

제2편 시 설 물 편



3. 연호고가교

3.1 시설물 개요

3.2 자료수집 및 분석

3.3 현장조사

3.4 콘크리트 내구성조사

3.5 상태평가

3.6 종합평가 및 안전등급 지정

3.7 보수·보강 및 유지관리 방안

3.8 종합결론

3. 연호고가교

3.1 시설물의 개요

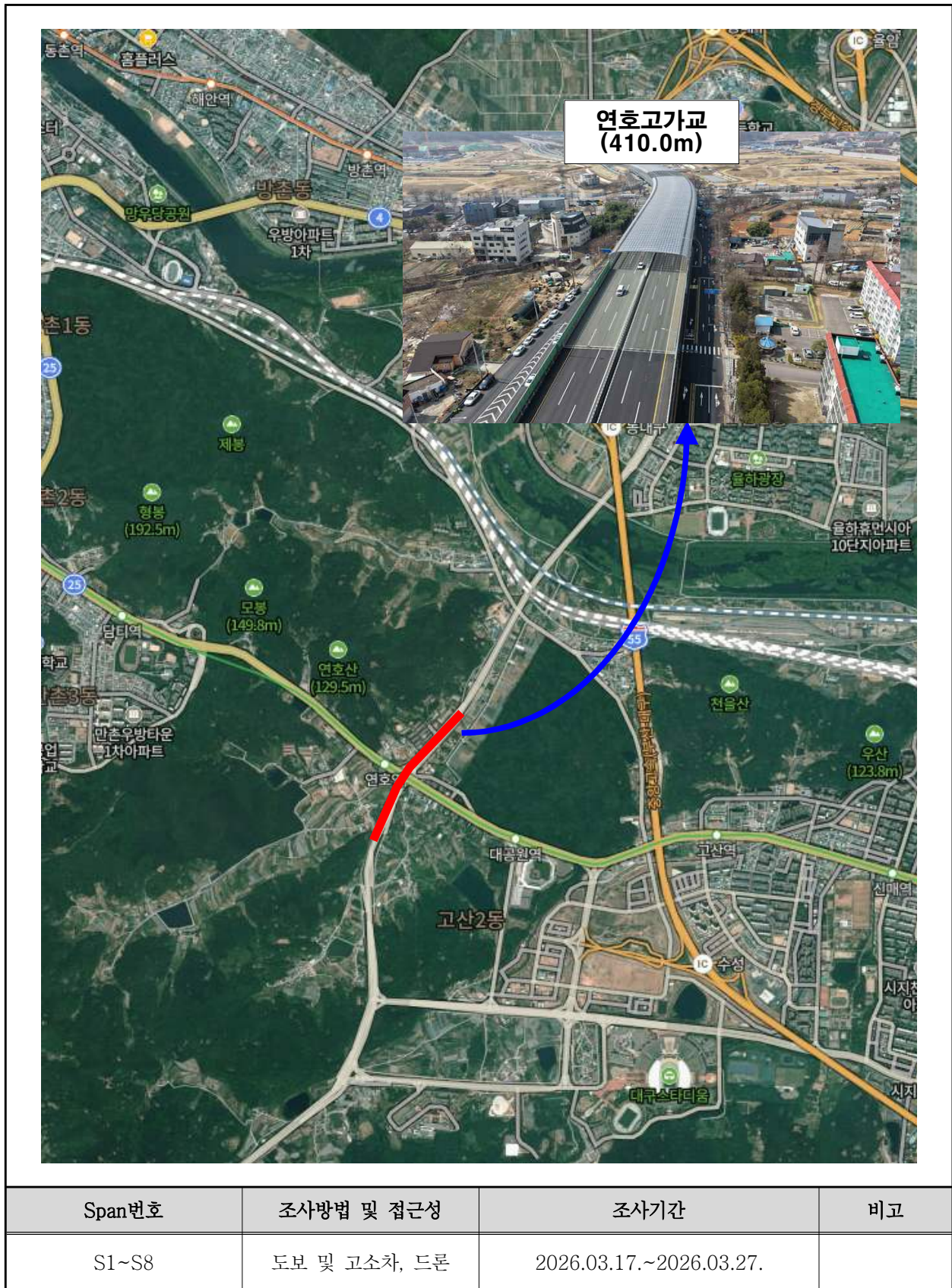
본 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 교량으로 총 연장 410.0m, 폭 28.9m로 시공되어 있다.

3.1.1 일반사항

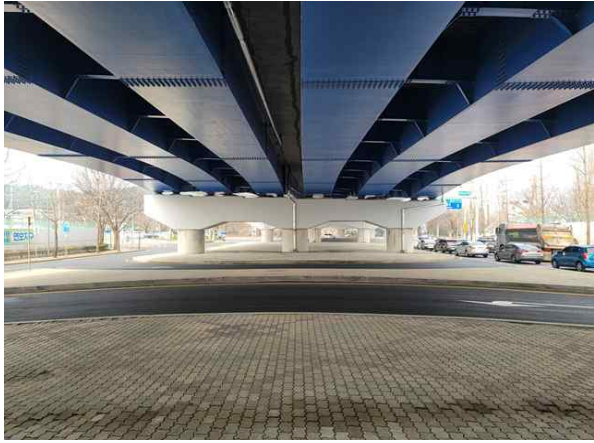
【표 3.1.1】 연호고가교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2003-0000494		관리번호		동부교량-1	
시설물위치		대구광역시 수성구 연호동		준공년월일		2002. 08. 24	
설계하중		DB-24 (DL-24)		노 선 명		고속국도 301호선	
제원	연장	L=410.0m (3@50m+60m+4@50m)					
	폭	B=28.9m, 왕복 6차로					
구조 형식	상부	Steel Box Girder	기초 형식	교 대	파일기초		
	하부	3주식(일체형)		교 각	P1, P2 : 파일기초		
교량받침		납면진받침(L.R.B)		신축이음		A1 : Finger Joint A2 : 저소음굴절형 Joint	
교차시설물		S7,8 하면 체육시설 설치		통과높이		6.0m	
부착시설내용		방음벽, 방음터널					
시 공 자		코오롱건설(주)		관리주체		대구동부순환도로(주)	

