

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 대	A1 : 파일기초 A2 : 직접기초	
	하부	교대 : 역T형식 교각 : 다주식 라멘형			교 각	직접기초	
교량받침		포트 받침		신축이음		Finger Joint(A1,P1,A2) Rail Joint(P4,P8)	
교차시설물		금호강, 나대지, 도로		통과높이		4.5m	
시 공 자		코오롱건설(주)외 5개소		관리주체		대구동부순환도로	
부착시설내용		-					

1.1.2 위치도 및 전경사진

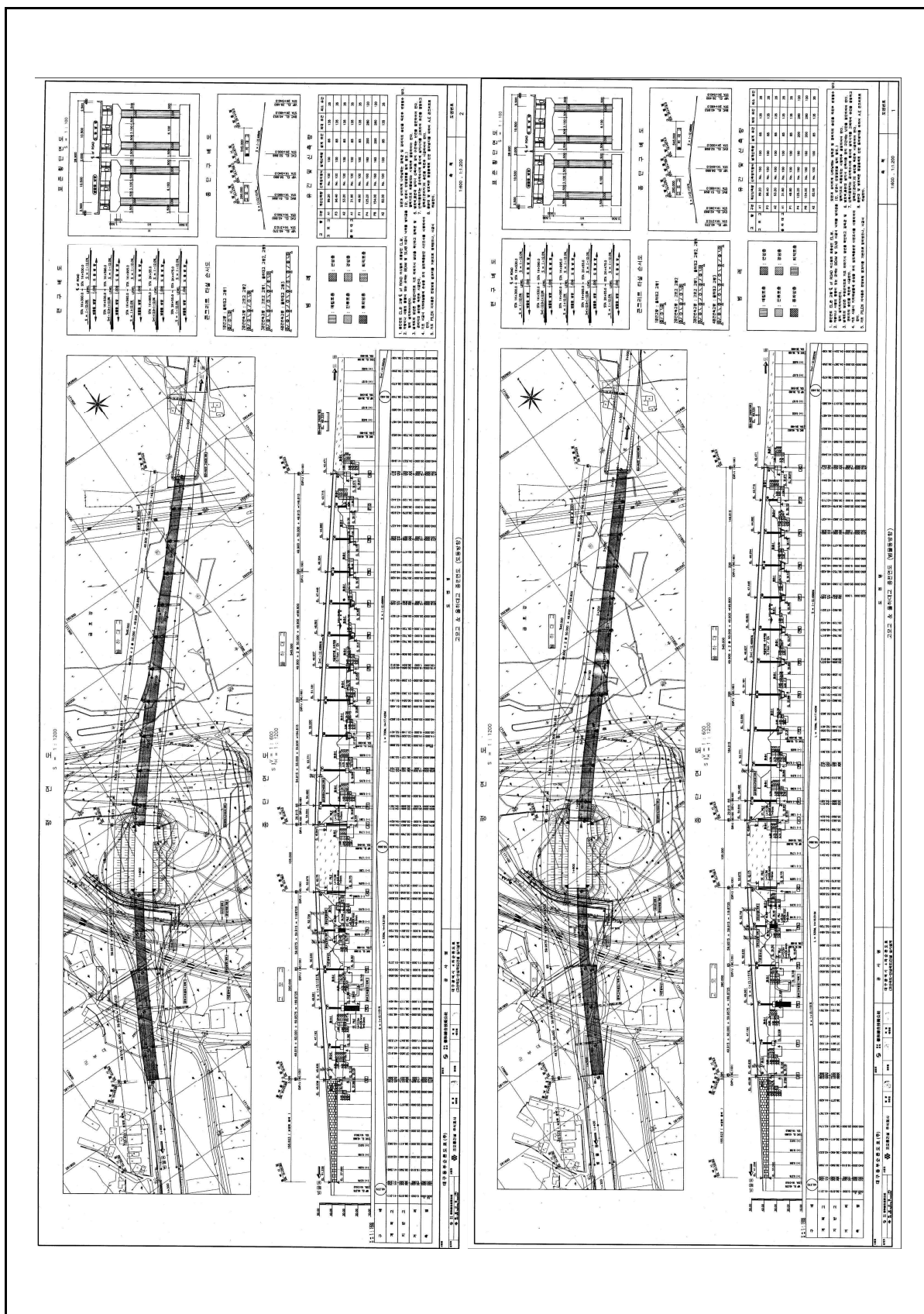


【그림 1.1.1】 위치도

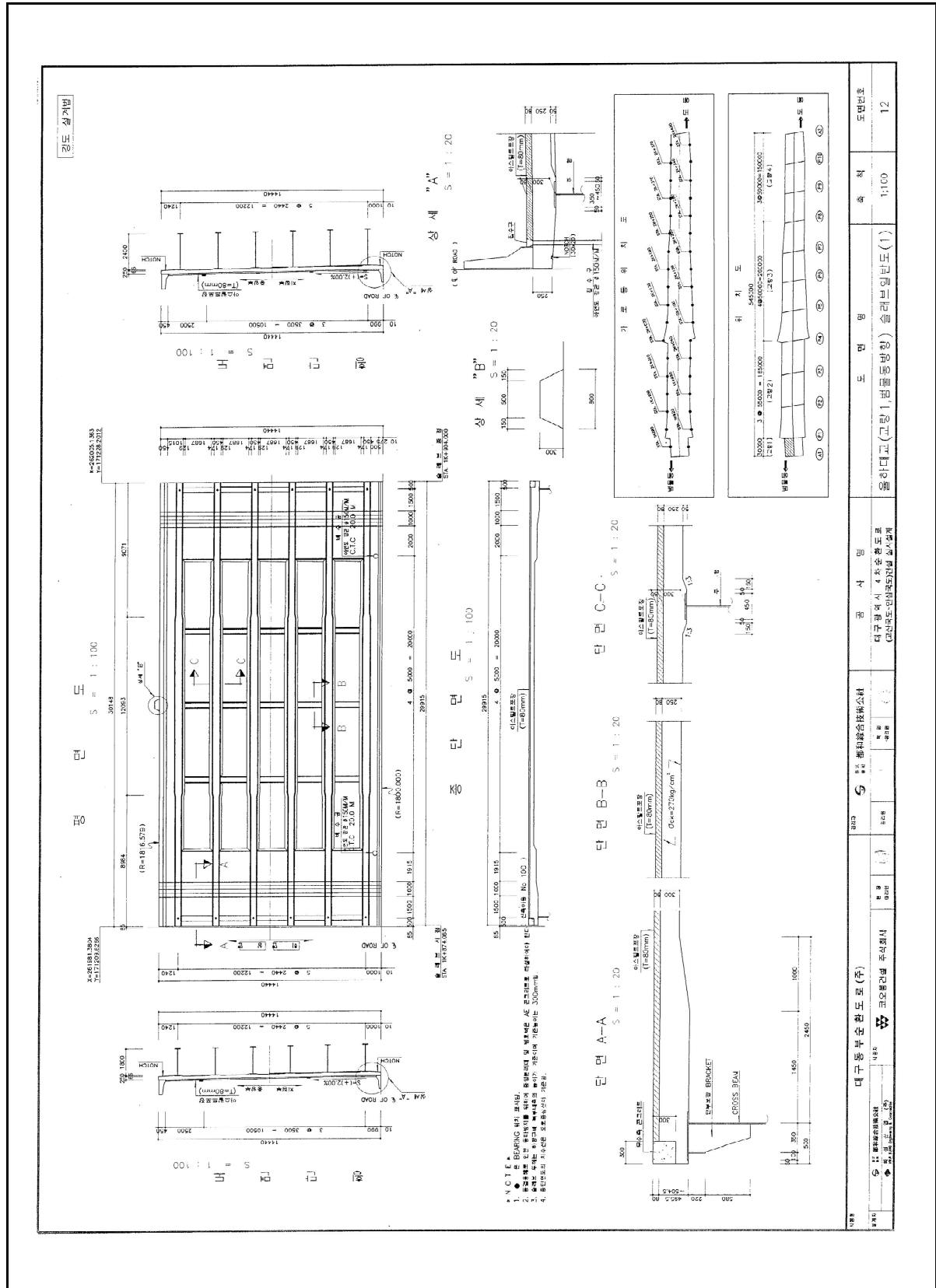
교면포장 전경	바닥판하면 전경
거터외부 전경	거터내부 전경
교대 전경	교각 전경

【그림 1.1.2】 부재별 현황

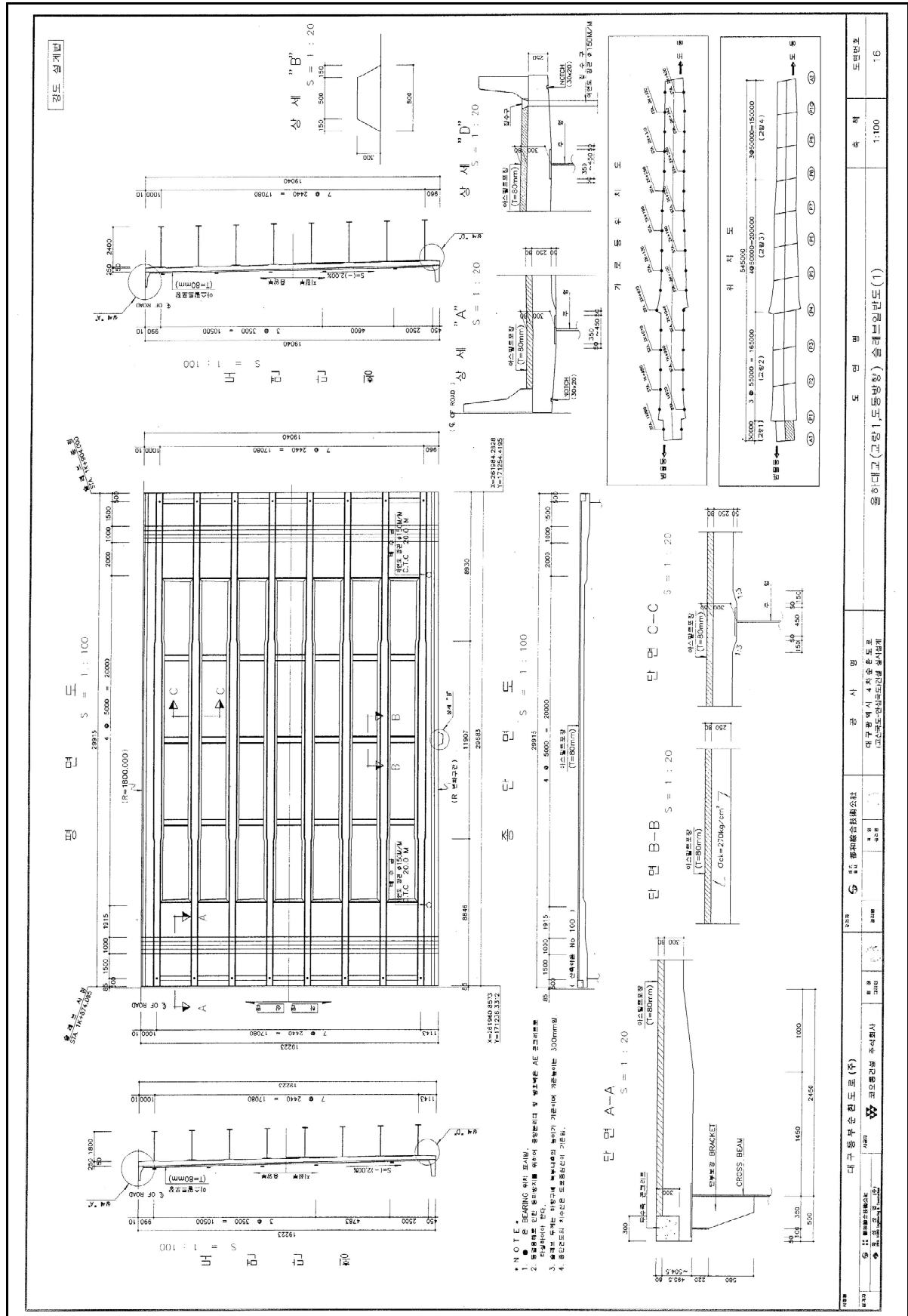
1.1.3 시설물 일반도

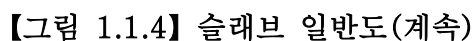


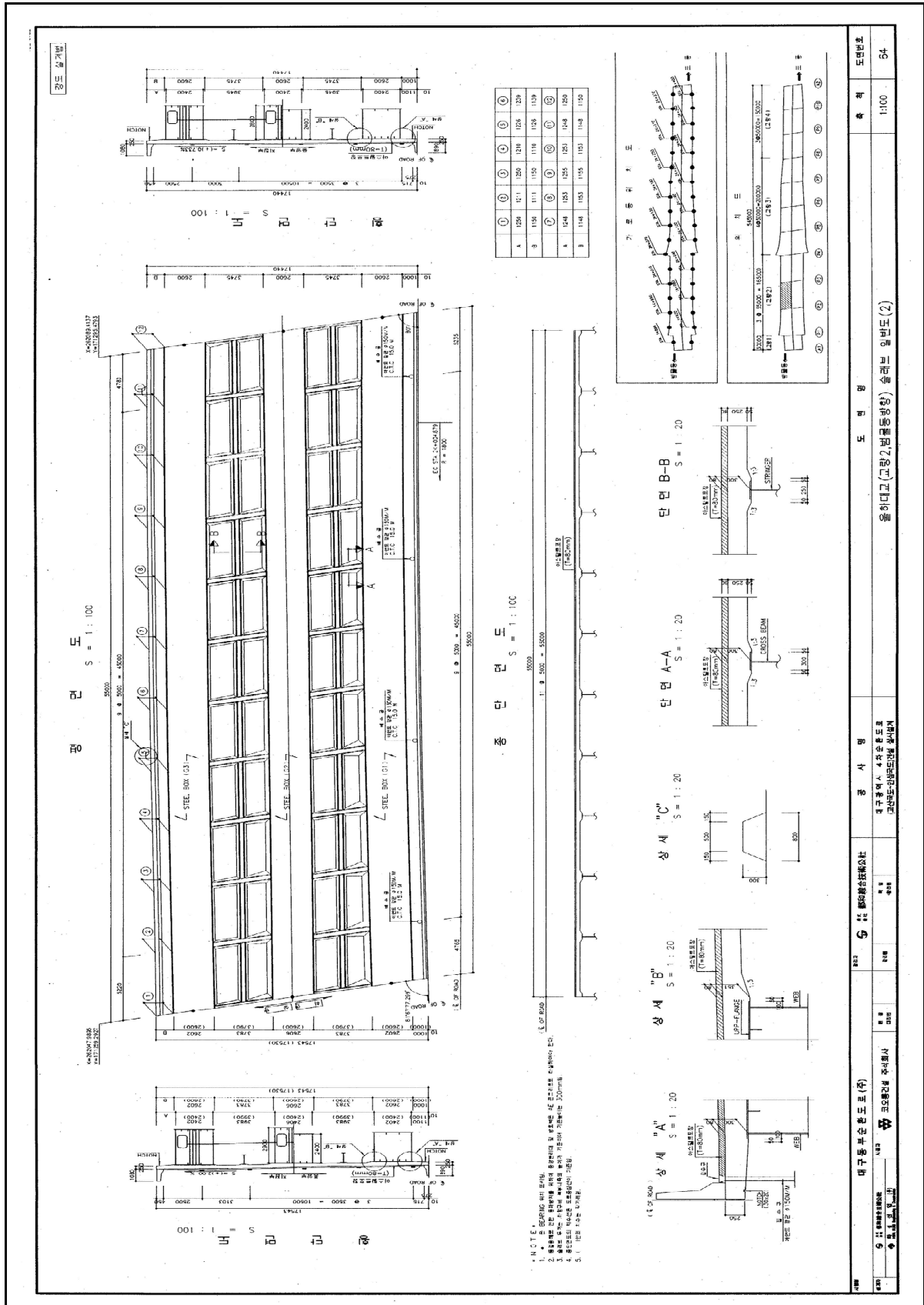
【그림 1.1.3】 종평면도



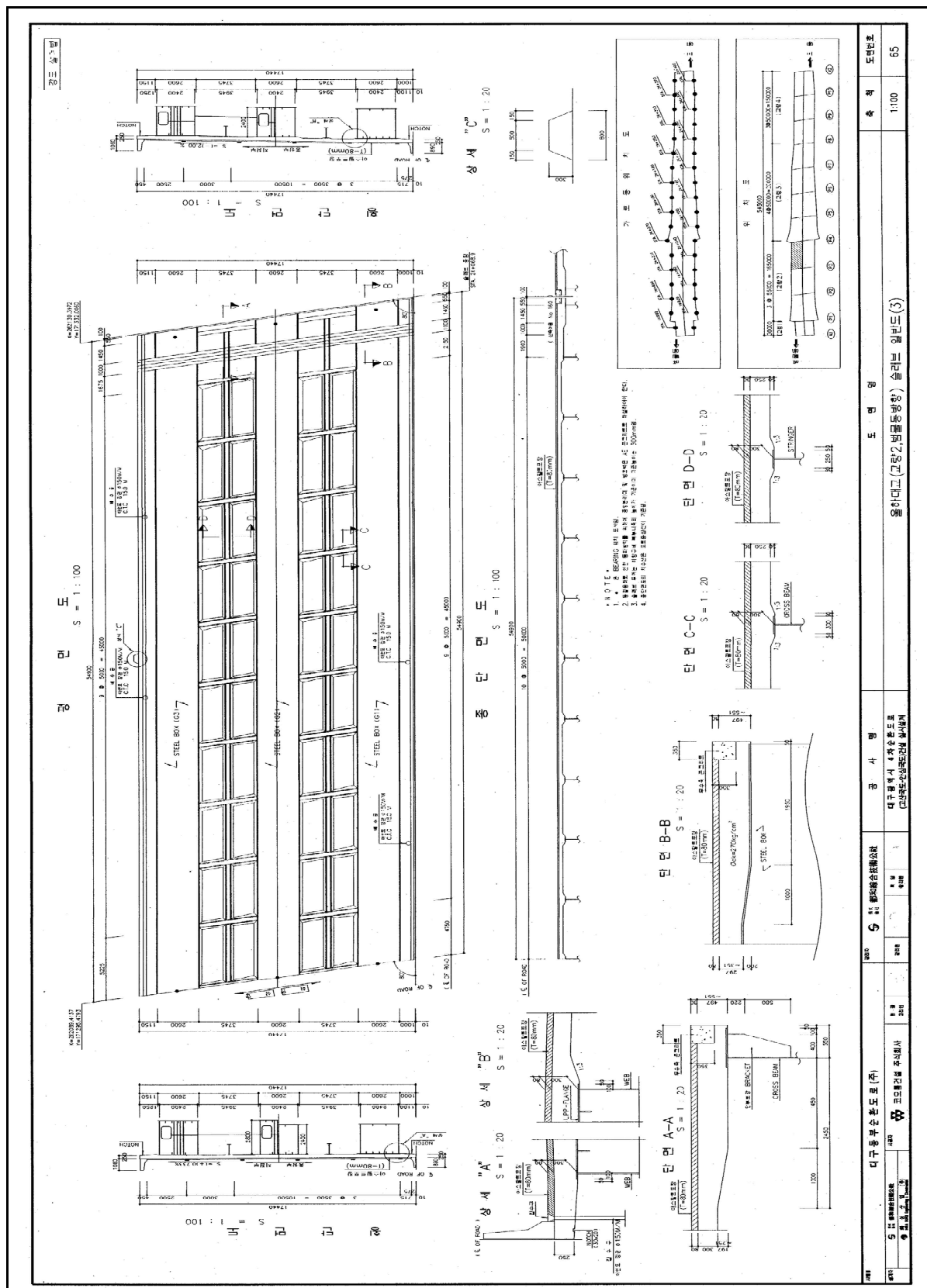
【그림 1.1.4】 슬래브 일반도(1)



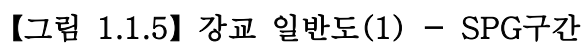


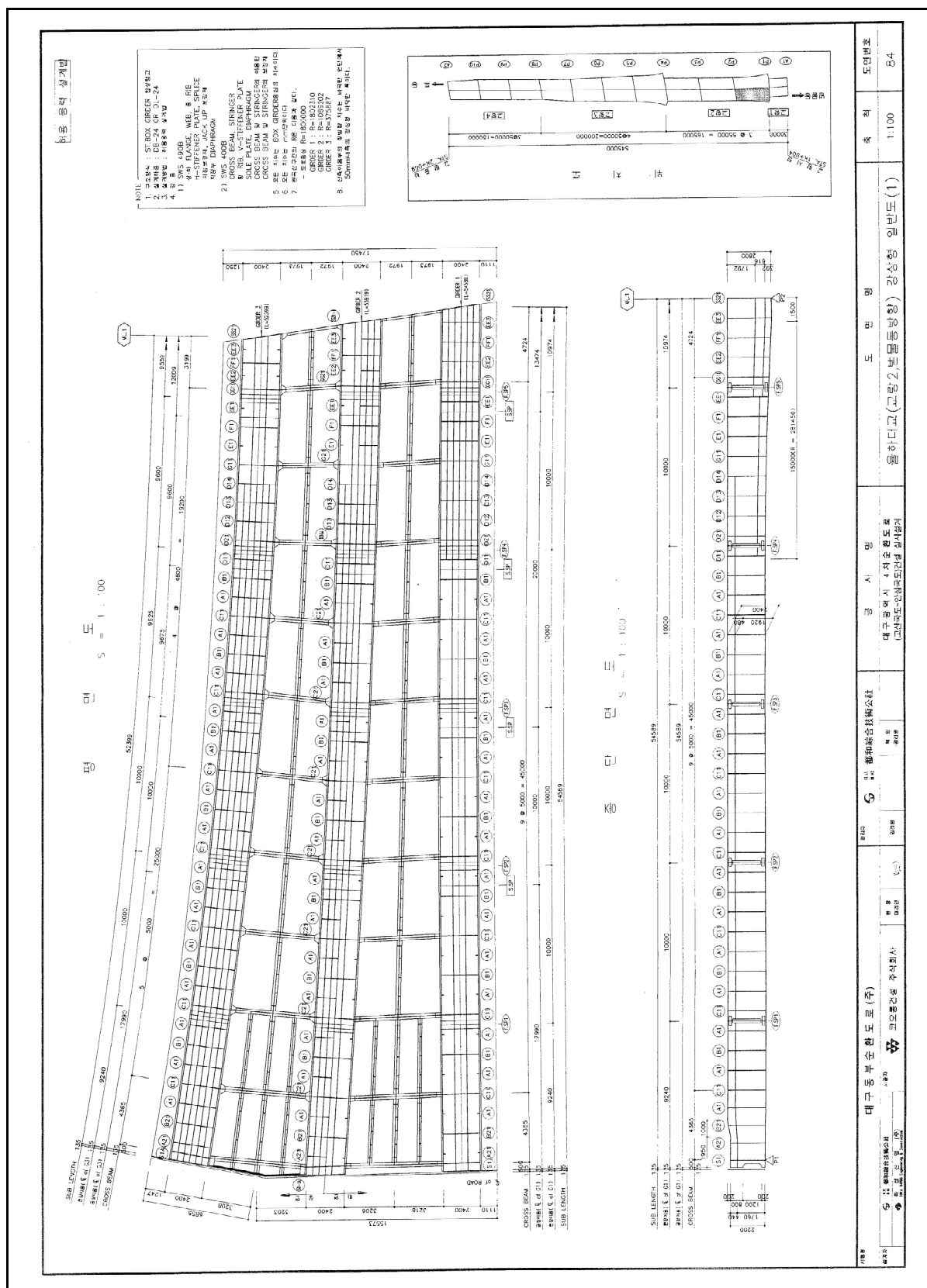


【그림 1.1.4】 슬래브 일반도(계속)

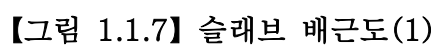


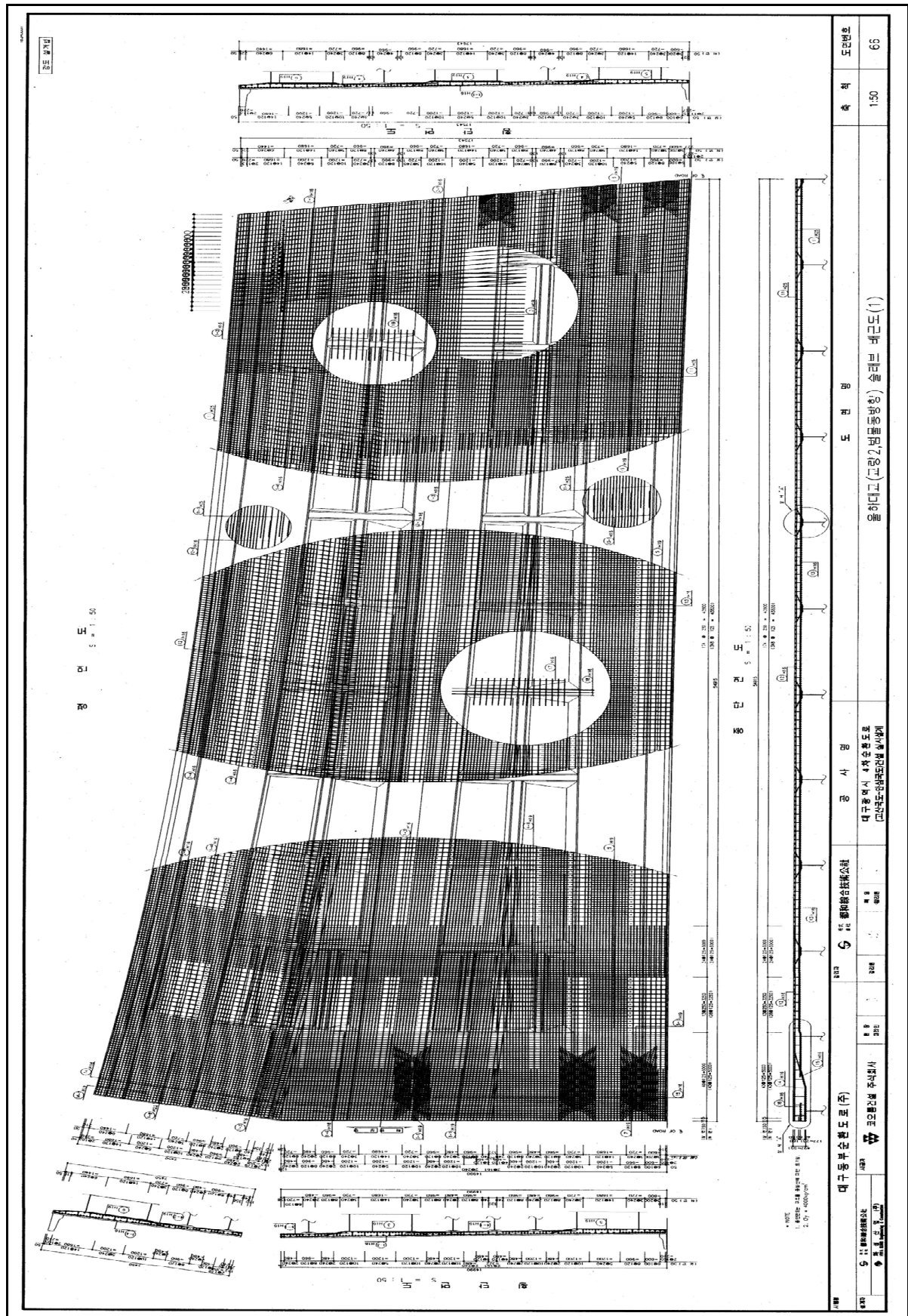
【그림 1.1.4】 슬래브 일반도(계속)



