 및 파손, 라벨링 → 주의관찰 배수시설 위치불량, 이음부누수, 유도배수관 파손, 법면수직도수로 이격 → 배수관 정비, 주의관찰 방호벽 균열 및 백태, 굽힘 → 주의관찰 신축이음 후타재균열, 하부 누수 → 주의관찰 받침콘크리트 균열, 눈금자파손 → 주의관찰 바닥판 균열, 백태 → 주의관찰 거더상태 양호 → 주의관찰 교대 실란트파손, 체수, 법면보호블럭 침하 → 주의관찰 교각 망상균열, 누수오염, 화재흔적, 파손 → 주의관찰, 단면보수	양호
37	2020.10.05 ~2020.10.31	일광이앤씨 (주)	박일한	정기안전 점검	아스콘 균열 및 파손 배수관이음부누수, 배수관 위치불량, 배수관 탈락, 법면수직도수로 이격 방호벽 균열, 굽힘 신축이음 후타재 균열/파손, 하부 누수 받침장치 받침콘크리트 균열, 고무씰링재 탈 락, 눈금자 파손 바닥판 균열, 백태 거더도장 박리 교대 균열, 체수, 법면 침하/밀림 교각 망상 균열, 누수 오염, 열화, 파손	양호
38	2021.04.19 ~2021.06.09	주식회사 다인기술단	김병훈	정밀안전 점검	* 바닥판 균열(W<0.3mm), 바닥판 백태, 거더도장 박리, 가로보 부식 및 변형, 교대 법면 보호블럭 침하, 교대 법면 보호블럭 밀림, 교대 균열(W<0.3mm), 교대 파손 및 철근 노출, 교각 균열(W<0.3mm), 교각 균열(W≥0.3mm), 교각 누수 오염, 교각 망상 균열, 교각 파손, 탈락, 교각 표면 박리, 교각 조류 배설물 퇴적, 받침 본체 실링제 탈락, 이동량 눈금자 파손, 받침 콘크리트 균열, 아스콘 균열, 아스콘 파손, 소성 변형, 방호벽 균열(W<0.3mm), 방호벽 굽힘, 데리네이트 파손, 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 배수관 위치 불량, 후타재 균열, 후타재 파손, 차수커버 볼트 탈락	B등급

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
39	2021.09.27 ~2021.11.25	주식회사 다인기술단	김병춘	정기안전 점검	* 아스콘 균열, 방호벽, 중분대 균열(W<0.3mm), 방호벽 콘크리트탈락, 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 배수관 위치 불량, 신축이음 후타재 균열(W<0.3mm), 신축이음 후타재 파손, 바닥판하면 균열(W<0.3mm), 바닥판하면 백태, 거더 도장박리, 거더 부식 및 변형, 받침장치 실링재 탈락, 받침장치 이동량눈금자 파손, 받침장치 받침콘크리트 균열, 교대 법면보호블럭 침하, 밀림, 교대 균열(W<0.3mm), 교대 파손 및 철근노출, 교각 균열(W<0.3mm), 교각 망상균열, 교각 누수오염, 교각 표면박리, 교각 조류배설물 퇴적	양호
40	2022.03.11 ~2022.06.09	(주)명성엔 지니어링	정지운	정밀안전 진단	-거더 외부 도장손상(박리), 굽힘, 볼트부식 -거더내부도장손상(박리),이물질퇴적 -가로보및세로보부식및변형 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만),백태 -하부구조균열(폭0.3mm미만),망상균열,표 면열화,파손,이물질퇴적,누수오염,체수흔 적,법면보호블록침하,밀림 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열 (폭0.3mm미만),실링재탈락 -신축이음후타재균열(폭0.3mm미만),파손 -교면포장아스콘균열,파손 -배수시설배수구막힘,배수관볼트탈락,배 수관위치불량 -콘크리트난간균열(폭0.3mm미만),백태,굽 힘 -점검시설상태양호	B등급
41	2022.10.11 ~2022.11.25	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	-교면포장 : 아스콘 균열, 파손 -신축이음:본체이물질퇴적 -방호벽:균열및망상균열 -배수시설:배수구막힘,배수관연결핀탈락 -바닥판하면:균열및백태 -거더:외부도장박리,도장굽힘,볼트부식,내 부이물질퇴적 -교량받침:균열,이동량눈금자파손 -교각:균열,망상균열,법면보호블록침하,백 태 -교대:균열및망상균열,누수오염및흔적,체 수흔적,파손및철근노출,법면침하등	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
42	2022.06.10 ~2022.12.31	(주)명성엔 지니어링	서동진	1종성능 평가	-거더 외부 도장손상(박리), 굽힘, 볼트부식 -거더내부도장손상(박리),이물질퇴적 -가로보및세로보부식및변형 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만),백태 -하부구조균열(폭0.3mm미만),망상균열,표면열화,파손,이물질퇴적,누수오염,채수흔적,법면보호블록침하,밀림 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열(폭0.3mm미만),실링재탈락 -신축이음후타재균열(폭0.3mm미만),파손 -교면포장아스콘균열,파손 -배수시설배수구막힘,배수관볼트탈락,배수관위치불량 -콘크리트난간균열(폭0.3mm미만),백태,굽힘 -점검시설상태양호 -평가/결합지수 - 범물방향:안전성-0.154,내구성-0.160,사용성:0.181 - 안심방향:안전성-0.157,내구성-0.160,사용성:0.181 - 종합성능등급산정:0.159-B등급	B등급
43	2023.03.11 ~2023.05.10	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	-교면포장 : 아스콘 균열, 파손 -신축이음:본체이물질퇴적 -방호벽:균열및망상균열 -배수시설:배수구막힘,배수관연결핀탈락 -바닥판하면:균열및백태 -거더:외부도장박락,도장탈락,도장굽힘,볼트부식,내부이물질퇴적 -가로보및세로보:부식및변형 -교량받침:균열,이동량눈금자파손 -교대:균열,파손및철근노출,법면보호블록침하,누수흔적 -교각:균열및망상균열,표면열화,백태,누수오염,채수흔적,이물질퇴적	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
44	2023.11.29 ~2023.12.25	주식회사 홍익기술산업	박인배	정기안전 점검	- 바닥판하면 : 균열(0.3mm미만), 오염, 백태 -거더:상태양호 -가로보:부식및변형,볼트부식 -교량받침:받침콘크리트/몰탈균열(0.3mm미만),이동량눈자파손 -교대:균열(0.3mm미만),법면보호블록침하,누수흔적,실란트갈라짐 -교각:균열/망상균열(0.3mm미만),백태,파손,표면박리,누수오염,채수흔적,표면열화,조류배설물퇴적 -기초:상태양호 -교면포장:포장균열,파손 -신축이음:후타재균열/망상균열,유간토사퇴적 -배수시설:배수구막힘,배수관연결핀탈락 -난간및연석:방호벽균열/망상균열/백태균열(0.3mm미만) -안전및기타시설:중앙분리대균열(0.3mm미만),점검로난간탈락,조류서식(새둥지) -비탈면:상태양호	양호
45	2024.03.18 ~2024.05.17	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전 점검	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백태, 파손 등 -거더도장긋힘,볼트부식,이물질퇴적등 -가로보및세로보부식및변형등 -교대균열(0.3mm미만),파손및철근노출,실란트파손,법면유실등 -교각균열(0.3mm미만),망상균열,표면열화,누수오염,이물질퇴적,폐자재적치등 -교량받침받침콘크리트균열(0.3mm미만),무수축몰탈균열(0.3mm미만)등 -신축이음후타재박리,이물질퇴적등 -교면포장아스콘균열,망상균열,파손,패임 등 -배수시설배수구막힘,연결재탈락,배수관이음부누수등 -난간및연석균열(0.3mm미만),망상균열등 -점검시설상태양호	B등급

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
46	2024.10.14 ~2024.12.03	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백태, 파손 등 - 거더도장긋힘, 볼트부식, 이물질퇴적등 - 가로보및세로보부식및변형등 - 교대균열(0.3mm미만), 파손및철근노출, 실란트파손, 법면유실등 - 교각균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염, 이물질퇴적, 폐자재적치등 - 교량받침받침콘크리트균열(0.3mm미만), 무수축물탈균열(0.3mm미만)등 - 신축이음후타재박리, 이물질퇴적등 - 교면포장아스콘균열, 망상균열, 파손, 패임, 접속부망상균열, 파손등 - 배수시설배수구막힘, 연결재탈락, 배수관 이음부누수등 - 난간및연석균열(0.3mm미만), 망상균열등	양호
47	2025.03.07 ~2025.04.30	주식회사 홍익기술산 업	김상기	정기안전 점검	- 교면포장 : 포장 균열, 망상균열, 박리, 파손, 접속부포장 망상균열, 파손 - 배수시설: 배수구막힘, 배수관연결핀탈락, 이음부누수 - 난간및연석: 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만) - 신축이음: 후타재박리, 망상균열, 유간토사 퇴적 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 받침물탈균열, 도장박리 - 바닥판하면: 균열(0.3mm미만), 백태균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 들뜸 - 거더: 도장긋힘, 박리, 박락, 볼트부식, 이물질퇴적 - 가로보및세로보: 부식및변형 - 교대: 균열(0.3mm미만), 백태, 파손및철근노출, 실란트파손, 법면보호블록침하 - 교각: 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만), 표면열화, 오염, 이물질퇴적(조류서식), 폐자재적치 - 기초: 지반의안전성상태양호(노출없음) - 점검로: 상태양호 - 공중이이용하는부위: 추락방지시설(b등급), 도로포장(b등급), 도로부신축이음(b등급)	양호

【표 1.2.2】범안대교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
48	2025.07.01 ~2025.12.31	주식회사 홍익기술산 업	김상기	정기안전 점검	- 교면포장 : 포장 균열, 망상균열, 박리, 파손, 접속부포장 망상균열, 파손 - 배수시설: 배수구막힘, 배수관연결핀탈락, 이음부누수 - 난간및연석: 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만) - 신축이음: 후타재박리, 망상균열, 유간토사 퇴적 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 받침물탈균열, 도장박리 - 바닥판하면: 균열(0.3mm미만), 백태균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 들뜸 - 거더: 도장긁힘, 박리, 박락, 볼트부식, 이물 질퇴적 - 가로보및세로보: 부식및변형 - 교대: 균열(0.3mm미만), 백태, 파손및철근노출, 실란트파손, 법면보호블록침하 - 교각: 균열(0.3mm미만), 망상균열(0.3mm미만), 표면열화, 오염, 이물 질퇴적(조류서식), 폐자재적치 - 기초: 지반의안전성상태양호(노출없음) - 점검로: 상태양호 - 공중이이용하는부위: 추락방지시설(b등급), 도로포장(b등급), 도로부신축이음(b등급)	양호

1.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2024년05월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	2024년 범안로 시설물 정기 및 정밀안전점검 기술용역	
용역기간	2024-03-18 ~ 2024-05-17(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백태, 파손 등 - 거더 도장긁힘, 볼트부식, 이물질퇴적 등 - 가로보 및 세로보 부식 및 변형 등 - 교대 균열(0.3mm미만), 파손 및 철근노출, 실란트 파손, 법면유실 등 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염, 이물질퇴적, 폐자재적치 등 - 교량받침 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 무수축물탈 균열(0.3mm미만) 등 - 신축이음 후타재 박리, 이물질퇴적 등 - 교면포장 아스콘 균열, 망상균열, 파손, 패임 등 - 배수시설 배수구 막힘, 연결재 탈락, 배수관 이음부 누수 등 - 난간 및 연석 균열(0.3mm미만), 망상균열 등 - 점검시설 상태양호	
비파괴조사	- 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa, 교각:24Mpa)의 설계기준 강도를 상회하는 것으로 검토되어 공용년수 경과에 따른 강도 저하의 발생하지 않은 것으로 판단된다. - 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	
안전성평가 (진단시)	해당없음	
상태평가	손상결함도 지수 0.145으로 B등급	
보수보강 (진단시)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 범안대교에 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 범안대교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다. - 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. - 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. - 교면포장 아스콘 파손 및 균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.	

1.2.5 전차 정밀안전진단 실시결과(2022년06월)

구분	정밀안전진단 결과	비고
용역명	범안대교 정밀안전진단 및 내진성능평가 기술용역	
용역기간	2022-03-11 ~ 2024-06-09(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	• 거더 외부 도장손상(박리), 굽힘, 볼트부식 • 거더 내부 도장손상(박리), 이물질퇴적 • 가로보 및 세로보 부식 및 변형 • 바닥판하면 균열(폭 0.3mm미만), 백태 • 하부구조 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 파손, 이물질퇴적, 누수오염, 체수흔적, 법면 보호블록 침하, 밀림 • 교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만), 실링재 탈락 • 신축이음 후타재 균열(폭 0.3mm미만), 파손 • 교면포장 아스콘 균열, 파손 • 배수시설 배수구 막힘, 배수관 볼트탈락, 배수관 위치불량 • 콘크리트 난간 균열(폭 0.3mm미만), 백태, 굽힘 • 점검시설 상태양호	
비파괴조사	• 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대:24Mpa, 교각:24Mpa)의 설계기준 강도를 상회하는 것으로 검토되어 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 발생하지 않은 것으로 판단된다. • 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	
안전성평가 (진단시)	• 안전율 = 1.05 이상	
상태평가	• 손상결합도 지수 0.152로 B등급	
보수보강 (진단시)	• 해당없음	
종합의견	• 범안대교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가 'B', 안전성평가 'A' 로 평가되어 종합안전등급은 “B등급(양호)” 으로 지정되었다. 대상 교량은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대하여 보수를 실시하고, 중점유지관리사항에 대한 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 교량의 원활한 기능발휘와 더불어 건전한 상태를 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다. • 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태로서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다 • 거더 도장손상은 공용기간 경과, 우수유입, 보수미흡, 시공미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 도장보수가 필요하며, 보수시 기존 도장 제거, 도로 품질관리 등을 통하여 재산상 발생을 방지하여야 한다. 하부구조의 균열, 파손은 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면처리가 필요하다. 배수관 위치불량은 교량하부로의 누수오염 등 2차 손상발생을 유발하므로 길이연장 등의 조치가 필요하다. • 본 교량은 2026년 8월 대구광역시로 이관될 시설물로서 현재 발생된 손상에 대해 8장 보수보강 및 유지관리 방안에서 제시한 보수 및 유지관리를 실시한다면 시설물의 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다. • 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. • 교면포장 아스콘 파손 및 균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.	

1.2.6 시설물 보수 이력

【표 1.2.3】범안대교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	범안대교 외 3개소 시설물 보수공사	보수	바닥판 하면, 교대, 교각, 배수시설	김병욱	(주)천수
	2025-11-17 ~ 2025-12-14		균열보수, 백태, 파손, 배수관 막힘, 도장박리, 실란트 파손 보수 등	28,111	윤진옥
2	범안대교 외 시설물 보수공사	보수	바닥판 하면, 교대, 교각, 방호벽, 배수시설	김병욱	(주)천수
	2024-11-13 ~ 2024-12-10		균열 백태 표면처리, 들뜸 파손부 단면보수, 배수관 연결핀 재설치	18,604	김상훈
3	범안대교 외 5개소 시설물 보수공사	보수	교량받침하부구조(교각)난간 및 연석	김병욱	(주)천수
	2023-11-13 ~ 2023-12-10		균열부표면처리, 이동량 눈금자 파손 재설치 망상균열 및 백태 표면처리 난간 균열부 표면처리	8,580	윤진옥
4	교량 거더 도장보수 공사	보수	거더 외부	명성엔지니어링	유화산업
	2023-08-15 ~ 2023-09-07		도장 탈락 보수공사	4,500	김정호
5	범안대교 외 시설물 보수공사	보수	거더내부, 교량받침, 신축이음, 배수시설, 난간 및 연석	김병욱	성희건설
	2022-09-13 ~ 2022-10-10		거더내부 도장부식 도장보수 교대 교각 균열(0.3mm 미만) 망상균열 표면처리, 굽힘파손 단면보수 교량받침 콘크리트 균열 표면처리, 본체실링재탈락 재설치 신축이음 후타재 균열 표면처리 난간 및 연석 균열부 백태 표면처리 및 파손 단면보수	8,301	김경영
6	범안대교 외 5개소 시설물 보수공사	보수	범물방향 방호벽 및 중앙분리대, 배수시설, 교대	김병욱	(주)천수
	2020-08-12 ~ 2020-08-31		균열 주입보수, 배수관 길이연장, 교대 실란트 충전 등	3,489	김상훈

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

※FMS에 등재된 보수이력 이외에 하자보수와 일상보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨.

【표 1.2.3】범안대교 보수이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
7	범안대교 외 2개소 시설물 보수공사	보수	배수시설, 바닥판하면, 거더외부, 가로보, 교량받침, 교대, 교각	김병욱	(주)천수
	2019-08-12 ~ 2019-09-30		손상부 정비, 단면보수, 표면처리, 재도장 등	10,807	김대식
8	범안대교 외 1개소 교면방수 및 포장공사	보수	전구간(A1~A2)	(주)우림종합엔지니어링	(주)대남건설
	2018-11-05 ~ 2018-12-24		포장 절삭, 교면방수(BAS 교량복합방수공법) 후 아스콘포장 및 시설물 설치	579,229	윤성배
9	범안로 교량등 부분 포장 보수공사	보수	교면포장	김병욱	대익건설(주)
	2016-04-25 ~ 2016-04-26		절삭 후 재포장	16,600	최철모
10	-	보수	교면포장	-	-
	2015-05		교면포장 보수공사-아스콘 팻칭	-	-
11	-	보수	신축이음	-	-
	2014-11		신축이음 교체공사	180,000	(주)은마건설
12	-	보수	범안대교 방호벽	-	-
	2013-03		방호벽 교체 및 추가설치	70,000	한성안전
13	-	보수	하차보수공사-교각	-	-
	2012-11		면처리 및 중성화방지 표면처리	-	-
14	2011년 범안로 아스팔트포장 보수공사	보수	교면포장	양성업	(주)협우건설
	2011-03-10 ~ 2011-03-15		재포장(오버레이 등)	114,200	채수진
15	2010년 범안로 아스팔트포장 보수공사	보수	교면포장	양성업	(주)협우건설
	2010-10-15 ~ 2010-10-20		재포장(오버레이 등)	113,700	채수진
16	균열보수공사	보수	교각	양성업	(주)일송테크
	2010-08-10 ~ 2010-08-25		균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	27	김기우

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

※FMS에 등재된 보수이력 이외에 하차보수와 일상보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨.

【표 1.2.3】범안대교 보수이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
13	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	(범물방향) A1,A2 교대, P1 교각 (안심방향) A2 교대, P1,P2 교각	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설 (주)
	2019-07-01 ~ 2019-12-31		교대 균열보수 교각 망상균열 보수, 균열 보수	0	
14	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	A2 신축이음	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설 (주)
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		신축이음 본체이격 보수, 후타재파손 보수, 차수판볼트체결불량 보수	0	
15	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	A2 신축이음	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설 (주)
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		신축이음 후타재파손 보수, 본체이격 보수, 차수판볼트체결불량 보수	0	
16	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	A2 신축이음	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설 (주)
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		신축이음 후타재파손 보수, 본체이격 보수, 차수판볼트체결불량 보수	0	
17	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 6공구	보수	A2 신축이음	(주)수성엔지니어링, (주)진화기술공사	지에스건설 (주)
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		신축이음 후타재파손 보수, 본체이격 보수, 차수판볼트체결불량 보수	0	
18	상주영천고속도로 민간투자사업(1공구)	보수	교면포장 포장보수 신축이음 단면보수 교대 표면처리	-	
	19년~21년 6월		일상보수 및 하자보수	-	

※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※ 전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

※ FMS에 등재된 보수이력 이외에 하자보수와 일상보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨.

1.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재		설계적용 여부	결과	검토결과 요약
범물 방향	교대 및 교량받침	Y	N.G	• 교대(A1) 내진성능평가 결과 받침부에서 내진성능이 부족한 것으로 판단.
	교각 및 교량받침	Y	N.G	• 교각(P2, P8, P9) 내진성능평가 결과 기둥 및 기초부는 내진성능을 만족하나 받침부에서는 내진성능이 부족한 것으로 판단.
안심 방향	교대 및 교량받침	Y	N.G	• 교대(A1) 내진성능평가 결과 받침부에서 내진성능이 부족한 것으로 판단.
	교각 및 교량받침	Y	N.G	• 교각(P2, P8, P9) 내진성능평가 결과 기둥 및 기초부는 내진성능을 만족하나 받침부에서는 내진성능이 부족한 것으로 판단.

• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 2022년 정밀안전진단에서 실시 된 것으로 확인되었다.