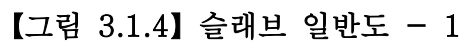
3.1.2 위치도 및 전경사진

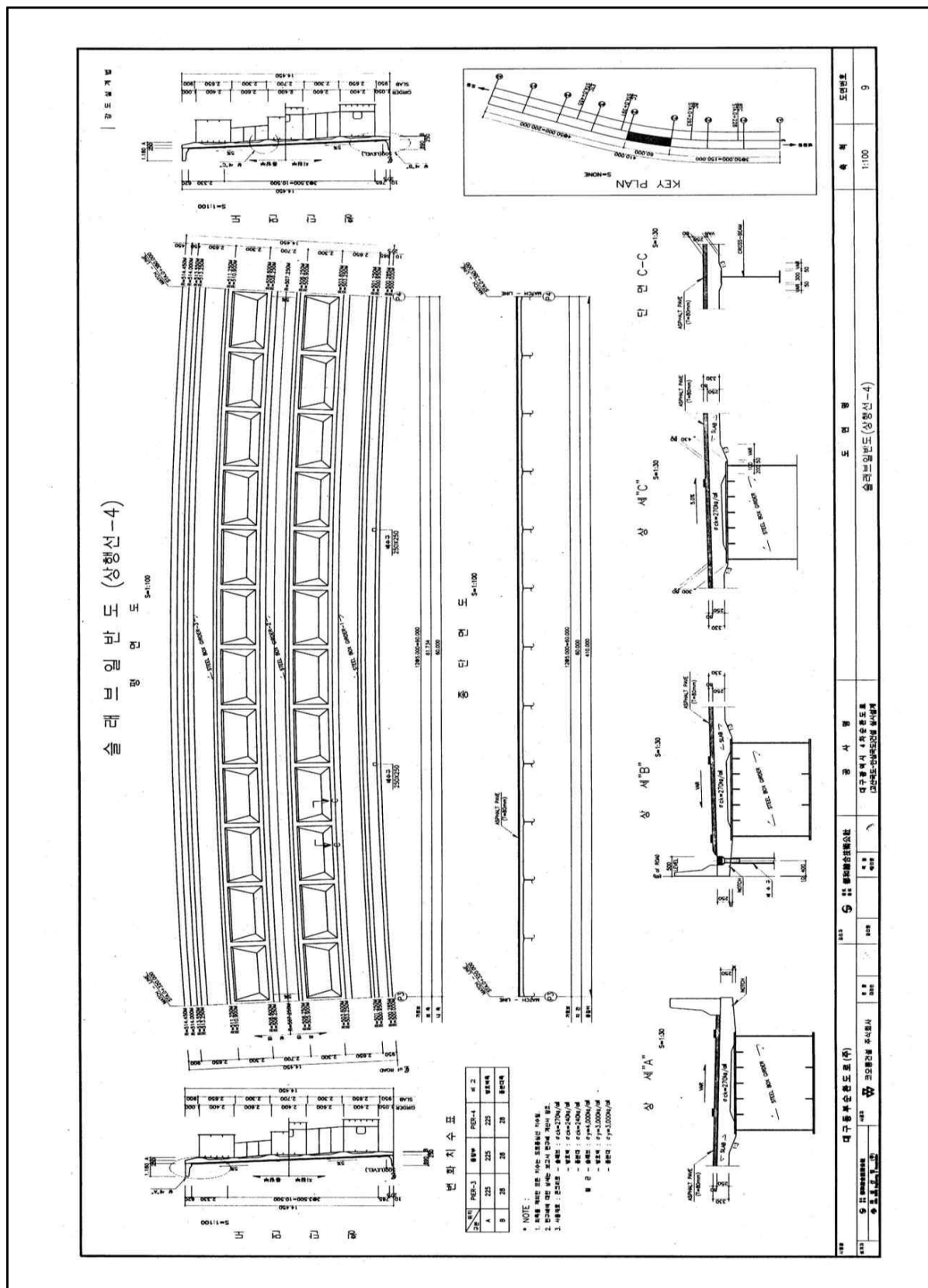


【그림 3.1.1】 위치도

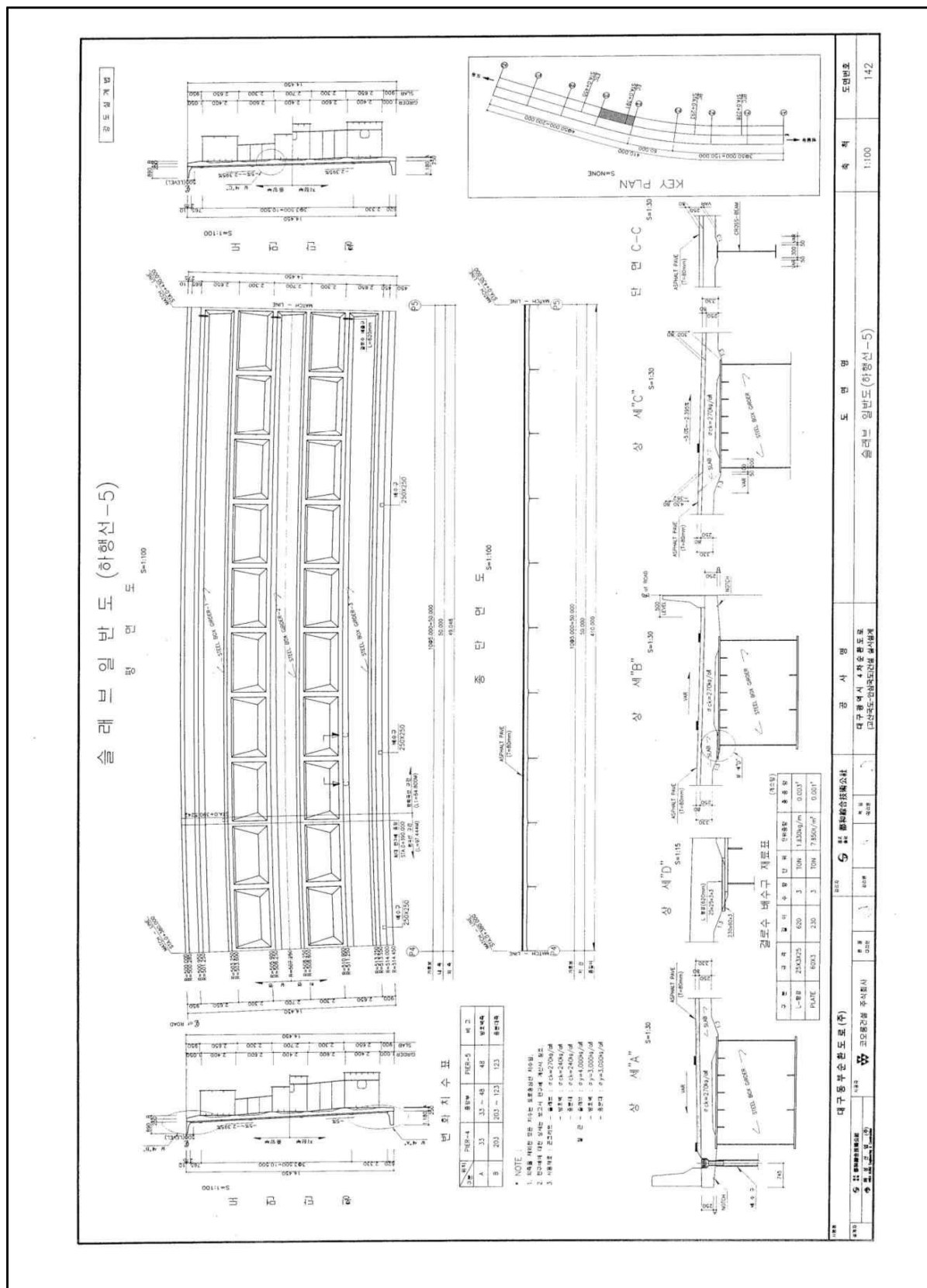
	
교면포장 전경	바닥판하면 전경
	
거더외부 전경	거더내부 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 3.1.2】 부재별 현황

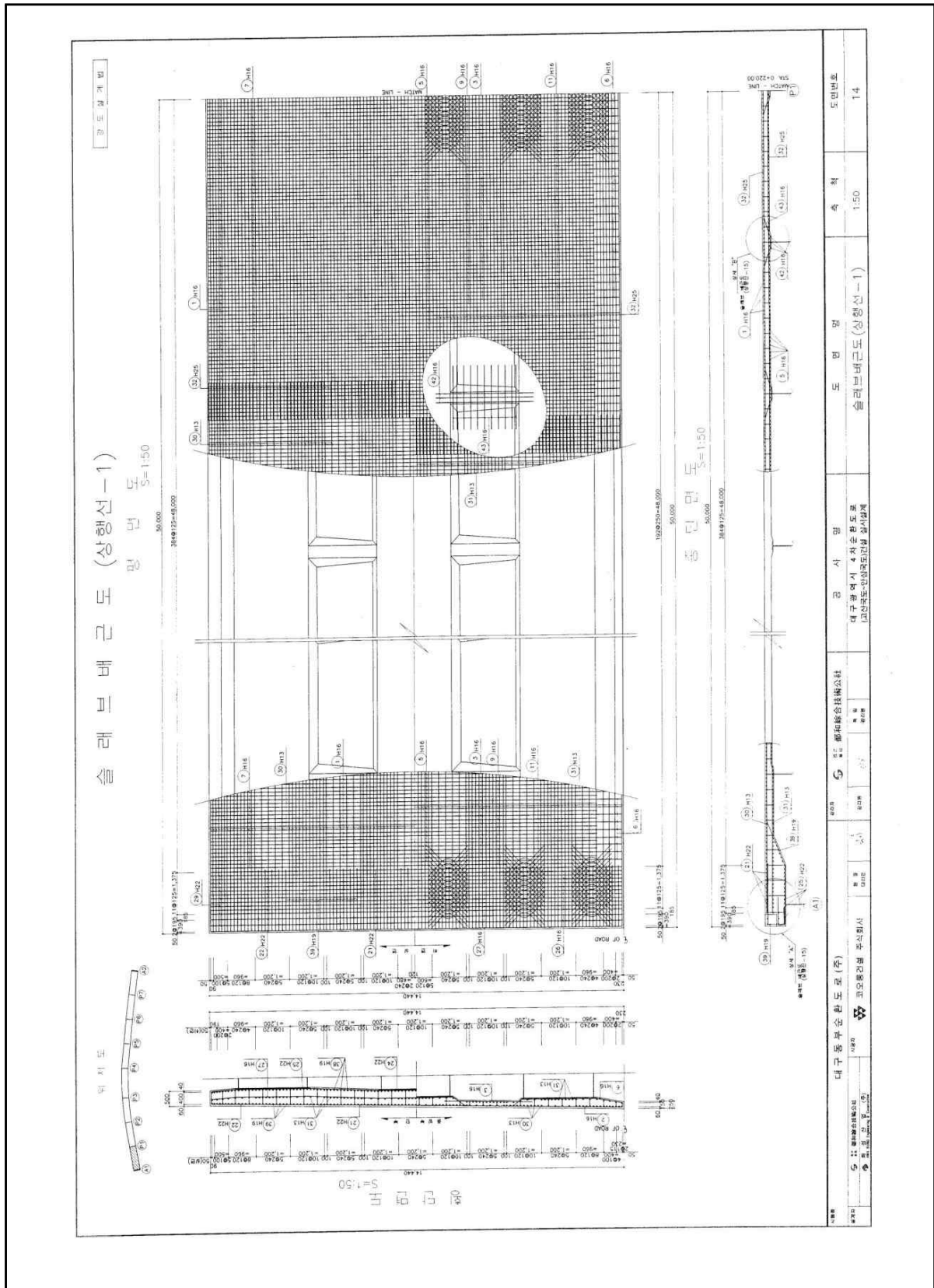




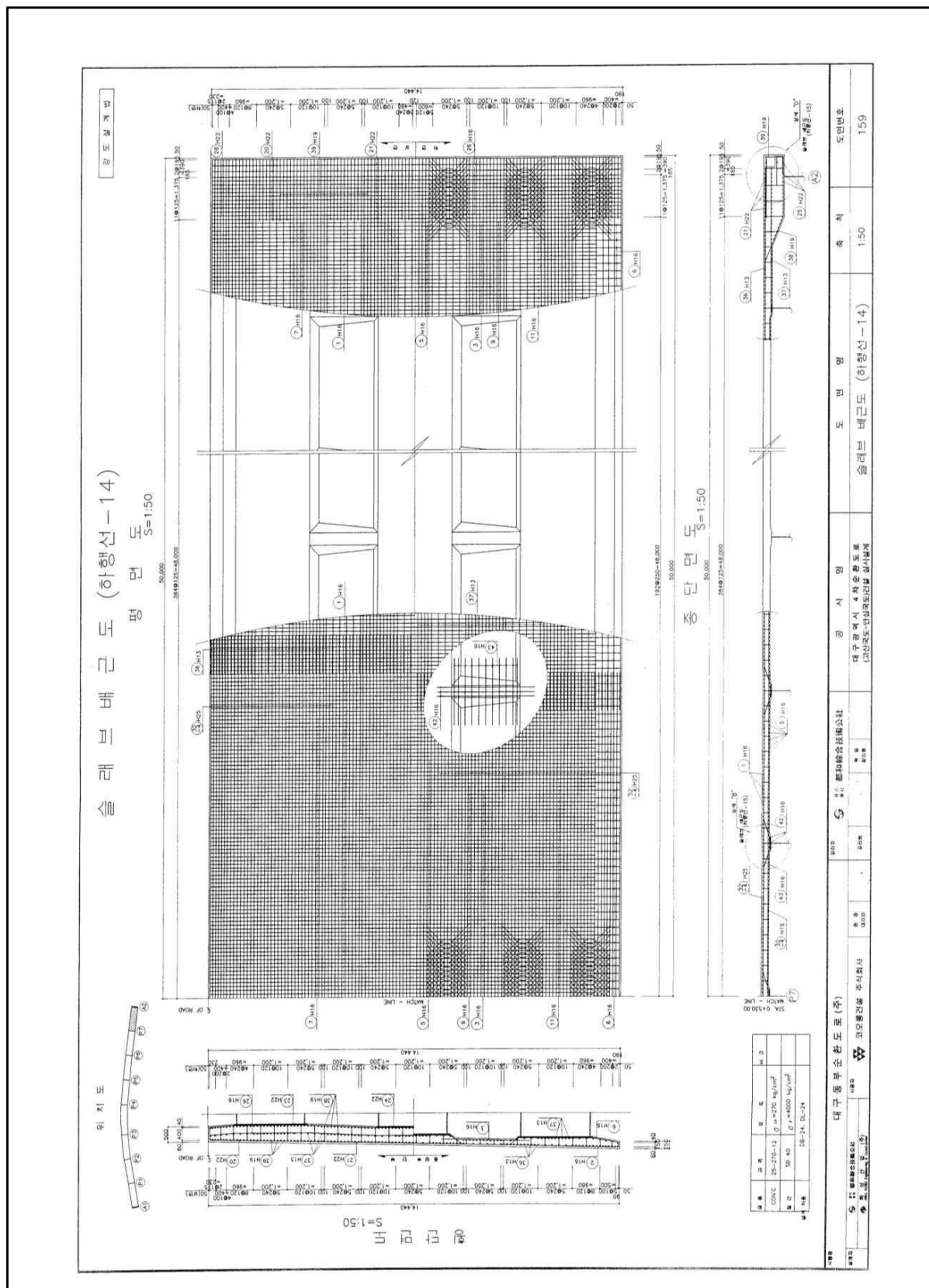
【그림 3.1.5】 슬래브 일반도 - 2

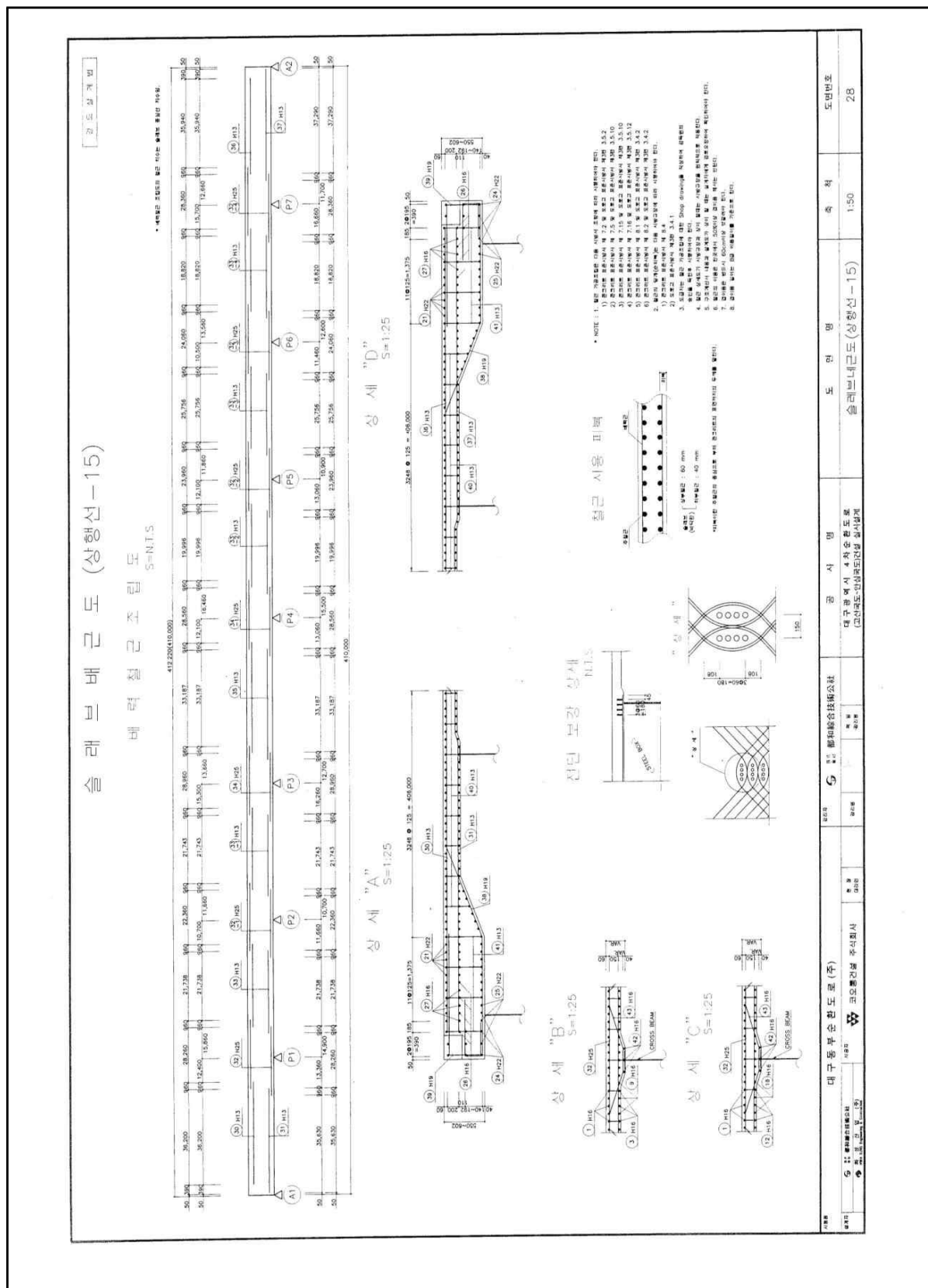


【그림 3.1.6】 슬래브 일반도 - 3

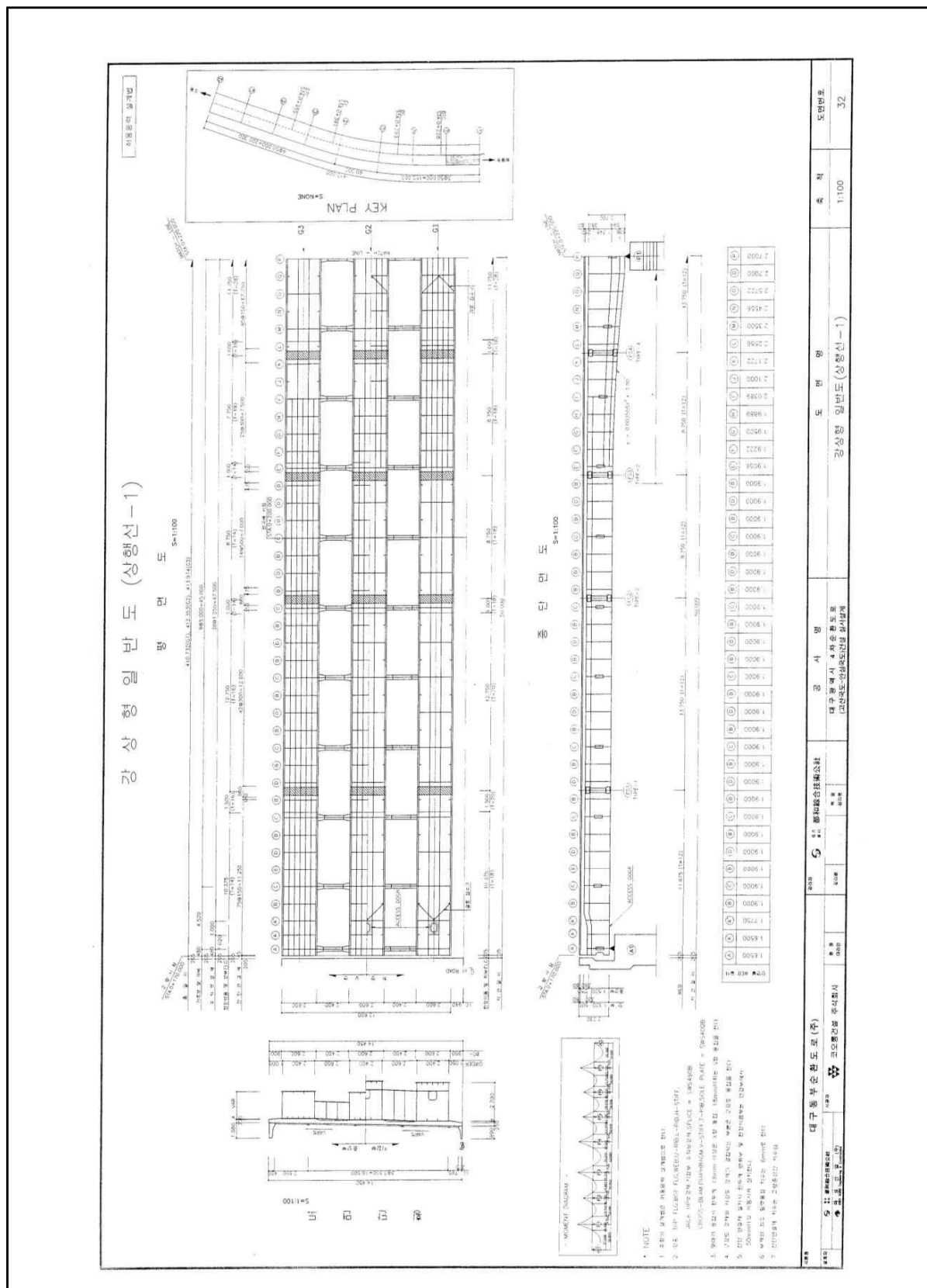


【그림 3.1.7】 슬래브 배근도 - 1

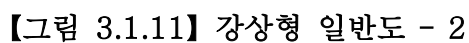


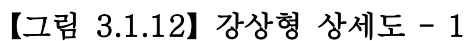


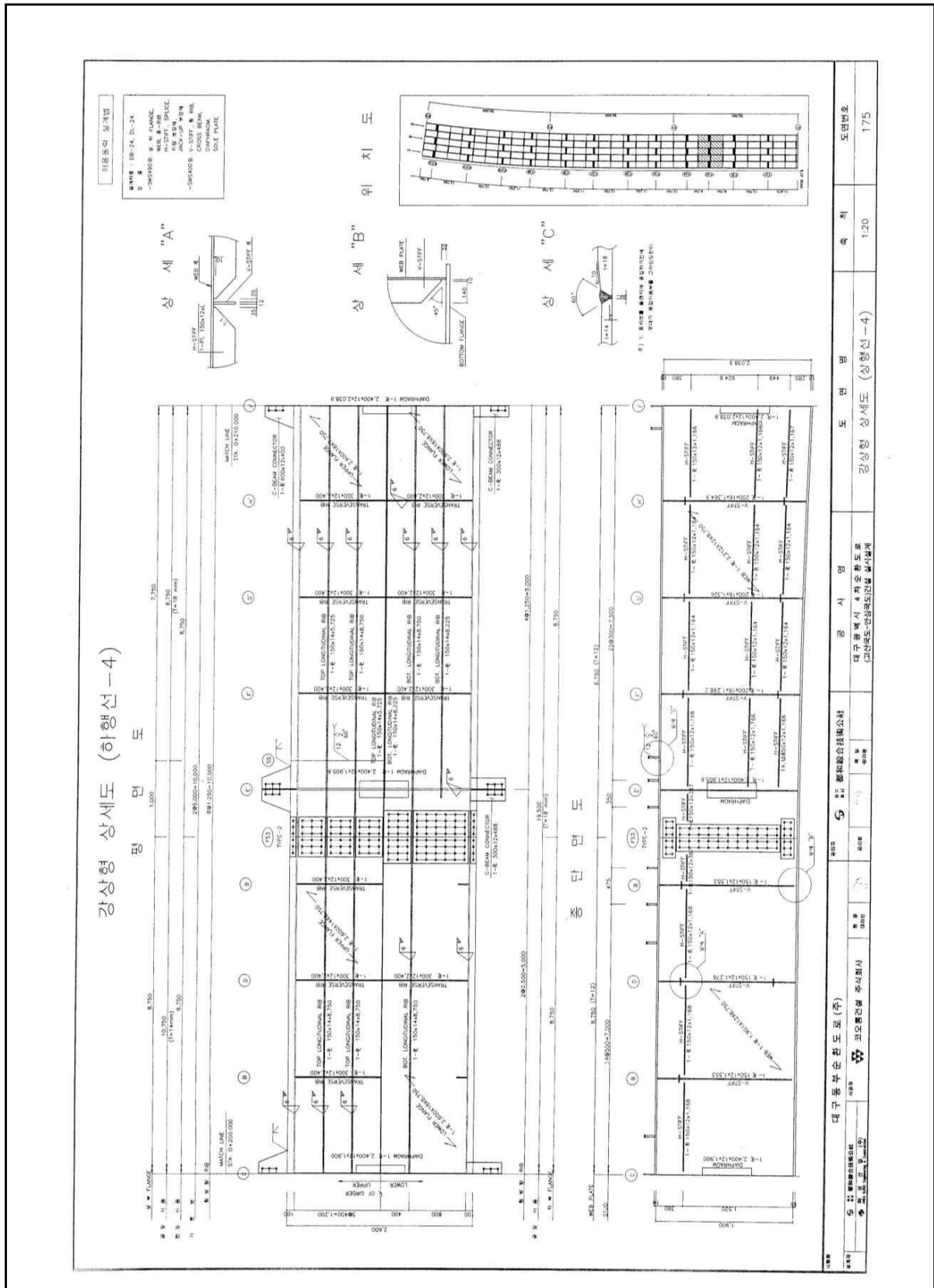
【그림 3.1.9】 슬래브 배근도 - 3



【그림 3.1.10】 강상형 일반도 - 1

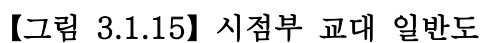


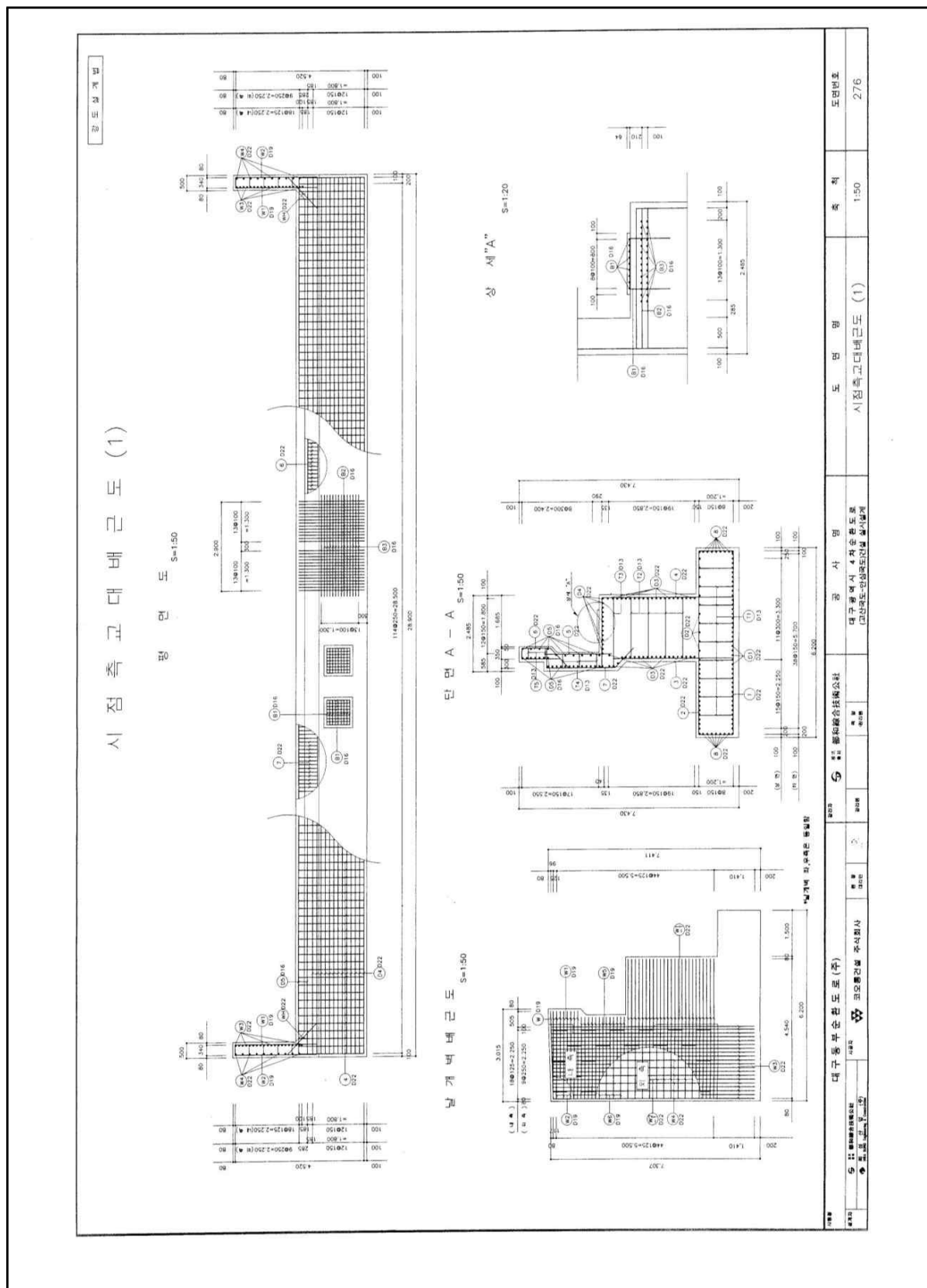




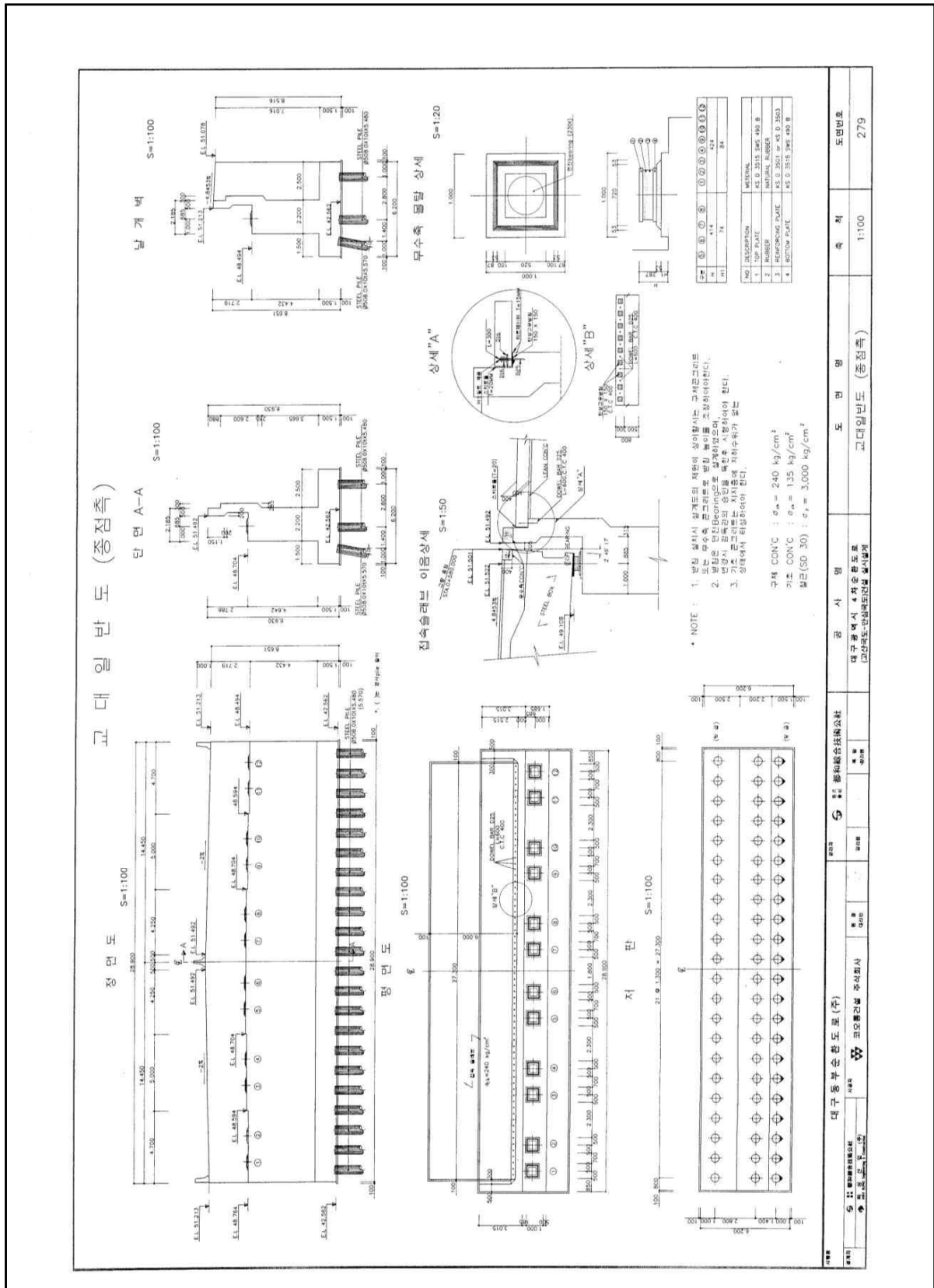
【그림 3.1.13】 강상형 상세도 - 2



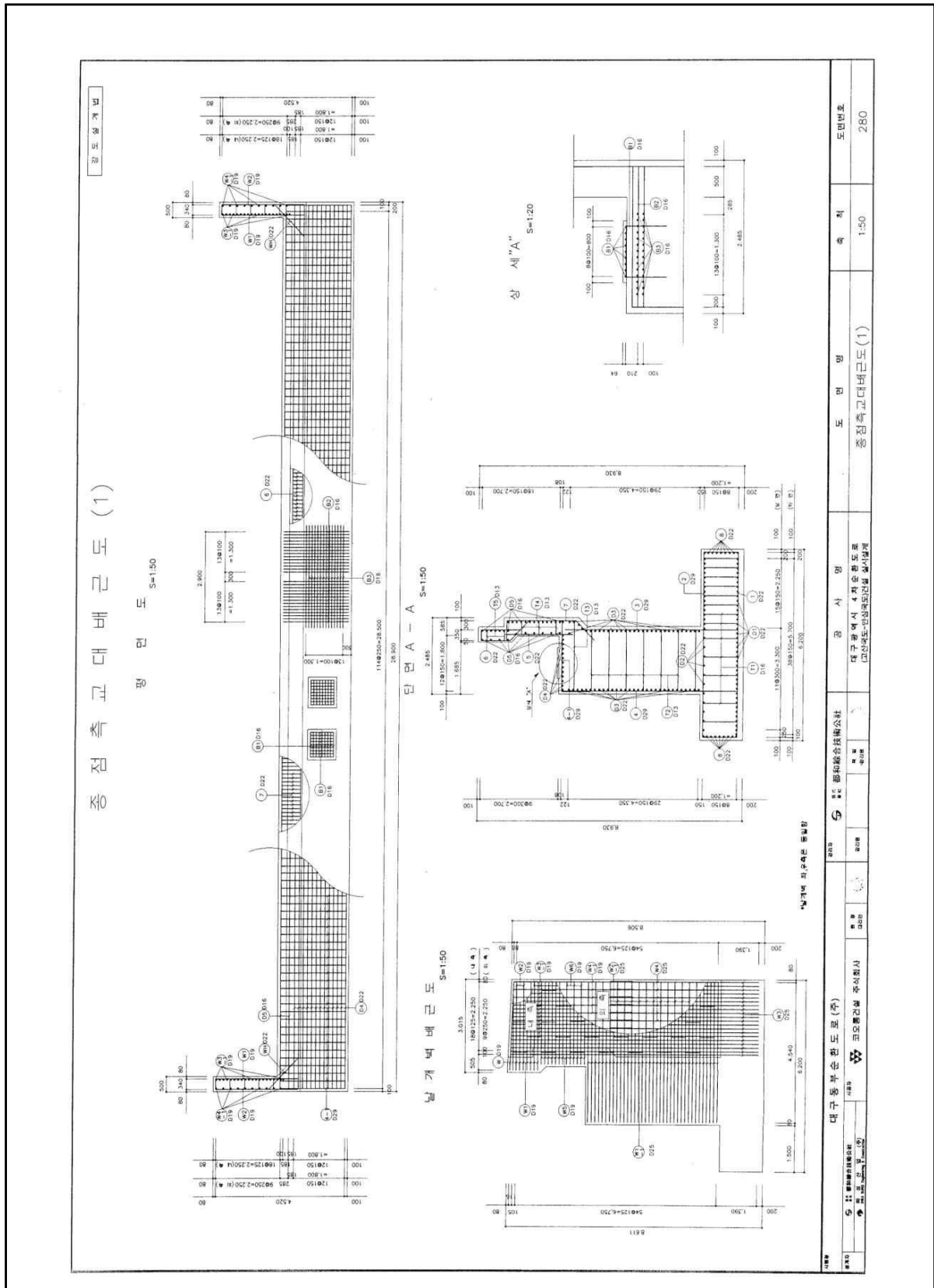


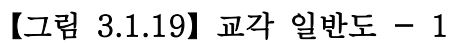


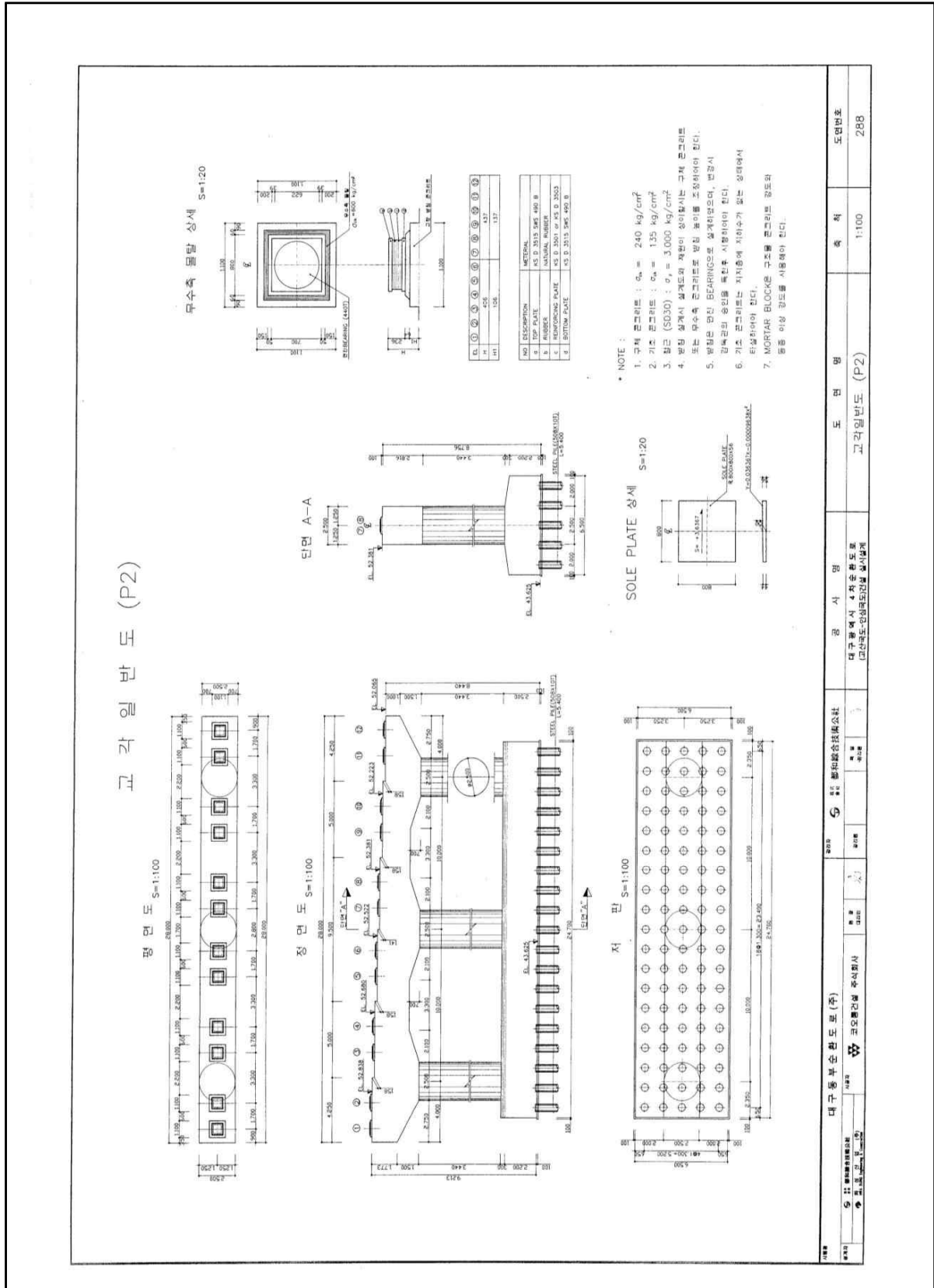
【그림 3.1.16】 시점부 교대 배근도



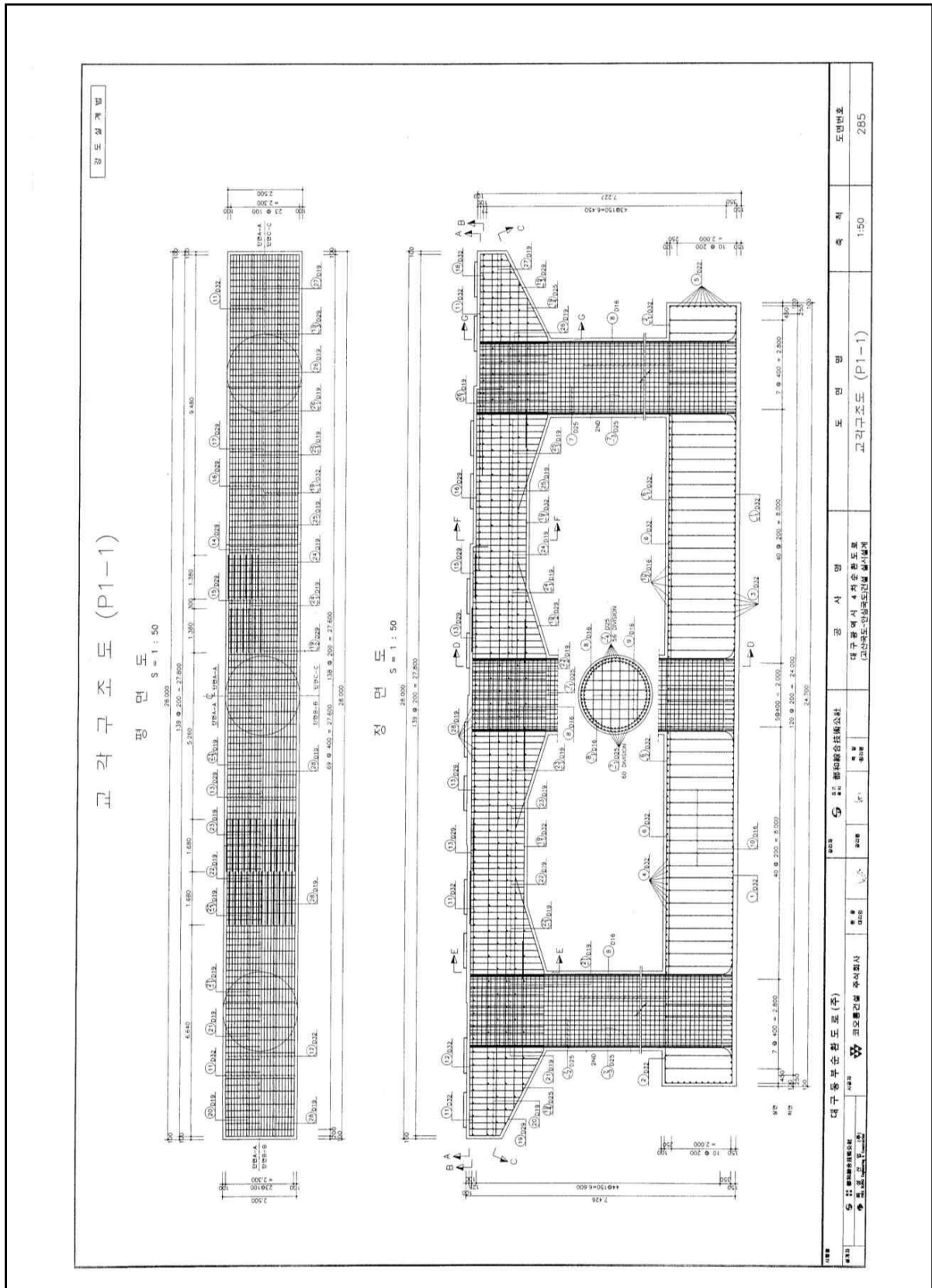
【그림 3.1.17】 중점부 교대 일반도



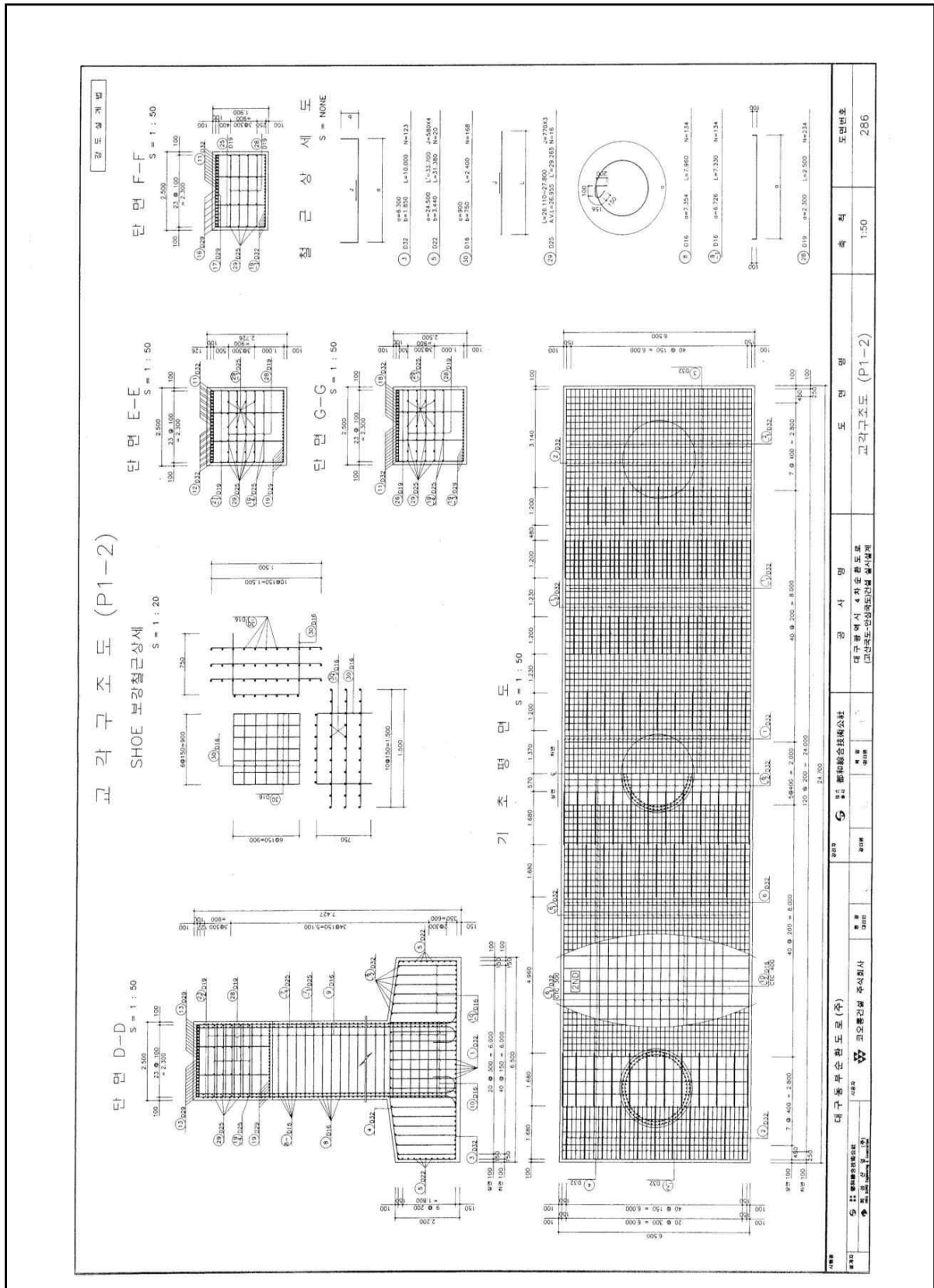




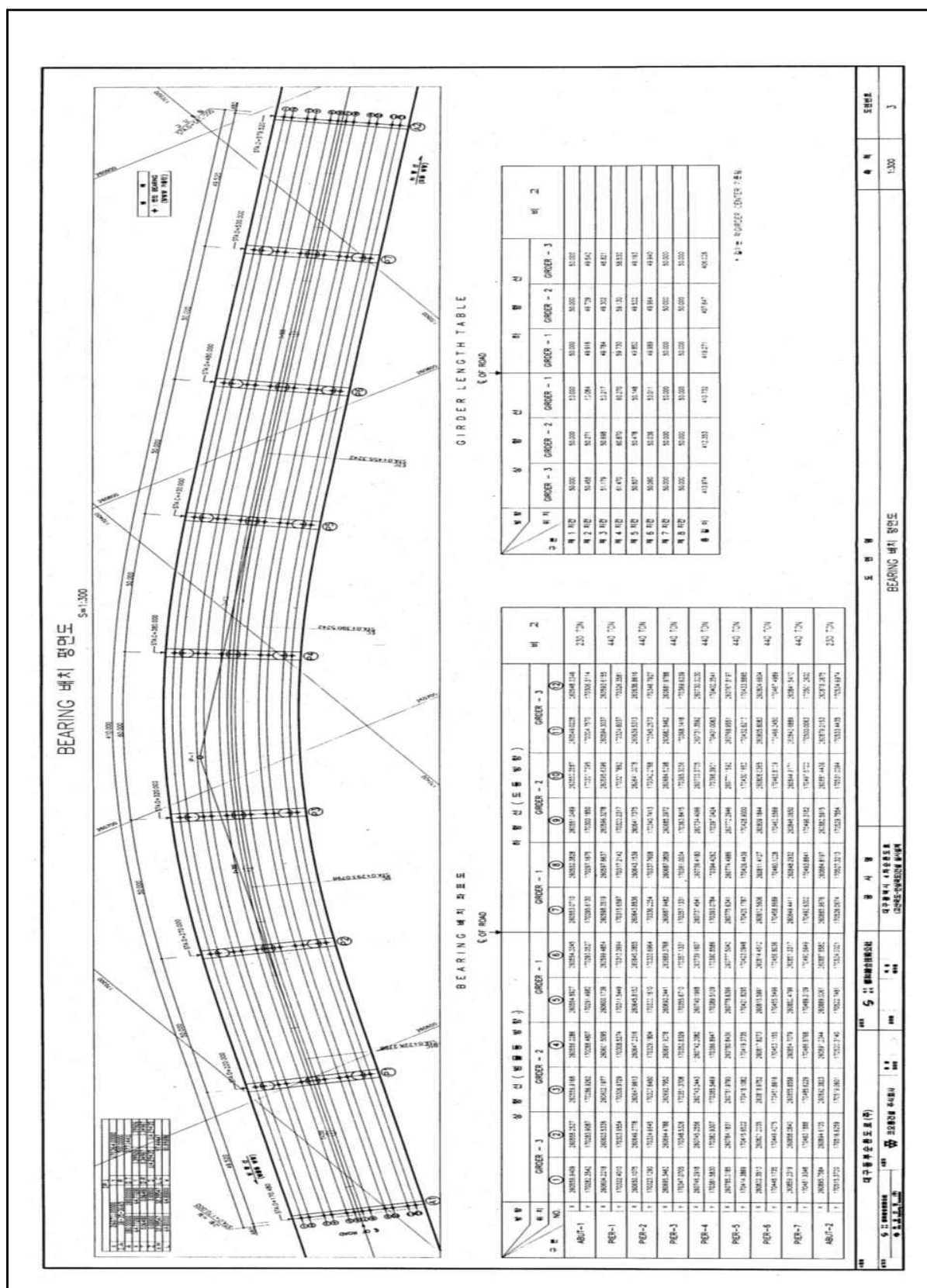
【그림 3.1.20】 교각 일반도 - 2



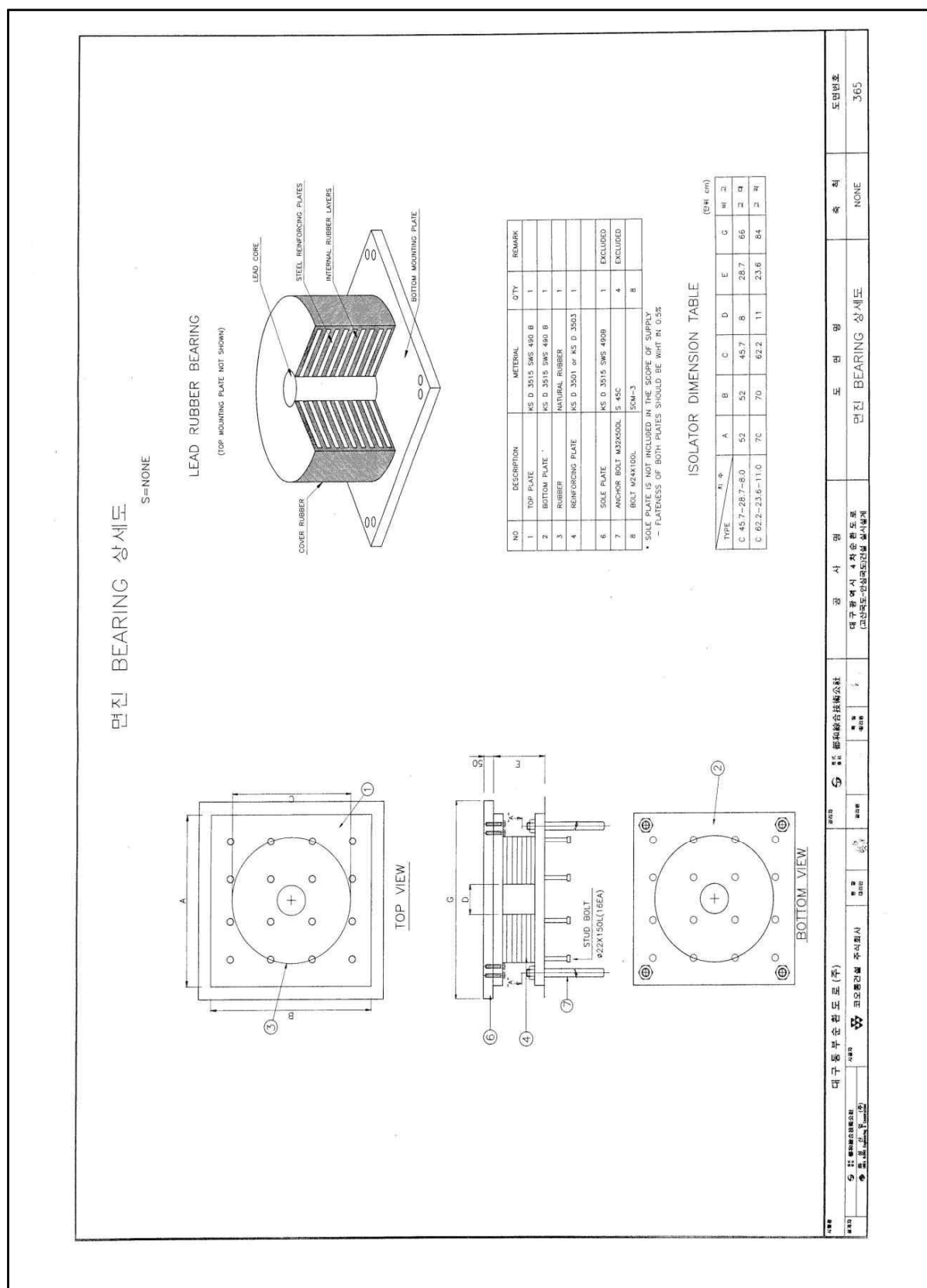
【그림 3.1.21】 교각 구조도 - 1



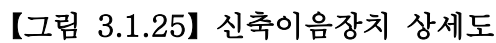
【그림 3.1.22】 교각 구조도 - 2

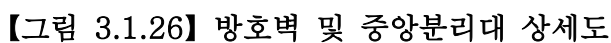


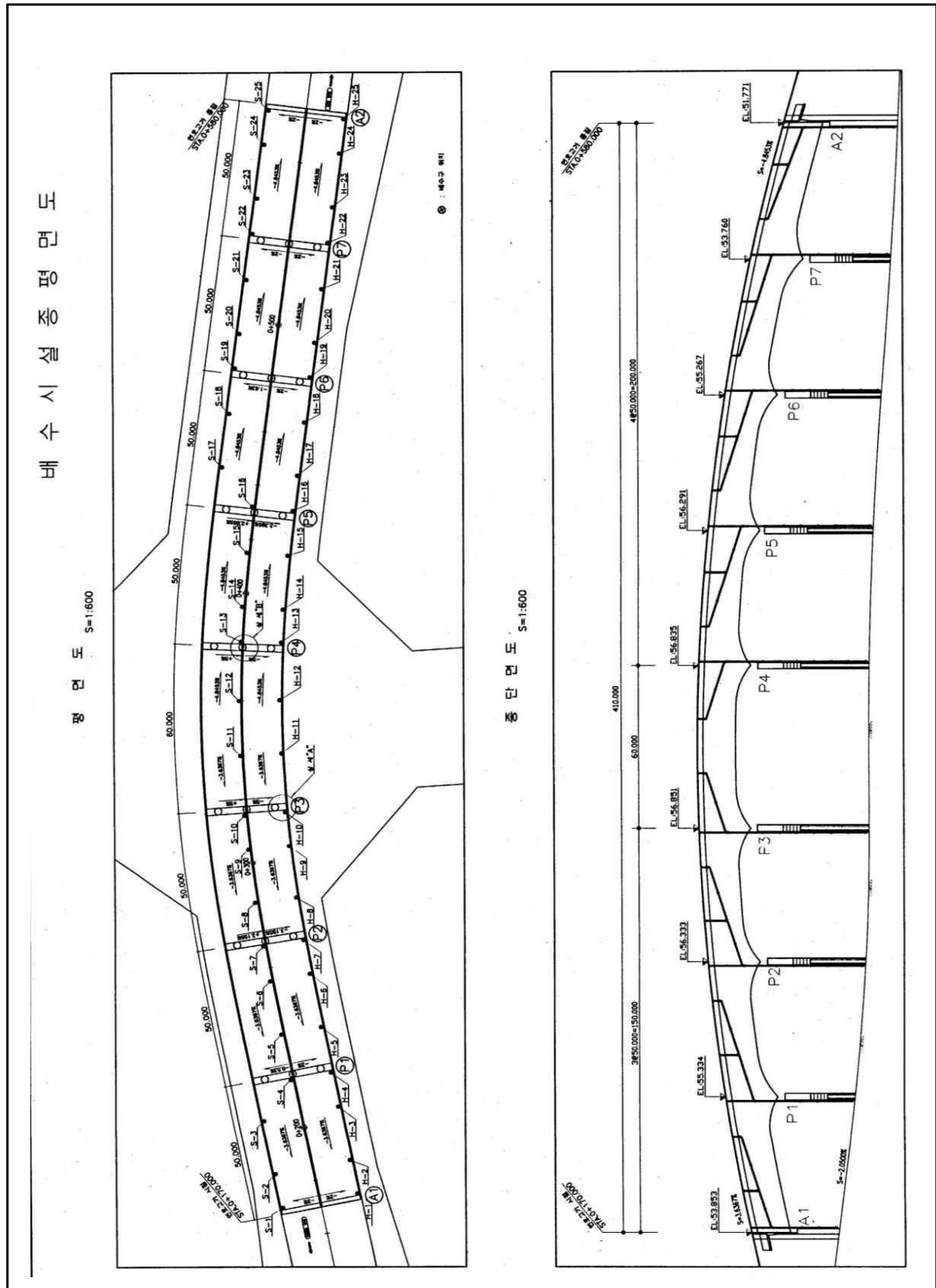
【그림 3.1.23】 교량받침 배치 평면도



【그림 3.1.24】 교량받침 상세도







【그림 3.1.27】 배수시설 평면도



3.2 자료수집 및 분석

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

3.2.1 준공도면(시설물의 준공도서 검토 분석)

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

【표 3.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	28,900	28,850	하부플랜지 두께	12	12.3
바닥판하면 두께	250	260	교대 폭	27,000	27,200
거더 높이	1,650	1,680	교각 폭	28,000	28,300
거더 하면	2,600	2,610	난간 및 연석 높이	1,100	1,100



【사진 3.2.1】 부재 현장측정 전경

3.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서

1) 설계기준

1. 설계조건

1.1 일반사항

- 1) 교량형식 : 8경간 연속 STEEL BOX GIRDER
- 2) 연 장 : 3 @ 50 + 60 + 4 @ 50 = 410.000 M
- 3) 폭 원 : 28.900 M
- 4) 교량등급 : 1 등교 (DB 24)
- 5) 곡선반경 : R = 500 M
- 6) 사 각 (SKEW) : 0 °

1.2 하중조건

1) 사 하중

- ㉠ 철근 콘크리트 : 2.50 t/m²
- ㉡ 아스팔트 표층 : 2.30 t/m²
- ㉢ 강 재 : 7.85 t/m³

2) 활 하중

- ㉠ 차륜 하중 : DB-24 PI = 2.4 ton
Pr = 9.6 ton
- ㉡ 차 선 하중 : DL-24 W = 1.27 ton/m
Pm = 10.8 ton
PI = 15.6 ton
- ㉢ 충격계수 :
$$1 + \frac{15}{40 + L} \leq 0.3$$

3) 바닥판 콘크리트의 크리프 - 합성형 (도.시 p242)

- 바닥판 콘크리트의 크리프계산(합성형)에 쓰이는 크리프 계수 : $\phi 1 = 2.0$

4) 바닥판 콘크리트와 강재들보와의 온도차 - 합성형 (도.시 p245)

- 바닥판 콘크리트와 강재들보와의 온도차 : $\Delta T = 10.0 ^\circ\text{C}$
- 바닥판 콘크리트와 강재들보의 선팽창계수 : $\alpha = 0.000012$

5) 바닥판 콘크리트의 건조수축 - 합성형 (도.시 p246)

- 최종수축률 : $\epsilon = 0.00018$
- 크리프계수 : $\phi 2 = 2\phi 1 = 4.0$

1.3 사용재료

1) 바닥판 콘크리트

- ㉠ $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$
- ㉡ $E_c = 250000 \text{ kg/cm}^2$ (도.시 p86)

2) 철근

- ㉠ $\sigma_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$
- ㉡ $E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2$ (도.시 p85)

3) 강재

- 주부재 : SWS 490B 부부재 : SWS 400B

1.4 허용응력

1.4.1 강재 (도.시 p124 ~ p125, p130)

1) 허용축방향 인장응력 및 허용휨인장응력

	SS40 SWS400 SMA41	SWS490	SWS490Y SWS520 SMA50	SWS570 SMA58
축 방향	1400	1900	2100	2600
인 장 응 력				

2) 허용축방향 압축응력 (국부좌굴 무시)

	SS40 SWS400 SMA41	SWS490	SWS490Y SWS520 SMA50	SWS570 SMA58
축 방향	$l/\gamma \leq 20$ 1400	$l/\gamma \leq 15$ 1900	$l/\gamma \leq 14$ 2100	$l/\gamma \leq 13$ 2600
압 축 응 력	$20 < l/\gamma \leq 93$ 1400 $-8.4(l/\gamma - 20)$ $93 < l/\gamma$ 12000000 $6700 \cdot (l/\gamma)^2$	$15 < l/\gamma \leq 80$ 1900 $-13(l/\gamma - 15)$ $80 < l/\gamma$ 12000000 $5000 \cdot (l/\gamma)^2$	$14 < l/\gamma \leq 76$ 2100 $-15(l/\gamma - 14)$ $76 < l/\gamma$ 12000000 $4500 \cdot (l/\gamma)^2$	$18 < l/\gamma \leq 67$ 2600 $-22(l/\gamma - 18)$ $67 < l/\gamma$ 12000000 $3500 \cdot (l/\gamma)^2$
비 고	· l : 부재의 유효좌굴 길이 (cm) · γ : 부재 종단면의 부재 2차 반경 (cm)			

1.5 설계방법

- 1) STEEL BOX GIRDER : 허용응력 설계법
- 2) 바닥판 SLAB : 강도설계법

1.6 참고문헌

- 1) 도로교표준시방서 - 건설교통부 1996년
- 2) 콘크리트표준시방서 - 건설교통부 1996년
- 3) 도로설계요령 - 한국도로공사 1992년

2) 구조검토 결과 요약_상부구조(바닥판)

3.4. 배력철근량 계산 (도.시 P450) 120 / $\sqrt{2,600} = 74.42\%$ > 67 % $\therefore$ 사용철근량에 67 % 이상 배근 15,888 $\times$ 0.67 = 10,645 cm^2 $\therefore$ USE $A_s = H \ 13 \ \phi \ 120 = 10,558 \text{ cm}^2$ (8.33 EA/M) TOTAL = 10,558 cm^2 3.5 사용성 검토 1) 종 방향 $M = M_d + M_l = 0.547 + 3.326 = 3.875 \text{ T.M}$ ④ 처짐 : 처짐계산을 하지 않을 경우 최소두께 검토 (콘.시 P146) $t_{min} = \left(\frac{2,600}{28} \right) \times \left(0.4 + \frac{4000}{7000} \right)$ $= 0.090 \text{ m} = 9.0 \text{ cm} < 25 \text{ cm} \therefore \text{O.K.}$ ⑤ 균열 - 인장철근 재원 : $A_s = 15.89 \text{ cm}^2$ $d_c = 4 \text{ cm}$ $d = 21 \text{ cm}$ $B = 100 \text{ cm}$ $p = A_s / (B \times d) = 0.0076$ - 유효인장 단면적 $A = 2 \times d_c \times B/n = 2 \times 4 \times 100 / 8 = 100 \text{ cm}^2$ - 철근의 인장 응력 $k = -n \cdot p + \sqrt{(2np + (np)^2)} = -8 \times 0.0076 + \sqrt{(2 \times 8 \times 0.0076 + (8 \times 0.0076)^2)} = 0.293$ $j = 1 - k / 3 = 1 - 0.293 / 3 = 0.902$ $\sigma_s = M / (A_s \cdot d \cdot j) = \frac{3.875 \times 10^4}{15.89 \times 21 \times 0.902} = 1267.425 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} = 2000 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{O.K.}$ - 콘크리트의 응력 $\sigma_c = 2M / (k \cdot j \cdot b \cdot d^2) = \frac{2 \times 3.875 \times 10^4}{0.293 \times 0.902 \times 100 \times 441} = 66.577 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 108 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{O.K.}$ ⑥ 휨 철근의 분포를 제한하는 수 Z 산정 (도.시 P402) $z = \sigma_s \cdot \sqrt{(d_c \cdot A)} = 1267 \times \sqrt{(4 \times 100)} = 9486 \text{ kg/cm}^2 < \frac{\text{(리노송)}}{23170 \text{ kg/cm}^2} \therefore \text{O.K.}$	2) 연달레바 $M = M_d + M_l = 1.225 + 1.920 = 3.145 \text{ T.M}$ ④ 처짐 : 처짐계산을 하지 않을 경우 최소두께 검토 (콘.시 P146) $t_{min} = \left(\frac{1,000}{10} \right) \times \left(0.4 + \frac{4000}{7000} \right)$ $= 0.097 \text{ m} = 9.7 \text{ cm} < 30 \text{ cm} \therefore \text{O.K.}$ ⑤ 균열 - 인장철근 재원 : $A_s = 15.89 \text{ cm}^2$ $d_c = 6 \text{ cm}$ $d = 24 \text{ cm}$ $B = 100 \text{ cm}$ $p = A_s / (B \times d) = 0.0066$ - 유효인장 단면적 $A = 2 \times d_c \times B/n = 2 \times 6 \times 100 / 8 = 150 \text{ cm}^2$ - 철근의 인장 응력 $k = -n \cdot p + \sqrt{(2np + (np)^2)} = -8 \times 0.0066 + \sqrt{(2 \times 8 \times 0.0066 + (8 \times 0.0066)^2)} = 0.277$ $j = 1 - k / 3 = 1 - 0.277 / 3 = 0.908$ $\sigma_s = M / (A_s \cdot d \cdot j) = \frac{3.145 \times 10^4}{15.89 \times 24 \times 0.908} = 908.352 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} = 2000 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{O.K.}$ - 콘크리트의 응력 $\sigma_c = 2M / (k \cdot j \cdot b \cdot d^2) = \frac{2 \times 3.145 \times 10^4}{0.277 \times 0.908 \times 100 \times 576} = 43.465 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 108 \text{ kg/cm}^2 \therefore \text{O.K.}$ ⑥ 휨 철근의 분포를 제한하는 수 Z 산정 (도.시 P402) $z = \sigma_s \cdot \sqrt{(d_c \cdot A)} = 908.4 \times \sqrt{(6 \times 150)} = 8770 \text{ kg/cm}^2 < \frac{\text{(리노송)}}{23170 \text{ kg/cm}^2} \therefore \text{O.K.}$
---	--

3) 구조검토 결과 요약_상부구조(거더)

6. 주형 단면 검토

(1) SECTION TYPE : 1 (244절점 + 0.375M지점)