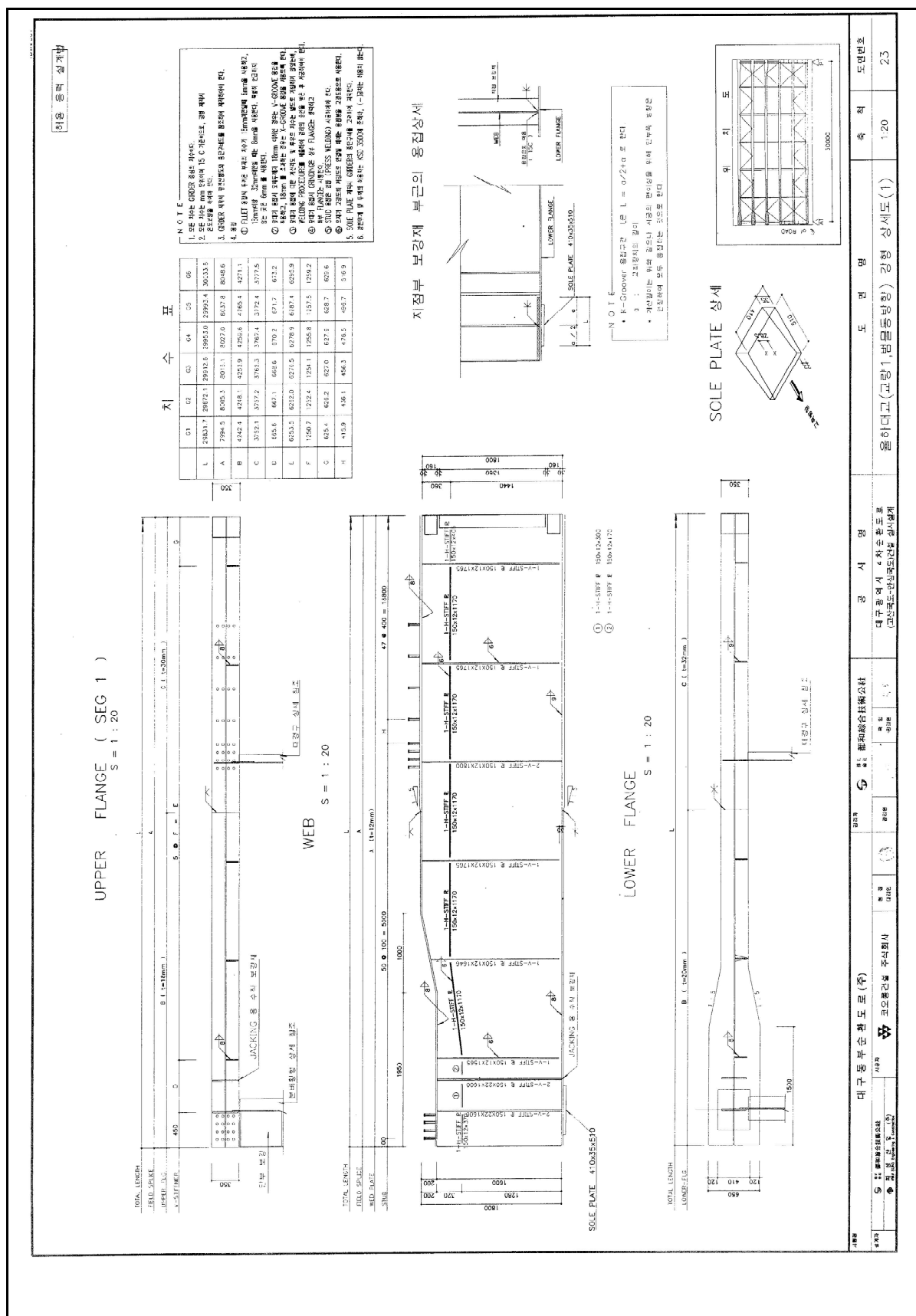


【그림 1.1.6】 강교 일반도(1) - STB구간

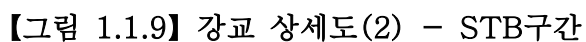




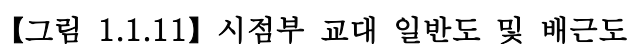
【그림 1.1.7】 슬래브 배근도(계속)

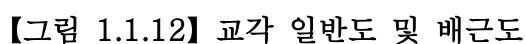


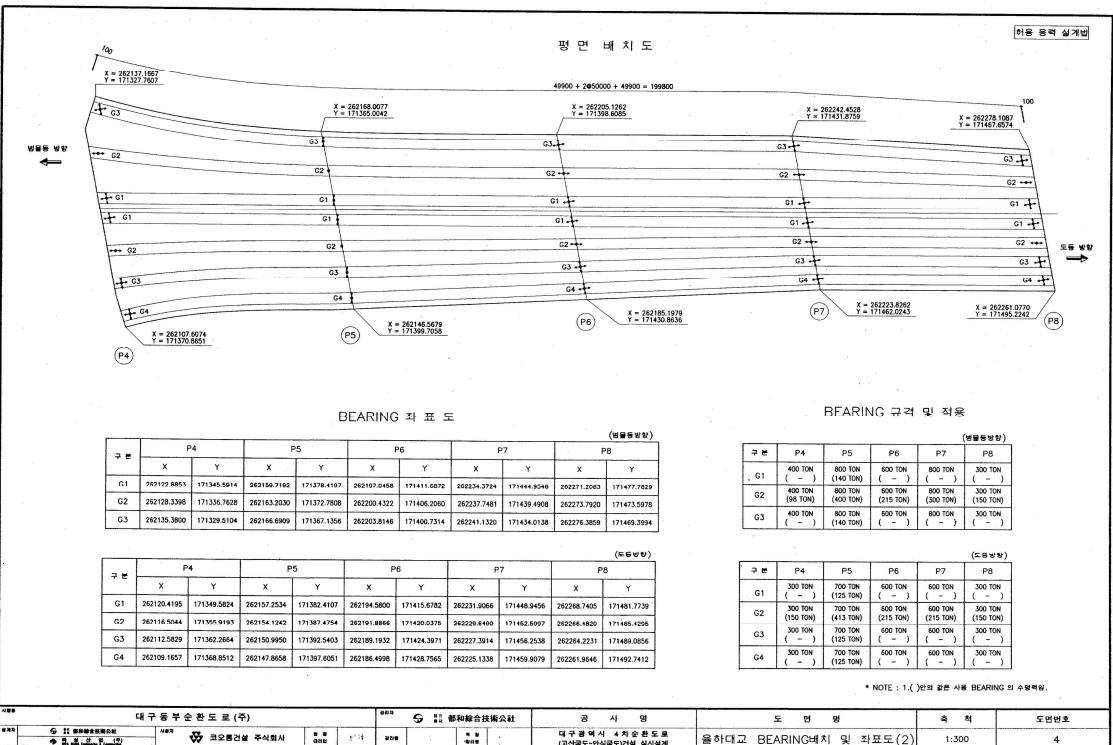
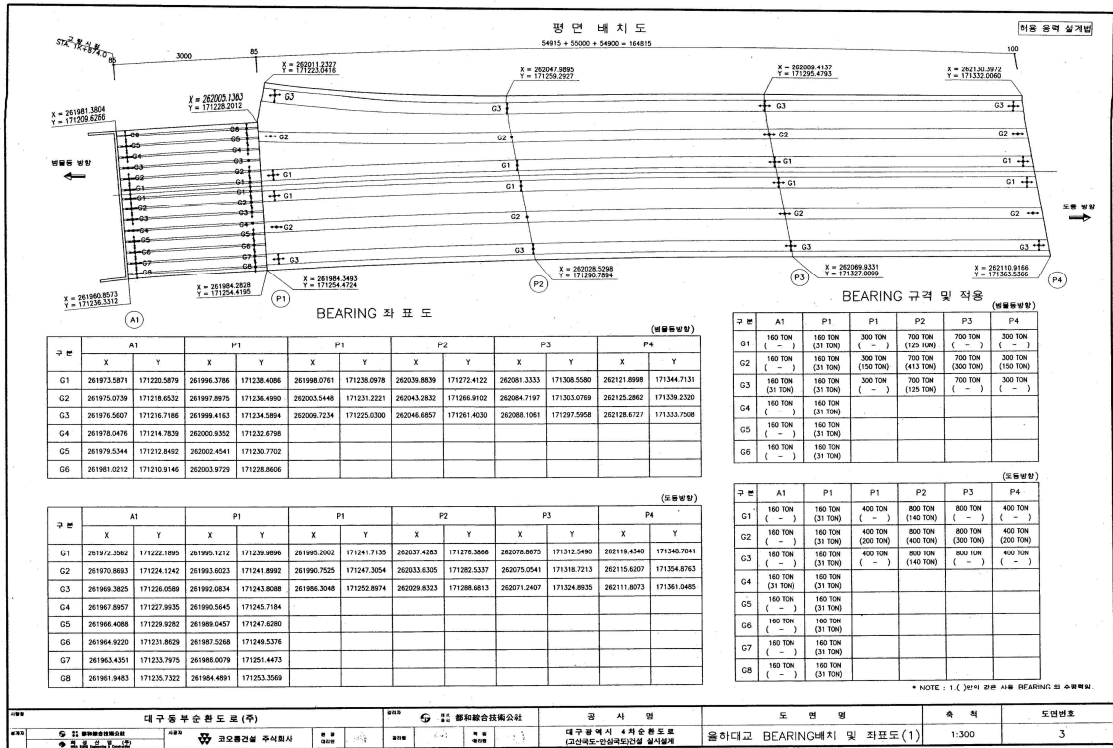
【그림 1.1.8】 강교 상세도(1) - SPG구간



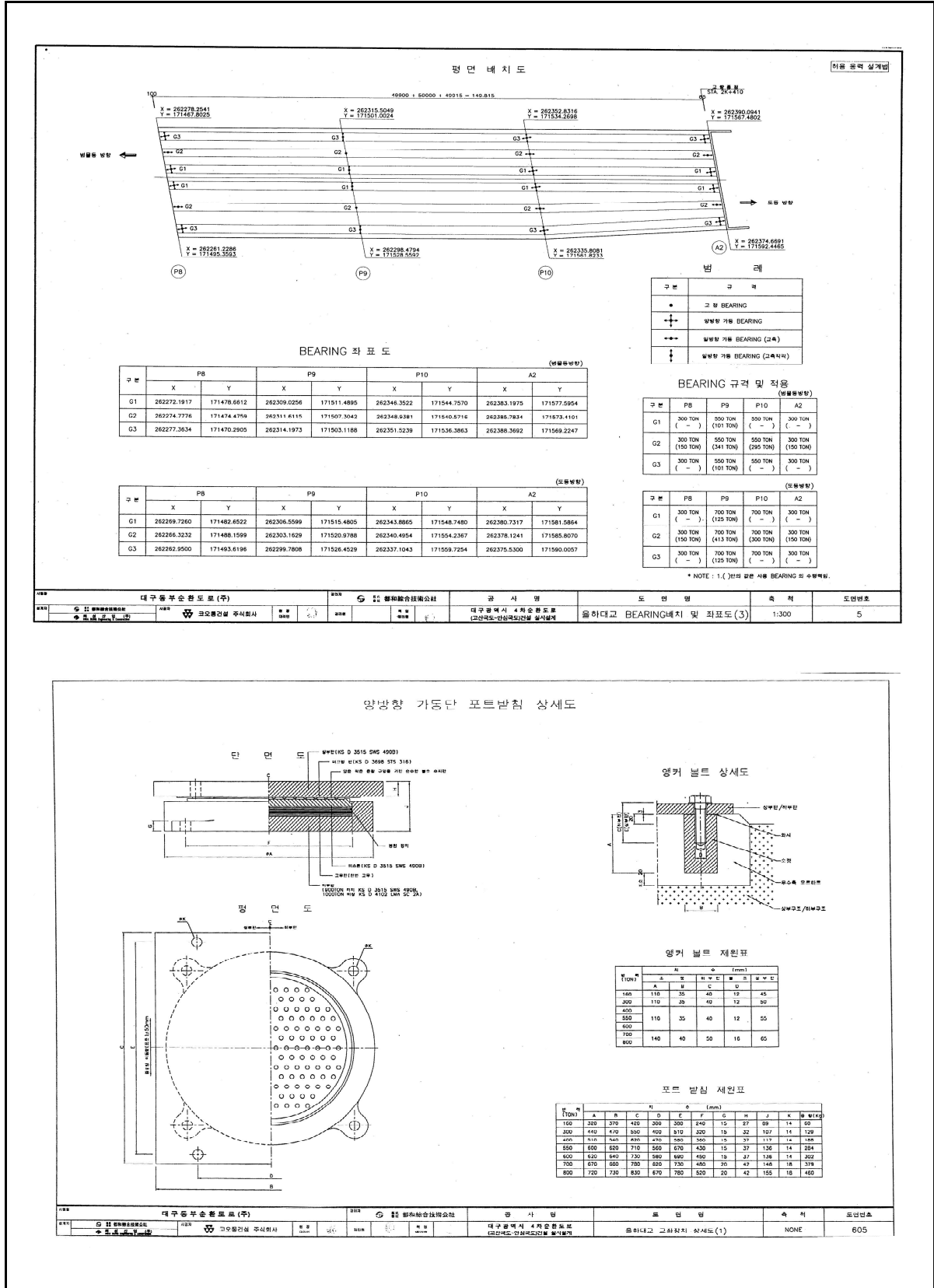




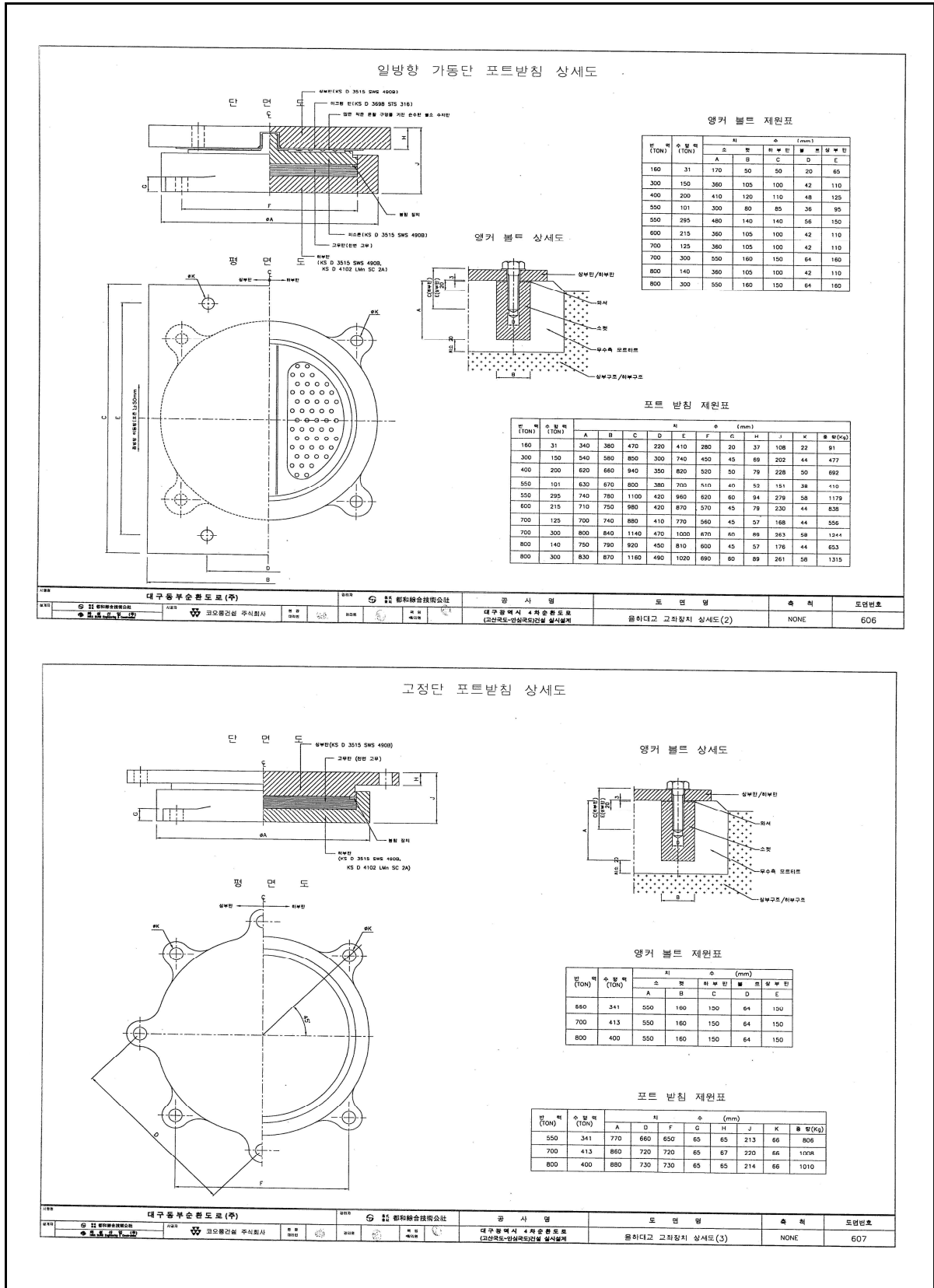




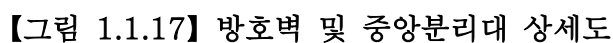
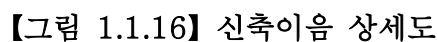
【그림 1.1.13】 교량받침 배치 평면도

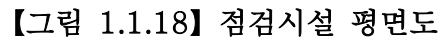


【그림 1.1.14】 교량받침 배치 평면도 및 상세도



【그림 1.1.15】 교량받침 상세도





1.2 자료수집 및 분석

본 교량에 적용된 관련 내용은 ‘대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시설계’에서 발췌하였다.

1.2.1 설계자료 검토

가. 구조계산서

1) 설계기준

1.1.3 설계기준

1) 교량형식 : STEEL BOX GIRDER 교

2) 계산구경 : $L = 50 + 2850 = 170 \text{ m}$

3) 교량등급 : 1등급 (DB-24, DL-24)

4) 하 중 :

i) 사하중

o 원근콘크리트 : $W_c = 2.5 \text{ ton/m}^3$

o 강 재 : $W_s = 7.85 \text{ ton/m}^3$

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) 강재

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

o 부부재 : SWS 400 사용(주부재를 제외한 부재)

- 허용 인장응력

강종	SWS 400	SWS 490
인장응력	1,400 kg/cm ²	1,900 kg/cm ²

- 2 -

- 허용 전단응력

강종	SWS 400	SWS 490
인장응력	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)

강종	SS 400 SWS 400 SMA 41	SWS 490
압축 플랜지가 직접 콘크리트 바닥판에 고정되어 있는 경우 상하, 좌, 좌이프 단면의 경우	1,400	1,900
상기	(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 $-38(\frac{\ell}{b} - 4.0)$
경우	(a) $\frac{\ell}{b} \leq \frac{9}{k} : 1,400$ (b) $\frac{9}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ 1,400 $-12(\frac{\ell}{b} - 9)$	(a) $\frac{\ell}{b} \leq \frac{8}{k} : 1,900$ (b) $\frac{8}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ 1,900 $-19(\frac{\ell}{b} - 8.0)$

여기서,

A_w : 복부판의 종단면적(cm²)

A_c : 압축플랜지의 종단면적(cm²)

ℓ : 압축플랜지의 고정절간의 거리(cm)

b : 압축플랜지의 폭(cm)

- 3 -

1.1.4 사용재료

가. 콘크리트

종류	종재(mm)피대치수	기준강도(kg/cm ²)	적용구조물
1종	25	$\sigma_{ck} = 270$	주형교량 SLAB (ST.BOX교)
2종	25	$\sigma_{ck} = 240$	하부구조(교각, 교대, 기초, 남개벽), 접속슬라브
수중콘크리트	25	$\sigma_{ck} = 240$	원장타설 말뚝
3종	40	$\sigma_{ck} = 210$	MASS 콘크리트, 중력식 옹벽
5종	40	$\sigma_{ck} = 135$	면고르기 콘크리트

주 : 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

나. 철근

KS D 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

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

다. 강재

1) 일반강재

· 주부재 : SWS 490 (상하플랜지, 복부판, 강 RIB, 주부재 연결판, 수평보강재, 지평보강재)

· 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.

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: $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

나. 일반사항

1) 주형높이

· 폭보다 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 1.2m이상이어야 한다. 본 설계에서는 2.4m로 통일하여 구조물의 표준화를 도모하였다.

3) 두께

· 주형에 쓰이는 단면두께는 도로교 시행시 P161 규정에 따르되 너무 두꺼운 부재를 사용하는 것은 강재가 저온시 취성파괴의 우려가 있어 피하는 것이 좋고, 최소두께는 8mm 이상 (도시 P193), 압축응력을 받는 보강판의 최소두께 $t = b\sqrt{f'_{ck}/48f_u}$ (도시 P201) 이상이나 플랜지의 최소두께는 용접후 변형방지용 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.
· 밀렛용접의 치수는 최소 6mm로 하여 등치수로 하는 것을 원칙으로 하였다.

- 6 -

0293

- 8 -

0295

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

· 주 부재: SWS 400 (상하부 플랜지, 복부판, 종리브, DIAPHRAGM, 이음판, SOLE PLATE, 지점보강재, 수평보강재 등)

· 부 주재: 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

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 주 하중	압축면 15 인장면 0	0
3 주하중+바닥판콘크리트와 강재들보와의 온도차	압축면 30 인장면 15	15
4 가 시 설 하중	압축면 25 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^2/cm^2 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

범안대교 (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 - $K_h = 0.5A$

경사말뚝 - $K_h = 1.5A$

* 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

* 지진시수령력 : 2.631 t/M

* 설계 가속도계수 : 0.140

* SHOE 마찰계수 : 0.100

* 지하수위 (저판 바닥에서) : -1.000 m

* 저판 마찰계수

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

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

1351

1352

1. 설계조건

1) 교각형식 : 라멘교각

2) 내진등급 : 1등급

3) 응답수령계수 (R)

- 교각진계수 : 5.0

- 기초진계수 : 2.5

4) 안정지진력 (내진해석참조)

① 교각지진방향

- P2 = 307.2 t

② 교각방향

- P2 = 495.85 t

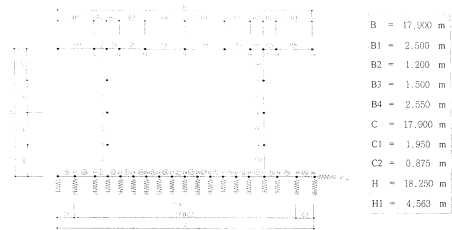
5) 사용재료

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

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

2. 교각의개념

2.1 Modelling



2.2 단면성능 및 지반스프링계수 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

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

1597

1598

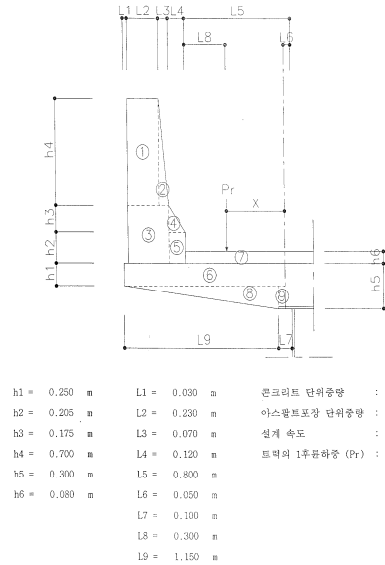
나. 구조검토 결과 요약

1) 상부구조(바닥판)

3. 바닥판의 설계

3.1 편입레버

3.1.1 방호벽측



- 22 -

0399

4) 종하중 (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

$$\textcircled{1} M_{01} = 1.3 M_0 + 2.15 M_{11}$$

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

$$\textcircled{2} M_{02} = 1.3 M_0 + 1.3 M_{11} + 1.3 M_9$$

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

$$\textcircled{3} M_{03} = 1.3 M_0 + 1.3 M_{11} + 1.3 M_9$$

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

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)	거리 (m)	모멘트 (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.

