

2. 가천교

2.1 시설물 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 현장조사

2.4 콘크리트 내구성조사

2.5 상태평가

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.7 보수·보강 및 유지관리 방안

2.8 종합결론

2. 가천교

2.1 시설물의 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 교량으로서 총 연장 290.0m, 폭 28.9~51.9m, 왕복 6차로로 시공되어 있다.

2.1.1 일반사항

【표 2.1.1】 가천교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2003-0000504		관리번호		동부교량-2	
시설물위치		대구광역시 수성구 가천동		준공년월일		2002. 08. 24	
설계하중		DB-24		노 선 명		범안로	
제원	연장	L=290.0m, (50m+2@60m+2@60m=290m)					
	폭	B=28.9~51.9m, 6차로					
구조 형식	상부	강박스거더교(STB)		기초 형식	교 각	직접기초, 파일기초	
	하부	교각 : 다주식 라멘형 교대 : 역 T형			교 대	직접기초, 파일기초	
교량받침		포트 받침		신축이음		레일 조인트	
교차시설물		경부선 철도, 고모로		통과높이		4.7m	
부착시설내용		-					
시 공 자		코오롱건설(주)		관리주체		대구동부순환도로(주)	

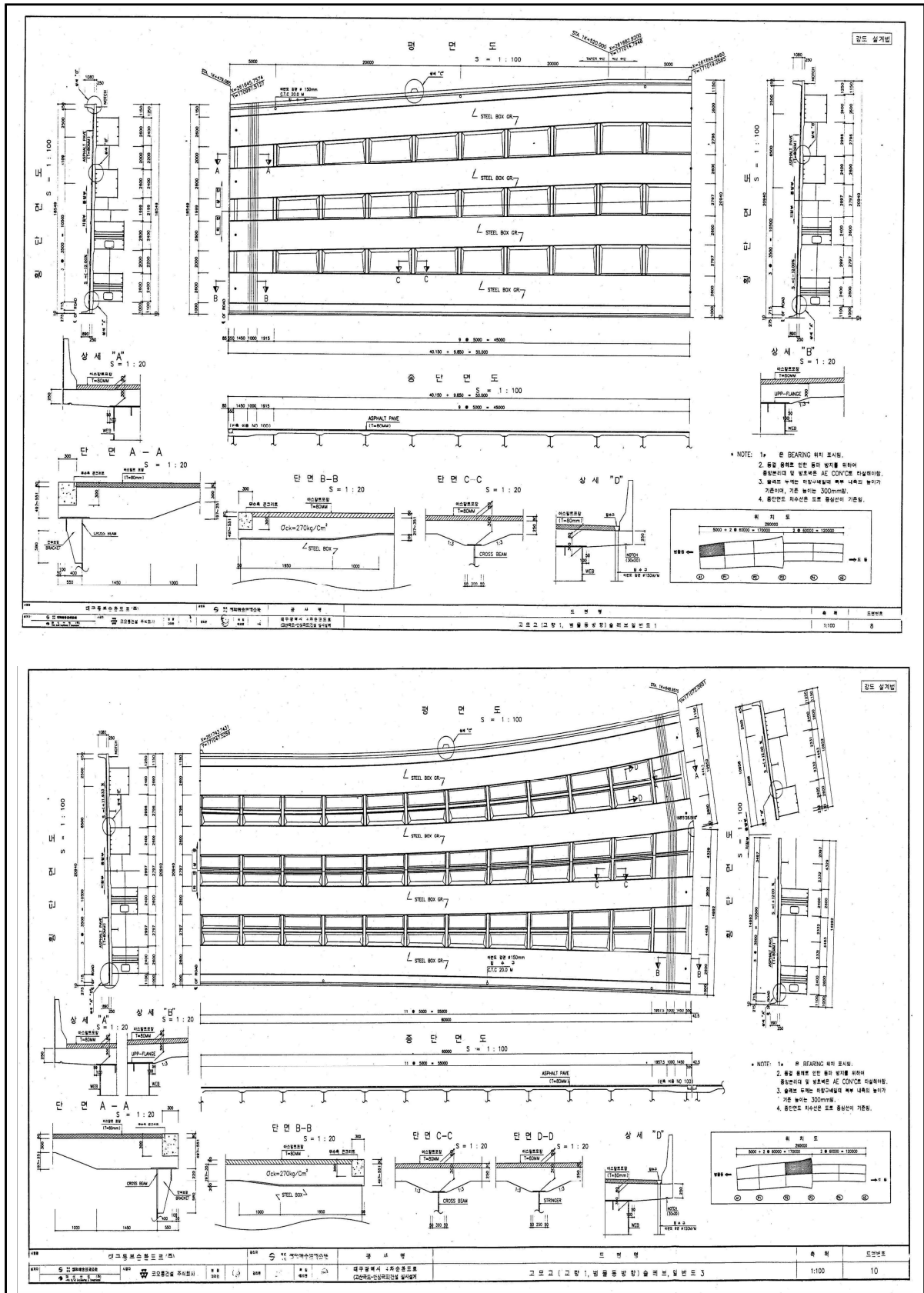
2.1.2 위치도 및 전경사진



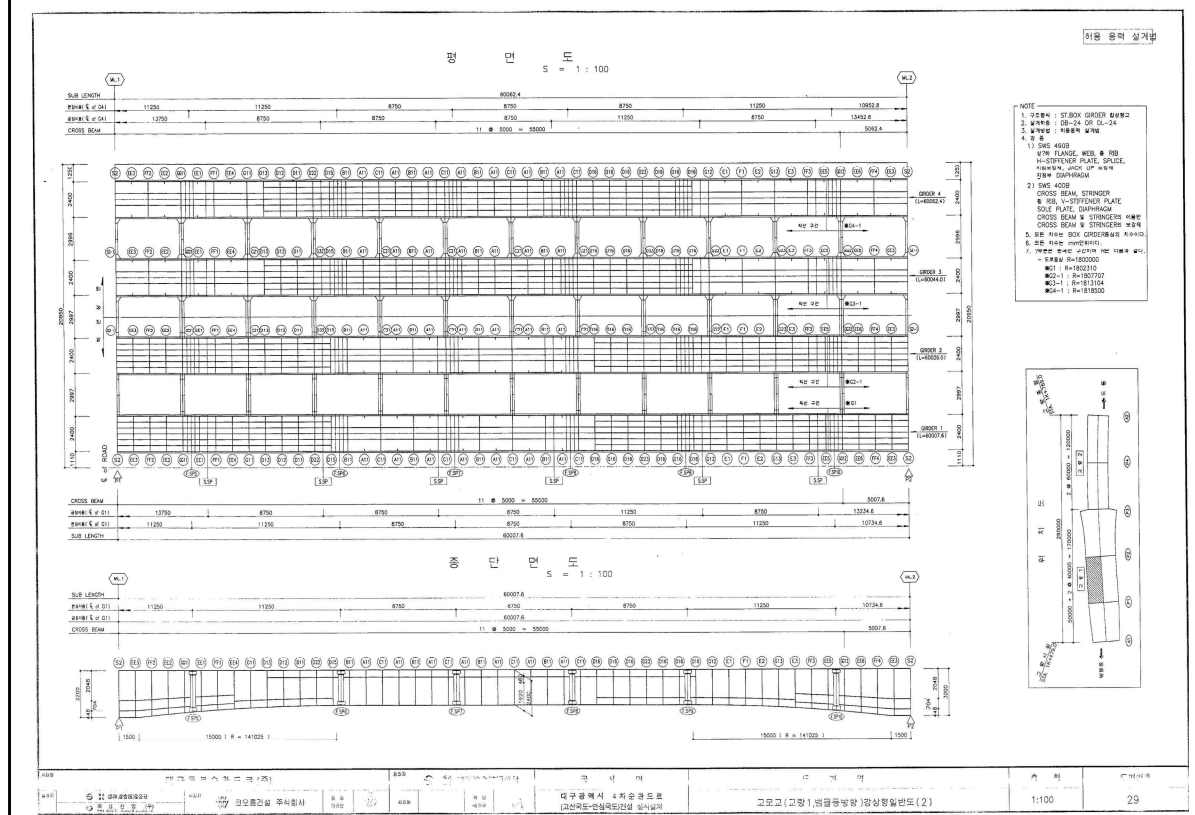
【그림 2.1.1】 위치도

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

【그림 2.1.2】 부재별 현황

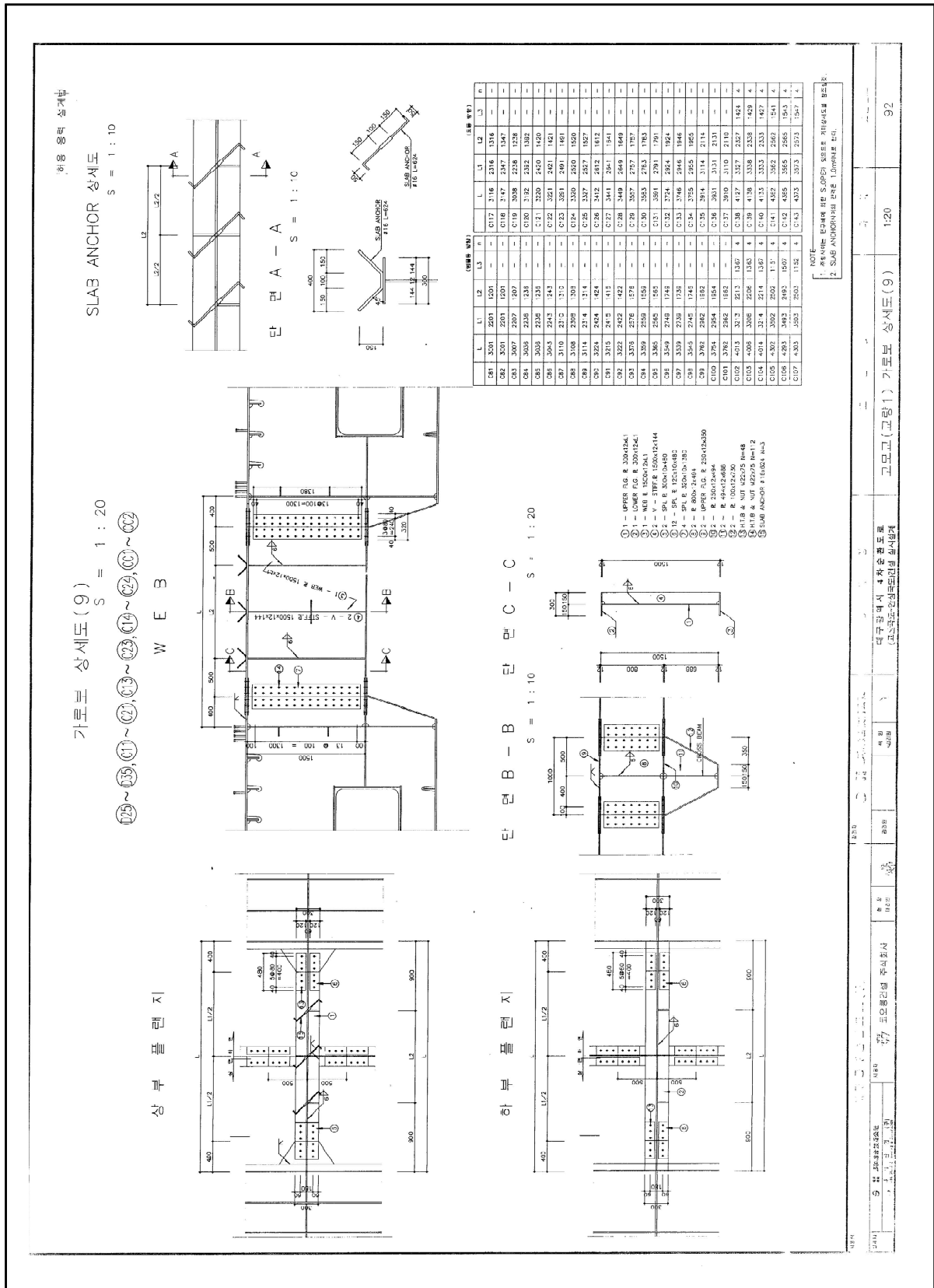


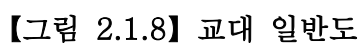
【그림 2.1.4】 슬래브 일반도

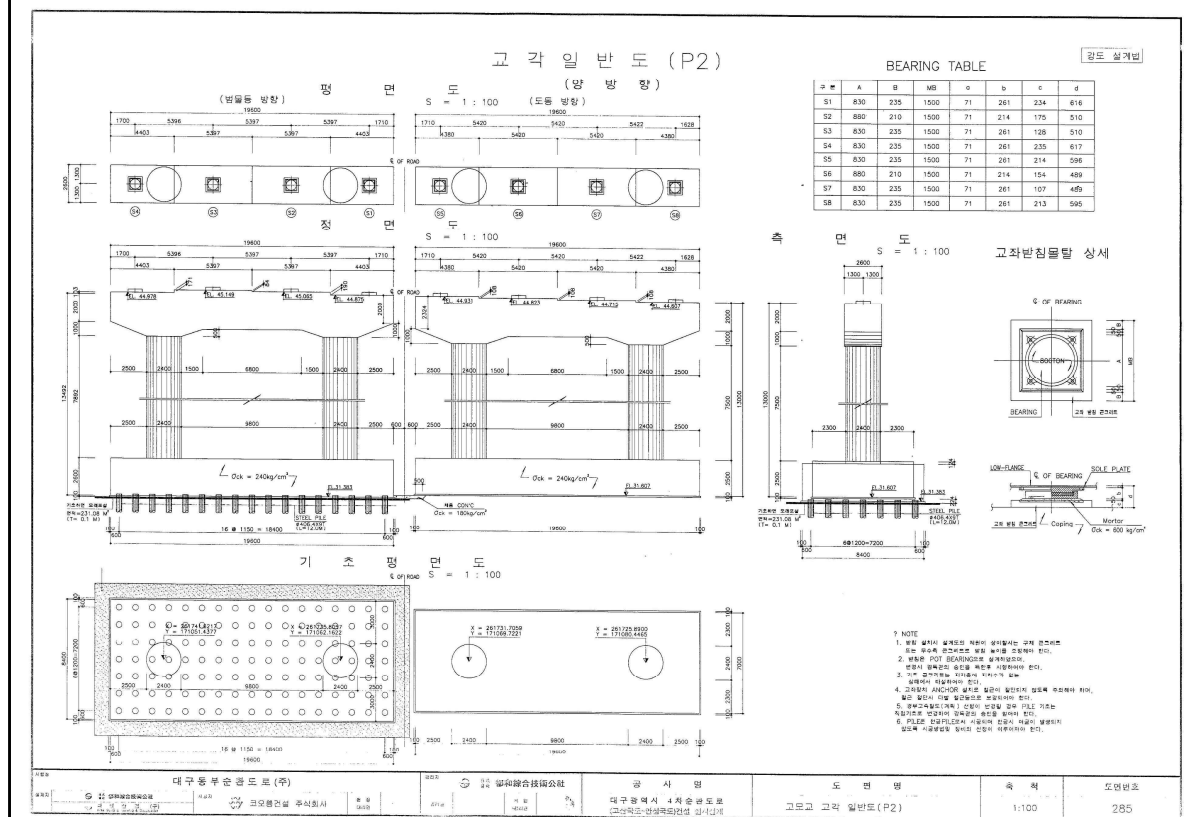


【그림 2.1.5】 강상형 일반도

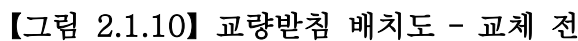


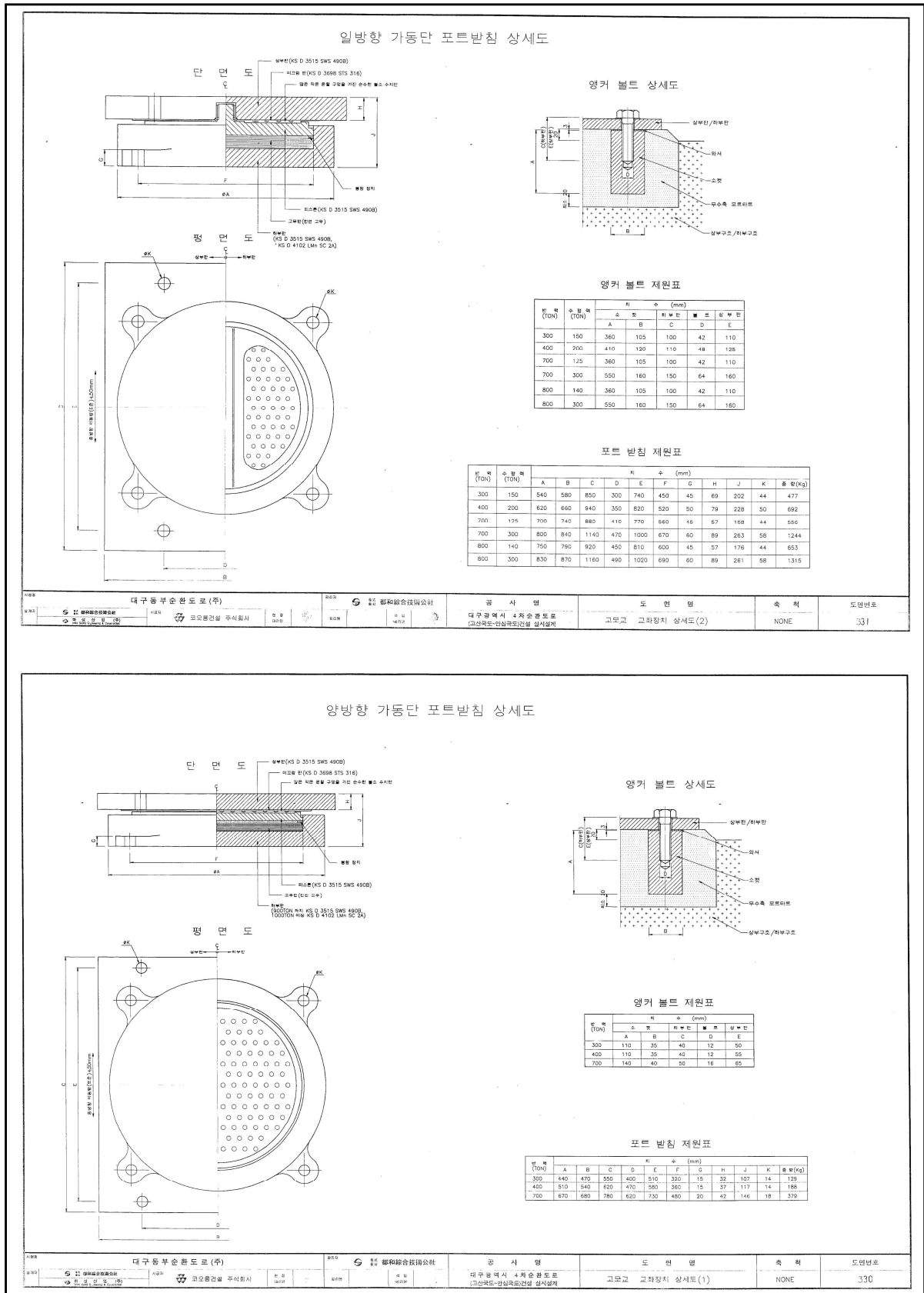




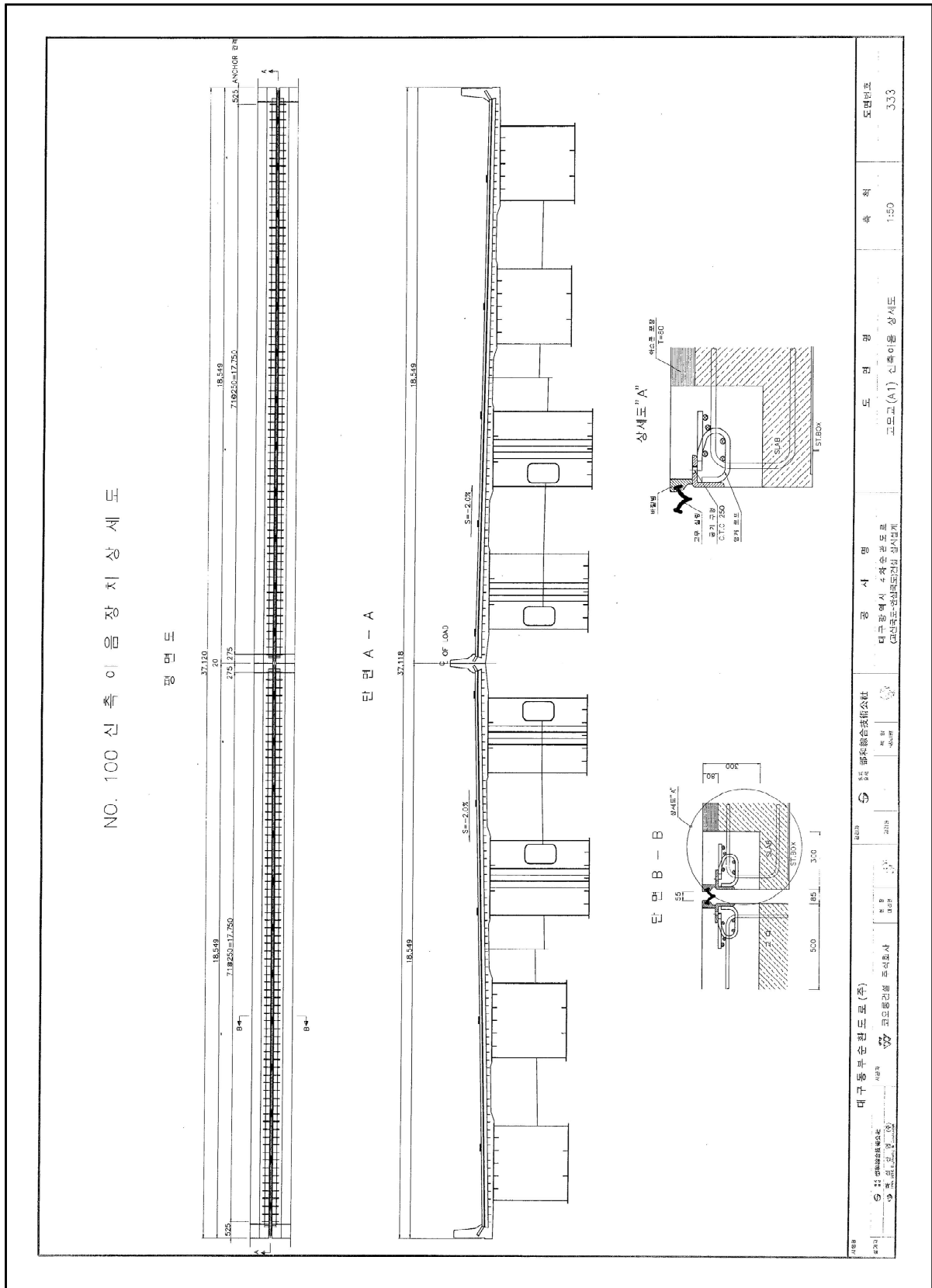


【그림 2.1.9】 교각 일반도

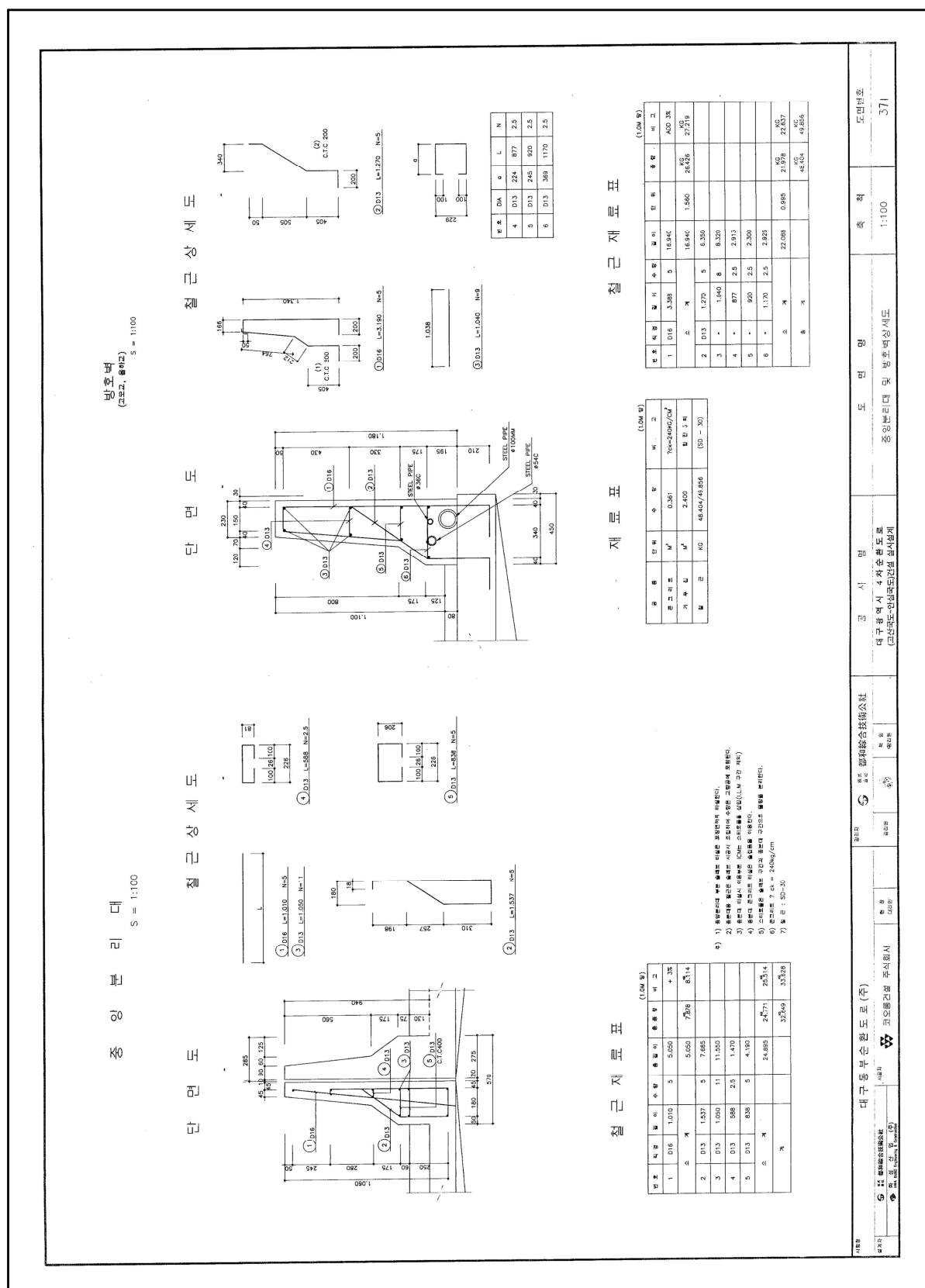




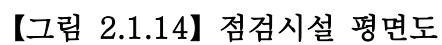
【그림 2.1.11】 교량받침 상세도 - 교체 전

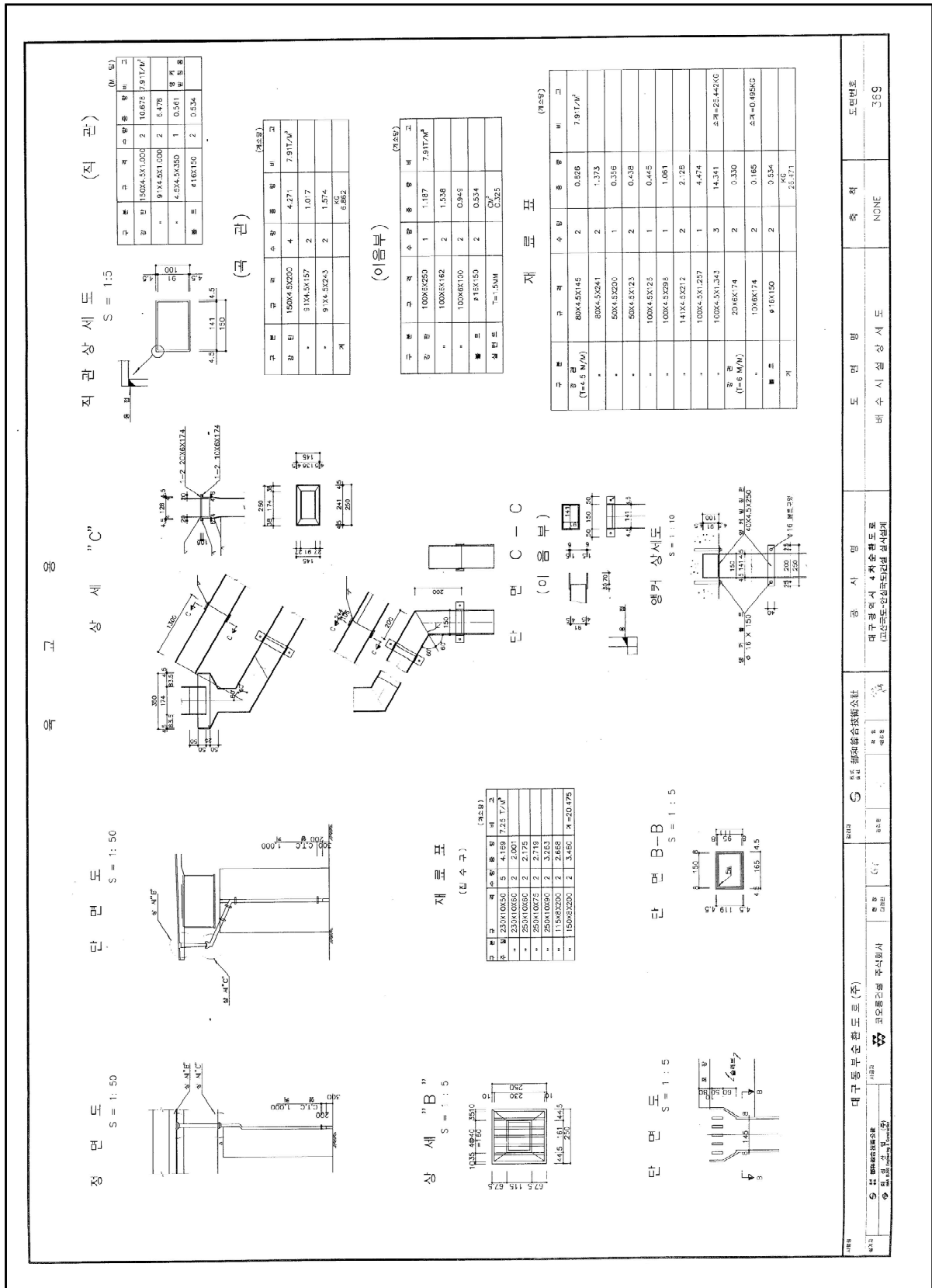


【그림 2.1.12】 신축이음 상세도

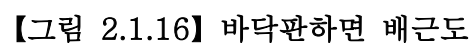


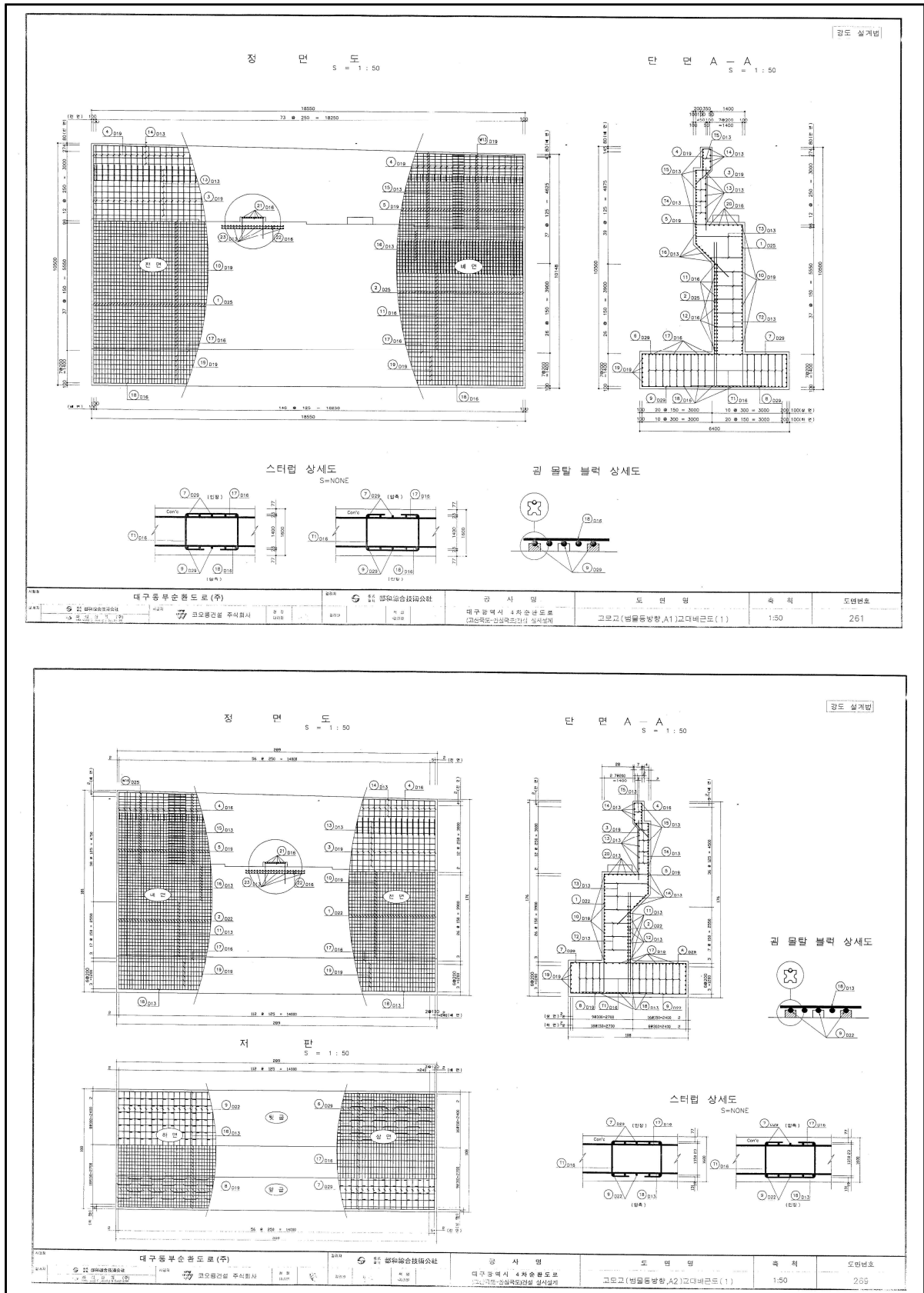
【그림 2.1.13】 방호벽 및 중앙분리대 상세도



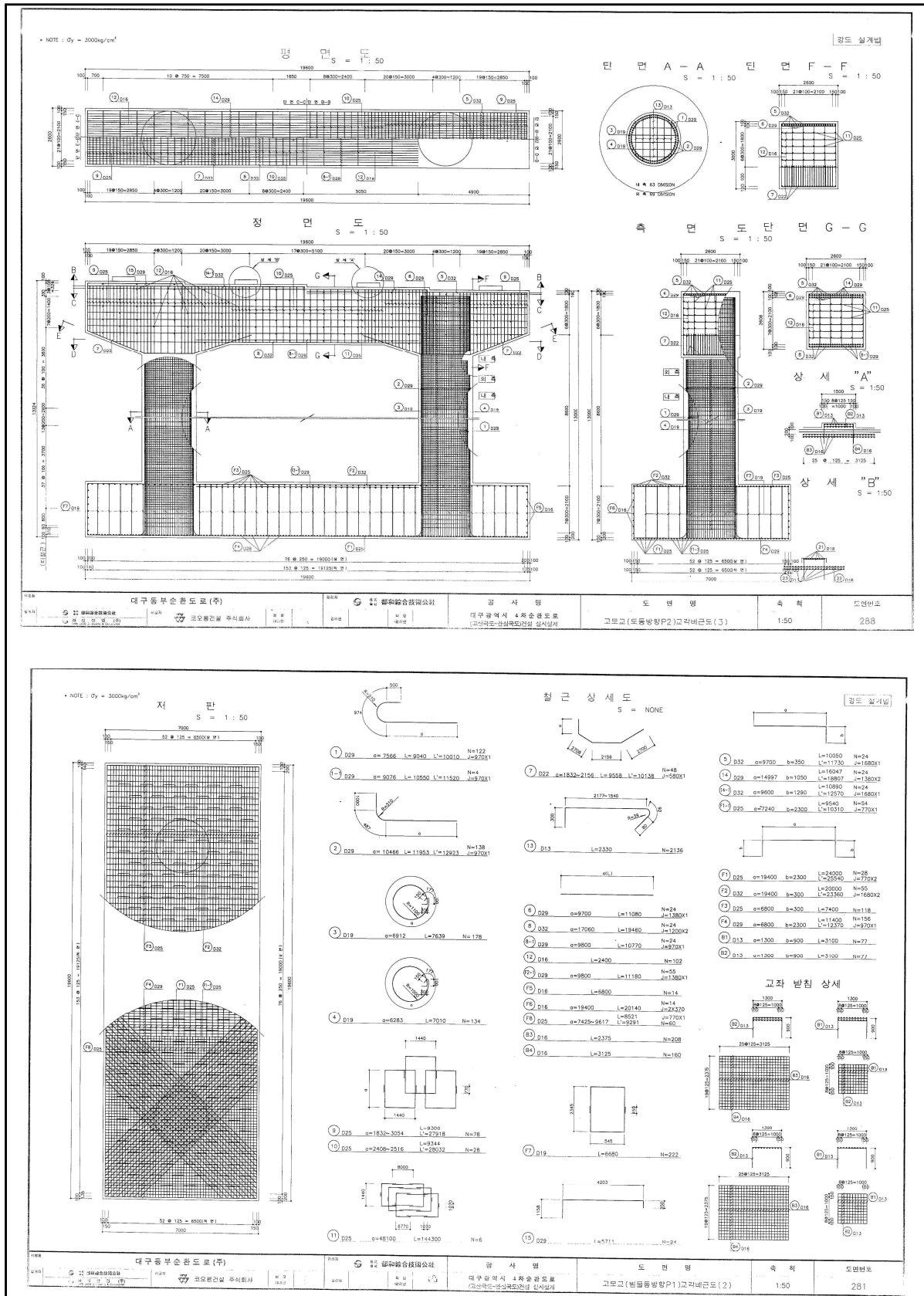


【그림 2.1.15】 배수시설 상세도





【그림 2.1.17】 교대 배근도



【그림 2.1.18】 교각 배근도

2.2 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.

2.2.1 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 2.2.1】 시설물의 준공도서 검토 분석

부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)	부재	준공도면 (mm)	현장 실측 (mm)
바닥판하면 폭	20,940	20,960	하부플랜지 두께	18	18
바닥판하면 두께	250	260	교대 폭	18,560	18,565
거더외부 높이	2,200	2,230	교각 폭	19,600	19,610
거더외부 하면	2,600	2,610	난간 및 연석 높이	890	890



【사진 2.2.1】 부재 현장측정 전경

2.2.2 설계자료 검토

가. 설계기준

1.1.3 설계기준

1) 교량형식 : STEEL BOX GIRDER 교

2) 계간구성 : $L = 50 + 2860 = 170\text{ m}$

3) 교량등급 : 1등급 (DB-24, DL-24)

4) 하 중 :

i) 사하중

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

ii) 활하중

o DB-24, DL-24

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

6) 사용재료

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

iii) 강재

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

o 부부재 : SWS 400 사용(주부재를 제외한 부재)

- 허용 인장응력

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

1362

- 허용 휨 압축응력 (kg/cm²)

강종	SWS 400 SMA 41	SWS 490
압축 플랜지가 식립 콘크리트 바닥판에 고정되 어 있는 경우 상 자, π, 파이프 단면의 경우	1,400	1,900