• 슬래브 유효폭 (b_{eff}) :	470.00	cm
• 슬래브 두께 (t_{sl}) :	25.00	cm
• 한지 (t_h) :	5.00	cm
• 플랜지 폭 (전체폭) (b_{fl}) :	260.00	cm
• 상연플랜지 폭 (b_{fl}) :	260.00	cm
• 상연플랜지 두께 (t_{fl}) :	1.40	cm
• 상연플랜지 높이 :	1.40	cm
• 상연플랜지 갭수 :	15.00	cm
• 웹 두께 (t_w) :	1.20	cm
• 웹 높이 (t_w) :	190.00	cm
• 웹 갭수 :	2	EA
• 하연플랜지 두께 (t_{fl}) :	1.40	cm
• 하연플랜지 높이 :	15.00	cm
• 하연플랜지 갭수 :	2	EA
• 하연플랜지 폭 (b_{fl}) :	260.00	cm
• 하연플랜지 두께 (t_{fl}) :	1.80	cm
• σ_{ck} :	270	kg/cm ²
• E_s :	2.10E+06	kg/cm ²
• E_c :	2.50E+05	kg/cm ²
• $n (E_s/E_c)$:	8	
• k :	0.362	

○ 설계 단면력

구분	항목명(T.M)	전단력(T)	TORSION(T.M)
합성전사하중	842.560	30.322	0.109
	246.365	9.367	-1.632
	507.011	42.510	-61.622
직접침하	34.315	0.000	0.000

○ 단면 재형

* 주무재 사용값출 : SNS 490B							
구분	b (cm)	h (cm)	A (cm ²)	Y (cm)	A $\times$ Y (cm ³)	I _b (cm ⁴)	A $\times$ Y ² (cm ⁴)
UPPER FLANGE	260.0	1.4	364.00	-95.7	-34834.8	59.5	333690.4
UPPER RIB	15.00	1.4	15.00	-87.5	-1312.5	1968.8	603906.3
WEB PL	190.00	1.2	190.00	456.00	86520.0	1371800.0	
LOWER RIB	15.00	1.4	15.00	42.00	630.0	787.5	321562.5
LOWER FLANGE	260.0	1.8	468.00	95.9	44881.2	126.4	4304107.1
TOTAL			1435.00		4533.9	1374742.1	8763266.2
CON'C (N=8)	470.0	25.0	1468.75	-112.5	-165234.4	76497.4	18588667.2

④ 전 단 응력 검토

• 횡전단응력

$$\tau_b = S / A_w = 82199.000 / 456.000 = 180.261 \text{ kg/cm}^2$$

• 비틀림에 의한 전단응력

$$\tau_s = M_t / (2 \cdot F \cdot t_w)$$

$$M_t : \text{비틀림 모멘트 (} t \cdot m \text{)} = 63.145 \text{ } t \cdot m$$

$$F : \text{폐단면부의 박판두께 중앙선으로 둘러싸인 면적 (} m^2 \text{)} = 46213.920 \text{ } cm^2$$

$$t_w : \text{박판두께 (} m \text{)} = 1.200 \text{ } cm$$

$$\therefore \tau_s = 6314500.0 / (2 \times 46213.920 \times 1.200) = 56.932 \text{ kg/cm}^2$$

• 전단응력 합계

$$\tau = \tau_b + \tau_s = 180.261 + 56.932 = 237.193 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau < \tau_{a=1100.00 \text{ kg/cm}^2} \therefore \text{O.K.}$$

⑤ 조 합 응력 검토

$$f = 0.65 \cdot (\varphi/n)^2 + 0.13 \cdot (\varphi/n)^2 + 1.0$$

$$= 0.65 \times (0.00 / 6) + 0.13 \times (0.00 / 6) + 1.00$$

$$= 1.00$$

$$\rightarrow \varphi = (\sigma_1 + \sigma_2) / \sigma_1 \approx 0.0$$

n : 종방향 보강재에 의해서 구분되는 Panel의 수 = 6

f : 응력 구배 계수 φ : 응력 구배

σ_1, σ_2 : 보강된 판의 양면의 응력
(단, $\sigma_1 \geq \sigma_2$ 이며 압축 응력을 정수로 한다.)

• 인장 FLANGE의 허용응력 : $\sigma_{ta} = 1900.00 \text{ kg/cm}^2$

• 압축 FLANGE의 허용응력

$$t \geq \frac{b}{24 \cdot f \cdot n} = \frac{240.00}{24 \cdot 1.00 \times 6} = 1.667 \text{ cm}$$

$$b : 240.00$$

$$24 \cdot f \cdot n > t \geq \frac{b}{48 \cdot f \cdot n} = \frac{240.00}{48 \cdot 1.00 \times 6} = 0.833 \text{ cm}$$

USE 압축 FLANGE 두께 1.40 cm

$$\therefore \sigma_{ca} = 1900 - 39 \times \{ b / (t \cdot f \cdot n) - 24 \} = 1721.714 \text{ kg/cm}^2$$

• 철근콘크리트의 허용응력 : $\sigma_{ca} = 0.30 \sigma_{ck} = 81.00 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{ta} = 0.07 \sigma_{ck} = 18.90 \text{ kg/cm}^2$$

ii) 인력 집계

하중조합	CONCRETE			STEEL			
	작용응력(kg/cm ²)		허용응력(kg/cm ²)	작용응력(kg/cm ²)		허용응력(kg/cm ²)	
	상 연	하 연		상 연	하 연	상 연	하 연
1				828.600	-779.338	1721.714	1900.000
1+2	32.948	21.123	81.000	983.960	-1355.036	1721.714	1900.000
1+2+3	26.127	17.899	81.000	1042.276	-1330.083	1979.971	1900.000
1+2+3+4	15.964	7.336	81.000	1165.389	-1281.221	1979.971	1900.000
1+2+3+4±5	26.682	19.256	93.150	1308.646	-1350.165	2238.229	2185.000
1+2+3+4±5+6	26.183	20.216	93.150	1315.722	-1376.387	2238.229	2185.000

※ 응력의 부호 : (-) 인장응력, (+) 압축응력

iii) 합성응력 검토

$$\begin{aligned}
 & \text{상 연 } \left(\frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{1165.389}{1979.971} \right)^2 + \left(\frac{237.193}{1100.000} \right)^2 \\
 &= 0.393 < 1.200 \quad \therefore O.K \\
 \\
 & \text{하 연 } \left(\frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{-1355.036}{1900.000} \right)^2 + \left(\frac{237.193}{1100.000} \right)^2 \\
 &= 0.555 < 1.200 \quad \therefore O.K
 \end{aligned}$$

iv) 항복에 대한 안전도 검토(도.시 P249)

$$\begin{aligned}
 & \text{하중조합} : 1.3 \times (\text{합성전사하중} + \text{합성후사하중}) + 2.1 \times (\text{활하중} + \text{충격}) \\
 & \quad + 1.0 \times (\text{크리프} + \text{건조수축} + \text{온도변화})
 \end{aligned}$$

구 분	CONCRETE			STEEL		
	작용응력(kg/cm ²)	항복응력(kg/cm ²)	안전율	작용응력(kg/cm ²)	항복응력(kg/cm ²)	안전율
합성전사하중	0.000	0.000	-	828.600	-779.338	-
합성후사하중	10.774	6.907	-	50.805	-188.262	-
활하중+충격	22.173	14.215	-	104.555	-387.436	-
크 리 프	-6.821	-3.224	-	58.316	24.953	-
건조 수축	-10.162	-10.563	-	123.113	48.862	-
온도 변화	± 10.718	± 11.920	-	± 143.257	± 68.943	-
지점 침하	1.501	0.962	-	7.076	-26.222	-
극한 하중(1)	34.370	14.088	162	1408.040	-2092.846	3200
극한 하중(2)	55.806	37.927	162	1694.554	-1954.960	3200

※ 항복응력 : $\sigma_{cy} = 3/5 \cdot \sigma_{ck} = 162 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{sy} = 3200 \text{ kg/cm}^2$

4) 구조검토 결과 요약_하부구조

1. 일반단면

교대높이 7.700 m
 저판폭 6.200 m
 저판길이 28.900 m

2. 설계조건

- 흙의 단위중량 (γ): 1.900 t/m³
- CON'C의 단위중량 (γ_c): 2.500 t/m³
- 흙의 내부마찰각 (ϕ): 35.000 deg
- 흙의 경사각 (α): 0.000 t/m³
- 배면 연직 경사각 : 0.000 deg
- 노면 수평 경사각 : 0.000 deg
- 기준 바닥 높이 : 10.000
- 흙과 콘크리트의 마찰각
 - 상시 :
 - 안정경도시 (RANKINE 토압사용) : 0.000 deg
 - 단면경도시 (COULOMB 토압사용, $\phi/3$) : 11.667 deg
 - 지진시 :
 - MonoNobe Okabe 공식사용 : 0.000 deg
 - 지점기초 - $K_h = 0.5A$
 - 경사말뚝 - $K_h = 1.5A$

3. 작용하중계산 및 안정검토

RANKINE 토압계수 $K_u = 0.271$
 지진시 토압계수 $K_e = 0.403$

1) CASE-1 (상부공구설비, 수위고려, 활하중 비제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	0.000	140.437	0.000
흙자중	27.990	0.000	140.167	0.000
상부공구하중	0.000	0.000	0.000	0.000
토압	0.000	17.350	0.000	47.210
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	75.444	17.350	280.604	47.210

2) CASE-2 (상시, 수위무시, 활하중 제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	0.000	140.437	0.000
흙자중	27.990	0.000	140.167	0.000
상부공구하중	43.975	1.438	109.939	7.201
토압	0.000	17.350	0.000	47.210
지표제하	2.515	0.000	12.430	0.000
합계	121.935	18.788	402.975	54.411

3) CASE-3 (상시, 수위무시, 활하중 비제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	0.000	140.437	0.000
흙자중	27.990	0.000	140.167	0.000
상부공구하중	28.760	1.438	71.900	7.201
토압	0.000	17.350	0.000	47.210
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	104.204	18.788	352.504	54.411

4) CASE-4 (지진시, 수위무시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	6.643	140.437	15.486
흙자중	27.990	3.918	140.167	17.858
상부공구하중	28.760	4.026	71.900	20.162
토압	0.000	22.704	0.000	87.413
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	104.204	37.293	352.504	140.920

5) CASE-5 (상시, 수위고려, 활하중 제외)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	0.000	140.437	0.000
흙자중	27.990	0.000	140.167	0.000
상부공하중	43.975	1.438	109.939	7.201
토압	0.000	17.350	0.000	47.210
지표제하	2.515	0.000	12.430	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	121.935	18.788	402.975	54.411

6) CASE-6 (상시, 수위고려, 활하중 비제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	0.000	140.437	0.000
흙자중	27.990	0.000	140.167	0.000
상부공하중	28.760	1.438	71.900	7.201
토압	0.000	17.350	0.000	47.210
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	104.204	18.788	352.504	54.411

7) CASE-7 (지진시, 수위고려)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	47.454	6.643	140.437	15.486
흙자중	27.990	3.918	140.167	17.858
상부공하중	28.760	4.026	71.900	20.162
토압	0.000	22.704	0.000	87.413
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	104.204	37.293	352.504	140.920