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

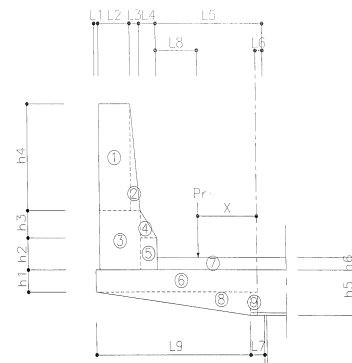
여기서, V : 차량의 설계속도 (km/h)

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

- 23 -

0310

3.1.2 중분대측



- 25 -

0312

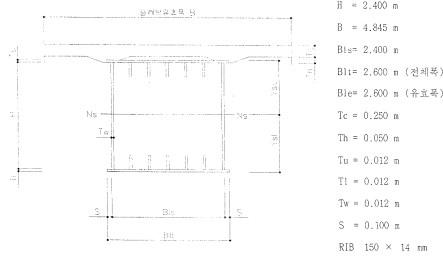
2) 상부구조(거더)

4.2 주형 단면 성능 계산 (단면력 산정시)

1) SECTION TYPE 1

① 내측 거더

주부제사용장종 : SMS 490

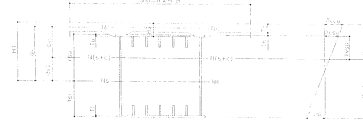


단 면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - 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	1665468.8	229001960.0	630899.4

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

- 34 -

0321



(1) 합성 전

$$\begin{aligned}
 I_s' &= A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4 \\
 \delta s &= \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm} \\
 I_s &= I_s' - A_s \cdot \delta s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4 \\
 Y_{su} &= H/2 + Tu - \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm} \\
 Y_{sl} &= H/2 + Tl + \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

(2) 합성 후

$$\begin{aligned}
 A_v &= A_s + A_c/n = 2861.063 \text{ cm}^2 \\
 I_c/n &= 78857.4 \text{ cm}^4 \\
 dv &= Y_{su} - Tu + Th + Tc/2 = 132.238 \text{ cm} \\
 dvc &= dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.258 \text{ cm} \\
 dvs &= dv - dvc = 69.980 \text{ cm} \\
 Y_{vcu} &= dvc + Tc/2 = 74.758 \text{ cm} \\
 Y_{vcl} &= Y_{vcu} - Tc = 49.758 \text{ cm} \\
 Y_{vsu} &= Y_{vcu} - H/2 + Tu = 45.958 \text{ cm} \\
 Y_{vsl} &= H + Tu + Tl - Y_{vsu} = 196.442 \text{ cm} \\
 I_v &= I_s + I_c/n + A_s \cdot dvc^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26210464.675 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

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

* 순수 비틀림 상수(합성후)

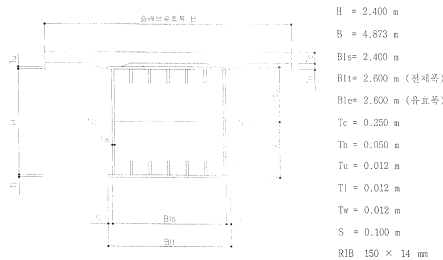
$$K = \frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot t_w \cdot t_l} = \frac{4 \times (241.2)^3 \times (241.2)^3}{12 \times 1.200 \times 1.200} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 35 -

0322

② 외측 거더

주부제사용장종 : SMS 490



단 면	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	1675083.8	230325397.5	634505.2

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

- 36 -

0323



(1) 합성 전

$$\begin{aligned}
 I_s' &= A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4 \\
 \delta s &= \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm} \\
 I_s &= I_s' - A_s \cdot \delta s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4 \\
 Y_{su} &= H/2 + Tu - \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm} \\
 Y_{sl} &= H/2 + Tl + \delta s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

(2) 합성 후

$$\begin{aligned}
 A_v &= A_s + A_c/n = 2869.813 \text{ cm}^2 \\
 I_c/n &= 79913.2 \text{ cm}^4 \\
 dv &= Y_{su} - Tu + Th + Tc/2 = 132.238 \text{ cm} \\
 dvc &= dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.068 \text{ cm} \\
 dvs &= dv - dvc = 70.170 \text{ cm} \\
 Y_{vcu} &= dvc + Tc/2 = 74.568 \text{ cm} \\
 Y_{vcl} &= Y_{vcu} - Tc = 49.568 \text{ cm} \\
 Y_{vsu} &= Y_{vcu} - H/2 + Tu = 45.768 \text{ cm} \\
 Y_{vsl} &= H + Tu + Tl - Y_{vsu} = 196.632 \text{ cm} \\
 I_v &= I_s + I_c/n + A_s \cdot dvc^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26244732.792 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

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

* 순수 비틀림 상수(합성후)

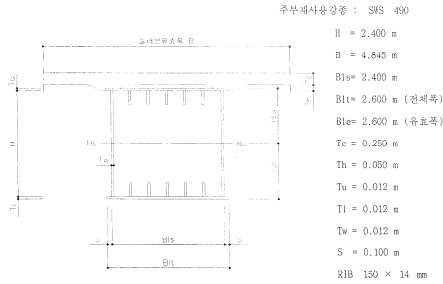
$$K = \frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot t_w \cdot t_l} = \frac{4 \times (241.2)^3 \times (241.2)^3}{12 \times 1.200 \times 1.200} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 37 -

0324

2) SECTION TYPE 2

① 내측 거더

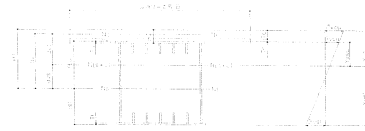


단면제원

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) 합성전

$$\begin{aligned}
 I_s' &= A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4 \\
 \delta_s &= \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm} \\
 I_s &= I_s' - A_s \cdot \delta_s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4 \\
 Y_{su} &= H/2 + Tu - \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm} \\
 Y_{sl} &= H/2 + Tl + \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

(2) 합성후

$$\begin{aligned}
 A_v &= A_s + A_c/n = 2861.063 \text{ cm}^2 \\
 I_c/n &= 78857.4 \text{ cm}^4 \\
 dv &= Y_{su} - Tu + Th + Tc/2 = 132.238 \text{ cm} \\
 dvc &= dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.258 \text{ cm} \\
 dvc &= dv - dvc = 69.980 \text{ cm} \\
 Y_{vcu} &= dvc + Tc/2 = 74.758 \text{ cm} \\
 Y_{vcl} &= Y_{vcu} - Tc = 49.758 \text{ cm} \\
 Y_{vsu} &= Y_{vcu} - H/2 + Tu = 45.958 \text{ cm} \\
 Y_{ysl} &= H + Tu + Tl - Y_{vsu} = 196.442 \text{ cm} \\
 I_v &= I_s + I_c/n + A_s \cdot dvc^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26210464.675 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

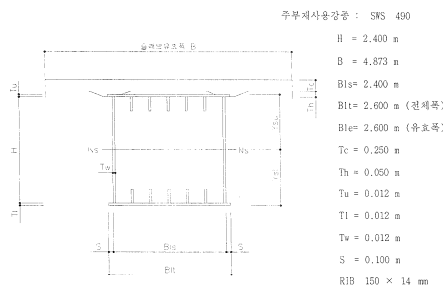
$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^2}{b \cdot 2 \cdot h} \cdot \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2} + \frac{241.2}{1.200} + \frac{241.2}{1.200}}{tu + tw + tl} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^2}{b \cdot 2 \cdot h} \cdot \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2} + \frac{241.2}{4.325} + \frac{241.2}{1.200}}{tu + tw + tl} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 39 -
0326

② 외측 거더

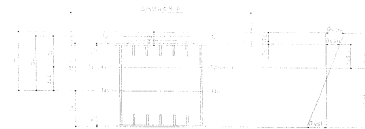


단면제원

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) 합성전

$$\begin{aligned}
 I_s' &= A_s \cdot Y^2 + \sum I_s = 10936149.4 + 2767631.10 = 13703780.500 \text{ cm}^4 \\
 \delta_s &= \sum (A \cdot Y) / A_s = 7087.5 / 1347.00 = 5.262 \text{ cm} \\
 I_s &= I_s' - A_s \cdot \delta_s^2 = 13703780.500 - 1347.00 \times 27.689 = 13666483.417 \text{ cm}^4 \\
 Y_{su} &= H/2 + Tu - \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 - 5.262 = 115.938 \text{ cm} \\
 Y_{sl} &= H/2 + Tl + \delta_s = 240.0 / 2 + 1.2 + 5.262 = 126.462 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

(2) 합성후

$$\begin{aligned}
 A_v &= A_s + A_c/n = 2869.613 \text{ cm}^2 \\
 I_c/n &= 79913.2 \text{ cm}^4 \\
 dv &= Y_{su} - Tu + Th + Tc/2 = 132.238 \text{ cm} \\
 dvc &= dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.068 \text{ cm} \\
 dvc &= dv - dvc = 70.170 \text{ cm} \\
 Y_{vcu} &= dvc + Tc/2 = 74.568 \text{ cm} \\
 Y_{vcl} &= Y_{vcu} - Tc = 49.568 \text{ cm} \\
 Y_{vsu} &= Y_{vcu} - H/2 + Tu = 45.768 \text{ cm} \\
 Y_{ysl} &= H + Tu + Tl - Y_{vsu} = 196.632 \text{ cm} \\
 I_v &= I_s + I_c/n + A_s \cdot dvc^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26244732.792 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

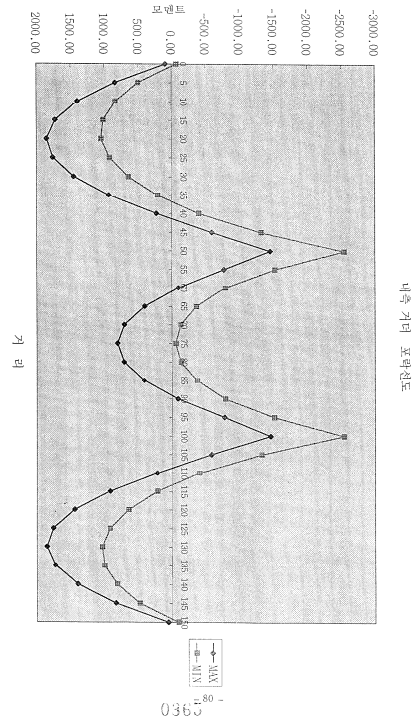
* 순수 비틀림 상수(합성전)

$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^2}{b \cdot 2 \cdot h} \cdot \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2} + \frac{241.2}{1.200} + \frac{241.2}{1.200}}{tu + tw + tl} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^2}{b \cdot 2 \cdot h} \cdot \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2} + \frac{241.2}{4.325} + \frac{241.2}{1.200}}{tu + tw + tl} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 41 -
0328



거리

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 k 를 곱하여 구하는 방법이 일반적이며, 영향계수 k 값은 구조계의 양단에 $M = 1 t \cdot m$ 를 작용시켜 얻어지는 휨모델트값을 사용하면 된다.

2) Modelling



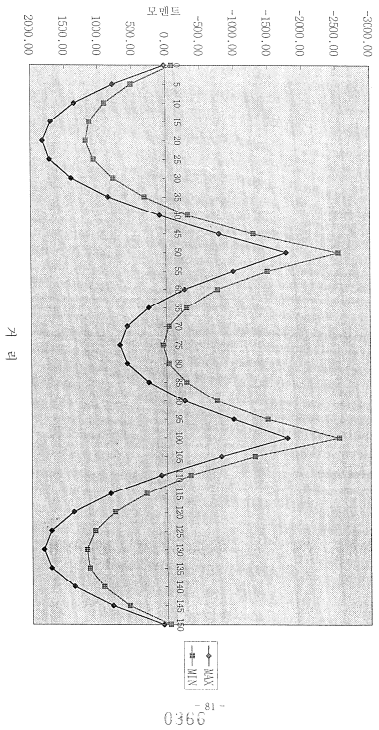
-105-

0330

3) 요소 물성치

구분	단면적				단면적				비고
	$A(m^2)$	$I_{xx}(m^4)$	$I_{yy}(m^4)$	k	$A(m^2)$	$I_{xx}(m^4)$	$I_{yy}(m^4)$	k	
1	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
2	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
3	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
4	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
5	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
6	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
7	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
8	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
9	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
10	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
11	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
12	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
13	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
14	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
15	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
16	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
17	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
18	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
19	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
20	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
21	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
22	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
23	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
24	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
25	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
26	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
27	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
28	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
29	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
30	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
31	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
32	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
33	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
34	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
35	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
36	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
37	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
38	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
39	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
40	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
41	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
42	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
43	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
44	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
45	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
46	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
47	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
48	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
49	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
50	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
51	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
52	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
53	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
54	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
55	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
56	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
57	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
58	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
59	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
60	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
61	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
62	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
63	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
64	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
65	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
66	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
67	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
68	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
69	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
70	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
71	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
72	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
73	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
74	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
75	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
76	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
77	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
78	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
79	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
80	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
81	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
82	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
83	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
84	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
85	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
86	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
87	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
88	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
89	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
90	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
91	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
92	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
93	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2870	0.28244735	0.14886722	0.20651153
94	외측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875	0.2861	0.28210468	0.1488672	0.20651153
95	내측거리	0.1347	0.13866483	0.12283144	0.1683875				

외측 거리 포여선도



거리

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 휨인장강도

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) $14/88Y \times B \times D$ = 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 $\Phi M_n = 0.85 \times (As \times \sigma_y \times (D - A/2))$

= 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 = 71000000.000 kg/cm²

a) 수직 허용지지력

말뚝선단의 N지 = 40

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

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

-1133-

1363

3) 말뚝군의 도심에 작용하는 하중 (실하중)

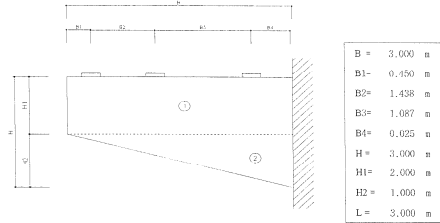
(단위 : ton, m)

구분	상부하중 사정하중		지하수위수치		지하수위고도	
	CASE-1 비재하시	CASE-2 재재하시	CASE-3 지진시	CASE-4 재재하시	CASE-5 비재하시	CASE-7 지진시
거조폭	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
교대길이	16.440	16.440	16.440	16.440	16.440	16.440
수평력	12.587	25.466	25.466	44.661	25.466	44.661
연직력	75.886	109.884	94.482	94.482	109.884	94.482
편심량	0.409	0.436	0.523	1.715	0.436	0.523
도심도	30.990	30.909	49.448	102.077	30.909	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)

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

$$Mu = 1.3 \times 45.000 \times 1.500 + 1.30 \times 11.250 \times 1.000 + 1.30 \times 42.60 \times 2.55 + 1.30 \times 180.55 \times 1.112 + 1.30 \times 42.60 \times 0.025 + 2.15 \times 33.93 \times 2.55 + 2.15 \times 57.22 \times 1.112 + 2.15 \times 33.93 \times 0.025 = 830.63 \text{ t-m}$$

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

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

$$\therefore \text{1564}$$

2.6.2 내민받침(Corbel)에 의한 검토

1) 하중하중

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

② 수평하중

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

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

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

2) 개발하중에 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 개발스터립 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 개발스터립

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

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

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

$$\therefore \text{USE } 36 - D 22 (As = 189.36 \text{ cm}^2)$$

$$-1339-$$

$$1564$$

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	$Mu = 915.54$ (t-m)	유요 높이	$d = 285.0$ (cm)
설계 전단력	$Su = 547.25$ (t)	인강 피복	$d' = 15.0$ (cm)
부재폭	$b = 300.0$ (cm)	순경간	$Ln = 1050$ (cm)

(2) 철근량 산정

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(3) 전단 검토

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

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

- 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	축력	전단력	휨모멘트	비고
	Pu	Su	Mu	
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)

- 직경 (Diameter) : 140.00 cm
 - 내지외경 길이 (Ld) : 1610.00 cm
 - 유효길이계수 (α) : 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 = 0.000 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 = 0.000 t.m
 - 합성 최대모멘트 : σMu = 107.824 t.m
 - 중립축 회전각 : θrot = 0.000 Deg
 - 최소관심 : Emin = 21.33 cm
 - 평형관심 : Eb = 58.11 cm
 - 작용관심 : Eapp = 6.03 cm
 ∴ 영역 1 → 최소관심 구간
 - 소요절근량 : Ast = 452.289 cm²
 - 소요절근비 : 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 = 0.000 t.m
 - X축 세장비 : λx = 53.7
 - Y축 세장비 : λy = 53.7
 - 사하중 모멘트 비 : βdx = 0.000
 - βdy = 0.000

- X축 최대모멘트 : σMux = 96.645 t.m
 - 합성 최대모멘트 : σMu = 96.645 t.m
 - 중립축 회전각 : θrot = 0.000 Deg
 - 최소관심 : Emin = 21.33 cm
 - 평형관심 : Eb = 58.11 cm
 - 작용관심 : Eapp = 6.28 cm
 ∴ 영역 1 → 최소관심 구간
 - 소요절근량 : Ast = 452.289 cm²
 - 소요절근비 : Pr = 1.000 %
 - 평형축하중 : ΦPb = 3426.989 ton
 - 평형모멘트 : ΦMb = 1991.296 t.m
 - 강도감소계수 : Φ = 0.650
 - 공칭축하중 : ΦPn = 5456.684 ton

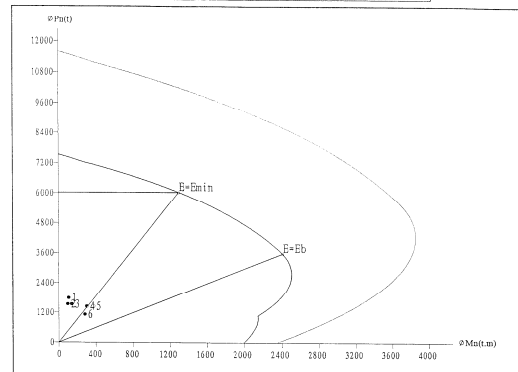
3) Load Case 3

- 국한축하중 : Pu = 1538.150 ton
 - 국한모멘트 (X) : Mux = 116.140 t.m
 - 국한모멘트 (Y) : Muy = 0.000 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 = 0.000 t.m
 - 합성 최대모멘트 : σMu = 139.243 t.m
 - 중립축 회전각 : θrot = 0.000 Deg
 - 최소관심 : Emin = 21.33 cm
 - 평형관심 : Eb = 58.11 cm
 - 작용관심 : Eapp = 9.05 cm
 ∴ 영역 1 → 최소관심 구간
 - 소요절근량 : Ast = 452.289 cm²
 - 소요절근비 : Pr = 1.000 %
 - 평형축하중 : ΦPb = 3426.989 ton
 - 평형모멘트 : ΦMb = 1991.296 t.m
 - 강도감소계수 : Φ = 0.650
 - 공칭축하중 : ΦPn = 5456.684 ton

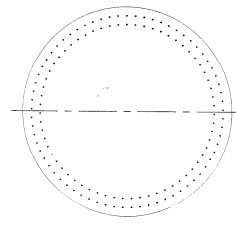
4) Load Case 4

- 국한축하중 : Pu = 1446.790 ton
 - 국한모멘트 (X) : Mux = 255.890 t.m
 - 국한모멘트 (Y) : Muy = 0.000 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 변곡구간에서 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) 절랑기여도

고유진동모드 해석에서 각 진동모드별 절랑기여도의 합은 90% 이상되도록 하였다.
- 5) 응답스펙트럼

설계응답스펙트럼은 도로교시방서 내진설계편(1996)에 제시된 값을 사용하였다.

2.3 단면성능 (Section Properties)

2.3.1 상부구조

Type	Area (m ²)	I-33 (m ⁴)	I-22 (m ⁴)	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

2.2 쪽의 Modelling

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 ₂ Coping Section
16	13.570	4.890	4.890	9.772	3.458	P ₂ Column Section
17	61.000	31.800	3026.000	118.900	15.545	P ₂ Footing Section
18	50.100	37.600	1164.000	133.300	12.768	P ₂ Coping Section
19	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₂ Column Section
20	41.800	21.700	970.000	78.780	10.640	P ₂ Footing Section
21	39.900	29.900	588.000	102.700	10.168	P ₂ , P ₃ , P ₆ Coping Section
22	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₂ , P ₃ , P ₆ Column Section
23	33.250	17.300	490.000	61.070	8.473	P ₂ , P ₃ , P ₆ Footing Section

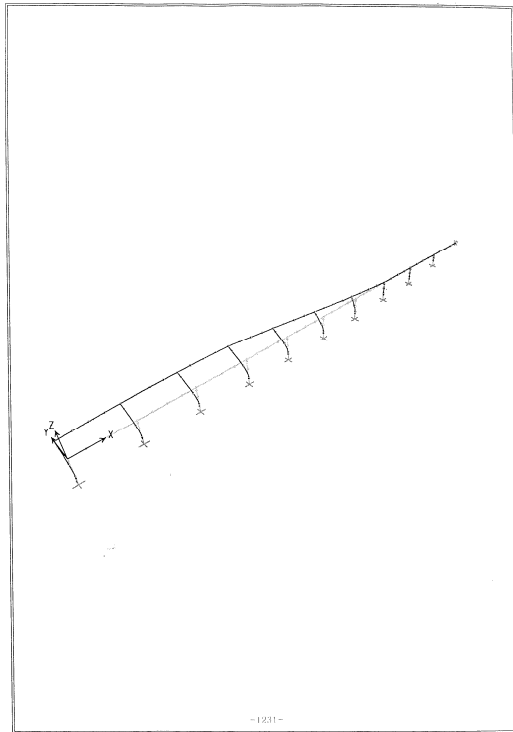
-1224- 1450

3. 모드형상 결과

3.1 모드별 유효주기 및 진동수

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC) ²	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	5.08E+00	2.25E+00	0.395	2.536
2	8.78E+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	0.975
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	2.565	0.390
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	0.336
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	5.646	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	10.155	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	10.955	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	6.20E+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

○ 관측치 5% 가령

○ 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

범안대교 - 38

1.2.2 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 1.2.1】범안대교 점검이력사항

구분	점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	정밀안전점검 2003.02.24 ~2003.04.25	(주)한국건설안전기술단	A	상태양호
2	정기안전점검 2003.10.25 ~2003.12.25	(주)한국건설안전기술단	양호	상태양호
3	정기안전점검 2004.05.19 ~2004.07.18	(주)혜성안전기술원	양호	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.
4	정기안전점검 2004.11.01 ~2004.12.25	(주)혜성안전기술원	양호	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.
5	정밀안전점검 2005.05.12 ~2005.07.05	(주)혜성안전기술원	A	경미한 손상(미세균열, 백태, 일부파손 등)이 발생하였으나 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으며 정밀안전진단 필요성은 없는 상태임.
6	정기안전점검 2005.10.07 ~2005.11.30	(주)혜성안전기술원	양호	교면포장부분은 별다른 이상이 없는 양호한 상태이며, 방호벽 중앙분리대는 폭 0.1mm~0.2mm 미세균열, 일부 백화발생, 교대는 폭 0.1mm 미세균열, 교각은 폭 0.1mm~0.2mm 미세균열 및 파손 및 손상, 신축이음장치의 후태대 미세균열 발생
7	정기안전점검 2006.05.08 ~2006.05.31	부계기술단(주)	양호	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가, 따라서 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성을 없다.
8	정기안전점검 2006.10.01 ~2006.11.30	부계기술단(주)	양호	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다.
9	정밀안전점검 2007.04.05 ~2007.05.31	부계기술단(주)	A	0.2mm이하 균열, 표지병 파손, 텔리네이터 파손, 교량받침 녹발생
10	정기안전점검 2007.10.01 ~2007.11.30	부계기술단(주)	양호	0.2mm이하 균열, 표지병 파손, 텔리네이터 파손, 교량받침 녹발생
11	정기안전점검 2008.04.23 ~2008.05.30	(주)한국건설안전기술단	양호	안전성을 저해할 만한 손상은 없으나 공용년수가 증가 및 중차량의 통행이 빈번함에 따라 보수안에 따라 보수 및 지속적인 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보
12	정기안전점검 2008.10.01 ~2008.11.29	(주)한국건설안전기술단	양호	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수가 증가 및 중차량의 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보
13	정기안전점검 2009.04.07 ~2009.05.31	(주)동화엔지니어링	양호	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.

【표 1.2.1】범안대교 점검이력사항(계속)

구분	점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
14	정밀안전점검 2009.04.07 ~2009.06.30	(주)동화엔지니어링	A	범안대교에 대한 정밀안전점검결과 시설물의 종합평가등급은 “A”
15	정기안전점검 2009.10.01 ~2009.11.30	(주)동화엔지니어링	양호	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.
16	정기안전점검 2010.04.27 ~2010.05.31	(주)아워브레인	양호	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.
17	정기안전점검 2010.09.13 ~2010.11.30	(주)아워브레인	양호	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.
18	정기안전점검 2011.05.02 ~2011.05.31	(주)아워브레인	양호	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.
19	정기안전점검 2011.11.01 ~2011.11.30	(주)아워브레인	양호	2011년 하반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 갓길 일부 구간에 대한 표면처리를 실시하였으며, 경미한 손상의 진전이 발생한 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.

【표 1.2.1】 범안대교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
20	정밀안전진단 (하자)	2012.03.05 ~2012.06.30	(주)아워브레인	B	안대교에 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 내외부에 대한 도막두께 또한 양호한 상태로 측정되었다. 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 1등급로써의 기능성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
21	정기안전점검	2012.11.02 ~2012.11.25	(주)삼우기술	양호	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
22	정기안전점검	2013.04.12 ~2013.04.26	(주)삼우기술	양호	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사결과 포장균열, 포장면 망상균열, 아스콘패임, 후타재 균열 및 신축이음 고무재 탈락등이 발생한 상태
23	정기안전점검	2013.08.26 ~2013.09.08	(주)삼우기술	양호	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.
24	정밀안전점검	2014.02.15 ~2014.04.05	(주)삼우기술	B	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

【표 1.2.1】 범안대교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
25	정기안 전점검	2014.10.10 ~2014.10.24	(주)우림종합 엔지니어링	양호	- 하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태- 갯길측 망상균열, 포장균열, 경미한 아스콘 패임 발생- 신축장치 고무씰재 일부 탈락, 후타재 균열($CW \geq 0.3mm$)
26	정기안 전점검	2015.03.11 ~2015.03.25	(주)우림종합 엔지니어링	양호	- 하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태- 갯길측 망상균열, 포장균열, 경미한 아스콘 패임 발생- 신축장치 고무씰재 일부 탈락, 후타재 균열($CW \leq 0.3mm$)
27	정기안 전점검	2015.09.01 ~2015.09.19	(주)우림종합 엔지니어링	양호	전회 정기점검 후 하자보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태이며, 주요 손상으로는 포장균열, 갯길측 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.
28	정밀안 전점검	2016.02.19 ~2016.04.03	(주)우림종합 엔지니어링	B	교면포장:망상균열,보수부재균열,이물질퇴적,포장패임,포장균열 방호벽:균열,굽힘배수시설:배수구막힘,배수관설치불량신축이음: 균열,망상균열,토사퇴적반침장치:이동지시선파손,씰재탈락거더 내부:배설물퇴적,실링불량교대및교각:범면보호블럭침하,누수오 염,누수흔적,열화범안대교의 현장조사(외관조사, 내구성조사)에 의한 상태평가 결과 『B등급(0.131)』으로 평가되었으며, 급회 조사된 결함 및 손상 부위에 대해서는 단기적인 보수와 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 유지관리 하는다는 문제가 없을 것으로 판단된다.
29	정기안 전점검	2016.08.19 ~2016.09.01	(주)우림종합 엔지니어링	양호	2016년 하반기 정기점검 결과, 전반적으로 양호한 상태. 주요 손상으로는 교면포장의 망상균열, 포장패임 및 신축이음장치 후타재 균열로 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 손상 부위에 대한 보수보강과 함께 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
30	정밀안 전진단	2017.03.02 ~2017.06.09	(주)우림종합 엔지니어링	B	교면포장 망상균열, 아스콘 균열배수관 위치불량 신축이음장치 A2 하부 고무재 변형(하부누수) 거더 도장박락, 내부 일부 부식, 실링처리 미흡
31	정기안 전점검	2017.11.01 ~2017.11.20	(주)삼우기술	양호	포장부 균열, 망상균열, 포장파손, 아스콘 패임, 표지병 탈락 등 방호벽 및 중앙분리대 수직균열, 굽힘 신축이음 후타재 균열, 배수시설 양호,캔틸레버 미세균열 및 백태, 가로보 강재부식, 거더 상태양호,교대 및 교각 균열, 망상균열, 백태, 오염 등,교량반침 씰재 탈락
32	정기안 전점검	2018.03.20 ~2018.04.15	(주)명성엔지 니어링	양호	외관조사 결과, 교면포장 아스콘 균열 및 망상균열, 아스콘 패임, 파손, 신축이음 후타재 균열, 하부 누수, 방호벽 균열 및 백태, 배수시설 이물질퇴적, 바닥판 하면 균열 및 백태, 재료분리, 파손, 거더 외부 도장탈락, 내부 이물질퇴적, 교량반침 받침콘크리트 균열 및 파손, 교각 균열 및 망상균열, 누수흔적, 교대 균열 및 백태, 범면침하, 체수, 누수흔적 등의 손상이 조사되었고, 신규손상으로 교각 균열 및 망상균열, 교면포장 아스콘 손상, 방호벽 백태, 교량반침 받침콘크리트 균열 등이 확인되었으며, 신규손상은 기존 누락 손상으로 확인되었다. 기 손상부는 장기공용에 의한 열화, 우수유입, 외부 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단된다. 본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수·보강방안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적인 것으로 판단된다.