상 기 의 경 우	$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$ $(a) \frac{\ell}{b} \leq 4.5 : 1,400$ $(b) 4.5 < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,400$ $-24 \left(\frac{\ell}{b} - 4.5 \right)$	$(a) \frac{\ell}{b} \leq 4.0 : 1,900$ $(b) 4.0 < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,900$ $-38 \left(\frac{\ell}{b} - 4.0 \right)$
	$\frac{A_w}{A_c} > 2$ $(a) \frac{\ell}{b} \leq \frac{9}{k} : 1,400$ $(b) \frac{9}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,400$ $-12 \left(\frac{\ell}{b} - \frac{9}{k} \right)$	$(a) \frac{\ell}{b} \leq \frac{8}{k} : 1,900$ $(b) \frac{8}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,900$ $-19 \left(\frac{\ell}{b} - \frac{8}{k} \right)$

여기서,

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

1363

- 허용 전단응력

강종	SWS 400	SWS 490
인장응력	800 kg/cm ²	1,100 kg/cm ²

iv) 교량력 볼트

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

7) 설계방법

i) 바닥판 : 극한강도 설계법

ii) PLATE GIRDER : 허용응력

8) 참고문헌

i) 도로교 표준 시방서 건설교통부

ii) 콘크리트 표준 시방서 건설교통부

III) 철근콘크리트 설계편람 건설교통부

1364

1.1.4 사용재료

가. 콘크리트

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

주 : 현장여건 및 사용장비에 따라 골재최수치는 변경될 수 있다.

나. 철근

KS D 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

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

다. 강재

1) 일반강재

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

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

1365

라. 주요재료 물리상수

1) 콘크리트

· 탄성계수: $E_c = 4,270 \sqrt{f_{ck}} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 에 준하여 다음값을 사용해도 좋다.

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

· 선 팽창 계수: $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$

· CREEP 계수: $\phi = 2.8$ (조장시멘트 경우), 3.0(보통시멘트 경우) (제령28일 기준)

· 건조수축계수: 20×10^{-5} (제령 28일 기준)

2) 철근

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

3) 강재

· 탄성 계수: $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

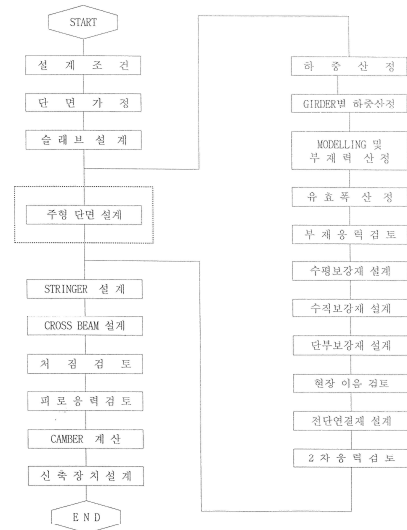
· 선 팽창 계수: $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

1366

1.2 교량형식별 설계

1.2.1 STEEL BOX GIRDER교

가. 설계순서



STEEL BOX GIRDER 설계순서 흐름도

- 13 -
1367

나. 일반사항

1) 주형높이

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

2) 주형폭

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

3) 두께

주형에 쓰이는 단면두께는 도로교 시방서 P161 규정에 따르면 너무 두꺼운 부재를 사용하는 것은 강재가 저온시 취성파괴의 우려가 있어 피하는 것이 좋고, 최소두께는 8mm 이상 (도시 P193), 압축응력을 받는 보강판의 최소두께 $t=b/(48f_n)$ (도시 P201) 이상이나 플랜지의 최소두께는 용접부 변형방지를 고려하여 12mm로 하였다. 또한 플랜지의 판두께의 차이는 최대 12mm 정도도 하였다.

4) 용접

- 플랜지 및 복부판의 용접을 T가 18mm 이상이면 X용접 T가 18mm 보다 적으면 V형 용접을 사용하였다.
- STEEL BOX 중첩리브의 교차점을 부재연결을 인장부는 용접을 하지 않고 압축부는 용접한다.
- 수직보강재 부착방법은 도로교 시방서 P303에 따른다.
- BUTT 용접시 인접부재와의 거리를 100 mm 이상 확보하였다.
- 단면이 다른 주요 부재의 막대기 이용에 있어서는 두께 및 폭을 서서히 변화시켜 길이 방향의 경사가 1/5 이하가 되도록 하였다.
- 필렛용접의 치수는 최소 6mm로 하여 등치수로 하는 것을 원칙으로 하였다.

1368

다. 사용재료

본 과업의 강교에 적용한 주요 사용재료는 다음과 같다.