--- Mu < MB ---

$$\text{인장철근량 (As)} = Mu / (\sigma_y \times (D - AC/2) \times 0.85) = 19.988 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{여기서 } A &= [(0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \sqrt{0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D})^2 \\ &\quad - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times Mu] / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 2.939 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{단면철근비 (P)} = As / (B \times D) = 0.001$$

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

$$\text{최소철근비 (Pmin)} = 14 / \sigma_y = 0.005$$

--- P < PMIN 인 경우 ---

$$\text{균열모멘트 (Mc)} = Zc (\sigma_{cb} + N/Ac) = 24993652.000 \text{ kg.cm}$$

Mc : 균열모멘트

Zc : 콘크리트부재의 단면계수

σ_{cb} : 콘크리트의 휨인장강도

$$\text{설계 모멘트의 4/3 배 (4/3 Mu)} = 14171871.000 \text{ kg.cm}$$

설계최모멘트의 4/3배가 균열모멘트 이하이므로

설계상 필요한 철근을 배치한다.

$$\text{사용철근량 : As} = 19.988 \text{ cm}^2$$

그러므로 As = 19.988 이상 사용하여야 한다.

$$\text{그러므로 사용철근량 As} = D22 \quad @ 12.5 = 30.97 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{설계모멘트강도 } \phi Mn &= 0.85 \times (As \times \sigma_y \times (D - A/2)) \\ &= 16403549.000 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

*** 전단력 검토 ***

$$\text{극한전단력} \quad Su = 34664.332 \text{ kg}$$

$$\text{콘크리트 전단설계강도 } \phi Sc = 120697.641 \text{ kg}$$

$$\phi Sc = 120697.641 \text{ kg} > Su = 34664.332 \text{ kg}$$

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

4. 연직력의 단면검토

1) 단면력 산정 (하중계수를 적용 : 극한하중)

구 분		상 시	지 진 시
토 압 계 수		0.246	0.403
토 압	q ₁ (h = 0.000 m)	0.418	0.000
	q ₂ (h = 6.200 m)	5.337	8.072
토압에 의한 단면력	Mu (t.m)	39.546	77.577
	Su (t)	17.840	25.025
SBOE 하중에 의한 단면력	Mu (t.m)	6.558	
	Su (t)	1.869	
벽체 자중에 의한 관성력	Mu (t.m)		10.350
	Su (t)		4.405
상부하중에 의한 관성력	Mu (t.m)		18.362
	Su (t)		5.234
계	Mu (t.m)	46.104	106.289
	Su (t)	19.710	34.664

$$\text{그러므로 극한모멘트 (Mu)} = 106.289 \text{ t.m}$$

$$\text{극한전단력 (Su)} = 34.664 \text{ t}$$

2) 단면강도

$$\text{극한 모멘트 (Mu)} = 10628903.000 \text{ kg.cm}$$

$$\text{극한 전단력 (Su)} = 34664.332 \text{ kg}$$

$$\text{단위 폭 (B)} = 100.0 \text{ cm}$$

$$\text{속효 높이 (D)} = 210.0 \text{ cm}$$

$$\text{피 폭 두께 (D')} = 10.0 \text{ cm}$$

*** 소요철근량 계산 ***

$$\text{극한모멘트 (Mu)} = 10628903.000 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} \text{평형모멘트 (Mb)} &= 0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D - A/2) \times 0.85 \\ &= 311780800.000 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\text{여기서 } A = K \times X = 119.783$$

$$\sigma_{ck} < 280$$

$$K = 0.85$$

$$\sigma_{ck} > 280$$

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

$$X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y) = 140.921 \text{ cm}$$

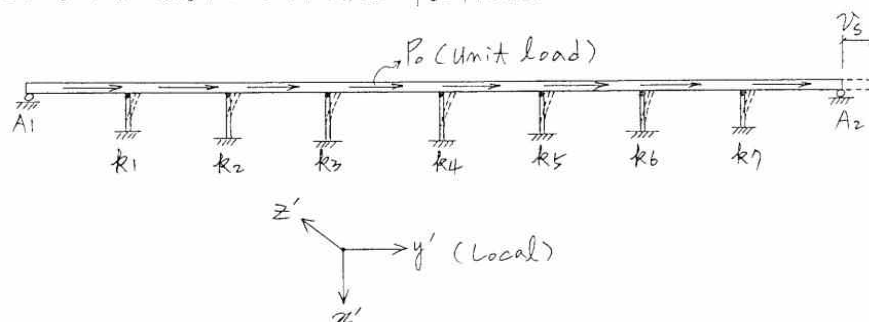
나. 구조계산서 및 내진설계

내진 설계 (Seismic Analysis)

- (1) 교량의 내진 등급 : 내진 1등급 (표시 P766)
- (2) 가속도 계수 (A) : 0.14
- (3) 지반 계수 (S) : 1.0
- (4) 해석 방법 : Single Mode Spectral Analysis Method
- (5) 응답수정 계수 (R)
- 기둥 본체 : 다주거주 $R = 5$
 - 연재부분 : 상부구조와 근대 $R = 0.8$
 - 교각, 만능거주 $R = 1.0$
 - 교각 하 확장기초 $R = 1.0$
 - 확장기초 : $R = 5 \times \frac{1}{2} = 2.5$
- (6) 교량 제원
- 8개간 연속 강함상 상자형 교
 - $L = 3 \times 50 + 60 + 4 \times 50 = 410 \text{ m}$
 - 교각 : 철근 콘크리트 다주형 교각
 - 교대 : 갠틸레버 식 교대
 - 교폭 : $B = 28.9 \text{ m}$
 - 교량 등급 : 1등급 (DB-24)

3. 종방향 지진하중

(1) 종방향 진동 Mode 에 대한 구조 Model



(13) 종방향 지진 운동에 의한 교각의 부재력

위치	종방향력 : V_y' (ton)	종모멘트 : M_z' (ton)
ABUT.1	0	0
PIER.1	319.722	187.475 (157.495)*
PIER.2	319.722	1115.990 (223.188)*
PIER.3	가동부재	319.722
	연결부분	319.722
	확대기초	319.722
PIER.4	319.722	1725.220 (345.044)*
PIER.5	319.722	1524.115 (304.823)*
PIER.6	319.722	1155.315 (231.063)*
PIER.7	319.722	856.375 (171.275)*
ABUT.2	0	0

(*) : 교각별 기둥의 응력수계수(R) 0.8 및 5로 나눈 값

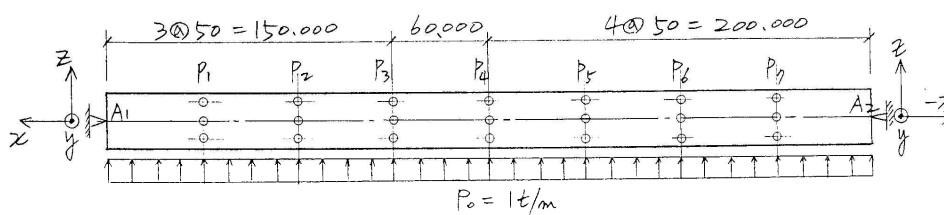
기둥의 축력 및 전단력은 나누지 않음.

확대기초에서 R : 교각(기둥)의 R값의 $\frac{1}{2}$ 사용 (A2.5)

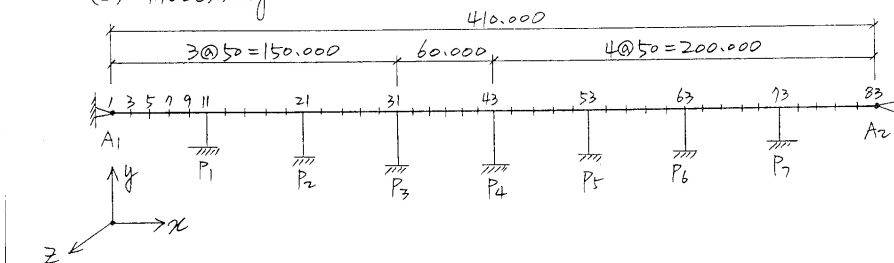
※ PIER의 경우는 기둥 1개소당 부재력임.

4. 횡방향 지진 하중

- (1) Structural Analysis Program (SAP90) 을 이용하여
 횡방향 단위하중 ($P_0 = 1 \text{ t/m}$) 에 의한 횡방향 변위를 계산.



(2) Modelling



※ 횡방향 변위 $V_s(x)$ 는 5m 간격으로 측정하고

횡방향 지진하중 강도 $P_e(x)$ 는 10m 간격으로 측정하여

횡방향 지진하중 을 계산함.

○ 상부구조 (Superstructure) 하중

$$\text{상행선} = 7.817 + 7.286 + 8.292 = 23.395 \text{ t/m}$$

$$\text{하행선} = 7.817 + 7.286 + 8.292 = 23.395 \text{ t/m}$$

(8) 횡방향 지진하중 강도 ($P_e(x)$)

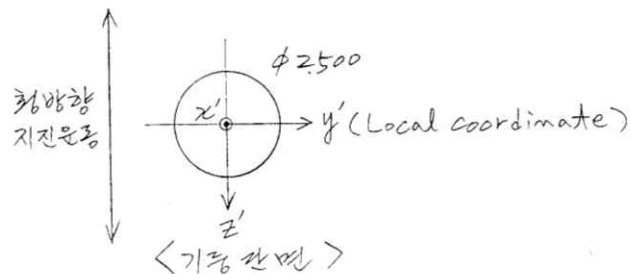
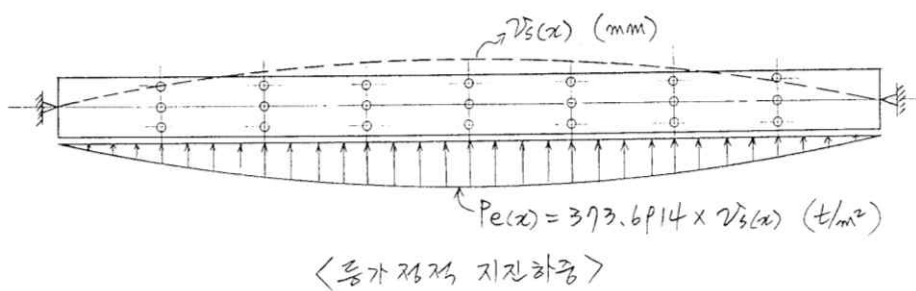
$$\begin{aligned} P_e(x) &= \frac{\beta \cdot C_s \cdot W(x) \cdot V_s(x)}{\gamma} \\ &= \frac{84.391 \times 0.1684 \times 23.395 \times V_s(x)}{0.8897} \\ &= 373.6914 \times V_s(x) \quad \text{t/m}^2 \end{aligned}$$

※ 위와 같이 측정된 횡방향 지진하중 $P_e(x)$ 의 값은

(4)의 TABLE 에 표기 하였으며,

이 값 ($P_e(x)$) 을 작용시켜 각점재의 부재력을

전산해석 program 을 이용하여 계산함.



5. 최대 지진력

: 식계를 위해 해석결과로 부터 최대지진력과 최대 휨모멘트를
 받고있는 PIER 4 와 ABUT.1, ABUT 2 에 대해
 하중경우 1 (LOAD CASE 1), 하중경우 2 (LOAD CASE 2) 의
 최대 부재력을 정리함.

위치	부재력	하중경우 1 (1.0중+0.3휨)	하중경우 2 (1.0휨+0.3중)
ABUT.1	V_L' (횡지진력, t)	$0 + 20.725 \times 0.3 = 6.218$	$20.725 + 0 = 20.725$
ABUT.2	V_L' (횡지진력, t)	$0 + 10.300 \times 0.3 = 3.090$	$10.300 + 0 = 10.300$
PIER 3	V_R' (종지진력, t)	$319.722 + 0 = 319.722$	$0 + 319.722 \times 0.3 = 95.917$
	V_L' (횡지진력, t)	$0 + 183.459 \times 0.3 = 55.038$	$183.459 + 0 = 183.459$
	M _{max} 종모멘트 (t.m)	기둥 본체	$367.105 + 0 = 367.105$
		연결 부분	$1835.524 + 0 = 1835.524$
		확대 기초	$0 + 1835.524 \times 0.3 = 550.657$
	M _{y/y'} 횡모멘트 (t.m)	기둥 본체	$734.210 + 0 = 734.210$
		연결 부분	$0 + 734.210 \times 0.3 = 220.263$
		확대 기초	$0 + 734.210 \times 0.3 = 220.263$

※ 지진력의 단위: t.m, 휨모멘트의 단위: t.m 인.

6. 식계 변위

: 종방향 지진운동에 의한 종방향 변위 (교대)

$$N = 0.0016 \text{ m} = 1.6 \text{ mm}$$

: 최소 예상 지지 길이 (교대)

$$\begin{aligned}
 N &= 200 + 0.0017 L + 0.0067 H \text{ (mm)} \quad (\text{표시 9775}) \\
 &= 200 + 0.0017 \times 410 \times 1000 + 0.0067 \times 8.043 \times 1000 \\
 &= 950.9 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

∴ 교대의 최소 예상 지지 길이 $N = 951 \text{ mm}$ 인.

3.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 1종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검, 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 이력사항은 다음과 같다.

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
1	2003.02.24 ~2003.04.25	(주)한국건설안전기술단	유홍렬	정밀안전점검	상태양호	A등급
2	2003.10.25 ~2003.12.25	(주)한국건설안전기술단	유홍렬	정기안전점검	상태양호	양호
3	2004.05.19 ~2004.07.18	(주)혜성안전기술원	정갑출	정기안전점검	상부구조 상태는 양호한 편이고 하부구조는 폭 0.1mm 균열이 다수 발생한 상태이다. 비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태이다.	양호
4	2004.11.01 ~2004.12.25	(주)혜성안전기술원	정갑출	정기안전점검	상부구조 상태는 양호한 편이고 하부구조는 폭 0.1mm 균열이 다수 발생한 상태이다.	양호
5	2005.05.12 ~2005.07.05	(주)혜성안전기술원	정갑출	정밀안전점검	교량안전시설(텔리메이터 파손)일부 손상, 미세균열 등이 발생되었으나 전반적으로 교량안전성에 문제가 없으므로 정밀안전진단 필요성 없음.	A등급
6	2005.10.07 ~2005.11.30	(주)혜성안전기술원	정갑출	정기안전점검	교연포장은 별다른 이상이 없는 양호한상태이며, 연석부분은 미세균열과 약간의 백화를 제외한 양호한 상태이며, 교대 및 교각에 폭0.1mm 일방향 균열발생하였으며, 받침장치 기준치내 기울어짐	양호
7	2006.05.08 ~2006.05.31	부계기술단(주)	장용순	정기안전점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서, 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없다.	양호
8	2006.10.01 ~2006.11.30	부계기술단(주)	장용순	정기안전점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다.	양호
9	2007.04.05 ~2007.05.31	부계기술단(주)	장용순	정밀안전점검	0.2mm이하 균열, 텔리메이터 파손, 교량받침 녹발생	A등급

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
10	2007.10.01 ~2007.11.30	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	0.2mm이하 균열, 텔리네이터 파손, 교량받침 녹발생	양호
11	2008.04.23 ~2008.05.30	(주)한국건설안전기술 단	유홍렬	정기안전 점검	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수가 증가 및 중차량의 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보	양호
12	2008.10.01 ~2008.11.29	(주)한국건설안전기술 단	유홍렬	정기안전 점검	안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 판단되나 공용년수가 증가 및 중차량의 통행이 빈번함에 따라 지속적으로 진전상태를 관리하여 구조물의 내구성 및 안전성을 확보	양호
13	2009.04.07 ~2009.05.31	(주)동화엔 지니어링	이상협	정기안전 점검	연호고가교에 대한 정기안전점검결과 교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다. 따라서, 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대해서 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 이 교량의 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	양호
14	2009.04.07 ~2009.06.30	(주)동화엔 지니어링	이상협	정밀안전 점검	연호고가교에 대한 정밀안전점검결과 시설물의 종합평가 등급은 “A	A등 급
15	2009.10.01 ~2009.11.30	(주)동화엔 지니어링	김용삼	정기안전 점검	미세균열, 텔리네이트 파손, 신축이음부분부식이 일부구간 관찰되나 교량의 안전성을 저할 만한 손상은 없으며 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며, 부분적인 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	양호
16	2010.04.27 ~2010.05.31	(주)아워브 레인	유근무	정기안전 점검	교량전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이나, 기 발생된 손상현황은 유지관리차원의 적절한 조치가 필요하며 특히, 신축이음 후타재 균열에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
17	2010.09.13 ~2010.11.30	(주)아워브 레인	유근무	정기안전 점검	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 받침콘크리트 균열, 주형 내부 손상등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
18	2011.05.02 ~2011.05.31	(주)아워브 레인	유근무	정기안전 점검	2011년 상반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 교면재포장을 실시하였으며, 텔리네이트 파손부에 대한 보수가 완료된 상태이나, 포장면 손상이 추가적으로 조사되었다. 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 받침콘크리트 균열, 주형 내부 손상등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
19	2011.11.01 ~2011.11.30	(주)아워브 레인	유근무	정기안전 점검	2011년 하반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 갓길 일부구간에 대한 표면처리를 실시하였으며, 일부 손상의 진전 외에 큰 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 받침콘크리트 균열, 주형 내부 우수유입에 의한 도장오염, 부식 및 받침장치 들뜸, Plate 부식 손상 등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
20	2012.03.05 ~2012.06.30	(주)아워브 레인	유근무	정밀안전 진단(하 자)	? 연호고가교에 대한 정밀안전진단 결과, 안전등급은 'B'로 평가되었다. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 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 발생한 상태이며, 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형내부 우수유입 및 도장손상, 하부구조 균열, 신축장치 후타재 균열 등이다. ? 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트의 강도 및 탄산화, 철근 배근상태 등은 전반적으로 설계기준이나 시방기준에 만족하는 것으로 평가되었다. ? 강재 비파괴시험 결과, 주형의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 나타났으며, 주형 내? 외부에 대한 도막두께 또한 양호한 상태로 측정되었다. ? 대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 0.233으로 산정되어 상태평가등급은 'B' 로 평가되었다. ? 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. ? 연호고가교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가등급은 "B	B등 급
21	2012.11.02 ~2012.11.25	(주)삼우기 술	이달재	정기안전 점검	전회차 진단 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열 및 망상균열 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 판단됨	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기 간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
22	2013.04.12 ~2013.04.26	(주)삼우기 술	이달재	정기안전 점검	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태, 외관조사결과 후타재 균열 및 받침장치 고무재 탈락 등이 발생한 상태	양호
23	2013.08.26 ~2013.09.08	(주)삼우기 술	이달재	정기안전 점검	전회차 정기점검 이후 하자보수가 실시되었으며, 주요 손상으로는 신축장치 후타재 균열 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단됨.	양호
24	2014.02.15 ~2014.04.05	(주)삼우기 술	이달재	정밀안전 점검	주요 손상으로는 신축장치 후타재 균열 및 교대, 교각 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	B등 급
25	2014.10.10 ~2014.10.24	(주)우림중 합엔지니어 링	김길만	정기안전 점검	- 하자보수 실시로 양호한 상태 - 신축장치후타재균열($CW \geq 0.3mm$) - 교대및교각의미세균열	양호
26	2015.03.11 ~2015.03.25	(주)우림중 합엔지니어 링	김길만	정기안전 점검	- 하자보수 실시로 양호한 상태 - 미끄럼포장균열및패임 - 신축장치후타재균열($CW \leq 0.3mm$) - 교대및교각의미세균열	양호
27	2015.09.01 ~2015.09.19	(주)우림중 합엔지니어 링	김길만	정기안전 점검	전회 정기점검 후 하자보수(신축이음장치 후타재 균열 보수)로 교면의 상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 주요 손상으로는 신축이음장치 후타재 균열($CW \leq 0.2mm$), 경미한 미끄럼방지막 파손, 교대-교각의 균열 및 백태 등으로 시설물의 구조적 안전성과 차량의 주행성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 교대 A1 부분의 지반침하로 추정되는 방호벽의 단차와 이로 인한 방호벽의 횡균열은 계측기를 설치하여 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 사료된다.	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
28	2016.02.19 ~2016.04.03	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정밀안전점검	교면포장:망상균열,포장패임,미끄럼방지포장 탈락 교명주:교명관유실,설명관유실 방호벽:굽힘,균열,방호벽침하 신축이음:후타재균열,이물질퇴적 바닥판하면:유도배수관주변누수 거더외부:도장박리,박락 거더내부:누수흔적,부식,실리콘마감부족 받침장치:도장박리,박락 교각:균열,배수관주변파손,백태 연호고가교의현장조사(외관조사,내구성조사)에의한상태평가결과 『B등급(0.132)』으로평가되었으며,금회조사된결함및손상부위에대해서는단기적인보수와중점유지관리항목들에대한주기적인점검이시행된다면내구성및사용성에는문제가없을것으로판단되며,유지관리하는데는문제가없을것으로판단된다.	B등급
29	2016.08.19 ~2016.09.01	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	2016년 하반기 정기점검 결과, 포장면의 망상균열 및 패임, 신축장치 후타재 균열, 교각의 망상균열 및 온도에 의한 교량받침의 변형에 대해서 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 손상부위에 대한 보수보강과 함께 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
30	2017.03.02 ~2017.06.09	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정밀안전진단	? 교면포장 망상균열, 패임, 미끄럼방지포장 국부 파손 ? 콘크리트방호난간균열,백태,철근노출 ? 신축이음장치A2이상음발생 ? 거더외부도장박락,내부부식,도장박락,실링처리미흡 ? 교각기둥하단부배수관길이부족에의한콘크리트침식	B등급
31	2017.11.01 ~2017.11.20	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	? 포장부 망상균열, 마모, 박리, 파손, 굽힘, 표지병 탈락 등 ? 방호벽및중앙분리대수직균열,백태균열,백태,단면파손등 ? 신축이음차수조인트볼트탈락,배수관길이부족등 ? 바닥판하면상태양호,거더보수부도장박리 ? 교대및교각균열,망상균열,백태,오염등 ? 교량받침플레이트도장박리,받침콘크리트균열등	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
32	2018.03.20 ~2018.04.15	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	연호고가교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 교면포장아스콘균열, 패임, 배수 시설배수관파손, 길이부족, 방호벽균열, 중앙분리대이격, 신축이음후타재균열, 교량받침무수축물탈균열, 횡방향가동, 바닥판백태, 거더도장박리, 교대및교각균열, 망상균열, 박락등의손상이 조사되었다. 기존상부는 장기공용에의한열화, 시공미흡, 우수 유입, 외부충격등의원인으로발생된손상으로판단된다. 본교량은 손상물량총괄표에제시한보수·보강 방안을참조하여보수를실시하고, 지속적인점검으로손상의진전유무를확인, 손상의진전시조치를취하는유지관리가효율적일것으로판단된다. 특히, 횡방향으로거동된A2안심방향교량받침과 7경간, 8경간에걸쳐발생한중앙분리대이격은 주기적인관찰이필요하며, 정확한원인분석을위해 향후내진성능평가를실시하는것이바람직하다.	양호
33	2018.08.21 ~2018.09.19	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	연호고가교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 교면포장아스콘균열, 패임, 방호벽균열및백태, 중앙분리대이격, 신축이음후타재균열, 교량받침무수축물탈균열, 횡방향가동, 바닥판백태, 교대및교각균열, 망상균열, 박락등의 손상이조사되었다. 기존상부는 장기공용에의한열화, 시공미흡, 우수 유입, 외부충격등의원인으로발생된손상으로판단되며, 금회방호벽균열, 교각망상균열등의신규 손상이확인되었고, 기존누락손상으로추정된다. 본교량은 손상물량총괄표에제시한보수·보강 방안을참조하여보수를실시하고, 지속적인점검으로손상의진전유무를확인, 손상의진전시조치를취하는유지관리가효율적일것으로판단된다. 특히, 횡방향으로거동된A2안심방향교량받침과 7경간, 8경간에걸쳐발생한중앙분리대이격은 주기적인관찰이필요하며, 정확한원인분석을위해 향후내진성능평가를실시하는것이바람직하다.	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
34	2019.04.22 ~2019.06.09	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	교면포장 : 램프구간 아스콘 균열 방호벽및중앙분리대:균열(cw=0.3mm내 · 외), 파손및재료분리, 백태 배수시설:상태양호 신축이음:후타재균열, 하부누수흔적, 흡음재 탈락 바닥판:균열(cw=0.3mm미만), 백태 거더:도장박리 받침장치:Plate부식, 받침콘크리트균열(cw =0.3mm미만), 받침콘크리트파손 교대및교각:균열(cw=0.3mm미만), 파손및 철근노출, 누수흔적	B등 급
35	2019.10.28 ~2019.11.28	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	연호고가교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 급회교대및교각, 바닥판하면등에 표면보수, 단면보수등의 전반적보수가 실시되었고 , 보수는 양호한 상태로 확인되었다. 기온상인 교면 포장이스콘포트홀, 신축이음후타재균열, 하부누 수흔적, 바닥판하면백태, 교량받침Plate도장박락, 받침콘크리트균열, 교대누수흔적, 교각망상균열 등의 손상은 장기공용에 의한 열화, 건조수축등의 원 인으로 발생된 손상으로 판단된다. 기온상부는 현재 경미한 상태 및 물량의 규모가 작으 므로, 현시점의 유지보수보다는 주기적인 점검을 통 한 손상의 진전 및 신규 손상 발생 시 표면처리, 단면보 수등의 일괄보수가 효율적일 것으로 판단된다.	양호
36	2020.03.09 ~2020.04.15	일광이앤씨 (주)	박일한	정기안전 점검	교면포장 포트홀, 포장불량 → 주의관찰 신축이음 후타재균열, 차수판볼트탈락, 하부누수 흡음재탈락 → 정비, 주의관찰 방호벽균열, 균열부백태, 파손, 백태 → 주의관찰, 표 면처리, 단면보수 받침장치 도장박리, 몰탈 균열 → 도장보수, 주의관찰 바닥판 백태 → 표면처리 거더외부 도장박리 → 도장보수 교대 누수흔적, 백태 → 주의관찰, 표면처리 교각 망상균열, 균열 → 주의관찰	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
37	2020.10.05 ~2020.10.31	일광이앤씨(주)	박일한	정기안전점검	교면포장 소성변형, 파손/함몰, 균열 배수시설 상태양호 방호벽 균열, 망상균열, 백태균열, 파손, 철근노출, 재료분리, 단차 신축이음 후타재균열, 하부누수흔적, 흡음재탈락 반침장치 도장박리, 몰탈 균열 바닥판 백태 거더외부 도장박리, 조류배설물오염 교대 누수오염, 백태 교각 균열, 망상균열, 파손	양호
38	2021.04.19 ~2021.06.09	주식회사 다인기술단	김병춘	정밀안전점검	*바닥판균열(W<0.3mm), 바닥판백태, 거더도장박리, 교대균열(W<0.3mm), 교대누수흔적, 교대파손, 교각균열(W<0.3mm), 교각파손, 반침콘크리트 균열, 아스콘 균열, 파손, 포트홀, 방호벽균열, 방호벽접속부단차, 데리네이트 파손, 방호벽망상균열, 들뜸, 박리, 방호벽표면재료분리, 방호벽파손, 철근노출, 접속부 포장균열, 이격, 차수커버 볼트탈락, 차수커버 철관절단, 후타재 균열	B등급
39	2021.09.27 ~2021.11.25	주식회사 다인기술단	김병춘	정기안전점검	*아스콘 균열, 아스콘 파손, 포트홀, 방호벽, 중분대 균열(W<0.3mm), 방호벽 망상균열, 방호벽 보수부 들뜸, 박리, 방호벽 파손, 방호벽 철근노출, 데리네이트 파손, 배수구 막힘, 신축이음 후타재 균열(W<0.3mm), 신축이음 흡음재 탈락, 신축이음 차수커버 볼트탈락, 신축이음 차수커버 철관절단, 바닥판하면 균열(W<0.3mm), 바닥판하면 백태, 거더 도장박리, 반침콘크리트 균열(W<0.3mm), 교대, 교각 균열(W<0.3mm), 교각 망상균열(W<0.3mm), 교대, 교각 파손	양호
40	2022.03.11 ~2022.06.09	(주)명성엔지니어링	정지운	정밀안전진단	-거더외부 도장박리 -거더내부도장들뜸, 박리, 표면오염, 볼트부식, 살량차이 흡, 점검등단개탈락, 파손, 불량기공 -기타보이물살타적(조류서식) -바닥판하면균열(0.3mm미만), 백태, 박리, 중조인트누수 -하부구조균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 누수흔적, 파손, 표면오염(누물) -교대반침, 반침콘크리트균열(0.3mm미만), 본체도장박리 -신축이음후타재균열(폭0.3mm미만), 파손, 흡음재탈락, 접속부포장균열, 이격 -교면포장양호 -배수시설양호 -난간및연석균열(0.3mm미만) -램프구간포장아스콘균열, 파손, 포트홀, 난간및연석균열(0.3mm미만 이상), 망상균열, 파손, 재료분리, 철근노출, 단차	B등급