【표 1.2.1】 범안대교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
33	정기안전점검	2018.08.21 ~2018.09.19	(주)명성엔지니어링	양호	범안대교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다.외관조사 결과, 교면포장 아스콘 균열 및 망상균열, 아스콘 패임, 파손, 신축이음 후타재 균열, 하부 누수, 방호벽 균열 및 백태, 배수시설 이물질퇴적, 바닥판 하면 균열 및 백태, 재료분리, 파손, 거더 외부 도장탈락, 내부 이물질퇴적, 교량받침 받침콘크리트 균열 및 파손, 교각 균열 및 망상균열, 누수흔적, 교대 균열 및 백태, 법면침하, 체수, 누수흔적 등의 손상이 조사되었고, 신규손상으로 교각 균열 및 망상균열, 교면포장 아스콘 망상균열, 바닥판하면 백태, PE방호벽 파손 등이 확인되었으며, 신규손상은 기존 누락 손상으로 확인되었다.기 손상부는 장기공용에 의한 열화, 우수유입, 외부 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단된다.본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수·보강방안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단된다.
34	정밀안전점검	2019.04.22 ~2019.06.09	(주)명성엔지니어링	B등급	교면포장 : 아스콘 균열, 파손, 라벨링방호벽 및 중앙분리대 : 균열(cw=0.3mm 내·외), 백태, 급힘배수시설 : 법면 수직도수로 이격, 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수신축이음 : 후타재 균열 및 파손, 하부 누수바닥판 : 균열(cw=0.3mm 미만), 백태, 파손, 재료분리거더 : 도장 박리 및 박락, 부식 및 변형받침장치 : 받침콘크리트 균열(cw=0.3mm 미만), 받침콘크리트 파손교대 및 교각 : 균열(cw=0.3mm 내·외), 파손 및 철근노출, 법면 보호블럭 침하
35	정기안전점검	2019.10.28 ~2019.11.28	(주)명성엔지니어링	양호	범안대교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다.외관조사 결과, 금회 교대 및 교각, 바닥판하면 등에 표면보수, 단면보수, 주입보수 등의 전반적 보수가 실시 되었고, 보수는 양호한 상태로 확인되었다, 기 손상인 교면포장 아스콘 균열, 신축이음 후타재 균열, 방호벽 균열 및 백태, 배수시설 위치불량, 바닥판 하면 균열 및 백태, 거더 외부 도장탈락, 교량받침 받침콘크리트 균열, 교각 망상균열 누수오염 및 열화, 교대 실란트 파손 등의 손상은 장기공용에 의한 열화, 건조수축, 외부 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단된다.기 손상부는 현재 경미한 상태 및 물량의 규모가 작으므로, 현 시점의 유지보수 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생시 표면처리, 단면보수 등의 일괄보수가 효율적일 것으로 판단된다.

【표 1.2.1】 범안대교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
36	정기안전점검	2020.03.09 ~2020.04.15	일광이앤씨(주)	양호	아스콘 균열 및 파손, 라벨링 → 주의관찰 배수시설 위치불량, 이음부누수, 유도배수관 파손, 법면수직도수로 이격 → 배수관 정비, 주의관찰 방호벽 균열 및 백태, 급힘 → 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
37	정기안전점검	2020.10.05 ~2020.10.31	일광이앤씨(주)	양호	아스콘 균열 및 파손배수관이음부누수, 배수관위치불량, 배수관탈락, 법면수직도수로 이격방호벽 균열, 급힘신축이음 후타재 균열/파손, 하부누수받침장치 받침콘크리트 균열, 고무씰링재 탈락, 눈금자파손바닥판 균열, 백태거더 도장박리교대 균열, 체수, 법면 침하/밀림교각 망상균열, 누수오염, 열화, 파손
38	정밀안전점검	2021.04.19 ~2021.06.09	주식회사 다인기술단	B등급	* 바닥판균열(W<0.3mm), 바닥판백태, 거더도장박리, 가로보 부식 및 변형, 교대 법면보호블럭 침하, 교대법면보호블럭 밀림, 교대균열(W<0.3mm), 교대파손 및 철근노출, 교각균열(W<0.3mm), 교각누수오염, 교각망상균열, 교각파손, 탈락, 교각표면박리, 교각조류배설물 퇴적, 받침본체씰링재 탈락, 이동량눈금자 파손, 받침콘크리트 균열, 아스콘 균열, 아스콘 파손, 소성변형, 방호벽균열(W<0.3mm), 방호벽급힘, 데리네이트 파손, 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 배수관 위치 불량, 후타재 균열, 후타재 파손, 차수커버 볼트탈락
39	정기안전점검	2021.09.27 ~2021.11.25	주식회사 다인기술단	양호	* 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 씰링재 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

【표 1.2.1】 범안대교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
40	정밀안전진단	2022.03.11 ~2022.06.09	(주)명성엔지니어링	B등급	-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
41	정기안전점검	2022.10.11 ~2022.11.25	(주)명성엔지니어링	양호	교면포장 : 아스콘 균열, 파손 신축이음 : 본체 이물질퇴적 방호벽 : 균열 및 망상균열 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 연결핀 탈락 바닥판 하면 : 균열 및 백태 거더 : 외부 도장박락, 도장굽힘, 볼트부식, 내부 이물질퇴적 교량받침 : 균열, 이동량 눈금자 파손 교각 : 균열, 망상균열, 법면보호블록 침하, 백태 교대 : 균열 및 망상균열, 누수오염 및 흔적, 체수흔적, 파손 및 철근노출, 법면침하 등
42	1종성능평가	2022.06.10 ~2022.12.31	(주)명성엔지니어링	B등급	거더 외부 도장손상(박리), 굽힘, 볼트부식거더 내부 도장손상(박리), 이물질퇴적가로보 및 세로보 부식 및 변형바닥판하면 균열(폭 0.3mm미만), 백태하부구조 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 파손, 이물질퇴적, 누수오염, 체수흔적, 법면 보호블록 침하, 밀림교량받침 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만), 실링재 탈락신축이음 후타재 균열(폭 0.3mm미만), 파손교면포장 아스콘 균열, 파손 배수시설 배수구 막힘, 배수관 볼트탈락, 배수관 위치불량 콘크리트 난간 균열(폭 0.3mm미만), 백태, 굽힘 점검시설 상태양호-평가/결합지수범물방향 : 안전성 - 0.154, 내구성 - 0.160, 사용성 : 0.181안심방향 : 안전성 - 0.157, 내구성 - 0.160, 사용성 : 0.181중합성능등급산정 : 0.159 - B등급
43	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.05.10	(주)명성엔지니어링	양호	교면포장 : 아스콘 균열, 파손 신축이음 : 본체 이물질퇴적 방호벽 : 균열 및 망상균열 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 연결핀 탈락 바닥판 하면 : 균열 및 백태 거더 : 외부 도장박락, 도장탈락, 도장굽힘, 볼트부식, 내부 이물질퇴적 가로보 및 세로보 : 부식 및 변형 교량받침 : 균열, 이동량 눈금자 파손 교대 : 균열, 파손 및 철근노출, 법면보호블록 침하, 누수흔적 교각 : 균열 및 망상균열, 표면열화, 백태, 누수오염, 체수흔적, 이물질퇴적
44	정기안전점검	2023.11.29 ~2023.12.25	주식회사 홍익기술산업	양호	바닥판하면 : 균열(0.3mm미만), 오염, 백태- 가로보 : 부식 및 변형, 볼트 부식- 교량받침 : 받침콘크리트/물탈균열(0.3mm미만), 이동량 눈금자 파손- 교대 : 균열(0.3mm미만), 법면보호블록 침하, 누수흔적, 실란트갈라짐- 교각 : 균열/망상균열(0.3mm미만), 백태, 파손, 표면박리, 누수오염, 체수흔적, 표면열화, 조류배설물 퇴적- 교면포장 : 포장 균열, 파손- 신축이음 : 후타재 균열/망상균열, 유간 토사퇴적- 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 연결핀 탈락- 난간 및 연석 : 방호벽 균열/망상균열/백태균열(0.3mm미만)- 안전 및 기타시설 : 중앙분리대 균열(0.3mm미만), 점검로 난간탈락, 조류서식(새둥지)

1.2.3 전차 정밀안전진단 실시결과(2022년06월)

가. 외관조사결과

1) 범물방향

구분		주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
거더	외부	◦강재 거더 외부는 점검차(굴절점검차, 고소차)를 이용한 근접점검을 실시하였고, 기존상인 도장박리 외에 신규손상으로 도장긫힘이 조사되었다.	■긫힘은 작업장비 등에 의한 외부 충격에 따른 손상이며, 손상 면적은 경미한 상태로서 도장손상에 따른 부식 정도는 미미하나, 내구성 확보를 위한 도장보수가 필요하다. ■도장박리는 교량의 공용년수가 증가함에 따라 시공초기 도장이 박리 및 부식 등으로 발전한 것으로 판단되며, 2차손상 발생 우려가 있으므로 재도장을 통한 보수가 요구된다.
	내부	◦강재 거더 내부는 도보점검을 실시하였으며, 조사된 손상으로는 도장박리(누수흔적, 부식), 조류서식으로 인한 이물질퇴적 등이 조사되었다.	■도장부식은 현장 이음부 및 시공당시 틈을 통해서 유입된 누수흔적으로 판단되며, 현재 이음부(스플라이스)는 실링으로 마감되어 있는 상태이다. 공용기간이 증가함에 따라 흔적부위 도장이 박리 및 부식 등으로 발전한 것으로 판단되며, 2차손상 발생 우려가 있으므로 재도장을 통한 보수가 필요하다. ■이물질퇴적은 조류서식에 의한 손상으로 안점점검 및 유지관리 등을 실시한 후 점검문의 폐합을 철저히 하여, 조류의 출입을 막고, 이물질 퇴적에 대해서는 청소가 필요하다.
2차부재		◦가로보 및 세로보는 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	■가로보 및 세로보는 거더의 내측 사이에 위치하고 있어 외부 충격이나 우수유입으로 인한 손상발생이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판		◦기 발생한 파손 손상은 보수되었으며, 기존손상인 표면오염 및 근접점검으로 인한 미세균열(0.3mm미만) 및 백태 손상이 추가 조사되었다.	■균열(0.3mm미만)은 대체로 초기 건조수축에 의해 발생한 횡방향 표면균열로 균열폭 및 발생밀도 등을 고려하면 비구조적인 손상으로 판단되며, 공용기간 증가에 따른 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면처리 보수를 실시하는 것이 필요하다. ■백태는 측면 우수유입(공용기간 증가)에 따른 수분접촉 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 현재 추가진전은 미미한 상태로 주의관찰을 통한 유지관리 실시가 바람직하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
하부구조	◦주요 손상으로는 초기 건조수축으로 인해 발생한 균열, 망상균열이며, 유지관리를 통한 일부 보수이력이 있는 상태이다. 또한, 신축이음 하부를 통한 우수유입으로 인해 교각 코핑부 및 기둥부에 누수오염이 일부 발생한 것으로 조사되었으며, 조류서식으로 코핑상면에 이물질퇴적이 일부 구간에 발생한 상태이다. 교대 법면의 침하는 이전 점검과 비교시 진전은 없는 상태이며, P8~A2지점 인접해서 진행중인 공사에 대해서는 손상발생에 대해 주기적인 점검이 필요한 것으로 판단된다.	■ 균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축 및 구속응력, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다. ■ 표면열화, 누수오염, 체수흔적은 장기 공용 및 우수, 외기에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 전회화 비교시 진전이 미미한 상태이다. 현재 발생한, 표면열화, 체수흔적은 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 굽힘, 파손은 작업 장비 등의 외부 충격에 의한 손상으로, 손상의 정도는 경미하여 보수보다는 주의관찰 후 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 이물질퇴적은 조류서식에 의한 손상으로 거더내부의 이물질퇴적과 더불어 청소가 필요하다. ■ 법면 침하는 시공초기 잔류침하로 인해 발생한 손상으로, 잔류침하는 수렴된 것으로 판단되며, 보수보다는 주의관찰을 실시한다.
교량받침	◦전반적인 가동상태는 양호하며 외관조사 결과, 기 발생한 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 이동량눈금자 탈락이 조사되었다. ◦교대 및 교각의 교량받침 연단거리는 설계기준을 만족하는 상태이다. ◦범물방향 받침장치 가동 여유량 검토 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.	■ 균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 비구조적인 균열이나, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.
신축이음	◦본체는 전반적으로 작동상태는 양호하며, 후타재 접속부는 이격이나 단차 등이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 기 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 미보수된 상태로 진전은 미미한 편이다. 추가 손상으로 본체 이물질퇴적이 조사되었다. ◦신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 전구간에서 소요의 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	■ 후타재 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 차량의 반복적인 윤하중, 온도변화, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 표면처리를 통한 내구성 확보를 하는 것이 바람직하다. ■ 본체 이물질퇴적은 우수유입 및 퇴적물에 의한 것으로 판단되며, 원활한 신축거동을 위해 주기적인 청소를 실시하는 것이 바람직하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
교면포장	◦교면포장은 기 점검이후 아스콘 파손에 대해 보수가 실시되었으며, 일부 구간에서 아스콘 균열 손상이 추가 발생한 것으로 조사되었다.	■ 아스콘 균열은 포장재의 노후화 및 차량의 반복적인 운하중에 의한 것으로 판단되며, 즉각보수 보다는 주기적인 관찰을 통한 유지관리 후 손상의 증가 시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
배수시설	◦교량 상면의 배수구는 일부구간에서 막힘이 조사되었으며, 배수관은 위치불량 및 연결핀 탈락이 조사되었다.	■ 배수구 막힘은 공용기간 증가 및 강우에 의해 퇴적물이 쌓여 발생한 손상으로 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 청소가 필요하다. ■ 배수관 위치불량은 배수관 설계오류에 기인한 손상으로 교각 코핑부로 낙수된 우수가 콘크리트 열화의 원인이 될 수 있으므로, 길이연장 등을 통해 원활히 배수가 될수 있도록 조치를 실시하는 것이 바람직하다. ■ 배수관 연결핀 탈락은 연결핀의 노후화로 인해 발생한 손상으로 배수관의 탈락등의 2차손상 방지를 위한 조치가 필요하다.
난간, 연석	◦기 발생한 균열(0.3mm미만) 손상은 진전이 미미한 상태로 조사되었고, 그 외 균열부 백태, 망상균열이 추가 조사되었다.	■ 균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 수직방향의 미세균열로 보수보다는 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 바람직하다. ■ 균열부백태는 표면 건조수축, 거푸집 조기탈형 등의 원인으로 생긴 비 구조적인 손상으로 보수보다는 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 바람직하다. ■ 굽힘은 통행차량의 충돌로 인해 발생한 소규모 손상으로 진전여부에 대한 주의관찰을 실시한다.
점검시설	◦점검시설 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.	■ 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과, 외부 습기노출, 우수유입 등에 의해 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
하중조사	●본 교량에 대한 준공도면과 현재 부재의 상태를 확인한 결과, 모든 부재는 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.	

2) 안심방향

구분		주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
거더	외부	◦강재 거더 외부는 기 발생한 도장박리, 박락 외에 도장긫힘, 볼트 부식 손상이 추가 조사되었다.	■ 도장박리 및 부식, 볼트부식은 공용년 수 증가 및 도장 노후화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위한 도장보수를 실시하는 것이 필요하다. ■ 긫힘은 통행차량 또는 작업장비 등에 의한 외부 충격에 따른 손상이며, 손상 면적은 소규모로 발생한 상태로서 도장손상에 따른 부식 정도는 경미하나, 내구성 확보를 위한 도장보수가 필요하다.
	내부	◦거더 내부는 금회 점검에서 환풍구 도장불량, 이물질퇴적 손상이 신규로 발생하였다.	■ 환풍구 도장불량은 환풍구 덮개의 시공불량에 따른 손상으로 시급한 조치는 필요치 않으며, 2차손상 발생에 대한 주의관찰을 실시한다. ■ 이물질퇴적은 조류서식에 의한 손상으로 안점점검 및 유지관리 등을 실시한 후 점검문의 폐합을 철저히 하여, 조류의 출입을 막고, 이물질 퇴적에 대해서는 청소가 필요하다.
2차부재		◦가로보 및 세로보는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 구간에서 경미한 가로보 부식(변형)이 조사되었다.	■ 부식 및 변형은 시공초기 발생한 경미한 손상으로 진전은 없는 것으로 조사되었으며, 보수보다는 손상의 진전에 대한 주의관찰을 실시한다.
바닥판		◦기 발생한 균열(0.3mm미만, 이상), 백태 손상외에 근접조사로 인해 일부 구간에서 추가 균열, 백태 손상이 추가 조사되었다.	■ 균열(0.3mm미만, 이상)은 대체로 초기 건조수축에 의해 발생한 횡방향 표면 균열로 균열폭 및 발생밀도 등을 고려하면 비구조적인 손상으로 판단되며, 공용기간 증가에 따른 우수유입, 온도 변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면 처리 보수를 실시하는 것이 필요하다. ■ 백태는 측면 우수유입(공용기간 증가)에 따른 수분접촉 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전은 미미한 상태로 주의관찰을 통한 유지관리 실시가 바람직하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
하부구조	◦기 발생한 균열(0.3mm미만), 백태에 대한 보수가 일부 실시되었으며, 폭 0.3mm미만 균열 및 재균열, 망상균열, 균열부백태, 표면오염, 재료분리, 파손, 체수, 물끊기흙 시공미흡 등이 조사되었다.	■ 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축 및 구속응력, 온도변화에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다. ■ 표면오염, 체수는 신축이음, 종조인트 부 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰 실시후 보수계획 수립시 신축이음과 연계된 보수가 필요하다.
하부구조	◦주요 손상으로는 초기 건조수축으로 인해 발생한 균열, 망상균열이며, 유지관리를 통한 일부 보수이력이 있는 상태이다. 또한, 신축이음 하부를 통한 우수유입으로 인해 교각 코핑부 및 기둥부에 누수오염이 일부 발생한 것으로 조사되었으며, 조류서식으로 코핑상면에 이물질퇴적이 일부 구간에 발생한 상태이다. ◦교대 법면에 기 발생한 침하 및 밀림 손상은 이전 점검과 비교시 진전은 없는 상태인 것으로 조사되었다. ◦기 실시된 점검이후 교각 기둥부에 발생한 파손 손상에 대해서는 일부 보수가 실시되었다.	■ 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 건조수축 및 구속응력, 온도변화에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다. ■ 표면열화, 체수흔적 - 장기공용 및 우수, 외기에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 전회와 비교시 진전이 미미한 상태이다. 현재 발생한, 표면열화, 체수흔적은 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. ■ 굽힘, 파손 - 외부 충격에 의해 발생한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 보수보다는 진전에 대한 주의관찰을 실시한다. ■ 이물질퇴적(조류서식) - 조류서식에 의한 손상으로 거더내부의 이물질퇴적과 더불어 청소가 필요하다. ■ 법면보호블록 침하, 밀림 - 장기공용 및 온도변화에 의한 실란트 열화손상으로, 손상의 정도가 심하지 않은 상태로써, 주의관찰 후 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
교량받침	◦ 전반적인 가동상태는 양호하며 외관조사 결과, 기 발생한 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 실링재 탈락은 진전은 없는 상태이다. 금회 점검에서 무수축 몰탈 균열(0.3mm미만)이 추가 조사되었다. ◦ 교대 및 교각의 교량받침 연단거리는 설계기준을 만족하고 연단거리 부족으로 인한 이상 징후가 발견되지 않는 양호한 상태임. ◦ 안심방향 받침장치 가동 여유량 검토 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.	■ 균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 것이 필요하다. ■ 실링재 탈락은 시공미흡, 온도변화, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 방치시 받침장치 유간내에 이물질이 유입되어 거동을 방해할 수 있으므로 재설치를 하는 것이 필요하다.
신축이음	◦ 본체는 전반적으로 작동상태는 양호하며, 금회 점검에서 후타재 균열(0.3mm미만) 및 파손이 조사되었다. ◦ 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	■ 후타재 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 차량의 반복적인 윤하중, 온도변화, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 표면처리를 통한 내구성 확보를 하는 것이 바람직하다. ■ 후타재 파손은 공용년수 경과, 통행차량의 반복하중 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상 진전방지를 위한 보수가 필요하다.
교면포장	◦ 교면포장은 기 실시된 점검이후 소성변형에 대한 보수가 실시되었으며, 그 외 아스콘 균열 및 경미한 파손 손상이 추가 조사되었다.	■ 아스콘 균열 - 중차량이 다니는 3차선 측과 갓길측에 발생한 손상으로 차량의 반복적인 윤하중, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 즉시보수 보다는 주기적인 관찰을 통한 유지관리 후 손상 증가시 보수를 실시하는 것이 바람직하다. ■ 아스콘 파손 - 공용기간 경과에 의한 포장재료의 노후화로 발생하였으며, 갓길측에 발생한 경미한 손상으로 보수보다는 진전에 대한 주의관찰을 실시한다.
배수시설	◦ 교량 상면의 배수구는 전 개소에서 보수를 실시한 양호한 상태이며, 배수관에서 조사된 볼트 탈락 손상도 보수가 실시된 상태이다.	■ 현재, 배수시설은 양호한 상태로 조사되었으나, 공용기간 증가 및 강우에 의해 퇴적물이 쌓일 수 있으므로, 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 청소가 필요하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
난간, 연석	◦기 발생한 텔리네이터 파손은 보수가 실시되었으며, 주요 손상으로는 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.	■ 균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 구속 응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 것으로 내구성 확보 차원의 보수 및 진전여부에 대한 지속적인 관찰이 필요하다.
점검시설	◦점검시설에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	■ 현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과, 외부 습기노출 등에 의해 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
하중조사	●본 교량에 대한 준공도면과 현재 부재의 상태를 확인한 결과, 모든 부재는 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

1) 범물방향

시험명	시험부위			시험 결과			검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	보정 코어강도			상부 30.5 하부 21.8~22.5			설계기준 대비 상부구조는 98.9~99.6%, 하부구조는 97.9~107.9%로 코어보정계수에 의해 일부 설계강도보다 하회하나 2% 내외의 값으로 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨
	보정계수의 결정			반발경도법(0.895)			
	상부구조 (설계기준 : 27MPa)			26.7~26.9			
	하부구조 (설계기준 : 24MPa)			23.5~25.9			
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이		8.0~15.0			실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 10mm 이상으로 측정되어 향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있는 'b' 등급으로 평가됨
		잔여깊이		21.0~28.0			
	하부구조	진행깊이		7.0~15.0			
		잔여깊이		35.0~43.0			
철근탐사 (배근간격/피복두께) (mm)	상부구조	바닥판	주근	190~240	50~67		배근간격은 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 측정되었으며, 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 구간의 경우 실측피복이 다소 부족한 것으로 조사됨
			배력근	195~250	36~52		
	하부구조	교대	수직철근	247	48		
			수평철근	250	70		
		교각 (기둥)	수직철근	100~110	93~105		
			수평철근	300~300	50~60		
		교각 (코핑)	수직철근	146~300	45~96		
			수평철근	195~250	50~120		
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조			0.0453~0.0928			철근위치에서 'a' 등급으로 평가되어 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조			0.0385~0.0950			
균열깊이 측정	상부구조	Cw=0.2mm		11.0			실측 피복두께 초과하지 않음
	하부구조	Cw=0.2mm		13.8			
초음파 탐상시험	거더 내부			36개소 양호			판정기준에 의거 불합격 결함은 조사되지 않았음
도막두께 측정 (μm)	거더 내부			217~239			전반적으로 기준 이상의 두께를 확보하고 있음
	거더 외부			286~291			

2) 안심방향

시험명	시험부위		시험 결과			검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	보정 코어강도(하부)		상부 30.5 하부 21.8~22.5			설계기준 대비 상부구조는 99.3~100.0%, 하부구조는 100.0~104.6%로 코어보정계수에 의해 일부 설계강도보다 하회하나 1% 내의 값으로 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨
	보정계수의 결정		반발경도법(0.895)			
	상부구조 (설계기준 : 27MPa)		26.8~27.0			
	하부구조 (설계기준 : 24MPa)		24.0~25.1			
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	11.0~15.0			실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 10mm 이상으로 측정되어 향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있는 'b' 등급으로 평가됨
		잔여깊이	29.0~55.0			
	하부구조	진행깊이	13.0~19.0			
		잔여깊이	31.0~83.0			
철근탐사 (배근간격/피복두께) (mm)	상부 구조	바닥판	주근	115~248	40~90	배근간격은 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 측정되었으며, 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 구간의 경우 실측피복이 다소 부족한 것으로 조사됨
			배력근	195~250	40~70	
	하부 구조	교대	수직철근	227	44	
			수평철근	237	74	
		교각 (기둥)	수직철근	100~110	88~149	
			수평철근	152~250	80~128	
		교각 (코핑)	수직철근	150~300	60~77	
			수평철근	258~265	84~110	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.0385~0.0815			철근위치에서 'a' 등급으로 평가되어 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.0475~0.1109			
균열깊이 측정	상부구조	Cw=0.2mm	10.9			실측 피복두께 초과하지 않음
	하부구조	Cw=0.2mm	12.5			
초음파 탐상시험	거더 내부		36개소 양호			판정기준에 의거 불합격 결함은 조사되지 않았음
도막두께 측정 (μm)	거더 내부		214~238			전반적으로 기준 이상의 두께를 확보하고 있음
	거더 외부		287~292			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
범안대교	0.154	B	1.106(거더) 1.150(바닥판)	A	B
종합평가	•범안대교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B” 로 평가됨 •안전성평가 결과 양방향 최소 안전율 1.0이상으로 “A” 로 평가됨 •상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 범안대교는 “B” 로 평가됨				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

1) 범물방향

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
거더외부		도장긁힘	도장보수	0.2	0.30	m ²	110	33	2
		도장박리	도장보수	3.5	5.25	m ²	110	578	2
거더내부		도장부식	도장보수	0.09	0.14	m ²	110	15	2
		이물질퇴적	청소	90.0	135.00	m ²	32	4,320	3
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	표면처리	22.6	8.48	m	50	424	2
		백태	표면처리	3.54	5.31	m ²	50	266	2
하부구조		균열(0.3mm미만)	표면처리	28.30	10.61	m	50	531	2
		망상균열	표면처리	42.50	63.75	m ²	50	3,188	2
		표면열화	주의관찰	20.00	30.00	m ²	—	0	—
		이물질퇴적(조류서식)	청소	6.20	9.30	m ²	32	298	3
		누수오염, 체수흔적	주의관찰	14.00	21.00	m ²	—	0	—
		긁힘, 파손	단면보수	3.00	4.50	m	250	1,125	2
		법면보호블록 침하	주의관찰	1.30	—	m ²	—	0	—
교량 받침	받침콘크리트	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.38	m	50	19	2
	본체	이동량 눈금자 파손	재설치	1	—	EA	—	0	—
신축	후타재	균열(0.3mm미만)	표면처리	51.0	19.13	m	50	957	2
이음	본체	이물질퇴적	청소	3.0	4.50	m	32	144	3
교면포장		아스콘 균열	주의관찰	55.00	82.50	m	—	0	—
배수시설		배수구 막힘	청소	3	4.50	EA	60	270	3
		배수관 위치불량	배수관 연장	3	45	m	188	8,460	2
		배수관 연결핀 탈락	주의관찰	4	6.00	EA	—	0	—
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	표면처리	354.80	133.05	m	50	6,653	3
		균열부백태	표면처리	0.03	0.01	m	50	1	3
		망상균열	표면처리	73.2	109.80	m ²	50	5,490	3
		긁힘	단면보수	0.5	0.75	m ²	250	188	2
순공사비 합계(천원)							32,960		
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였으며 균열(폭 0.3mm미만)의 표면처리는 손상 길이에 폭(0.25m)을 곱하여 보수 물량을 산출함. ※ 배수관 위치불량은 교각하부까지의 길이를 보수물량으로 산출함.									