① 콘크리트 : 설계 기준 강도 : $f_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$

탄성 계수 : $E_c = 2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

② 철근 : 항복강도 : $f_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$

탄성 계수 : $E_c = 2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

③ 강재

주 부재 : SWS 490 (상·하부 플랜지, 복부판, 종리브, DIAHRAGM, 아암판, SOLE PLATE, 저점보강재, 수평보강재 등)

부 주재 : SWS 400 (횡리브, 수직보강재, CROSS-BEAM, STRINGER 등)

라. 허용응력

1) 허용인장응력

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

2) 허용축방향 압축응력

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

3) 허용전단응력

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

- 15 -
1369

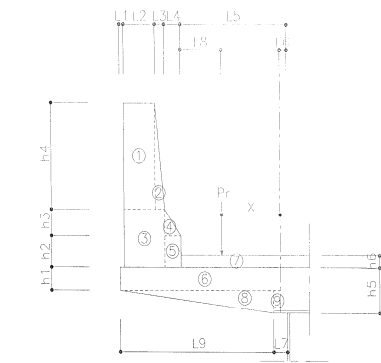
나. 구조검토 결과 요약

1) 상부구조(바닥판)

3. 바닥판의 설계

3.1 편입레버부

3.1.1 병렬박속



h1 = 0.250 m	L1 = 0.030 m	콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
h2 = 0.205 m	L2 = 0.230 m	아스팔트포장 단위중량 : 2.30 t/m³
h3 = 0.175 m	L3 = 0.070 m	설계 속도 : 80 km/h
h4 = 0.700 m	L4 = 0.120 m	트럭의 1후륜하중 (Pr) : 9.60 t
h5 = 0.300 m	L5 = 0.800 m	
h6 = 0.080 m	L6 = 0.050 m	
	L7 = 0.100 m	
	L8 = 0.300 m	
	L9 = 1.150 m	

- 31 -
1385

4) 정하중 (도.시 p.56 참조)

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

$$B = 1.250 + 1.100 + (2.400 \times 4) + (4.664 \times 3) = 25.942 \text{ M}$$

$$1 < B/D = 6.863 < 8 \text{ 이므로}$$

$$I = 400 - 20(B/D) \quad] \quad I = 993.1572 = 0.993 \text{ t/m}$$

$$P_w = 0.993 / 3.780 = 0.263 \text{ t/m}^2$$

$$H_w = 0.263 \times 1.000 = 0.263 \text{ t/m}$$

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

$$M_w = 0.263 \times 0.880 = 0.231 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

5) 하중 조합

$$\textcircled{1} \quad M_{u1} = 1.3 M_D + 2.15 M_{H1}$$

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

$$\textcircled{2} \quad M_{u2} = 1.3 M_D + 1.3 M_{H1} + 1.3 M_D$$

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

$$\textcircled{3} \quad M_{u3} = 1.3 M_D + 1.3 M_{H1} + 1.3 M_w$$

$$= 1.3 \times 1.377 + 1.3 \times 3.744 + 1.3 \times 0.231 = 6.958 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

6) 바닥판의 최소 전두께 (도.시 p.192)

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

1387

1) 사하중

NO.	각 용 하중 (t)	거리 (m)	모멘트 (t·m)
1	$0.23 \times 0.7 \times 2.5 = 0.403$	1.055	0.425
2	$\frac{1}{2} \times 0.07 \times 0.7 \times 2.5 = 0.061$	0.917	0.056
3	$0.3 \times 0.38 \times 2.5 = 0.285$	1.020	0.291
4	$\frac{1}{2} \times 0.12 \times 0.175 \times 2.5 = 0.026$	0.830	0.022
5	$0.12 \times 0.205 \times 2.5 = 0.062$	0.810	0.050
6	$1.2 \times 0.25 \times 2.5 = 0.750$	0.600	0.450
7	$0.75 \times 0.08 \times 2.3 = 0.138$	0.375	0.052
8	$\frac{1}{2} \times 1.15 \times 0.05 \times 2.5 = 0.072$	0.433	0.031
9	$0.05 \times 0.05 \times 2.5 = 0.006$	0.025	0.0002
TOTAL		1.803	1.377

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

2) 활하중 (DB-24 : Pr=9.6t)

순하중 분포도

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

충격계수

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

$$M_{H1} = Pr/E \cdot X \cdot (1 + i) = (9.6 / 1.5) \times 0.45 \times (1 + 0.3) = 3.744 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

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

수평충돌력 P_h 가 30연상 1m 떨어진 교각방향 1m 비치 차 8하는 것으로 한다.

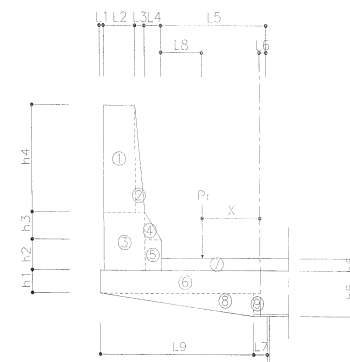
$$H = (V / 60)^2 \times 750 + 250 = (80 / 60)^2 \times 750 + 250 = 1583.333 \text{ kg/m} = 1.583 \text{ t/m}$$

여기서, V : 차량의 설계속도 (km/h)

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

1386

3.1.2 중분대속



h1 = 0.250 m	L1 = 0.000 m	콘크리트 단위중량 : 2.50 t/m³
h2 = 0.155 m	L2 = 0.090 m	아스팔트포장 단위중량 : 2.30 t/m³
h3 = 0.175 m	L3 = 0.060 m	설계 속도 : 80 km/h
h4 = 0.560 m	L4 = 0.125 m	트럭의 1후륜하중 (Pr) : 9.60 t
h5 = 0.300 m	L5 = 0.775 m	
h6 = 0.080 m	L6 = 0.050 m	
	L7 = 0.100 m	
	L8 = 0.300 m	
	L9 = 1.000 m	

1388

3.2 중앙지반부

1) 사화중

$$\begin{aligned} \text{철근콘크리트} &: 0.25 \times 2.50 = 0.625 \\ \text{아스팔트포장} &: 0.08 \times 2.30 = 0.184 \\ \hline W_d &= 0.809 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_d &= (1/10) \cdot W_d \cdot L^2 = (1/10) \times 0.809 \times 2.997^2 = 0.727 \text{ t} \cdot \text{m} \\ \text{계산제인 } L &= 2.997 \text{ m} \quad \text{바닥판 지점의 수 } n = 8 \\ &(\text{최대 자간 기준}) \end{aligned}$$

2) 활하중 (DB-24 : Pr=9.6t)

$$\text{충격계수 } i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 2.997) = 0.349 > 0.3 \therefore i = 0.3$$

$$M_i = ((L+0.6)/9.6) \cdot Pr \cdot (1+i) = 0.8 = ((2.997+0.6)/9.6) \times 9.6 \times (1+0.3) = 0.8 = 3.741 \text{ t} \cdot \text{m}$$

여기서, 바닥판이 3개 이상의 지점을 가지므로 도.시 6.1.4 (1)의 규정에 따라

3) 극한모멘트(Mu) 계산

$$\begin{aligned} M_u &= 1.3 M_d + 2.15 M_i = 1.3 \times 0.727 + 2.15 \times 3.741 = 8.988 \text{ t} \cdot \text{m} \\ \text{바닥판의 최소 전두께} &(\text{도.시 p.192}) \end{aligned}$$

$$h_{\min} = (3 \cdot L / 13) \times 1.10 = (3 \times 2.997 / 13) \times 1.10 = 24.19 \text{ cm} \longrightarrow 25 \text{ cm 사용}$$

4) 철근량 계산

$$\text{설계모멘트} : M_u = 8.988 \text{ (t} \cdot \text{m)}$$

$$\text{유효 높이} : d = 19 \text{ (cm)}, \quad \sigma_f = 4000 \text{ kg/cm}^2, \quad \sigma_c = 0.85$$

$$\text{덮개} : d' = 6 \text{ (cm)}, \quad \sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2, \quad k_1 = 0.85$$

$$\text{폭} : b = 100 \text{ (cm)}$$

1392

3.3 바닥판 사용성검토

3.3.1 전단테버부

1) 처짐검토 (콘크리트 사양서 p146)

$$\begin{aligned} \sigma_f &= 4000 \text{ kg/cm}^2, \quad t = 30.000 \text{ cm} \\ t_{\min} &= 120.000 / 10 = 12 \text{ cm} \\ \sigma_f &= 4000 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_f = 4200 \text{ kg/cm}^2 \text{ 이므로} \\ 12 \times (0.4 + 4000 / 7000) &= 11.667 \text{ cm} \\ &< T=30 \text{ cm 이므로 처짐검토 생략} \end{aligned}$$

2) 균열검토

$$\text{설계모멘트} : M_u = 5.121 \text{ (t} \cdot \text{m)}$$

$$\text{유효 높이} : d = 24 \text{ (cm)}, \quad \sigma_f = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{덮개} : d' = 6 \text{ (cm)}, \quad \sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{폭} : b = 100 \text{ (cm)}, \quad n = 8$$

$$\text{사용철근량 } A_s = H \ 16 \ \emptyset \ 125 = 15.888 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ca} = 0.4 \times \sigma_f = 108 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{sa} = 0.5 \times \sigma_f = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = A_s / b d = 0.0066$$

$$k = 0.276, \quad j = 0.908$$

$$\sigma_c = 2M / k \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 70.952 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 0. K$$

$$\sigma_s = M / P \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 1483.551 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} = 0. K$$

$$Mrc = 1 / 2 \cdot \sigma_{ca} \cdot k \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 7.795 \text{ T} \cdot \text{M} > M_u = 0. K$$

$$Mrs = \sigma_{sa} \cdot P \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 6.904 \text{ T} \cdot \text{M} > M_u = 0. K$$

3) 휨 철근의 분포를 제한하는 수 Z산정 (도로교 표준시방서 P402)

$$Z = \sigma_s \cdot \sqrt{d \cdot c} \cdot A$$

$$A = 150 \text{ cm}^2$$

$$d \cdot c = 6 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = M / A_s \cdot j \cdot d = 1479.069 \text{ kg/cm}^2$$

$$Z = 14280.254 \text{ kg/cm}^2 < 23170 \text{ kg/cm}^2 (\text{국외의 경우}) = 0. K$$

1394

3.3.2 중앙지반부

1) 처짐검토 (콘크리트 사양서 p146)

$$\begin{aligned} \sigma_f &= 4000 \text{ kg/cm}^2, \quad t = 25.000 \text{ cm} \\ t_{\min} &= 299.700 / 28 = 10.704 \text{ cm} \\ \sigma_f &= 4000 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_f = 4200 \text{ kg/cm}^2 \text{ 이므로} \\ 10.704 \times (0.4 + 4000 / 7000) &= 10.398 \text{ cm} \\ &< T=25 \text{ cm 이므로 처짐검토 생략} \end{aligned}$$

2) 균열검토

$$\text{설계모멘트} : M_u = 4.468 \text{ (t} \cdot \text{m)}$$

$$\text{유효 높이} : d = 19 \text{ (cm)}, \quad \sigma_f = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{덮개} : d' = 6 \text{ (cm)}, \quad \sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{폭} : b = 100 \text{ (cm)}, \quad n = 8$$

$$\text{사용철근량 } A_s = H \ 16 \ \emptyset \ 250 = 7.944 \text{ cm}^2$$

$$H \ 19 \ \emptyset \ 250 = 11.460 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ca} = 0.4 \times \sigma_f = 108 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{sa} = 0.5 \times \sigma_f = 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{단, } \sigma_{sa} > 1600 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2)$$

$$P = A_s / b d = 0.0102$$

$$k = 0.331, \quad j = 0.890$$

$$\sigma_c = 2M / k \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 84.027 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 0. K$$

$$\sigma_s = M / P \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 1363.376 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} = 0. K$$

$$Mrc = 1 / 2 \cdot \sigma_{ca} \cdot k \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 5.743 \text{ T} \cdot \text{M} > M_u = 0. K$$

$$Mrs = \sigma_{sa} \cdot P \cdot j \cdot b \cdot d^2 = 5.243 \text{ T} \cdot \text{M} > M_u = 0. K$$

3) 휨 철근의 분포를 제한하는 수 Z산정 (도로교 표준시방서 P402)

$$Z = \sigma_s \cdot \sqrt{d \cdot c} \cdot A$$

$$A = 150 \text{ cm}^2$$

$$d \cdot c = 6 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = M / A_s \cdot j \cdot d = 1361.6901 \text{ kg/cm}^2$$

$$Z = 13146.974 \text{ kg/cm}^2 < 23170 \text{ kg/cm}^2 (\text{국외의 경우}) = 0. K$$

- 41 -
1395

3.4 지점부 바닥판 검토(도로시 P 241)

인장력을 받는 바닥판에서 콘크리트의 단면을 무시하는 경우에는 바닥콘크리트 단면적의 2% 이상의 교축방향 철근을 배근하여야 한다.

이 경우 교축방향 철근의 총주면적의 바닥판 콘크리트의 단면적에 대한 비,

즉 주장률은 0.045cm/cm² 이상이어야 한다.

$$A_c = 100 \times 25 = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_s' = 2500 \times 0.02 = 50 \text{ cm}^2$$

$$\text{사용철근량} : \text{상면 } H \ 25 \ \emptyset \ 120 = 42.225 \text{ cm}^2$$

$$\text{하면 } H \ 25 \ \emptyset \ 120 = 42.225 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 84.450 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s = 84.5 \text{ cm}^2 > A_s' = 50 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 0. K \text{ -----}$$

$$\text{주장률} = 7.85 \times 16 / 2500 = 0.050$$

$$\therefore 0.050000 > 0.045000 \text{ ----- } 0. K \text{ -----}$$

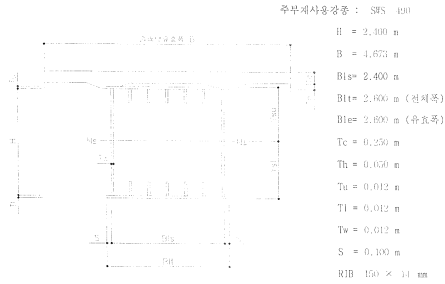
1396

2) 상부구조(거더)

4.2 주형 단면 성능 계산 (단면적 산정)

1) SECTION TYPE 1

① 내측 거더



단 면 제 원							
단 면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
장단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	467.3	25.0	11682.50	137.50	1606343.8	220872272.5	1684463.5

* As = 1347.00 cm² , Ac = 11682.50 cm²

1398



(1) 합성전

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

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

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

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

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

(2) 합성후

$$A_v = A_s + A_c/n = 2854.188 \text{ cm}^2$$

$$I_c/n = 78499.4 \text{ cm}^4$$

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

$$dvc = dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.408 \text{ cm}$$

$$dvs = dv - dvc = 69.830 \text{ cm}$$

$$Y_{vcu} = dvc + T_c/2 = 74.908 \text{ cm}$$

$$Y_{vcl} = dvc - T_c = 49.908 \text{ cm}$$

$$Y_{vsu} = Y_{vcu} - H/2 + T_u = 46.108 \text{ cm}$$

$$Y_{ysl} = H + T_u + T_l - Y_{vsu} = 196.202 \text{ cm}$$

$$I_v = I_s + I_c/n + A_s \cdot dvs^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26183304.418 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot (2 \cdot h + b)} \cdot \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2 + 241.2}}{t_u + t_w + t_l} = \frac{241.2 \cdot 2 \times 241.2 \cdot 241.2}{1.200 + 1.200 + 1.200} = 16838878.2 \text{ cm}^4$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

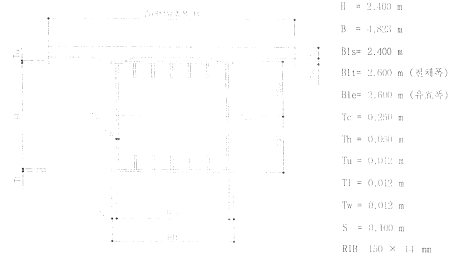
$$t_u = t_s + t_c / \delta = 4.325 \text{ cm}$$

$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot (2 \cdot h + b)} \cdot \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2 + 241.2}}{t_u + t_w + t_l} = \frac{241.2 \cdot 2 \times 241.2 \cdot 241.2}{4.325 + 1.200 + 1.200} = 20551153 \text{ cm}^4$$

1401

② 외측 거더

주부재사용장종 : SRS 400



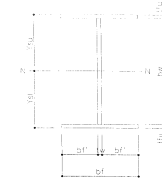
단 면 제 원							
단 면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
장단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	482.3	25.0	12057.50	137.50	1657906.3	227962116.3	627994.8

* As = 1347.00 cm² , Ac = 12057.50 cm²

1400

21) 가로방향

① 자질부



사용장재 : SRS 400

플랜지폭 bf = 30.0 cm

각부의 폭 bw = 260.0 cm

복부판의 최소두께 (도로표시방시 Page223)

$$t_w(\text{min}) = b_w / 256 = 1.02 \text{ cm}$$

복부판 사용두께 : $t_w = 1.2 \text{ cm} > t_w(\text{min})$

플랜지의 최소두께 (도로표시방시 Page154)

$$t_f(\text{min}) = b_f' / 16 = 14.4 / 16 = 0.90 \text{ cm}$$

상부플랜지 사용두께 $t_{fu} = 1.2 \text{ cm} > t_f(\text{min})$

하부플랜지 사용두께 $t_{fl} = 1.2 \text{ cm} > t_f(\text{min})$

구 분	A (cm ²)	Y (cm)	A*Y (cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	I _o (cm ⁴)
1 UFLG 300 × 12	36.0	130.6	4701.60	614028.96	4.32
1 - WEB 2600 × 12	312.0	0.0	0.00	0.00	1757600.00
1 - LFLG 300 × 12	36.0	-130.6	-4701.60	614028.96	4.32
합 계	384.0		0.00	1228057.92	1757608.64

$$\delta = \sum A \cdot Y / \sum A = 0.00 / 384.0 = 0.0 \text{ cm}$$

$$I_s = \sum I_o + \sum A \cdot Y^2 - \sum A \cdot \delta^2$$

$$= 1757608.64 + 1228057.92 - 0.00 = 2985666.56 \text{ cm}^4$$

$$Y_{su} = b_w/2 + t_{fu} - \delta = 260 / 2 + 1.2 - 0.0 = 131.2 \text{ cm}$$

$$Y_{sl} = b_w/2 + t_{fl} + \delta = 260 / 2 + 1.2 + 0.0 = 131.2 \text{ cm}$$

$$K = 1/3 \sum b h^3 = 184.32 \text{ cm}^4$$

◇ 설계 단면2와 모델트

② 제2.3지점부 (P1,P2)

$$I_{n1} = (a'/a) I_s$$

$$= (5.397 / 2.997) I_s$$

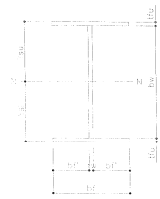
$$= 5376590.732 \text{ cm}^4$$

여기서, a' = 설계의 기단간이(cm)

a = 제2.3지점의 거단간이(cm)

1478

22) STRINGER



사용장제 : SWS 400
 림연지폭 bf = 25 cm
 좌우외폭 bw = 80 cm
 복수판의 최소두께 (도로포사방시 Page223)
 $tw(min) = bw / 152 = 0.53$ cm
 복수판 사용두께 : $tw = 1.2$ cm > $tw(min)$
 림연지의 최소두께 (도로포사방시 Page154)
 $tf(min) = bf' / 16 = 11.9 / 16 = 0.74$ cm
 상부림연지 사용두께 : $tfu = 1.2$ cm > $tf(min)$
 하부림연지 사용두께 : $tfl = 1.2$ cm > $tf(min)$

구분	A (cm ²)	Y (cm)	A · Y (cm ³)	A · Y ² (cm ⁴)	Io (cm ⁴)
1- UFLG 250 × 12	30.0	40.6	1218.00	49450.80	3.60
1- WEB 800 × 12	96.0	0.0	0.00	0.00	51200.00
1- LFLG 250 × 12	30.0	-40.6	-1218.00	49450.80	3.60
합계	156.0		0.00	98901.60	51207.20

$$\delta = \Sigma A \cdot Y / \Sigma A = 0.00 / 156.0 = 0.0 \text{ cm}$$

$$I_x = \Sigma I_o + \Sigma A \cdot Y^2 = \Sigma A \cdot \delta^2$$

$$= 51207.20 + 98901.60 = 150108.80 \text{ cm}^4$$

$$Y_{su} = bw/2 + tfu - \delta = 80 / 2 + 1.2 - 0.0 = 41.2 \text{ cm}$$

$$Y_{sl} = bw/2 + tfl + \delta = 80 / 2 + 1.2 + 0.0 = 41.2 \text{ cm}$$

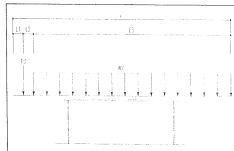
$$K = 1/3 \Sigma b t^3 = 74.88 \text{ cm}^4$$

1488

② 합성부

가) 포장, 방호벽, 연석등 기타 작용하는 사하중

i) 외측 GIRDER (G1)



$$L = 5.149 \text{ (4.999)}$$

$$L1 = 0.192 \text{ (0.145)}$$

$$L2 = 0.258 \text{ (0.130)}$$

$$L3 = 4.699 \text{ (4.724)}$$

()안의 수치는 중분대속임.

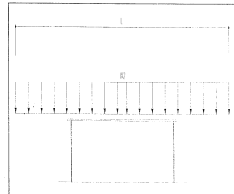
$$W_2 = 4.699 \times 0.080 \times 2.300 = 0.865 \text{ T/M (방호벽속포장)}$$

$$W_2 = 4.724 \times 0.080 \times 2.300 = 0.869 \text{ T/M (중분대속포장)}$$

$$P_3 = 0.837 \text{ TON (방호벽)}$$

$$P_4 = 0.367 \text{ TON (중분대)}$$

ii) 내측 GIRDER (G2)



$$L = 5.398$$

$$W_2 = 5.398 \times 0.080 \times 2.300 = 0.993 \text{ T/M (포장)}$$

1494

2. 표준구간(제2지간)

1) 사하중산정

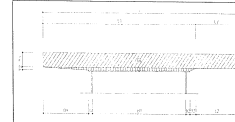
① 합성부

가) GIRDER 자중

* 가정치 : 바닥판의 단위 면적당 350kg/m² 작용 (0.350 t/m²)

나) 바닥판 자중

i) 외측 GIRDER (G1)



$$L = 5.149 \quad B1 = 2.400$$

$$L1 = 3.900 \quad B2 = 0.100$$

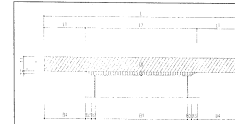
$$L2 = 1.249 \quad B3 = 0.150$$

$$T1 = 0.250 \quad B4 = 1.150$$

$$T2 = 0.050$$

NO.	산	식	자중	단위	비교
1(W ₁)	5.149	X 0.250 X 2.5	3.218	T/M	
2(P ₁)	(3.900 + 2.000) X 0.050 / 2 X 2.5		0.406	TON	

ii) 내측 GIRDER (G2)



$$L = 5.398 \quad B1 = 2.400$$

$$L1 = 1.249 \quad B2 = 0.100$$

$$L2 = 2.900 \quad B3 = 0.150$$

$$T1 = 0.250 \quad B4 = 1.249$$

$$T2 = 0.050$$

NO.	산	식	자중	단위	비교
1(W ₁)	5.398	X 0.250 X 2.5	3.374	T/M	
2(P ₂)	(2.600 + 2.900) X 0.050 / 2 X 2.5		0.344	TON	

1493

2) 활하중산정

① 경간장 L = 60.0 M

- 충격계수

$$i = 15 / (40 + 55.0) = 0.158$$

- 설계차선폭

$$W = W_c / N = 20.225 / 6 = 3.371$$

o DL 하중 (1차선, 2차선 제하시)

$$W_L = 1.270 \times (1 + 0.158) = 1.471 \text{ T/m}^2$$

$$P_M = 10.800 \times (1 + 0.158) = 12.506 \text{ T/M}$$

$$P_S = 15.600 \times (1 + 0.158) = 18.065 \text{ T/M}$$

o DB 하중 (1차선, 2차선 제하시)

$$P_r = 9.600 \times 2 \times (1 + 0.158) = 22.234 \text{ T/m}^2$$

$$P_t = 2.400 \times 2 \times (1 + 0.158) = 5.558 \text{ T/M}$$

o DL 하중 (3차선 제하시) (하중감소계수 : 0.9)

$$W_L = 0.9 \times 1.471 = 1.324 \text{ T/m}^2$$

$$P_M = 0.9 \times 12.506 = 11.255 \text{ T/M}$$

$$P_S = 0.9 \times 18.065 = 16.259 \text{ T/M}$$

o DB 하중 (3차선 제하시) (하중감소계수 : 0.9)

$$W_L = 0.9 \times 22.234 = 20.011 \text{ T/m}^2$$

$$P_M = 0.9 \times 5.558 = 5.002 \text{ T/M}$$

o DL 하중 (3차선 이상제하시) (하중감소계수 : 0.75)

$$W_L = 0.75 \times 1.471 = 1.103 \text{ T/m}^2$$

$$P_M = 0.75 \times 12.506 = 9.3795 \text{ T/M}$$

$$P_S = 0.75 \times 18.065 = 13.549 \text{ T/M}$$

o DL 하중 (3차선 이상제하시) (하중감소계수 : 0.75)

$$W_L = 0.75 \times 22.234 = 16.676 \text{ T/m}^2$$

$$P_M = 0.75 \times 5.558 = 4.169 \text{ T/M}$$

~ 141 ~

1495

3) 하부구조

교모로 (지점속교대)

1. 일 반 단 면

교대높이 10.500 m
지 판 폭 6.400 m
저판길이 18.550 m

2. 설 계 조 건

* 흙의 단위중량 (γ t) : 1.900 t/m³
CON'C의 단위중량 (γ c) : 2.500 t/m³
흙의 내부마찰각 (ϕ) : 35.000 deg
흙의 점착력 (c) : 0.000 t/m²
배면 연직 경사각 : 0.000 deg
노면 수평 경사각 : 0.000 deg

* 기 초 바 닥 N치 : 40.000

* 흙과 콘크리트의 마찰각

o 상시

안전점토시 (RANKINE 토압사용) : 0.000 deg

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

o 지진시

MonoNobe Okabe 공식사용 : 0.000 deg

직접기초 - Kh = 0.5A

경사말뚝 - Kh = 1.5A

-1445-
0636

* CON'C의 설계강도 : 240.000 kg/cm²
철근의 항복강도 : 3000.000 kg/cm²
* 과 재 하 중 : 1.000 t/m²
* 상 부 전 담 반 력
사하중 반력 : 27.346 t/M
활하중 반력 : 14.379 t/M
* 지진시 수평력 : 3.828 t/M
* 설계 가속도계수 : 0.140
* SRE 마찰계수 : 0.100
* 지하수위 (지관 바닥에서) : -1.000 m
* 시관 마찰계수
 $\phi = \sqrt{(15 \times N)} + 15 = 39.495 \text{ deg}$
 $\mu = \tan(2/3\phi) = 0.495$

1146
0637

3. 작용하중계산 및 안전검토

RANKINE 토압계수 $K_a = 0.271$

지진시 토압계수 $K_e = 0.310$

1) CASE-1 (상부공기압전, 수위고려, 활하중 비제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	지향모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	0.000	165.024	0.000
흙자중	45.848	0.000	230.130	0.000
상부공하중	0.000	0.000	0.000	0.000
도압	0.000	31.228	0.000	114.277
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	99.857	31.228	395.154	114.277

전도에 대한 안전율 = $395.155 / 114.278 = 3.46$

활동에 대한 안전율 = $49.418 / 31.228 = 1.58 > 1.5$
O.K.