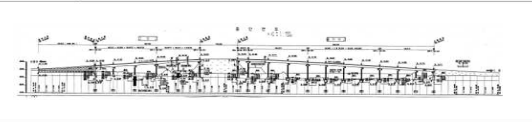
6.5.1 범물방향

교량 현황

구분	교량현황
관리주체	대구동부순환도로(주)
이칭	-
전형/상형	직선 / -
연장/폭진	L=545.0m / B=17.5m
구조형식	교대
받침종류	포트받침
하부/교대	역구형 교대
형식/교각	다구식 교각
기초	직립기초, 아암기초

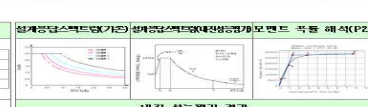


중단면도

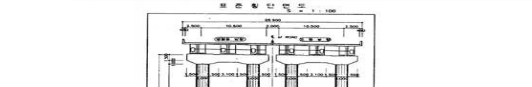


내진성능평가 분석

교량 모델명	중공년도	제002
가인구역계수	0.11	
취월도계수	1.4	
가속도계수	0.154	



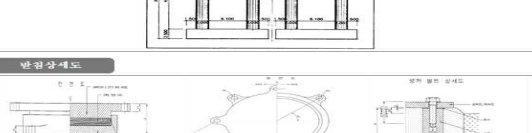
평단면도



구분	기둥(P2)	기둥(P8)	기둥(P9)	받침(A1)	받침(P2)
교축	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
교각	O.K	O.K	O.K	N.G	N.G
교각	O.K	O.K	O.K	N.G	N.G

● STB 단면을 구현, 상부 중공량 결함으로 산정
● 기존 교량 받침 배치의 설계조건에 따른 반영량 적용
● 소성관거부에 결 이음 없는 것으로 모델링 적용 해석

● 교각(P2, P8, P9) 내진성능평가 결과 기둥 및 기초부는 내진성능을 만족하나 받침부에서는 내진성능이 부족한 것으로 판단.
● 교대(A1) 내진성능평가 결과 받침부에서 내진성능이 부족한 것으로 판단.



2022년 정밀안전진단(내진성능평가) 결과요약 (범물방향)

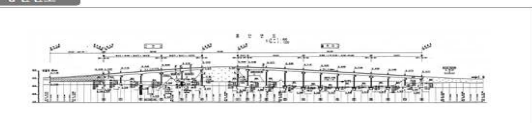
6.5.2 안심방향

교량 현황

구분	교량현황
관리주체	대구동부순환도로(주)
이칭	-
전형/상형	직선 / -
연장/폭진	L=545.0m / B=17.5m
구조형식	교대
받침종류	포트받침
하부/교대	역구형 교대
형식/교각	다구식 교각
기초	직립기초, 아암기초

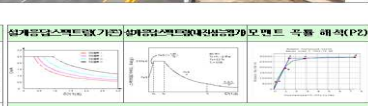


중단면도

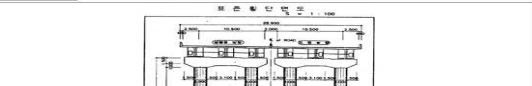


내진성능평가 분석

교량 모델명	중공년도	제002
가인구역계수	0.11	
취월도계수	1.4	
가속도계수	0.154	



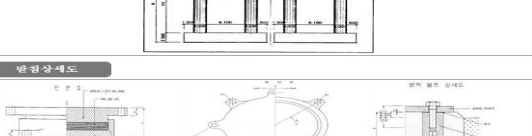
평단면도



구분	기둥(P2)	기둥(P8)	기둥(P9)	받침(A1)	받침(P2)
교축	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
교각	O.K	O.K	O.K	N.G	N.G
교각	O.K	O.K	O.K	N.G	N.G

● STB 단면을 구현, 상부 중공량 결함으로 산정
● 기존 교량 받침 배치의 설계조건에 따른 반영량 적용
● 소성관거부에 결 이음 없는 것으로 모델링 적용 해석

● 교각(P2, P8, P9) 내진성능평가 결과 기둥 및 기초부는 내진성능을 만족하나 받침부에서는 내진성능이 부족한 것으로 판단.
● 교대(A1) 내진성능평가 결과 받침부에서 내진성능이 부족한 것으로 판단.



2022년 정밀안전진단(내진성능평가) 결과요약 (안심방향)

1.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.2.9 주변환경 및 하중변화

범안대교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하는 1종 시설물로서 금호강(S4~S9), 금호강변로(S11)를 횡단하는 범안로(대로1-19호선) 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 대구동부순환도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었으나 범물방향 S8~S11 구간에 합류부 교량이 새로이 시공되어 있는 상태로 조사되어 기존 방호벽제거에 대한 하중변화가 있는 것으로 검토된바 차후 정밀안전진단시 변화된 하중에 대한 구조안전성 평가 실시가 요망된다.

【표 1.2.5】 하중변화 검토내용

번호	보수보강 현황	기존	변경 (추가)	하중변화	비고
1	해당없음	범물방향 S8~S11 방호벽	범물방향 S8~S11 방호벽 제거	Y	



하부 교차 시설(금호강, 금호강변로) 전경



상부 전경



2024년 상부 범물방향 합류부 방호벽 제거구간 현황



2026년 상부 범물방향 합류부 방호벽 제거구간 현황

【사진 1.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

1.2.10 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 1.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 기반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 정밀안전점검 및 정기안전점검 보고서 ◇ 사고기록	◇ 부재별 중점손상 • 바닥판하면 균열부백태 • 거더 상태양호 • 가로보 상태양호 • 교대 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 체수 • 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열 • 교량받침 상태양호 • 신축이음 후타재 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리, 이물질퇴적, 본체 부식, 차수판 볼트 탈락 • 교면포장 포장 균열, 포장 망상균열 • 배수시설 배수구 막힘 • 방호벽 균열(0.3mm미만), 파손, 들뜸, 균열부백태, 방호벽 단차 • 점검시설 상태양호	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련
	◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 보수 및 점검이력	◇ FMS상 등재된 보수이력 외에 주기적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인됨	◇ 보수부 상태 확인

1.3 현장조사

1.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 교량점검차 및 고소작업차를 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, 교량점검차, 고소작업차	2026.03.17.~2026.03.27.	
			
교량점검차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	
			
반발경도 시험		탄산화 깊이 시험	

【사진 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

1.3.2 범물방향 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 범안대교는 Steel Plate Girder 1경간, Steel Box Girder 10경간, 총 11경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부 내·외측을 제외한 바닥판하면은 강재 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=545.0m 폭 28.9~52.0m로(왕복4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론, 고소작업차, 교량점검차로 근접조사를 실시하였다.



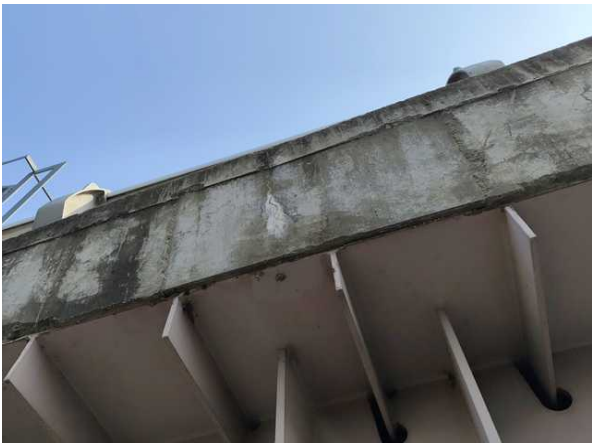
【사진 1.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태, 백태 (㎡/개소)	
S1	5.00	10	—	—
S2	10.0	10	0.05	1
S3	12.00	16	—	—
S4	3.0	3	3.5	2
S5	2.50	5	—	—
S6	7.0	7	—	—
S7	2.00	4	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	0.03	1
S10	—	—	—	—
S11	—	—	0.05	1
합계	41.50	55	3.63	5

			
손상현황	• S1 캔틸레버 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• S2 바닥판하면 균열부백태
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 손상부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 캔틸레버 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• S4 캔틸레버 백태
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 외부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 캔틸레버 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• S5 바닥판하면 균열부백태 -보수-
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황

	
손상현황 • S5 바닥판하면 파손 -보수-	손상현황 • S7 캔틸레버 균열(0.3mm미만)
원 인 • -	원 인 • 건조수축, 온도변화 등
조치방안 • -	조치방안 • 표면처리
	
손상현황 • S9 캔틸레버 백태	손상현황 • S10 캔틸레버 파손 -보수-
원 인 • 외부 우수유입 등	원 인 • -
조치방안 • 표면처리	조치방안 • -
	
손상현황 • S11 캔틸레버 균열(0.3mm미만) -보수-	손상현황 • S11 캔틸레버 백태
원 인 • -	원 인 • 외부 우수유입 등
조치방안 • -	조치방안 • 표면처리

【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황(계속)

3) 기 점검결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 백태 등의 손상이 확인되었고, 건조수축, 온도변화, 습기흡착 등으로 인한 균열(0.3mm미만), 백태 등의 손상이 추가로 조사되었으며, 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 들뜸, 파손 등 일부손상에 대한 보수가 실시되었다. 또한, 기존손상의 진전은 미미한 것으로 검토되었다.

【표 1.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	30.60	31	41.50	55	▲ 10.90	신규손상 일부보수
	균열부백태, 백태	m ²	3.89	7	3.63	5	▼ 0.26	신규손상 일부보수
	들뜸, 파손	m ²	0.50	4	—	—	▼ 0.50	보수됨

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. Steel Plate 및 Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Plate 및 Steel Box Girder는 S1(S.P.G)은 6열, S2~S11(S.T.B)은 3열로 연장 약 L=545.0m로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 드론, 고소작업차, 교량점검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나 도장 긁힘, 도장박리 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나 이물 질퇴적(조류서식) 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.3】 거더외부 현장조사 결과

구분	도장긁힘 (㎡/개소)		도장박리 (㎡/개소)	
S1	—	—	20.00	1
S2	0.04	2	—	—
S3	—	—	—	—
S4	0.20	1	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
S10	—	—	—	—
S11	—	—	—	—
합계	0.24	3	20	1

【표 1.3.4】 거더내부 현장조사 결과

구분	이물질퇴적 (㎡/개소)	
S2	10.00	2
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	35.00	3
S9	35.00	3
S10	—	—
S11	—	—
합계	80.00	8

			
손상현황	• S1-G1 거더 도장박리	손상현황	• S4-G1 거더외부 도장긁힘
원 인	• 공용기간 증가, 부작력 저하 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• S2-G1 거더외부 도장긁힘	손상현황	• S2-G1 거더내부 이물질퇴적(조류서식)
원 인	• 교량받침 교체시 긁힘	원 인	• 시건장치 미설치
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 정비 및 재도장
			
손상현황	• S2-G3 거더내부 이물질퇴적(조류서식)	손상현황	• S9-G1 거더내부 이물질퇴적(조류서식)
원 인	• 시건장치 미설치	원 인	• 시건장치 미설치
조치방안	• 주의관찰 후 정비 및 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 정비 및 재도장

【사진 1.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 거더외부 도장긫힘, 거더내부 이물질퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 공용기간 증가, 열화, 외부충격 등 복합적인 원인으로 인한 도장박리, 도장긫힘 손상이 추가로 조사되었다.

【표 1.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장긫힘	m ²	0.20	1	0.24	2	▲ 0.04	신규손상
	도장박리	m ²	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
거더내부	이물질퇴적	m ²	80.00	8	80.00	8	— —	변동없음

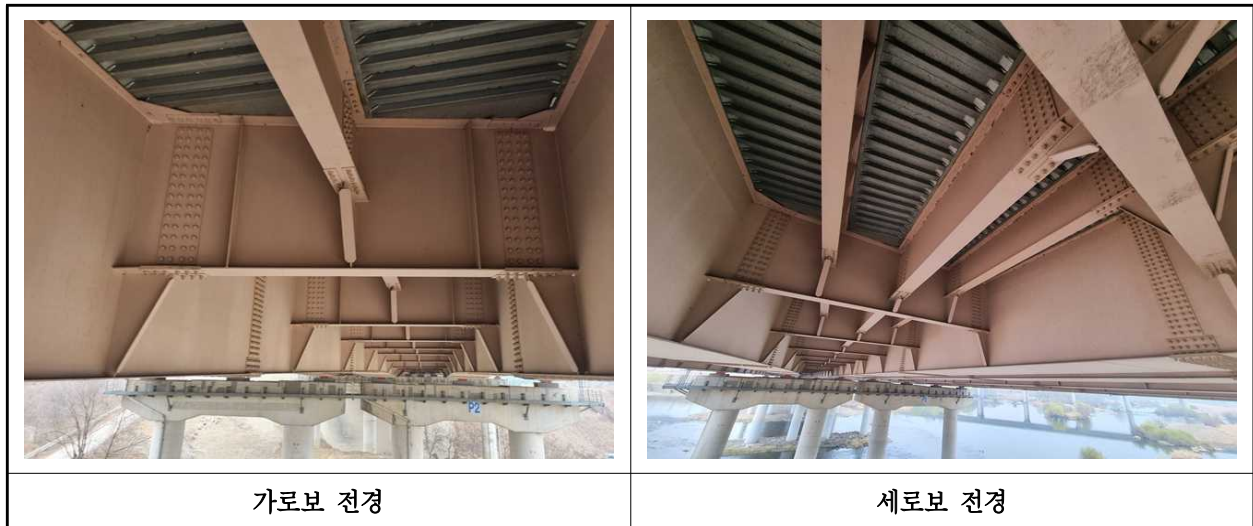
4) 검토의견

- 거더외부에서 조사된 도장긫힘, 도장박리의 경우 외부충격, 공용기간증가로 인한 도장미흡부 부착력 저하, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전시 발생한 손상에 대하여 일괄적인 재도장 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더내부에서 조사된 이물질퇴적(조류서식)의 경우 거더내부 출입문 시건장치 미설치로 인한 손상으로 주기적인 점검을 통하여 조류의 배설물 적치로 인한 도장손상 등 2차 손상 발생시 정비 및 재도장 등의 보수를 일괄 실시 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보(S1~S11) 및 세로보(S2~S11)는 Steel로 시공되어 있다.
- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사는 도보, 드론, 고소작업차, 교량점검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.6】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 가로보 상태현황	손상현황	• S3 가로보 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S7 가로보 상태현황	손상현황	• S2 세로보 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S5 세로보 상태현황	손상현황	• S7 세로보 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.7】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보 및 세로보	상태양호	-	-	-	-	-	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 점검일 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 역T형으로 A1 파일기초, A2 직접기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, A1지점에 균열(0.3mm미만)이 발생하였으며, A2지점은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.8】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
A1	0.50	1
A2	-	-
합계	0.50	1

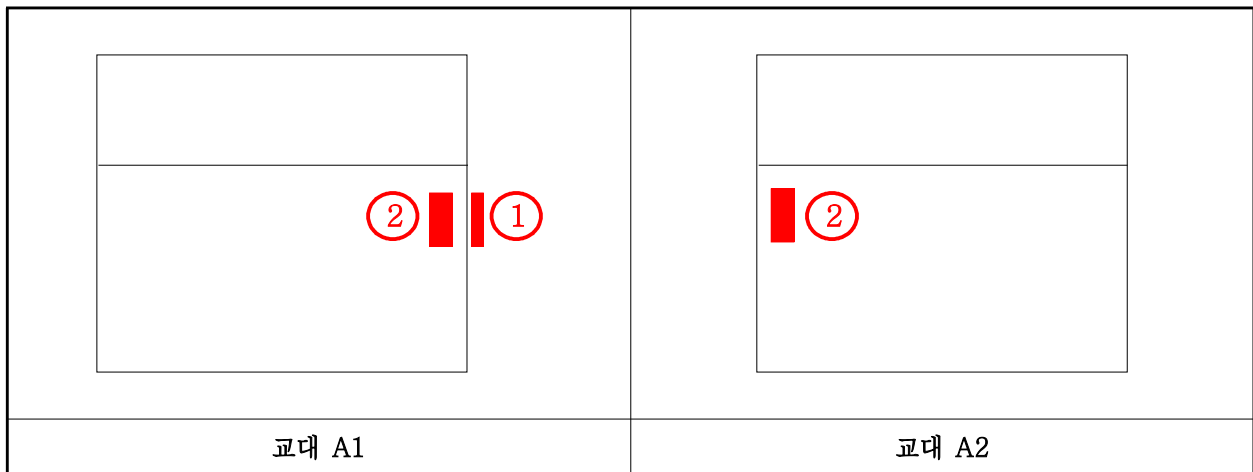
			
손상현황	• A1 교대 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 교대 법면 유실 -보수-
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -

【사진 1.3.9】 교대 손상현황

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교대의 경우 구체의 정면과 측면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 1.3.1】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 1.3.9】교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)		비고
		1	2	
A1	—	-89.7	89.8	
A2	—	—	-89.5	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

※ 기울음 방향 : (+)는 좌측방향으로 경사발생, (-)는 우측방향으로 경사발생

4) 기 점검결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 A1 균열(0.3mm미만)이 확인되었고, 금회 점검에서 기존 확장부 교량 시공으로 인하여 발생한 A2 법면 유실 손상이 보수조치 되었다.

【표 1.3.10】교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	법면 유실	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨

(2) 기울음 측정 비교

- 기울음 측정은 금회 점검에서 처음으로 실시하여 이전 점검과의 비교가 불가능하므로 추후 금회 측정한 값을 기준으로 교대의 기울음 및 변위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

【표 1.3.11】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)				비고
	1		2		
	이전 점검	26년 정밀안전점검	이전 점검	26년 정밀안전점검	
A1	－	－89.7	－	89.8	
A2	－	－	－	－89.5	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 구조적인 영향을 미치지 않는 미세 균열이나 내구성 확보차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 T형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차, 교량점검차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



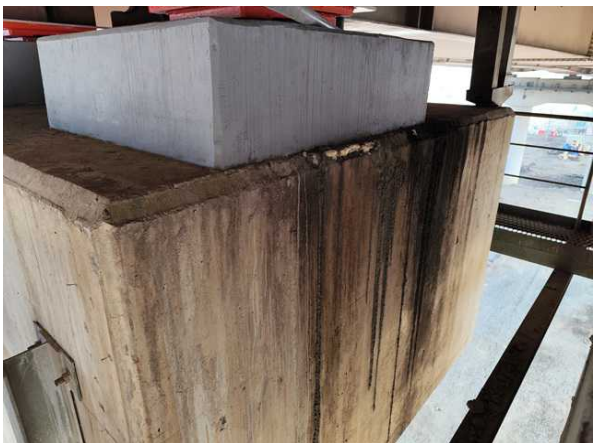
【사진 1.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염, 박리, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.12】 교각 현장조사 결과

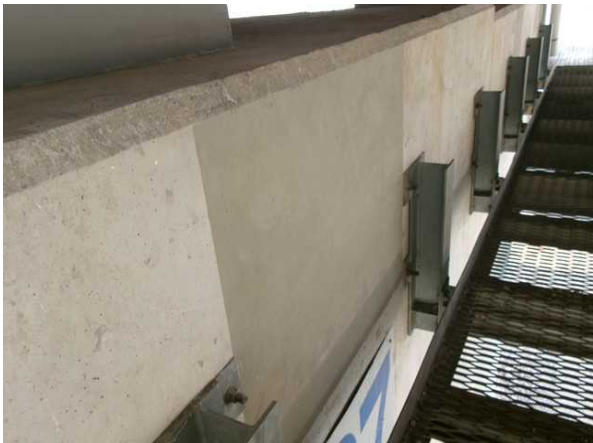
구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		표면열화, 누수오염 (㎡/개소)		박리, 파손 (㎡/개소)	
P1	—	—	27.36	2	15.40	4	—	—
P2	4.00	2	69.00	3	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—	0.10	1
P4	3.00	2	12.00	1	6.40	3	—	—
P5	2.40	4	—	—	29.50	2	—	—
P6	4.80	6	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	15.60	2	—	—
P8	—	—	—	—	0.65	3	0.04	3
P9	—	—	—	—	—	—	—	—
P10	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	14.20	14	108.36	6	67.55	14	0.14	4

			
손상현황	• P1 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1 기둥부 망상균열
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P1 코핑부 망상균열	손상현황	• P1 기둥부 망상균열
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P1 코핑부 누수오염	손상현황	• P1 코핑부 누수오염 -보수-
원 인	• 외부 우수유입 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• -

【사진 1.3.11】 교각 손상현황

	
손상현황 • P4 코핑부 균열(0.3mm미만) -보수-	손상현황 • P4 기둥부 균열(0.3mm미만)
원 인 • -	원 인 • 건조수축, 온도변화 등
조치방안 • -	조치방안 • 주의관찰 후 표면처리
	
손상현황 • P4 코핑부 누수오염	손상현황 • P6 코핑부 상태현황
원 인 • 외부 우수유입 등	원 인 • -
조치방안 • 주의관찰 후 단면보수	조치방안 • -
	
손상현황 • P6 기둥부 상태현황	손상현황 • P7 코핑부 누수오염 및 열화
원 인 • -	원 인 • 외부 우수유입, 열화 등
조치방안 • -	조치방안 • 주의관찰 후 단면보수

【사진 1.3.11】 교각 손상현황(계속)

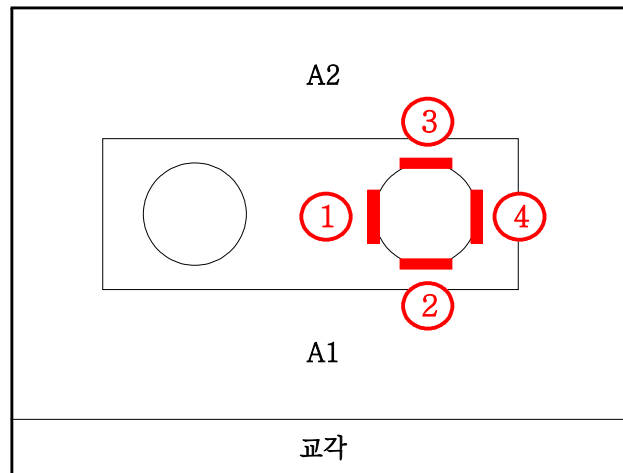
			
손상현황	• P7 코핑부 망상균열 -보수-	손상현황	• P7 코핑부 표면열화
원 인	• -	원 인	• 열화 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• P8 기둥부 박리	손상현황	• P8 기둥부 박리
원 인	• 다짐미흡 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P8 기둥부 박리	손상현황	• P8 기둥부 박리
원 인	• 다짐미흡 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교각의 경우 기둥의 정·좌·우·배면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였으며, 하상 중앙구간인 P6은 측정이 불가하여 제외하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 1.3.2】 교각 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 1.3.13】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	90.0	-89.9	89.8	89.9	
P2	—	90.0	-89.8	90.0	-89.8	
P3	—	-89.8	90.0	89.9	90.0	
P4	—	89.9	90.0	90.0	90.0	
P5	—	-89.9	90.0	90.0	89.8	
P7	—	-89.9	-89.8	90.0	-89.9	
P8	—	-89.9	90.0	90.0	89.9	
P9	—	89.9	-89.9	89.8	89.8	
P10	—	-89.9	90.0	-89.7	-89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

※ 기울음 방향 : (+)는 좌측방향으로 경사발생, (-)는 우측방향으로 경사발생

4) 기 점검결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 건조수축, 온도변화, 공용기간 증가, 열화, 우수유입, 다짐미흡, 외부충격, 등으로 인한 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박리, 파손 등이 조사되었다. 또한 균열(0.3mm미만), 누수오염, 이물질퇴적, 폐자재적치 등의 손상에 대하여 일부 보수가 실시되었다.