2) 안심방향

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
거더외부		도장긁힘	도장보수	0.04	0.06	m²	110	7	2
		도장박리, 박락	도장보수	16.66	6.25	m²	110	688	2
		볼트부식	도장보수	80	8	m²	110	880	2
거더내부		환풍구 도장미흡	도장보수	1	1	EA	110	110	3
		이물질퇴적	청소	35.25	52.88	m²	32	1,692	2
가로보		부식 및 변형	주의관찰	0.02	0.03	m²	—	0	—
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	표면처리	32.00	48.00	m	50	2,400	2
		백태	표면처리	1.34	2.01	m²	50	100	2
하부구조		균열(0.3mm미만)	표면처리	19.00	7.13	m	50	357	2
		망상균열	표면처리	389.49	584.24	m²	50	29,212	2
		표면열화	주의관찰	17.75	26.63	m²	—	0	—
		이물질퇴적(조류서식)	청소	15.0	22.50	m²	32	720	3
		누수오염, 누수흔적	주의관찰	16.0	24.00	m²	—	0	—
		파손, 철근노출	단면보수	1.14	1.71	m²	250	428	2
		범면 침하, 밀림	주의관찰	2.09	3.14	m²	—	0	—
교량받침	무수축 물탈	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.4	0.15	m	50	8	2
	받침콘 크리트	균열(0.3mm미만)	표면처리	1.0	0.38	m	50	19	2
	본체	실링재 탈락	재설치	6	2.25	EA	—	0	3
신축이음	후타재	균열(0.3mm미만)	표면처리	74.4	27.90	m	50	1,395	2
		파손	단면보수	0.02	0.03	m²	250	8	2
포장		아스콘 균열	주의관찰	305.0	457.50	m	—	0	—
		아스콘 파손	주의관찰	1.5	2.25	m²	—	0	—
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	표면처리	234.0	351.00	m	50	17,550	3
순공사비 합계(천원)							55,574		
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였으며 균열(폭 0.3mm미만)의 표면처리는 손상 길이에 폭(0.25m)을 곱하여 보수 물량을 산출함. ※ 볼트 도장손상은 각 개소에 면적(0.1m²)을 곱하여 보수물량을 산출함.									

바. 종합결론

- 범안대교의 정밀안전진단 종합평가결과, 상태평가 ‘B’, 안전성평가 ‘A’로 평가되어 종합 안전등급은 “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.

1.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 외관조사결과 기 손상인 바닥판하면 백태, 하부구조 균열, 망상균열, 교량받침 몰탈 균열, 박리 박락, 재료분리 등, 신축이음 후타재 균열, 배수시설 배수관 지지대 탈락, 배수관 탈락 등, 방호벽 재균열, 콘크리트 파손 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기안전점검은 반분기별로 주기적으로 실시되고 있으며, 정밀안전점검은 총8회, 정밀안전진단은 총3회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.2】 범안대교 보수이력사항

구 분	일 자	내 용	비 고
1	2010년 08월	균열보수공사(27천원)	(주)일송테크
2	2010년 10월	교면포장 재포장(오버레이 등, 113,700천원)	(주)협우건설
3	2011년 03월	교면포장 재포장(오버레이 등, 114,200천원)	(주)협우건설
4	2012년 11월	하자보수공사-교각 면처리 및 중성화방지 표면처리	-
5	2013년 03월	범안대교 방호벽 교체 및 추가설치(70,000천원)	한성안전
6	2014년 11월	신축이음 교체공사(180,000천원)	(주)은마건설
7	2015년 05월	교면포장 보수공사-아스콘 팻칭	-
8	2016년 04월	교면포장 재포장(절삭후 재포장, 16,600천원)	대익건설(주)
9	2018년 12월	교면 방수 및 포장공사(579,229천원)	(주)대남건설
10	2019년 09월	시설물 보수공사-표면처리, 단면보수 등(10,807천원)	(주)천수
11	2020년 08월	시설물 보수공사-주입보수, 배수관 연장 등(3,489천원)	(주)천수
12	2022년 10월	시설물 보수공사-거더 도장보수, 하부구조 표면처리, 신축이음 및 난간 표면보수, 단면보수 등(8,301천원)	성희건설
13	2023년 09월	거더 도장보수공사-거더외부 도장탈락 보수공사(4,500천원)	유화산업
14	2023년 12월	시설물 보수공사-교량받침, 하부구조, 난간 표면처리 등(8,580천원)	(주)천수

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	-	-
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 2022년에 내진성능평가가 실시 된 것으로 확인되었다.			

1.2.7 시설물의 용도변경 및 하중변화 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 및 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.3 현장조사

1.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 교량점검차를 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, 고소점검차	2024.03.18.~2024.06.09.	
			
교량점검차를 이용한 근접조사		교량점검차를 이용한 근접조사	
			
고소점검차를 이용한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	

【사진 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

1.3.2 범물방향 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 범안대교는 총 11경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=545.0m 폭 28.9~52.0m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 강재 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면의 현장조사는 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태 손상이 확인되었으며, 일부 구간에 들뜸, 파손이 발생하였다.

【표 1.3.1】 바닥판하면 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태, 백태 (㎡/개소)		들뜸, 파손 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	10.0	10	0.05	1	—	—
S3	8.0	8	—	—	—	—
S4	3.0	3	3.5	2	—	—
S5	—	—	0.3	3	0.1	1
S6	7.0	7	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	0.2	2
S9	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	0.2	1
S11	2.6	3	0.04	1	—	—
합계	30.60	31	3.89	7	0.50	4

			
손상현황	• S1 백태 (0.2m×0.1m)	손상현황	• S2 균열부백태 (0.1m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• S6 균열 (0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S8 콘크리트 파손 (0.2m×0.5m)	손상현황	• S10 콘크리트 파손 (0.2m×1.0m)
원 인	• 손상부 우수침투,	원 인	• 손상부 우수침투,
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열(0.3mm미만)이 신규 추가 조사되었다.

【표 1.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	22.60	23	30.60	31	▲ 8.00	신규추가
	균열부 백태, 백태	m ²	3.54	3	3.89	7	▲ 0.35	신규추가
	들뜸, 파손	m ²	—	—	0.50	4	▲ 0.50	신규추가

4) 검토의견

- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 원인에 의한 비구조적 미세균열로서 표면 보수를 통한 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단되며, 균열부 백태 및 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 바닥판에 발생한 들뜸, 파손은 시공 중 외부 충격, 공용중 외기 영향에 따른 손상 진전에 따른 손상으로 부재의 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 Steel Box로 시공되었으며, 근접육안조사를 위하여 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 상태로 확인되었으며, 일부 구간에 조류서식으로 인한 이물질 퇴적이 조사되었다. 거더외부는 일부 구간에서 외부 충격에 의한 도장긁힘 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.3】 거더 외관조사 결과

구분		도장균형 (㎡/개소)		이물질퇴적 (㎡/개소)	
거더내부	S1	—	—	—	—
	S2	—	—	10.00	2
	S3	—	—	—	—
	S4	—	—	—	—
	S5	—	—	—	—
	S6	—	—	—	—
	S7	—	—	—	—
	S8	—	—	35.00	3
	S9	—	—	35.00	3
	S10	—	—	—	—
	S11	—	—	—	—
거더외부	S1	—	—	—	—
	S2	—	—	—	—
	S3	—	—	—	—
	S4	0.20	1	—	—
	S5	—	—	—	—
	S6	—	—	—	—
	S7	—	—	—	—
	S8	—	—	—	—
	S9	—	—	—	—
	S10	—	—	—	—
	S11	—	—	—	—
합계		0.20	1	80.00	8



손상현황	• 거더외부 상태양호
원 인	-
조치방안	-



손상현황	• 거더외부 상태양호
원 인	-
조치방안	-



손상현황	• 거더외부 상태양호
원 인	-
조치방안	-



손상현황	• 거더외부 상태양호
원 인	-
조치방안	-



손상현황	• 거더내부 상태양호
원 인	-
조치방안	-



손상현황	• 거더내부 상태양호
원 인	-
조치방안	-

【사진 1.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더 내·외부는 기 점검이후 도장박리 및 부식, 이물질퇴적에 대한 일부 보수 및 전면보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 그 외 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더내부	도장부식	m ²	0.09	1	—	—	▼ 0.09	보수실시
	이물질퇴적	m ²	90.00	10	80.00	8	▼ 10.0	일부보수
거더외부	도장긁힘	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	도장박리	m ²	3.50	1	—	—	▼ 3.50	보수실시

4) 검토의견

- 거더내부의 외관조사 결과, 대체로 손상이 없는 상태이며, 일부 구간에서 조류서식에 따른 배설물 등의 이물질 퇴적이 확인되었다. 기 손상은 방치시 도장손상 등의 2차 손상을 발생할 수 있으므로 정비가 필요하며, 정비 후 도장보수 등의 추가 조치가 필요한 것으로 판단된다.
- 거더외부의 외관조사 결과, 도장긁힘의 경우 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 중·횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 Steel로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 1.3.5】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• 가로보 상태양호	손상현황	• 세로보 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 1.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 금회 정밀안전점검 결과 기 점검과 동일한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.6】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

4) 검토의견

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

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1지점에 균열(0.3mm미만)이 발생하였으며, A2지점은 인접구간 공사로 인한 법면 유실이 조사되었다.

【표 1.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		법면 유실 (EA)	
A1	0.50	1	—	—
A2	—	—	1.00	1
합계	0.50	1	1.00	1

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 법면 유실
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 인접구간 공사
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 공사완료후 재시공

【사진 1.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 법면에 발생한 침하 손상에 대해 보수가 실시되었으며, 균열 손상도 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 금회 점검에서 균열, 법면 유실이 신규로 조사되었다.

【표 1.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	0.50	1	▼ 1.50	신규손상
	법면 침하	m ²	1.30	1	—	—	▼ 1.30	보수실시
	법면 유실	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등의 원인에 의한 균열로 부재의 손상진전방지를 위한 조치가 필요하며, 기 손상인 균열(0.3mm미만)의 경우 보수가 된 상태이다.
- 법면보호블록 유실은 인접구간 공사로 인해 발생한 손상으로 공사가 완료된 후 재시공을 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 범안대교의 교각은 T형 교각 10기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 우수유입으로 인한 표면열화, 누수 오염이 확인되었으며, 일부 구간에서 폐자재 적치, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		표면열화, 누수오염 (m²/개소)		폐자재 적치 (m²/개소)		이물질퇴적 (m²/개소)	
P1	—	—	0.36	1	18.40	5	—	—	4.00	1
P2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	0.50	1	—	—	6.40	3	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	29.50	2	—	—	—	—
P6	3.00	3	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	1.00	1	15.60	2	—	—	—	—
P8	—	—	—	—	0.65	3	3.90	2	13.00	4
P9	—	—	12.00	1	—	—	—	—	1.50	1
P10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	3.50	4	13.36	3	70.55	15	3.90	2	18.50	6

			
손상현황	• P1 균열 보수실시	손상현황	• P2 누수오염 (5.0m×0.6m)
원 인	-	원 인	• 우수유입, 표면열화
조치방안	-	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4 누수오염 (1.2m×2.0m)	손상현황	• P6 균열 (0.3mm미만/1.0m*3EA)
원 인	• 우수유입, 표면열화	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P8 이물질퇴적 (0.4m×2.5m)	손상현황	• S8 폐자재 적치
원 인	• 조류서식	원 인	• 시공후 뒤처리 미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 1.3.11】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 균열 및 망상균열, 굽힘, 파손 등의 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 보수부는 대체로 양호한 것으로 확인되었다. 그 외 기 손상인 누수오염 및 열화 손상은 진전은 없으며, 이물질퇴적, 폐자재 적치 손상이 신규로 조사되었다.

【표 1.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	19.00	18	3.50	4	▼ 15.50	일부보수
	망상균열	m ²	510.36	31	13.36	3	▼ 497.0	일부보수
	표면열화	m ²	0.6	1	0.6	1	— —	변동없음
	누수오염 및 열화	m ²	69.95	14	69.95	14	— —	변동없음
	굽힘, 파손	m ²	0.37	7	—	—	▼ 0.37	보수실시
	이물질퇴적	m ²	14.50	5	18.50	6	▲ 4.00	신규추가
	폐자재 적치	m ²	—	—	3.90	2	▲ 3.90	신규추가

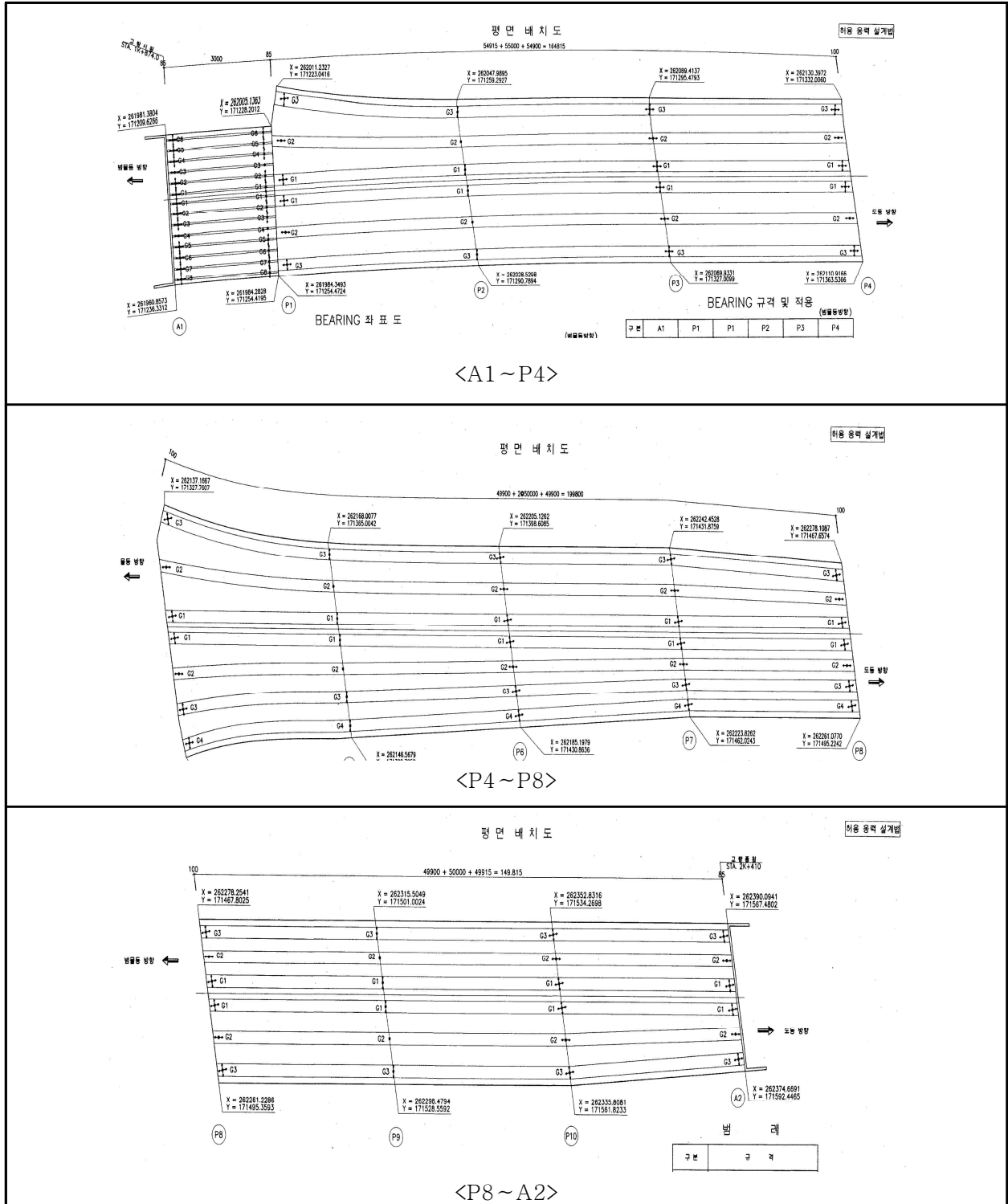
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 표면열화, 누수오염 손상은 장기공용 및 우수, 외기에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 전회와 비교시 진전이 미미한 상태이다. 현재 발생한, 표면열화 등은 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 이물질퇴적(조류서식), 폐자재 적치는 조류서식, 시공 후 뒤처리 미흡에 의한 손상으로 거더 내부의 이물질퇴적과 더불어 정비가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 범안대교의 받침은 포트받침으로 총 60개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 1.3.1】 교량받침 배치도



【사진 1.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 현장조사 결과, 무수축물탈균열(0.3mm미만)이 조사되었으며, 전회 점검이후 이동량 표시계 탈락은 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

【표 1.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	받침콘크리트 균열 (0.3mm미만), (m/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	—	—
P8	—	—
P9	1.00	2
P10	—	—
A2	—	—
합계	1.00	2

			
손상현황	• P9-Sh3 균열 보수 실시	손상현황	• P1-Sh6 이동량 표시계 정비
원 인	-	원 인	-
조치방안	-	조치방안	-

【사진 1.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 교량받침에서 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 이동량 표시계 탈락에 대한 보수를 실시하였으며, 보수부의 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

【표 1.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

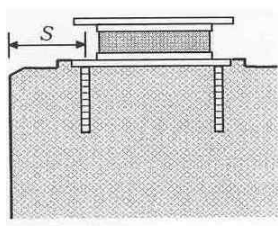
구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.0	2	-	-	▼ 1.00	보수실시
	이동량 표시계 탈락	EA	1	1	-	-	▼ 1.00	보수실시

4) 검토의견

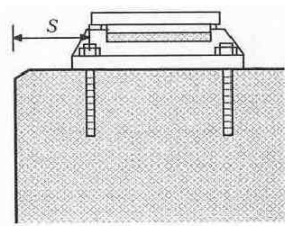
- 교량받침에 조사된 손상에 대해 보수가 실시되었으며, 보수부의 상태는 양호한 상태이다. 현재 손상은 없으나, 원활한 유지관리를 위하여 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시한다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침



(b) 강재받침

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

【그림 1.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【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 1.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		350	690	690	680	690	670	690	—	—	—	O.K
P1	A1측	350	900	900	900	900	900	895	—	—	—	O.K
	A2측	475	—	—	—	—	—	—	670	610	620	O.K
P2	A1측	475	1100	820	950	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	475	920	800	920	—	—	—	—	—	—	O.K
P3	A1측	475	950	850	950	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	475	950	940	940	—	—	—	—	—	—	O.K
P4	A1측	475	650	650	650	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	—	—	—	650	650	650	—	—	—	O.K
P5	A1측	450	950	900	950	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	930	870	950	—	—	—	—	—	—	O.K
P6	A1측	450	1100	980	1090	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	1000	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
P7	A1측	450	1010	1000	1000	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	960	1000	—	—	—	—	—	—	O.K
P8	A1측	450	690	630	980	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	—	—	—	680	650	680	—	—	—	O.K
P9	A1측	450	1100	1000	1100	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	950	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
P10	A1측	450	1100	980	1090	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	1050	1100	—	—	—	—	—	—	O.K
A2		450	550	550	580	—	—	—	—	—	—	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 1.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도($-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	23.0	27.0	0.000012	30.0	8.3	9.7	
P1	전면	고정단					
	배면	23.0	27.0	0.000012	55.0	15.2	17.8
P2	고정단						
P3	23.0	27.0	0.000012	55.0	15.2	17.8	
P4	전면	23.0	27.0	0.000012	110.0	30.4	35.6
	배면	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2
P5	고정단						
P6	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2	
P7	23.0	27.0	0.000012	100.0	27.6	32.4	
P8	전면	23.0	27.0	0.000012	150.0	41.4	48.6
	배면	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2
P9	고정단						
P10	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2	
A2	23.0	27.0	0.000012	100.0	27.6	32.4	
1) 조사당시 온도 : 13.0°C (조사일 : 2024년 3월 27일, 대구)							
2) 검토온도 : $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ (보통지방)							

【표 1.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1	SH1	-5	45	55	8.3	9.7	±50	O.K	O.K
	SH2	-5	45	55			±50	O.K	O.K
	SH3	-5	45	55			±50	O.K	O.K
	SH4	+5	55	45			±50	O.K	O.K
	SH5	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH6	0	50	50			±50	O.K	O.K
P1	-	고정단							
	SH7	+5	55	45	15.2	17.8	±50	O.K	O.K
	SH8	+20	70	30			±50	O.K	O.K
	SH9	+20	70	30			±50	O.K	O.K
P2	-	고정단							
P3	SH1	-20	30	70	15.2	17.8	±50	O.K	O.K
	SH2	+5	55	45			±50	O.K	O.K
	SH3	-25	25	75			±50	O.K	O.K
P4	SH1	-15	85	115	30.4	35.6	±100	O.K	O.K
	SH2	-10	90	110			±100	O.K	O.K
	SH3	-10	90	110			±100	O.K	O.K
	SH4	+45	120	30	13.8	16.2	±75	O.K	O.K
	SH5	+25	100	50			±75	O.K	O.K
	SH6	+10	85	65			±75	O.K	O.K
P5	-	고정단							
P6	SH1	0	50	50	13.8	16.2	±50	O.K	O.K
	SH2	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH3	0	50	50			±50	O.K	O.K
P7	SH1	0	75	75	27.6	23.2	±75	O.K	O.K
	SH2	0	75	75			±75	O.K	O.K
	SH3	0	75	75			±75	O.K	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%									

【표 1.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장			
P8	SH1	-15	85	115	41.4	48.6	±100	O.K	O.K
	SH2	-15	85	115			±100	O.K	O.K
	SH3	-15	85	115			±100	O.K	O.K
	SH4	-5	70	80	13.8	16.2	±75	O.K	O.K
	SH5	-5	70	80			±75	O.K	O.K
	SH6	-5	70	80			±75	O.K	O.K
P9	-	고정단							
P10	SH1	0	50	50	13.8	16.2	±50	O.K	O.K
	SH2	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH3	0	50	50			±50	O.K	O.K
A2	SH1	0	75	75	27.6	32.4	±75	O.K	O.K
	SH2	0	75	75			±75	O.K	O.K
	SH3	0	75	75			±75	O.K	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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



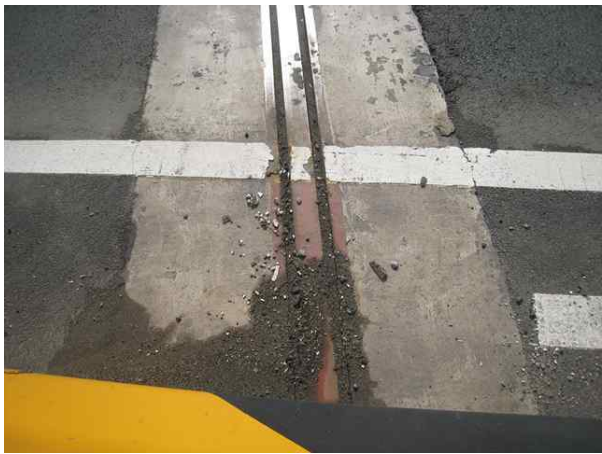
【사진 1.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 전반적으로 손상은 없는 상태로 확인되었으며, 일부 구간에서 유간 내 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 1.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	이물질퇴적 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—
P1 (EXP J2)	—	—
P4 (EXP J3)	—	—
P8 (EXP J4)	3.00	1
A2 (EXP J5)	—	—
합계	3.00	1

			
손상현황	• P8 유간 토사퇴적	손상현황	• P8 신축이음 전경
원 인	• 공용 중 토사 및 비산먼지 퇴적	원 인	—
조치방안	• 정비	조치방안	—

【사진 1.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 후타재 균열 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 그 외 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재균열(0.3mm미만)	m	51.00	120	—	—	▼ 51.0	보수실시
	이물질퇴적	m	3.00	2	3.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 금회 조사된 공용시 본체에서 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었다. 기 손상에 대해서는 원활한 신축거동을 위하여 주기적인 정비가 필요한 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2024. 03. 28. 기온 적용: 9.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-9.2℃ = 30.8℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(9.2℃) = 19.2℃ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	 
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 1.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	23.0	27.0	0.000012	30.0	8.3	9.7	32.0	80.0	135.0	
P1	23.0	27.0	0.000012	55.0	15.2	17.8	35.0	105.0	180.0	
P4	23.0	27.0	0.000012	160.0	44.2	51.8	60.0	240.0	300.0	
P8	23.0	27.0	0.000012	200.0	55.2	64.8	70.0	230.0	345.0	
A2	23.0	27.0	0.000012	100.0	27.6	32.4	45.0	85.0	330.0	
1) 조사당시 온도 : 13.0℃(조사일 : 2024년 3월 27일, 대구) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)										

【표 1.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량 (mm)	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	8.3	9.7	32.0	100.0	40.3	22.3	O,K	O,K
	바닥판			80.0	-	-	-	-	O,K
	거더			135.0	-	-	-	-	O,K
P1	신축이음	15.2	17.8	35.0	100.0	40.2	17.2	O,K	O,K
	바닥판			105.0	-	-	-	-	O,K
	거더			180.0	-	-	-	-	O,K
P4	신축이음	44.2	51.8	60.0	160.0	104.2	8.2	O,K	O,K
	바닥판			240.0	-	-	-	-	O,K
	거더			300.0	-	-	-	-	O,K
P8	신축이음	55.2	64.8	70.0	160.0	125.2	5.2	O,K	O,K
	바닥판			230.0	-	-	-	-	O,K
	거더			345.0	-	-	-	-	O,K
A2	신축이음	27.6	32.4	45.0	100.0	72.6	12.6	O,K	O,K
	바닥판			85.0	-	-	-	-	O,K
	거더			330.0	-	-	-	-	O,K
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 13.0℃(03월 27일)로써 이때 측정유간은 32.0~70.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 범안대교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스팔트 포장으로 되어 있다.