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
41	2022.10.11 ~2022.11.25	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	? 교면포장 : 상태양호 ? 배수시설:상태양호 ? 신축이음:흡음재탈락,접속부포장균열및 이격,후타재균열,파손 ? 교량받침:상태양호 ? 바닥판하면:균열,백태,박리,중조인트누 수 ? 거더:외부도장박리,내부도장들뜸,실링처 리미흡,점검등손상 ? 가로보:이물질퇴적 ? 교대:균열,누수흔적,파손 ? 교각:상태양호	양호
42	2022.06.10 ~2022.12.31	(주)명성엔 지니어링	서동진	1종성능 평가	연호고가교는 약 20년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 대체로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 거더 내부 도장손상, 볼트부식, 바닥판하면 중조인트부 누수, 백태, 교대 홍벽 파손, 백태, 접속부 포장 균열 및 이격, 방호벽 단차 등의 손상은 공용기간 경과시 손상의 진전 및 2차 손상 발생 우려가 있으므로 구조물의 내구성 및 사용성 향상을 위한 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다. 종합성능평가를 실시한 결과, B등급(0.181) 으로 평가되어 B등급(결함도범위:0.20~0.2 6)인 성능목표를 달성한 상태이므로 성능평가 보수 우선순위 정보를 활용하여 예산범위 내에 서 적절한 보수공사가 지속적으로 시행된다면 성능 목표 상태의 시설물 유지관리가 가능할 것 으로 판단된다.	B등 급
43	2023.03.11 ~2023.05.10	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	? 교면포장 : 상태양호 ? 배수시설:상태양호 ? 신축이음:흡음재탈락,접속부포장균열및 이격,후타재균열,파손 ? 교량받침:상태양호 ? 바닥판하면:균열,백태,박리,중조인트누 수 ? 거더:외부도장박리,내부도장들뜸,실링처 리미흡,점검등손상 ? 가로보:이물질퇴적 ? 교대:균열,누수흔적,파손 ? 교각:상태양호	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
44	2023.11.29 ~2023.12.25	주식회사 홍익기술산 업	박인배	정기안전 점검	- 바닥하면: 균열(0.3mm미만), 백태, 박리, 종조인트 누수 - 거더도장박리, 도장들뜸, 살랑차다미움, 점검등손상 - 가로보, 조류이물질퇴적, 도장박리 - 교량반침반침플레이트도장박리 - 교대균열(0.3mm미만), 누수흔적, 백태, 파손, 찰크, 출 - 교각균열/망상균열(0.3mm미만), 누수오염, 보수재박리 - 기초상태양호 - 교면포장: 포장균열, 망상균열, 포트홀 - 산책이음, 후타재균열, 파손 - 배수시설배수구막힘 - 난간및연석방호벽균열/망상균열/백태균열(0.3mm미만), 백태, 보수재박리, 파손, 단차, 살린트열화 - 안전및기타시설중양분리대균열(0.3mm미만), 파손, 방음벽흡음재탈락	양호
45	2024.03.18 ~2024.05.17	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	- 바닥하면: 균열(0.3mm미만), 백태, 층분리, 종조인트 누수 - 거더외부도장박리 - 거더내부도장들뜸, 기공, 살랑차다미움, 점검등고정불량 - 가로보도장박리, 이물질퇴적(조류서식) - 하부구조균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손, 찰크, 누수, 누수흔적, 채수 - 교량반침반침콘크리트균열(0.3mm미만), 망상균열, 플레이트부식, 도장박리 - 산책이음, 후타재균열(폭0.3mm미만), 파손, 흡음재탈락, 접속부포장균열이격 - 교면포장양호 - 배수시설배수구이물질퇴적 - 난간및연석균열(0.3mm미만), 파손 - 램프구간포장이스콘크리트 균열, 파손, 포트홀, 난간및연석망상균열, 단차	B등급
46	2024.10.14 ~2024.12.03	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	- 교면포장: 상태양호 - 배수시설배수구이물질퇴적 - 난간및연석균열, 파손 - 산책이음, 흡음재탈락, 접속부포장균열이격, 후타재균열, 파손 - 교량반침반침콘크리트 균열, 망상균열, 플레이트부식, 도장박리 - 바닥하면: 균열, 백태, 층분리, 종조인트 누수 - 거더외부도장박리, 내부도장들뜸, 살랑차다미움, 점검등고정불량 - 가로보도장박리, 이물질퇴적 - 교대균열, 누수, 누수흔적, 파손, 찰크, 출 - 교각균열, 망상균열, 채수 - 램프구간포장이스콘크리트 균열, 파손, 포트홀, 난간및연석망상균열, 단차	양호

【표 3.2.2】 연호고가교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
47	2025.03.07 ~2025.04.30	주식회사 홍익기술산업	김상기	정기안전 점검	- 교면포장 : 포장 균열, 망상균열 - 배수시설: 배수구막힘, 배수관길이부족 - 난간및연석: 균열 (0.3mm미만), 파손 - 신축이음: 후타재균열, 파손, 흡음재탈락 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 망상균열, 플레이트부식, 도장박리 - 바닥판하면: 균열 (0.3mm미만), 백태, 충분리, 종조인트누수 - 거더: 도장박리, 도장긁힘, 도장들뜸, 기공, 실링처리미흡, 점검등고정불량 - 가로보및세로보: 도장박리, 이물질퇴적 - 교대: 균열 (0.3mm미만), 백태, 파손, 철근노출, 오염 - 교각: 균열 (0.3mm미만), 망상균열 (0.3mm미만), 채수, 오염 - 기초: 지반의안전성상태양호(노출없음) - 램프구간: 포장균열, 파손, 포트홀, 난간및연석균열 (0.3mm미만), 망상균열 (0.3mm미만), 파손, 단차, 웅벽실란트갈라짐 - 공중이이용하는부위: 추락방지시설 (b등급), 도로포장 (b등급), 도로부신축이음 (b등급)	양호
48	2025.07.01 ~2025.12.31	주식회사 홍익기술산업	김상기	정기안전 점검	- 교면포장 : 포장 균열, 망상균열 - 배수시설: 배수구막힘 - 난간및연석: 균열 (0.3mm미만), 파손 - 신축이음: 후타재균열, 파손, 흡음재탈락 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 망상균열, 플레이트부식, 도장박리 - 바닥판하면: 균열 (0.3mm미만), 백태, 충분리, 종조인트누수 - 거더: 도장박리, 도장긁힘, 도장들뜸, 기공, 실링처리미흡, 점검등고정불량 - 가로보및세로보: 도장박리, 이물질퇴적 - 교대: 균열 (0.3mm미만), 백태, 파손, 철근노출, 오염 - 교각: 균열 (0.3mm미만), 망상균열 (0.3mm미만), 채수, 오염 - 기초: 지반의안전성상태양호(노출없음) - 램프구간: 포장균열, 파손, 포트홀, 난간및연석균열 (0.3mm미만), 망상균열 (0.3mm미만), 파손, 단차, 웅벽실란트갈라짐 - 공중이이용하는부위: 추락방지시설 (b등급), 도로포장 (b등급), 도로부신축이음 (b등급)	양호

3.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2024년05월)

구분	정밀안전점검 결과	비고
용역명	2024년 범안로 시설물 정기 및 정밀안전점검 기술용역	
용역기간	2024-03-18 ~ 2024-05-17(일)	
용역사	(주)명성엔지니어링	
현장조사결과	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 백태, 층분리, 종조인트 누수 - 거더외부 도장박리 - 거더내부 도장들뜸, 기공, 실링처리미흡, 점검등 고정불량 - 가로보 도장박리, 이물질퇴적(조류서식) - 하부구조 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 및 철근노출, 누수흔적, 체수 - 교량받침 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열, 플레이트 부식, 도장박리 - 신축이음 후타재 균열(폭 0.3mm미만), 파손, 흡음재 탈락, 접속부 포장균열, 이격 - 교면포장 양호 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 - 난간 및 연석 균열(0.3mm미만), 파손 - 램프구간 포장 아스콘 균열, 파손, 포트홀, 난간 및 연석 망상균열, 단차	
비파괴조사	- 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대, 교각:24Mpa)의 설계기준 강도를 상회하는 것으로 검토되어 공용년수 경과에 따른 강도 저하는 발생하지 않은 것으로 판단된다 - 탄산화 깊이 측정 결과, 탄산화의 잔여깊이가 30mm(a등급) 이상으로 측정되어 철근의 부식발생의 영향은 없는 것으로 판단된다.	
안전성평가 (진단시)	해당없음	
상태평가	손상결함도 지수 0.159으로 B등급	
보수보강 (진단시)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 연호고가교에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다. - 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 연호고가교의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다. - 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다. - 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다. - 교대 파손 및 철근노출의 경우 시공시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 것으로 내구성 확보 차원에서 단면보수(방청)가 필요하다.	

3.2.5 시설물 보수 이력

【표 3.2.3】 연호고가교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	범안대교 외 5개소 시설물 보수공사	보수	거더내부교대신축이음난간 및 연석	김병욱	(주)천수
	2023-11-13 ~ 2023-12-10		거더내부 실링미흡 실란트 충전교대 균열, 파손 부위 표면처리 및 단면보수신축이음 후타재 판손 단면보수난간 철근노출 단면보수	406	윤진욱
2	교량 거더 도장보수 공사	보수	거더 외부	명성엔지니어링	유화산업
	2023-08-15 ~ 2023-09-07		도장 탈락 보수공사	4,000	김정호
3	범안대교 외 시설물 보수공사	보수	거더내부, 교대, 교각, 교량받침, 난간 및 연석	김병욱	성희건설
	2022-09-13 ~ 2022-10-10		거더내부 도장들뜸 및 박락, 볼트부식 도장보수거더내부 표면오염 도장보수 및 실란트 충전교대 균열(0.3mm 미만) 및 백태 표면처리교각 균열(0.3mm 미만), 백태 및 망상균열 표면처리난간 및 연석균열(0.3mm 미만) 표면처리, 주입보수	14,440	김경영
4	범안대교 외 5개소 시설물 보수공사	보수	방호벽 및 중앙분리대, 배수시설, 신축이음, 바닥판, 거더외부	김병욱	(주)천수
	2020-08-12 ~ 2020-08-31		방호벽 균열 백태 표면처리, 중분대 단면파손 보수, 배수관 길이부족 연장, 바닥판 백태 표면처리, 거더외부 도장박리 재도장 등	14,916	김상훈
5	범안대교 외 2개소 시설물 보수공사	보수	거더외부, 교량받침, 바닥판, 교대, 교각	명성엔지니어링	(주)천수
	2019-08-12 ~ 2019-09-30		균열 표면처리, 단면보수, 재도장 등	11,545	김대식
6	범안대교 외 1개소 교면방수 및 포장공사	보수	전구간(A1~A2)	(주)우림종합엔 지니어링	(주)대남건설
	2018-11-05 ~ 2018-12-24		포장 절삭, 교면방수(BAS 교량복합방수공법) 후 아스콘포장 및 시설물 설치	441,334	윤성배

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

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

【표 3.2.3】 연호고가교 보수이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
7	연호고가교 유도배수관 재설치 공사	보수	교량 하단 S7~S8 중조인트부	김병옥	(주)천수
	2018-05-21 ~ 2018-05-31		중조인트부 유도배수관 탈락 및 변형으로 재설치	9,680	김대식
8	연호고가교 신축이음 교체 공사	보수	신축이음(A1, A2)	최고봉	(주)새움씨앤씨
	2017-06-06 ~ 2017-07-05		신축이음 교체 (A1:핑거조인트, A2:저소음 내진형)	231,375	윤종규
9	범안로 교량등 부분 포장 보수공사	보수	교면포장	김병옥	대익건설(주)
	2016-04-25 ~ 2016-04-26		절삭 후 재포장	10,000	최철모
10	연호고가교 거더 채도장공사	보수	거더 전체	최고봉	(주)합동건설
	2015-08-28 ~ 2015-11-30		거더 채도장	840,718	김병하
11	2011년 범안로 아스팔트포장 보수공사	보수	교면포장	양성업	(주)협우건설
	2011-03-15 ~ 2011-03-20		재포장(오버레이 등)	227,300	채수진

※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※ 전차 정밀안전점검(2023년) 자료 참조

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

3.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 3.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
기둥(P1,P4), 기초(P1,P4) 받침(A1,P1,P4)	Y	O.K	• 기둥 및 기초, 받침부에서 모두 내진성능이 만족한 것으로 판단
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영된 것으로 확인되었고, 2022년에 내진성능평가가 실시된 것으로 확인되었으며, 교각 및 교대의 받침부에서 내진성능이 모두 만족한 것으로 검토되었다.			

3.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

3.2.8 주변환경 및 하중변화

연호고가교는 대구광역시 수성구 연호동에 위치하는 1종 교량 시설물이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 대구동부순환도로(주)에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외에 금회 점검시 방음터널이 신규 설치되었고 이에 따른 하중변화가 확인되었다. 따라서 차기 정밀안전진단시 변화한 하중에 따른 구조검토가 요망된다.

【표 3.2.5】 하중변화 검토내용

번호	보수보강 현황	기준	변경 (추가)	하중변화	비고
1	방음터널	—	방음터널	상부 방음터널 신설	방음터널 추가에 대한 구조검토 필요



【사진 3.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

3.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 3.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

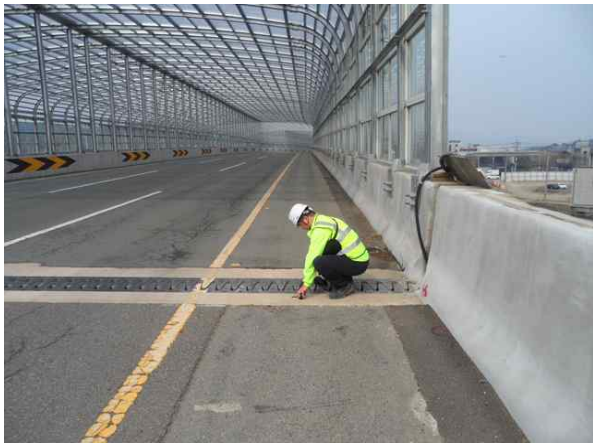
구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의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

3.3 현장조사

3.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보, 사다리를 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~S3	도보, 고소차 및 드론	2026.03.17.~2026.03.27.	
			
작업전경		작업전경	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 3.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

3.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 연호고가교는 Steel Box Girder 3경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부를 제외한 바닥판 하면은 콘크리트 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=410.0m 폭 28.9m(왕복 6차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 드론으로 근접조사를 실시하였다.



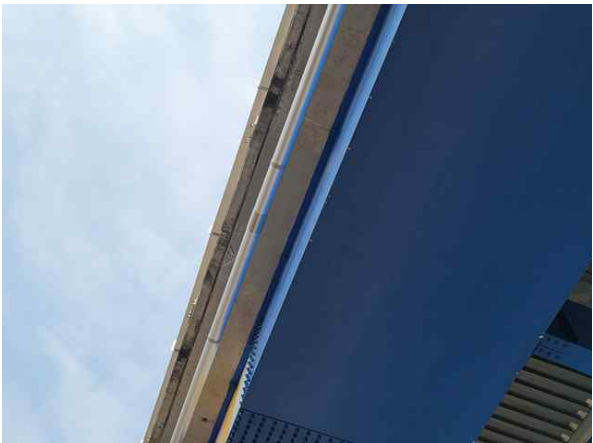
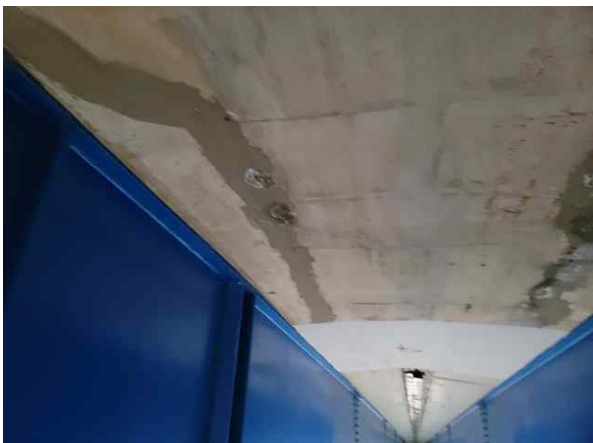
【사진 3.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 백태가 조사되었고, 바닥판하면 안심방향과 범물방향이 나뉘어 있었으나 금회 점검시 방음터널 설치로 인해 일체화 시킨 것이 확인되었으며, 이에 따라 일부 접합부 손상이 일괄 보수된 것으로 조사되었다.

【표 3.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	백태 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	0.08	1
S4	0.30	2
S5	—	—
S6	—	—
S7	0.50	2
S8	—	—
합계	0.88	5

			
손상현황	• S3 중앙부 백태	손상현황	• S3 캔틸레버 백태 -보수
원 인	• 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 보수 상태양호
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• -
			
손상현황	• S4 중앙부 백태	손상현황	• S4 중앙부 백태
원 인	• 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• S7 중앙부 백태	손상현황	• S7 중앙부 백태
원 인	• 공용기간 증가, 우수유입	원 인	• 공용기간 증가, 우수유입
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 3.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기존점검시 발생한 백태 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검시 기 손상인 균열, 층분리, 종조인트 누수가 바닥판하면 일체화와 동시에 일괄 보수되었고, 백태가 신규 추가 조사되었다.

【표 3.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	14.50	16	—	—	▼ 14.50	보수됨
	백태	m ²	0.53	8	0.88	5	▲ 0.30	일부보수 신규추가
	층분리	m ²	0.09	2	—	—	▼ 0.09	보수됨
	종조인트 누수	m	20.00	2	—	—	▼ 20.00	보수됨

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 백태는 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 종조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.
- 바닥판하면은 기 점검시 분리되어있었으나 금회 점검시 상부 방음터널 설치와 동시에 일체화 된 것으로 조사되었고 현재 상태는 양호한 것으로 판단되며 주의관찰을 통한 주기적인 점검이 요망된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 Steel Box Girder는 각 방향별 3열로 총 6열 배치되어 있는 상태이며, 근접육안조사를 위하여 고소작업차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



【사진 3.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

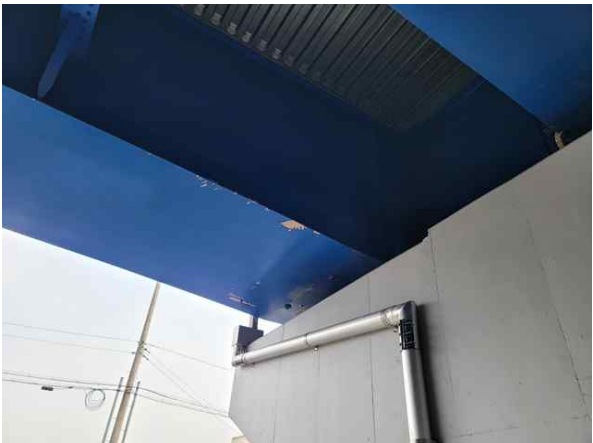
- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 도장긁힘 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 도장들뜸, 기공, 실링처리미흡, 점검등 고장불량 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.3】 거더외부 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		도장긁힘 (㎡/개소)	
S1	19.50	4	—	—
S2	3.40	2	9.90	11
S3	0.20	1	2.64	6
S4	7.99	10	0.25	1
S5	0.04	1	0.23	2
S6	0.10	1	—	—
S7	3.30	4	—	—
S8	23.32	32	—	—
합계	57.85	55	13.02	20

【표 3.3.4】 거더내부 현장조사 결과

구분	도장박리, 들뜸 (㎡/개소)		부식 (㎡/개소)		기공 (개소/개소)		실링처리미흡 (개소/개소)		점검등 고정불량 (개소/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		환기구 볼트불량 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1	—	—	—	—
S3	2.54	3	0.10	1	—	—	—	—	1.00	1	2.00	1	—	—
S4	—	—	—	—	1.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	0.15	1	—	—	—	—	—	—	2.00	2	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	—	—	2.00	2	—	—	—	—	4.00	4
S8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	2.69	4	0.10	1	1.00	1	2.00	2	4.00	4	2.00	1	4.00	4

			
손상현황	• S1-G1 도장박리	손상현황	• S2-G3 도장긁힘
원 인	• 시공초기 외부 충격 등	원 인	• 외부 충격, 시공미흡 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• S4-G1 도장박리	손상현황	• S8-G6 도장박리
원 인	• 시공초기 외부 충격 등	원 인	• 시공초기 외부 충격 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장

【사진 3.3.5】 거더 손상현황

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

【사진 3.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 거더외부 도장손상, 도장긫힘, 거더내부 도장들뜸, 기공, 실링 미처리가 확인되었고, 금회 점검에서 거더외부에 신규 도장박리, 도장긫힘, 거더내부에 부식, 누수흔적, 환기구 볼트불량, 신규 도장박리 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 3.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장박리	m ²	4.67	33	57.85	55	▲ 53.18	신규손상
	도장긫힘	m ²	—	—	13.02	20	▲ 13.02	신규손상
거더내부	도장박리, 들뜸	m ²	2.50	2	2.69	4	▲ 0.19	신규손상
	부식	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	기공	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	실링처리미흡	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	점검등 고정불량	EA	1.00	1	4.00	4	▲ 3.00	신규손상
	누수흔적	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	환기구 볼트불량	EA	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규손상

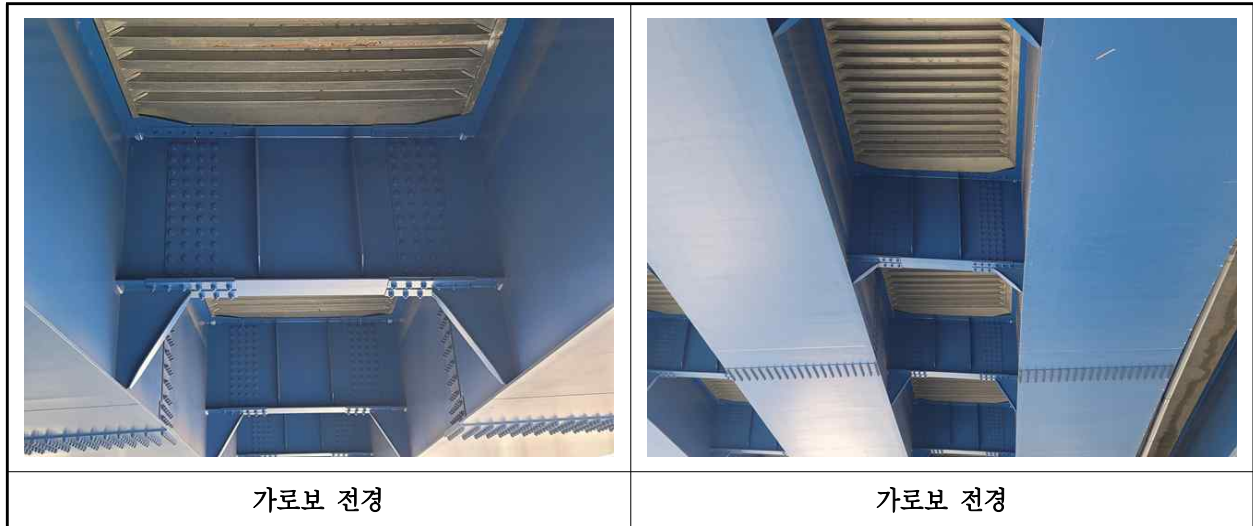
4) 검토의견

- 거더외부 및 내부에서 조사된 도장손상, 도장긫힘의 경우 시공 초기 외부충격, 방음터널 설치시공 중 발생한 긫힘 등의 원인에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 주의관찰 후 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더내부에 발생한 실링처리미흡은 우수유입 방지를 위한 실란트 충전이 요구되며, 점검등 고정불량은 시공미흡 등에 의해 발생한 것으로 주의관찰 후 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 기공은 시공미흡 등에 의한 것으로 손상의 정도가 경미하므로 주의관찰이 요구된다.
- 거더내부에 발생한 누수흔적 및 부식은 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 손상의 진전을 방지하고 주의관찰 후 내구성 확보를 위한 재도장 보수를 실시가 요망된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 STEEL로 시공되어 있다.
- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사는 도보 및 고소차로 근접조사를 실시하였다.



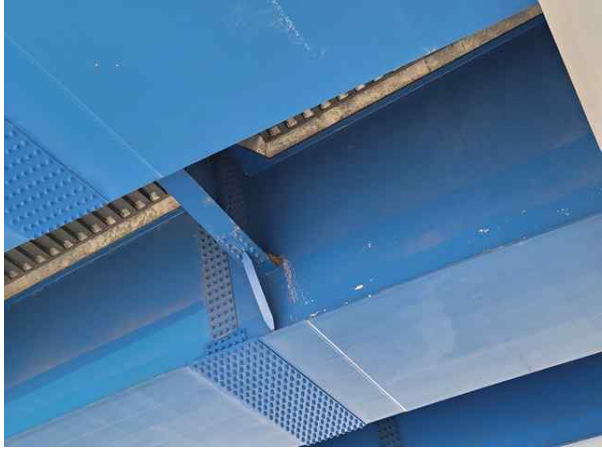
【사진 3.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과 도장박리, 이물질퇴적(조류서식)이 조사되었다.

【표 3.3.6】 가로보 현장조사 결과

구분	도장박리 (㎡/개소)		이물질퇴적(조류서식) (개소/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	1.65	3	—	—
S3	0.09	1	—	—
S4	1.50	5	1.00	1
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	0.10	1	—	—
S8	0.41	10	—	—
합계	3.75	20	1.00	1

			
손상현황	• S4 이물질퇴적	손상현황	• S8 도장박리
원 인	• 조류서식	원 인	• 공용기간 경과, 외기노출 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 재도장

【사진 3.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상이었던 도장박리, 이물질퇴적(조류서식)이 확인되었으며, 금회 도장박리가 신규 추가 조사되었다.

【표 3.3.7】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	도장박리	m ²	0.09	1	3.75	20	▲ 3.66	신규손상
	이물질퇴적 (조류서식)	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 이물질퇴적이 조사되었고의 경우 시공 초기 외부충격, 방음터널 설치시공 중 발생한 굽힘 등의 원인에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 주의관찰 후 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

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



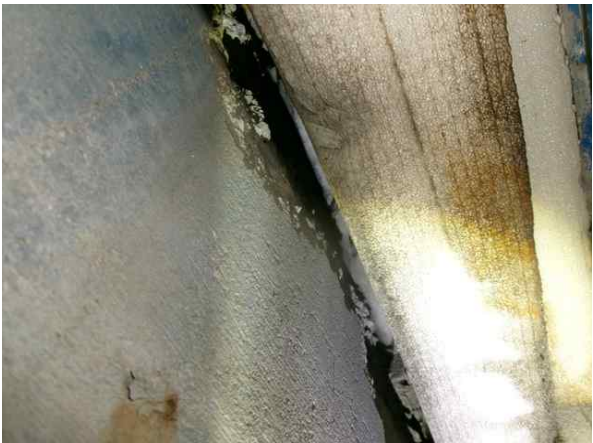
【사진 3.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

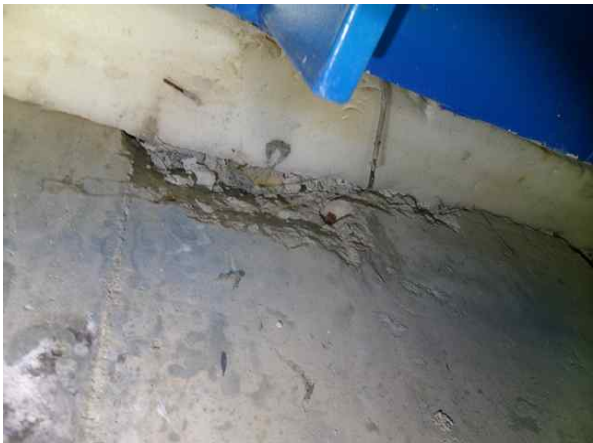
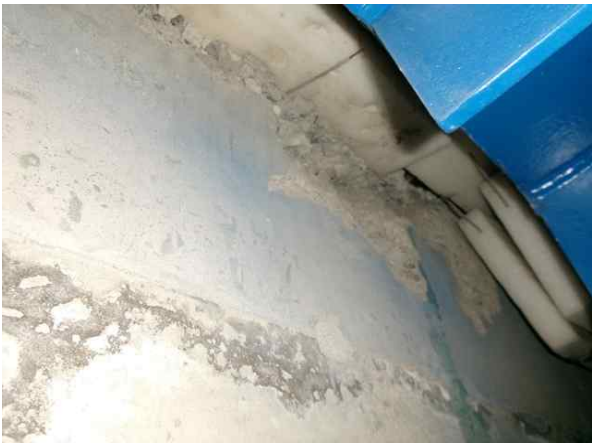
- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손 및 철근노출, 누수흔적, 백태, 균열부백태, 파손이 조사되었다.