【표 1.3.14】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	4	14.20	14	▲ 14.20	신규손상
	망상균열	m ²	13.36	3	108.36	6	▲ 95.00	신규손상
	표면열화, 누수오염	m ²	70.55	15	67.55	14	▼ 3.00	일부보수
	박리, 파손	m ²	—	—	0.14	4	▲ 0.14	신규손상
	이물질퇴적	m ²	18.50	6	—	—	▼ 18.50	보수됨
	폐자재 적치	m ²	3.90	2	—	—	▼ 3.90	보수됨

(2) 기울음 측정 비교

- 기울음 측정은 금회 점검에서 처음으로 실시하여 이전 점검과의 비교가 불가능하므로 추후 금회 측정한 값을 기준으로 교대의 기울음 및 변위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

【표 1.3.15】 교각 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)								비고
	1		2		3		4		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
P1	－	90.0	－	－89.9	－	89.8	－	89.9	
P2	－	90.0	－	－89.8	－	90.0	－	－89.8	
P3	－	－89.8	－	90.0	－	89.9	－	90.0	
P4	－	89.9	－	90.0	－	90.0	－	90.0	
P5	－	－89.9	－	90.0	－	90.0	－	89.8	
P7	－	－89.9	－	－89.8	－	90.0	－	－89.9	
P8	－	－89.9	－	90.0	－	90.0	－	89.9	
P9	－	89.9	－	－89.9	－	89.8	－	89.8	
P10	－	－89.9	－	90.0	－	－89.7	－	－89.9	

5) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 미세균열로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 필요하다고 판단된다.
- 조사된 표면열화, 누수오염의 경우 공용기간 증가, 열화, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 점검당시 콘크리트 표면이 즉각적인 보수를 요구하는 상태는 아니나 발생한 손상의 위치상 지속적인 외부 우수유입, 열화 등이 외부요인이 작용하여 추후 박리 등의 2차손상이 우려된다. 이에 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전 및 신규손상의 발생시 방생된 손상에 대하여 일괄적인 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 박리, 파손의 경우 외부 우수유입, 다짐미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 박리의 경우 기둥부에 발생하여 금호강의 수위 상승시 유속으로 인한 세굴 등의 2차 손상 발생이 우려되므로 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 범안대교의 기초는 교대 A1, A2 파일 및 직접기초, 교각 P1~P10 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	
교각 P3 기초 전경	교각 P4 기초 전경

【사진 1.3.12】 기초 전경

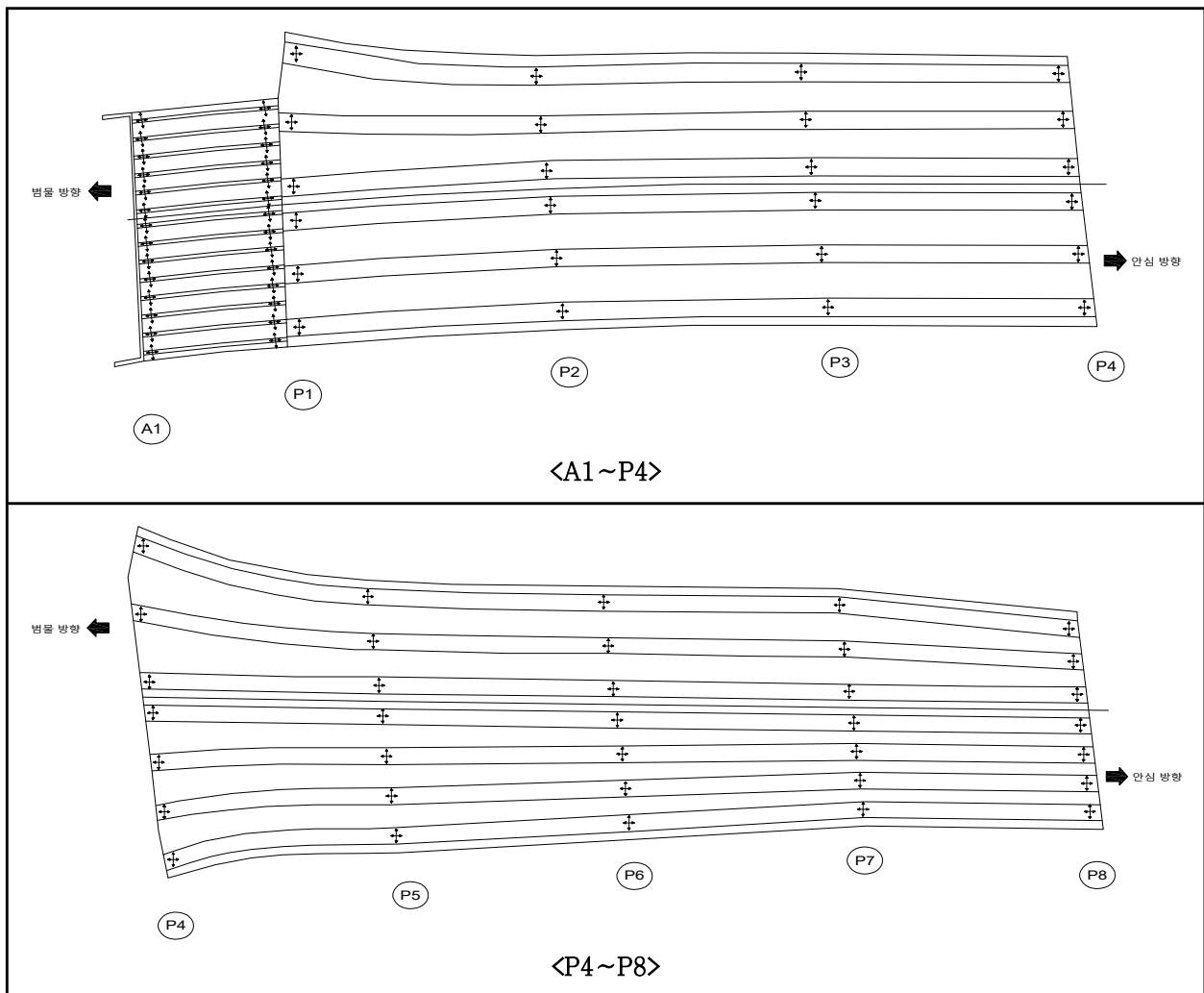
	
교각 P5 기초 전경	교각 P6 기초 전경
	
교각 P7 기초 전경	교각 P8 기초 전경
	
교각 P9 기초 전경	교각 P10 기초 전경

【사진 1.3.12】 기초 전경(계속)

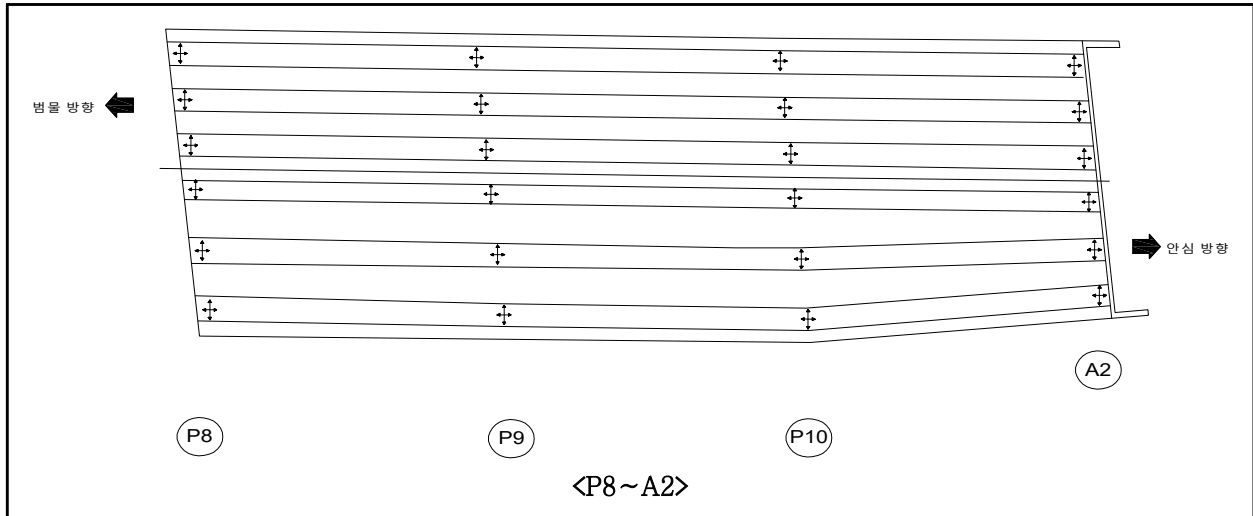
사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 2022년 정밀안전진단(내진성능평가)에서 교량받침에 대한 내진성능이 부족한 것으로 검토되어 기존 포트받침에서 금회 점검당시 내진성능을 보완한 내진받침으로 교체공사가 진행 중인 것으로 확인되었다.
- 본 교량의 교량받침은 내진받침으로 총 51기가 설치되어 있으며, 전개소 양방향 받침으로 현장조사는 전구간에 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 1.3.3】 교량받침 배치도



【그림 1.3.3】 교량받침 배치도(계속)



【사진 1.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 조사당시 해당 시설물의 교량받침은 받침 교체공사가 진행 중인 것으로 조사되었다.

【표 1.3.16】교량받침 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
P10	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1-Sh1 상태현황	손상현황	• A1-Sh2 상태현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 1.3.13】교량받침 손상현황

			
손상현황	• A2-Sh2 상태현황	손상현황	• A2-Sh3 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P1-Sh3 상태현황	손상현황	• P2-Sh2 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P3-Sh1 상태현황	손상현황	• P4-Sh2 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

			
손상현황	• P9-Sh3 상태현황	손상현황	• P10-Sh2 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.13】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 균열(0.3mm미만)의 경우 전구간 교량받침 교체로 인하여 손상이 소실되었고, 금회 점검에서 교량받침에 대한 교체가 실시되고 있는 상태이다.

【표 1.3.17】 교량받침 기 점검 결과 비교

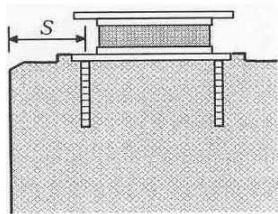
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	-	-	▼ 1.00	받침재설치

4) 검토의견

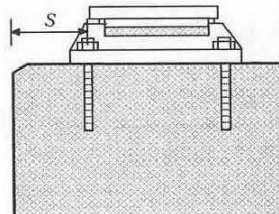
- 교량받침은 점검당시 교체공사가 완료되지 않은 상태로 조사된 손상은 없으며, 추후 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

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(2010, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 1.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 1.3.14】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=29.9m) : $200 + 5 \times 29.9 = 350(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200 + 5 \times 55.0 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$

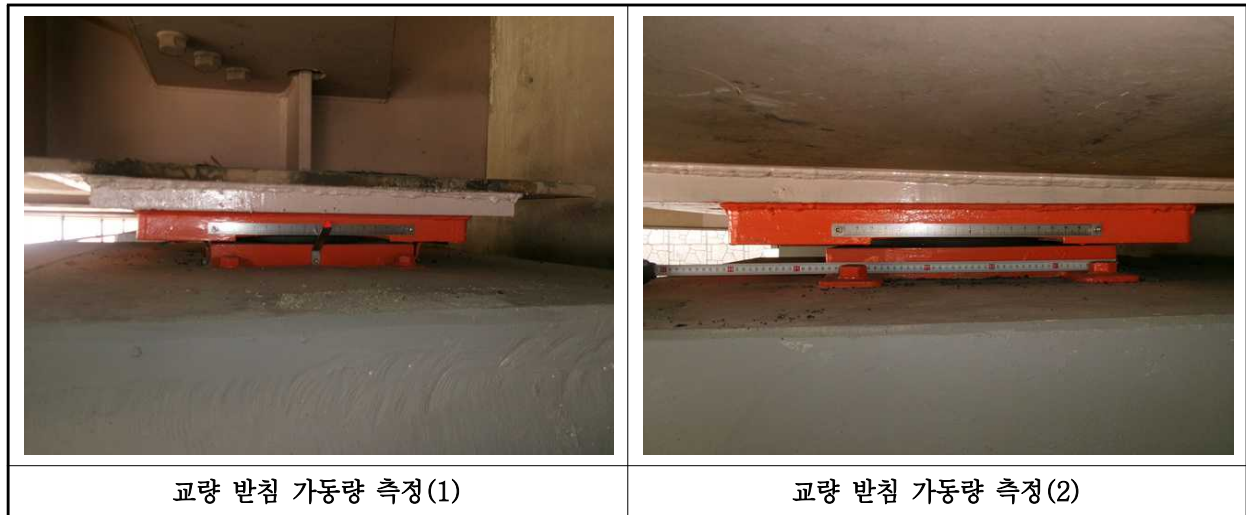
【표 1.3.18】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		350	650	640	645	630	640	630	—	—	—	O.K
P1	A1측	350	860	850	855	855	860	860	—	—	—	O.K
	A2측	475	—	—	—	—	—	—	710	705	720	O.K
P2	A1측	475	1110	1105	1105	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	475	1060	1050	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
P3	A1측	475	1060	1040	1045	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	475	1030	1030	1025	—	—	—	—	—	—	O.K
P4	A1측	475	700	680	680	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1930	—	—	610	610	640	—	—	—	O.K
P5	A1측	450	1010	1040	1070	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	1000	1150	—	—	—	—	—	—	O.K
P6	A1측	450	1020	1030	1070	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	1050	1110	—	—	—	—	—	—	O.K
P7	A1측	450	1050	1040	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1040	1050	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
P8	A1측	450	600	600	600	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	—	—	—	650	650	650	—	—	—	O.K
P9	A1측	450	1040	1030	1045	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1050	1030	1040	—	—	—	—	—	—	O.K
P10	A1측	450	1110	1030	1060	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1010	1055	1070	—	—	—	—	—	—	O.K
A2		450	600	610	605	—	—	—	—	—	—	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 1.3.15】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.19】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	21.4	28.6	0.000012	15.00	3.9	5.1	
P1	전면	21.4	28.6	0.000012	3.9	5.1	
	배면	21.4	28.6	0.000012	82.50	21.2	28.3
P2	21.4	28.6	0.000012	27.50	7.1	9.4	
P3	21.4	28.6	0.000012	27.50	7.1	9.4	
P4	전면	21.4	28.6	0.000012	82.50	21.2	28.3
	배면	21.4	28.6	0.000012	100.00	25.7	34.3
P5	21.4	28.6	0.000012	50.00	12.8	17.2	
P6	21.4	28.6	0.000012	0.00	0.0	0.0	
P7	21.4	28.6	0.000012	50.00	12.8	17.2	
P8	전면	21.4	28.6	0.000012	100.00	25.7	34.3
	배면	21.4	28.6	0.000012	75.00	19.3	25.7
P9	21.4	28.6	0.000012	25.00	6.4	8.6	
P10	21.4	28.6	0.000012	25.00	6.4	8.6	
A2	21.4	28.6	0.000012	75.00	19.3	25.7	
1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 3월 24일, 대구)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 1.3.20】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과	
			수축	신장	최대 수축	최대 신장				
A1		SH1	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH2	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH3	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH4	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH5	-15	135	165	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH6	-15	135	165	3.9	5.1	±150	OK	OK
P1	A1	SH1	6	156	144	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH2	6	156	144	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH3	6	156	144	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH4	6	156	144	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH5	6	156	144	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH6	6	156	144	3.9	5.1	±150	OK	OK
	A2	SH7	4	179	171	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH8	4	179	171	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH9	4	179	171	21.2	28.3	±175	OK	OK
P2		SH1	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK
		SH2	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK
		SH3	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK
P3		SH1	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK
		SH2	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK
		SH3	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK
P4	A1	SH1	-20	155	195	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH2	-14	161	189	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH3	-10	165	185	21.2	28.3	±175	OK	OK
	A2	SH4	-3	172	178	25.7	34.3	±175	OK	OK
		SH5	-2	173	177	25.7	34.3	±175	OK	OK
		SH6	-4	171	179	25.7	34.3	±175	OK	OK
P5		SH1	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
		SH2	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
		SH3	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
P6		SH1	0	150	150	0.0	0.0	±150	OK	OK
		SH2	0	150	150	0.0	0.0	±150	OK	OK
		SH3	-10	140	160	0.0	0.0	±150	OK	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K										

【표 1.3.21】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과
			수축	신장	최대 수축	최대 신장			
P7	SH1	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
	SH3	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
P8	A1	SH1	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
		SH2	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
		SH3	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
	A2	SH4	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK
		SH5	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK
		SH6	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK
P9	SH1	0	150	150	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH3	0	150	150	6.4	8.6	±150	OK	OK
P10	SH1	-10	140	160	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH2	-10	140	160	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH3	-10	140	160	6.4	8.6	±150	OK	OK
A2	SH1	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK	OK
	SH2	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK	OK
	SH3	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2, P1(No.100) 팽거조인트, P4, P8(No.160) 레일조인트로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



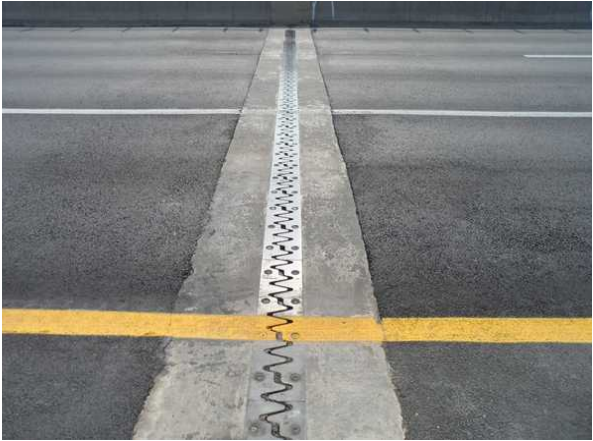
【사진 1.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 신축이음장치 전구간이 대체로 양호한 상태이나 P8 신축이음장치에 이물질퇴적 손상이 조사되었다.