교면포장 전경

교면포장 전경

【사진 1.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장의 현장조사 결과, 포장부 망상균열, 포장 균열, 포장 파손, 접속부 파손, 접속부 이격 등의 손상이 발생하였다.

【표 1.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)		포장 박리, 파손 (㎡/개소)		접속부 망상균열, 파손 (㎡/개소)	
S1	15.00	1	—	—	—	—	200.00	1
S2	8.00	2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	0.30	1	—	—
S5	40.00	8	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	20.00	5	—	—	—	—	—	—
S8	8.00	1	—	—	1.20	1	—	—
S9	—	—	—	—	—	—	—	—
S10	—	—	—	—	—	—	—	—
S11	—	—	5.00	1	0.45	1	—	—
합계	91.00	17	5.00	1	1.95	3	200.00	1

			
손상현황	• S1 포장 균열 (L=15.0m)	손상현황	• S1 접속부 파손 및 균열 (10m×20m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량운하중	원 인	• 차량운하중, 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 아스팔트 실링	조치방안	• 재포장
			
손상현황	• S4 포장 파손 (0.2m×1.5m)	손상현황	• S8 포장 박리 (0.3m×4.0m)
원 인	• 차량운하중, 외부충격	원 인	• 차량운하중, 시공미흡, 외부충격
조치방안	• 아스팔트 패칭	조치방안	• 아스팔트 패칭

【사진 1.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 조사된 손상에 대해 전반적으로 손상의 진전이 확인되었으며, 일부 손상은 추가로 조사되었다. 포장 균열은 일부 구간에서 추가 조사되었으며, 포장 망상균열, 박리 및 파손, 접속부 파손, 균열 손상은 신규로 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	55.00	13	91.00	17	▲ 36.00	신규추가
	망상균열	m ²	—	—	5.00	1	▲ 5.00	신규추가
	포장 박리, 파손	m ²	—	—	1.95	3	▲ 1.95	신규추가
	접속부 망상균열, 파손	m ²	—	—	200.00	1	▲ 200.0	신규추가

4) 검토의견

- 교면포장의 망상균열 및 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 조사된 포장 파손 접속부 파손의 경우 주행성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구는 일부 구간에서 막힘이 조사되었으며, 배수관은 연결핀 탈락이 4개소 확인되었다.

【표 1.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (EA/개소)		배수관 연결핀 탈락 (EA/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	1.00	1	—	—
S4	—	—	4.00	4
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
S10	—	—	—	—
S11	—	—	—	—
합계	1.00	1	4.00	4



손상현황	• S7 배수구 막힘(1EA)	손상현황	• S4 배수관 연결핀 탈락(4EA)
원 인	• 장기공용, 비산물퇴적, 우수유입	원 인	• 장기공용, 시공미흡
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비

【사진 1.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 배수구 막힘, 배수관 위치불량에 대한 정비 및 보수가 실시되었으며, 현재 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 금회 점검에서 배수구 막힘, 배수관 연결핀 탈락 등의 손상이 확인되었다.

【표 1.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	3.00	3	1.00	1	▼ 2.00	일부보수
	배수관 위치불량	EA	3.00	3	—	—	▼ 3.00	보수실시
	배수관 연결핀 탈락	EA	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적이 일부 발생하였으며, 기 손상은 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 배수관에서 조사된 연결핀 탈락은 장기 공용 및 시공미흡에 의한 손상으로 배수관의 탈락 방지를 위한 정비가 필요하다.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.23】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열이 확인되었다.

【표 1.3.24】 난간 및 연석 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (㎡/개소)	
S1	15.60	16	—	—
S2	25.20	27	—	—
S3	24.00	26	—	—
S4	24.00	26	—	—
S5	45.20	43	—	—
S6	43.60	41	16.80	2
S7	28.40	29	27.60	2
S8	12.80	16	—	—
S9	12.80	16	—	—
S10	12.80	16	—	—
S11	12.80	16	—	—
합계	257.20	272	44.40	4

			
손상현황	• S1 방호벽 균열(0.2mm/1.0m*8EA)	손상현황	• S8 중분대 균열(0.1mm/1.0m*3EA)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 1.3.24】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 균열(0.3mm미만), 균열부백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 균열부백태가 신규 추가 조사되었다.

【표 1.3.25】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	340.00	352	257.20	272	▼ 82.80	일부보수
	균열부백태	m	0.03	1	—	—	▼ 0.03	보수실시
	망상균열	m ²	73.20	8	44.40	4	▼ 28.80	일부보수
	긁힘	m ²	0.50	1	—	—	▼ 0.50	보수실시

4) 검토의견

- 난간에 발생한 균열(0.3mm미만) 및 망상균열의 경우 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기 탈형 등의 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 범안대교 범물방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.



【사진 1.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1~A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 교각 점검통로 상태양호	손상현황	• 교각 점검통로 상태양호
원 인	-	원 인	-
조치방안	-	조치방안	-

【사진 1.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검로의 경우, 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 1.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	-	-	-	-	-	- -	-

4) 검토의견

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

다. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

1.3.3 안심방향 외관조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 범안대교는 총 11경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=545.0m 폭 28.9~52.0m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 강재 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면의 현장조사는 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.27】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 균열(0.3mm미만), 백태가 조사되었다.

【표 1.3.28】 바닥판하면 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)	
S1	4.00	4	—	—
S2	—	—	0.44	22
S3	20.00	20	—	—
S4	—	—	0.10	1
S5	—	—	0.90	1
S6	—	—	—	—
S7	9.00	9	—	—
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
S10	—	—	—	—
S11	3.00	3	—	—
합계	36.00	36	1.44	24

			
손상현황	• S2 균열(0.1mm/1.0m)	손상현황	• S2 백태(0.2m×0.1m)
원 인	• 건조수축, 공용기간 증가	원 인	• 건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 1.3.28】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판하면에 발생한 균열, 백태 등의 기 손상에 대해 일부 추가 손상이 확인되었으며, 그 외 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 1.3.29】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	32.00	32	36.00	36	▲ 4.00	추가손상
	백태	m ²	1.34	23	1.44	24	▲ 0.10	추가손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에 발생한 균열, 백태 손상은 건조수축, 온도변화, 손상부 우수유입 등에 의해 발생한 비구조적인 손상으로서 내구성 저하방지를 위한 표면보수 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

나. Steel Box Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 S1구간은 Steel Plate Girder, S2~S11구간은 Steel Box Girder로 시공되었으며, 현장조사시 근접육안조사를 위하여 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.29】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 상태로 확인되었으며, 일부 구간에 조류서식으로 인한 이물질 퇴적이 조사되었다. 거더외부는 일부 구간에서 도장박리, 박락이 조사되었으며, 외부 충격에 의한 도장긁힘, 공용년수 증가로 인한 볼트 부식 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.30】 거더 외관조사 결과

구분		도장박리, 박락 (㎡/개소)		도장균열 (㎡/개소)		볼트부식 (EA)		이물질퇴적 (㎡/개소)	
거더내부	S1	—	—	—	—	—	—	—	—
	S2	—	—	—	—	—	—	2.25	1
	S3	—	—	—	—	—	—	—	—
	S4	—	—	—	—	—	—	—	—
	S5	—	—	—	—	—	—	—	—
	S6	—	—	—	—	—	—	—	—
	S7	—	—	—	—	—	—	—	—
	S8	—	—	—	—	—	—	10.30	2
	S9	—	—	—	—	—	—	22.00	3
	S10	—	—	—	—	—	—	—	—
	S11	—	—	—	—	—	—	—	—
거더외부	S1	—	—	—	—	—	—	—	—
	S2	3.06	2	0.04	1	—	—	—	—
	S3	0.04	1	—	—	80.00	80	—	—
	S4	—	—	—	—	—	—	—	—
	S5	1.20	2	—	—	—	—	—	—
	S6	—	—	—	—	—	—	—	—
	S7	—	—	—	—	—	—	—	—
	S8	—	—	—	—	—	—	—	—
	S9	—	—	—	—	—	—	—	—
	S10	—	—	—	—	—	—	—	—
	S11	—	—	—	—	—	—	—	—
합계		4.30	5	0.04	1	80.00	80	34.55	6

			
손상현황	• S2 거더외부 도장긁힘 (0.2m×0.2m)	손상현황	• S3 거더외부 볼트부식 (80EA)
원 인	• 시공중 외부 충격 등	원 인	• 외기영향
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 도장보수
			
손상현황	• S3 거더외부 도장박락 (0.2m×2.0m)	손상현황	• S5 거더외부 도장박락 (0.4m×2.0m)
원 인	• 시공미흡	원 인	• 시공미흡
조치방안	• 도장보수	조치방안	• 도장보수
			
손상현황	• S8 거더내부 이물질퇴적 (2.0m×5.0m)	손상현황	• S9 거더내부 이물질퇴적 (2.0m×1.0m)
원 인	• 조류서식 등	원 인	• 조류서식 등
조치방안	• 정비 후 도장보수	조치방안	• 정비 후 도장보수

【사진 1.3.30】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더 내부는 기 손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 거더외부 국부적인 변형이 신규 추가 확인되었다.

【표 1.3.31】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더내부	환풍구 도장불량	EA	1	1	-	-	- -	-
	이물질퇴적	m ²	35.25	5	34.55	6	▼ 0.70	일부정비
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	0.04	1	- -	변동없음
	도장박리, 박락	m ²	16.66	12	4.30	5	▼ 12.36	일부보수
	볼트부식	EA	80	80	80	80	- -	변동없음

4) 검토의견

- 거더내부의 외관조사 결과, 대체로 손상이 없는 상태이며, 일부 구간에서 조류서식에 따른 배설물 등의 이물질 퇴적이 확인되었다. 기 손상은 방치시 도장손상 등의 2차 손상을 발생할 수 있으므로 정비가 필요하며, 정비 후 도장보수 등의 추가 조치가 필요한 것으로 판단된다.
- 거더외부의 외관조사 결과, 도장긁힘 및 박리, 박락의 경우 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 채도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 볼트 부식은 지속적인 외기영향으로 인해 표면부식이 발생하였으며, 손상진전 방지를 위한 도장보수가 필요한 상태이다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 Steel로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 도보 및 교량점검차, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.31】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 부식 및 변형이 확인되었다.

【표 1.3.30】 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	• 가로보 상태양호	손상현황	• S10 가로보 부식 및 변형(0.1m×0.2m)
원 인	—	원 인	• 외부충격 등
조치방안	—	조치방안	• 주의관찰

【사진 1.3.32】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보는 기 손상이 없는 상태로 확인되었고, 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.33】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 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 세로보의 외관조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 상태이며, 일부 구간에서 가로보 부식 및 변형이 관찰되었다. 기 발생한 손상은 손상의 정도가 경미한 수준으로 보수보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.33】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1에 재균열, 실란트 파손 등의 발생하였으며, 법면 일부 구간에 침하 및 보호블록 밀림이 관찰되었다. A2지점은 홍벽 일부 구간에 파손 및 철근노출이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.34】 교대 외관조사 결과

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

			
손상현황	• A1 재균열 (0.3mm미만)	손상현황	• A1 실란트 파손 (L=1.2m)
원 인	• 건조수축, 보수재 열화 등	원 인	• 실란트 열화, 온도변화 등
조치방안	• 표면보수	조치방안	• 실란트 재시공
			
손상현황	• A1 법면 침하	손상현황	• A1 법면 보호블록 밀림
원 인	• 시공 후 잔류침하	원 인	• 법면 성토후 밀림
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 파손 및 철근노출 (0.3m×1.0m)	손상현황	• A1 법면 침하 일부 보수
원 인	• 신축이음 하부 외부충격 등	원 인	• 상태양호
조치방안	• 단면보수	조치방안	• -

【사진 1.3.34】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검에서 누수흔적, 백태가 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 신규 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.35】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.8	1	—	—	▼ 0.80	보수실시
	재균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	1.13	4	▲ 1.13	신규손상
	실란트 파손	m	—	—	1.20	1	▲ 1.20	신규손상
	법면 침하, 밀림	m ²	2.09	3	2.00	2	▼ 0.09	일부보수

4) 검토의견

- 교대에 발생된 재균열(0.3mm미만)은 건조수축, 보수재 열화 등의 원인에 의해 발생한 비구조적인 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 조치가 필요하며, 실란트 파손은 재료의 노후화 및 온도변화로 인해 발생한 손상으로 추가 손상방지를 위한 조치가 필요하다.
- 파손 및 철근노출의 경우 외부충격 및 시공미흡으로 인한 손상으로 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 법면보호블록 침하 및 밀림은 시공이후 잔류침하로 인해 발생한 손상으로, 이전 점검과 비교 시 진전은 없는 상태로, 추가 침하는 없을 것으로 판단된다. 따라서, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시한다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 범안대교의 교각은 T형 교각 3기로 구성되어 있으며, 교각에 대한 외관조사는 도보 및 교량 점검차, 고소점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



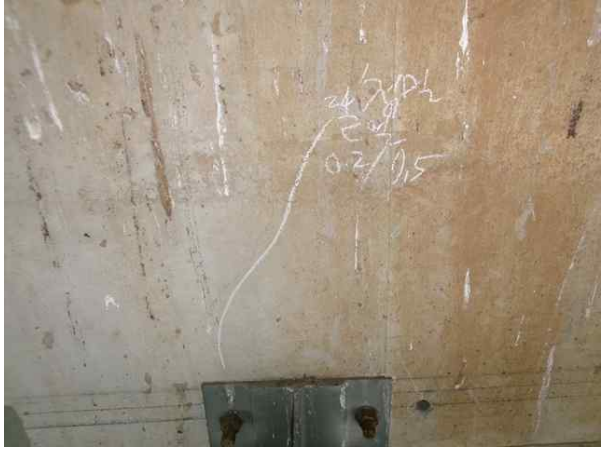
【사진 1.3.35】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 1.3.36】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m/개소)		표면열화, 백태 (㎡/개소)		누수오염 (㎡/개소)		이물질퇴적 (㎡/개소)	
P1	—	—	10.00	2	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	3.40	3	—	—	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	3.75	1	15.00	1	13.00	2	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	121.50	7	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	120.00	6	0.75	2	—	—	—	—
P8	2.50	2	120.00	6	0.30	1	—	—	1.50	1
P9	—	—	—	—	2.00	1	—	—	—	—
P10	2.00	1	7.74	3	—	—	—	—	—	—
합계	7.90	6	382.99	25	18.05	5	13.00	2	1.50	1

			
손상현황	• P1 망상균열(8.0m×1.0m)	손상현황	• P4 균열(0.2mm/0.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P4 누수오염(2.0m×3.0m)	손상현황	• P8 균열(0.2mm/1.0m)
원 인	• 우수유입, 표면열화 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P8 이물질퇴적(0.5m×3.0m)	손상현황	• P8 균열 보수 - 상태양호
원 인	• 조류서식 등	원 인	-
조치방안	• 정비	조치방안	-

【사진 1.3.36】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검 결과와 비교시, 대체로 손상부에 대한 보수가 실시되었으며, 표면열화 손상은 일부 추가 발생한 것으로 확인되었다.

【표 1.3.37】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	18.20	12	7.90	6	▼ 10.30	일부보수
	망상균열	m ²	389.49	26	382.99	25	▼ 6.50	일부보수
	표면열화	m ²	17.75	4	18.05	5	▲ 0.30	신규추가
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	누수오염, 누수흔적	m ²	16.00	3	13.00	2	▼ 3.00	일부보수
	파손, 철근노출	m ²	1.14	5	—	—	▼ 1.14	보수실시

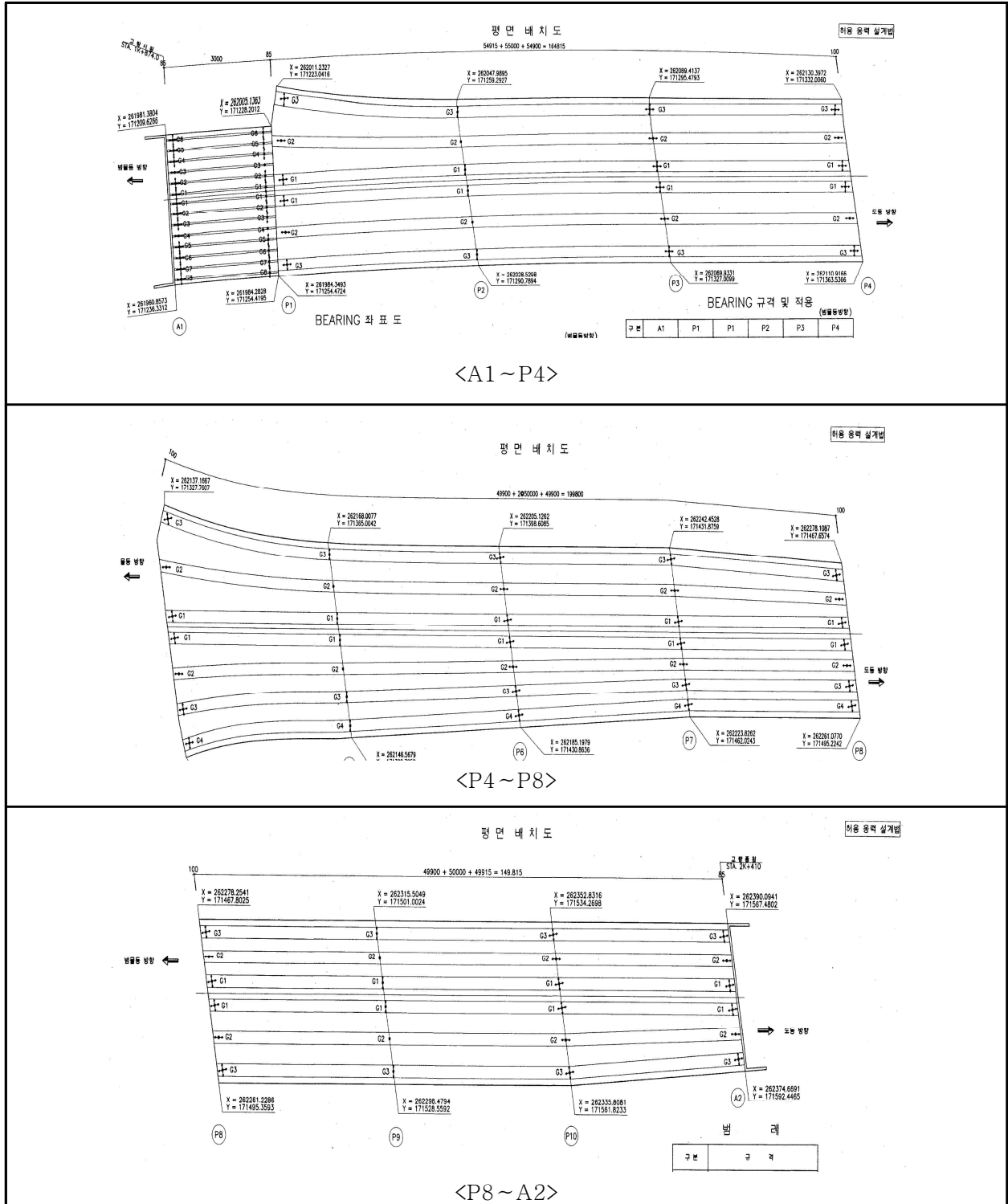
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 외부 우수유입으로 인한 표면열화 및 누수오염 등은 표면처리 등의 유지관리가 필요하며, 이물질퇴적은 콘크리트의 열화 발생의 원인이 되므로 정비를 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 범안대교의 받침은 포트받침으로 총 10개소가 설치되어 있으며, 받침장치의 순번은 한국도로공사 집중점검세부시행 방법에 따라 번호를 부여하여 현장조사를 수행하였다.



【그림 1.3.3】 교량받침 배치도



【사진 1.3.37】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침 현장조사 결과, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)이 일부 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.38】 교량받침 외관조사 결과

구분	무수축물탈 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트균열 (0.3mm미만) (m/개소)	
A1	—	—	—	—
P1	—	—	1.00	2
P2	—	—	—	—
P3	—	—	—	—
P4	—	—	—	—
P5	—	—	—	—
P6	—	—	—	—
P7	—	—	—	—
P8	—	—	—	—
P9	0.40	2	—	—
P10	—	—	—	—
A2	—	—	—	—
합계	0.40	2	1.00	2

			
손상현황	• P1-Sh8 받침콘크리트균열(0.3mm미만)	손상현황	• P9-Sh3 무수축물탈균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 건조수축, 온도변화 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 1.3.38】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교시 무수축물탈균열(0.3mm미만), 받침콘크리트균열(0.3mm미만)가 조사되었으며, 그 외 추가 손상은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.39】 교량받침 기 점검 결과 비교

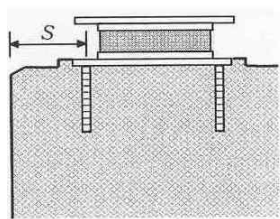
구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	0.40	2	- -	변동없음
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	1.00	2	- -	변동없음

4) 검토의견

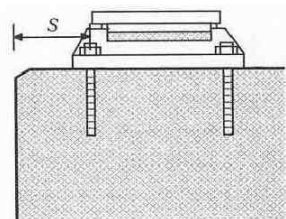
- 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 확인되었으며, 현 상태에서 시급한 보수보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수 및 표면처리하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침



(b) 강제받침

- 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

받침장치 연단거리 측정

【사진 1.3.39】 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 1.3.40】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)									검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	
A1		350	690	690	680	690	670	690	—	—	—	O.K
P1	A1측	350	900	900	900	900	900	895	—	—	—	O.K
	A2측	475	—	—	—	—	—	—	670	610	620	O.K
P2	A1측	475	1100	820	950	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	475	920	800	920	—	—	—	—	—	—	O.K
P3	A1측	475	950	850	950	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	475	950	940	940	—	—	—	—	—	—	O.K
P4	A1측	475	650	650	650	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	—	—	—	650	650	650	—	—	—	O.K
P5	A1측	450	950	900	950	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	930	870	950	—	—	—	—	—	—	O.K
P6	A1측	450	1100	980	1090	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	1000	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
P7	A1측	450	1010	1000	1000	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	960	1000	—	—	—	—	—	—	O.K
P8	A1측	450	690	630	980	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	—	—	—	680	650	680	—	—	—	O.K
P9	A1측	450	1100	1000	1100	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	950	1050	—	—	—	—	—	—	O.K
P10	A1측	450	1100	980	1090	—	—	—	—	—	—	O.K
	A2측	450	1000	1050	1100	—	—	—	—	—	—	O.K
A2		450	550	550	580	—	—	—	—	—	—	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 1.3.40】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.41】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	23.0	27.0	0.000012	30.0	8.3	9.7	
P1	전면	고정단					
	배면	23.0	27.0	0.000012	55.0	15.2	17.8
P2	고정단						
P3	23.0	27.0	0.000012	55.0	15.2	17.8	
P4	전면	23.0	27.0	0.000012	110.0	30.4	35.6
	배면	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2
P5	고정단						
P6	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2	
P7	23.0	27.0	0.000012	100.0	27.6	32.4	
P8	전면	23.0	27.0	0.000012	150.0	41.4	48.6
	배면	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2
P9	고정단						
P10	23.0	27.0	0.000012	50.0	13.8	16.2	
A2	23.0	27.0	0.000012	100.0	27.6	32.4	

1) 조사당시 온도 : 13.0℃(조사일 : 2024년 3월 27일, 대구)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

【표 1.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1	SH1	0	50	50	8.3	9.7	±50	O.K	O.K
	SH2	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH3	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH4	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH5	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH6	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH7	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH8	0	50	50			±50	O.K	O.K
P1	—	고정단							
	SH9	-20	30	70	15.2	17.8	±50	O.K	O.K
	SH10	-20	30	70			±50	O.K	O.K
	SH11	-20	30	70			±50	O.K	O.K
P2	—	고정단							
P3	SH1	-5	45	65	15.2	17.8	±50	O.K	O.K
	SH2	-5	45	65			±50	O.K	O.K
	SH3	-5	45	65			±50	O.K	O.K
P4	SH1	+20	120	80	30.4	35.6	±100	O.K	O.K
	SH2	-10	90	110			±100	O.K	O.K
	SH3	+20	120	80			±100	O.K	O.K
	SH4	-45	30	120	13.8	16.2	±75	O.K	O.K
	SH5	-20	50	100			±75	O.K	O.K
	SH6	-5	60	80			±75	O.K	O.K
	SH7	+15	90	60			±75	O.K	O.K
P5	—	고정단							
P6	SH1	0	50	50	13.8	16.2	±50	O.K	O.K
	SH2	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH3	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH4	0	50	50			±50	O.K	O.K
P7	SH1	0	75	75	27.6	23.2	±75	O.K	O.K
	SH2	0	75	75			±75	O.K	O.K
	SH3	0	75	75			±75	O.K	O.K
	SH4	0	75	75			±75	O.K	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%									

【표 1.3.42】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			수축	신장	최대수축	최대신장			
P8	SH1	-15	85	115	41.4	48.6	±100	O.K	O.K
	SH2	-15	85	115			±100	O.K	O.K
	SH3	-15	85	115			±100	O.K	O.K
	SH4	-15	85	115			±100	O.K	O.K
	SH5	-5	70	80	13.8	16.2	±75	O.K	O.K
	SH6	-5	70	80			±75	O.K	O.K
	SH7	-5	70	80			±75	O.K	O.K
P9	-	고정단							
P10	SH1	0	50	50	13.8	16.2	±50	O.K	O.K
	SH2	0	50	50			±50	O.K	O.K
	SH3	0	50	50			±50	O.K	O.K
A2	SH1	-10	65	85	27.6	32.4	±75	O.K	O.K
	SH2	-10	65	85			±75	O.K	O.K
	SH3	-10	65	85			±75	O.K	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K 허용변위 = 유효고무두께의 70%									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.41】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 들뜸, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.43】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 박리 (㎡/개소)	
A1 (EXP J1)	—	—
P1 (EXP J2)	—	—
P4 (EXP J3)	—	—
P8 (EXP J4)	—	—
A2 (EXP J5)	1.60	4
합계	1.60	4

			
손상현황	• A2 후타재 박리(0.5m×1.0m×2EA)	손상현황	• A2 후타재 박리(0.5m×1.0m×2EA)
원 인	• 지속적인 중차량 통과, 차량충격	원 인	• 지속적인 중차량 통과, 차량충격
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.42】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교시 후타재 균열(0.3mm미만), 파손 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 보수 부의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과, 후타재 일부 구간에서 지속적인 차량통행, 충격하중으로 인한 박리 손상이 신규로 조사되었다.