【표 3.3.8】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)		백태 (㎡/개소)		균열부백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
A1	2.80	2	1.20	1	24.40	4	—	—	—	—	1.00	1
A2	—	—	1.29	2	8.00	2	23.80	5	0.50	1	0.30	1
합계	2.80	2	2.49	3	32.40	6	23.80	5	0.50	1	1.30	2

			
손상현황	• A1 누수흔적	손상현황	• A1 파손 및 철근노출
원 인	• 우수유입	원 인	• 외부충격, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수(방청)
			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 균열부백태
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 손상부 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• A2 백태	손상현황	• A2 파손 및 철근노출
원 인	• 공용기간 증가, 우수유입 등	원 인	• 외부충격, 시공미흡
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 단면보수(방청)

【사진 3.3.9】 교대 손상현황

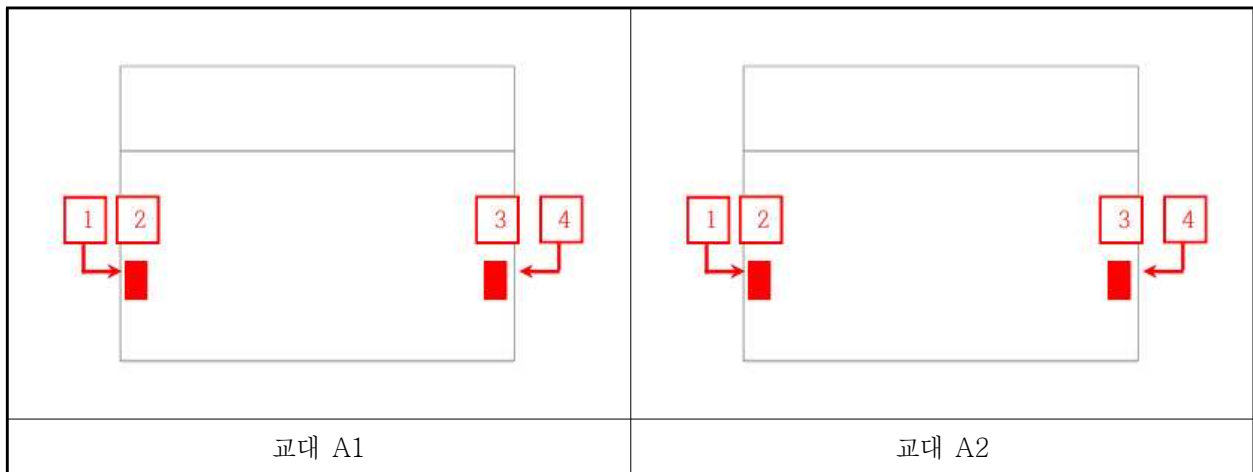
			
손상현황	• A2 파손 및 철근노출	손상현황	• A2 파손
원 인	• 외부충격, 시공미흡	원 인	• 외부충격, 시공미흡
조치방안	• 단면보수(방청)	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수

【사진 3.3.9】 교대 손상현황(계속)

3) 기울음 측정

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

(1) 측정 위치도



【그림 3.3.1】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 3.3.9】교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
A1	—	90.0	-89.9	-89.9	90.0	
A2	—	90.0	-89.8	90.0	-89.8	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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

4) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기 손상인 균열(0.3mm미만), 파손 및 철근노출, 누수흔적이 조사되었고, 금회 점검시 파손 및 철근노출, 백태, 균열부백태, 파손이 신규 추가 조사되었다.

【표 3.3.10】교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.80	2	2.80	2	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	1.20	1	2.49	3	▲ 1.29	신규손상
	누수흔적	m ²	32.40	6	32.40	6	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	23.80	5	▲ 23.80	신규손상
	균열부백태	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	파손	m ²	—	—	1.30	2	▲ 1.30	신규손상

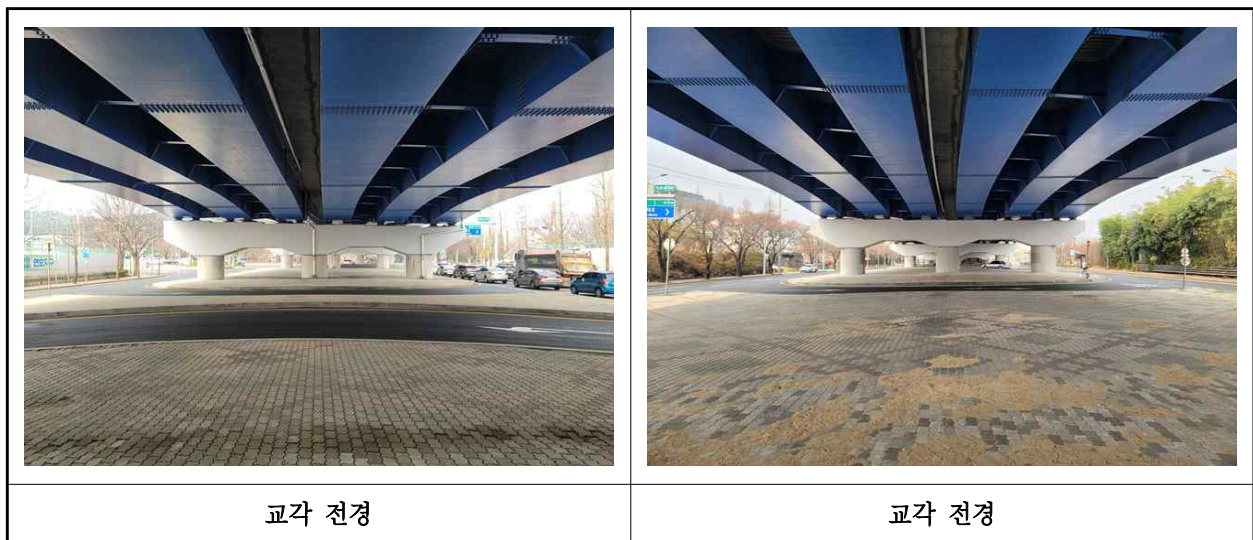
5) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 손상부 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검당시 신축이음 하부에 누수가 발생하고 있는 것으로 확인되어 우수유입으로 인한 손상의 진전을 방지하기 위하여 주의관찰 후 표면 처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수흔적의 경우 시공초기 외부 우수유입, 신축이음 하부 누수 등에 의한 손상으로 즉각적인 해당손상 단일 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 신축이음 하부 누수의 보수 후 표면처리 등의 보수조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 시공초기 외부충격에 의한 손상으로 전회 점검과 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 단면보수 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 파손 및 철근노출의 경우 시공시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 것으로 내구성 확보 차원에서 단면보수(방청)가 필요하다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 다주식 라멘형(P1~P7)로 구성되어 있으며, 기초는 파일기초(P1, P2), 직접기초(P3~P7)로 시공되어있다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.11】 교각 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		체수흔적 (m²/개소)	
P1	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—
P4	—	—	—	—	3.00	1
P5	—	—	—	—	—	—
P6	—	—	—	—	—	—
P7	6.00	2	16.00	4	—	—
합계	6.00	2	16.00	4	3.00	1

			
손상현황	• P4 체수흔적	손상현황	• P4 체수흔적
원 인	• 우수유입 등	원 인	• 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P4 망상균열 -보수	손상현황	• P7 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 보수 상태양호	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P7 망상균열	손상현황	• P7 망상균열
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 3.3.11】 교각 손상현황

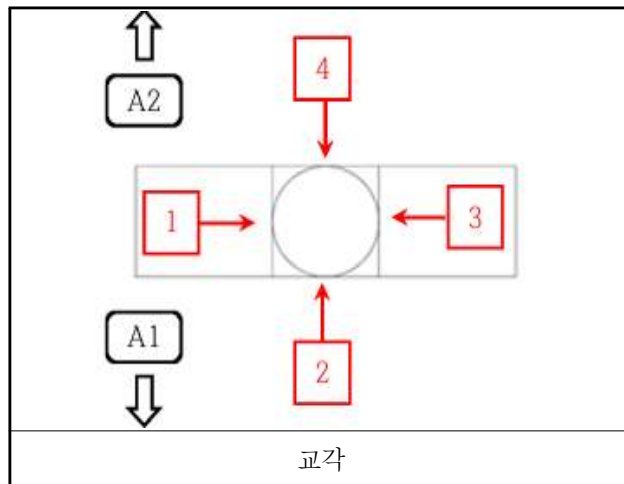
			
손상현황	• P7 망상균열	손상현황	• P7 망상균열
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P7 망상균열	손상현황	• P7 망상균열
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P7 망상균열	손상현황	• P7 망상균열
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 3.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기울음 측정

부등침하 등에 의해 변위가 발생 가능성이 있기는 교각의 경우 기둥의 정·좌·우·배면에서 경사계를 이용하여 기울음을 측정하였다.

(1) 측정 위치도



【그림 3.3.2】 교각 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 3.3.12】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	90.0	90.0	90.0	89.9	
P2	—	89.9	89.9	89.9	89.9	
P3	—	90.9	89.8	89.8	89.9	
P4	—	90.0	90.0	89.8	90.1	
P5	—	90.0	90.0	89.9	90.0	
P6	—	90.0	90.1	89.9	89.9	
P7	—	89.9	89.9	89.8	89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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

4) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 체수흔적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검시 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 3.3.13】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.00	2	6.00	2	- -	변동없음
	망상균열	m ²	19.00	5	16.00	4	▼ 3.00	일부보수
	체수흔적	m ²	3.00	1	3.00	1	- -	변동없음

5) 검토의견

- 교각에서 조사된 코핑부 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전 시 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 코핑부 재료분리의 경우 다짐미흡, 마감불량 등에 의한 손상으로 주의관찰 후 추후 손상의 진전 시 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 코핑부 체수흔적의 경우 종조인트부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구되고, 보수시 노면수 유입방지를 위해 종조인트부와 연계된 보수가 필요하다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 연호고가교의 기초는 교대 A1, A2 파일기초, 교각 P1~2 파일기초, P3~P7 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

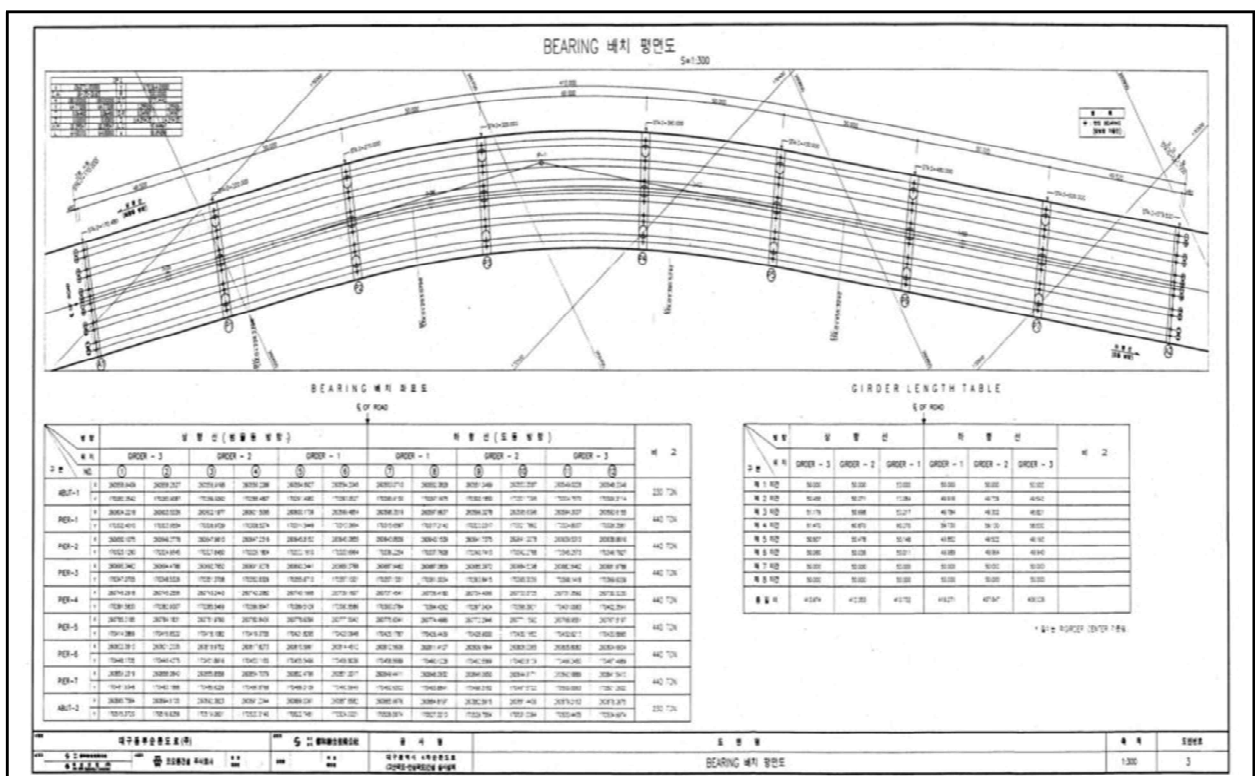


【사진 3.3.12】 기초 전경

사. 교량반침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 납면진받침(L.R.B)으로 거더당 2개소씩 배치되어 있으며, 총 108개소가 설치되어있다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보, 고소점검차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 3.3.3】 교량받침 배치도



【사진 3.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열, 플레이트부식, 도장박리 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.14】 교량받침 현장조사 결과

구분	받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 망상균열 (㎡/개소)		플레이트부식 (개소/개소)		도장박리 (㎡/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	1.20	4	—	—	—	—	0.32	4
P2	—	—	—	—	1.00	1	0.61	7
P3	1.20	4	—	—	—	—	—	—
P4	0.50	2	0.06	1	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	0.14	4
P6	—	—	—	—	—	—	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	2.90	10	0.06	1	1.00	1	1.07	15

			
손상현황	• P1-Sh6 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1-Sh6 도장박리
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 공용기간 경과, 외기노출 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 재도장

【사진 3.3.14】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• P2-Sh5 도장박리	손상현황	• P2-Sh6 도장박리
원 인	• 공용기간 경과, 외기노출 등	원 인	• 공용기간 경과, 외기노출 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• P4-Sh2 반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P4-Sh12 반침콘크리트 망상균열
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• P5-Sh3 도장박리	손상현황	• P5-Sh6 도장박리
원 인	• 공용기간 경과, 외기노출 등	원 인	• 공용기간 경과, 외기노출 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장

【사진 3.3.14】 교량반침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열, 도장박리, 플레이트부식 확인되었고, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었으며, 금회 점검시 받침콘크리트 균열, 도장박리가 신규 추가 조사되었다.

【표 3.3.15】교량받침 기 점검 결과 비교

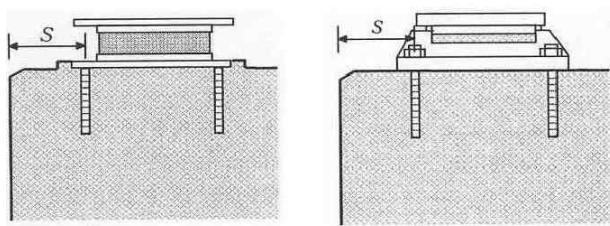
구분	손상 내용	단 위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.50	5	2.90	10	▲ 1.40	신규손상
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	도장박리	m ²	0.77	9	1.07	15	▲ 0.30	신규손상

4) 검토의견

- 교량받침에서 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 부재의 기능에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트부식, 도장박리의 경우 외부 우수유입 및 습기흡착에 의한 손상으로 점검당시 부식의 상태는 경미하여 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(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 3.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 3.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=50.0m) : $200 + 5 \times 50 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이(L=60.0m) : $200 + 5 \times 60 = 500(\text{mm})$

【표 3.3.16】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)												검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9	Sh10	Sh11	Sh12	
A1		450	760	750	750	750	750	760	750	770	750	750	750	760	O.K
P1	A1측	450	880	870	880	880	890	900	870	890	890	890	890	890	O.K
	A2측	450	880	880	890	890	880	880	880	880	890	890	890	890	O.K
P2	A1측	450	900	900	880	880	880	900	900	900	900	900	900	900	O.K
	A2측	450	880	880	900	880	880	880	870	880	880	870	870	870	O.K
P3	A1측	450	890	900	900	900	900	900	900	900	890	890	890	890	O.K
	A2측	500	880	880	870	880	880	890	890	880	890	870	870	870	O.K
P4	A1측	500	900	900	900	880	890	890	890	900	900	900	900	900	O.K
	A2측	450	880	880	870	870	880	880	870	880	880	880	870	870	O.K
P5	A1측	450	890	890	880	890	890	890	890	900	900	890	890	900	O.K
	A2측	450	870	870	870	880	880	880	880	880	870	870	880	870	O.K
P6	A1측	450	890	890	900	900	900	900	900	900	890	890	890	890	O.K
	A2측	450	870	870	880	880	870	870	870	870	860	880	880	870	O.K
P7	A1측	450	890	890	890	900	900	900	900	900	900	900	900	900	O.K
	A2측	450	880	880	880	870	870	870	870	880	880	870	870	870	O.K
A2		450	700	700	700	700	700	690	690	700	700	700	700	700	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

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.



【사진 3.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 3.3.17】 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	21.4	28.6	0.000012	150	38.5	51.5	
P1	21.4	28.6	0.000012	100	25.7	34.3	
P2	21.4	28.6	0.000012	50	12.8	17.2	
P3	21.4	28.6	0.000012	50	12.8	17.2	
P4	21.4	28.6	0.000012	100	25.7	34.3	
P5	21.4	28.6	0.000012	150	38.5	51.5	
P6	21.4	28.6	0.000012	100	25.7	34.3	
P7	21.4	28.6	0.000012	50	12.8	17.2	
A2	21.4	28.6	0.000012	50	12.8	17.2	
1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 3월 24일, 평균온도, 대구)							
2) 검토온도 : −10℃ ~ 40℃(보통지방)							

【표 3.3.18】 교량반침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			최대수축	최대수축	최대수축	최대신장			
A1	SH1	10	210	190	38.5	51.5	±200	O.K	O.K
	SH2	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH3	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH4	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH5	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH6	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH7	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH8	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH9	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH10	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH11	10	210	190			±200	O.K	O.K
	SH12	10	210	190			±200	O.K	O.K
P1	SH1	-15	150	180	25.7	34.3	±165	O.K	O.K
	SH2	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH3	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH4	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH5	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH6	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH7	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH8	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH9	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH10	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH11	-15	150	180			±165	O.K	O.K
	SH12	-15	150	180			±165	O.K	O.K
P2	SH1	10	175	155	25.7	34.3	±165	O.K	O.K
	SH2	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH3	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH4	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH5	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH6	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH7	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH8	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH9	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH10	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH11	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH12	10	175	155			±165	O.K	O.K
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 3.3.18】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			최대수축	최대수축	최대수축	최대신장			
P3	SH1	10	175	155	12.8	17.2	±165	O.K	O.K
	SH2	10	175	155			±165	O.K	O.K
	SH3	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH4	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH5	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH6	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH7	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH8	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH9	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH10	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH11	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH12	20	185	145			±165	O.K	O.K
P4	SH1	0	165	165	25.7	34.3	±165	O.K	O.K
	SH2	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH3	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH4	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH5	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH6	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH7	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH8	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH9	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH10	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH11	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH12	0	165	165			±165	O.K	O.K
P5	SH1	0	165	165	38.5	51.5	±165	O.K	O.K
	SH2	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH3	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH4	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH5	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH6	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH7	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH8	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH9	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH10	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH11	0	165	165			±165	O.K	O.K
	SH12	0	165	165			±165	O.K	O.K
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 3.3.18】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			최대수축	최대수축	최대수축	최대신장			
P6	SH1	20	185	145	25.7	34.3	±165	O.K	O.K
	SH2	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH3	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH4	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH5	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH6	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH7	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH8	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH9	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH10	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH11	20	185	145			±165	O.K	O.K
	SH12	20	185	145			±165	O.K	O.K
P7	SH1	15	180	150	12.8	17.2	±165	O.K	O.K
	SH2	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH3	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH4	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH5	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH6	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH7	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH8	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH9	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH10	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH11	15	180	150			±165	O.K	O.K
	SH12	15	180	150			±165	O.K	O.K
A2	SH1	0	200	200	12.8	17.2	±200	O.K	O.K
	SH2	0	200	200			±200	O.K	O.K
	SH3	0	200	200			±200	O.K	O.K
	SH4	0	200	200			±200	O.K	O.K
	SH5	0	200	200			±200	O.K	O.K
	SH6	0	200	200			±200	O.K	O.K
	SH7	0	200	200			±200	O.K	O.K
	SH8	+5	205	195			±200	O.K	O.K
	SH9	+5	205	195			±200	O.K	O.K
	SH10	+5	205	195			±200	O.K	O.K
	SH11	+5	205	195			±200	O.K	O.K
	SH12	+5	205	195			±200	O.K	O.K
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량의 신축이음은 2017년도에 교체되었고 Finger Joint(A1), 저소음 굴절형 Joint(A2) 형식으로 시공된 상태이다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



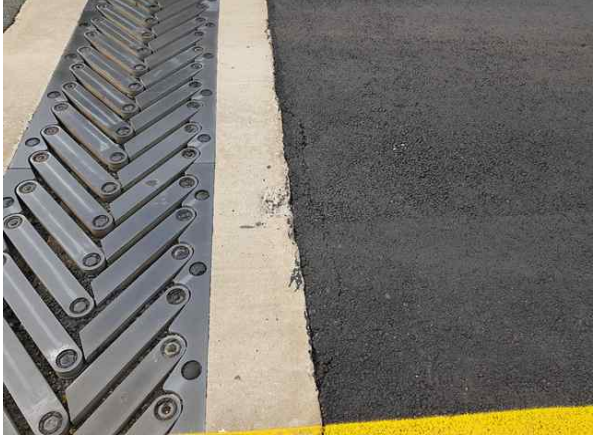
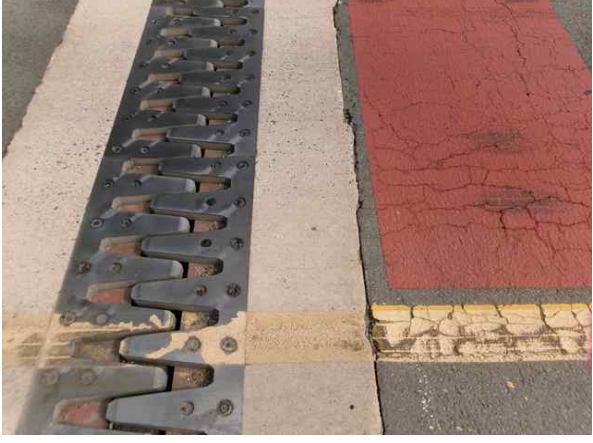
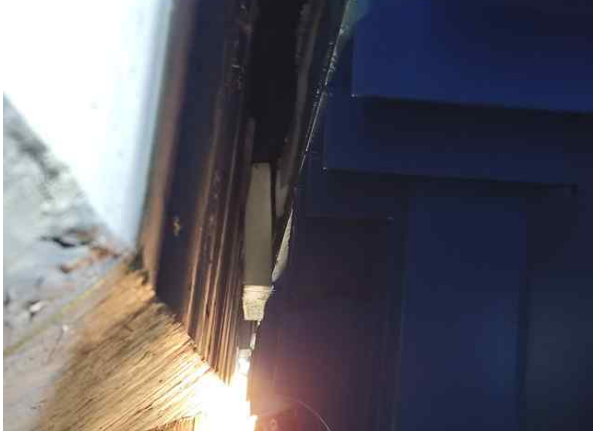
【사진 3.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 현장조사 결과, 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 파손, 흡음재 탈락이 조사되었다.

【표 3.3.19】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	후타재 균열(0.3mm미만) (m/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		흡음재 탈락 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	18.10	55	—	—	—	—
A2 (EXP J2)	3.40	12	0.04	1	2.00	1
합계	21.50	67	0.04	1	2.00	1

	
손상현황 • A1 후타재 균열(안심)	손상현황 • A2 후타재 파손(안심) -보수
원 인 • 건조수축, 공용기간 증가 등	원 인 • 보수 상태양호
조치방안 • 주의관찰	조치방안 • -
	
손상현황 • A2 후타재 파손(안심)	손상현황 • A1 후타재 균열(범물)
원 인 • 차량윤하중, 보수미흡 등	원 인 • 건조수축, 공용기간 증가 등
조치방안 • 주의관찰 후 단면보수	조치방안 • 주의관찰
	
손상현황 • A2 흡음재 탈락	손상현황 • A2 후타재 접속부 파손, 이격 -보수
원 인 • 시공미흡	원 인 • 보수 상태양호
조치방안 • 주의관찰	조치방안 • -

【사진 3.3.18】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 흡음재 탈락 등의 손상이 확인되었으며 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 금회 점검시 후타재 파손, 접속부 포장균열, 이격이 보수되었고, 신규 후타재 파손이 추가로 조사되었다.

【표 3.3.20】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	21.50	67	21.50	67	- -	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.02	2	0.04	1	▲ 0.02	보수됨 신규손상
	흡음재 탈락	m	2.00	1	2.00	1	- -	변동없음
	접속부 포장균열, 이격	m	10.00	1	-	-	▼ -	보수됨

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우, 초기 건조수축 균열, 공용기간 증가, 반복통행하중, 외부충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 점검당시 조사된 손상들은 차량의 주행성 및 부재의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되어 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 후타재 파손의 경우 차량 윤하중, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 흡음재 탈락은 시공미흡 등에 의해 발생한 것으로 차량 통행시 소음 등의 영향이 크지않은 바 주의관찰이 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5} , α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 조사일 : 2025. 09. 04. 기온 적용: 26.6℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-11.4℃ = 28.6℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(11.4℃) = 21.4℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃) <table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>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 3.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 3.3.21】 신축이음 신축이동량 산정

구분		온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
		동절기	하절기			동절기	하절기				
범물 방향	A1	21.4	28.6	0.000012	205	52.6	70.4	120	160	155	Finger Joint
	A2	21.4	28.6	0.000012	205	52.6	70.4	—	140	160	JHR Joint
안심 방향	A1	21.4	28.6	0.000012	205	52.6	70.4	108	140	132	Finger Joint
	A2	21.4	28.6	0.000012	205	52.6	70.4	—	198	200	JHR Joint

1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 3월 24일, 평균온도, 대구)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)

※저소음 굴절형 조인트(JHR Joint)는 유간을 하부만 고려함에 따라 상부유간은 고려하지 않음.

【표 3.3.22】 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)		
범물 방향	A1	신축이음	52.6	70.4	120	240	67.4	49.6	OK	OK
		바닥판			160	－	－	89.6	－	OK
		거더			155	－	－	84.6	－	OK
	A2	신축이음	52.6	70.4	－	240	－	－	－	－
		바닥판			140	－	－	69.6	－	OK
		거더			160	－	－	89.6	－	OK
안심 방향	A1	신축이음	52.6	70.4	108	240	79.4	37.6	OK	OK
		바닥판			140	－	－	69.6	－	OK
		거더			132	－	－	61.6	－	OK
	A2	신축이음	52.6	70.4	－	240	－	－	－	－
		바닥판			198	－	－	127.6	－	OK
		거더			200	－	－	129.6	－	OK
주) 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K										

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스팔트 포장(T=80mm)으로 시공되었으며, 각 방향별 3차로 총 6차로로 구성되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



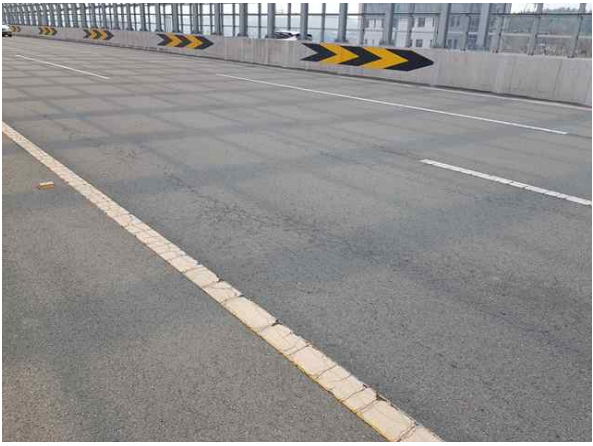
【사진 3.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 아스콘 망상균열 등의 손상이 조사되었다.

【표 3.3.23】 교면포장 현장조사 결과

구분	아스콘 망상균열 (㎡/개소)	
S1	170.00	1
S2	250.00	1
S3	250.00	1
S4	250.00	1
S5	—	—
S6	50.00	1
S7	50.00	1
S8	25.00	1
합계	1,045.00	7

			
손상현황	• S1 아스콘 망상균열	손상현황	• S1 아스콘 망상균열
원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등	원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등
조치방안	• 주의관찰 후 재포장	조치방안	• 주의관찰 후 재포장
			
손상현황	• S2 아스콘 망상균열	손상현황	• S2 아스콘 망상균열
원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등	원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등
조치방안	• 주의관찰 후 재포장	조치방안	• 주의관찰 후 재포장
			
손상현황	• S4 아스콘 망상균열	손상현황	• S6 아스콘 망상균열
원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등	원 인	• 장기공용, 차량윤하중 등
조치방안	• 주의관찰 후 재포장	조치방안	• 주의관찰 후 재포장

【사진 3.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 것으로 조사되었으나 금회 점검에서 아스콘 망상균열이 신규 조사되었다.

【표 3.3.24】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	—	—	1,045.00	7	▲ 1,045.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 조사된 아스콘 망상균열은 차량의 반복적인 운하중, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 차량통행에 중대한 영향을 미치는 손상은 아니나 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 및 주행성 확보를 위한 일괄 재포장 보수가 요망된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 연호고가교의 배수시설은 종단구배 (+)2.000%, 횡단구배 (-)3.000%~(+)3.000%로 물 흐름에 의거하여 교면포장의 우측(진행방향 기준)에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



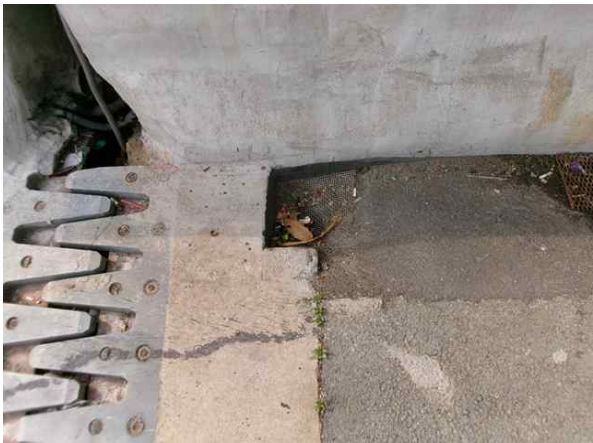
【사진 3.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 배수구 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 3.3.25】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수구 이물질퇴적 (개소/개소)	
S1	2.00	2
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
S6	—	—
S7	—	—
S8	—	—
합계	2.00	2

			
손상현황	• S1 배수구 이물질퇴적(2EA)	손상현황	• S1 배수구 이물질퇴적(2EA)
원 인	• 공용기간 경과, 토사유입 등	원 인	• 공용기간 증가, 이물질퇴적 등
조치방안	• 청소	조치방안	• 정비

【사진 3.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 배수구 막힘이 조사되었고, 손상의 진전은 미미한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검 결과 신규 손상은 없는 것으로 조사되었다.