【표 1.3.22】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	이물질퇴적 (㎡/개소)	
A1(EXP J1)	—	—
P1(EXP J2)	—	—
P4(EXP J3)	—	—
P8(EXP J4)	3.00	2
A2(EXP J5)	—	—
합계	3.00	2

			
손상현황	• P8 본체 이물질 퇴적	손상현황	• P1 본체 및 후타재 상태현황
원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등	원 인	• —
조치방안	• 정비	조치방안	• —
			
손상현황	• P4 본체 및 후타재 상태현황	손상현황	• A2 본체 및 후타재 상태현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 1.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 P8의 이물질퇴적 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.23】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	이물질퇴적	m ²	3.00	2	3.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음장치에서 조사된 이물질퇴적의 경의 비산먼지퇴적, 공용기간 증가 등 외기 환경에 의한 손상으로 조사당시 신축이음장치의 기능에는 영향이 미미한 상태이나 지속적인 이물질 퇴적으로 인한 신축이음장치의 기능저하를 방지하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)	 																			
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2026. 3. 24. 기온 적용: 11.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-11.4℃ = 28.6℃ ΔT(수축시) : -10.℃-(11.4℃) = 21.4℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선행창계수 α (/℃)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></tbody></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 1.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.24】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선행창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절 기	하절 기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	21.4	28.6	0.000012	15.00	3.9	5.1	—	3.9	5.1	
P1	21.4	28.6	0.000012	97.50	25.0	33.5	—	25.0	33.5	
P4	21.4	28.6	0.000012	182.50	46.9	62.6	10.67	57.5	62.6	
P8	21.4	28.6	0.000012	175.00	44.9	60.1	10.67	55.6	60.1	
A2	21.4	28.6	0.000012	75.00	19.3	25.7	—	19.3	25.7	

1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 03월 24일, 평균온도, 대구)

2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 1.3.25】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	3.9	5.1	40.0	100	56.1	34.9	OK	OK
	바닥판	3.9	5.1	90.0	-	-	84.9	-	OK
	거더	3.9	5.1	146.0	-	-	140.9	-	OK
P1	신축이음	25.0	33.5	34.0	100	41.0	0.5	OK	OK
	바닥판	25.0	33.5	115.0	-	-	81.5	-	OK
	거더	25.0	33.5	175.0	-	-	141.5	-	OK
P4	신축이음	57.5	62.6	64.0	160	38.5	1.4	OK	OK
	바닥판	57.5	62.6	262.0	-	-	199.4	-	OK
	거더	57.5	62.6	300.0	-	-	237.4	-	OK
P8	신축이음	55.6	60.1	62.0	160	42.4	1.9	OK	OK
	바닥판	55.6	60.1	240.0	-	-	179.9	-	OK
	거더	55.6	60.1	345.0	-	-	284.9	-	OK
A2	신축이음	19.3	25.7	40.0	100	40.7	14.3	OK	OK
	바닥판	19.3	25.7	82.0	-	-	56.3	-	OK
	거더	19.3	25.7	127.0	-	-	101.3	-	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였으며, 검토결과 온도변화에 따른 수축 및 신장시 전 구간의 신축이음에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있으며, S2~S8의 확폭구간의 갓길측은 PE방호벽이 설치되어 차량통행이 불가능한 상태이다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 포트홀, 파손, 균열, 요철, 단차, 열화 등의 손상발생 및 차량의 주행성능 저하 등에 대해 중점을 두고 도보를 통하여 조사를 실시하였다



【사진 1.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.26】 교면포장 현장조사 결과

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

 2024년 정밀안전점검	 금회 정밀안전점검
손상현황 • S1 포장 균열 (L=15.0m)	손상현황 • S1 재포장
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • -
 2024년 정밀안전점검	 금회 정밀안전점검
손상현황 • S1 접속부 파손 및 균열 (10m×20m)	손상현황 • S1 접속부 재포장
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • -
	
손상현황 • S3 재포장	손상현황 • S9 재포장
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • -

【사진 1.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 포장 균열, 망상균열, 박리, 파손, 접속부 망상균열, 파손 등의 손상이 교면포장부 전면 재포장으로 소실되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.27】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	91.00	17	—	—	▼ 91.00	보수됨
	망상균열	m ²	5.00	1	—	—	▼ 5.00	보수됨
	포장 박리, 파손	m ²	1.95	3	—	—	▼ 1.95	보수됨
	접속부 망상균열, 파손	m ²	200.00	1	—	—	▼ 200.00	보수됨

4) 검토의견

- 금회 교면포장 현장조사 결과, 전구간 재포장이 실시되었으며, 별도의 신규손상은 조사되지 않았다. 이에 주기적인 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 범안대교의 배수시설은 전구간에 걸쳐 총 32개소 배수구가 갯길측에 설치되어 있으며, 육교형 및 하천형 배수관이 혼합되어 설치된 상태로 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수 되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차, 교량점검차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.28】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 파손 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	1.00	1
S8	—	—
S9	—	—
S10	—	—
S11	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• P7 배수관 파손(1EA)	손상현황	• P7 배수관 파손(1EA)
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 1.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수구 막힘, 배수관 연결핀 탈락 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 금회 점검에서 확폭 교량 신설시 시공된 교량 외측 배수관에서 시공미흡으로 인한 배수관 파손 손상이 신규로 조사되었다.

【표 1.3.29】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨
	배수관 연결핀 탈락	EA	4.00	4	—	—	▼ 4.00	보수됨
	배수관 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 파손의 경우 배수관 연장시 시공미흡 등에 의한 손상으로 우천시 배수관 파손부 누수로 인한 박리 등의 2차 손상을 방지하고, 배수시설의 원활한 기능을 확보하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 외측 차량용 콘크리트 방호벽(H=1.1m), 내측에는 콘크리트 중분대(H=0.85m)+차광판이 시공되어있고, S2~S8 갓길에 PE방호벽이 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



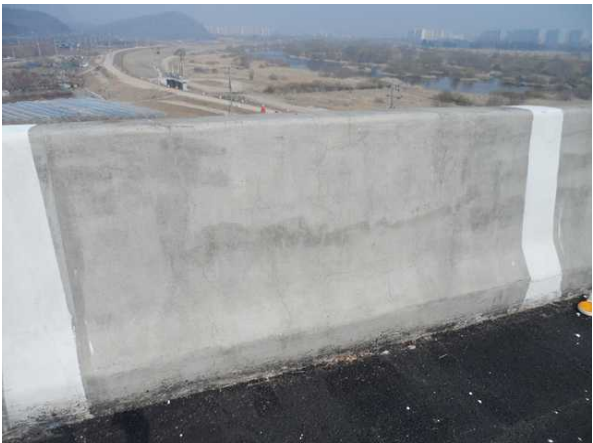
【사진 1.3.23】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.30】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
S1	15.60	16
S2	25.20	27
S3	24.00	26
S4	24.00	26
S5	45.20	43
S6	14.80	17
S7	21.20	23
S8	12.80	16
S9	12.80	16
S10	12.80	16
S11	12.80	16
합계	221.20	242

			
손상현황	• S2 방호벽 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S3 방호벽 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 1.3.24】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 금회 점검에서 기존 균열(0.3mm미만), 망상균열에 대한 일부보수가 실시되었고, 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.31】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	257.20	272	221.20	242	▼ 36.00	일부보수
	망상균열	m ²	44.40	4	—	—	▼ 44.40	보수됨

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 방호벽의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 범안대교 범물방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1~P9 지점에 점검로가 설치되어 있으며, 점검통로는 교각과 일체로 연결된 상태로 외측에 작업자의 안전을 위한 난간이 설치되어있고, 점검사다리를 통해 교량 상부에서 출입이 가능한 상태이다. 또한, A1에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보 및 드론, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



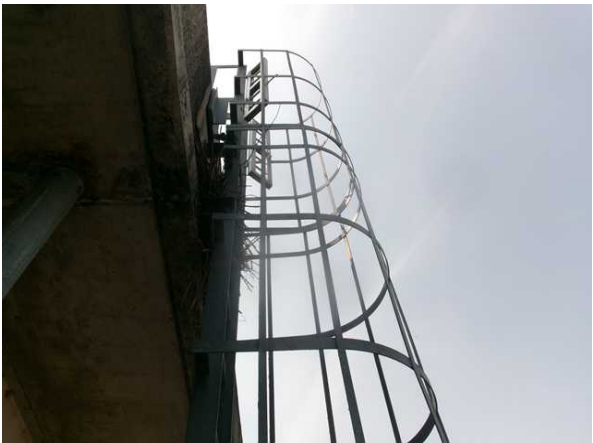
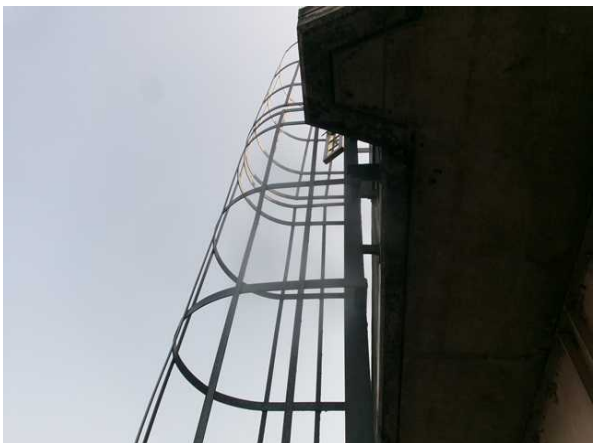
【사진 1.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.32】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 점검계단 상태현황	손상현황	• P3 점검사다리 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P5 점검난간 상태현황	손상현황	• P7 점검로 볼트 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P8 점검사다리 상태현황	손상현황	• P9 점검로 볼트 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.33】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

4) 검토의견

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

파. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽 및 중분대, 교량 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 1.3.34】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 범안대교 범물방향은 금호강(S4~S9), 금호강변로(S11)를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해를 유발할 가능성이 높은 손상은 조사되지 않았다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	고드름 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
5	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	



바닥관하면 S2 내측 캔틸레버 상태현황



바닥관하면 S4 내측 캔틸레버 상태현황



교각 P6 코핑부 상태현황



교각 P6 코핑부 상태현황

【사진 1.3.27】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
신축이음장치 P1 상태현황	신축이음장치 P8 상태현황
	
배수시설 S1 배수관 상태현황	배수시설 S6 배수구 상태현황
	
교면포장 S2 상태현황	교면포장 S5 상태현황

【사진 1.3.27】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

1.3.3 안심방향 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 범안대교는 Steel Plate Girder 1경간, Steel Box Girder 10경간, 총 11경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부 내·외측을 제외한 바닥판하면은 강재 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=545.0m 폭 28.9~52.0m로(왕복4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론, 고소작업차, 교량점검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.28】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 백태, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.35】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	4.00	4	—	—	—	—
S2	—	—	0.44	22	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	2.50	5	0.10	1	—	—
S5	—	—	0.90	1	0.01	1
S6	4.00	8	—	—	—	—
S7	9.00	9	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—
S11	3.00	3	—	—	—	—
합계	22.50	29	1.44	24	0.01	1

			
손상현황	• S1 캔틸레버 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S2 캔틸레버 균열부백태
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 손상부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 캔틸레버 백태	손상현황	• S5 바닥판하면 파손
원 인	• 외부 우수유입 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S7 캔틸레버 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S11 캔틸레버 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 1.3.29】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 백태 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 건조수축, 온도변화, 외부충격 등으로 인한 균열(0.3mm미만), 파손 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 1.3.36】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	36.00	36	22.50	29	▼ 13.50	신규손상 일부보수
	백태	m ²	1.44	24	1.44	24	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.50	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성을 확보하기 위한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

나. Steel Plate 및 Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Plate 및 Steel Box Girder는 S1(S.P.G)은 8열, S2~S4(S.T.B) 3열, S5~S11(S.T.B)은 4열로 연장 약 L=545.0m로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보, 드론, 고소작업차, 교량점검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.30】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나 도장 긁힘, 도장박리, 박락, 볼트부식 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나 이물 질퇴적(조류서식) 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.37】 거더외부 현장조사 결과

구분	도장긁힘 (㎡/개소)		도장박리, 박락 (㎡/개소)		볼트부식 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	0.04	1	3.06	2	—	—
S3	—	—	0.13	2	80.00	80
S4	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	1.20	2	—	—
S6	—	—	21.50	3	—	—
S7	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	—	—	—	—
합계	0.04	1	25.89	9	80.00	80

【표 1.3.38】 거더내부 현장조사 결과

구분	이물질퇴적 (㎡/개소)	
S2	2.25	1
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	13.00	2
S9	20.00	2
S10	—	—
S11	—	—
합계	35.25	5

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

【사진 1.3.31】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 거더외부 도장긫힘, 박리, 박락, 볼트부식, 거더내부 이물 질퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인으로 인한 도장박리, 박락 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 1.3.39】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장긫힘	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	도장박리, 박락	m ²	4.30	5	25.89	9	▲ 21.59	신규손상
	볼트부식	EA	80.00	80	80.00	80	— —	변동없음
거더내부	이물질퇴적	m ²	34.55	6	35.25	5	▲ 0.70	물량변동

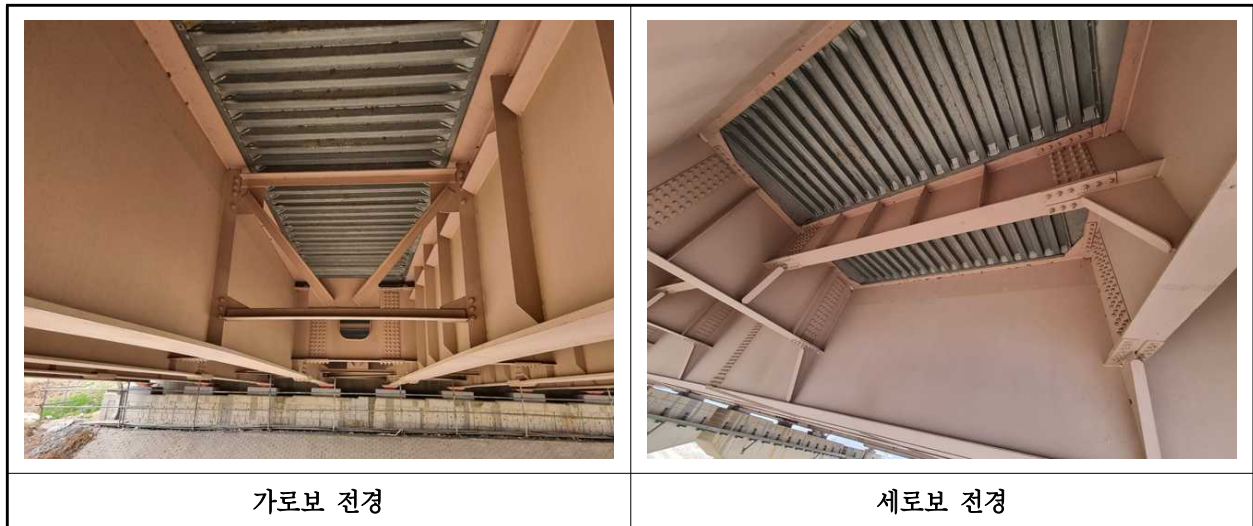
4) 검토의견

- 거더외부에서 조사된 도장긫힘, 도장박리, 볼트부식의 경우 외부충격, 공용기간증가로 인한 도장미흡부 부착력 저하, 열화, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전시 발생된 손상에 대하여 일괄적인 재도장 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더내부에서 조사된 이물질퇴적(조류서식)의 경우 거더내부 출입문 시건장치 미설치로 인한 손상으로 주기적인 점검을 통하여 조류의 배설물 적치로 인한 도장손상 등 2차 손상 발생시 정비 및 재도장 등의 보수를 일괄 실시 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보(S1~S11) 및 세로보(S2~S11)는 Steel로 시공되어 있다.
- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사는 도보, 드론, 고소작업차, 교량점검차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.32】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.40】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	부식 및 변형 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
S10	0.02	1
S11	—	—
합계	0.02	1

			
손상현황	• S10 가로보 부식 및 변형	손상현황	• S10 가로보 부식 및 변형
원 인	• 외부충격, 습기흡착 등	원 인	• 외부충격, 습기흡착 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• S3 가로보 상태현황	손상현황	• S8 가로보 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S2 세로보 상태현황	손상현황	• S5 세로보 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.33】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 부식 및 변형 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.41】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	0.02	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나 가로보 S10 구간에서 외부충격 및 습기흡착에 의한 부식 및 변형 손상이 조사되었다. 발생한 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 채도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 역T형으로 A1 파일기초, A2 직접기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



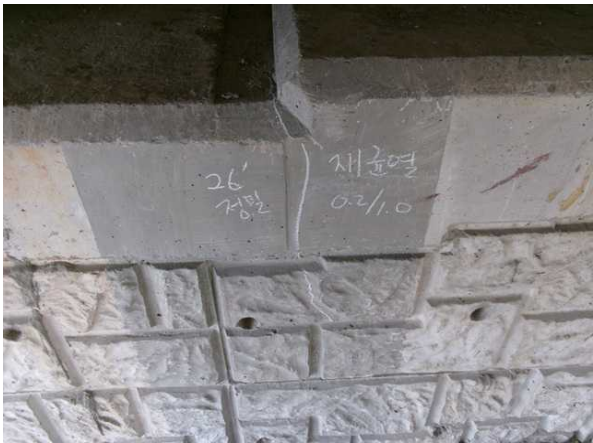
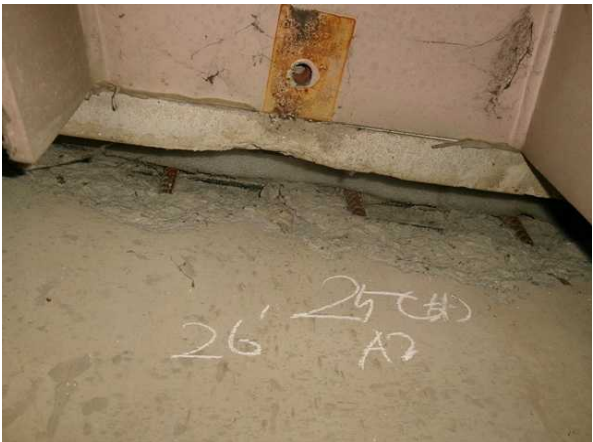
【사진 1.3.34】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손 및 철근노출, 실란트 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.42】 교대 현장조사 결과

구분	재균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		실란트 파손 (m/개소)	
A1	2.00	2	—	—	1.20	1
A2	—	—	1.13	4	—	—
합계	2.00	2	1.13	4	1.20	1

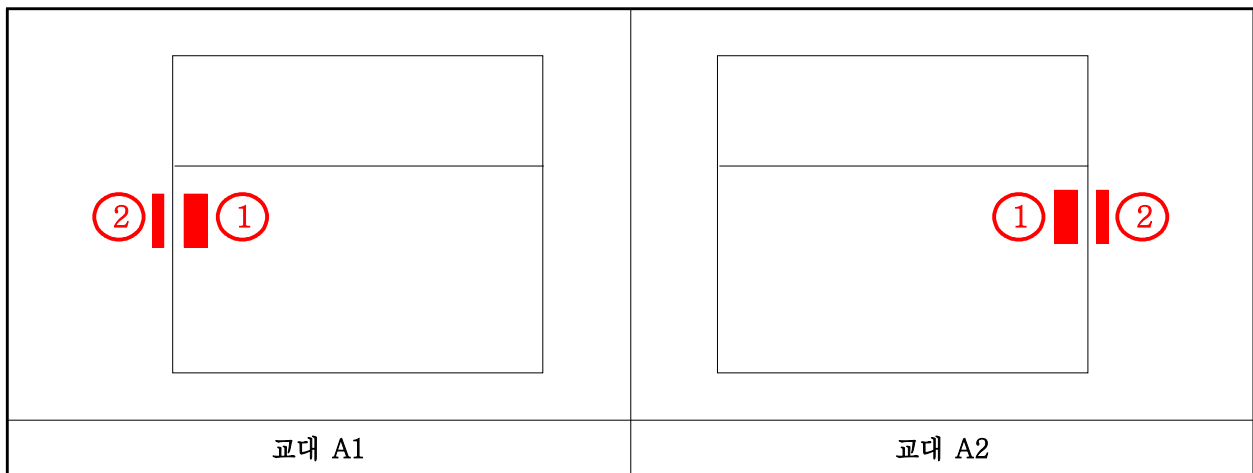
			
손상현황	• A1 재균열 (0.3mm미만)	손상현황	• A1 재균열 (0.3mm미만)
원 인	• 보수미흡, 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 보수미흡, 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 실란트 파손	손상현황	• A2 파손 및 철근노출
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡부 부착력 저하 등
조치방안	• 실란트재시공	조치방안	• 단면보수(방청)
			
손상현황	• A2 파손 및 철근노출	손상현황	• A2 파손 및 철근노출
원 인	• 시공미흡, 다짐미흡부 부착력 저하 등	원 인	• 시공미흡, 다짐미흡부 부착력 저하 등
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 1.3.35】 교대 손상현황

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교대의 경우 구체의 정면과 측면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 1.3.5】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 1.3.43】 교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)		비고
		1	2	
A1	—	90.0	90.0	
A2	—	-89.1	89.8	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

※ 기울음 방향 : (+)는 좌측방향으로 경사발생, (-)는 우측방향으로 경사발생

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 재균열(0.3mm미만), 파손 및 철근노출, 실란트 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 기존 법면 침하, 밀림에 대한 보수가 실시되었으며, 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.44】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	1.13	4	1.13	4	— —	변동없음
	실란트 파손	m	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음
	법면 침하, 밀림	m ²	2.00	2	—	—	▼ 2.00	보수됨

(2) 기울음 측정 비교

- 기울음 측정은 금회 점검에서 처음으로 실시하여 이전 점검과의 비교가 불가능하므로 추후 금회 측정한 값을 기준으로 교대의 기울음 및 변위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

【표 1.3.45】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)				비고
	1		2		
	이전 점검	26년 정밀안전점검	이전 점검	26년 정밀안전점검	
A1	－	90.0	－	90.0	
A2	－	－89.1	－	89.8	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 재균열(0.3mm미만)의 경우 보수미흡, 건조수축, 온도변화 등에 의한 구조적인 영향을 미치지 않는 미세 균열이나 내구성 확보차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손 및 철근노출의 경우 시공미흡, 다짐미흡부 부착력 저하, 반복윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 발생위치가 신축이음 하부에 위치하여 추후 신축이음 하부 누수 발생이나 지속적인 외기노출로 인한 습기흡착시 철근부식 등 2차 손상으로의 진전이 우려되어 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 실란트 파손의 경우 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 유추되며, 실란트 파손부로 우수가 유입되는 것을 방지하기 위한 실란트 채시공 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 T형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차, 교량점검차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



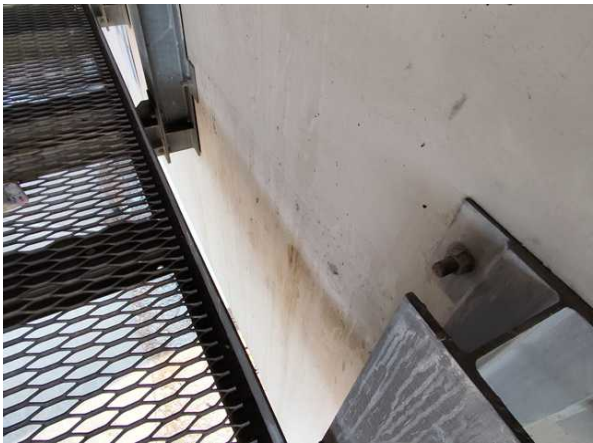
【사진 1.3.36】 교각 전경

2) 현장조사 결과

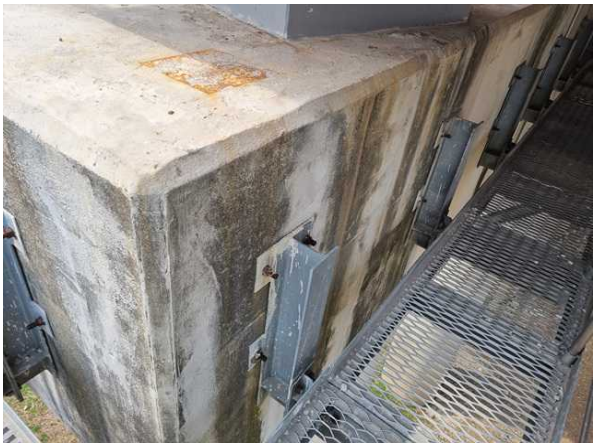
- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 누수오염, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.46】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		누수오염 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
P1	—	—	8.00	1	—	—	0.09	1
P2	—	—	60.00	1	—	—	0.03	1
P3	—	—	0.50	1	—	—	—	—
P4	—	—	3.75	1	13.00	2	—	—
P5	1.00	1	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	4.50	2	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	—	—
P8	1.50	1	—	—	—	—	—	—
P9	—	—	—	—	—	—	—	—
P10	2.00	1	0.24	1	—	—	—	—
합계	4.50	3	76.99	7	13.00	2	0.12	2