2) CASE-2 (상시, 수위무시, 활하중 제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	지향모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	0.000	165.024	0.000
흙자중	45.848	0.000	230.130	0.000
상부공하중	41.724	2.734	116.829	20.908
도압	0.000	31.228	0.000	114.277
지표제하	2.600	0.000	13.259	0.000
합계	144.182	33.962	525.244	135.186

전도에 대한 안전율 = $525.245 / 135.187 = 3.89$

활동에 대한 안전율 = $71.353 / 33.963 = 2.10 > 1.5$
O.K.

-1447-
0638

3) CASE-3 (상시, 수위무시, 활하중 비제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	지향모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	0.000	165.024	0.000
흙자중	45.848	0.000	230.130	0.000
상부공하중	27.346	2.734	76.568	20.908
도압	0.000	31.228	0.000	114.277
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	127.203	33.962	471.723	135.186

전도에 대한 안전율 = $471.723 / 135.187 = 3.49$

활동에 대한 안전율 = $62.951 / 33.963 = 1.85 > 1.5$
O.K.

4) CASE-4 (지진시, 수위무시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	지향모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	7.561	165.024	24.816
흙자중	45.848	6.418	230.130	37.018
상부공하중	27.346	3.828	76.568	29.268
도압	0.000	32.435	0.000	170.283
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	127.203	50.243	471.723	261.388

전도에 대한 안전율 = $471.723 / 261.388 = 1.80$

활동에 대한 안전율 = $62.951 / 50.243 = 1.25 > 1.2$
O.K.

-1118-
0639

5) CASE-5 (상시, 수위고려, 활하중 제외시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	0.000	165.024	0.000
흙자중	45.848	0.000	230.130	0.000
상부공하중	41.724	2.734	116.829	20.908
도압	0.000	31.228	0.000	114.277
지표제하	2.600	0.000	13.259	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	144.182	33.962	\$25.244	135.186

$$\text{전도에 대한 안전율} = 525.245 / 135.187 = 3.89$$

$$\text{활동에 대한 안전율} = 71.353 / 33.963 = 2.10 > 1.5$$

O.K.

6) CASE-6 (상시, 수위고려, 활하중 비제하시)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	0.000	165.024	0.000
흙자중	45.848	0.000	230.130	0.000
상부공하중	27.346	2.734	76.568	20.908
도압	0.000	31.228	0.000	114.277
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	127.203	33.962	471.723	135.186

$$\text{전도에 대한 안전율} = 471.723 / 135.187 = 3.49$$

$$\text{활동에 대한 안전율} = 62.951 / 33.963 = 1.85 > 1.5$$

O.K.

7) CASE-7 (지진시, 수위고려)

항목	연직력 N(t)	수평력 H(t)	저항모멘트 Mx (t.m)	전도모멘트 My (t.m)
교대 자중	54.008	7.561	165.024	24.816
흙자중	45.848	6.418	230.130	37.018
상부공하중	27.346	3.828	76.568	29.268
도압	0.000	32.435	0.000	170.283
지표제하	0.000	0.000	0.000	0.000
부력	0.000	0.000	0.000	0.000
합계	127.203	50.243	471.723	261.388

$$\text{전도에 대한 안전율} = 471.723 / 261.388 = 1.80$$

$$\text{활동에 대한 안전율} = 62.951 / 50.243 = 1.25 > 1.2$$

O.K.

-1449-
0640-1450-
0641

8) 지지력 계산 (침하중에 의한 값)

$$\begin{aligned} \text{기초바닥 } Nq &: 40.000 \\ \text{흙의 단위중량 } \gamma &: 2.000 \text{ t/m}^3 \\ \text{흙의 점착력 } c &: 0.000 \text{ t/m}^2 \\ \text{기초의 지반폭 } B &: 6.399 \text{ m} \\ \text{기초의 유효깊이 } Df &: 1.600 \text{ m} \end{aligned}$$

구분	상부공 시공전	지하수위 무시	지하수위 고려				
	CASE-1 비제하시	CASE-2 제하시	CASE-3 비제하시	CASE-4 지진시	CASE-5 제하시	CASE-6 비제하시	CASE-7 지진시
연직력	99.837	144.182	127.203	127.203	144.181	127.203	127.203
수평력	31.228	33.962	33.962	33.962	33.962	33.962	33.962
전단강도 (s)	0.387	0.494	0.554	1.546	0.494	0.554	1.546
요곡저항력	5.625	5.410	5.291	3.397	5.410	5.291	3.397
유효 저항면적	104.353	100.366	98.153	61.346	100.366	98.153	61.346
변형계수 (a)	1.000	1.007	1.003	1.035	1.007	1.003	1.035
변형계수 (B)	0.469	0.470	0.471	0.482	0.470	0.471	0.482
Nc	91.871	91.871	91.871	91.871	91.871	91.871	91.871
Nq	77.269	77.269	77.269	77.269	77.269	77.269	77.269
Nr	94.540	94.540	94.540	94.540	94.540	94.540	94.540
극한지지력 Qu (t)	38987.87	71661.96	70509.44	33664.64	33590.37	33741.25	20842.01
허용지지력 Qa (t)	10662.62	24387.32	23923.14	16432.32	18530.12	17913.75	13471.00

-1451-
0642

9) 외력의 계산 (침하중에 의한 값)

구분	상부공 시공단	지하 수위 무시			지하 수위 고려		
	CASE-1 비제하시	CASE-2 제하시	CASE-3 비제하시	CASE-4 지진시	CASE-5 제하시	CASE-6 비제하시	CASE-7 지진시
기초 폭	6.399	6.399	6.399	6.399	6.399	6.399	6.399
교대길이	18.549	18.549	18.549	18.549	18.549	18.549	18.549
연직력	99.837	144.182	127.203	127.203	144.182	127.203	127.203
수평력	31.228	33.962	33.962	33.962	33.962	33.962	33.962
저항모멘트	395.154	525.244	471.723	471.723	525.244	471.723	471.723
전도모멘트	114.277	135.186	135.186	261.388	135.186	135.186	261.388
전단강도	0.387	0.494	0.554	1.546	0.494	0.554	1.546
허용전단강도	1.066	1.066	1.066	2.133	1.066	1.066	2.133
지반반력 지반층	6.399	6.399	6.399	4.960	6.399	6.399	4.960
최대지반 반력도	21.266	31.976	30.204	51.285	30.976	30.204	51.285
최소지반 반력도	9.938	12.080	9.546	0.000	12.080	9.546	0.000
허용지반 반력도	188.422 (60.0)	242.581 (60.0)	235.435 (60.0)	274.383 (60.0)	184.453 (60.0)	187.406 (60.0)	219.406 (60.0)
활동 안전율	1.542	2.100	1.853	1.252	2.100	1.853	1.252
허용활동 안전율	1.500	1.500	1.500	1.200	1.500	1.500	1.200

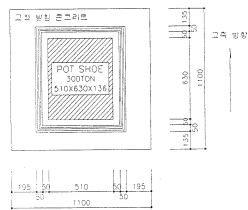
* ()는 최저지반반력 상한값 (국.표.시 4.7.3.1 참조)

-1452-
0643

2) 교라받침부 검토

a) 검토조건

- 인적하중 : 238.192 ton
- 수평하중 : 교 축 방 향 23.819 ton (Shoe 마찰력)
교 축 직각방향 23.819 ton (Shoe 마찰력)
- 기 타 : 교량저간 50 m
신속길이 50 + 2860 = 170 m
받침 지지길이 1.265 m
- SHOE 받침부 상세



b) 연단거리 및 최소 받침 지지길이 검토

· 연단거리검토

$$S = 20 + 0.5 L = 20 + 0.5 \times 50 = 45 \text{ cm}$$

$$S = 1.4 - (0.085 + 0.05 + 0.45 + 0.630 \times \frac{1}{2}) = 50 \text{ cm}$$

$$\therefore S < S \text{ 이므로 O.K}$$

· 최소 받침 지지길이 검토

$$N = 200 + 0.0017 L + 0.0067 H \quad (\text{mm})$$

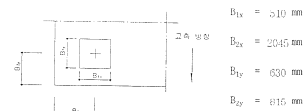
$$= 200 + 0.0017 \times 170 \times 10^3 + 0.0067 \times 15 \times 10^3$$

$$= 589.5 \text{ mm} < 1256 \text{ mm} \quad \therefore \text{O.K}$$

c) 교라강치 하면 보강 철근

· 인적하중에 의한 수평 철근량 : Bursting Force에 대한 보강

- 지압력 분포록 (Bcx, Bcy)



$$5B_{cx} = 5 \times 510 = 2550 \text{ mm} < 2B_{cx} = 2 \times 2045 = 4090 \text{ mm}$$

$$5B_{cy} = 5 \times 630 = 3150 \text{ mm} > 2B_{cy} = 2 \times 815 = 1630 \text{ mm}$$

$$\therefore B_{cx} = 2550 \text{ mm} , B_{cy} = 1630 \text{ mm}$$

- 지압력 분포록 (Bcx, Bcy)

$$\text{교 축 방향} = A_{sx1} = \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{B_{cx}}{B_{cy}}\right) \times \frac{P}{\sigma_{sc}}$$

$$= \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{51}{255}\right) \times \frac{238.192 \times 10^3}{1500} = 31.8 \text{ cm}^2$$

$$\text{교 축 직각방향} = A_{sy1} = \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{B_{cy}}{B_{cx}}\right) \times \frac{P}{\sigma_{sc}}$$

$$= \frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{63}{163}\right) \times \frac{238.192 \times 10^3}{1500} = 24.4 \text{ cm}^2$$

-1467-0658

-1466-0657

· 수평하중에 의한 수평 철근량

- 보강철근량

$$\text{교 축 방향} = A_{sx2} = \frac{P_{H1}}{\sigma_{sa}} = \frac{23.819 \times 10^3}{1500} = 15.9 \text{ cm}^2$$

$$\text{교 축 직각방향} = A_{sy2} = \frac{P_{H1}}{\sigma_{sa}} = \frac{23.819 \times 10^3}{1500} = 15.9 \text{ cm}^2$$

· 철근보강범위

$$B_{xo} = B_{1x} + B_{2x} = 51 + 204.5 = 255.5 \text{ cm}$$

$$B_{yo} = B_{1y} + B_{2y} = 63 + 81.5 = 144.5 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{교 축 방향} \quad 265 \text{ cm} \text{ 구간에 보강}$$

$$\therefore \text{교 축 직각방향} \quad 145 \text{ cm} \text{ 구간에 보강}$$

· 철근 배근

- 교 축 방향

$$A_{sx} = A_{sx1} + A_{sx2} = 31.80 + 15.9 = 47.70 \text{ cm}^2$$

$$\text{USE'D} \quad A_{sx} = D16 \times 13 \text{ EA (2단 배근)} = 51.64 \text{ cm}^2$$

- 교 축 직각방향

$$A_{sy} = A_{sy1} + A_{sy2} = 24.4 + 15.9 = 40.3 \text{ cm}^2$$

$$\text{USE'D} \quad A_{sy} = D13 \times 20 \text{ EA (2단 배근)} = 55.75 \text{ cm}^2$$

d) 교라 받침 블록 보강 철근

· 보강 개념

교라 받침 블록 하부 구조 상면사이에 작용하는 수평하중에 대하여 수직철근의 전달

비율로 적당함.

· 보강철근량

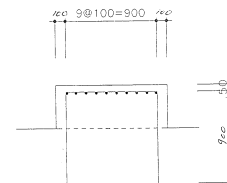
- 교 축 방향

$$A_{sx} = \frac{P_{H1}}{\sigma_{sa}} = \frac{23.819 \times 10^3}{1500} = 15.9 \text{ cm}^2$$

- 교 축 직각방향

$$A_{sy} = \frac{P_{H1}}{\sigma_{sa}} = \frac{23.819 \times 10^3}{1500} = 15.9 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{USE'D} \quad A_{sx} = D16 \times 10 = 19.86 \text{ cm}^2 \quad \therefore \text{O.K}$$



-1468-0659

-1469-0660

표 2-1 교도교 교각구조계산 TYPE

	범물동방향				도동방향				(단위 : m)	
	CAPING (B × L)	COLUMN (B × L)	FOOTING (B × L)	교각높이 (B × L)	CAPING (B × L)	COLUMN (B × L)	FOOTING (B × L)	교각높이 (B × L)	범물동방향 도동방향	비고 (구조계산 TYPE)
P1	19.6×2.6	2.40	19.6×7.0	11.18	19.6×2.6	2.40	19.6×7.0	10.20	TYPE 1	TYPE 1
P2	19.6×2.6	2.40	19.6×8.4	13.29	19.6×2.6	2.40	19.6×7.0	13.00	TYPE 2 (Pile 기초)	TYPE 1
P3	24.6×3.0	2.00	24.6×8.4	17.08	24.6×3.0	2.00	24.6×8.4	17.03	TYPE 4	TYPE 3 (Pile 기초)
P4	13.1×2.2	2.00	13.1×7.0	12.21	13.1×2.2	2.00	13.1×7.0	12.15	TYPE 5 (Pile 기초)	TYPE 5 (Pile 기초)

1. 설계조건

1) 교각형식 : 라멘교식

2) 배면등급 : 1등급

3) 중앙수령계수 (K)

교각전재시 : 5.0

교각소실시 : 2.5

4) 단상지점역 (대전폐지광조)

① 교각작량방향

- P1 : 345.89 t

- P2 : 416,000 t

- P3 : 330,790 t

- P4 : 119,910 t

② 교각방향

- P2 : 912.75 t

5) 사용재료

① 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$ ② 철근 : $\sigma_{yk} = 3000 \text{ kg/cm}^2$

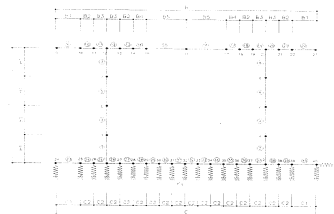
0730

-1607-

0732

2. 교각구조모델

2.1 Modeling



B = 19.600 m
 B1 = 1.700 m
 B2 = 0.800 m
 B3 = 1.200 m
 B4 = 0.200 m
 B5 = 3.900 m
 C = 19.600 m
 C1 = 1.666 m
 C2 = 1.017 m
 H = 10.750 m
 H1 = 2.688 m

2.2 단면성능 및 지반스프링계수 산정

1) 단면 성능

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

2) 스프링계수산정

$$\begin{aligned}
 K_{0.1} &= 28N = 28 \times 40 = 1120 \text{ kg/cm} \\
 K_{0.2} &= 1/30 \times E_0 = 1/30 \times 1 \times 1120 = 37.33 \text{ kg/cm} \\
 B_0 &= \sqrt{(A \times \gamma)} = \sqrt{(1890.50 \times 700)} = 1171.32 \text{ cm} \\
 K_{0.3} &= K_0 \alpha (B_0/30)^{2.4} = 37.33 \times (1171/30)^{2.4} = 2.39 \text{ kg/cm} \\
 K_{0.4} &= K_{0.3} \times A = 2.39 \times (101.70 \times 700) = 170144 \text{ kg/cm} \\
 &= 17014.4 \text{ t/m} \\
 K_{0.5} &= 9.9 \times 10^4 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

0733

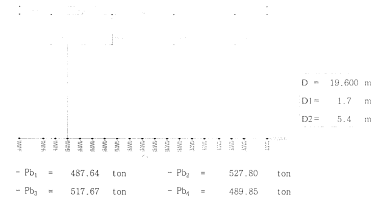
-1609-

0734

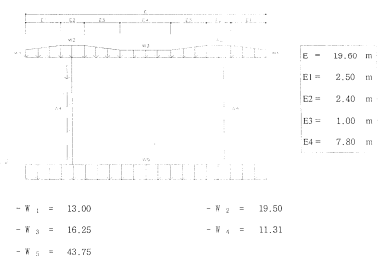
2.3 외중계화

1) 사시중

① 상부사시중



② 교각자중



2.4 환경조항 Case

1) 사용하중 검토시

하중경우	사 하 중	활 하 중	풍 하 중	온도상승 ($\Delta T=+10^{\circ}\text{C}$)	온도하강 ($\Delta T=-10^{\circ}\text{C}$)	지진하중 (보안설계지)	지진하중 (기초설계지)
Case 1	1.0	1.0	1.0	1.0			
Case 2	1.0	1.0	1.0	1.0			
Case 3	1.0					1.0	
Case 4	1.0						1.0

2) 극한하중 검토시

하중경우	사 하 중	활 하 중	풍 하 중	온도상승 ($\Delta T=+10^{\circ}\text{C}$)	온도하강 ($\Delta T=-10^{\circ}\text{C}$)	지진하중 (보안설계지)	지진하중 (기초설계지)
Case 1	1.3	2.15					
Case 2	1.3	1.3		1.3			
Case 3	1.3	1.3			1.3		
Case 4	1.25	1.25	0.625	1.25			
Case 5	1.25	1.25	0.625		1.25		
Case 6	1.3					1.3	
Case 7	1.3						1.3

2.8 기동실험

1) 단면력 검토(단면하중)

하중경우	축 력		전 단 력		휨모멘트		(단위 : t.m)	
	Pa	Su	Pa	Su	Pa	Su	비	고
Case 1	-2582.96	-101.59			1012.91			
Case 2	-2243.36	-95.52			877.73			
Case 3	-2243.36	-70.30			772.44			
Case 4	-2187.21	-118.75			-912.87			
Case 5	-2187.21	-94.51			-811.26			
Case 6	-1768.25	-108.32			-827.22			

2) 원근감산정 (다음 Page 참조)

-1641-
0826

0757

[1] Title (소요량 산정) :

[2] 설계기준

- 콘크리트 설계기준 강도 (σ_{ck}) : 34.0 kg/cm²
- 철근 항복 강도 (σ_y) : 3000 kg/cm²
- 콘크리트 탄성계수 (E_c) : 23000 kg/cm²
- 철근 설계 강도 (σ_d) : 15.0 cm

[3] 기하입력 자료 (원형단면)

- 직 경 (Diameter) : 240.00 cm
- 비지리 길이 (L_u) : 750.00 cm
- 유효길이계수 (α) : 2.0
- 유효길이계수 (α) : 2.0

[4] 소요원근량 및 공칭강도

1) Load Case 1

- 극한축하중 : $P_u = 2582.96$ ton
- 극한모멘트 (X) : $M_{ux} = 1012.91$ t.m
- 극한모멘트 (Y) : $M_{uy} = .000$ t.m

- X축 세장비 : $\lambda_x = 25.0$
- Y축 세장비 : $\lambda_y = 25.0$

- 사하중 모멘트 비 : $\beta_{dx} = 0.000$
- $\beta_{dy} = 0.000$

- X축 확대모멘트 : $\phi M_{ux} = 1078.094$ t.m
- Y축 확대모멘트 : $\phi M_{uy} = .000$ t.m
- 합성 확대모멘트 : $\phi M_u = 1078.094$ t.m

- 중입축 회전각 : $\theta_{rot} = .000$ Deg

- 중립축 : $\bar{x} = 174.92$ cm
- 최소원심 : $E_{min} = 21.33$ cm
- 최대원심 : $E_{max} = 55.11$ cm
- 작용원심 : $E_{app} = 41.74$ cm

∴ 영역 2 → 압축지배 구간

- 소요철근량 : $A_{st} = 452.389$ cm²
- 소요철근비 : $P_r = 1.000$ %

- 평형축하중 : $\phi P_b = 3426.939$ ton
- 평형모멘트 : $\phi M_b = 1991.296$ t.m

- 강도감소계수 : $\phi = 0.650$
- 균형축하중 : $\phi P_n = 4233.528$ ton
- 균형모멘트 : $\phi M_n = 1767.020$ t.m

2) Load Case 2

- 극한축하중 : $P_u = 2243.360$ ton
- 극한모멘트 (X) : $M_{ux} = 877.730$ t.m
- 극한모멘트 (Y) : $M_{uy} = .000$ t.m

- X축 세장비 : $\lambda_x = 25.0$
- Y축 세장비 : $\lambda_y = 25.0$

3.4 지와의 설계

3.4.1 단면력검토

하중경우	축 력 (Pa)		전 단 력 (Su)		휨모멘트 (Mu)		(단위 : t.m)	
	Pa	Su	Pa	Su	Pa	Su	비	고
Case-1	3944.55	-			-			
Case-2	3384.20	912.75			4745.30			

2) 지반 설계시

하중경우	축 력 (Pa)		전 단 력 (Su)		휨모멘트 (Mu)		(단위 : t.m)	
	Pa	Su	Pa	Su	Pa	Su	비	고
Case-1	5694.22	-			-			
Case-2	4399.47	1186.58			6170.19			

-1663-
0827

0827

다. 내진설계

1. 검토조건

1.1 교량의 제한

- 1) 교량 형식 : STEEL BOX GIRDER 교
- 2) 지간 구성 : 50+4#600 = 290m
- 3) 폭 원 : (14.45 ~ 25.95m)
- 4) 교각 형식 : 2주식 또는 3주식 교각
- 5) 기초 형식 : 직립기초

1.2 내진설계기준

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

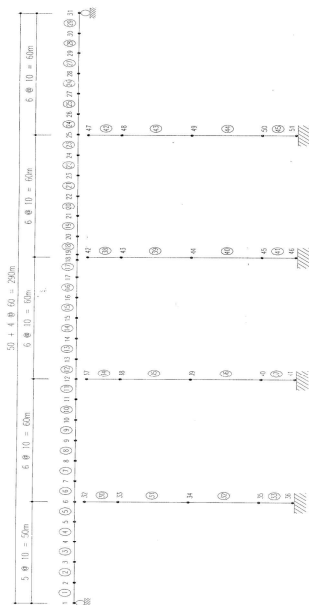
1.3 참고문헌

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

0728

-1539-

2.2 해석 Modeling



0730

2. 내진해석 Modeling

2.1 Modeling시 주요고려사항

- 1) 기하구조
 - ① 평면선형이 곡선(R=1800m)이나 곡선반경이 크고, 호의 길이가 짧으므로 곡선효과는 고려하지 않았다.
 - ② 상부구조에 대한 절점은 경간당 10m내외로 계획하였으며, 상부구조의 각 절점은 2축상 및 동일궤차에 일직선으로 놓이는 것으로 가정하였다.
- 2) 단면성능 및 절량
 - ① 상부구조의 변폭구간에서 단면성능은 편위상 지간중앙폭으로 계산하였으며, 하부구조의 단면성능은 비균열단면에 대한 값을 사용하였다.
 - ② 상부구조의 절량산정은 1차사하중 및 2차사하중에 대한 반력을 교각절이의 비도 나누어 경간당 분포하중으로 산정하였으며, 프로그램에서는 인접절점에 lumped mass로 변환되어 해석된다.
- 3) 경계조건
 - ① 직립기초로 알반에 지지되는 교각의 하단은 모든 자유도를 구속시켰으며, 교대에는 별도의 부재를 두지 않고 지점치리하여 교축방향 변위와 교축직각방향의 회전 에 대한 자유도를 풀어 주었다.
 - ② 상부구조와 하부구조가 연결되는 고정단교각, 가동단교각, 신축이음부교각 상단은 각각의 변위특성에 맞게 Constraints 조건을 설정하였다.
- 4) 절량기여도

고속진동모드 해석에서 각 진동모드별 절량기여도의 합은 90% 이상치도록 하였다.
- 5) 응답스펙트럼

설계응답스펙트럼은 도로교시방서 내진설계편(1996)에 제시된 값을 사용하였다.