【표 3.3.26】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 이물질퇴적	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 배수구 이물질퇴적은 공용기간 증가, 우천시 토사유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 원활한 배수기능을 확보하기 위하여 청소를 통한 주기적인 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있으며, 교면 외측 방호벽 상단, 중앙분리대에는 방음터널이 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 3.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 철근노출, 방음판 파손이 조사되었다.

【표 3.3.27】 방호벽 및 중앙분리대 현장조사 결과

구분	철근노출 (㎡/개소)		방음판 파손 (개소/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	1.00	1
S7	—	—	—	—
S8	0.06	1	—	—
합계	0.06	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 방호벽 균열-보수	손상현황	• S3 방호벽 균열-보수
원 인	• 보수 상태양호	원 인	• 보수 상태양호
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S5 방호벽 균열-보수	손상현황	• S6 방호벽 방음판 파손(1EA)
원 인	• 보수 상태양호	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 정비
			
손상현황	• S7 방호벽 균열-보수	손상현황	• S8 방호벽 철근노출
원 인	• 보수 상태양호	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수(방청)

【사진 3.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열부백태 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 3.3.28】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	609.80	676	—	—	▼ 609.80	보수됨
	파손	m ²	0.15	1	—	—	▼ 0.15	보수됨
	철근노출	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
	방음판 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 철근노출, 방음판 파손은 시공미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 및 미관 확보 차원의 정비, 단면보수(방청) 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 연호고가교의 점검통로는 교량 상면 갓길 및 하부 도보를 이용하여 출입가능하며, P3에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전면에 설치되어 있다.



【사진 3.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 3.3.29】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P3	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P3 점검로 상태현황	손상현황	• P3 점검로 볼트 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 3.3.27】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 교량 점검시설의 경우, 금회 점검시 방음터널과 동시에 설치된 것으로 조사되었으며, 신규 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 3.3.30】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

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

파. 램프구간 포장

1) 부재의 개요

- 램프구간 포장은 아스팔트 포장으로 시공되었으며, 각 방향별 3차로 총 6차로로 구성되어있다.



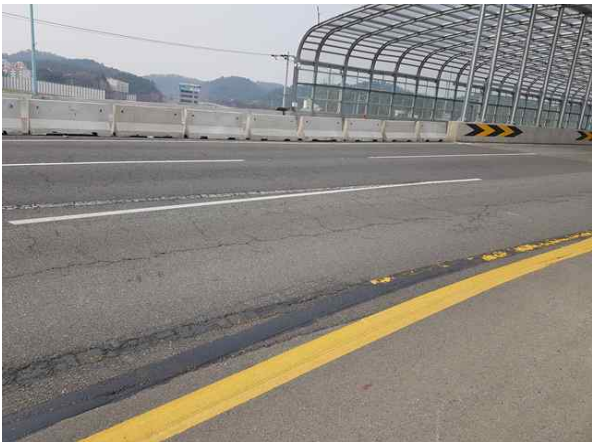
【사진 3.3.28】 램프구간 포장 전경

2) 현장조사 결과

- 램프구간 포장에 대한 현장조사 결과, 아스콘 균열, 파손이 조사되었다.

【표 3.3.31】 램프구간 포장 외관조사 결과

구분	아스콘 균열 (m/개소)		아스콘 파손 (㎡/개소)	
시점부 램프구간	163.00	5	0.14	5
종점부 램프구간	—	—	—	—
합계	163.00	5	0.14	5

			
손상현황	• 시점부 157m 포트홀 -보수	손상현황	• 시점부 100m 아스콘 파손
원 인	• 보수 상태양호	원 인	• 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• 시점부 100~150m 아스콘 망상균열	손상현황	• 시점부 100~157m 아스콘 균열
원 인	• 장기공용, 차량윤하중	원 인	• 장기공용, 차량윤하중
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• 종점부 160m 아스콘 균열 -보수	손상현황	• 종점부 재포장 현황
원 인	• 보수 상태양호	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 3.3.29】 램프구간 포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 아스콘 균열, 파손이 확인되었으며, 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었고, 금회 점검시 아스콘 균열 및 포트홀이 일부 보수된 것으로 확인되었다.

【표 3.3.32】 램프구간 포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
램프구간 포장	아스콘 균열	m	166.60	8	163.00	5	▼ 3.60	일부보수
	아스콘 파손	m ²	0.14	5	0.14	5	— —	변동없음
	포트홀	m ²	0.04	1	—	—	▼ 0.04	보수됨

4) 검토의견

- 램프구간 포장에 발생한 아스콘 균열, 파손은 차량의 반복적인 윤회중, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 차량통행에 중대한 영향을 미치는 손상이 아닌 바 지속적인 주의관찰을 실시하고 향후 손상의 진전시 재포장 등과 같은 보수대책 수립이 요구된다.

하. 램프구간 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 램프구간 외측(안심방향, 범물방향)에는 콘크리트 방호벽 및 방음벽, 중앙부에는 콘크리트 중앙분리대가 시공되어있다.



【사진 3.3.30】 램프구간 난간 및 연석 전경

2) 현장조사 결과

- 램프구간 난간 및 연석에 대한 현장조사 결과, 망상균열, 단차가 조사되었다.

【표 3.3.33】 램프구간 난간 및 연석 외관조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		단차 (개소/개소)		충분리 (㎡/개소)	
시점부 램프구간	—	—	1.00	1	—	—
종점부 램프구간	14.40	2	—	—	0.20	1
합계	14.40	2	1.00	1	0.20	1

			
손상현황	• 종점부 50~100m 망상균열	손상현황	• 종점부 215m 망상균열
원 인	• 건조수축, 온도변화	원 인	• 건조수축, 온도변화
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• 시점부 157m 단차(1EA)(안심)	손상현황	• 종점부 182m 층분리
원 인	• 잔류침하 등	원 인	• 건조수축, 시공미흡 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• 시점부 방호벽 전경	손상현황	• 시점부 방호벽 전경
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 3.3.31】 램프구간 난간 및 연석 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 망상균열, 단차가 조사되었고 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었으며, 금회 점검시 망상균열이 일부 보수되었고 국부적인 층분리가 신규 조사되었다.

【표 3.3.34】 램프구간 난간 및 연석 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
램프구간 난간 및 연석	망상균열	m ²	160.80	5	14.40	2	▼ 146.40	보수 실시
	단차	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동 없음
	층분리	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규 손상

4) 검토의견

- 램프구간 난간 및 연석에 발생한 망상균열의 경우 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 것으로 내구성 및 미관 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.
- 단차의 경우 시공초기 옹벽 시공 이후 잔류침하에 의한 손상으로 추정되며, 현재 균열모니터를 통해 유지관리중인 것으로 확인되고, 진전여부에 대한 지속적인 계측 및 주의관찰이 요구된다.
- 층분리의 경우 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 추정되며, 내구성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.

거. 램프구간 하부 옹벽

1) 부재의 개요

- 램프구간 하부에는 콘크리트 옹벽이 시공되어있다.



【사진 3.3.30】 램프구간 하부 옹벽 전경

2) 현장조사 결과

- 램프구간 옹벽에 대한 현장조사 결과 박락, 층분리가 조사되었다.

【표 3.3.33】 램프구간 하부 옹벽 외관조사 결과

구분	박락 (㎡/개소)		층분리 (㎡/개소)	
범물방향 시점부A1	—	—	—	—
범물방향 종점부A2	0.10	1	—	—
안심방향 종점부A2	—	—	0.24	2
합계	0.10	1	0.24	2

			
손상현황	• 범물방향 중점부A2옹벽 S6 박락	손상현황	• 안심방향 중점부A2옹벽 S11 충분리
원 인	• 장기공용, 외부충격, 잔류침하 등	원 인	• 장기공용, 외부충격, 잔류침하 등
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• 안심방향 중점부A2옹벽 S13 충분리	손상현황	• 안심방향 중점부A2옹벽 S13 충분리
원 인	• 장기공용, 외부충격, 잔류침하 등	원 인	• 장기공용, 외부충격, 잔류침하 등
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수

【사진 3.3.31】 램프구간 하부 옹벽 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 램프구간 하부 옹벽은 금회 조사시 추가된 시설물로, 국부적인 박락, 충분리가 신규 추가 조사되었다.

【표 3.3.34】 램프구간 하부 옹벽 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
램프구간 하부 옹벽	박락	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	충분리	m ²	—	—	0.24	2	▲ 0.24	신규손상

4) 검토의견

- 램프구간 하부 옹벽에 발생한 박락, 충분리 경우 시공초기 옹벽 시공 이후 잔류침하, 장기공용, 외부충격 등에 의한 손상으로 추정에 의해 발생된 것으로 주의관찰 후 추후 손상의 진전 시 내구성 및 미관 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.

너. 방음터널

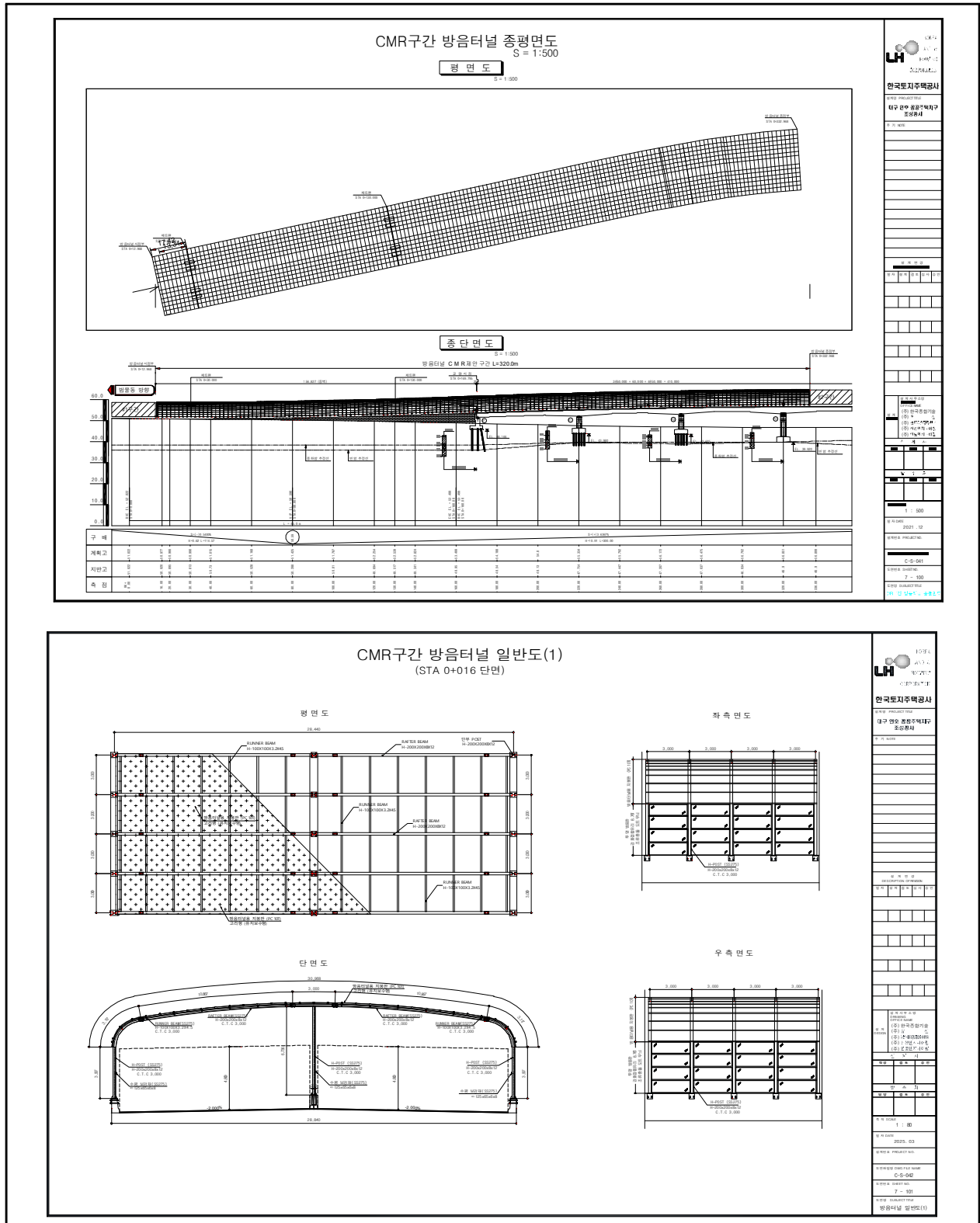
1) 부재의 개요

- 방음터널은 외측 방호벽, 내측 중앙분리대에 설치되어 있으며, 공중이 이용하는 시설로 하부에 위치한 교면포장 등의 시설에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

	
방음터널 전경 및 현황	방음터널 전경 및 현황
	
방음터널 전경 및 현황	방음터널 전경 및 현황
	
방음터널 전경 및 현황	방음터널 전경 및 현황

【사진 3.3.32】 램프구간 난간 및 연석 전경

2) 방음터널 시설물 구조도



【그림 3.3.5】 방음터널 구조도

더. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

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

3) 도로부 신축이음부

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

4) 환기구 등의 덮개

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

러. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 3.3.35】 공중이용시설 10대 위험요소

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

2) 현장조사 결과

- 본 과업대상 연호고가교 S4구간은 국도4호선을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수구 이물질퇴적(S1)이 조사되었으나, S4 하부 국도45선 외부측 및 S8 하부 게이트볼 구간에 속하지 않으므로 동절기시 고드름 낙하 관련 위험성은 적은 것으로 확인되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

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

	
교각 P4 코핑부 상태현황	교각 P7 코핑부 상태현황
	
배수시설 S1 배수구 막힘 상태현황	바닥판하면 S8 중분대 하면 상태현황

【사진 3.3.33】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

3.3.3 현장조사 총괄표

【표 3.3.36】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	백태	m ²	0.88	5	
거더외부	도장박리	m ²	57.85	55	
	도장긁힘	m ²	13.02	20	
거더내부	도장박리, 들뜸	m ²	2.69	4	
	부식	m ²	0.10	1	
	기공	EA	1.00	1	
	실링처리미흡	EA	2.00	2	
	점검등고정불량	EA	4.00	4	
	누수흔적	m ²	2.00	1	
	환기구 볼트불량	EA	4.00	4	
가로보	도장박리	m ²	3.75	20	
	이물질퇴적(조류서식)	EA	1.00	1	
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.80	2	
	파손 및 철근노출	m ²	2.49	3	
	누수흔적	m ²	32.40	6	
	백태	m ²	23.80	5	
	균열부백태	m ²	0.50	1	
	파손	m ²	1.30	2	
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.00	2	
	망상균열	m ²	16.00	4	
	채수흔적	m ²	3.00	1	
교량받침	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	2.90	10	
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.06	1	
	플레이트부식	EA	1.00	1	
	도장박리	m ²	1.07	15	
신축이음장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	21.50	67	
	후타재 파손	m ²	0.04	1	
	흡음재 탈락	m	2.00	1	
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	1045.00	7	
배수시설	배수관 이물질퇴적	EA	2.00	2	
방호벽 및 중분대	철근노출	m ²	0.06	1	
	방음판 파손	EA	1.00	1	
교량 점검시설	상태양호	-	-	-	
램프구간 포장	아스콘 균열	m	163.00	5	
	아스콘 파손	m ²	0.14	5	
램프구간 난간 및 연석	망상균열	m ²	14.40	2	
	단차	EA	1.00	1	
	충분리	m ²	0.20	1	
램프구간 하부 옹벽	박락	m ²	0.10	1	
	충분리	m ²	0.24	2	

3.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 3.3.37】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	14.50	16	—	—	▼ 14.50	보수됨
	백태	m ²	0.53	8	0.88	5	▲ 0.30	일부보수 신규추가
	충분리	m ²	0.09	2	—	—	▼ 0.09	보수됨
	중조인트 누수	m	20.00	2	—	—	▼ 20.00	보수됨
거더외부	도장박리	m ²	4.67	33	57.85	55	▲ 53.18	신규손상
	도장긁힘	m ²	—	—	13.02	20	▲ 13.02	신규손상
거더내부	도장박리, 들뜸	m ²	2.50	2	2.69	4	▲ 0.19	신규손상
	부식	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	기공	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	실링처리미흡	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
	점검등 고정볼량	EA	1.00	1	4.00	4	▲ 3.00	신규손상
	누수흔적	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
	환기구 볼트볼량	EA	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규손상
가로보	도장박리	m ²	0.09	1	3.75	20	▲ 3.66	신규손상
	이물질퇴적(조류서식)	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.80	2	2.80	2	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	1.20	1	2.49	3	▲ 1.29	신규손상
	누수흔적	m ²	32.40	6	32.40	6	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	23.80	5	▲ 23.80	신규손상
	균열부백태	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	신규손상
	파손	m ²	—	—	1.30	2	▲ 1.30	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.00	2	6.00	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	19.00	5	16.00	4	▼ 3.00	일부보수
	채수흔적	m ²	3.00	1	3.00	1	— —	변동없음
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	1.50	5	2.90	10	▲ 1.40	신규손상
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.06	1	0.06	1	— —	변동없음
	플레이트 부식	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	도장박리	m ²	0.77	9	1.07	15	▲ 0.30	신규손상

【표 3.3.37】 손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	21.50	67	21.50	67	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.02	2	0.04	1	▲ 0.02	보수됨 신규손상
	흡음재 탈락	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	접속부 포장균열, 이격	m	10.00	1	—	—	▼ —	보수됨
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	—	—	1,045.00	7	▲ 1,045.00	신규손상
배수시설	배수구 이물질퇴적	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	609.80	676	—	—	▼ 609.80	보수됨
	파손	m ²	0.15	1	—	—	▼ 0.15	보수됨
	철근노출	m ²	—	—	0.06	1	▲ 0.06	신규손상
	방음판 파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
램프구간 포장	아스콘 균열	m	166.60	8	163.00	5	▼ 3.60	일부보수
	아스콘 파손	m ²	0.14	5	0.14	5	— —	변동없음
	포트홀	m ²	0.04	1	—	—	▼ 0.04	보수됨
램프구간 난간 및 연석	망상균열	m ²	160.80	5	14.40	2	▼ 146.40	보수실시
	단차	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	충분리	m ²	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
램프구간 하부 옹벽	박락	m ²	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	충분리	m ²	—	—	0.24	2	▲ 0.24	신규손상

3.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단편](이하 ‘세부지침’)] 교량편 1.3.1에 따른 기준수량 및 조사수량에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

3.4.1 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 3.4.1】 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	10	9	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

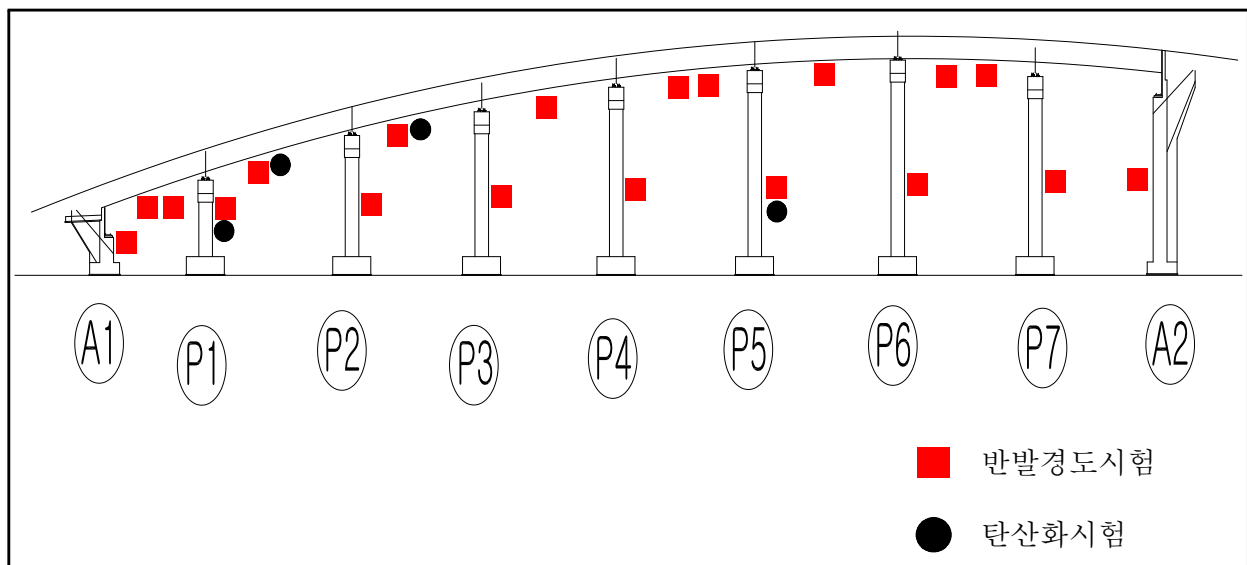
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진



【사진 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도

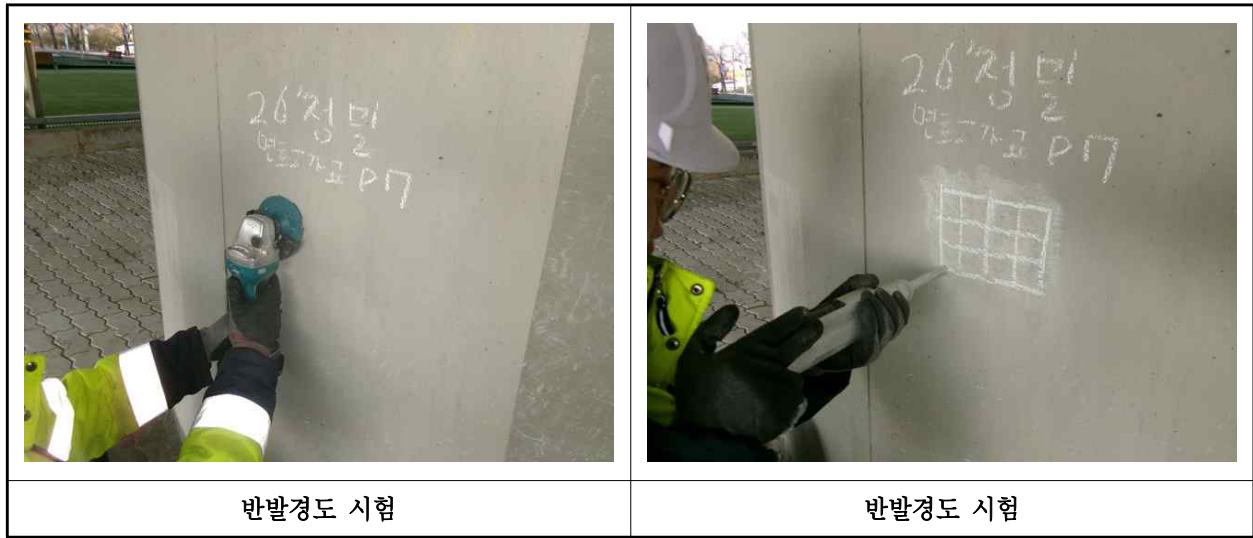


【그림 3.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

3.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 19개소)을 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.



【사진 3.4.2】 반발경도시험 현장사진

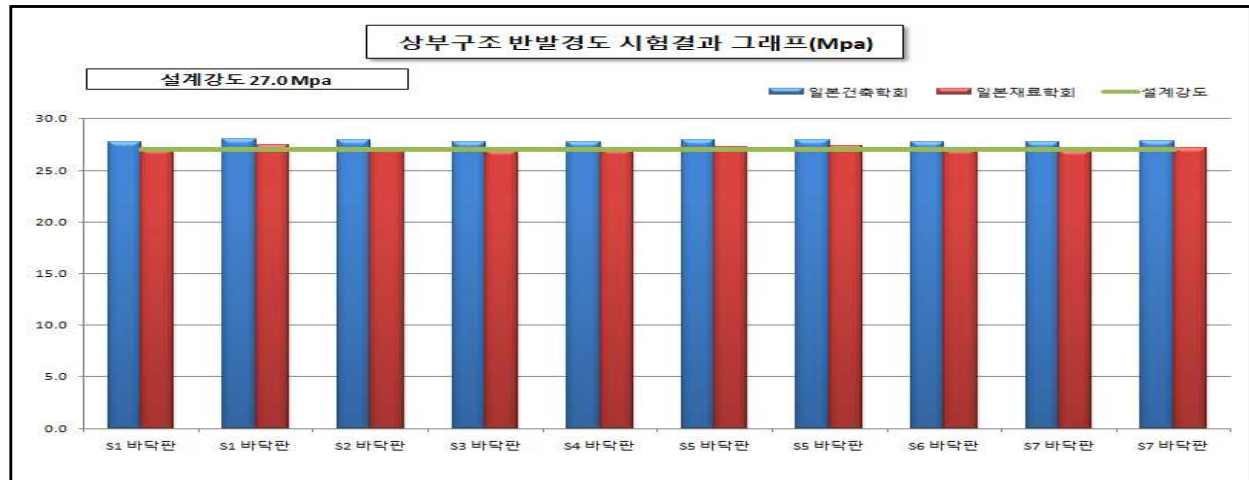
1) 비파괴강도 시험결과

【표 3.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	47.9	27.0	27.8	0.63	27.0	건전부
	S1	바닥판	48.5	27.5	28.0			중양부
	S2	바닥판	48.2	27.2	27.9			건전부
	S3	바닥판	47.8	26.9	27.7			중양부
	S4	바닥판	47.9	27.0	27.8			건전부
	S5	바닥판	48.2	27.3	27.9			건전부
	S5	바닥판	48.4	27.3	28.0			건전부
	S6	바닥판	47.9	27.0	27.8			건전부
	S7	바닥판	47.8	26.9	27.7			중양부
	S7	바닥판	48.1	27.2	27.9			건전부
평균			—	27.1	27.8	—	—	
표준편차			—	0.13	0.07	—	—	
변동계수			—	0.005	0.003	—	—	
최대값			—	27.5	28.0	—	—	
최소값			—	26.9	27.7	—	—	

【표 3.4.3】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.7	~ 28.0	27.0	27.8	102.6 ~ 103.7	



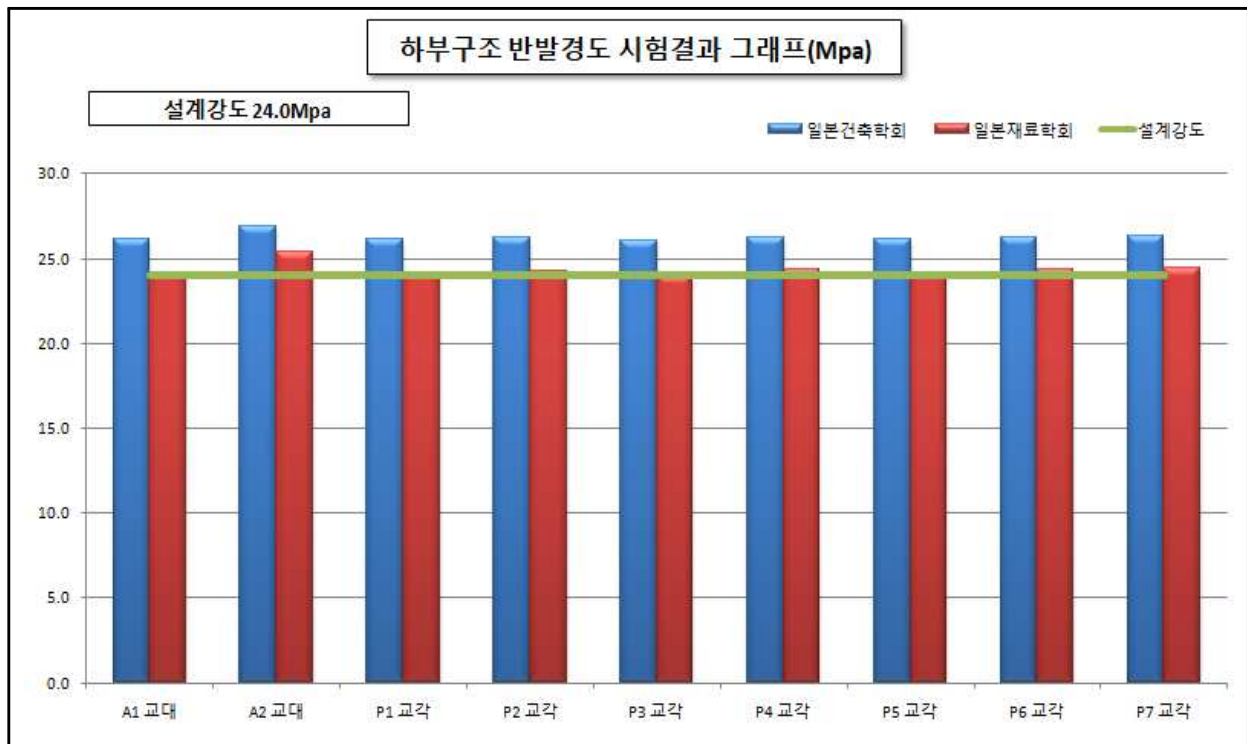
【그림 3.4.2】 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 3.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대 및 교각)