			
손상현황	• P1 코핑부 망상균열	손상현황	• P1 코핑부 파손
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• P2 기둥부 망상균열	손상현황	• P2 코핑부 파손
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• P3 코핑부 균열(0.3mm미만) -보수-	손상현황	• P4 기둥부 망상균열
원 인	• -	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 1.3.37】 교각 손상현황

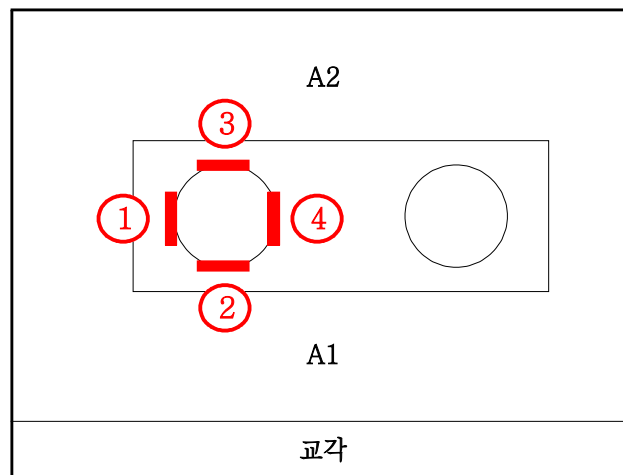
			
손상현황	• P5 코핑부 누수오염	손상현황	• P5 코핑부 표면열화 -보수-
원 인	• 외부 우수유입 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• -
			
손상현황	• P6 코핑부 망상균열	손상현황	• P8 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P9 기둥부 망상균열 -보수-	손상현황	• P10 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• -	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 1.3.37】 교각 손상현황(계속)

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교각의 경우 기둥의 정·좌·우·배면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였으며, 하상 중앙구간인 P6은 측정이 불가하여 제외하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 1.3.6】 교각 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 1.3.47】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	90.0	90.0	90.0	-89.7	
P2	—	-89.8	90.0	89.8	89.8	
P3	—	90.0	-89.9	89.9	-89.8	
P4	—	-89.8	-89.8	89.9	90.0	
P5	—	90.0	90.0	90.0	-89.8	
P7	—	-89.9	-89.9	90.0	-89.8	
P8	—	89.9	89.9	90.0	90.0	
P9	—	89.9	-89.9	-89.8	89.9	
P10	—	89.8	-89.8	-89.8	90.0	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

※ 기울음 방향 : (+)는 좌측방향으로 경사발생, (-)는 우측방향으로 경사발생

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 건조수축, 온도변화, 공용기간 증가, 외부충격 등으로 인한 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 등이 조사되었다. 또한 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 이물 질퇴적 등의 손상에 대하여 일부 보수가 실시되었다.

【표 1.3.48】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	7.90	6	4.50	3	▼ 3.40	일부보수 신규손상
	망상균열	m ²	382.99	25	76.99	7	▼ 306.00	일부보수 신규손상
	표면열화	m ²	18.05	5	—	—	▼ 18.05	보수됨
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	1.50	1	—	—	▼ 1.50	보수됨
	누수오염	m ²	13.00	2	13.00	2	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.12	2	▲ 0.12	신규손상

(2) 기울음 측정 비교

- 기울음 측정은 금회 점검에서 처음으로 실시하여 이전 점검과의 비교가 불가능하므로 추후 금회 측정한 값을 기준으로 교대의 기울음 및 변위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

【표 1.3.49】 교각 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)								비고
	1		2		3		4		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
P1	－	90.0	－	90.0	－	90.0	－	－89.7	
P2	－	－89.8	－	90.0	－	89.8	－	89.8	
P3	－	90.0	－	－89.9	－	89.9	－	－89.8	
P4	－	－89.8	－	－89.8	－	89.9	－	90.0	
P5	－	90.0	－	90.0	－	90.0	－	－89.8	
P7	－	－89.9	－	－89.9	－	90.0	－	－89.8	
P8	－	89.9	－	89.9	－	90.0	－	90.0	
P9	－	89.9	－	－89.9	－	－89.8	－	89.9	
P10	－	89.8	－	－89.8	－	－89.8	－	90.0	

5) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 미세균열로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수오염의 경우 공용기간 증가, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 점검당시 콘크리트 표면이 즉각적인 보수를 요구하는 상태는 아니나 발생한 손상의 위치상 지속적인 외부 우수유입, 열화 등이 외부요인이 작용하여 추후 박리 등의 2차손상이 우려된다. 이에 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전 및 신규손상의 발생시 방생된 손상에 대하여 일괄적인 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격(받침교체시 자치설치) 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 및 손상의 진전을 방지하기 위한 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 범안대교의 기초는 교대 A1, A2 파일 및 직접기초, 교각 P1~P10 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	
교각 P3 기초 전경	교각 P4 기초 전경

【사진 1.3.38】 기초 전경

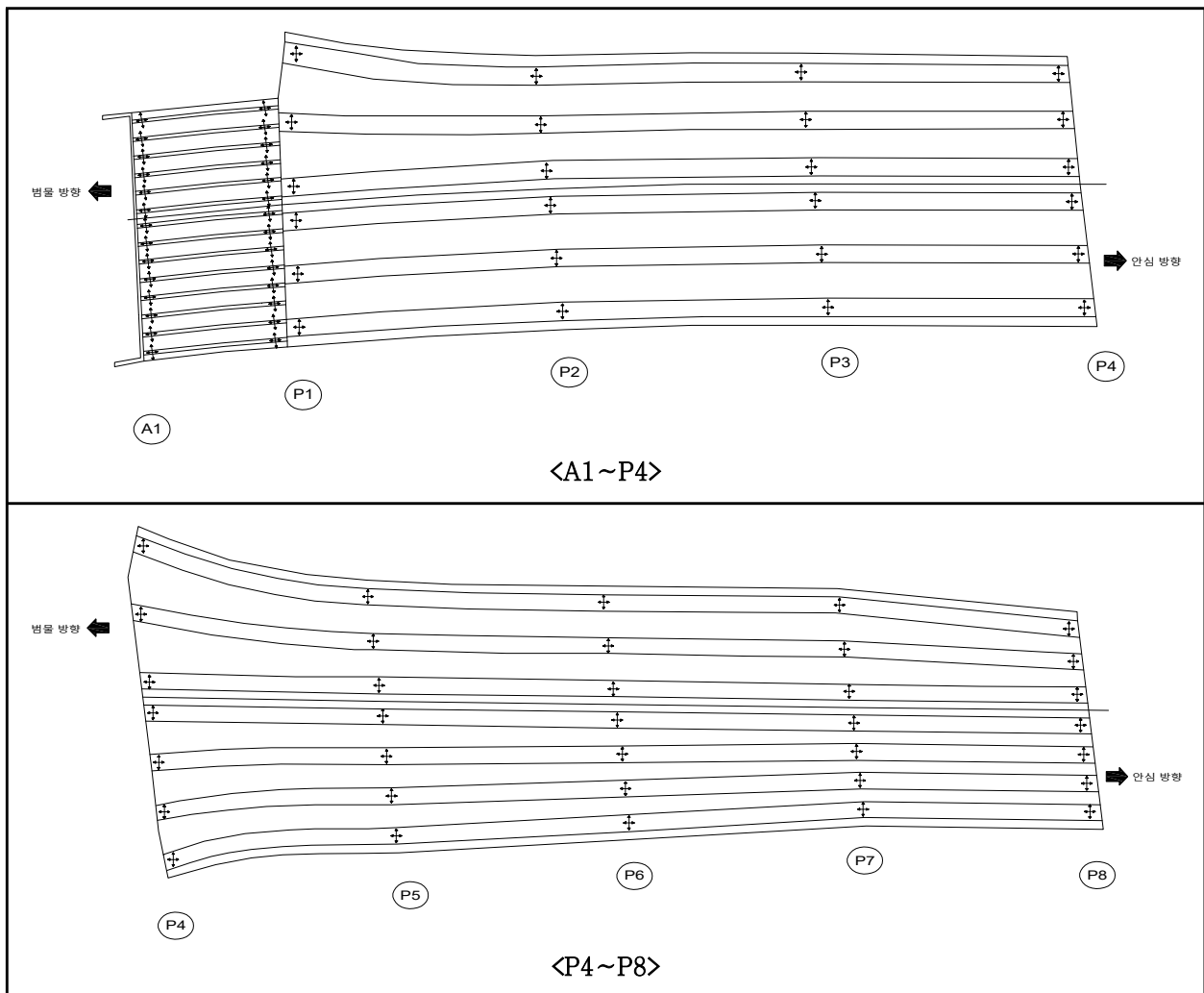
	
교각 P5 기초 전경	교각 P6 기초 전경
	
교각 P7 기초 전경	교각 P8 기초 전경
	
교각 P9 기초 전경	교각 P10 기초 전경

【사진 1.3.38】 기초 전경(계속)

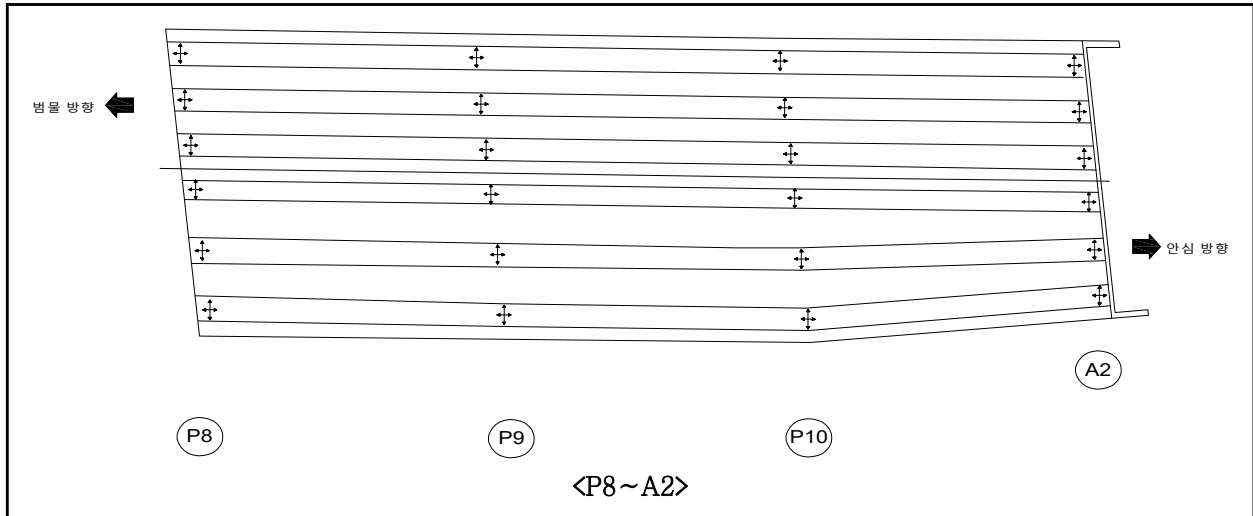
사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 2022년 정밀안전진단(내진성능평가)에서 교량받침에 대한 내진성능이 부족한 것으로 검토되어 기존 포트받침에서 금회 점검당시 내진성능을 보완한 내진받침으로 교체공사가 진행 중인 것으로 확인되었다.
- 본 교량의 교량받침은 내진받침으로 총 60기가 설치되어 있으며, 전개소 양방향 받침으로 현장조사는 전구간에 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 1.3.7】 교량받침 배치도



【그림 1.3.7】 교량받침 배치도(계속)



【사진 1.3.39】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 조사당시 해당 시설물의 교량받침은 받침 교체공사가 진행 중인 것으로 조사되었다.

【표 1.3.50】교량받침 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
P10	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1-Sh2 상태현황	손상현황	• A2-Sh3 상태현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 1.3.40】교량받침 손상현황

			
손상현황	• A2-Sh1 상태현황	손상현황	• A2-Sh2 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P1-Sh5 상태현황	손상현황	• P2-Sh1 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P3-Sh3 상태현황	손상현황	• P4-Sh6 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.40】 교량받침 손상현황(계속)

			
손상현황	• P7-Sh3 상태현황	손상현황	• P8-Sh2 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.40】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 전 구간 교량받침 교체로 인하여 손상이 소실되었고, 금회 점검에서 교량받침에 대한 교체가 실시되고 있는 상태이다.

【표 1.3.51】 교량받침 기 점검 결과 비교

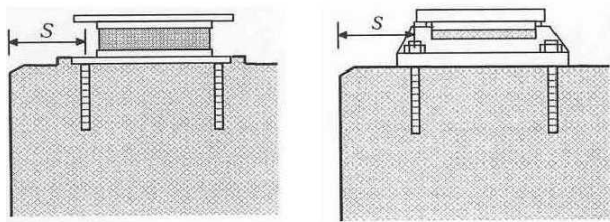
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	-	-	▼ 0.40	받침재설치
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	-	-	▼ 1.00	받침재설치

4) 검토의견

- 교량받침은 점검당시 교체공사가 완료되지 않은 상태로 조사된 손상은 없으며, 추후 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

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(2010, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 1.3.8】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 1.3.41】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=29.9m) : $200 + 5 \times 29.9 = 350(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=55.0m) : $200 + 5 \times 55.0 = 475(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$

【표 1.3.52】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단 거리 (mm)	실측 연단거리(mm)											검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	Sh11	
A1		350	650	640	650	650	645	640	650	650	-	-	-	O.K
P1	A1측	350	850	845	850	850	855	850	850	845	-	-	-	O.K
	A2측	475	-	-	-	-	-	-	-	-	720	710	710	O.K
P2	A1측	475	1050	1060	1050	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	475	1030	1030	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P3	A1측	475	1055	1050	1055	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	475	1025	1025	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P4	A1측	475	700	600	600	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	-	-	-	700	705	700	770	-	-	-	-	O.K
P5	A1측	450	1080	1070	1000	1000	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	1040	1040	1040	1000	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P6	A1측	450	1050	1050	1030	1130	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	1050	1040	1040	1030	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P7	A1측	450	1050	1040	1050	1050	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	1050	1055	1055	1050	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P8	A1측	450	600	610	605	600	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	-	-	-	-	665	650	655	-	-	-	-	O.K
P9	A1측	450	1050	1050	1050	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	1045	1050	1045	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
P10	A1측	450	1105	1030	1060	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
	A2측	450	1020	1060	1065	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K
A2		450	610	610	605	-	-	-	-	-	-	-	-	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 1.3.42】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.53】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		21.4	28.6	0.000012	15.00	3.9	5.1	
P1	전면	21.4	28.6	0.000012	15.00	3.9	5.1	
	배면	21.4	28.6	0.000012	82.50	21.2	28.3	
P2		21.4	28.6	0.000012	27.50	7.1	9.4	
P3		21.4	28.6	0.000012	27.50	7.1	9.4	
P4	전면	21.4	28.6	0.000012	82.50	21.2	28.3	
	배면	21.4	28.6	0.000012	100.00	25.7	34.3	
P5		21.4	28.6	0.000012	50.00	12.8	17.2	
P6		21.4	28.6	0.000012	0.00	0.0	0.0	
P7		21.4	28.6	0.000012	50.00	12.8	17.2	
P8	전면	21.4	28.6	0.000012	100.00	25.7	34.3	
	배면	21.4	28.6	0.000012	75.00	19.3	25.7	
P9		21.4	28.6	0.000012	25.00	6.4	8.6	
P10		21.4	28.6	0.000012	25.00	6.4	8.6	
A2		21.4	28.6	0.000012	75.00	19.3	25.7	
1) 조사당시 온도 : 11.4 $^{\circ}C$ (조사일 : 2026년 3월 24일, 대구)								
2) 검토온도 : -10 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (보통지방)								

【표 1.3.54】 교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과	
			수축	신장	최대 수축	최대 신장				
A1	SH1	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH2	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH3	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH4	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH5	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH6	-20	130	170	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH7	-18	132	168	3.9	5.1	±150	OK	OK	
	SH8	-18	132	168	3.9	5.1	±150	OK	OK	
P1	A1	SH1	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH2	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH3	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH4	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH5	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH6	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH7	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
		SH8	8	158	142	3.9	5.1	±150	OK	OK
	A2	SH9	6	181	169	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH10	6	181	169	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH11	6	181	169	21.2	28.3	±175	OK	OK
P2	SH1	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK	
	SH2	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK	
	SH3	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK	
P3	SH1	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK	
	SH2	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK	
	SH3	0	150	150	7.1	9.4	±150	OK	OK	
P4	A1	SH1	-42	133	217	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH2	-21	154	196	21.2	28.3	±175	OK	OK
		SH3	-26	149	201	21.2	28.3	±175	OK	OK
	A2	SH4	0	175	175	25.7	34.3	±175	OK	OK
		SH5	0	175	175	25.7	34.3	±175	OK	OK
		SH6	-8	167	183	25.7	34.3	±175	OK	OK
		SH7	-16	159	191	25.7	34.3	±175	OK	OK
P5	SH1	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK	
	SH2	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK	
	SH3	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK	
	SH4	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK	
P6	SH1	-4	146	154	0.0	0.0	±150	OK	OK	
	SH2	-4	146	154	0.0	0.0	±150	OK	OK	
	SH3	1	151	149	0.0	0.0	±150	OK	OK	
	SH4	0	150	150	0.0	0.0	±150	OK	OK	
주) 판정 : 최대 반침 이동량 ≤ 실측 반침 가동여유량 ⇒ O.K										

【표 1.3.55】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과
			수축	신장	최대 수축	최대 신장			
P7	SH1	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
	SH3	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
	SH4	0	150	150	12.8	17.2	±150	OK	OK
P8	A1	SH1	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
		SH2	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
		SH3	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
		SH4	-10	165	185	25.7	34.3	±175	OK
	A2	SH5	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK
		SH6	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK
		SH7	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK
P9	SH1	0	150	150	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH3	0	150	150	6.4	8.6	±150	OK	OK
P10	SH1	-10	140	160	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH2	-10	140	160	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH3	-10	140	160	6.4	8.6	±150	OK	OK
A2	SH1	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK	OK
	SH2	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK	OK
	SH3	-10	165	185	19.3	25.7	±175	OK	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, A2, P1(No.100) 팽거조인트, P4, P8(No.160) 레일조인트로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



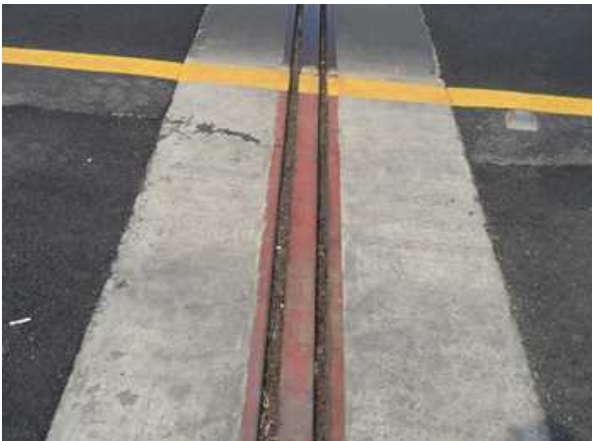
【사진 1.3.43】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 후타재 박리, 망상균열 손상이 조사되었다.

【표 1.3.56】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 망상균열 (m'/개소)		후타재 박리 (m'/개소)	
A1(EXP J1)	0.90	2	—	—
P1(EXP J2)	—	—	—	—
P4(EXP J3)	0.90	2	—	—
P8(EXP J4)	0.90	2	—	—
A2(EXP J5)	—	—	1.60	4
합계	2.70	6	1.60	4

			
손상현황	• A1 후타재 망상균열	손상현황	• A2 후타재 박리
원 인	• 반복통행운하중, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 주의관찰 후 재설치	조치방안	• 주의관찰 후 재설치
			
손상현황	• P4 후타재 망상균열	손상현황	• P8 후타재 망상균열
원 인	• 반복통행운하중, 열화 등	원 인	• 반복통행운하중, 열화 등
조치방안	• 주의관찰 후 재설치	조치방안	• 주의관찰 후 재설치

【사진 1.3.44】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 박리 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 공용기간 증가, 열화, 반복통행운하중 등에 의한 후타재 망상균열 손상이 추가로 조사되었다.