0729

-1540-

2.3 단면성능 (Section Properties)

2.3.1 상부구조

Type	Area (m ²)	I-33 (m ⁴)	I-22 (m ⁴)	J (m ⁴)	MASS	비고 (해당부재)
1	1.189	5.860	40.810	1.097	2.597	1경간 부재
2	1.225	6.030	46.930	1.097	3.036	2경간 부재
3	1.260	6.210	58.990	1.097	3.021	3경간 부재
4	0.881	2.150	15.570	0.820	1.940	4,5경간 부재

2.3.2 하부구조

Type	Area (m ²)	I-33 (m ⁴)	I-22 (m ⁴)	J (m ⁴)	MASS	비고 (해당부재)
5	39.200	13.070	1255.000	48.900	9.390	F ₁ , P ₁ Coping Section
6	4.520	3.260	3.260	6.510	1.083	F ₁ , P ₁ Column Section
7	49.000	25.520	1569.000	93.880	11.738	F ₁ , P ₁ Footing Section
8	36.900	6.920	1861.000	26.610	8.840	P ₃ Coping Section
9	3.140	2.360	2.360	4.710	0.752	P ₃ Column Section
10	61.500	32.030	3101.000	120.000	14.733	P ₃ Footing Section
11	19.650	3.680	281.000	13.670	4.707	F ₄ Coping Section
12	3.140	1.570	1.570	3.140	0.752	F ₄ Column Section
13	32.750	17.060	468.000	60.030	7.839	P ₄ Footing Section

0731

3. 모드별 진위

3.1 모드별 고유주기 및 진동수

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	7.35E+00	2.82E+00	0.449	2.228
2	2.37E+01	5.45E+00	0.867	1.154
3	4.47E+01	6.68E+00	1.064	0.940
4	1.28E+02	1.13E+01	1.804	0.554
5	1.74E+02	1.32E+01	2.101	0.470
6	2.40E+02	1.55E+01	2.467	0.405
7	2.48E+02	1.58E+01	2.507	0.399
8	3.50E+02	1.89E+01	3.016	0.332
9	4.02E+02	2.00E+01	3.189	0.314
10	7.20E+02	2.69E+01	4.288	0.233
11	9.51E+02	3.08E+01	4.907	0.204
12	1.41E+03	3.75E+01	5.975	0.167
13	1.49E+03	3.86E+01	6.145	0.163
14	1.63E+03	4.07E+01	6.481	0.154
15	2.73E+03	5.24E+01	8.339	0.120
16	3.07E+03	5.54E+01	8.822	0.113
17	3.48E+03	5.90E+01	9.301	0.108
18	3.87E+03	6.22E+01	9.904	0.101
19	5.00E+03	7.07E+01	11.252	0.089
20	6.13E+03	7.87E+01	12.521	0.080
21	6.44E+03	8.03E+01	12.774	0.078
22	6.50E+03	8.06E+01	12.831	0.078
23	9.83E+03	9.91E+01	15.777	0.063
24	1.01E+04	1.01E+02	16.030	0.062
25	1.08E+04	1.05E+02	16.557	0.060
26	1.16E+04	1.08E+02	17.130	0.058
27	1.17E+04	1.08E+02	17.199	0.058
28	1.28E+04	1.12E+02	17.841	0.056
29	1.33E+04	1.15E+02	18.374	0.054
30	1.47E+04	1.21E+02	19.289	0.052
31	1.80E+04	1.34E+02	21.366	0.047
32	2.07E+04	1.44E+02	22.893	0.044
33	2.36E+04	1.54E+02	24.441	0.041
34	2.39E+04	1.55E+02	24.618	0.041
35	2.41E+04	1.55E+02	24.690	0.041
36	2.48E+04	1.57E+02	25.058	0.040
37	2.66E+04	1.63E+02	25.947	0.039
38	2.97E+04	1.72E+02	27.413	0.036
39	3.06E+04	1.73E+02	27.833	0.036
40	3.68E+04	1.92E+02	30.532	0.033
41	4.22E+04	2.05E+02	32.704	0.031
42	4.28E+04	2.07E+02	32.908	0.030
43	4.67E+04	2.16E+02	34.393	0.029
44	4.70E+04	2.17E+02	34.500	0.029
45	4.92E+04	2.22E+02	35.309	0.028
46	5.10E+04	2.30E+02	37.619	0.027
47	5.11E+04	2.37E+02	37.699	0.027
48	5.81E+04	2.41E+02	38.375	0.026
49	5.98E+04	2.45E+02	38.914	0.026
50	7.00E+04	2.63E+02	42.100	0.024
51	7.07E+04	2.65E+02	42.389	0.024

-1543-
0732

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
52	7.24E+04	2.69E+02	42.823	0.023
53	8.56E+04	2.93E+02	46.639	0.021
54	9.25E+04	3.03E+02	48.283	0.021
55	9.52E+04	3.09E+02	49.110	0.020
56	9.75E+04	3.12E+02	49.707	0.020
57	9.85E+04	3.14E+02	49.953	0.020
58	9.86E+04	3.14E+02	49.964	0.020
59	9.86E+04	3.14E+02	49.978	0.020
60	1.05E+05	3.24E+02	51.501	0.019
61	1.05E+05	3.24E+02	51.504	0.019
62	1.10E+05	3.41E+02	54.240	0.018
63	1.20E+05	3.47E+02	55.233	0.018
64	1.29E+05	3.56E+02	57.172	0.017
65	1.41E+05	3.74E+02	59.842	0.017
66	1.55E+05	3.94E+02	62.006	0.016
67	1.56E+05	3.95E+02	62.029	0.016
68	1.65E+05	4.03E+02	64.679	0.015
69	1.74E+05	4.18E+02	66.463	0.015
70	1.81E+05	4.25E+02	67.666	0.015
71	1.82E+05	4.27E+02	67.922	0.015
72	1.83E+05	4.30E+02	68.402	0.015
73	1.87E+05	4.32E+02	68.782	0.015
74	1.89E+05	4.34E+02	69.140	0.014
75	1.95E+05	4.42E+02	70.315	0.014
76	2.28E+05	4.75E+02	75.432	0.013
77	2.40E+05	4.90E+02	77.088	0.013
78	2.45E+05	4.95E+02	78.765	0.013
79	2.68E+05	5.13E+02	82.013	0.012
80	2.78E+05	5.23E+02	83.548	0.012
81	2.79E+05	5.28E+02	84.058	0.012
82	3.05E+05	5.53E+02	87.851	0.011
83	3.06E+05	5.53E+02	88.083	0.011
84	3.17E+05	5.64E+02	89.511	0.011
85	3.20E+05	5.71E+02	90.816	0.011
86	3.41E+05	5.84E+02	92.878	0.011
87	3.44E+05	5.87E+02	93.387	0.011
88	3.45E+05	5.87E+02	93.493	0.011
89	3.48E+05	5.90E+02	93.926	0.011
90	3.75E+05	6.12E+02	97.450	0.010
91	3.78E+05	6.15E+02	97.805	0.010
92	3.79E+05	6.15E+02	97.922	0.010
93	3.80E+05	6.24E+02	99.328	0.010
94	4.42E+05	6.63E+02	105.777	0.009
95	4.43E+05	6.63E+02	106.055	0.009
96	5.03E+05	7.04E+02	112.896	0.009
97	5.47E+05	7.39E+02	117.080	0.008
98	5.50E+05	7.40E+02	125.538	0.008
99	6.91E+05	8.37E+02	132.270	0.008
100	7.91E+05	8.55E+02	136.047	0.007

0733

4. 선계스펙트럼 및 모드별 질량기여도

4.1 선계스펙트럼

o 감쇄율 5% 가정

o 표준화된 응답스펙트럼(도로표준지반서) 사용

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

(가속도비 : 스펙트럼가속도 / 최대지반가속도)

-1555-
0744

4.2 모드별 질량기여도(Modal Participating Mass)

MODE	Y-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	27.440	0.000	0.000	27.440	0.000	0.000
2	57.532	0.000	0.000	84.972	0.000	0.000
3	0.000	58.055	0.000	84.972	58.055	0.000
4	0.000	3.691	0.000	84.972	61.746	0.000
5	0.000	0.000	0.005	84.972	61.746	0.005
6	0.000	20.917	0.000	84.972	82.663	0.005
7	2.907	0.000	0.000	87.879	82.663	0.005
8	0.000	0.000	3.462	87.879	82.663	3.467
9	0.000	0.000	19.693	87.879	82.663	23.160
10	0.000	0.000	9.600	87.879	82.663	32.760
11	0.000	0.000	0.000	87.879	84.530	32.760
12	0.000	0.000	32.082	87.879	84.530	64.842
13	0.000	2.787	0.000	87.879	87.317	64.842
14	3.231	0.000	0.000	91.110	87.317	64.842
15	0.000	0.000	0.000	91.110	87.317	64.842
16	0.008	0.000	0.000	91.118	87.317	66.011
17	0.000	0.000	1.169	91.118	87.317	66.011
18	0.000	0.532	0.000	91.118	87.848	66.011
19	0.000	0.000	0.096	91.118	87.848	66.107
20	0.000	0.527	0.000	91.118	88.376	66.107
21	0.000	0.000	0.021	91.118	88.376	66.128
22	0.000	0.000	0.000	91.118	88.376	66.128
23	0.000	0.000	11.528	91.118	88.376	77.656
24	0.400	0.000	0.000	91.518	88.376	77.656
25	0.000	0.051	0.000	91.518	89.026	77.656
26	0.011	0.000	0.000	91.529	89.026	77.656
27	0.000	0.000	1.294	91.529	89.026	78.951
28	0.000	0.000	1.290	91.529	89.026	80.240
29	0.000	0.482	0.000	91.529	89.508	80.240
30	0.000	0.000	2.757	91.529	89.508	82.998
31	0.000	0.000	5.778	91.529	89.508	88.776
32	0.000	0.486	0.000	91.529	89.994	88.776
33	0.000	0.000	0.000	91.529	89.994	88.776
34	0.055	0.000	0.000	91.586	89.994	88.776
35	0.014	0.000	0.000	91.600	89.994	88.776
36	0.000	0.000	0.542	91.600	89.994	89.318
37	0.000	0.000	0.671	91.600	89.994	89.990
38	0.000	0.199	0.000	91.600	90.194	89.990
39	0.365	0.000	0.000	91.966	90.194	89.990
40	0.000	0.000	0.775	91.966	90.194	90.764
41	0.000	0.000	0.014	91.966	90.194	90.764
42	0.480	0.000	0.000	92.446	90.194	90.764
43	0.000	0.144	0.000	92.446	90.338	90.764
44	0.004	0.000	0.000	92.511	90.338	92.076
45	0.000	0.000	1.292	92.511	90.338	92.076
46	0.000	0.000	0.000	92.511	90.338	92.076
47	0.000	0.155	0.000	92.511	90.493	92.076
48	0.000	0.486	0.000	92.511	90.974	92.076
49	0.000	0.000	0.091	92.511	90.974	92.167

0745

노선	X-Dir	Y-Dir	Z-Dir	X-SLR	Y-SLR	Z-SLR
50	0.028	0.000	0.000	92.530	90.978	92.107
51	0.000	0.000	0.048	92.529	90.978	92.214
52	0.042	0.000	0.000	92.580	90.978	92.214
53	0.000	0.000	0.014	92.580	90.978	92.228
54	0.000	0.000	0.082	92.581	90.978	92.310
55	0.011	0.000	0.000	92.592	90.978	92.310
56	0.000	0.028	0.000	92.592	91.006	92.310
57	0.010	0.000	0.000	92.602	91.006	92.310
58	0.000	0.298	0.000	92.602	91.305	92.310
59	0.000	0.000	0.008	92.602	91.305	92.318
60	0.077	0.006	0.000	92.679	91.311	92.318
61	0.035	0.001	0.000	93.315	91.312	92.318
62	0.000	0.000	0.004	93.316	91.312	92.322
63	0.000	0.716	0.000	93.316	92.028	92.322
64	0.000	0.000	0.000	93.316	92.028	92.322
65	0.000	0.000	0.000	93.316	92.028	92.322
66	0.006	0.000	0.000	93.322	92.028	92.322
67	0.000	0.000	0.006	93.322	92.028	92.327
68	0.000	0.008	0.000	93.322	92.036	92.327
69	0.000	0.000	0.004	93.322	92.036	92.331
70	0.000	0.079	0.000	93.322	92.115	92.331
71	0.128	0.000	0.000	93.450	92.115	92.331
72	0.001	0.000	0.000	93.451	92.115	92.331
73	0.000	0.000	0.074	93.451	92.115	92.405
74	0.003	0.000	0.000	93.454	92.115	92.405
75	0.000	0.033	0.000	93.454	92.147	92.405
76	0.000	0.000	0.000	93.454	92.147	92.405
77	0.000	0.000	0.000	93.454	92.147	92.405
78	0.005	0.000	0.000	93.460	92.147	92.405
79	0.000	0.022	0.000	93.460	92.180	92.405
80	0.000	0.000	0.000	93.460	92.180	92.405
81	0.001	0.000	0.000	93.461	92.180	92.405
82	0.002	0.000	0.000	93.463	92.180	92.405
83	0.000	0.025	0.000	93.463	92.205	92.405
84	0.003	0.000	0.000	93.467	92.205	92.405
85	0.000	0.000	0.000	93.467	92.205	92.405
86	0.000	0.000	0.000	93.467	92.205	92.405
87	0.000	0.000	0.000	93.467	92.205	92.405
88	0.001	0.000	0.000	93.468	92.205	92.405
89	0.000	0.000	0.185	93.468	92.205	92.591
90	0.000	0.000	0.000	93.468	92.205	92.591
91	0.000	0.000	0.000	93.468	92.205	92.591
92	0.000	0.000	0.000	93.468	92.205	92.591
93	0.000	0.022	0.000	93.468	92.238	92.591
94	0.000	0.013	0.000	93.468	92.250	92.591
95	0.782	0.000	0.000	94.250	92.250	92.591
96	0.000	0.000	0.182	94.250	92.250	92.773
97	0.000	0.076	0.000	94.250	92.326	92.773
98	0.000	0.005	0.000	94.250	92.331	92.773
99	1.303	0.000	0.000	95.554	92.331	92.773
100	0.000	0.003	0.000	95.554	92.334	92.773

-1557-
0746

5. 방향별 해석에 의한 타성력 및 타성변위

5.1 연속방향해석

1) 타성력

구 분	1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고 (절점)
	S (ton)	M (t-m)	S (ton)	M (t-m)		
ABUT 1	교각상단	0	0.00	0.00	23.87	절점-1
	저판상단	-	-	-	-	-
	저판하단	-	-	-	-	-
PIER 1	교각상단	62.24	0.00	0.01	0.00	절점-32
	저판상단	103.37	741.74	0.01	0.02	절점-35
	저판하단	103.37	997.12	0.01	0.04	절점-36
PIER 2	교각상단	912.75	0.00	0.00	0.01	절점-37
	저판상단	933.17	10283.63	0.01	0.01	절점-40
	저판하단	933.17	12615.73	0.01	0.02	절점-41
PIER 3	교각상단	40.70	0.00	0.01	0.00	절점-42
	저판상단	80.42	1063.43	0.01	0.04	절점-45
	저판하단	80.42	1263.29	0.01	0.06	절점-46
PIER 4	교각상단	275.64	0.00	0.01	0.00	절점-47
	저판상단	288.20	4979.54	0.01	0.01	절점-50
	저판하단	288.20	4979.54	0.01	0.03	절점-51
ABUT 2	교각상단	0.00	0.00	0.00	11.35	절점-31
	저판상단	-	-	-	-	-
	저판하단	-	-	-	-	-

2) 타성변위 (교각상단기준)

구 분	변 위 (cm)		비 고
	X-Dir	Y-Dir	
ABUT 1	6.13	0.00	
PIER 1	6.10	5.75E-9	
PIER 2	6.00	6.18E-9	
PIER 3	14.52	8.65E-9	
PIER 4	14.50	14.50E-8	
ABUT 2	14.52	0.00	

0747

5.2 직교지진방향해석

1) 타성력

구 분	1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고 (절점)
	S (ton)	M (t-m)	S (ton)	M (t-m)		
ABUT 1	교각상단	0	0.00	138.28	0.00	절점-1
	저판상단	-	-	-	-	-
	저판하단	-	-	-	-	-
PIER 1	교각상단	0.00	0.00	345.88	377.10	절점-32
	저판상단	0.01	0.01	363.24	2912.58	절점-35
	저판하단	0.01	0.04	363.24	3515.86	절점-36
PIER 2	교각상단	0.01	0.00	415.02	179.68	절점-37
	저판상단	0.02	0.02	431.97	4705.02	절점-40
	저판하단	0.02	0.06	431.97	5783.66	절점-41
PIER 3	교각상단	0.01	0.00	330.79	455.09	절점-42
	저판상단	0.01	0.02	365.71	4771.66	절점-45
	저판하단	0.01	0.04	365.71	5684.68	절점-46
PIER 4	교각상단	0.01	0.00	119.92	355.29	절점-47
	저판상단	0.01	0.01	141.49	2066.04	절점-50
	저판하단	0.01	0.04	141.49	2418.44	절점-51
ABUT 2	교각상단	0.03	0.00	164.84	0.00	절점-31
	저판상단	-	-	-	-	-
	저판하단	-	-	-	-	-

2) 타성변위 (교각상단기준)

구 분	변 위 (cm)		비 고
	X-Dir	Y-Dir	
ABUT 1	1.88E-8	0.00	
PIER 1	1.27E-8	0.89	
PIER 2	1.24E-8	2.46	
PIER 3	4.48E-8	5.99	
PIER 4	1.26E-8	5.25	
ABUT 2	4.54E-8	0.00	

-1559-
0748

6. 직교지진력의 조합

1) 하중경우

$$\circ LC 1 = 1.0 \times EQ \text{ long} + 0.3 \times EQ \text{ trans}$$

0

$$\circ LC 2 = 0.3 \times EQ \text{ long} + 1.0 \times EQ \text{ trans}$$

2) 직교지진력의 조합 (교각상단기준)

구 분	Load Case	1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고 (절점)
		S (ton)	M (t-m)	S (ton)	M (t-m)		
PIER 1	LC 1	62.24	0.00	103.77	113.13	0.03	
	LC 2	18.67	0.00	345.88	377.10	0.03	
PIER 2	LC 1	912.75	0.00	124.51	53.90	0.03	
	LC 2	273.84	0.00	415.02	179.68	0.05	
PIER 3	LC 1	40.70	0.00	99.25	136.53	0.03	
	LC 2	12.22	0.00	330.79	455.09	0.04	
PIER 4	LC 1	275.64	0.00	35.99	106.59	0.02	
	LC 2	82.70	0.00	119.92	355.29	0.02	