시험위치			반발경도법 (MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.4	24.2	26.2	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.9	25.4	26.9			건전부
	P1	교각	44.4	24.1	26.2			건전부
	P2	교각	44.5	24.2	26.2			건전부
	P3	교각	44.2	24.0	26.1			건전부
	P4	교각	44.6	24.3	26.3			건전부
	P5	교각	44.4	24.1	26.2			건전부
	P6	교각	44.6	24.3	26.3			건전부
	P7	교각	44.7	24.4	26.3			건전부
평균			—	24.4	26.3	—	—	
표준편차			—	0.06	0.04	—	—	
변동계수			—	0.003	0.001	—	—	
최대값			—	25.4	26.9	—	—	
최소값			—	24.0	26.1	—	—	

【표 3.4.6】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대 및 교각	26.1	~ 26.9	24.0	26.3	108.8 ~ 112.1	



【그림 3.4.3】 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.7~28.0MPa, 하부구조(교대 및 교각) 26.1~26.9MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단 된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	28.6 ~ 30.9	27.7 ~ 28.0	27.0
	교대 및 교각	25.6 ~ 28.5	26.1 ~ 26.9	27.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 3.4.8】 반발경도 시험보고서

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

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 3.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

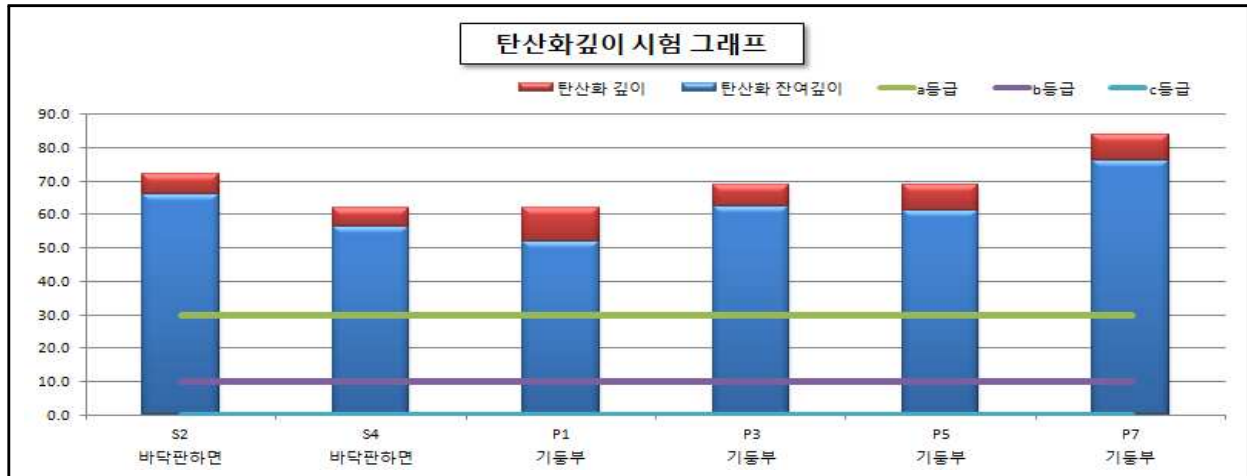
【표 3.4.9】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	6.0	72.0	66.0	24	1.22	100년 이상	a등급	
	S4 바닥판하면	5.5	62.0	56.5	24	1.12	100년 이상	a등급	
하부 구조	P1기둥부	10.0	62.0	52.0	24	2.04	100년 이상	a등급	
	P3기둥부	6.5	69.0	62.5	24	1.33	100년 이상	a등급	
	P5기둥부	8.0	69.0	61.0	24	1.63	100년 이상	a등급	
	P7기둥부	8.0	84.0	76.0	24	1.63	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~10.0 mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 3.4.10】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	5.5~6.0	56.5~66.0	
하부구조	5.5~10.0	52.0~76.0	



【그림 3.4.4】 탄산화 깊이 측정결과

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

【표 3.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S2	
실측 피복두께(mm)	72.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.0
잔여깊이(mm)	66.0
탄산화 속도계수	1.22
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(35)

A (탄산화 속도 계수)

1.41421

(mm/year0.5)

등급 선정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)

8.0

탄산화 속도계수(A)

1.4142

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

탄산화 등급

【표 3.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S4

실측 피복두께(mm)	62.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.5
잔여깊이(mm)	56.5
탄산화 속도계수	1.12
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(35)

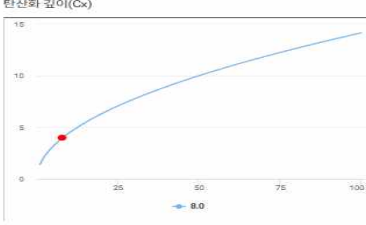
A (탄산화 속도 계수)

1.41421
(mm/year0.5)

등급 선정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)



탄산화 속도계수(A)



탄산화 등급



【표 3.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1	
실측 피복두께(mm)	62.0
탄산화 진행깊이(mm)	10.0
잔여깊이(mm)	52.0
탄산화 속도계수	2.04
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(83)

A (탄산화 속도 계수)

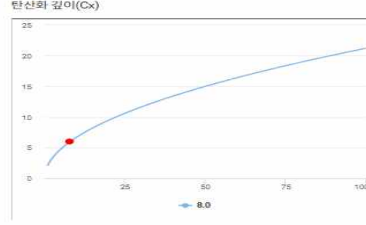
2.12132

(mm/year0.5)

등급 선정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)



탄산화 속도계수(A)



탄산화 등급



【표 3.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P3	
실측 피복두께(mm)	69.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.5
잔여깊이(mm)	62.5
탄산화 속도계수	1.33
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(83)

A (탄산화 속도 계수)

2.12132

(mm/year0.5)

등급 선정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 3.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P5	
실측 피복두께(mm)	69.0
탄산화 진행깊이(mm)	8.0
잔여깊이(mm)	61.0
탄산화 속도계수	1.63
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(83)

A (탄산화 속도 계수)

2.12132

(mm/year0.5)

등급 선정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 3.4.11】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P7	
실측 피복두께(mm)	84.0
탄산화 진행깊이(mm)	8.0
잔여깊이(mm)	76.0
탄산화 속도계수	1.63
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(83)

A (탄산화 속도 계수)

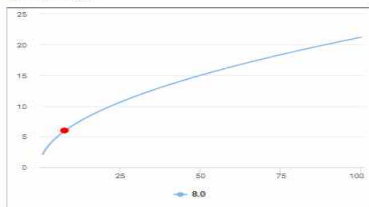
2.12132

(mm/year0.5)

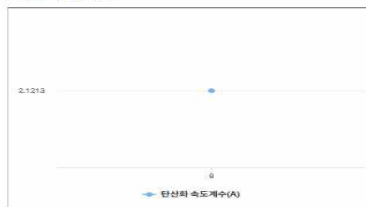
등급 선정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)



탄산화 속도계수(A)



탄산화 등급



3) 기 점검결과와의 비교

【표 3.4.12】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2024년 정밀안전점검			2026년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	10.0~12.0	34.0~35.0	a	5.5~6.0	56.5~66.0	a	
하부구조	11.0~13.0	77.0~81.0	a	5.5~10.0	52.0~76.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 3.4.13】 탄산화 깊이 시험 보고서

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

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 3.4.14】금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.7 ~ 28.0	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	26.1 ~ 26.9	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		56.5~66.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		52.0~76.0	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 3.4.15】기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2024년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	28.6 ~ 30.9		27.7 ~ 28.0		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대 및 교각	25.6 ~ 28.5		26.1 ~ 26.9		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		40.0~43.0	a	56.5~66.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		85.0~91.0	a	52.0~76.0	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

3.5 상태평가

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

3.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

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

【표 3.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화
S1	A1	STB	a	b	a	d	b	a	b	a	b	q	—
S2	P1	STB	a	b	b	d	a	a	—	b	b	q	a
S3	P2	STB	b	b	b	c	a	a	—	b	a	q	—
S4	P3	STB	b	b	b	d	a	a	—	b	a	q	a
S5	P4	STB	a	b	a	a	a	a	—	b	b	q	—
S6	P5	STB	a	b	a	b	a	a	—	b	a	q	a
S7	P6	STB	b	b	b	b	a	a	—	a	a	q	—
S8	P7	STB	a	b	b	b	a	b	—	a	b	q	a
	A2								b	a	b	q	—
평균			0.138	0.200	0.163	0.400	0.113	0.113	0.200	0.156	0.156	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.021	0.034	0.007	0.024	0.003	0.002	0.015	0.012	0.049	—	0.006
													0.174
													B

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.174) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

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

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

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 “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

후타재의 미세균열이 발생한 상태로 기능발휘에는 지장이 없는 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

나. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 3.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
연호고가교	0.174	B	410	6	2,460	1.000	0.174
합계(Σ)			410	6	2,460	1.000	0.174
1. 평가지수 =							0.174
2. 상태평가결과 =							B

3.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 3.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

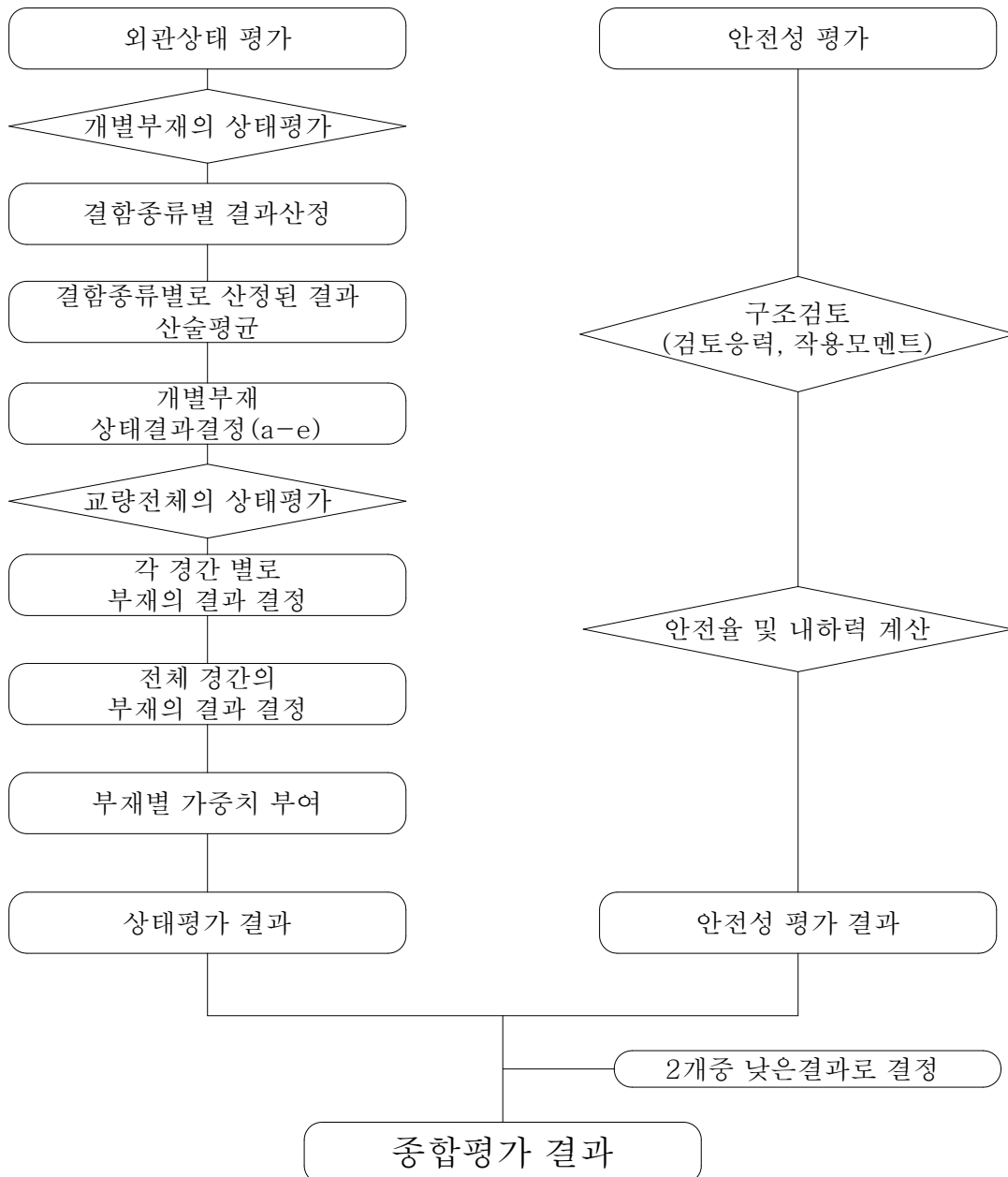
구 분	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.159	0.174
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 연호고가교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.159에서 0.174로 0.15 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 일부 부재에 대하여 바닥판 백태, 거더 도장박리, 도장균열, 부식, 누수흔적, 가로보 도장박리, 교대 파손 및 철근노출, 백태, 균열부백태, 파손, 교량받침 균열, 도장박리, 교면포장 아스콘 망상균열, 난간 및 연석 철근노출 등의 손상이 조사되었고, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.	

3.6 종합평가 및 안전등급 지정

3.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 3.6.1】 종합평가 결과 산정절차

3.6.2 종합평가 결과

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

【표 3.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
연호고가교	0.174	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

3.6.3 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 3.6.2】 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

3.7 보수·보강 및 유지관리방안

3.7.1 보수·보강 방안

【표 3.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	백태	m ²	0.88	5	주의관찰 후 표면처리	4순위
거더외부	도장박리	m ²	57.85	55	주의관찰 후 재도장	4순위
	도장긁힘	m ²	13.02	20	주의관찰 후 재도장	4순위
거더내부	도장박리, 들뜸	m ²	2.69	4	주의관찰 후 재도장	4순위
	부식	m ²	0.10	1	주의관찰 후 재도장	4순위
	기공	EA	1.00	1	주의관찰	4순위
	실링처리미흡	EA	2.00	2	주의관찰 후 실란트충전	4순위
	점검등고정불량	EA	4.00	4	주의관찰 후 정비	4순위
	누수흔적	m ²	2.00	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	환기구 볼트불량	EA	4.00	4	주의관찰 후 정비	4순위
가로보	도장박리	m ²	3.75	20	주의관찰 후 재도장	4순위
	이물질퇴적(조류서식)	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	4순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	2.80	2	주의관찰 후 표면처리	4순위
	파손 및 철근노출	m ²	2.49	3	단면보수(방청)	1순위
	누수흔적	m ²	32.40	6	주의관찰 후 표면처리	4순위
	백태	m ²	23.80	5	주의관찰 후 표면처리	4순위
	균열부백태	m ²	0.50	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	파손	m ²	1.30	2	주의관찰 후 단면보수	4순위
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.00	2	주의관찰 후 표면처리	4순위
	망상균열	m ²	16.00	4	주의관찰 후 표면처리	4순위
	체수흔적	m ²	3.00	1	주의관찰	4순위

【표 3.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
교량받침	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	2.90	10	주의관찰 후 표면처리	4순위
	받침콘크리트 망상균열	m ²	0.06	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	플레이트부식	EA	1.00	1	주의관찰 후 재도장	4순위
	도장박리	m ²	1.07	15	주의관찰 후 재도장	4순위
신축이음장치	후타재 균열(0.3mm미만)	m	21.50	67	주의관찰 후 표면처리	4순위
	후타재 파손	m ²	0.04	1	주의관찰 후 단면보수	4순위
	흡음재 탈락	m	2.00	1	주의관찰	4순위
교면포장	아스콘 망상균열	m ²	1045.00	7	주의관찰 후 재포장	4순위
배수시설	배수관 이물질퇴적	EA	2.00	2	주의관찰 후 정비	4순위
방호벽 및 중분대	철근노출	m ²	0.06	1	주의관찰 후 단면보수(방청)	4순위
	방음판 파손	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	4순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	주의관찰 후 조치	4순위
램프구간 포장	아스콘 균열	m	163.00	5	주의관찰 (진전시 재포장 대책수립)	4순위
	아스콘 파손	m ²	0.14	5		4순위
램프구간 난간 및 연석	망상균열	m ²	14.40	2	주의관찰 후 표면처리	4순위
	단차	EA	1.00	1	주의관찰	4순위
	충분리	m ²	0.20	1	주의관찰 후 단면보수	4순위
램프구간 하부 옹벽	박락	m ²	0.10	1	주의관찰 후 단면보수	4순위
	충분리	m ²	0.24	2	주의관찰 후 단면보수	4순위

3.7.2 개략공사비

【표 3.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
바닥면하면	백태	주의관찰 후 표면처리	0.88	1.32	m ²	—	—	4순위
거더외부	도장박리	주의관찰 후 재도장	57.85	86.78	m ²	—	—	4순위
	도장긁힘	주의관찰 후 재도장	13.02	19.53	m ²	—	—	4순위
거더내부	도장박리, 들뜸	주의관찰 후 재도장	2.69	4.04	m ²	—	—	4순위
	부식	주의관찰 후 재도장	0.10	0.15	m ²	—	—	4순위
	실링처리미흡	주의관찰 후 실란트충전	2.00	2.00	EA	—	—	4순위
	점검등고정볼량	주의관찰 후 정비	4.00	4.00	EA	—	—	4순위
	환기구 볼트볼량	주의관찰 후 정비	4.00	4.00	EA	—	—	4순위
가로보	도장박리	주의관찰 후 재도장	3.75	5.63	m ²	—	—	4순위
	이물질퇴적(조류서식)	주의관찰 후 정비	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
교대	균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	2.80	1.05	m ²	—	—	4순위
	파손 및 철근노출	단면보수(양측)	2.49	3.74	m ²	1,114	4,166	1순위
	누수흔적	주의관찰 후 표면처리	32.40	48.60	m ²	—	—	4순위
	백태	주의관찰 후 표면처리	23.80	35.70	m ²	—	—	4순위
	균열부백태	주의관찰 후 표면처리	0.50	0.75	m ²	—	—	4순위
	파손	주의관찰 후 단면보수	1.30	1.95	m ²	—	—	4순위
교각	균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	6.00	2.25	m ²	—	—	4순위
	재료분리	주의관찰 후 표면처리	16.00	24.00	m ²	—	—	4순위

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량반침	반침콘크리트균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	2.90	1.09	m ²	—	—	4순위
	반침콘크리트 망상균열	주의관찰 후 표면처리	0.06	0.09	m ²	—	—	4순위
	플레이트부식	주의관찰 후 재도장	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
	도장박리	주의관찰 후 재도장	1.07	1.61	m ²	—	—	4순위
산책로상치	후타재 균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	21.50	8.06	m ²	—	—	4순위
	후타재 파손	주의관찰 후 단면보수	0.04	0.06	m ²	—	—	4순위
교면포장	아스콘 망상균열	주의관찰 후 재포장	1045.00	1,567.50	m ²	—	—	4순위
배수시설	배수관 이물질퇴적	주의관찰 후 정비	2.00	2.00	EA	—	—	4순위
방호벽 및 중분대	철근노출	주의관찰 후 단면보수(방청)	0.06	0.09	m ²	—	—	4순위
	방음판 파손	주의관찰 후 정비	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
램프구간 난간 및 연석	망상균열	주의관찰 후 표면처리	14.40	21.60	m ²	—	—	4순위
	충분리	주의관찰 후 단면보수	0.20	0.30	m ²	—	—	4순위
램프구간 하부옹벽	박락	주의관찰 후 단면보수	0.10	0.15	m ²	—	—	4순위
	충분리	주의관찰 후 단면보수	0.24	0.36	m ²	—	—	4순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	4,166		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	2,083		0		0		
	합계	6,249		0		0		
개략공사비 총계(천원)		6,249						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

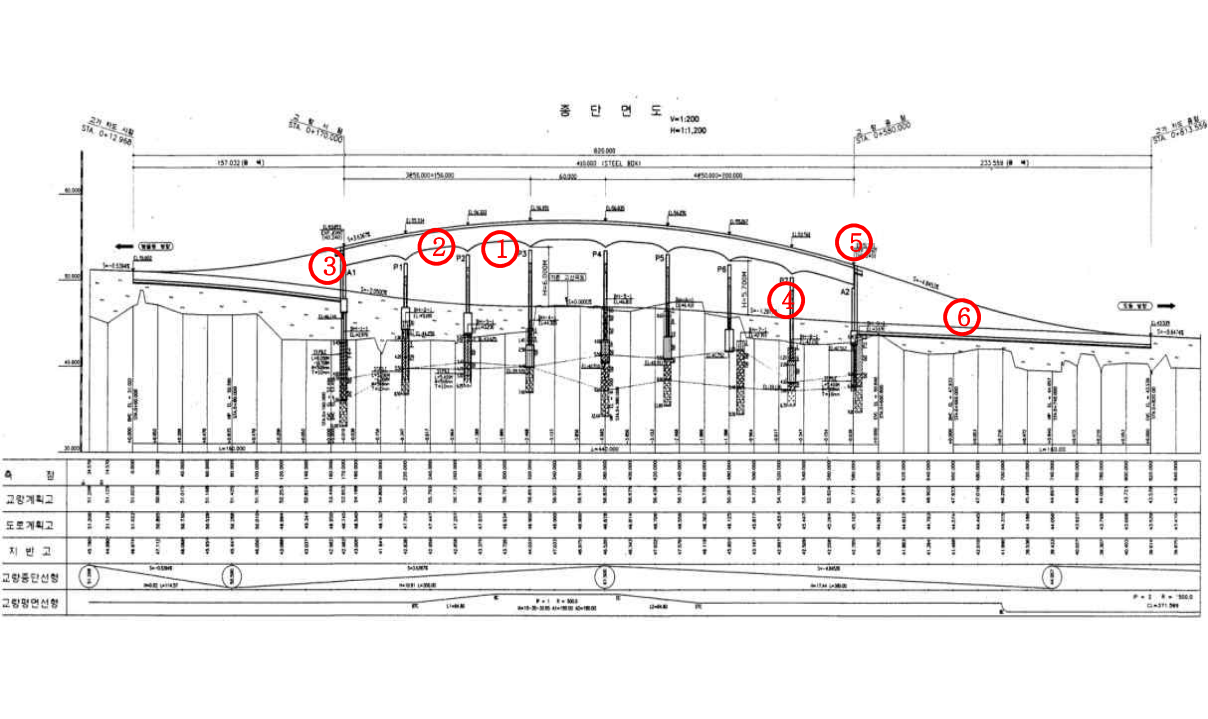
3.7.3 유지관리방안

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 3.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	- 방호벽 손상여부 점검 - 기존 손상 진전여부 확인
배수시설	- 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
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 바닥판하면 백태 - 진전 여부확인	② 거더외부 도장박리 - 진전 여부확인	③ 교대 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인
		
④ 교각 망상균열 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 후타재 파손 - 진전 여부확인	⑥ 램프구간 옹벽 충분리 - 진전 여부확인
		

3.8 종합결론

본 시설물은 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 교량으로서 총 연장 410.0m, 폭 28.9m, 왕복 6차로로 시공되어, 2002년도에 준공되어 약 24년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

3.8.1 종합의견

- 1) 대상시설물의 종합평가결과, 안전등급은 ‘B’ 등급으로서, 중대결함 및 주의할 만한 구조체 손상은 없고 대체로 시설물의 유지관리 상태가 양호함.
- 2) 전회 점검 이후 주요 구조체의 결함 진행 및 발생은 전반적으로 미미한 수준으로서 대부분 일상적인 유지관리차원의 보수만으로도 사용성 및 기능유지가 가능함.

3.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 백태는 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 종조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.
- 바닥판하면은 기 점검시 분리되어있었으나 금회 점검시 상부 방음터널 설치와 동시에 일체화 된 것으로 조사되었고 현재 상태는 양호한 것으로 판단되며 주의관찰을 통한 주기적인 점검이 요망된다.

2) Steel Box Girder

- 거더외부 및 내부에서 조사된 도장손상, 도장균열의 경우 시공 초기 외부충격, 방음터널 설치시공 중 발생한 균열 등의 원인에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 주의관찰 후 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 거더내부에 발생한 실링처리미흡은 우수유입 방지를 위한 실란트 충전이 요구되며, 점검등 고정볼량은 시공미흡 등에 의해 발생한 것으로 주의관찰 후 정비를 통한 유지관리가 필요하다. 기공은 시공미흡 등에 의한 것으로 손상의 정도가 경미하므로 주의관찰이 요구된다.
- 거더내부에 발생한 누수흔적 및 부식은 외부 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 손상의 진전을 방지하고 주의관찰 후 내구성 확

보를 위한 재도장 보수를 실시가 요망된다.

3) 가로보

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 도장박리, 이물질퇴적이 조사되었고의 경우 시공 초기 외부충격, 방음터널 설치시공 중 발생한 굽힘 등의 원인에 의한 손상으로 부재의 안전성에 문제가 없는 경미한 손상으로 확인되었으나 주의관찰 후 내구성을 확보하기 위한 재도장 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 손상부 습기흡착 등에 의한 손상으로 판단되며, 점검당시 신축이음 하부에 누수가 발생하고 있는 것으로 확인되어 우수유입으로 인한 손상의 진전을 방지하기 위하여 주의관찰 후 표면처리 등의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 누수흔적의 경우 시공초기 외부 우수유입, 신축이음 하부 누수 등에 의한 손상으로 즉각적인 해당손상 단일 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 신축이음 하부 누수의 보수 후 표면처리 등의 보수조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 시공초기 외부충격에 의한 손상으로 전회 점검과 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 확인되어 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 단면보수 등의 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 파손 및 철근노출의 경우 시공시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 것으로 내구성 확보 차원에서 단면보수(방청)가 필요하다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 코핑부 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등의 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전 시 내구성 확보 차원의 표면처리, 주입보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 코핑부 재료분리의 경우 다짐미흡, 마감불량 등에 의한 손상으로 주의관찰 후 추후 손상의 진전 시 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 코핑부 체수흔적의 경우 종조인트부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 진전여부에

대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구되고, 보수시 노면수 유입방지를 위해 종조인트부와 연계된 보수가 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 부재의 기능에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 플레이트부식, 도장박리의 경우 외부 우수유입 및 습기흡착에 의한 손상으로 점검당시 부식의 상태는 경미하여 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성을 확보하기 위한 채도장 등의 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열(0.3mm미만)의 경우, 초기 건조수축 균열, 공용기간 증가, 반복통행하중, 외부충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 점검당시 조사된 손상들은 차량의 주행성 및 부재의 기능성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되어 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 후타재 파손의 경우 차량 운하중, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 흡음재 탈락은 시공미흡 등에 의해 발생된 것으로 차량 통행시 소음 등의 영향이 크지않은 바 주의관찰이 요구된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 측정일 온도는 26.6℃(09월 04일)로써 이때 측정유간은 10.0~140.0mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에서 조사된 아스콘 망상균열은 차량의 반복적인 운하중, 공용기간 경과 등에 의해

발생한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 차량통행에 중대한 영향을 미치는 손상은 아니나 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 및 주행성 확보를 위한 일괄 재포장 보수가 요망된다.

9) 배수시설

- 배수시설에서 배수구 이물질퇴적은 공용기간 증가, 우천시 토사유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 원활한 배수기능을 확보하기 위하여 청소를 통한 주기적인 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

10) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 철근노출, 방음판 파손은 시공미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 주의관찰 후 추후 손상의 진전시 내구성 및 미관 확보 차원의 정비, 단면보수(방청) 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

11) 교량 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.
- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 램프구간 포장

- 램프구간 포장에 발생한 아스콘 균열, 파손은 차량의 반복적인 운하중, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 조사된 손상은 차량통행에 중대한 영향을 미치는 손상이 아닌 바 지속적인 주의관찰을 실시하고 향후 손상의 진전시 재포장 등과 같은 보수대책 수립이 요구된다.

13) 램프구간 난간 및 연석

- 램프구간 난간 및 연석에 발생한 망상균열의 경우 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 것으로 내구성 및 미관 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수 시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.
- 단차의 경우 시공초기 옹벽 시공 이후 잔류침하에 의한 손상으로 추정되며, 현재 균열모니터를 통해 유지관리중인 것으로 확인되고, 진전여부에 대한 지속적인 계측 및 주의관찰이 요구

된다.

- 층분리의 경우 시공시 다짐미흡, 마감미흡, 외부충격 등에 의한 손상으로 추정되며, 내구성 확보 차원의 단면보수가 요구된다.

14) 램프구간 하부 옹벽

- 램프구간 하부 옹벽에 발생한 박락, 층분리 경우 시공초기 옹벽 시공 이후 잔류침하, 장기공용, 외부충격 등에 의한 손상으로 추정에 의해 발생한 것으로 주의관찰 후 추후 손상의 진전 시 내구성 및 미관 확보 차원의 단면보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.

15) 방음터널

- 방음터널은 외측 방호벽, 내측 중앙분리대에 설치되어 있으며, 공중이 이용하는 시설로 하부에 위치한 교면포장 등의 시설에 영향을 미칠만한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

16) 공중이 이용하는 부위

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

17) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.7~28.0MPa, 하부구조(교대 및 교각) 26.1~26.9MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~10.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 연호고가교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.159에서 0.174로

0.15 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.

- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 일부 부재에 대하여 바닥판 백태, 거더 도장박리, 도장긁힘, 부식, 누수흔적, 가로보 도장박리, 교대 파손 및 철근노출, 백태, 균열 부백태, 파손, 교량받침 균열, 도장박리, 교면포장 아스콘 망상균열, 난간 및 연석 철근노출 등의 손상이 조사되었고, 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편-2026. 01.)』에서 상태평가 중 부재별 가중치가 일부 상승하여 전체적인 상태평가 점수가 소폭 상승한 것으로 판단된다.

다. 결론

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

3.8.3 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

3.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 거더외부 도장긁힘, 도장박리, 교대 파손 및 철근노출, 교각 망상균열, 교량받침 받침콘크리트 망상균열, 신축이음 후타재 파손, 램프구간 하부 옹벽 박락 등에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

3.8.5 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및

예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.