【표 1.3.57】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음 장치	후타재 박리	m ²	1.60	4	1.60	4	- -	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	-	-	2.70	6	▲ 2.70	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음장치에서 조사된 후타재 망상균열, 박리의 경우 공용기간 증가, 열화, 반복통행운하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 부재의 기능성 및 차량통행에 영향을 미치는 손상은 아니며 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전시 재설치 등 적절한 보수방안을 선정하여 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2026. 3. 24. 기온 적용: 11.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-11.4℃ = 28.6℃ ΔT(수축시) : -10.℃-(11.4℃) = 21.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)					
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팅창계수 α (/℃)	
	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	

【사진 1.3.45】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.58】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절 기	하절 기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	21.4	28.6	0.000012	15.00	3.9	5.1	—	3.9	5.1	
P1	21.4	28.6	0.000012	97.50	25.0	33.5	—	25.0	33.5	
P4	21.4	28.6	0.000012	182.50	46.9	62.6	10.67	57.5	62.6	
P8	21.4	28.6	0.000012	175.00	44.9	60.1	10.67	55.6	60.1	
A2	21.4	28.6	0.000012	75.00	19.3	25.7	—	19.3	25.7	
1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 03월 24일, 평균온도, 대구) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방) 3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)										

【표 1.3.59】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	3.9	5.1	44.0	100	52.1	38.9	OK	OK
	바닥판	3.9	5.1	95.0	—	—	89.9	—	OK
	거더	3.9	5.1	137.0	—	—	131.9	—	OK
P1	신축이음	25.0	33.5	34.0	100	41.0	0.5	OK	OK
	바닥판	25.0	33.5	90.0	—	—	56.5	—	OK
	거더	25.0	33.5	115.0	—	—	81.5	—	OK
P4	신축이음	57.5	62.6	75.0	160	27.5	12.4	OK	OK
	바닥판	57.5	62.6	222.0	—	—	159.4	—	OK
	거더	57.5	62.6	260.0	—	—	197.4	—	OK
P8	신축이음	55.6	60.1	86.0	160	18.4	25.9	OK	OK
	바닥판	55.6	60.1	210.0	—	—	149.9	—	OK
	거더	55.6	60.1	305.0	—	—	244.9	—	OK
A2	신축이음	19.3	25.7	38.0	100	42.7	12.3	OK	OK
	바닥판	19.3	25.7	72.0	—	—	46.3	—	OK
	거더	19.3	25.7	125.0	—	—	99.3	—	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였으며, 검토결과 온도변화에 따른 수축 및 신장시 전 구간의 신축이음에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있으며, S2~S8의 확폭구간의 갓길측은 PE방호벽이 설치되어 차량통행이 불가능한 상태이다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 포트홀, 파손, 균열, 요철, 단차, 열화 등의 손상발생 및 차량의 주행성능 저하 등에 대해 중점을 두고 도보를 통하여 조사를 실시하였다



【사진 1.3.46】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.60】 교면포장 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 접속부 포장파손 (0.2m×0.5m)	손상현황	• S1 접속부 재포장
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S3 망상균열 (65.0m×8.0m)	손상현황	• S4 재포장
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S5 재포장	손상현황	• S11 접속부 재포장
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.47】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 포장 균열, 파손, 접속부 파손 등의 손상이 교면포장부 전면 재포장으로 소실되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.61】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	326.00	31	—	—	▼ 326.00	보수됨
	포장 파손	m ²	1.52	2	—	—	▼ 1.52	보수됨
	접속부 포장 파손	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수됨

4) 검토의견

- 금회 교면포장 현장조사 결과, 전구간 재포장이 실시되었으며, 별도의 신규손상은 조사되지 않았다. 이에 주기적인 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 범안대교의 배수시설은 전구간에 걸쳐 총 29개소 배수구가 갯길측에 설치되어 있으며, 육교형 및 하천형 배수관이 혼합되어 설치된 상태로 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수 되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차, 교량점검차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



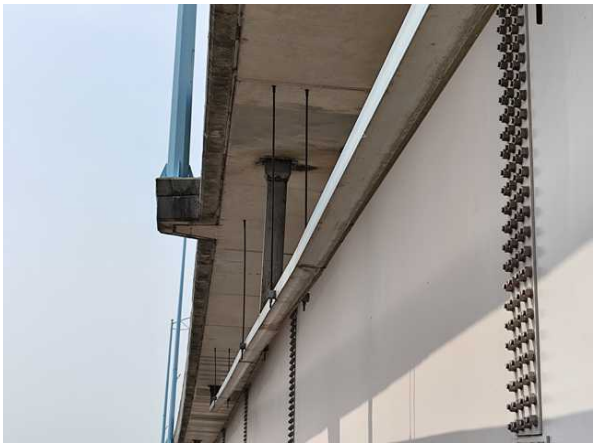
【사진 1.3.48】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수관 이음부 누수 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.62】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 이음부 누수 (개소/개소)	
S1	—	—
S2	1.00	1
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
S9	—	—
S10	—	—
S11	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• S2 배수관 이음부 누수(1EA)	손상현황	• S2 배수관 이음부 누수(1EA)
원 인	• 공용기간 증가, 시공미흡 등	원 인	• 공용기간 증가, 시공미흡 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 1.3.49】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수관 이음부 누수 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.63】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 파손의 경우 공용기간 증가, 시공미흡 등에 의한 손상으로 배수시 이음부로의 누수를 방지하고 원활한 배수기능 확보를 위한 정비 등의 보수가 요망되고, 주기적인 정비로 배수구 및 배수관 막힘을 방지하는 유지관리가 필요하다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 외측 차량용 콘크리트 방호벽(H=1.1m), 내측에는 콘크리트 중분대(H=0.85m)+차광판이 시공되어있고, S2~S8 갓길에 PE방호벽이 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.50】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.64】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
S1	11.20	11
S2	15.20	16
S3	16.40	16
S4	24.40	25
S5	20.00	22
S6	28.00	28
S7	20.00	22
S8	18.80	21
S9	16.40	19
S10	17.60	20
S11	16.40	19
합계	204.40	219

			
손상현황	• S6 중분대 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S6 중분대 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 1.3.51】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.65】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	204.40	219	204.40	219	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 방호벽의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 범안대교 안심방향의 점검통로는 범물방향 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P1 ~ P9 지점에 점검로가 설치되어 있으며, 점검통로는 교각과 일체로 연결된 상태로 외측에 작업자의 안전을 위한 난간이 설치되어있고, 점검사다리를 통해 교량 상부에서 출입이 가능한 상태이다. 또한, A2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.
- 교량 점검시설에 대한 현장조사는 도보 및 드론, 교량점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.52】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, P6에 점검로 난간파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.66】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	점검로 난간파손 (개소/개소)	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	1.00	1
P7	—	—
P8	—	—
P9	—	—
A2	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• P6 점검로 난간파손	손상현황	• P5 점검로 상태현황
원 인	• 외부충격 등	원 인	• -
조치방안	• 정비	조치방안	• -
			
손상현황	• P3 점검로 상태현황	손상현황	• P7 점검로 볼트 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P8 점검로 볼트 상태현황	손상현황	• P9 점검로 볼트 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 1.3.53】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 외부충격에 의한 점검로 난간파손이 신규손상으로 조사되었다.

【표 1.3.67】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	점검로 난간파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량 점검시설에서 조사된 점검로 난간파손은 외부충격에 의한 손상으로 이용자의 안전성 확보 차원의 정비 등 보수조치가 필요하다고 판단된다.

파. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽 및 중분대, 교량 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

【표 1.3.68】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 범안대교 범물방향은 금호강(S4~S9), 금호강변로(S11)를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해를 유발할 가능성이 높은 손상은 조사되지 않았다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	고드름 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
5	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	

	
바닥판하면 S1 내측 캔틸레버 상태현황	바닥판하면 S6 내측 캔틸레버 상태현황
	
교각 P6 코핑부 상태현황	교각 P6 코핑부 상태현황

【사진 1.3.54】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
신축이음장치 A2 상태현황	신축이음장치 P4 상태현황
	
배수시설 S1 배수관 상태현황	배수시설 S6 배수구 상태현황
	
교면포장 S1 상태현황	교면포장 S5 상태현황

【사진 1.3.54】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

1.3.4 현장조사 총괄표

【표 1.3.69】 범물방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	41.50	55	
	균열부백태, 백태	m ²	3.63	5	
거더외부	도장긁힘	m ²	0.24	2	
	도장박리	m ²	20.00	1	
거더내부	이물질퇴적	m ²	80.00	8	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	14.20	14	
	망상균열	m ²	108.36	6	
	표면열화, 누수오염	m ²	67.55	14	
	박리, 파손	m ²	0.14	4	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음장치	이물질퇴적	m ²	3.00	2	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수관 파손	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	221.20	242	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 1.3.70】안심방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	22.50	29	
	백태	m ²	1.44	24	
	파손	m ²	0.01	1	
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	
	도장박리, 박락	m ²	25.89	9	
	볼트부식	EA	80.00	80	
거더내부	이물질퇴적	m ²	35.25	5	
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	
교대	채균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	
	파손 및 철근노출	m ²	1.13	4	
	실란트 파손	m	1.20	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.50	3	
	망상균열	m ²	76.99	7	
	누수오염	m ²	13.00	2	
	파손	m ²	0.12	2	
교량받침	상태양호	—	—	—	
신축이음장치	후타재 박리	m ²	1.60	4	
	후타재 망상균열	m ²	2.70	6	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	204.40	219	
교량 점검시설	점검로 난간파손	EA	1.00	1	

1.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.71】범물방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	30.60	31	41.50	55	▲ 10.90	신규손상 일부보수
	균열부백태, 백태	m ²	3.89	7	3.63	5	▼ 0.26	신규손상 일부보수
	들뜸, 파손	m ²	0.50	4	—	—	▼ 0.50	보수됨
거더외부	도장긁힘	m ²	0.20	1	0.24	2	▲ 0.04	신규손상
	도장박리	m ²	—	—	20.00	1	▲ 20.00	신규손상
거더내부	이물질퇴적	m ²	80.00	8	80.00	8	— —	변동없음
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	0.50	1	— —	변동없음
	범면 유실	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	4	14.20	14	▲ 14.20	신규손상
	망상균열	m ²	13.36	3	108.36	6	▲ 95.00	신규손상
	표면열화, 누수오염	m ²	70.55	15	67.55	14	▼ 3.00	일부보수
	박리, 파손	m ²	—	—	0.14	4	▲ 0.14	신규손상
	이물질퇴적	m ²	18.50	6	—	—	▼ 18.50	보수됨
	폐자재 적치	m ²	3.90	2	—	—	▼ 3.90	보수됨
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	—	—	▼ 1.00	받침재설치
신축이음 장치	이물질퇴적	m ²	3.00	2	3.00	2	— —	변동없음
교면포장	포장 균열	m	91.00	17	—	—	▼ 91.00	보수됨
	망상균열	m ²	5.00	1	—	—	▼ 5.00	보수됨
	포장 박리, 파손	m ²	1.95	3	—	—	▼ 1.95	보수됨
	접속부 망상균열, 파손	m ²	200.00	1	—	—	▼ 200.00	보수됨
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨
	배수관 연결핀 탈락	EA	4.00	4	—	—	▼ 4.00	보수됨
	배수관 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	257.20	272	221.20	242	▼ 36.00	일부보수
	망상균열	m ²	44.40	4	—	—	▼ 44.40	보수됨
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

【표 1.3.72】안심방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	36.00	36	22.50	29	▼ 13.50	신규손상 일부보수
	백태	m ²	1.44	24	1.44	24	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.50	신규손상
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	도장박리, 박락	m ²	4.30	5	25.89	9	▲ 21.59	신규손상
	볼트부식	EA	80.00	80	80.00	80	— —	변동없음
거더내부	이물질퇴적	m ²	34.55	6	35.25	5	▲ 0.70	물량변동
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
교대	채균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	1.13	4	1.13	4	— —	변동없음
	실란트 파손	m	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음
	범면 침하, 밀림	m ²	2.00	2	—	—	▼ 2.00	보수됨
교각	균열(0.3mm미만)	m	7.90	6	4.50	3	▼ 3.40	일부보수 신규손상
	망상균열	m ²	382.99	25	76.99	7	▼ 306.00	일부보수 신규손상
	표면열화	m ²	18.05	5	—	—	▼ 18.05	보수됨
	이물질퇴적	m ²	1.50	1	—	—	▼ 1.50	보수됨
	누수오염	m ²	13.00	2	13.00	2	— —	변동없음
	파손	m ²	—	—	0.12	2	▲ 0.12	신규손상
교량받침	무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	—	—	▼ 0.40	받침재설치
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	—	—	▼ 1.00	받침재설치
신축이음 장치	후타재 박리	m ²	1.60	4	1.60	4	— —	변동없음
	후타재 망상균열	m ²	—	—	2.70	6	▲ 2.70	신규손상
교면포장	포장 균열	m	326.00	31	—	—	▼ 326.00	보수됨
	포장 파손	m ²	1.52	2	—	—	▼ 1.52	보수됨
	접속부 포장 파손	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수됨
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	204.40	219	204.40	219	— —	변동없음
교량 점검시설	점검로 난간파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

1.4 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[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

1.4.1 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 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(범물방향)

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 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 1.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(안심방향)

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 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

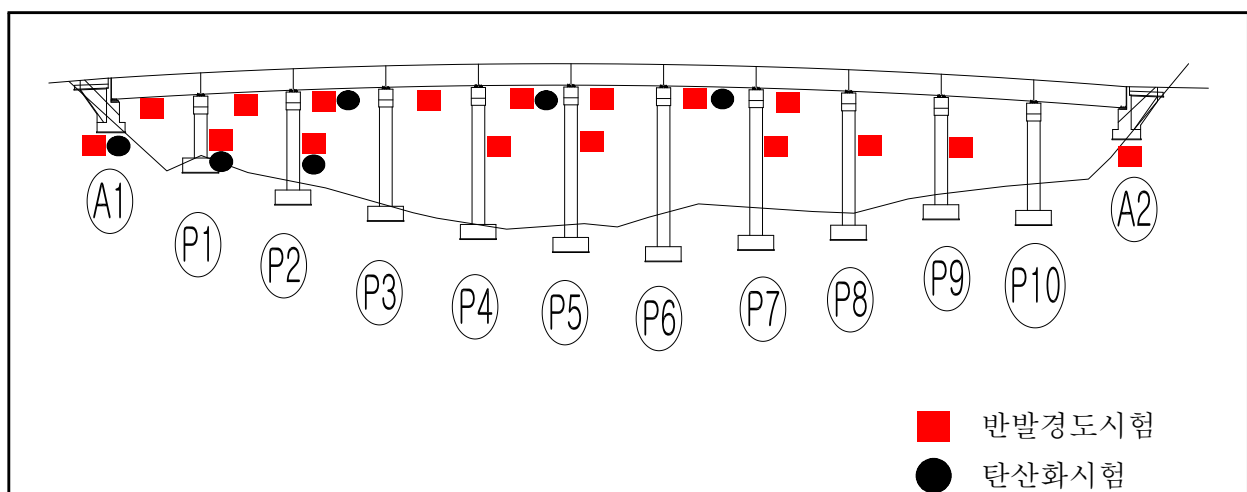
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 교량점검차, 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

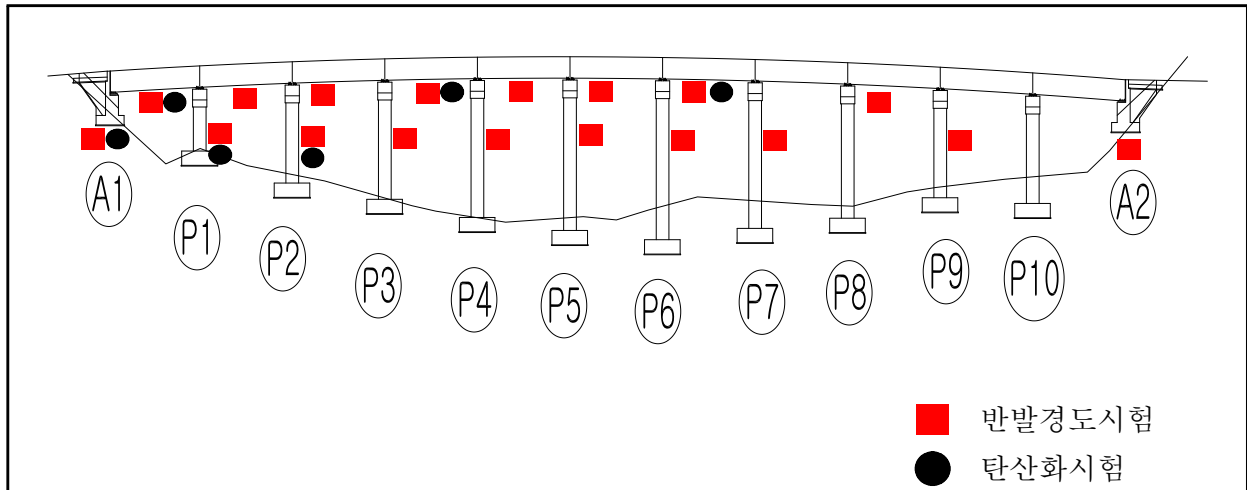


【사진 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 범물방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.2】안심방향 콘크리트 내구성조사 위치도

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험 각 방향별 상부구조 9개소, 하부구조 9개소(총 36개소)를 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.



【사진 1.4.2】반발경도시험 현장사진

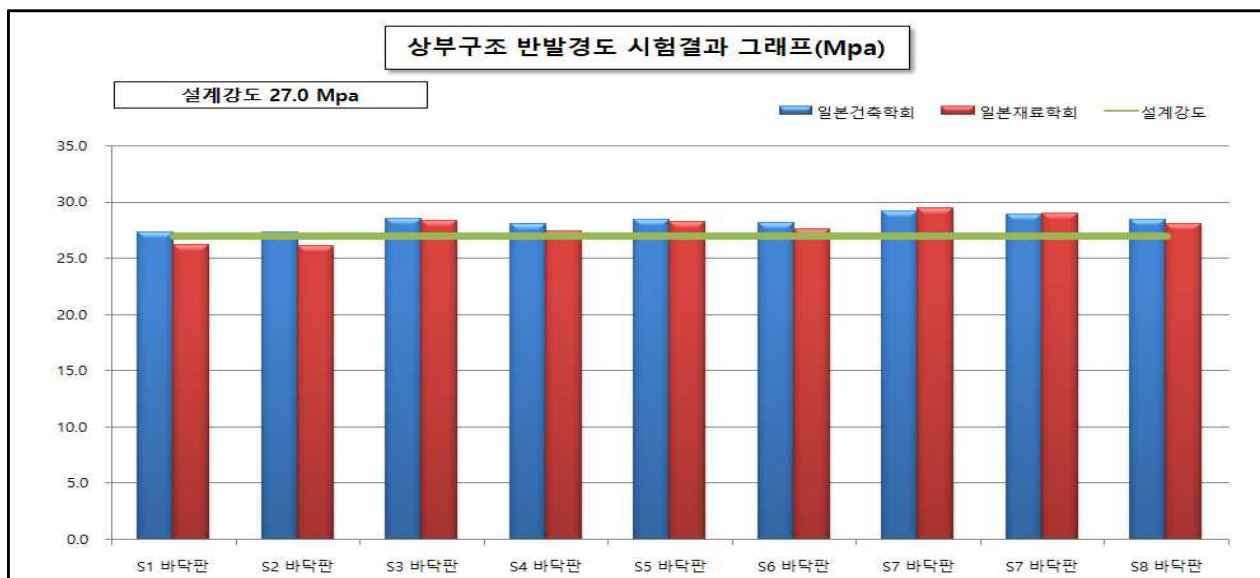
1) 비파괴강도 시험결과(범물방향)

【표 1.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(범물방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	46.8	26.1	27.3	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	46.7	26.1	27.2			건전부
	S3	바닥판	49.5	28.3	28.5			건전부
	S4	바닥판	48.4	27.4	28.0			건전부
	S5	바닥판	49.4	28.2	28.4			건전부
	S6	바닥판	48.6	27.6	28.1			건전부
	S7	바닥판	50.9	29.4	29.1			건전부
	S7	바닥판	50.4	29.0	28.9			비건전부
	S8	바닥판	49.2	28.0	28.4			건전부
평균			—	27.8	28.2	—	—	
표준편차			—	0.84	0.48	—	—	
변동계수			—	0.030	0.017	—	—	
최대값			—	29.4	29.1	—	—	
최소값			—	26.1	27.2	—	—	

【표 1.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석(범물방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.2	~ 29.1	27.0	28.2	100.7 ~ 107.8	



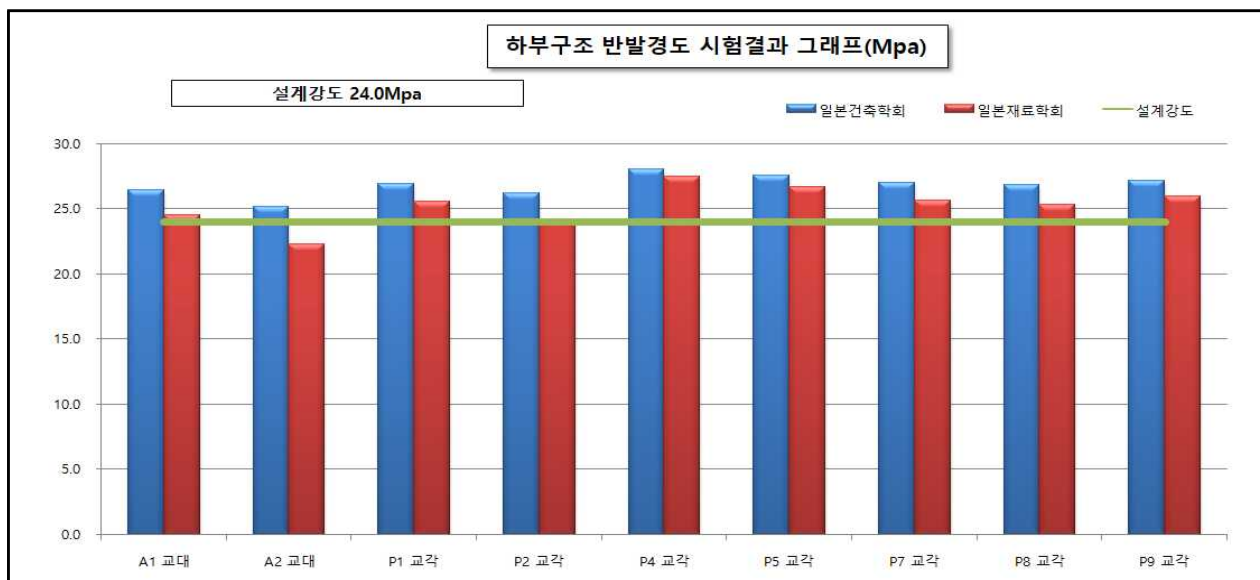
【그림 1.4.3】 상부구조 반발경도시험 측정결과(범물방향)