※, 직교지진력은 교각개선에 적용할 경우 시방서 규정에 적합한 용담수정계수(R)에

의한 보정이 필요하다

0749

2.2.3 시설물 점검이력

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

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
1	2003.02.24 ~2003.04.25	(주)한국건설안전기술단	유홍렬	정밀안전점검	상태양호	A 등급
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 연석과 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 난간 연석는 폭 0.1mm 균열 및 Steel Box 거더이음부에 단차 발생 으로 인한 누수된 상태이며, 교량받침 3개소부식 되된 상태 입니다.비파괴 강도조사나 중성화 조사에서는 강도의 저하나 중성화의 진전으로 인한 철근부식은 없는 양호한 상태이다.	양호
5	2005.05.12 ~2005.07.05	(주)혜성안전기술원	정갑출	정밀안전점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호하며 국부적인 경미한 손상이 발생한 상태임. 정밀안전진단 필요성 없음.	A 등급
6	2005.10.07 ~2005.11.30	(주)혜성안전기술원	정갑출	정기안전점검	난간연석부분에 폭 0.1mm 일방향 균열발생, 교대에 폭 0.1 ~ 0.2mm 일방향 균열 및 누수발생, 교각에 폭 0.1mm 일방향 균열발생, 신축이음장치는 일부 불량하나 전반적 상태양호	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
7	2006.05.08 ~2006.05.31	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가, 따라서 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성을 없다.	양호
8	2006.10.01 ~2006.11.30	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	교량의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다.	양호
9	2007.04.05 ~2007.05.31	부계기술단 (주)	장용순	정밀안전 점검	0.2mm이하 균열, 교량 받침 녹발생	A 등급
10	2007.10.01 ~2007.11.30	부계기술단 (주)	장용순	정기안전 점검	0.2mm이하 균열, 교량 받침 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)동화엔지니어링	이상협	정기안전 점검	가천교에 대한 정기점검결과 시설물의 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)동화엔지니어링	이상협	정밀안전 점검	가천교에 대한 정밀안전점검결과 환산결함도 점수가 0.126 시설물의 종합평가등급은 “A	A 등급
15	2009.10.01 ~2009.11.30	(주)동화엔지니어링	김용삼	정기안전 점검	미세균열, 델리네이트 파손, 신축이음부분부식이 일부구간 관찰되나 교량의 안전성을 저할 만한 손상은 없으며 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 현 시점에서 정밀안전진단의 필요성은 없으며, 부분적인 보수를 시행하고, 지속적인 점검과 관찰을 통하여 현재의 상태를 유지한다면 도로시설물로서의 기능을 계속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
16	2010.04.27 ~2010.05.31	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	교량의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사되었다. 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 상태이나, 기 발생된 손상현황은 유지관리차원의 적절한 조치가 필요하며 특히, 신축이음 후타재 균열에 대해서는 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.	양호
17	2010.09.13 ~2010.11.30	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	2010년 하반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 주부재 및 보조부재에 일부 손상이 진전된 상태로, 진전된 주요손상으로는 포장균열, 균열부 주변 포트홀, 패임과 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 내부 손상등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
18	2011.05.02 ~2011.05.31	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	2011년 상반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 교면재포장을 실시하였으며, 텔리네이트 파손부에 대한 보수가 완료된 상태이며, 보조부재에 일부 손상이 추가된 상태로, 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 내부 손상 및 배수관 연결부 누수등으로, 현재 조사된 결함에 의해 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
19	2011.11.01 ~2011.11.30	(주)아워브레인	유근무	정기안전점검	2011년 하반기 정기점검 결과, 전회점검 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 주형 내외부 도장손상, 우수유입 및 배수관 연결부 누수등으로, 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 2.2.2】 가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
20	2012.03.05 ~2012.06.30	(주)아워브레인	유근무	정밀안전진단(하차)	? 가천교에 대한 정밀안전진단 결과, 안전등급은 'B'로 평가되었다. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 나타났다. ? 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 손상(주형의 처짐 및 변형, 받침의 파손 등)은 없으며, 신축이음 및 받침장치의 가동상태 등 교량의 전반적인 신축거동 또한 양호한 상태로 나타났다. 다만, 교량의 내구성 측면 및 유지관리차원에서 보수를 요하는 손상이 일부 발생된 상태이며, 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형내부 우수유입 및 도장손상, 하부구조 균열, 신축장치 후타재 균열 및 방호벽 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, 주형내? 외부에 대한 도막두께 또한 양호한 상태로 측정되었다. ? 대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 범물방향은 0.184, 안심방향은 0.181로 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. ? 가천교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가등급은 "B"	B 등급
21	2012.11.02 ~2012.11.25	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	전회차 진단 이후 손상의 큰 진전은 없으며, 주요손상으로는 방호벽, 중분대, 신축장치 후타재 및 하부구조 균열, 배수관 연결부 누수 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 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
22	2013.04.12 ~2013.04.26	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태이며, 외관조사결과 후타재 균열 및 방호벽 박리, 박락이 발생한 상태	양호
23	2013.08.26 ~2013.09.08	(주)삼우기술	이달재	정기안전점검	전회차 점검 이후 하자보수가 이루어졌으며, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열, 교대 백태 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되며 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단됨.	양호
24	2014.02.15 ~2014.04.05	(주)삼우기술	이달재	정밀안전점검	주요 손상으로는 일부 포장면에서 아스콘 균열 및 거북등균열(망상균열). 신축이음장치의 후타재 균열 및 박락, 교대/교각에서 미세균열 및 백태등이 조사되었다. 조사된 손상에 대한 보수가 적절히 이루어진다면 제 기능을 지속적으로 발휘할 수 있을 것으로 판단된다	B 등급
25	2014.10.10 ~2014.10.24	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	- 하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태 - 신축장치후타재균열($CW \geq 0.3mm$)	양호
26	2015.03.11 ~2015.03.25	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	- 하자보수 실시로 전반적으로 양호한 상태 - 갓길측망상균열, 포장균열 - 신축장치후타재균열($CW \leq 0.3mm$)	양호
27	2015.09.01 ~2015.09.19	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	전회 정기점검 후 하자보수(균열보수, 단면보수)로 전반적으로 양호한 상태이며, 주요 손상으로는 교면 포장균열, 갓길측 망상균열, 신축이음장치 후타재 균열, 교대 누수오염, 교각 누수오염, 백태 등이 조사되었으며, 시설물의 구조적 안전성과 차량의 주행성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 지속적인 주의관찰과 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
28	2016.02.19 ~2016.04.03	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정밀안전점검	교면포장:망상균열,포장균열 방호벽:균열,균열및백태,교명판유실 배수시설:배수관길이부족 신축이음:후타재균열,차수판볼트망실,배수로파손 거더외부:도장긁힘 거더내부:박락및부식,배설물오염,실링불량,점검등없음,채수및부식,점검등덮개파손 교대및교각:누수오염,누수흔적 가천교의현장조사(외관조사,내구성조사)에의한상태평가결과 『B등급(0.130)』으로평가되었으며,기존손상들에대한보수가이루어진상태로서결합점수가상향되었다. 따라서,가천교에대한유지관리가원활히이루어지고있는상태로서금회조사된결함및손상부위에대해서는단기적인보수와중점유지관리항목들에대한주기적인점검이시행된다면내구성및사용성에는문제가없을것으로판단되며,유지관리하는데는문제가없을것으로판단된다.	B등급
29	2016.08.19 ~2016.09.01	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정기안전점검	2016년 하반기 정기점검 결과, 주요 손상으로는 포장면 포장균열, 신축장치 후타재 균열 및 교대의 누수오염에 대해서는 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 손상 부위에 대한 보수보강과 함께 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.	양호
30	2017.03.02 ~2017.06.09	(주)우림종합엔지니어링	김길만	정밀안전진단	? 교면포장 망상균열, 아스콘 균열, 패임 ? 콘크리트방호난간균열,백태 ? 거더외부장재긁힘,변형국부발생및내부부식,누수흔적,실링처리미흡 ? 교대미세균열,교각미세균열,누수흔적및오염	B등급

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
31	2017.11.01 ~2017.11.20	(주)삼우기 술	이달재	정기안전 점검	? 포장부 식생, 균열, 포장파손 ? 방호벽텔리네이터파손, 중앙분리대미세 균열 ? 신축이음식생, 본체토사및아스콘퇴적, 차 수관볼트망실 ? 캔틸레버미세균열, 단면파손, 거더및가로 보상태양호 ? 교대및교각균열, 굽힘, 단면파손, 누수오염 등 ? 교량받침받침콘크리트균열, 잡철 ? 배수구막힘	양호
32	2018.03.20 ~2018.04.15	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	가천교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 교면포장아스콘균열, 배수시 설배수관누수, 배수구막힘, 방호벽균열, 백태, 신축이음후타재균열, 교량받침받침콘크리 트균열, 바닥판균열, 박락, 거더내부채수, 외 부이물질퇴적, 교대및교각균열, 박락등의손 상이조사되었다. 기존상부는 장기공용에 의한 열화, 시공미흡, 우수유입, 외부충격등의 원인으로 발생된 손 상으로 판단된다. 본교량은 손상물량총괄표에 제시한 보수·보 강방안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적 인 점검으로 손상의 진전 유무를 확인, 손상의 진전 시 조치를 취하는 유지관리가 효율적인 것 으로 판단된다.	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
33	2018.08.21 ~2018.09.19	(주)명성엔 지니어링	인승철	정기안전 점검	가천교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 교면포장아스콘균열, 배수시설배수관누수, 배수구막힘, 방호벽균열, 백태, 신축이음후타재균열, 교량받침받침콘크리트균열, 바닥판균열, 박락, 거더내부채수, 외부이물질퇴적, 교대및교각균열, 박락등의손상이조사되었다. 기존상부는 장기공용에 의한 열화, 시공미흡, 우수유입, 외부충격등의 원인으로 발생된 손상으로 판단된다. 기발생된 안심방향 A1 측에 발생한 방호벽 접속부 밀림, 날개벽 밀림 등의 손상은 침하로 추정되며, 손상은 주기적인 점검 및 계측을 통한 손상의 진전 여부 확인 후 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 본 교량은 손상물량 총괄표에 제시한 보수·보강 방안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전 유무를 확인, 손상의 진전 시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단된다.	양호
34	2019.04.22 ~2019.06.09	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정밀안전 점검	교면포장 : 아스콘 균열, 파손 방호벽 및 중앙분리대: 균열 (cw=0.3mm 미만), 백태, 단차 배수시설: 배수관 막힘/탈락/누수 신축이음: 본체 하부 고무재 손상, 누수, 후타재 균열, 파손 바닥판: 균열 (cw=0.3mm 미만), 박락, 철근 노출 거더: 외부 변형 받침장치: 받침콘크리트 및 몰탈 균열 (cw=0.3mm 미만), Plate 도장 박리 교대 및 교각: 균열 (cw=0.3mm 미만), 망상 균열, 파손, 조류 배설물 퇴적, 채수 흔적 등	B 등급

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
35	2019.10.28 ~2019.11.28	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	가천교는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 1종 교량으로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다. 외관조사결과, 신축이음, 바닥판하면, 교대 및 교각에 표면처리, 단면보수 등의 유지관리가 실시되었고, 양호한 상태로 확인되었다. 기존 상인교면 포장 아스콘 균열, 파손, 배수시설 배수구 막힘, 방호벽 균열, 백태, 신축이음 후타재 균열, 교량 받침 받침콘크리트 균열, 거더 외부 변형, 교대 실란트 파손, 교각 망상 균열 등의 손상은 진전이 없는 상태로 조사되었고, 장기 공용에 의한 열화, 시공 미흡, 우수 유입, 외부 충격 등의 원인으로 발생된 손상으로 판단된다. 기 발생된 안심방향 A1 측에 발생한 방호벽 접속부 밀림, 날개벽 밀림 등의 손상은 침하로 추정되며, 손상은 주기적인 점검 및 계측을 통한 손상의 진전 여부 확인 후 진전 시 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 기존 상부는 현재 경미한 상태 및 손상 물량의 규모가 작으므로, 현시점의 유지보수보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규 손상 발생 시 표면처리, 단면보수 등의 일괄보수가 효율적일 것으로 판단된다.	양호
36	2020.03.09 ~2020.04.15	일광이앤씨 (주)	박일한	정기안전 점검	아스콘 균열 및 망상 균열, 패임 → 주의관찰 배수구 막힘, 배수관 누수, 탈락 → 정비 방호벽 균열 및 백태, 단차 → 주의관찰 신축이음 후타재 균열, 본체 하부 고무재 손상 → 주의관찰 받침콘크리트 균열 및 받침장치 도장 박리 → 주의관찰, 도장 보수 바닥판 백태 → 표면처리 거더 외부 변형 → 주의관찰 교대 실란트 파손 → 주의관찰 교각 균열, 망상 균열, 굽힘, 파손, 체수 → 주의관찰, 단면보수, 정비	양호
37	2020.10.05 ~2020.10.31	일광이앤씨 (주)	박일한	정기안전 점검	아스콘 균열 및 망상 균열, 파손, 패임 배수구 막힘, 배수관 누수, 탈락 방호벽 균열, 단차 신축이음 후타재 균열, 본체 하부 고무재 손상, 차수판 볼트 탈락 받침장치 받침콘크리트 균열 바닥판 파손, 박락, 표면 열화, 백태 거더 외부 변형 교대 실란트 파손 교각 균열, 망상 균열, 굽힘, 누수 흔적, 체수, 조류 배설물 오염	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
38	2021.04.19 ~2021.06.09	주식회사 다인기술단	김병춘	정밀안전 점검	* 바닥판표면박리,오염, 바닥판파손, 거더강재변형, 교대균열(W<0.3mm), 교대실란트 파손, 교각균열(W<0.3mm, 교각망상균열, 교각면박리,오염, 교각파손, 교각오염, 체수흔적, 교각조류배설물퇴적, 받침콘크리트 균열, 아스콘 균열, 아스콘 파손, 방호벽균열(W<0.3mm), 방호벽백태균열, 접속부단차, 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 배수관 누수오염, 후타재 균열, 차수커버 볼트탈락	B 등급
39	2021.09.27 ~2021.11.25	주식회사 다인기술단	김병춘	정기안전 점검	* 아스콘 균열, 아스콘 파손, 소성변형, 방호벽, 중분대 균열(W<0.3mm), 방호벽 단차, 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 신축이음 후타재 균열(W<0.3mm), 신축이음 차수커버 볼트탈락, 바닥판하면 표면박리, 오염, 바닥판하면 파손, 거더 변형, 받침콘크리트 균열(W<0.3mm), 교대 균열(W<0.3mm), 교대 실란트 파손, 교각 균열(W<0.3mm), 교각 망상균열, 교각 굽힘, 교각 오염, 교각 체수흔적, 교각 조류배설물 퇴적	양호
40	2022.03.11 ~2022.06.09	(주)명성엔 지니어링	정지운	정밀안전 진단	-거더 외부 도장손상(굽힘), 강재변형 -거더내부도장손상(박리),이물질퇴적,환 기구볼트미체결 -가로보및세로보상태양호 -바닥판하면균열(폭0.3mm미만),백태,파손 ,표면박리,오염 -하부구조균열(폭0.3mm미만),망상균열,표 면열화,파손,이물질퇴적,누수오염,체수흔 적,실란트파손 -교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열 (폭0.3mm미만) -신축이음후타재균열(폭0.3mm미만),망상 균열,차수커버볼트탈락 -교면포장아스콘균열,망상균열,패임,파손, 소성변형 -배수시설배수구막힘,배수관볼트탈락및누 수오염 -콘크리트난간균열(폭0.3mm미만),백태,단 차 -점검시설상태양호	B 등급

【표 2.2.2】가천교 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 : 아스콘 균열, 패임, 파손, 소성변형, 망상균열 ? 배수시설:배수관볼트탈락,배수구막힘 ? 난간및연석:방호벽균열(폭0.3mm미만), 단차,백태 ? 신축이음:양호 ? 교량받침:균열(폭0.3mm미만) ? 바닥판하면:균열,박락및철근노출,백태,파손 ? 거더:내부도장박리,이물질퇴적,외부도장균 힘,변형 ? 교대:실란트파손,균열(폭0.3mm미만) ? 교각:균열및망상균열,표면열화	양호
42	2022.06.10 ~2022.12.31	(주)명성엔 지니어링	서동진	1중성능 평가	? 거더외부도장손상(균힘),강재변형 ? 거더내부도장손상(박리),이물질퇴적,환기 구볼트미체결 ? 가로보및세로보상태양호 ? 바닥판하면균열(폭0.3mm미만), 백태,파손, 표면박리,오염 ? 하부구조균열(폭0.3mm미만), 망상균열,표면 열화,파손,이물질퇴적,누수오염,체수흔적,실 란트파손 ? 교량받침무수축물탈및받침콘크리트균열(폭0.3mm미만) ? 신축이음후타재균열(폭0.3mm미만), 망상균 열,차수커버볼트탈락 ? 교면포장아스콘균열, 망상균열, 패임, 파손,소 성변형 ? 배수시설배수구막힘, 배수관볼트탈락및누 수오염 ? 콘크리트난간균열(폭0.3mm미만), 백태, 단차 ? 점검시설상태양호	B 등급
43	2023.03.11 ~2023.05.10	(주)명성엔 지니어링	이상훈	정기안전 점검	? 교면포장 : 아스콘 균열, 패임, 파손, 소성변형, 망상균열 ? 배수시설:배수관볼트탈락,배수구막힘 ? 난간및연석:방호벽균열(폭0.3mm미만), 백태 , 단차 ? 신축이음:양호 ? 교량받침:균열(폭0.3mm미만) ? 바닥판하면:균열,박락및철근노출,백태,파손 ? 거더:내부도장박리,이물질퇴적,외부도장균 힘,변형 ? 교대:실란트파손,균열(폭0.3mm미만) ? 교각:균열및망상균열,표면열화,이물질퇴적 ? 점검모:이물질적치(새등지)	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단기관명	책임기술자	점검종류	점검 결과	안전등급
44	2023.11.29 ~2023.12.25	주식회사 홍익기술산업	박인배	정기안전 점검	- 바닥판하면 : 균열(0.3mm미만), 표면박리, 오염, 파손, 백태 -거더:도장박리/부식,균형,변형,이물질퇴적 -가로보:도장열화 -교량받침:받침콘크리트/몰탈균열(0.3mm미만) -교대:균열(0.3mm미만),실란트갈라짐,백태 -교각:균열/망상균열(0.3mm미만),파손,누수오염,채수흔적,표면열화,박리,조류배설물퇴적 -기초:상태양호 -교면포장:포장균열,망상균열,패임,파손,소성변형 -신축이음:유간토사퇴적 -배수시설:배수구막힘 -난간밋연석:방호벽균열/백태균열(0.3mm미만),단차,파손 -안전밋기타시설:상태양호 -비탈면:상태양호	양호
45	2024.03.18 ~2024.05.17	(주)명성엔지니어링	이상훈	정밀안전 점검	- 바닥판하면 균열(0.3mm미만), 표면박리, 오염, 백태, 파손 등 -거더도장균형,강재변형등 -가로보및세로보상태양호 -교대누수흔적,채수등 -교각균열(0.3mm미만),망상균열,표면열화,누수오염,채수,파손,이물질퇴적등 -교량받침상태양호 -신축이음상태양호 -교면포장아스콘균열,망상균열,파손,패임등 -배수시설배수관오염등 -난간밋연석상태양호 -점검시설이물질퇴적등	B 등급
46	2024.10.14 ~2024.12.03	(주)명성엔지니어링	이상훈	정기안전 점검	- 교면포장 : 아스콘 균열, 패임, 파손, 망상균열 -배수시설:배수관누수오염 -난간밋연석:접속부단차 -신축이음:상태양호 -교량받침:상태양호 -바닥판:균열(0.3mm미만),백태,표면오염,박리,파손 -거더:내부이물질퇴적,외부강재변형 -교대:균열(0.3mm미만),누수흔적,채수 -교각:균열(0.3mm미만),망상균열,표면열화,누수오염,채수흔적,이물질퇴적,파손 -교량점검시설:상태양호	양호

【표 2.2.2】가천교 점검이력사항(계속)

번호	기간	점검진단 기관명	책임 기술자	점검종류	점검 결과	안전 등급
47	2025.03.07 ~2025.04.30	주식회사 홍익기술산 업	김상기	정기안전 점검	- 교면포장 : 포장 균열, 망상균열, 파손, 패임 - 배수시설: 배수구막힘, 배수관누수오염 - 난간및연석: 백태균열 (0.3mm미만) 접속부 단차 - 신축이음: 유간토사퇴적 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 받침부식 - 바닥판하면: 균열 (0.3mm미만), 백태, 박리, 파손, 오염 - 거더: 강재변형, 이물질퇴적 - 가로보및세로보: 상태양호 - 교대: 균열 (0.3mm미만), 백태, 실란트갈라짐, 체수흔적, 오염 - 교각: 균열 (0.3mm미만), 망상균열 (0.3mm미만), 표면열화, 파손, 오염, 체수흔적, 이물질퇴적 - 기초: 지반의안전성상태양호 (노출없음) - 점검로: 상태양호 - 공중이이용하는부위: 추락방지시설 (b등급), 도로포장 (b등급), 도로부신축이음 (b등급)	양호
48	2025.07.01 ~2025.12.31	주식회사 홍익기술산 업	김상기	정기안전 점검	- 교면포장 : 포장 균열, 망상균열, 파손, 패임 - 배수시설: 배수구막힘, 배수관누수오염 - 난간및연석: 백태균열 (0.3mm미만) 접속부 단차 - 신축이음: 유간토사퇴적 - 교량받침: 받침콘크리트균열, 받침부식 - 바닥판하면: 균열 (0.3mm미만), 백태, 박리, 파손, 오염 - 거더: 강재변형, 이물질퇴적 - 가로보및세로보: 상태양호 - 교대: 균열 (0.3mm미만), 백태, 실란트갈라짐, 체수흔적, 오염 - 교각: 균열 (0.3mm미만), 망상균열 (0.3mm미만), 표면열화, 파손, 오염, 체수흔적, 이물질퇴적 - 기초: 지반의안전성상태양호 (노출없음) - 점검로: 상태양호 - 공중이이용하는부위: 추락방지시설 (b등급), 도로포장 (b등급), 도로부신축이음 (b등급)	양호

2.2.4 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), 표면박리, 오염, 백태, 파손 등 - 거더 도장긁힘, 강재변형 등 - 가로보 및 세로보 상태양호 - 교대 누수흔적, 체수 등 - 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염, 체수, 파손, 이물질퇴적 등 - 교량받침 상태양호 - 신축이음 상태양호 - 교면포장 아스콘 균열, 망상균열, 파손, 패임 등 - 배수시설 배수관 오염 등 - 난간 및 연석 상태양호 - 점검시설 이물질퇴적 등	
비파괴조사	- 반발경도법에 의한 압축강도 측정 결과, 상부구조(바닥판하면:27Mpa) 및 하부구조(교대 및 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 0.134으로 B등급	
보수보강 (진단시)	해당없음	
종합의견	- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가천교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다. - 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 가천교의 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 판단된다. - 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로써 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다. - 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.	