【표 1.3.44】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	74.4	160	—	—	▼ 74.4	보수실시
	후타재 파손	m ²	0.02	2	—	—	▼ 0.02	보수실시
	후타재 박리	m ²	—	—	1.60	4	▲ 1.60	신규손상

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 박리 손상은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta Lt = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔLt : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)				
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2024. 03. 28. 기온 적용: 9.2℃(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^{\circ}\text{C} - 9.2^{\circ}\text{C} = 30.8^{\circ}\text{C}$ ΔT(수축시) : $-10.0^{\circ}\text{C} - (9.2^{\circ}\text{C}) = 19.2^{\circ}\text{C}$ ΔLt(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				 
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팡창계수 α (1/℃)
	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 1.3.43】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.45】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	23.0	27.0	0.000012	30.0	8.3	9.7	31.0	80.0	120.0	
P1	23.0	27.0	0.000012	55.0	15.2	17.8	46.0	105.0	160.0	
P4	23.0	27.0	0.000012	160.0	44.2	51.8	75.0	210.0	270.0	
P8	23.0	27.0	0.000012	200.0	55.2	64.8	80.0	210.0	300.0	
A2	23.0	27.0	0.000012	100.0	27.6	32.4	47.0	90.0	335.0	
1) 조사당시 온도 : 13.0℃(조사일 : 2024년 3월 27일, 대구) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)										

【표 1.3.46】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③	허용량 (㎜)	신축 여유량(㎜)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	8.3	9.7	31.0	100.0	39.3	21.3	O,K	O,K
	바닥판			80.0	－	－	－	－	O,K
	거더			120.0	－	－	－	－	O,K
P1	신축이음	15.2	17.8	46.0	100.0	61.2	28.2	O,K	O,K
	바닥판			105.0	－	－	－	－	O,K
	거더			160.0	－	－	－	－	O,K
P4	신축이음	44.2	51.8	75.0	160.0	119.2	23.2	O,K	O,K
	바닥판			210.0	－	－	－	－	O,K
	거더			270.0	－	－	－	－	O,K
P8	신축이음	55.2	64.8	80.0	160.0	135.2	15.2	O,K	O,K
	바닥판			210.0	－	－	－	－	O,K
	거더			300.0	－	－	－	－	O,K
A2	신축이음	27.6	32.4	47.0	100.0	74.6	14.6	O,K	O,K
	바닥판			90.0	－	－	－	－	O,K
	거더			335.0	－	－	－	－	O,K
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였으며, 측정일 온도는 13.0℃(03월 27일)로써 이때 측정유간은 31.0~80.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 범안대교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스팔트 포장으로 되어 있다.



교면포장 전경

교면포장 전경

【사진 1.3.44】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장 현장조사 결과, 전구간에 포장부 망상균열이 확인되었고, 일부 접속부 포장 파손이 확인되었다.

【표 1.3.47】 교면포장 외관조사 결과

구분	포장 균열 (m/개소)		포장 파손 (㎡/개소)		접속부 파손 (㎡/개소)	
S1	16.00	4	—	—	0.10	1
S2	12.00	3	—	—	—	—
S3	15.00	4	—	—	—	—
S4	10.00	4	0.02	1	—	—
S5	43.00	2	—	—	—	—
S6	70.00	1	—	—	—	—
S7	42.00	3	—	—	—	—
S8	26.50	3	1.50	1		
S9	35.50	3	—	—	—	—
S10	52.00	2	—	—	—	—
S11	4.00	2	—	—	—	—
합계	326.00	31	1.52	2	0.10	1

			
손상현황	• S1 접속부 포장파손 (0.2m×0.5m)	손상현황	• S3 포장균열 (5.0m)
원 인	• 차량윤하중, 외부충격 등	원 인	• 건조수축, 장기공용
조치방안	• 아스팔트 패칭	조치방안	• 아스팔트 실링
			
손상현황	• S3 망상균열 (65.0m×8.0m)	손상현황	• S1 접속부 포장파손 (3.5m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 차량윤하중, 외부충격 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 1.3.45】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교시 교면포장 접속부 포장 파손이 신규로 조사되었으며, 기 손상인 포장 균열, 파손 손상이 추가로 발생한 것으로 확인되었다.

【표 1.3.48】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	305.0	26	326.00	31	▲ 21.00	신규추가
	포장 파손	m ²	1.5	1	1.52	2	▲ 0.02	신규추가
	접속부 포장 파손	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 아스콘 균열 손상은 재료의 공용년수 증가에 따른 노후화, 온도변화에 따른 신축에 의한 손상으로 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
- 일부 구간에 발생한 아스콘 파손, 접속부 파손의 경우 지속적인 차량 윤회중 및 충격하중에 의한 손상으로 추정되며, 차량의 원활한 주행성 확보를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.46】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구는 손상이 없는 것으로 확인되었으며, 배수관은 대체로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 이음부 누수가 확인되었다.

【표 1.3.49】 배수시설 외관조사 결과

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

			
손상현황	• S1 배수구 상태양호	손상현황	• S2 배수관 이음부 누수
원 인	—	원 인	• 이음부 이격
조치방안	—	조치방안	• 정비

【사진 1.3.47】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 배수시설은 전회 점검이후, 배수관의 일부 구간에 이음부 누수가 확인되었으며, 그 외 신규 손상은 확인되지 않았다.

【표 1.3.50】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 배수관 일부에서 공용기간 경과 및 이음부 이격에 의한 누수가 확인되었다. 기 손상에 대해서는 원활한 배수를 위하여 조치가 필요한 것으로 판단된다.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

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



【사진 1.3.48】 방호벽 및 중앙분리대 전경

2) 현장조사 결과

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만) 손상이 전구간에 걸쳐 다수 발생된 것으로 조사되었다.

【표 1.3.51】 난간 및 연석 외관조사 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	• S1 방호벽 균열(0.2mm/1.2m)	손상현황	• S6 중분대 균열(0.1mm/0.8m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 1.3.49】 방호벽 및 중앙분리대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검이후 난간에 발생한 균열(0.3mm미만)손상에 대해 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 금회 점검에서 추가 손상은 발생되지 않은 것으로 확인되었다.

【표 1.3.52】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	234.00	255	204.40	219	▼ 29.6	일부보수

4) 검토의견

- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형 등 원인에 의한 손상으로 손상 진전방지를 위한 조치가 요구된다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 범안대교 안심방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이 설치되어 있다.



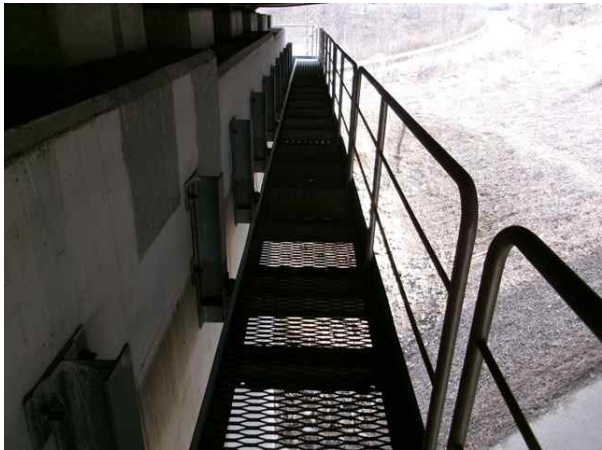
【사진 1.3.50】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 및 교각에 설치된 점검시설 조사 시 점검로의 상태, 체결 여부 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 1.3.53】교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
A2	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• 교각 점검통로 상태양호	손상현황	• 교각 점검통로 상태양호
원 인	—	원 인	—
조치방안	—	조치방안	—

【사진 1.3.51】교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검시설의 경우, 손상이 없는 상태이며, 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 1.3.54】교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

4) 검토의견

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

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

1.3.4 외관조사 총괄표

【표 1.3.55】 범물방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	30.60	31	
	균열부 백태, 백태	m ²	3.89	7	
	들뜸, 파손	m ²	0.50	4	
거더내부	이물질퇴적	m ²	80.00	8	
거더외부	도장긁힘	m ²	0.20	1	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	
	범면 유실	EA	1.00	1	
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	4	
	망상균열	m ²	13.36	3	
	표면열화	m ²	0.60	1	
	누수오염 및 열화	m ²	69.95	14	
	이물질퇴적	m ²	18.50	6	
	폐자재 적치	m ²	3.90	2	
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	
신축이음	이물질퇴적	m	3.00	1	
교면포장	포장 균열	m	91.00	17	
	망상균열	m ²	5.00	1	
	포장 박리, 파손	m ²	1.95	3	
	접속부 망상균열, 파손	m ²	200.00	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 연결핀 탈락	EA	4.00	4	
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	257.20	272	
	망상균열	m ²	44.40	4	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

【표 1.3.56】안심방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	36.00	36	
	백태	m ²	1.44	24	
거더내부	이물질퇴적	m ²	34.55	6	
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	
	도장박리, 박락	m ²	4.30	5	
	볼트부식	EA	80	80	
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	
교대	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	
	파손 및 철근노출	m ²	1.13	4	
	실란트 파손	m	1.20	1	
	법면 침하, 밀림	m ²	2.00	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	7.90	6	
	망상균열	m ²	382.99	25	
	표면열화	m ²	18.05	5	
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	1.50	1	
	누수오염, 누수흔적	m ²	13.00	2	
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	
신축이음	후타재 박리	m ²	1.60	4	
교면포장	포장 균열	m	326.00	31	
	포장 파손	m ²	1.52	2	
	접속부 포장 파손	m ²	0.10	1	
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	204.40	219	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

1.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.57】 범물방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	22.60	23	30.60	31	▲ 8.00	신규추가
	균열부 백태, 백태	m ²	3.54	3	3.89	7	▲ 0.35	신규추가
	들뜸, 파손	m ²	—	—	0.50	4	▲ 0.50	신규추가
거더내부	도장부식	m ²	0.09	1	—	—	▼ 0.09	보수실시
	이물질퇴적	m ²	90.00	10	80.00	8	▼ 10.0	일부보수
거더외부	도장긁힘	m ²	0.20	1	0.20	0	— —	변동없음
	도장박리	m ²	3.50	1	—	—	▼ 3.50	보수실시
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	0.50	1	▼ 1.50	신규손상
	법면 침하	m ²	1.30	1	—	—	▼ 1.30	손상삭제
	법면 유실	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	19.00	18	3.50	4	▼ -15.50	일부보수
	망상균열	m ²	510.36	31	13.36	3	▼ -497.00	일부보수
	표면열화	m ²	0.6	1	0.6	1	— —	변동없음
	누수오염 및 열화	m ²	69.95	14	69.95	14	— —	변동없음
	긁힘, 파손	m ²	0.37	7	—	—	▼ -0.37	보수실시
	이물질퇴적	m ²	14.50	5	18.50	6	▲ 4.00	신규추가
	폐자재 적치	m ²	—	—	3.90	2	▲ 3.90	신규추가
교량받침	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.0	2	1.0	2	— —	변동없음
	이동량 표시계 탈락	EA	1	1	—	—	▼ 1.00	보수실시
신축이음	후타재균열 (0.3mm미만)	m	51.00	120	—	—	▼ 51.0	보수실시
	이물질퇴적	m	3.00	2	3.00	1	— —	변동없음
교면포장	포장 균열	m	55.00	13	91.00	17	▲ 36.00	신규추가
	망상균열	m ²	—	—	5.00	1	▲ 5.00	신규추가
	포장 박리, 파손	m ²	—	—	1.95	3	▲ 1.95	신규추가
	접속부 망상균열, 파손	m ²	—	—	200.00	1	▲ 200.0	신규추가
배수시설	배수구 막힘	EA	3.00	3	1.00	1	▼ 2.00	일부보수
	배수관 위치불량	EA	3.00	3	—	—	▼ 3.00	보수실시
	배수관 연결핀 탈락	EA	4.00	4	4.00	4	— —	변동없음
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	340.00	352	257.20	272	▼ 82.80	일부보수
	균열부백태	m	0.03	1	—	—	▼ 0.03	보수실시
	망상균열	m ²	73.20	8	44.40	4	▼ 28.80	일부보수
	긁힘	m ²	0.50	1	—	—	▼ 0.50	보수실시
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

【표 1.3.58】안심방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	32.00	32	36.00	36	▲ 4.00	추가손상
	백태	m ²	1.34	23	1.44	24	▲ 0.10	추가손상
거더내부	환풍구도장불량	EA	1	1	—	—	— —	—
	이물질퇴적	m ²	35.25	5	34.55	6	▼ 0.70	일부보수
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
	도장박리, 박락	m ²	16.66	12	4.30	5	▼ 12.36	일부보수
	볼트부식	EA	80	80	80	80	— —	변동없음
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	0.02	1	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.8	1	—	—	▼ 0.80	보수실시
	재균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.00	2	▲ 2.00	신규손상
	파손 및 철근노출	m ²	—	—	1.13	4	▲ 1.13	신규손상
	실란트 파손	m	—	—	1.20	1	▲ 1.20	신규손상
	범면 침하, 밀림	m ²	2.09	3	2.00	2	▼ 0.09	일부보수
교각	균열(0.3mm미만)	m	18.20	12	7.90	6	▼ 10.30	일부보수
	망상균열	m ²	389.49	26	382.99	25	▼ 6.50	일부보수
	표면열화	m ²	17.75	4	18.05	5	▲ 0.30	신규추가
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
	누수오염, 누수흔적	m ²	16.00	3	13.00	2	▼ 3.00	일부보수
	파손, 철근노출	m ²	1.14	5	—	—	▼ 1.14	보수실시
교량받침	무수축물탈 균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	0.40	2	— —	변동없음
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	1.00	2	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	74.4	160	—	—	▼ 74.4	보수실시
	후타재 파손	m ²	0.02	2	—	—	▼ 0.02	보수실시
	후타재 박리	m ²	—	—	1.60	4	▲ 1.60	신규손상
교면포장	포장 균열	m	305.0	26	326.00	31	▲ 21.00	신규추가
	포장 파손	m ²	1.5	1	1.52	2	▲ 0.02	신규추가
	접속부 포장 파손	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
난간	균열(0.3mm미만)	m	234.00	255	204.40	219	▼ 29.6	일부보수
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

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(2023. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 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】 범물방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

【표 1.4.2】 안심방향 콘크리트 비파괴시험 현황

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

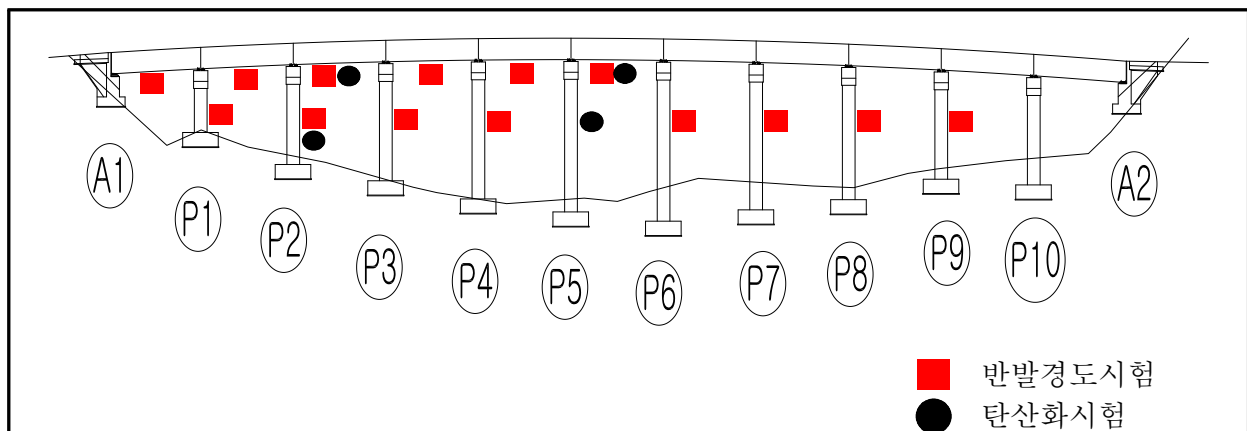
대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 시험 위치는 건전부 및 비건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 조사 사진

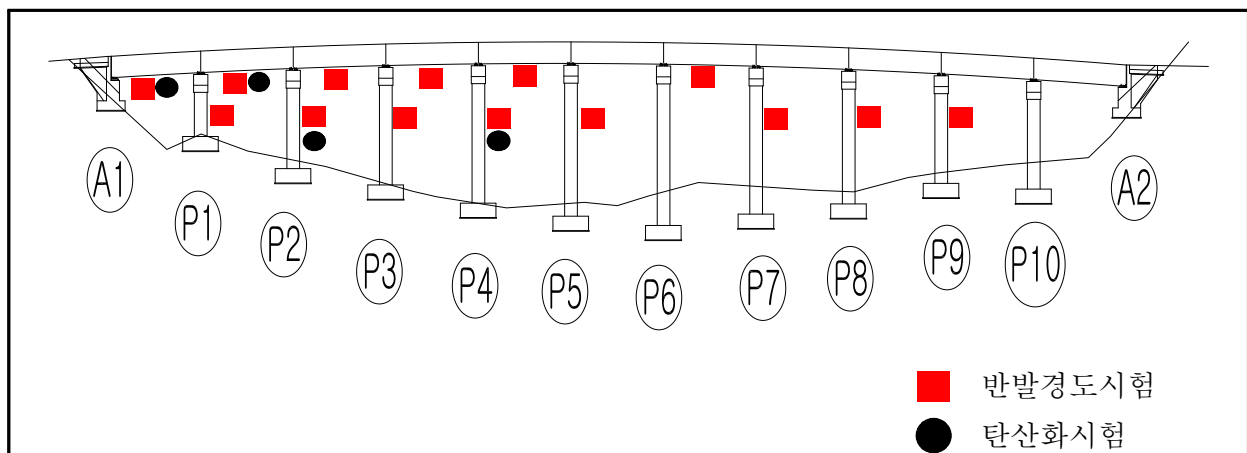


【사진 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(범물방향)



【그림 1.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(안심방향)

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 범물방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 1.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	52.3	30.5	29.7	0.63	27.0	건전
	S2	바닥판	53.5	31.5	30.3			건전
	S2	바닥판	51.8	30.1	29.5			비건전
	S3	바닥판	52.1	30.4	29.7			건전
	S3	바닥판	50.4	29.0	28.9			비건전
	S4	바닥판	53.1	31.2	30.1			건전
	S5	바닥판	53.8	31.7	30.4			건전
	S6	바닥판	55.5	33.1	31.2			건전
	S6	바닥판	54.3	32.1	30.6			비건전

【표 1.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(하부구조)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	49.6	28.3	28.5	0.63	24.0	건전
	P2	교각	48.8	27.7	28.2			건전
	P3	교각	54.3	27.9	28.3			건전
	P4	교각	47.6	26.7	27.6			건전
	P4	교각	46.1	25.5	27.0			비건전
	P6	교각	46.9	26.1	27.3			건전
	P7	교각	49.6	26.6	27.5			건전
	P8	교각	46.9	26.2	27.3			건전
	P9	교각	47.2	26.4	27.4			건전

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 28.9~33.1MPa, 하부구조(교각) 25.5~28.5MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 1.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면	28.9 ~ 33.1	27.0	107.0 ~ 122.6
하부구조	교각	25.5 ~ 28.5	24.0	106.3 ~ 118.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.6】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2022년 정밀안전진단	2024년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	24.4 ~ 26.5	28.9 ~ 33.1	27.0
	교대 및 교각	22.3 ~ 26.0	25.5 ~ 28.5	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

3) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 1.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S3 바닥판	13.0	47.0	34.0	a	2.77	100년 이상	
	S6 바닥판	10.5	41.0	30.5	a	2.24	100년 이상	
하부구조	P2 기둥부	6.0	88.0	82.0	a	1.28	100년 이상	
	P5 기둥부	6.5	100.0	93.5	a	1.39	100년 이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 10.5~13.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~6.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	10.5~13.0	41.0~47.0	
하부구조	6.0~6.5	88.0~100.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2022년 정밀안전진단			2024년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	8.0~15.0	21.0~28.0	b	10.5~13.0	41.0~47.0	a	
하부구조	5.0~7.0	35.0~43.0	a	6.0~6.5	88.0~100.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 안심방향

1) 콘크리트 강도시험

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

① 비파괴강도 시험결과

【표 1.4.10】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
상부 구조	S1	바닥판	53.3	31.3	30.2	0.63	27.0	건전
	S1	바닥판	51.6	30.0	29.4			비건전
	S2	바닥판	51.3	29.7	29.3			건전
	S3	바닥판	53.5	31.5	30.3			건전
	S3	바닥판	52.3	30.5	29.7			비건전
	S4	바닥판	51.7	30.0	29.5			건전
	S5	바닥판	52.2	30.4	29.7			건전
	S7	바닥판	53.1	31.1	30.1			건전
	S7	바닥판	51.2	29.6	29.2			비건전

【표 1.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(하부구조)

시험위치			반발경도법(MPa)				설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	재령보정 계수		
하부 구조	P1	교각	48.0	27.1	27.8	0.63	24.0	건전
	P2	교각	44.6	24.3	26.3			건전
	P3	교각	47.9	26.9	27.7			건전
	P4	교각	46.9	26.1	27.3			건전
	P4	교각	46.2	25.6	27.0			비건전
	P5	교각	47.3	26.5	27.5			건전
	P7	교각	45.9	25.4	26.9			건전
	P8	교각	45.6	25.1	26.7			건전
	P9	교각	0.0	26.7	27.6			건전

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 29.2~31.5MPa, 하부구조(교각) 24.3~27.8MPa 로 측정 되었고, 전반적으로 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교각: 24.0 MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 1.4.12】 비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
상부구조	바닥판하면	29.2 ~ 31.5	27.0	108.1 ~ 116.7
하부구조	교각	24.3 ~ 27.8	24.0	101.3 ~ 115.8

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.13】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2022년 정밀안전진단	2024년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	24.4 ~ 26.6	29.2 ~ 31.5	27.0
	교대 및 교각	22.3 ~ 24.7	24.3 ~ 27.8	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

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

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 1.4.14】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S1 바닥판	11.0	52.0	41.0	a	2.35	100년 이상	
	S2 바닥판	11.5	47.0	35.5	a	2.45	100년 이상	
하부구조	P2 기둥부	9.0	91.0	82.0	a	1.92	100년 이상	
	P4 기둥부	8.5	98.0	89.5	a	1.81	100년 이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 11.0~11.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 8.5~9.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.15】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	11.0~11.5	35.5~41.0	
하부구조	8.5~9.0	82.0~89.5	

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.16】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2022년 정밀안전진단			2024년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	11.0~15.0	29.0~55.0	b	11.0~11.5	35.5~41.0	a	
하부구조	13.0~19.0	44.0~83.0	a	8.5~9.0	82.0~89.5	a	
검토의견	■ 기준 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 1.4.17】 범물방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	28.9 ~ 33.1	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교각	25.5 ~ 28.5	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		41.0~47.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		88.0~100.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

【표 1.4.18】 안심방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.2 ~ 31.5	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교각	24.3 ~ 27.8	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		35.5~41.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		82.0~89.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 1.4.19】범물방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	24.4	~ 26.5	28.9	~ 33.1	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대 및 교각	22.3	~ 26.0	25.5	~ 28.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		21.0~28.0	b	41.0~47.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		35.0~43.0	a	88.0~100.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

【표 1.4.20】안심방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2022년 정밀안전진단		2024년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	24.4	~ 26.6	29.2	~ 31.5	■ 강도저하 없음
	하부구조	교대 및 교각	22.3	~ 24.7	24.3	~ 27.8	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		29.0~55.0	b	35.5~41.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		44.0~83.0	a	82.0~89.5	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 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2023. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 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.