【표 1.4.5】하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(범물방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.8	24.5	26.4	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	42.0	22.3	25.1			건전부
	P1	교각	46.1	25.5	26.9			건전부
	P2	교각	44.4	24.1	26.2			건전부
	P4	교각	48.5	27.5	28.0			건전부
	P5	교각	47.5	26.6	27.6			건전부
	P7	교각	46.2	25.6	27.0			건전부
	P8	교각	45.8	25.3	26.8			건전부
	P9	교각	46.6	25.9	27.2			건전부
평균			—	25.3	26.8	—	—	
표준편차			—	0.35	0.20	—	—	
변동계수			—	0.014	0.007	—	—	
최대값			—	27.5	28.0	—	—	
최소값			—	22.3	25.1	—	—	

【표 1.4.6】하부구조 비파괴강도 시험결과 분석(범물방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대 및 교각	25.1	~ 28.0	24.0	26.8	104.6 ~ 116.7	



【그림 1.4.4】하부구조 반발경도시험 측정결과(범물방향)

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~29.1MPa, 하부구조(교대 및 교각) 25.1~28.0MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.3%로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

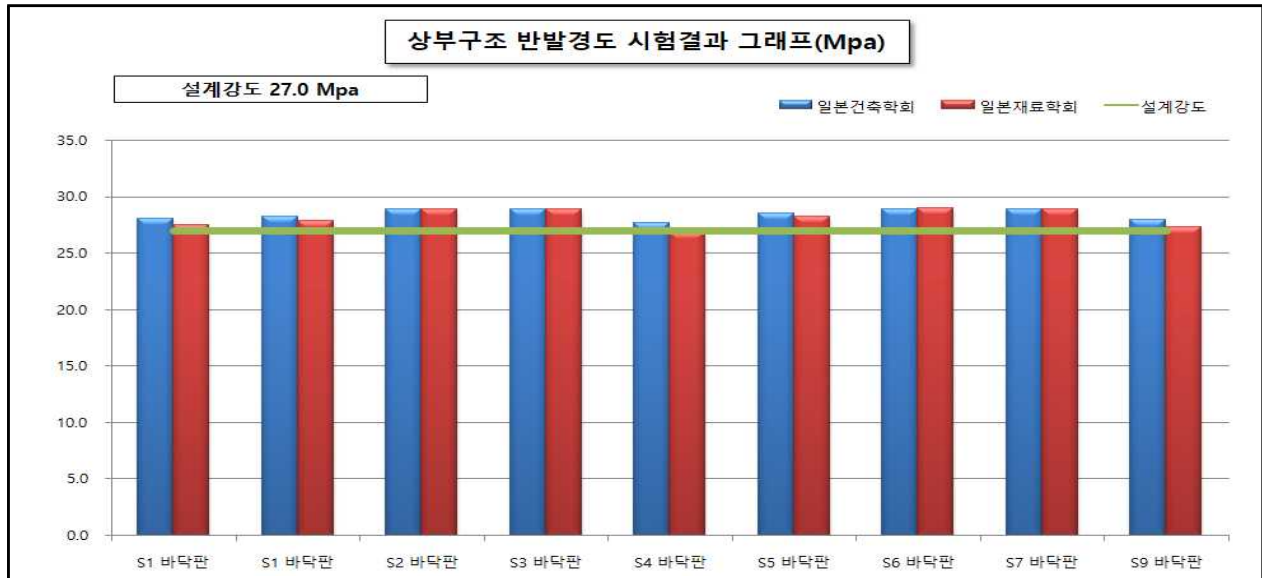
2) 비파괴강도 시험결과(안심방향)

【표 1.4.7】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(안심방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	48.5	27.5	28.0	0.63	27.0	건전부
	S1	바닥판	49.0	27.9	28.3			비건전부
	S2	바닥판	50.3	28.9	28.8			건전부
	S3	바닥판	50.3	28.9	28.8			건전부
	S4	바닥판	47.7	26.8	27.7			건전부
	S5	바닥판	49.5	28.2	28.5			건전부
	S6	바닥판	50.4	28.9	28.9			건전부
	S7	바닥판	50.3	28.9	28.8			건전부
	S9	바닥판	48.2	27.3	27.9			건전부
평균			—	28.1	28.4	—	—	
표준편차			—	0.25	0.14	—	—	
변동계수			—	0.009	0.005	—	—	
최대값			—	28.9	28.9	—	—	
최소값			—	26.8	27.7	—	—	

【표 1.4.8】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석(안심방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.7	~ 28.9	27.0	28.4	102.6 ~ 107.0	



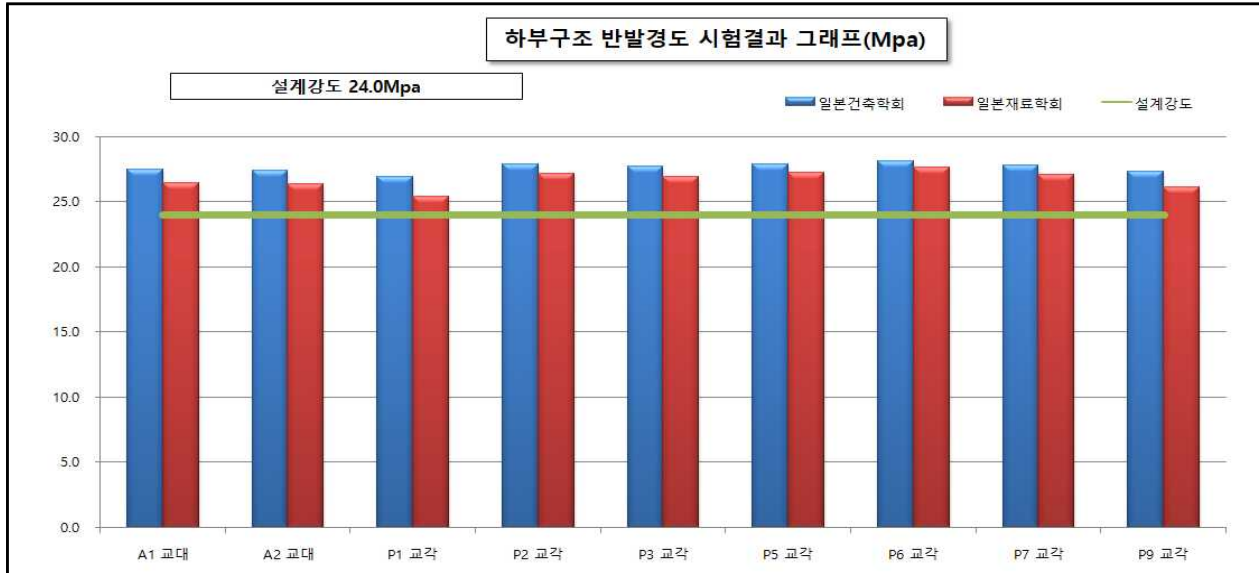
【그림 1.4.5】 상부구조 반발경도시험 측정결과(안심방향)

【표 1.4.9】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(안심방향)

시험위치			반발경도법 (Mpa)			재령계수	설계기준 강도 (Mpa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	47.2	26.4	27.4	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	47.1	26.3	27.4			건전부
	P1	교각	45.9	25.4	26.9			건전부
	P2	교각	48.1	27.1	27.9			건전부
	P3	교각	47.8	26.9	27.7			건전부
	P5	교각	48.2	27.2	27.9			건전부
	P6	교각	48.7	27.6	28.1			건전부
	P7	교각	48.0	27.1	27.8			건전부
	P9	교각	46.8	26.1	27.3			건전부
평균			—	26.7	27.6	—	—	
표준편차			—	0.23	0.13	—	—	
변동계수			—	0.009	0.005	—	—	
최대값			—	27.6	28.1	—	—	
최소값			—	25.4	26.9	—	—	

【표 1.4.10】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석(안심방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대 및 교각	26.9	~ 28.1	24.0	27.6	112.1 ~ 117.1	



【그림 1.4.6】 하부구조 반발경도시험 측정결과(안심방향)

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.7~28.9MPa, 하부구조(교대 및 교각) 26.9~28.1MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 101.1%로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

3) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.11】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(범물방향)

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	28.9 ~ 33.1	27.7 ~ 28.9	27.0
	교대 및 교각	25.5 ~ 28.5	25.1 ~ 28.0	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

【표 1.4.12】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교(안심방향)

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	29.2 ~ 31.5	27.5 ~ 27.7	27.0
	교대 및 교각	24.3 ~ 27.8	26.9 ~ 28.1	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

4) 반발경도 시험보고서

【표 1.4.13】 반발경도 시험보고서(범물방향)

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 03. 24. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	범안대교(범물방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	11.4℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

【표 1.4.14】 반발경도 시험보고서(안심방향)

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 03. 24. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	범안대교(안심방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	11.4℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 페놀프탈레인 용액 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복 두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값을 적용하였다.



【사진 1.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과(범물방향)

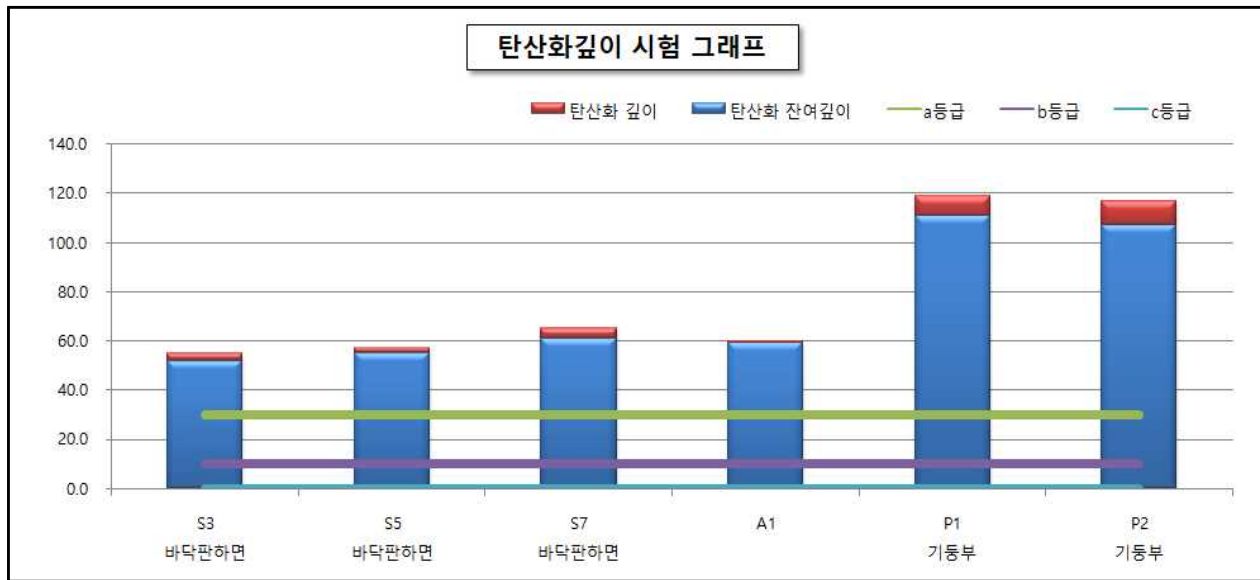
【표 1.4.15】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(범물방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S3 바닥판하면	3.0	55.0	52.0	24	0.61	100년 이상	a등급	
	S5 바닥판하면	2.0	57.0	55.0	24	0.41	100년 이상	a등급	
	S7 바닥판하면	4.0	65.0	61.0	24	0.82	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1	1.0	60.0	59.0	24	0.20	100년 이상	a등급	
	P1 기둥부	8.0	119.0	111.0	24	1.63	100년 이상	a등급	
	P2 기둥부	10.0	117.0	107.0	24	2.04	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.0~10.0 mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.16】 탄산화 시험결과 분석(범물방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0 ~ 4.0	52.0 ~ 61.0	
하부구조	1.0 ~ 10.0	59.0 ~ 107.0	



【그림 1.4.7】 탄산화 깊이 측정결과(범물방향)

2) 탄산화 깊이 측정결과(안심방향)

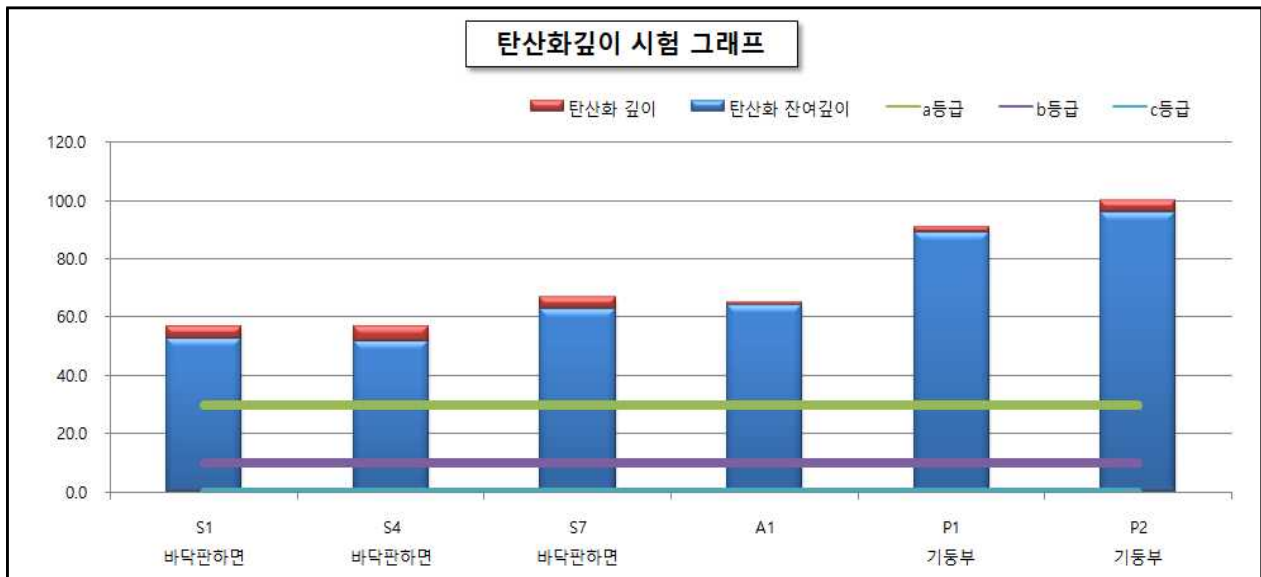
【표 1.4.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가(안심방향)

시점	시점위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S1 바닥판하면	4.5	57.0	52.5	24	0.92	100년 이상	a등급	
	S4 바닥판하면	5.5	57.0	51.5	24	1.12	100년 이상	a등급	
	S7 바닥판하면	4.0	67.0	63.0	24	0.82	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1	1.0	65.0	64.0	24	0.20	100년 이상	a등급	
	P1 기둥부	2.0	91.0	89.0	24	0.41	100년 이상	a등급	
	P2 기둥부	4.0	100.0	96.0	24	0.82	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.18】 탄산화 시험결과 분석(안심방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	4.0 ~ 5.5	51.5 ~ 67.0	
하부구조	1.0 ~ 4.0	64.0 ~ 96.0	



【그림 1.4.8】 탄산화 깊이 측정결과(안심방향)

3) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 범안대교의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 1.4.19】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S3 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	55.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.0
잔여깊이(mm)	52.0
탄산화 속도계수	0.61
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급
a
(48.5)

A (탄산화 속도 계수)
2.2981
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

탄산화 등급
a
(48.5)

A (탄산화 속도 계수)
2.2981
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 1.4.19】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S7 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	65.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	61.0
탄산화 속도계수	0.82
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(77)

A (탄산화 속도 계수)

2.12132
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

하부구조 - 교대 A1 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	60.0
탄산화 진행깊이(mm)	1.0
잔여깊이(mm)	59.0
탄산화 속도계수	0.20
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(34)

A (탄산화 속도 계수)

1.76777
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

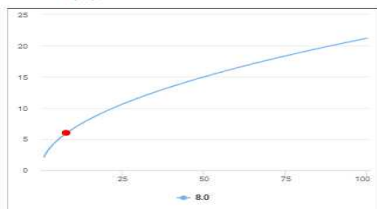
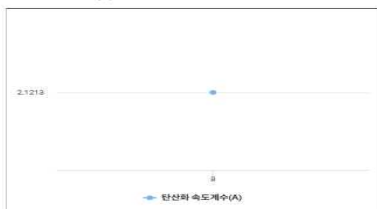
탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

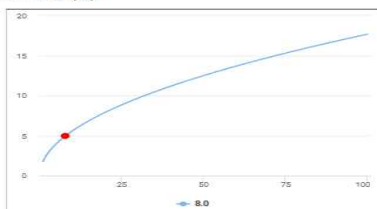
탄산화 등급

【표 1.4.19】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	119.0
탄산화 진행깊이(mm)	8.0
잔여깊이(mm)	111.0
탄산화 속도계수	1.63
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (77)	2.12132 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

하부구조 - 교각 P2 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	117.0
탄산화 진행깊이(mm)	10.0
잔여깊이(mm)	107.0
탄산화 속도계수	2.04
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (34)	1.76777 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

【표 1.4.19】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S1 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	57.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.5
잔여깊이(mm)	52.5
탄산화 속도계수	0.92
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (77)	2.12132 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

상부구조 - 바닥판 S4 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	57.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.5
잔여깊이(mm)	51.5
탄산화 속도계수	1.12
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (34)	1.76777 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

【표 1.4.19】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S7 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	67.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	63.0
탄산화 속도계수	0.82
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (77)	2.12132 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

하부구조 - 교대 A1 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	65.0
탄산화 진행깊이(mm)	1.0
잔여깊이(mm)	64.0
탄산화 속도계수	0.20
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (34)	1.76777 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

【표 1.4.19】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	91.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	89.0
탄산화 속도계수	0.41
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (77)	2.12132 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

하부구조 - 교각 P2 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	100.0
탄산화 진행깊이(mm)	4.0
잔여깊이(mm)	96.0
탄산화 속도계수	0.82
공용년수	약 24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (34)	1.76777 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

3) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.20】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(범물방향)

구 분	2024년 정밀안전점검			2026년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	10.5~13.0	41.0~47.0	a	2.0~4.0	52.0~61.0	a	
하부구조	6.0~6.5	88.0~100.0	a	1.0~10.0	59.0~107.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

【표 1.4.21】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교(안심방향)

구 분	2024년 정밀안전점검			2026년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	11.0~11.5	35.5~41.0	a	4.0~5.5	51.5~67.0	a	
하부구조	8.5~9.0	82.0~89.5	a	1.0~4.0	64.0~96.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 1.4.22】탄산화 깊이 시험 보고서(범물방향)

구 분	내 용
시험일자	2026년 03월 24일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	약 24년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

【표 1.4.23】탄산화 깊이 시험 보고서(안심방향)

구 분	내 용
시험일자	2026년 03월 24일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	약 24년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 1.4.24】 금회 점검 내구성조사 결과요약(범물방향)

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.7 ~ 28.9	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	25.1 ~ 28.0	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		52.0~61.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		59.0~107.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

【표 1.4.25】 금회 점검 내구성조사 결과요약(안심방향)

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.5 ~ 27.7	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	26.9 ~ 28.1	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		51.5~67.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		64.0~96.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 1.4.26】 기 점검결과와 비교(범물방향)

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	28.9	~ 33.1	27.7	~ 28.9	■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대 및 교각	25.5	~ 28.5	25.1	~ 28.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		41.0~47.0	a	52.0~61.0	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		88.0~100.0	a	59.0~107.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 1.4.27】 기 점검결과와 비교(안심방향)

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.2 ~ 31.5		27.5 ~ 27.7		■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대 및 교각	24.3 ~ 27.8		26.9 ~ 28.1		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.5~41.0	a	51.5~67.0	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		82.0~89.5	a	64.0~96.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

1.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 현장조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 현장조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

1.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 범물방향

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.

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 ‘부록. 상태평가 결과 자료’에 수록하였다.

【표 1.5.1】 범물방향 SPG구간 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화
S1	A1	SPG	b	b	a	b	a	b	c	a	b	q	a
평균			0.200	0.200	0.100	0.200	0.100	0.200	0.400	0.100	0.200	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.031	0.034	0.004	0.012	0.003	0.003	0.031	0.008	0.063	—	0.006
													0.195
													B

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.195) < 0.260$

【표 1.5.2】범물방향 STB구간 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화
S2	P1	STB	b	b	a	a	a	b	a	a	b	q	a
S3	P2	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	b	q	a
S4	P3	STB	b	b	a	a	a	b	—	a	b	q	—
S5	P4	STB	b	a	a	a	a	b	a	a	b	q	a
S6	P5	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	b	q	—
S7	P6	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	b	q	a
S8	P7	STB	a	a	a	a	c	b	—	a	b	q	—
S9	P8	STB	b	a	a	a	a	b	b	a	b	q	—
S10	P9	STB	a	a	a	a	a	b	—	a	a	q	—
S11	P10	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	a	q	—
	A2								a	a	a	q	—
평균			0.180	0.120	0.100	0.100	0.130	0.200	0.125	0.100	0.173	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.028	0.021	0.004	0.006	0.003	0.003	0.010	0.008	0.055	—	0.006
													0.143
													B

※P1, P5, P7 코핑부 망상균열의 경우 손상의 면적상은 c등급이나 면적대비 손상의 정도가 경미하여 b등급으로 상향조정하여 평가를 실시함.