2.2.5 시설물 보수 이력

【표 2.2.3】 가천교 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	범안대교 외 3개소 시설물 보수공사	보수	바닥판 하면, 교대, 교각	김병욱	(주)천수
	2025-11-17 ~ 2025-12-14		균열, 파손 보수, 실란트 보수 등	1,499	윤진욱
2	범안대교 외 시설물 보수공사	보수	바닥판하면, 교각	김병욱	(주)천수
	2024-11-13 ~ 2024-12-10		백태 균열 표면처리 및 표면열화 파손부 단면보수	14,306	김상훈
3	범안대교 외 5개소 시설물 보수공사	보수	거더내부바닥판하면하부구조 교량받침난간 및 연석배수시설	김병욱	(주)천수
	2023-11-13 ~ 2023-12-10		도장박리 도장보수 균열부표면처리 실란트 파손부 실란트 충전 교량받침 균열 표면처리 난간균열부 표면처리 배수관 볼트탈락 재설치	11,207	윤진욱
4	범안대교 외 시설물 보수공사	보수	거더내부, 바닥판하면, 하부구조, 교량받침, 신축이음	김병욱	성희건설
	2022-09-13 ~ 2022-10-10		거더내부 도장박리 도장보수 및 환기구볼트 미체결 정비 바닥판하면 균열(0.3mm 미만) 표면처리, 실란트 파손 실란트 충전 교량받침 무수축물탈균열 표면처리 신축이음 후타재균열 및 망상균열 표립처리, 차수커버 볼트탈락 정비	4,188	김경영
5	범안대교 외 5개소 시설물 보수공사	보수	방호벽 및 중앙분리대	김병욱	(주)천수
	2020-08-12 ~ 2020-08-31		균열부 백태 표면처리	2,444	김상훈
6	가천교 신축이음 고무재 교체공사	보수	P3 신축이음	김병욱	주식회사 진화건설
	2019-10-16 ~ 2019-10-31		신축이음 고무재 교체	9,792	신동부

※ 시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※ 전차 정밀안전점검(2024년) 자료 참조

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

【표 2.2.3】 가천교 보수이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
7	범안대교 외 2개소 시설물 보수공사	보수	배수시설, 신축이음, 바닥판, 교량받침, 교대, 교각 등	김병욱	(주)천수
	2019-08-12 ~ 2019-09-30		배수관 탈락 누수 보수, 표면처리 및 단면보수 등	8,330	김대식
8	가천교 교면 방수공사	보수	교면	최고봉	(주)새움씨 앤씨
	2017-09-25 ~ 2017-11-12		A1~A2 교면 방수 공사 교면포장 방수층 파손으로 방수층 시공	450,000	윤종철
9	범안로 교량등 부분 포장 보수공사	보수	교면포장	김병욱	대익건설 (주)
	2016-04-25 ~ 2016-04-26		절삭후 재포장	16,700	최철모
10	2011년 범안로 아스팔트포장 보수공사	보수	교면포장	양성업	(주)협우건 설
	2011-03-10 ~ 2011-03-15		재포장(오버레이 등)	73,700	채수진
11	2010년 범안로 아스팔트포장 보수공사	보수	교면포장	양성업	(주)협우건 설
	2010-10-15 ~ 2010-10-20		재포장(오버레이 등)	61,060	채수진

※시설물통합정보관리시스템(FMS) 내 교량관리대장 및 보수공사현황 참조

※전차 정밀안전점검(2024년) 자료 참조

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

【표 2.2.4】 내진설계 여부 확인

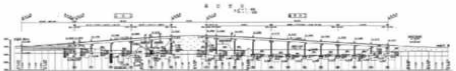
6.5.1. 빙발방향

교량 현황

구분	교량현황
관리주체	대구북부순환도로(주)
이칭	-
전원/현장	리선 / -
현장위치	L=290.0m / B=20.2m
상행차선	STB
하행차선	모드단결
하부구조	역1형 교대
방위	교각
기초	대수직 교각



중단면도



내진성능평가 분석

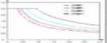
교량 모델링



중간단결	2.50%
제1구간지진계수	0.13
반원지진계수	1.4
가속도계수	0.533

- STB 단결을 구별, 상부 출중단 결함으로 전입
- 기초 모멘트 하단에서 결재하여 하단 방향성 지움
- 초정형지주에 결이름 없는 것으로 모델도 작성 해서

영재출중단스펙트럼(기초)



영재출중단스펙트럼(내진성능평가) 모델도 작성 해서 (P2)



내진 성능평가 결과

구분	기종(P1)	기종(P2)	교대 방향(A1)	방향(P1)
곡률	O.K	2.156	O.K	1.416
교각	O.K	1.000	O.K	2.242
			N.G	0.698
				N.G (0.353)

구분	방향(P2)	기종(P1)	방향(P2)	반원지주결여
곡률	O.K	2.644	O.K	6.325
교각	O.K	1.800	O.K	2.004
				0.323
				0.289

- 기종(P1, P2) 내진성능평가 결과 기종, 방향 기종은 내진성능을 만족하나 반원지주에서는 내진성능이 부족함 것으로 판단.
- A1(A) 내진성능평가 결과 반원지주에서 내진성능이 부족함 것으로 판단.

방진상세도



6.5.2 안심방향

교량 일반

구분	교량현황
관리주체	대구광역시(도도552구)
이칭	-
건설시행	직전 / -
설계기준	L=250.0m / B=20.2m
상부구조	STB
단상종류	포스타일
좌부 교대	연직교대
우부 교대	다주식 교대
특이 교각	피할기초, 빔기초



내진성능평가 분석

교량 모델링



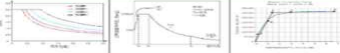
교량연도	2002
지진구체계수	0.11
비밀도 계수	1.4
가소비율	0.144

● TB 단면은 구형, 상부 종방향 강판으로 보강

● 기존 교량 방진 배치의 경제성에 따른 방진설치

● 초경량지주에 길이 방향 없는 것으로 보강도 적용 배치

실제충돌스펙트럼(기준) 실제충돌스펙트럼(내진성능평가) 도메인 곡률 해석 (P2)



내진 성능평가 결과

구분	기초(P1)	기초(P2)	교대 방진(A1)	방진(P1)
교측	O.K	2.168	O.K	1.301
교지	O.K	1.000	O.K	2.095
			N.G	0.954
			N.G	0.315

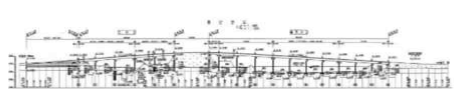
구분 방진(P2) 기초(P1) 방진(P2) 방진지지벽(P1)

교측	O.K	1.632	O.K	0.707	O.K	1.355
교지	N.G	0.279	O.K	1.829	O.K	1.356
			O.K	1.356	O.K	2.296

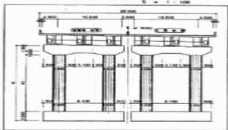
● 교각(P1, P2) 내진성능평가 결과 기초부는 내진성능을 만족하나 방진부에서는 내진성능이 부족한 것으로 판단.

● 교각(P1) 내진성능평가 결과 방진부에서는 내진성능이 부족한 것으로 판단.

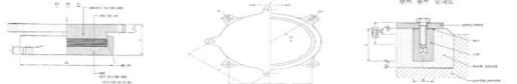
충단면도



방단면도



방진상세도



2022년 정밀안전진단(내진성능평가) 결과요약 (안심방향)

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

2.2.8 주변환경 및 하중변화

가천교는 대구광역시 수성구 가천동에 위치하는 1종 시설물로써 고모로(S2), 경부선 철도(S5,)를 횡단하는 범안로 1종 교량이며, FMS(시설물통합정보관리시스템) 및 관리주체인 대구동부순환도로에 보관중인 준공도서를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중이외의 추가하중은 없는 것으로 검토되었다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일 현재의 교량주변현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.

【표 2.2.5】 하중변화 검토내용

번호	보수보강 현황	기준	변경 (추가)	하중변화	비고
1	해당없음	—	—	—	



【사진 2.2.2】 주변환경 및 하중변화 전경

2.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 2.2.6】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 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 균열(0.3mm미만), 표면박리, 오염, 백태, 파손 등 • 거더 도장긁힘, 강재변형 등 • 가로보 및 세로보 상태양호 • 교대 누수흔적, 체수 등 • 교각 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 누수오염, 체수, 파손, 이물질퇴적 등 • 교량받침 상태양호 • 신축이음 상태양호 • 교면포장 아스콘 균열, 망상균열, 파손, 패임 등 • 배수시설 배수관 오염 등 • 난간 및 연석 상태양호 • 점검시설 이물질퇴적 등	◇ 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

2.3 현장조사

2.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차, 굴절작업차를 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~S5	도보, 고소차, 굴절작업차	2026.03.23.~2026.03.27.	
			
고소차를 이용한 근접조사		굴절작업차를 이용한 근접조사	
			
비파괴시험		비파괴시험	

【사진 2.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

2.3.2 범물방향 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 가천교는 Steel Box Girder 5경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부 외측을 제외한 바닥판 하면은 강재 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=290.0m 폭 14.45~25.95m(3차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 고소작업차, 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 표면박리, 오염, 층분리, 보수부 층분리, 백태 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 2.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		표면박리, 오염 (m²/개소)		층분리, 보수부 층분리 (m²/개소)		백태 (m²/개소)	
S1	—	—	—	—	0.20	1	2.50	1
S2	—	—	—	—	1.00	1	—	—
S3	7.00	7	—	—	0.20	1	—	—
S4	—	—	—	—	0.15	1	—	—
S5	—	—	8.00	1	—	—	1.20	1
합계	7.00	7	8.00	1	1.55	4	3.70	2

			
손상현황	• S1 균열(0.3mm미만) -보수	손상현황	• S2 보수부 층분리
원 인	• -	원 인	• 보수미흡, 수문접촉 등
조치방안	• 상태양호	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• S3 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S4 백태
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 우수유입, 장기공용 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
 2024년 정밀안전점검		 금회 정밀안전점검	
손상현황	• S5 표면바리, 오염	손상현황	• S5 표면바리, 오염
원 인	• -	원 인	• 수분접촉, 장기공용 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리

【사진 2.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 표면박리, 오염에 대한 손상이 확인되었으며. 금회 점검으로 기존 손상인 표면박리, 오염 손상의 진전이 확인되었다. 또한 균열(0.3mm미만) 손상에 대한 보수가 실시가 되었고, 신규손상으로 건조수축, 보수미흡, 다짐미흡, 우수유입, 장기공용 등에 의한 균열(0.3mm미만), 층분리, 보수부 층분리, 백태 등에 대한 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	25.00	25	7.00	7	▼ 18.00	보수됨 신규손상
	표면박리, 오염	m ²	5.00	1	8.00	1	▲ 3.00	물량변동
	층분리, 보수부 층분리	m ²	—	—	1.55	4	▲ 1.55	신규손상
	백태	m ²	—	—	3.70	2	▲ 3.70	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 표면박리, 오염, 백태의 경우 우수유입, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생시 내구성 저하 방지 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 층분리, 보수부 층분리의 경우 건조수축, 다짐미흡, 우수유입, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 시설물에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되지만 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생시 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 STEEL BOX Girder는 4열 3경간(S1~S3), 3열 2경간(S4~S5), 연장은 약 L=290.0m 폭 14.45~25.95m(3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 드론, 고소점검차, 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

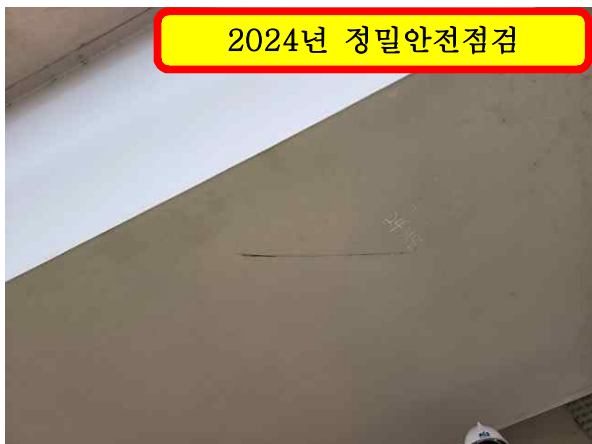
- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.3】 거더외부 현장조사 결과

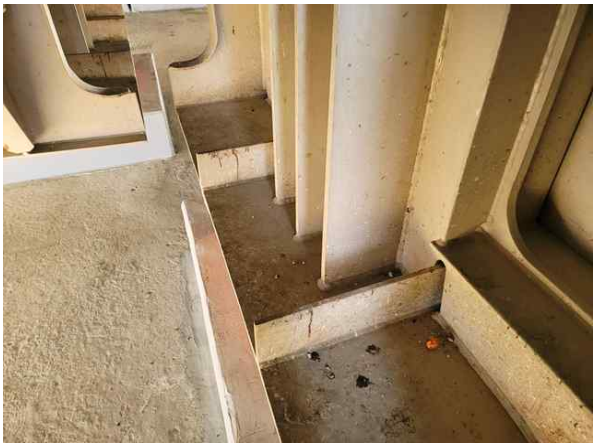
구분	상태양호	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
합계	—	1

【표 2.3.4】 거더내부 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S3-G1 거더외부 도장긫힘	손상현황	• S3-G1 거더외부 도장긫힘 -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• S1 거더외부 상태양호	손상현황	• S4 거더외부 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.5】 거더 손상현황

			
손상현황	• S3-G3 거더내부 이물질퇴적 -보수	손상현황	• S4 거더내부 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.5】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 거더내·외부에 기존손상인 도장긁힘, 이물질퇴적 등에 대한 손상의 보수가 실시된 것을 확인하였으며, 금회점검에서 추가적인 신규손상은 조사되지 않았다.

【표 2.3.5】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장긁힘	m ²	0.10	1	-	-	▼ 0.10	보수됨
거더내부	이물질퇴적	m ²	10.00	5	-	-	▼ 10.00	보수됨

4) 검토의견

- 거더외부의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거터의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보 및 세로보는 STEEL로 시공되어 있다.
- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사는 도보 및 고소점검차, 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.6】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S2 가로보 상태양호	손상현황	• S4 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S5 가로보 상태양호	손상현황	• S2 세로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S3 세로보 상태양호	손상현황	• S3 세로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회점검에서 신규손상은 없는 양호한 상태로 조사되어 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 2.3.7】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 역T형 형식으로 A1 직접기초, A2 말뚝기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.
- 교대 A1기준 좌측에 범물방향 보강토 옹벽이 위치하고 있다.



【사진 2.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

(1) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부구간 누수흔적 손상이 조사되었다.

【표 2.3.8】 교대 현장조사 결과

구분	누수흔적 (㎡/개소)	
A1	8.00	2
A2	—	—
합계	8.00	2

			
손상현황	• A1 누수흔적	손상현황	• A1 누수흔적
원 인	• -	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 표면처리
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 균열(0.3mm미만) -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.9】 교대 손상현황

(2) 범물방향 보강토옹벽

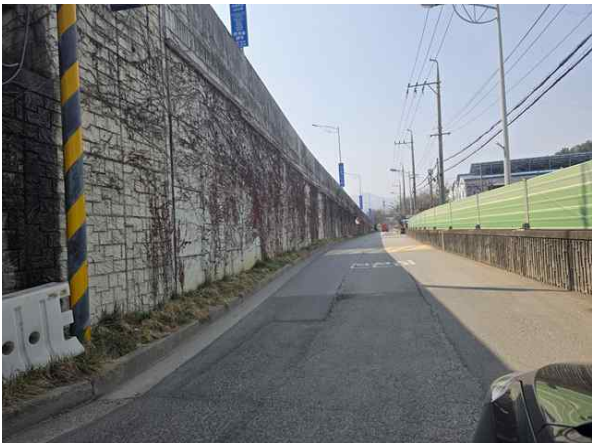
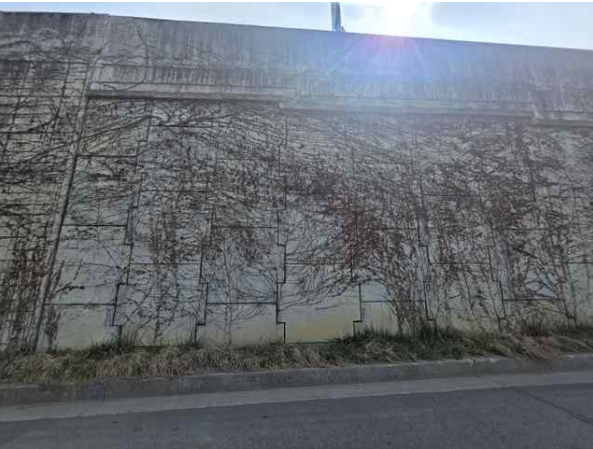
- 범물방향 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 파손, 박리가 조사되었다.

【표 2.3.9】 보강토옹벽 현장조사 결과

구분	파손 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	—	—
S8	0.04	2	0.03	1
합계	0.04	2	0.03	1

			
손상현황	• 보강토옹벽 시점부 상태현황	손상현황	• 보강토옹벽 중점부 상태현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 2.3.10】 보강토옹벽 손상현황

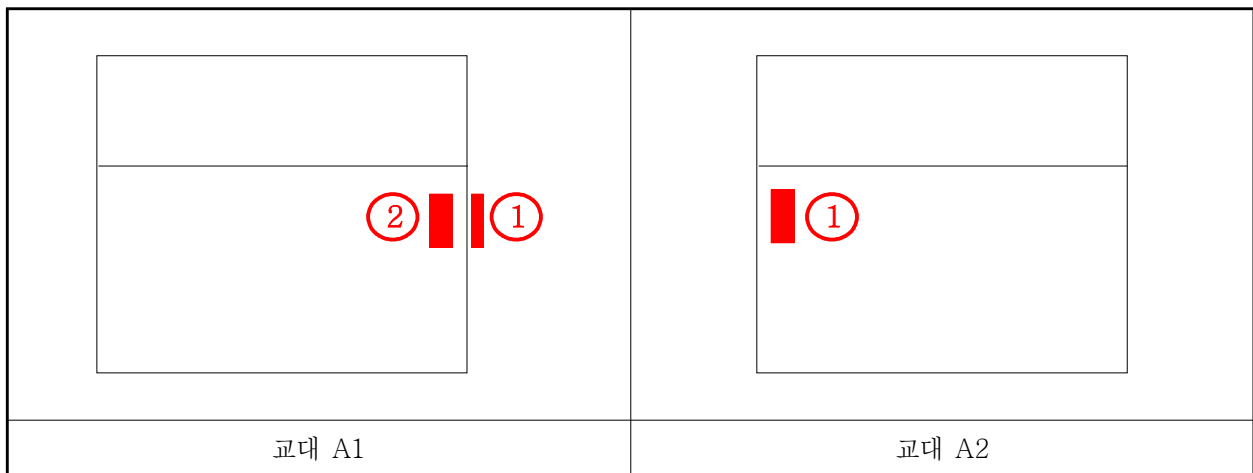
			
손상현황	• 보강토옹벽 기초부 상태현황	손상현황	• 보강토옹벽 기초부 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• 보강토옹벽 전면부 상태현황	손상현황	• 보강토옹벽 전면부 S8 파손
원 인	• -	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• 보강토옹벽 전면부 S8 파손	손상현황	• 보강토옹벽 전면부 S8 박리
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 다짐미흡, 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수

【사진 2.3.10】 보강토옹벽 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 2.3.1】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 2.3.10】 교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)		비고
		1	2	
A1	—	-89.7	90.0	
A2	—	—	-89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 누수흔적이 조사되었으며, 금회 점검에서 24년 하반기 정기안전점검에서 발생한 균열(0.3mm미만)에 대한 보수가 확인되었고, 신규손상으로 신축이음 하부 우수유입 등에 의한 누수흔적이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.11】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	누수흔적	m ²	1.50	1	8.00	2	▲ 6.50	물량변동 신규손상

(2) 기울음 측정 비교

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

【표 2.3.12】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)				비고
	1		2		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
A1	—	−89.7	—	90.0	
A2	—	—	—	−89.9	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 누수흔적의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 신축이음과 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.
- 보강토옹벽에서 조사된 파손, 박리의 경우 외부충격, 다짐미흡, 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 정도의 손상이나 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 시설물의 내구성 확보를 위하여 단면보수 등 적절한 방안이 필요할것으로 판단된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 다주식 라멘 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초(P1, P3), 말뚝기초(P2, P4)로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 고소작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



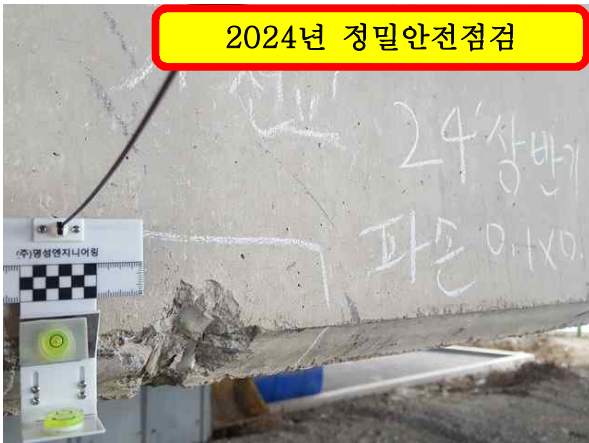
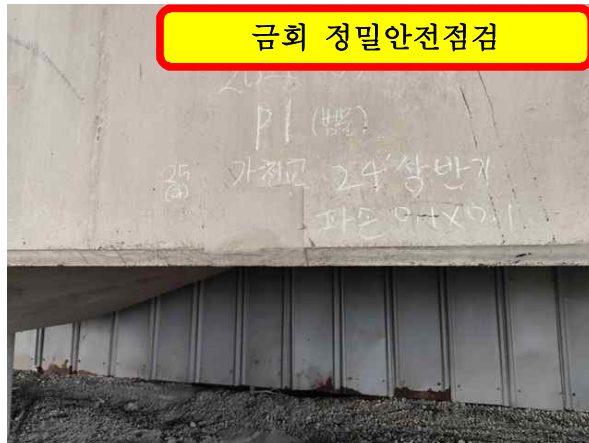
【사진 2.3.11】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으나 망상균열, 누수오염 등의 손상이 조사되었다.