【표 1.5.1】 범물방향 상태평가 결과표

교량명 : 범안대교(범물방향) - S1(SPG)														
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	SPG	a	a	a	c	a	b	a	a	b	q	-	-
평균			0.100	0.100	0.100	0.400	0.100	0.200	0.100	0.100	0.200	-	0.000	0.000
가중치			20	22	5	7	3	2	9	9	23	-	0	0
(평균X가중치)/가 중치합			0.020	0.022	0.005	0.028	0.003	0.004	0.009	0.009	0.046	-	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 =													0.146	
2. 상태평가 결과 =													B	

※상부구조 탄산화가중치는 상부구조에 균등분배, 하부구조 탄산화가중치는 하부구조에 분배함.

【표 1.5.1】범물방향 상태평가 결과표(계속)

교량명 : 범안대교(범물방향) - S2~S11(STB)														
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S2	P1	S.T.B	b	a	a	b	a	b	a	a	b	q	-	-
S3	P2	S.T.B	b	a	a	a	c	b	-	a	a	q	a	a
S4	P3	S.T.B	b	b	a	b	c	b	-	a	a	q	-	-
S5	P4	S.T.B	b	a	a	b	a	b	a	a	b	q	-	-
S6	P5	S.T.B	b	a	a	a	a	b	-	a	b	q	a	a
S7	P6	S.T.B	a	a	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
S8	P7	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
S9	P8	S.T.B	a	a	a	a	a	b	b	a	b	q	-	-
S10	P9	S.T.B	b	a	a	a	a	b	-	b	b	q	-	-
S11	P10	S.T.B	a	a	a	b	a	b	-	a	a	q	-	-
/	A2	S.T.B							a	a	a	q	-	-
평균			0.170	0.110	0.100	0.160	0.160	0.200	0.125	0.109	0.164	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.031	0.022	0.005	0.011	0.005	0.004	0.011	0.010	0.033	-	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =													0.138	
2. 상태평가 결과 =													B	

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

포장 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 지속관찰하고 보수여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 등급으로 평가됨.

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

기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행여부를 지속관찰하는 상태인 “b” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

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.

【표 1.5.2】안심방향 상태평가 결과표

교량명 : 범안대교(안심방향) - S1(SPG)														
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	SPG	b	a	a	b	a	b	a	a	b	q	a	-
평균			0.200	0.100	0.100	0.200	0.100	0.200	0.100	0.100	0.200	-	0.100	0.000
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	23	-	4	0
(평균×가중치) /가중치합			0.036	0.020	0.005	0.014	0.003	0.004	0.009	0.009	0.046	-	0.004	0.000
1. 환산결함도 점수 =													0.150	
2. 상태평가 결과 =													B	

※ 하부구조 탄산화가중치는 하부구조에 분배함.

교량명 : 범안대교(안심방향) - S2~S11(STB)														
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S2	P1	S.T.B	b	b	a	b	b	b	a	a	b	q	a	-
S3	P2	S.T.B	b	b	a	b	a	b	-	b	a	q	-	a
S4	P3	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
S5	P4	S.T.B	b	b	a	b	a	b	a	a	b	q	-	a
S6	P5	S.T.B	a	a	a	b	a	b	-	a	a	q	-	-
S7	P6	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
S8	P7	S.T.B	a	a	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
S9	P8	S.T.B	a	a	a	b	a	b	a	a	b	q	-	-
S10	P9	S.T.B	a	a	b	b	a	b	-	b	b	q	-	-
S11	P10	S.T.B	b	a	a	b	a	b	-	a	b	q	-	-
/	A2	S.T.B							b	a	c	q	-	-
평균			0.160	0.130	0.110	0.200	0.110	0.200	0.125	0.118	0.200	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.029	0.026	0.006	0.014	0.003	0.004	0.011	0.011	0.040	-	0.004	0.003
1. 환산결함도 점수 =													0.150	
2. 상태평가 결과 =													B	

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

포장 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 지속관찰하고 보수여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 등급으로 평가됨.

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

기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행여부를 지속관찰하는 상태인 “b” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 1.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
범물방향(SPG)	0.146	B	30	3	90	0.028	0.004
범물방향(STB)	0.138	B	515	3	1,545	0.472	0.065
안심방향(SPG)	0.150	B	30	3	90	0.028	0.004
안심방향(STB)	0.150	B	515	3	1,545	0.472	0.071
합계(Σ)			1,090	12	3,270	1.000	0.145
1. 평가지수 =							0.145
2. 상태평가결과 =							B

1.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 1.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

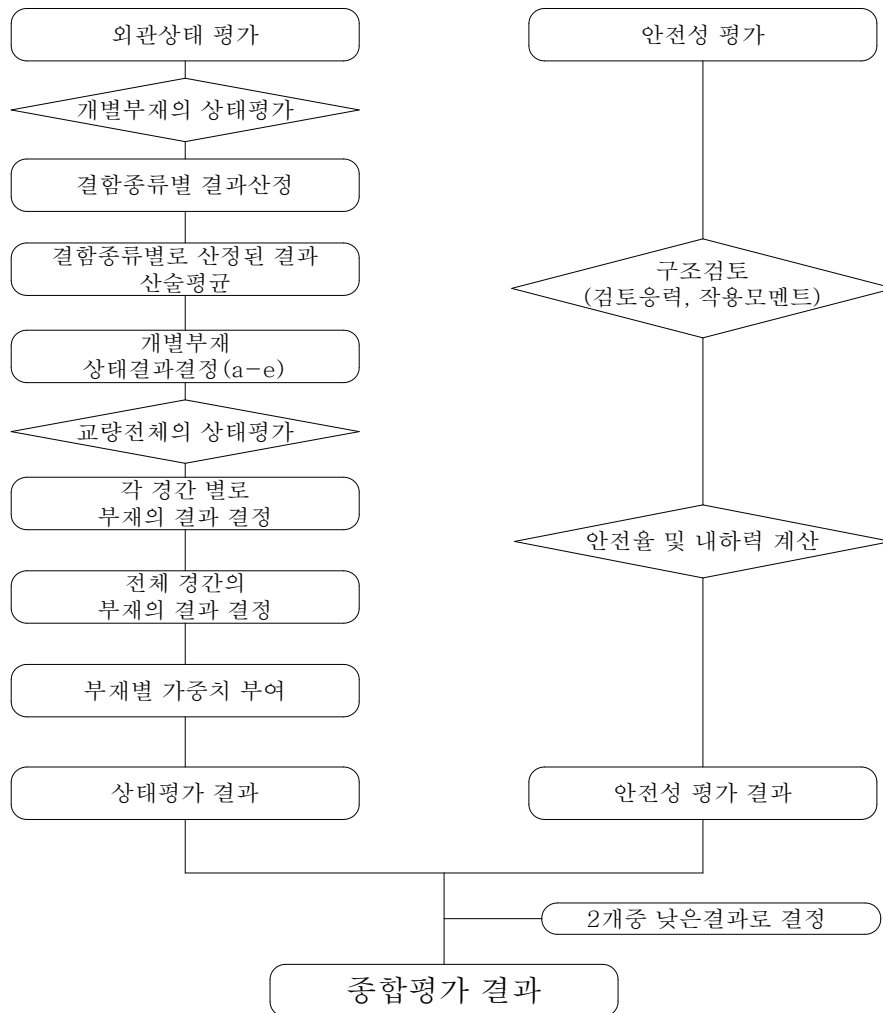
구 분	2022년 정밀안전진단	2024년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.154	0.145
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 범안대교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2022년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.154에서 0.145로 0.009 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 감소한 주요 원인은 전반적으로 보수를 실시한 것으로 조사되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.	

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 1.6.1】 종합평가 결과 산정절차

1.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 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	0.145	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 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 위험이 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	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	30.60	31	표면처리	2순위
	균열부 백태, 백태	m ²	3.89	7	표면처리	2순위
	들뜸, 파손	m ²	0.50	4	단면보수	2순위
거더내부	이물질퇴적	m ²	80.00	8	정비	3순위
거더외부	도장긁힘	m ²	0.20	1	재도장	3순위
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.50	1	표면처리	2순위
	범면 유실	EA	1.00	1	정비	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	4	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	13.36	3	표면처리	2순위
	표면열화	m ²	0.60	1	표면처리	2순위
	누수오염 및 열화	m ²	69.95	14	단면보수	2순위
	이물질퇴적	m ²	18.50	6	정비	3순위
	폐자재 적치	m ²	3.90	2	정비	3순위
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	표면처리	2순위
신축이음	이물질퇴적	m	3.00	1	정비	3순위
교면포장	포장 균열	m	91.00	17	부분재포장	2순위
	망상균열	m ²	5.00	1	부분재포장	2순위
	포장 박리, 파손	m ²	1.95	3	부분재포장	2순위
	접속부 망상균열, 파손	m ²	200.00	1	부분재포장	2순위
배수시설	배수구 막힘	EA	1.00	1	정비	2순위
	배수관 연결핀 탈락	EA	4.00	4	정비	2순위
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	257.20	272	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	44.40	4	표면처리	3순위
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	36.00	36	표면처리	2순위
	백태	m ²	1.44	24	표면처리	2순위
거더내부	이물질퇴적	m ²	34.55	6	정비	3순위
거더외부	도장긁힘	m ²	0.04	1	재도장	3순위
	도장박리, 박락	m ²	4.30	5	재도장	3순위
	볼트부식	EA	80.00	80	재도장	2순위
가로보 및 세로보	부식 및 변형	m ²	0.02	1	재도장	2순위
교대	재균열(0.3mm미만)	m	2.00	2	표면처리	2순위
	파손 및 철근노출	m ²	1.13	4	단면보수(방청)	1순위
	실란트 파손	m	1.20	1	실란트재시공	3순위
	법면 침하, 밀림	m ²	2.00	2	정비	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	7.90	6	표면처리	2순위
	망상균열	m ²	382.99	25	표면처리	2순위
	표면열화	m ²	18.05	5	단면보수	2순위
	이물질퇴적(조류서식)	m ²	1.50	1	정비	3순위
	누수오염, 누수흔적	m ²	13.00	2	주요관찰	—
교량받침	무수축물탈균열(0.3mm미만)	m	0.40	2	표면처리	2순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	표면처리	2순위
신축이음	후타재 박리	m ²	1.60	4	단면보수	2순위
교면포장	포장 균열	m	326.00	31	부분재포장	2순위
	포장 파손	m ²	1.52	2	부분재포장	2순위
	접속부 포장 파손	m ²	0.10	1	부분재포장	2순위
배수시설	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	정비	2순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	m	204.40	219	표면처리	3순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

1.7.2 개략공사비

가. 범물방향

【표 1.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	30.60	11.48	m²	85	976	2순위
	균열부 백태, 백태	표면처리	3.89	5.84	m²	85	496	2순위
	들뜸, 파손	단면보수	0.50	0.75	m²	260	195	2순위
거더내부	이물질퇴적	정비	80.00	120.00	m²	70	8,400	3순위
거더외부	도장긁힘	재도장	0.20	0.30	m²	110	33	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.19	m²	85	16	2순위
	범면 유실	정비	1.00	1.00	EA	70	70	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.50	1.31	m²	85	111	2순위
	망상균열	표면처리	13.36	20.04	m	85	1,703	2순위
	표면열화	표면처리	0.60	0.90	m²	85	77	2순위
	누수오염 및 열화	단면보수	69.95	104.93	m²	260	27,282	2순위
	이물질퇴적	정비	18.50	27.75	m²	70	1,943	3순위
	폐자재 적치	정비	3.90	5.85	m²	70	410	3순위
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m²	85	32	2순위
신축이음	이물질퇴적	정비	3.00	4.50	m	70	315	3순위
교면포장	포장 균열	부분재포장	91.00	34.13	m²	45	1,536	2순위
	망상균열	부분재포장	5.00	7.50	m²	45	338	2순위
	포장 박리, 파손	부분재포장	1.95	2.93	m²	45	132	2순위
	접속부 망상균열, 파손	부분재포장	200.00	300.00	m²	45	13,500	2순위
배수시설	배수구 막힘	정비	1.00	1.00	EA	70	70	2순위
	배수관 연결핀 탈락	정비	4.00	6.00	m²	70	420	2순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	257.20	96.45	m²	85	8,198	3순위
	망상균열	표면처리	44.40	66.60	m²	85	5,661	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		46,884		25,030		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		23,442		12,515		
	합계	—		70,326		37,545		
개략공사비 총계(천원)		107,871						

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	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	36.00	13.50	m²	85	1,148	2순위
	백태	표면처리	1.44	2.16	m²	85	184	2순위
거더내부	이물질퇴적	정비	34.55	51.83	m²	70	3,628	3순위
거더외부	도장긁힘	재도장	0.04	0.06	m²	110	7	3순위
	도장박리, 박락	재도장	4.30	6.45	m²	110	710	3순위
	볼트부식	재도장	80.00	80.00	EA	110	8,800	2순위
가로보 및 세로보	부식 및 변형	재도장	0.02	0.03	m²	110	3	2순위
교대	재균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m²	85	64	2순위
	파손 및 철근노출	단면보수(방청)	1.13	1.69	m²	320	541	1순위
	실란트 파손	실란트재사공	1.20	1.80	m	70	126	3순위
	범면 침하, 밀림	정비	2.00	3.00	m²	70	210	3순위
교각	균열(0.3mm미만)	표면처리	7.90	2.96	m²	85	252	2순위
	망상균열	표면처리	382.99	574.49	m²	85	48,832	2순위
	표면열화	단면보수	18.05	27.08	m²	260	7,041	2순위
	이물질퇴적(조류서식)	정비	1.50	2.25	m²	70	158	3순위
교량받침	무수축몰탈균열(0.3mm미만)	표면처리	0.40	0.15	m²	85	13	2순위
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	표면처리	1.00	0.38	m²	85	32	2순위
신축이음	후타재 박리	단면보수	1.60	2.40	m²	260	624	2순위
교면포장	포장 균열	부분재포장	326.00	122.25	m²	45	5,501	2순위
	포장 파손	부분재포장	1.52	2.28	m²	45	103	2순위
	접속부 포장 파손	부분재포장	0.10	0.15	m²	45	7	2순위
배수시설	배수관 이음부 누수	정비	1.00	1.00	EA	70	70	2순위
방호벽	균열(0.3mm미만)	표면처리	204.40	76.65	m²	85	6,515	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	541		72,674		11,354		
	재경비 (순공사비의 50%)	271		36,337		5,677		
	합계	812		109,011		17,031		
개략공사비 총계(천원)		126,854						

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.

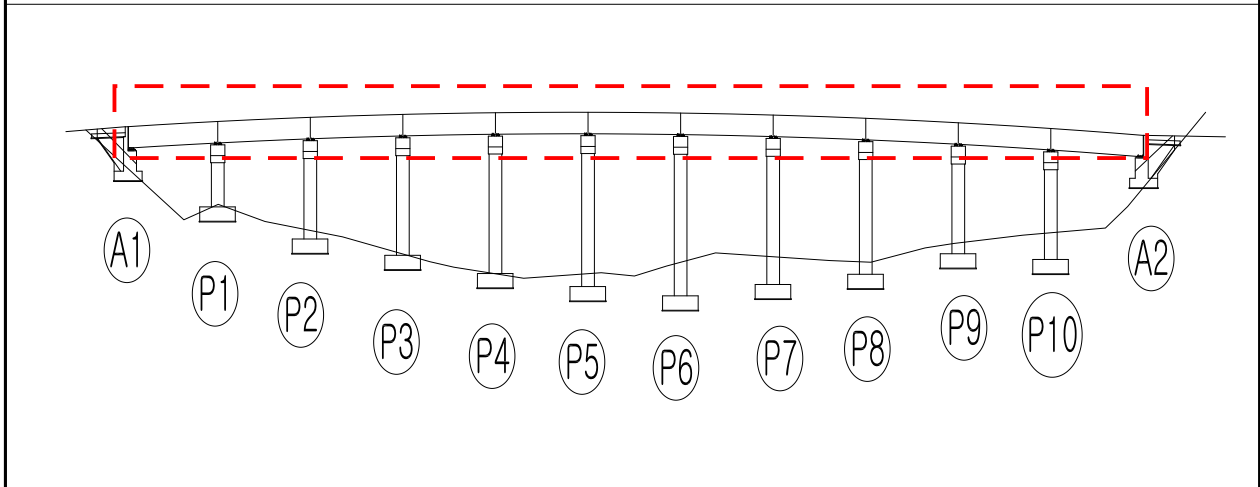
【표 1.7.5】 중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상



① 교면포장 아스콘 파손 및 균열 - 진전 여부확인



1.8 종합결론

본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 교량으로서 총 연장 545.0m, 폭 28.9~52.0m, 왕복 6차로로 2002년도에 준공되어 약 22년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험(범물방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 백태 손상이 확인되었으며, 일부 구간에 들뜸, 파손이 발생하였다.
- 바닥판에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화 등의 원인에 의한 비구조적 미세균열로서 표면 보수를 통한 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단되며, 균열부 백태 및 백태의 경우 손상부 우수유입에 의한 손상으로 현재 경미한 상태로 확인되었고, 손상부는 표면처리 등의 조치가 필요하다.
- 바닥판에 발생한 들뜸, 파손은 시공 중 외부 충격, 공용중 외기 영향에 따른 손상 진전에 따른 손상으로 부재의 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

2) Steel Box Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 상태로 확인되었으며, 일부 구간에 조류서식으로 인한 이물질 퇴적이 조사되었다. 거더외부는 일부 구간에서 외부 충격에 의한 도장긁힘 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부의 외관조사 결과, 대체로 손상이 없는 상태이며, 일부 구간에서 조류서식에 따른 배설물 등의 이물질 퇴적이 확인되었다. 기 손상은 방치시 도장손상 등의 2차 손상을 발생할 수 있으므로 정비가 필요하며, 정비 후 도장보수 등의 추가 조치가 필요한 것으로 판단된다.
- 거더외부의 외관조사 결과, 도장긁힘의 경우 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 가로보

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

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1지점에 균열(0.3mm미만)이 발생하였으며, A2지점은 인접구간 공사로 인한 법면 유실이 조사되었다.
- 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 온도변화 등의 원인에 의한 균열로 부재의 손상진전방지를 위한 조치가 필요하며, 기 손상인 균열(0.3mm미만)의 경우 보수가 된 상태이다.
- 법면보호블록 유실은 인접구간 공사로 인해 발생한 손상으로 공사가 완료된 후 재시공을 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 우수유입으로 인한 표면열화, 누수오염이 확인되었으며, 일부 구간에서 폐자재 적치, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상) 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 표면열화, 누수오염 손상은 장기공용 및 우수, 외기에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 전회와 비교시 진전이 미미한 상태이다. 현재 발생한, 표면열화 등은 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 이물질퇴적(조류서식), 폐자재 적치는 조류서식, 시공 후 뒤처리 미흡에 의한 손상으로 거터 내부의 이물질퇴적과 더불어 정비가 필요하다.

6) 교량받침

- 현장조사 결과, 무수축몰탈균열(0.3mm미만)이 조사되었으며, 전회 점검이후 이동량 표시계 탈락은 보수가 실시된 것으로 확인되었다.
- 교량받침에 조사된 손상에 대해 보수가 실시되었으며, 보수부의 상태는 양호한 상태이다. 현재 손상은 없으나, 원활한 유지관리를 위하여 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시한다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과, 전반적으로 손상은 없는 상태로 확인되었으며, 일부 구간에서 유간 내 이물질퇴적이 조사되었다.
- 금회 조사된 공용시 본체에서 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 조사되었다. 기 손상에 대해서는 원활한 신축거동을 위하여 주기적인 정비가 필요한 것으로 판단된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 13.0℃(03월 27일)로써 이때 측정유간은 32.0~70.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장의 현장조사 결과, 포장부 망상균열, 포장 균열, 포장 파손, 접속부 파손, 접속부 이격 등의 손상이 발생하였다.
- 교면포장의 망상균열 및 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 조사된 포장 파손 접속부 파손의 경우 주행성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.
- 접속부 이격의 경우 접속부 침하, 시공미흡에 의한 손상으로 추정되며, 현재 경미한 상태로 손상의 진전여부 확인 등의 주의관찰이 요구된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구는 일부 구간에서 막힘이 조사되었으며, 배수관은 연결된 탈락이 4개소 확인되었다.
- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 공용기간 경과 및 추량통행에 의한 비산물퇴적 등의 원인으로 이물질퇴적이 일부 발생하였으며, 기 손상은 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
- 배수관에서 조사된 연결된 탈락은 장기 공용 및 시공미흡에 의한 손상으로 배수관의 탈락 방지를 위한 정비가 필요하다.

10) 방호벽

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열이 확인되었다.
- 난간에 발생한 균열(0.3mm미만) 및 망상균열의 경우 초기 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적 원인에 의한 손상으로 표면처리 등의 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 28.9~33.1MPa, 하부구조(교각) 25.5~28.5MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 10.5~13.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 6.0~6.5mm로 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

- 바닥판하면의 외관조사 결과, 일부 구간에서 균열(0.3mm미만), 백태가 조사되었다.
- 바닥판하면에 발생한 균열, 백태 손상은 건조수축, 온도변화, 손상부 우수유입 등에 의해 발생한 비구조적인 손상으로서 내구성 저하방지를 위한 표면보수 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2) Steel Box Girder

- 거더에 대한 현장조사 결과, 거더내부는 안전성에 영향을 미칠만한 손상이 없는 상태로 확인되었으며, 일부 구간에 조류서식으로 인한 이물질 퇴적이 조사되었다. 거더외부는 일부 구간에서 도장박리, 박락이 조사되었으며, 외부 충격에 의한 도장긁힘, 공용년수 증가로 인한 볼트 부식 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부의 외관조사 결과, 대체로 손상이 없는 상태이며, 일부 구간에서 조류서식에 따른 배설물 등의 이물질 퇴적이 확인되었다. 기 손상은 방치시 도장손상 등의 2차 손상을 발생할 수 있으므로 정비가 필요하며, 정비 후 도장보수 등의 추가 조치가 필요한 것으로 판단된다.

- 거더외부의 외관조사 결과, 도장균형 및 박리, 박락의 경우 외부충격 및 시공미흡에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 볼트 부식은 지속적인 외기영향으로 인해 표면부식이 발생하였으며, 손상진전 방지를 위한 도장보수가 필요한 상태이다.

3) 가로보

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 일부 구간에서 부식 및 변형이 확인되었다.
- 가로보 및 세로보의 외관조사 결과, 전반적으로 손상이 없는 상태이며, 일부 구간에서 가로보 부식 및 변형이 관찰되었다. 기 발생한 손상은 손상의 정도가 경미한 수준으로 보수보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

4) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 외관조사 결과, A1에 재균열, 실란트 파손 등의 발생하였으며, 법면 일부 구간에 침하 및 보호블록 밀림이 관찰되었다. A2지점은 홍벽 일부 구간에 파손 및 철근노출이 발생한 것으로 조사되었다.
- 교대에 발생한 재균열(0.3mm미만)은 건조수축, 보수재 열화 등의 원인에 의해 발생한 비구조적인 균열로 부재의 내구성 확보 차원의 조치가 필요하며, 실란트 파손은 재료의 노후화 및 온도변화로 인해 발생한 손상으로 추가 손상방지를 위한 조치가 필요하다.
- 파손 및 철근노출의 경우 외부충격 및 시공미흡으로 인한 손상으로 내구성 확보를 위한 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 법면보호블록 침하 및 밀림은 시공이후 잔류침하로 인해 발생한 손상으로, 이전 점검과 비교 시 진전은 없는 상태로, 추가 침하는 없을 것으로 판단된다. 따라서, 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시한다.

5) 교각

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 표면열화(누수오염), 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.
- 교각에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 균열로서 표면보수를 실시하여 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다. 외부 우수유입으로 인한 표면열화 및 누수오염 등은 표면처리 등의 유지관리가 필요하며, 이물질퇴적은 콘크리트의 열화 발생의 원인이 되므로 정비를 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

6) 교량받침

- 교량받침 현장조사 결과, 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열(폭 0.3mm미만)이 일부 발생한 것으로 조사되었다.
- 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세균열로 확인되었으며, 현 상태에서 시급한 보수보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수 및 표면처리하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 현장조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만), 후타재 망상균열, 후타재 들뜸, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 조사되었다.
- 신축이음에 발생한 후타재 박리 손상은 차량 통행하중 및 충격, 콘크리트 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였으며, 측정일 온도는 13.0℃(03월 27일)로써 이때 측정유간은 31.0~80.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장 현장조사 결과, 전구간에 포장부 망상균열이 확인되었고, 일부 접속부 포장 파손이 확인되었다.
- 교면포장에 발생한 아스콘 균열 손상은 재료의 공용년수 증가에 따른 노후화, 온도변화에 따른 신축에 의한 손상으로 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
- 일부 구간에 발생한 아스콘 파손, 접속부 파손의 경우 지속적인 차량 윤회하중 및 충격하중에 의한 손상으로 추정되며, 차량의 원활한 주행성 확보를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

9) 배수시설

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구는 손상이 없는 것으로 확인되었으며, 배수관은 대체로 양호한 상태이나, 일부 구간에서 이음부 누수가 확인되었다.
- 배수구는 현재 양호한 상태이며, 배수관 일부에서 공용기간 경과 및 이음부 이격에 의한 누수가 확인되었다. 기 손상에 대해서는 원활한 배수를 위하여 조치가 필요한 것으로 판단된다.

10) 방호벽

- 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만) 손상이 전구간에 걸쳐 다수 발생된 것으로 조사되었다.
- 방호벽에 발생한 균열은 초기 건조수축, 공용기간 증가, 조기 거푸집 탈형 등 원인에 의한 손상으로 손상 진전방지를 위한 조치가 요구된다.

11) 교량 점검시설

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

12) 공중이 이용하는 부위

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

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 29.2~31.5MPa, 하부구조(교각) 24.3~27.8MPa 로 측정 되었고, 전반적으로 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교각: 24.0 MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 11.0~11.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 8.5~9.0mm로 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(2022년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.154에서 0.145로 0.009 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 감소한 주요 원인은 전반적으로 보수를 실시한 것으로 조사되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.

라. 결론

- 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.

1.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

1.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 교면포장 아스콘 파손 및 균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

1.8.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