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.143) < 0.260$

나. 범물방향 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

문제가 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

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

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 안심방향

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.

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 ‘부록. 상태평가 결과 자료’에 수록하였다.

【표 1.5.3】안심방향 SPG구간 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화
S1	A1	SPG	b	a	a	a	a	b	b	a	b	q	a
평균			0.200	0.100	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.100	0.200	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.031	0.017	0.004	0.006	0.003	0.003	0.015	0.008	0.063	—	0.006
													0.156
													B

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.156) < 0.260$

【표 1.5.4】안심방향 STB구간 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화
S2	P1	STB	a	b	a	a	c	b	a	a	b	q	a
S3	P2	STB	b	b	a	a	a	b	—	a	b	q	a
S4	P3	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	b	q	a
S5	P4	STB	b	b	a	a	a	b	b	a	b	q	—
S6	P5	STB	b	b	a	a	a	b	—	a	b	q	—
S7	P6	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	b	q	a
S8	P7	STB	a	a	a	a	a	b	—	a	a	q	—
S9	P8	STB	a	b	a	a	a	b	b	a	b	q	—
S10	P9	STB	a	a	b	a	a	b	—	a	a	q	—
S11	P10	STB	b	a	a	a	a	b	—	a	b	q	—
	A2								c	a	c	q	—
평균			0.160	0.150	0.110	0.100	0.130	0.200	0.225	0.100	0.200	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.025	0.026	0.005	0.006	0.003	0.003	0.017	0.008	0.063	—	0.006
													0.162
													B

※P4 코평부 망상균열의 경우 손상의 면적상은 c등급이나 면적대비 손상의 정도가 경미하여 b등급으로 상향조정하여 평가를 실시함.

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.162) < 0.260$

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

③ 도로부 신축이음부

이물질 퇴적, 후타재 미세균열이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태로 “b” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 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 1.5.5】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
범물방향(SPG)	0.195	B	30.00	3	90.00	0.028	0.005
범물방향(STB)	0.143	B	515.00	3	1,545.00	0.472	0.068
안심방향(SPG)	0.156	B	30.00	3	90.00	0.028	0.004
안심방향(STB)	0.162	B	515.00	3	1,545.00	0.472	0.077
합계(Σ)			1,090.00	12	3,270.00	1.000	0.154
1. 평가지수 =							0.154
2. 상태평가결과 =							B

1.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 1.5.6】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

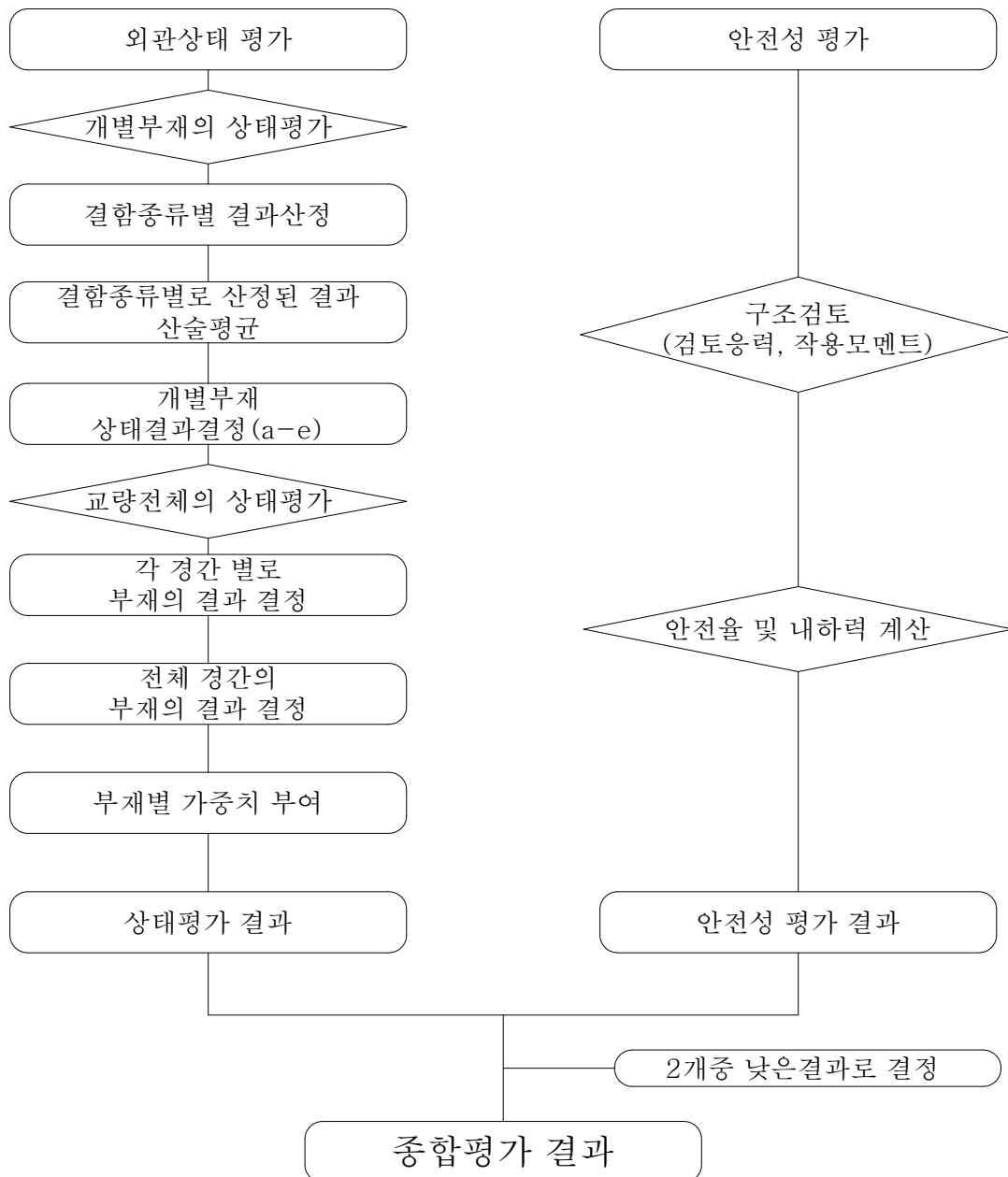
구 분	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.145	0.154
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 범안대교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.145에서 0.154로 0.009 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 일부 부재에 대하여 바닥판 균열, 백태, 거더 도장박리, 굽힘, 하부구조 균열, 망상균열, 박리, 파손, 배수시설 배수관 파손 등 신규손상이 조사되었고, 범물방향 신축이음 신장유간이 부족한 것으로 검토되었으며, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.	

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 1.6.1】 종합평가 결과 산정절차

1.6.2 종합평가 결과

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

【표 1.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
범안대교	0.154	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

1.6.3 안전등급 지정

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

【표 1.6.2】 안전등급 지정

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

1.7 보수·보강 및 유지관리방안

1.7.1 보수·보강 방안

가. 범물방향

【표 1.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단 위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	41.50	55	표면처리	3순위
	균열부백태, 백태	m ²	3.63	5	표면처리	3순위
거더외부	도장긁힘	m ²	0.24	2	주의관찰 후 재도장	—
	도장박리	m ²	20.00	1	주의관찰 후 재도장	—
거더내부	이물질퇴적	m ²	80.00	8	주의관찰 후 정비 및 재도장	—
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	표면처리	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	14.20	14	주의관찰 후 표면처리	—
	망상균열	m ²	108.36	6	주의관찰 후 표면처리	—
	표면열화, 누수오염	m ²	67.55	14	주의관찰 후 단면보수	—
	박리, 파손	m ²	0.14	4	단면보수	2순위
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음장치	이물질퇴적	m ²	3.00	2	정비	3순위
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	배수관 파손	EA	1.00	1	정비	3순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	221.20	242	주의관찰 후 표면처리	—
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

나. 안심방향

【표 1.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	22.50	29	주의관찰 후 표면처리	3순위
	백태	m ²	1.44	24	주의관찰 후 표면처리	3순위
	파손	m ²	0.01	1	주의관찰 후 단면보수	2순위
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	주의관찰 후 재도장	—
	도장박리, 박락	m ²	25.89	9	주의관찰 후 재도장	—
	볼트부식	EA	80.00	80	주의관찰 후 재도장	—
거더내부	이물질퇴적	m ²	35.25	5	주의관찰 후 정비 및 재도장	—
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	주의관찰 후 재도장	—
교대	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	주의관찰 후 표면처리	3순위
	파손 및 철근노출	m ²	1.13	4	단면보수(방청)	1순위
	실란트 파손	m	1.20	1	주의관찰 후 실란트재시공	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	4.50	3	주의관찰 후 표면처리	—
	망상균열	m ²	76.99	7	주의관찰 후 표면처리	—
	누수오염	m ²	13.00	2	주의관찰 후 단면보수	—
	파손	m ²	0.12	2	주의관찰 후 단면보수	2순위
교량받침	상태양호	—	—	—	—	—
신축이음장치	후타재 박리	m ²	1.60	4	주의관찰 후 재설치	—
	후타재 망상균열	m ²	2.70	6	주의관찰 후 재설치	—
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	3순위
방호벽 및 충분대	균열(0.3mm미만)	m	204.40	219	주의관찰 후 표면처리	—
교량 점검시설	점검로 난간파손	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	2순위

1.7.2 개략공사비

가. 범물방향

【표 1.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3㎜미만)	표면처리	41.50	15.56	㎡	250	3,891	3순위
	균열부백태, 백태	표면처리	3.63	5.45	㎡	250	1,361	3순위
교대	균열(0.3㎜미만)	표면처리	0.50	0.19	㎡	250	47	3순위
교각	박리, 파손	단면보수	0.14	0.21	㎡	960	202	2순위
신축이음 장치	이물질퇴적	정비	3.00	4.50	㎡	184	828	3순위
배수시설	배수관 파손	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		202		7,734		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		101		3,867		
	합계	0		303		11,601		
개략공사비 총계(천원)		11,904						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 안심방향

【표 1.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	22.50	8.44	m ²	250	2,110	3순위
	백태	표면처리	1.44	2.16	m ²	250	540	3순위
	파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	960	19	2순위
교대	재균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m ²	250	188	3순위
	파손 및 철근노출	단면보수(방청)	1.13	1.70	m ²	1,150	1,949	1순위
	실란트 파손	실란트재사공	1.20	1.80	m	54	97	3순위
교각	파손	단면보수	0.12	0.18	m ²	960	173	2순위
배수시설	배수관 이음부 누수	정비	1.00	1.00	EA	184	184	3순위
교량 점검시설	점검로 난간파손	정비	1.00	1.00	EA	184	184	2순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,949		376		3,119		
	재경비 (순공사비의 50%)	975		188		1,560		
	합계	2,924		564		4,679		
개략공사비 총계(천원)		8,167						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

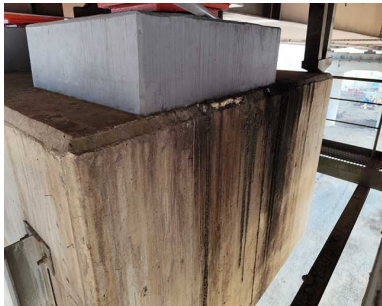
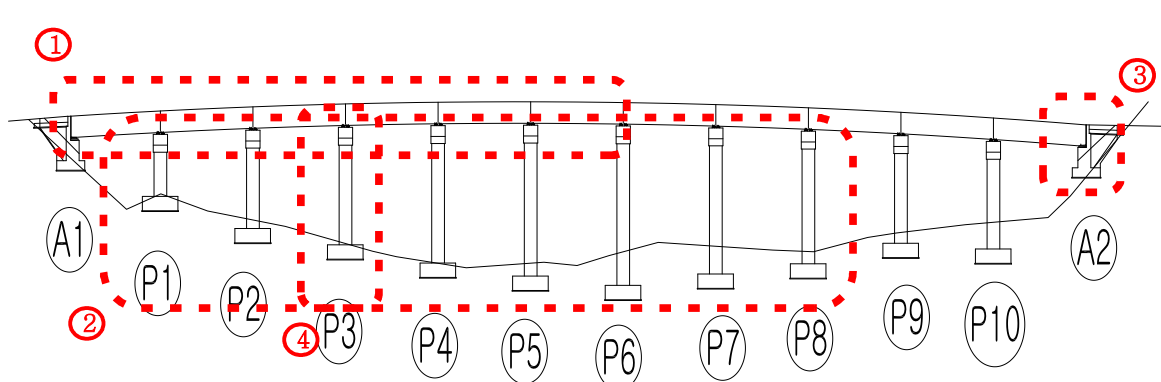
1.7.3 유지관리방안

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 1.7.5】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 신규손상 발생여부 확인
방호벽 및 중분대	• 방호벽 및 중분대 손상여부 점검 • 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인
바닥판하면	• 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) • 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
교량 점검시설	• 교량 점검시설 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 거더 및 거더외부 범물, 안심방향 S1~6 도장박리, 박락 - 진전 여부확인	② 교각 범물, 안심방향 P1~P8 표면오염, 누수오염 - 진전 여부확인	
		
③ 교대 안심방향 A2 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인	④ 교각 안심방향 P3 파손 - 진전 여부확인	
		

1.8 종합결론

본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 교량으로서 총 연장 545.0m, 폭 28.9~52.0m (왕복 6차선)로, 2002년도에 준공되어 약 24년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.8.1 종합의견

- 1) 대상시설물의 종합평가결과, 안전등급은 ‘B’ 등급으로서, 중대결함 및 주의할 만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함.
- 2) 전회 점검 이후 주요 구조체의 결함 진행 및 발생은 전반적으로 미미한 수준으로서 대부분 일상적인 유지관리차원의 보수만으로도 사용성 및 기능유지가 가능함.
- 3) 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 범안대교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.

1.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험(범물방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2) Steel Plate 및 Steel Box Girder

- 거더외부에서 조사된 도장균형, 도장박리의 경우 외부충격, 공용기간증가로 인한 도장미흡부 부착력 저하, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전시 발생된 손상에 대하여 일괄적인 채도장 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더내부에서 조사된 이물질퇴적(조류서식)의 경우 거더내부 출입문 시건장치 미설치로 인한 손상으로 주기적인 점검을 통하여 조류의 배설물 적치로 인한 도장손상 등 2차 손상 발생시 정비 및 채도장 등의 보수를 일괄실시 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 점검일 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 구조적인 영향을 미치지 않는 미세 균열이나 내구성 확보차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 미세균열로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 필요하다고 판단된다.
- 조사된 표면열화, 누수오염의 경우 공용기간 증가, 열화, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 점검당시 콘크리트 표면이 즉각적인 보수를 요구하는 상태는 아니나 발생한 손상의 위치상 지속적인 외부 우수유입, 열화 등이 외부요인이 작용하여 추후 박리 등의 2차손상이 우려된다. 이에 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전 및 신규손상의 발생시 방생된 손상에 대하여 일괄적인 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 박리, 파손의 경우 외부 우수유입, 다짐미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 박리의 경우 기둥부에 발생하여 금호강의 수위 상승시 유속으로 인한 세굴 등의 2차 손상 발생이 우려되므로 단면보수 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

6) 기초

- 범안대교의 기초는 교대 A1, A2 파일 및 직접기초, 교각 P1~P10 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침은 점검당시 교체공사가 완료되지 않은 상태로 조사된 손상은 없으며, 추후 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음장치에서 조사된 이물질퇴적의 경의 비산면지퇴적, 공용기간 증가 등 외기 환경에 의한 손상으로 조사당시 신축이음장치의 기능에는 영향이 미미한 상태이나 지속적인 이물질 퇴적으로 인한 신축이음장치의 기능저하를 방지하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였으며, 검토결과 온도변화에 따른 수축 및 신장시 전 구간의 신축이음에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 금회 교면포장 현장조사 결과, 전구간 재포장이 실시되었으며, 별도의 신규손상은 조사되지 않았다. 이에 주기적인 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 파손의 경우 배수관 연장시 시공미흡 등에 의한 손상으로 우천시 배수관 파손부 누수로 인한 박리 등의 2차 손상을 방지하고, 배수시설의 원활한 기능을 확보하기 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 방호벽의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 보수를

실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

12) 교량 점검시설

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

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.2~29.1MPa, 하부구조(교대 및 교각) 25.1~28.0MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 99.3%로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0~4.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 1.0~10.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(안심방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 백태의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 습기흡착 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전을 방지하고 부재의 내구성을 확보하기 위한 표면처리 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성을 확보하기 위한 단면보수 등의 보수를 실시하고 주기적인 점검을 통한 손상

의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2) Steel Plate 및 Steel Box Girder

- 거더외부에서 조사된 도장긁힘, 도장박리, 볼트부식의 경우 외부충격, 공용기간증가로 인한 도장미흡부 부착력 저하, 열화, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전시 발생한 손상에 대하여 일괄적인 재도장 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더내부에서 조사된 이물질퇴적(조류서식)의 경우 거더내부 출입문 시건장치 미설치로 인한 손상으로 주기적인 점검을 통하여 조류의 배설물 적치로 인한 도장손상 등 2차 손상 발생시 정비 및 재도장 등의 보수를 일괄 실시 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었으나 가로보 S10 구간에서 외부충격 및 습기흡착에 의한 부식 및 변형 손상이 조사되었다. 발생한 손상은 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 재균열(0.3mm미만)의 경우 보수미흡, 건조수축, 온도변화 등에 의한 구조적인 영향을 미치지 않는 미세 균열이나 내구성 확보차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손 및 철근노출의 경우 시공미흡, 다짐미흡부 부착력 저하, 반복윤하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 점검당시 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 발생위치가 신축이음 하부에 위치하여 추후 신축이음 하부 누수 발생이나 지속적인 외기노출로 인한 습기흡착시 철근부식 등 2차 손상으로의 진전이 우려되어 단면보수(방청) 등의 보수를 실시하고, 주기적인 점검을 통하여 손상의 재발생 여부를 확인하는 유지관리가 필요하다.
- 조사된 실란트 파손의 경우 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 유추되며, 실란트 파손부로 우수가 유입되는 것을 방지하기 위한 실란트 재시공 등의 조치가 필요할 것으로 사료된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 미세균열로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등 보수를 실시하는 것이 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수오염의 경우 공용기간 증가, 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 점검당시 콘크리트 표면이 즉각적인 보수를 요구하는 상태는 아니나 발생한 손상의 위치상 지속적인 외부 우수유입, 열화 등이 외부요인이 작용하여 추후 박리 등의 2차손상이 우려된다. 이에 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전 및 신규손상의 발생시 방생된 손상에 대하여 일괄적인 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 외부충격(받침교체시 자치설치) 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 및 손상의 진전을 방지하기 위한 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

6) 기초

- 범안대교의 기초는 교대 A1, A2 파일 및 직접기초, 교각 P1~P10 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침은 점검당시 교체공사가 완료되지 않은 상태로 조사된 손상은 없으며, 추후 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음장치에서 조사된 후타재 망상균열, 박리의 경우 공용기간 증가, 열화, 반복통행운하중 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 부재의 기능성 및 차량통행에 영향을 미치는 손상은 아니며 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통하여 손상의 진전여부를 확인하고, 손상의 진전시 재설치 등 적절한 보수방안을 선정하여

보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였으며, 검토결과 온도변화에 따른 수축 및 신장시 전 구간의 신축이음에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 금회 교면포장 현장조사 결과, 전구간 재포장이 실시되었으며, 별도의 신규손상은 조사되지 않았다. 이에 주기적인 점검을 통하여 신규손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 파손의 경우 공용기간 증가, 시공미흡 등에 의한 손상으로 배수시 이음부로의 누수를 방지하고 원활한 배수기능 확보를 위한 정비 등의 보수가 요망되고, 주기적인 정비로 배수구 및 배수관 막힘을 방지하는 유지관리가 필요하다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등에 의한 손상으로 방호벽의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

12) 교량 점검시설

- 교량 점검시설에서 조사된 점검로 난간파손은 외부충격에 의한 손상으로 이용자의 안전성 확보 차원의 정비 등 보수조치가 필요하다고 판단된다.

13) 공중이 이용하는 부위

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

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 27.7~28.9MPa, 하부구조(교대 및 교각) 26.9~28.1MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 101.1%로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 범안대교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.145에서 0.154로 0.009 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 일부 부재에 대하여 바닥판 균열, 백태, 거더 도장박리, 굽힘, 하부구조 균열, 망상균열, 박리, 파손, 배수시설 배수관 파손 등 신규손상이 조사되었고, 범물방향 신축이음 신장유간이 부족한 것으로 검토되었으며, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 범안대교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 범안대교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」 「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.

1.8.3 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.

1.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 범물방향 거더 및 거더외부 도장박리, 박락, 교각 표면오염, 누수오염, 안심방향 거더 및 거더외부 도장박리, 박락, 교대 파손 및 철근노출, 교각 표면오염, 누수오염, 파손에 대한 지속적인 유지관리가 요구된다.

1.8.5 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.