【표 2.3.13】 교각 현장조사 결과

구분	망상균열 (㎡/개소)		누수오염 (㎡/개소)	
P1	6.00	1	—	—
P2	—	—	3.00	1
P3	—	—	—	—
P4	—	—	—	—
합계	6.00	1	3.00	1

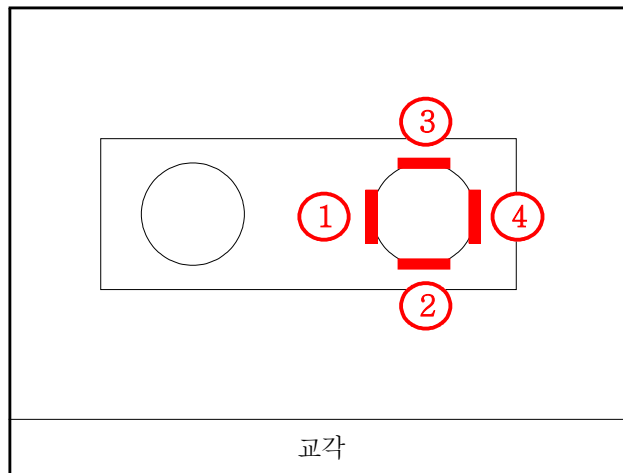
 2024년 정밀안전점검	 금회 정밀안전점검
손상현황 • P1 파손	손상현황 • P1 파손 -보수
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • 상태양호
 2024년 정밀안전점검	 금회 정밀안전점검
손상현황 • P1 망상균열	손상현황 • P1 망상균열 -보수
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • 상태양호
	
손상현황 • P1 망상균열	손상현황 • P2 누수오염
원 인 • 건조수축, 거푸집조기탈거 등	원 인 • 우수유입, 열화 등
조치방안 • 주의관찰 후 표면처리	조치방안 • 주의관찰 후 단면보수

【사진 2.3.12】 교각 손상현황

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 2.3.2】 교각 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 2.3.14】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	89.9	-89.8	89.8	90.0	
P2	—	90.0	89.9	90.0	90.0	
P3	—	-89.9	90.0	89.8	89.9	
P4	—	89.9	90.0	89.8	-89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 누수오염 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 기존 손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손, 표면열화, 체수흔적, 이물질퇴적 등 보수가 실시되었고, 누수오염은 일부 보수가 실시되었다. 또한 신규손상으로 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 망상균열 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.15】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	3	—	—	▼ 3.50	보수됨
	망상균열	m ²	17.00	4	6.00	1	▼ 11.00	신규손상 보수됨
	파손	m ²	0.05	2	—	—	▼ 0.05	보수됨
	표면열화	m ²	20.00	1	—	—	▼ 20.00	보수됨
	체수흔적	m ²	8.00	2	—	—	▼ 8.00	보수됨
	누수오염	m ²	6.00	1	3.00	1	▼ 3.00	일부보수
	이물질퇴적	m ²	6.20	3	—	—	▼ 6.20	보수됨

(2) 기울음 측정 비교

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

【표 2.3.16】 교각 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)								비고
	1		2		3		4		
	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	이전 점검	26년 정밀	
P1	—	89.9	—	−89.8	—	89.8	—	90.0	
P2	—	90.0	—	89.9	—	90.0	—	90.0	
P3	—	−89.9	—	90.0	—	89.8	—	89.9	
P4	—	89.9	—	90.0	—	89.8	—	−89.9	

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 비구조적인 손상으로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 누수오염의 경우 외부 우수유입, 열화, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 주기적인 점검을 통한 유지관리로 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 가천교의 기초는 교대 A1 직접기초, A2 말뚝기초, 교각 P1, P3 직접기초, P2, P4 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

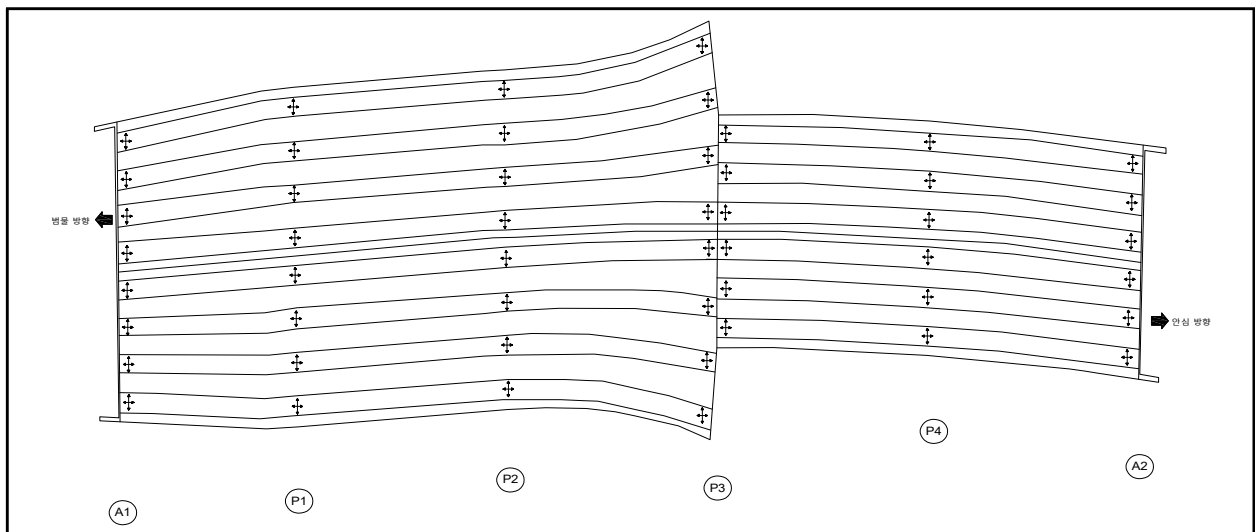
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	
교각 P3 기초 전경	교각 P4 기초 전경

【사진 2.3.13】 기초 전경

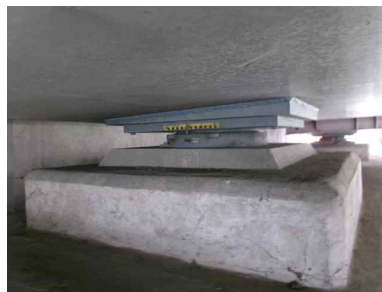
사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 2022년 정밀안전진단(내진성능평가)에서 교량받침에 대한 내진성능이 부족한 것으로 검토되어 기존 포트받침에서 금회 점검당시 내진성능을 보완한 면진받침으로 교체공사가 진행중이다.
- 본 교량의 교량받침은 내진받침으로 총 25기가 설치되어 있으며, 전개소 양방향 받침으로 현장조사는 전구간에 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 2.3.3】 교량받침 배치도

		
교체 전 양방향 포트받침 전경	교체 전 일방향 포트받침 전경	교체 전 고정형 포트받침 전경
		
교체 후 양방향 면진받침 전경	교체 후 양방향 면진받침 전경	교체 후 양방향 면진받침 전경

【사진 2.3.14】교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 이동량 표시계 미설치 등에 대한 손상이 확인되었다.

【표 2.3.17】교량받침 현장조사 결과

구분	이동량 표시계 미설치 (EA/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	4.00	4
P3	—	—
P4	—	—
A2	—	—
합계	4.00	4

			
손상현황	• P2-SH1 이동량 표시계 미설치(1EA)	손상현황	• P2-SH3 이동량 표시계 미설치(1EA)
원 인	• 시공미흡 등	원 인	• 시공미흡 등
조치방안	• 재설치	조치방안	• 재설치
			
손상현황	• A1 교량받침 상태양호	손상현황	• P4 교량받침 교체 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P4 교량받침 교체 현황	손상현황	• P4 교량받침 교체 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.15】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상은 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 시공미흡 등에 의한 이동량 표시계 미설치가 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.18】 교량받침 기 점검 결과 비교

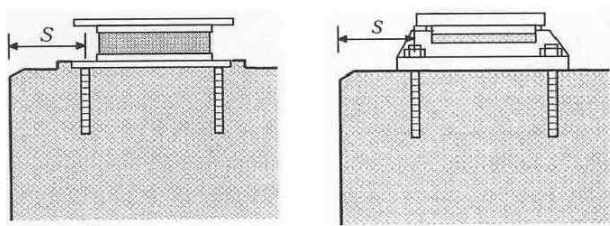
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사 결과, 이동량 표시계 미설치의 경우 시공미흡에 의한 탈락 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교량의 신축거동을 정확히 파악하기 위하여 재설치 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2010, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 2.3.4】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 2.3.16】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 (L=45.0m) : $200 + 5 \times 45.0 = 425(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=50.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$

【표 2.3.19】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		450	600	590	585	600	—	—	—	O.K
P1	A1측	450	1040	1050	1050	1050	—	—	—	O.K
	A2측	500	1040	1050	1050	1050	—	—	—	O.K
P2	A1측	500	1030	1030	1050	1030	—	—	—	O.K
	A2측	500	1020	1040	1030	1020	—	—	—	O.K
P3	A1측	500	750	720	705	710	—	—	—	O.K
	A2측	500	—	—	—	—	720	700	720	O.K
P4	A1측	500	—	—	—	—	—	—	—	교체중
	A2측	500	—	—	—	—	—	—	—	교체중
A2		500	700	690	690	—	—	—	—	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 점검일 현재 P4 교량받침은 교체중에 있으므로 평가에서 제외하였고, P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 2.3.17】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 2.3.20】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		21.4	28.6	0.000012	85.00	21.8	29.2	
P1		21.4	28.6	0.000012	35.00	9.0	12.0	
P2		21.4	28.6	0.000012	25.00	6.4	8.6	
P3	A1	21.4	28.6	0.000012	85.00	21.8	29.2	
	A2	21.4	28.6	0.000012	60.00	15.4	20.6	
P4		21.4	28.6	0.000012	0.00	0.0	0.0	
A2		21.4	28.6	0.000012	60.00	15.4	20.6	
1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 3월 24일, 평균온도, 대구) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)								

【표 2.3.21】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (㎜)	수축 검토결과	신장 검토결과
			수축	신장	최대 수축	최대 신장			
A1	SH1	-15	160	190	21.8	29.2	±175	OK	OK
	SH2	-15	160	190			±175	OK	OK
	SH3	-20	155	195			±175	OK	OK
	SH4	-10	165	185			±175	OK	OK
P1	SH1	0	150	150	9.0	12.0	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150			±150	OK	OK
	SH3	0	150	150			±150	OK	OK
	SH4	0	150	150			±150	OK	OK
P2	SH1	10	160	140	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH2	10	160	140			±150	OK	OK
	SH3	10	160	140			±150	OK	OK
	SH4	10	160	140			±150	OK	OK
P3(A1)	SH1	-2	173	177	21.8	29.2	±175	OK	OK
	SH2	-2	173	177			±175	OK	OK
	SH3	-2	173	177			±175	OK	OK
	SH4	-2	173	177			±175	OK	OK
P3(A2)	SH5	-2	173	177	15.4	20.6	±175	OK	OK
	SH6	-2	173	177			±175	OK	OK
	SH7	-2	173	177			±175	OK	OK
P4	SH1	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
	SH2	-	-	-			-	-	-
	SH3	-	-	-			-	-	-
A2	SH1	-10	165	185	15.4	20.6	±175	OK	OK
	SH2	-10	165	185			±175	OK	OK
	SH3	-10	165	185			±175	OK	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과, 교량받침 교체 공사로 인하여 허용변위가 변경되었으며, 교체 공사중인 P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, P3, A2(No.100) 레일조인트로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



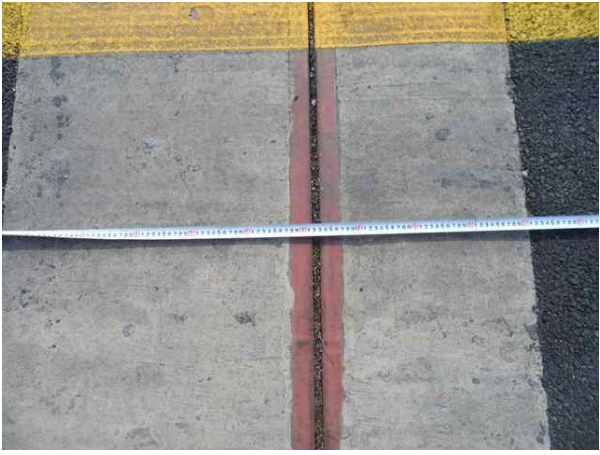
【사진 2.3.18】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.22】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1 (EXP J1)	—	—
P3 (EXP J2)	—	—
A2 (EXP J3)	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 신축이음 상태양호	손상현황	• A1 신축이음 신축여유량 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P3 신축이음 상태양호	손상현황	• P3 신축이음 신축여유량 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• A2 신축이음 상태양호	손상현황	• A2 신축이음 신축여유량 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.19】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 2.3.23】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2026. 3. 24. 기온 적용: 11.4℃(일평균) $\Delta T(\text{신장시}) : 40.0^{\circ}\text{C} - 11.4^{\circ}\text{C} = 28.6^{\circ}\text{C}$ $\Delta T(\text{수축시}) : -10.0^{\circ}\text{C} - (11.4^{\circ}\text{C}) = 21.4^{\circ}\text{C}$ $\Delta L_t(\text{최소필요유간}) : \Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팡창계수 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	선팡창계수 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	선팡창계수 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 2.3.20】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.24】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팡창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절 기	하절 기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	21.4	28.6	0.000012	85.00	21.8	29.2	—	21.8	29.2	
P3	21.4	28.6	0.000012	145.00	37.2	49.8	—	37.2	49.8	
A2	21.4	28.6	0.000012	60.00	15.4	20.6	—	15.4	20.6	

1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 03월 24일, 평균온도, 대구)
2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)
3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 2.3.25】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	21.8	29.2	30.0	100	48.2	0.8	OK	OK
	바닥판	21.8	29.2	60.0	-	-	30.8	-	OK
	거더	21.8	29.2	105.0	-	-	75.8	-	OK
P3	신축이음	37.2	49.8	53.0	100	9.8	3.2	OK	OK
	바닥판	37.2	49.8	100.0	-	-	50.2	-	OK
	거더	37.2	49.8	160.0	-	-	110.2	-	OK
A2	신축이음	15.4	20.6	22.0	100	62.6	1.4	OK	OK
	바닥판	15.4	20.6	35.0	-	-	14.4	-	OK
	거더	15.4	20.6	80.0	-	-	59.4	-	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

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

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



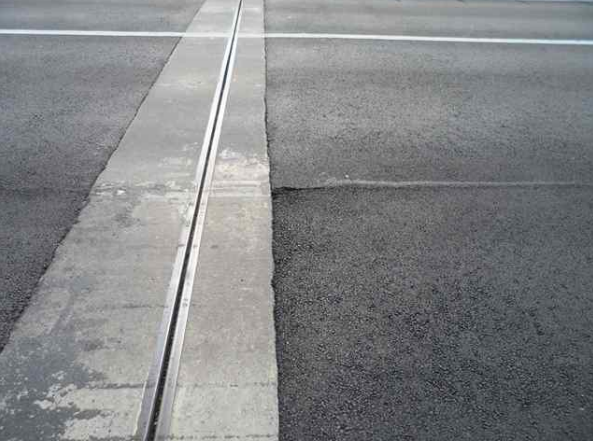
【사진 2.3.21】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 기존손상인 아스콘 균열, 파손, 패임 등의 손상이 금회 점검에서 전구간 재포장이 실시된 것으로 조사되었고, 신규 손상으로 아스콘 탈락이 조사되었다.

【표 2.3.26】 교면포장 현장조사 결과

구분	아스콘 탈락 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	0.02	1
합계	0.02	1

 2024년 정밀안전점검	 금회 정밀안전점검
손상현황 • S1 접속부 아스콘 파손	손상현황 • S1 접속부 아스콘 파손 -보수
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • 상태양호
 2024년 정밀안전점검	 금회 정밀안전점검
손상현황 • S5 아스콘 균열	손상현황 • S5 아스콘 균열 -보수
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • 상태양호
	
손상현황 • S5 아스콘 탈락	손상현황 • S3 교면포장 상태양호
원 인 • 다짐부족, 차량윤하중 등	원 인 • -
조치방안 • 주의관찰 후 재포장	조치방안 • 상태양호

【사진 2.3.22】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 아스콘 균열, 파손, 패임 등의 손상이 재포장되어 보수가 실시된 것으로 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 다짐부족, 중차량 반복통행, 외부충격 등으로 아스콘 탈락이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.27】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 균열	m	25.00	3	—	—	▼ 25.00	보수됨
	아스콘 파손	m ²	0.87	4	—	—	▼ 0.87	보수됨
	아스콘 패임	m ²	1.40	5	—	—	▼ 1.40	보수됨
	아스콘 탈락	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 조사된 아스콘 탈락은 다짐부족, 중차량 반복통행으로 인한 진동 및 충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 확보 차원의 재포장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 가천교의 배수시설은 중단구배 (+)3.1151%, 횡단구배 (+)2.000% ~ (-)2.000%로 물흐름에 의거하여 A1기준 범물방향 S1~S3은 교면포장의 좌측에, S4~S5는 교면포장 우측에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.23】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.28】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 접합부 누수 (EA/개소)		배수관 오염 (EA/개소)	
S1	1.00	1	—	—
S2	—	—	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	1.00	1
S5	—	—	—	—
합계	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 배수구 상태양호	손상현황	• S1 배수관 접합부 누수(1EA)
원 인	• -	원 인	• 공용기간 증가, 시공미흡 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 정비
			
손상현황	• S2 배수관 상태양호	손상현황	• S4 배수관 오염(1EA)
원 인	• -	원 인	• 장기공용, 수분접촉 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 정비
			
손상현황	• S4 배수구 상태양호	손상현황	• S5 배수관 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.24】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 공용기간 증가, 통행차량의 진동, 수분접촉, 시공미흡 등에 의한 배수관 접합부 누수, 배수관 오염 등이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.29】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 접합부 누수	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 오염	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 접합부 누수, 오염의 경우 공용기간 증가, 수분접촉, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.10m, 중앙분리대 H=0.85m, 일부구간 투척방지웬스가 시공되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.25】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.30】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 방호벽 상태양호	손상현황	• S1 증분대 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S3 PE방호벽 상태현황	손상현황	• S4 투척방지웬스 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S4 차광판 상태현황	손상현황	• S5 방호벽 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.26】 방호벽 및 증분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 2.3.31】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 가천교 범물방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, P2~4에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



【사진 2.3.27】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 설치된 점검시설 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.32】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
합계	—	—

 2024년 정밀안전점검		 금회 정밀안전점검	
손상현황	• P3 이물질적치(1EA)	손상현황	• P3 이물질적치(1EA) -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• P2 점검시설 볼트 상태양호	손상현황	• P3 점검시설 난간 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.28】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 이물질적치 손상에 대한 보수가 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.33】교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

파. 기타시설(가로등, 설명판 등)

1) 부재의 개요

- 가천교의 기타설비는 외측으로 가로등이 설치되어 있다.
- 기타시설에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.29】기타시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.34】 기타시설 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S1 교명판 상태 현황	손상현황	• S1 설명판 상태 현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —
			
손상현황	• S5 가로등 상태 현황	손상현황	• S5 가로등 상태 현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 2.3.30】 기타시설 손상현황

3) 기 점검과의 비교

- 전회 점검과의 비교 결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 2.3.35】 기타시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

하. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽 및 중분대, 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.

거. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 2.3.36】 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 가천교 범물방향은 고모로(S2), 경부선 철도(S4)를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수관 접합부 누수(S1)이 조사되었으며, 해당 손상의 경우 A1 단부측 손상으로 사람이 통행하지 않는 나대지로 중대시민재해유발 가능성은 없으나, 원활한 배수기능 및 사용성을 위하여 정비 등의 조치를 실시하고 주기적으로 관리하는 것이 필요하다.
- 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	배수관 접합부 누수	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	—	



바닥관하면 S3 외측 캔틸레버 상태현황



바닥관하면 S4 내측 캔틸레버 상태현황

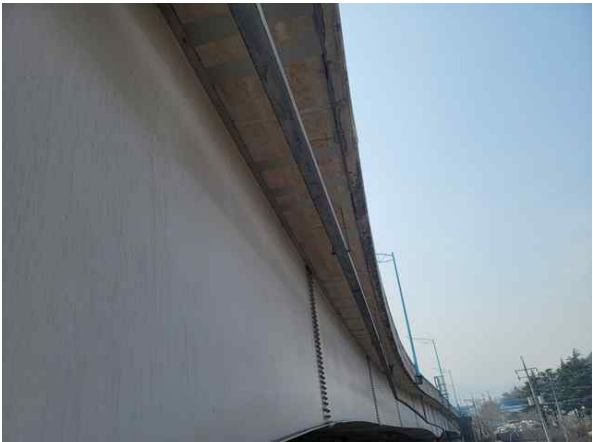
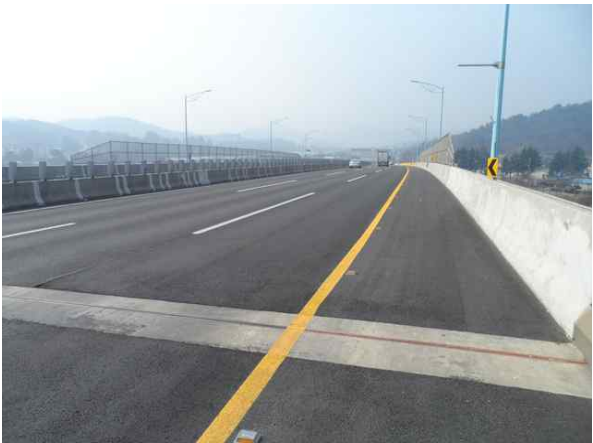


교각 P2 상태현황



교각 P4 상태현황

【사진 2.3.31】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
신축이음 A1 상태현황	신축이음 A2 상태현황
	
배수시설 S1 배수관 접합부 누수	배수시설 S4 배수관 상태현황
	
교면포장 S1 상태현황	교면포장 S5 상태현황

【사진 2.3.31】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

2.3.3 안심방향 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 가천교는 Steel Box Girder 5경간으로 이루어져 있으며, 캔틸레버부 외측을 제외한 바닥판 하면은 강재 데크플레이트로 마감되어 있고, 연장은 약 L=290.0m 폭 14.45~25.95m(3차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보, 드론 및 고소작업차, 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.32】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면의 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한손상은 조사되지 않았으며, 균열(0.3mm미만), 백태 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 2.3.37】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 (㎡/개소)	
S1	1.00	1	0.20	1	—	—
S2	2.50	5	—	—	0.04	1
S3	4.00	4	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—
S5	5.00	5	2.50	1	—	—
합계	12.50	15	2.70	2	0.04	1

	
손상현황 • S1 백태	손상현황 • S1 백태
원 인 • -	원 인 • 우수유입, 습기흡착 등
조치방안 • -	조치방안 • 주의관찰 후 표면처리
	
손상현황 • S2 균열(0.3mm미만)	손상현황 • S2 균열(0.3mm미만)
원 인 • -	원 인 • 건조수축, 온도변화 등
조치방안 • -	조치방안 • 주의관찰 후 표면처리
	
손상현황 • S2 파손	손상현황 • S5 백태
원 인 • 시공시 외부충격 등	원 인 • 우수유입, 습기흡착 등
조치방안 • 주의관찰 후 단면보수	조치방안 • 주의관찰 후 표면처리

【사진 2.3.33】바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 백태, 파손에 대한 손상이 확인되었으며. 기존 손상인 균열(0.3mm미만)의 일부구간 보수가 2024년 하반기에 실시되었으며, 신규손상으로 우수유입, 습기흡착, 장기공용 등에 의한 백태에 대한 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.38】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	15.50	21	12.50	15	▼ 3.00	일부보수 신규손상
	백태	m ²	0.20	1	2.70	2	▲ 2.50	신규손상
	파손	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 비구조적인 균열로 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태의 경우 우수유입, 공용기간 증가, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 STEEL BOX Girder는 4열 3경간(S1~S3), 3열 2경간(S4~S5), 연장은 약 L=290.0m 폭 14.45~25.95m(3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 드론, 고소점검차, 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.34】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더외부에 대한 현장조사 결과, 강제변형, 도장박리 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태지만, 일부구간 이물질퇴적이 조사되었다.

【표 2.3.39】 거더외부 현장조사 결과

구분	강제변형 (m/개소)		도장박리 (㎡/개소)	
S1	2.00	1	—	—
S2	—	—	2.00	1
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
합계	2.00	1	2.00	1

【표 2.3.40】 거더내부 현장조사 결과

구분	이물질퇴적(m ² /EA)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	3.00	1
S4	—	—
S5	—	—
합계	3.00	1

			
손상현황	• S1-G4 거더외부 강재변형	손상현황	• S1-G4 거더외부 강재변형
원 인	• -	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S2-G4 거더외부 도장박리	손상현황	• S4 거더외부 상태양호
원 인	• 외기노출, 열화 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• -

【사진 2.3.35】 거더 손상현황

			
손상현황	• S3-G2 거더내부 이물질퇴적	손상현황	• S4 거더내부 상태양호
원 인	• 조류서식 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰 후 청소	조치방안	• -

【사진 2.3.35】 거더 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 거더내·외부에 기존손상인 강재변형에 대한 손상이 확인되었고, 신규손상으로 외기노출, 열화, 장기공용, 조류서식 등에 의한 도장박리, 이물질퇴적이 발생하여 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.41】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단 위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	강재변형	m	0.20	1	0.20	1	- -	변동없음
	도장박리	m ²	-	-	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
거더내부	이물질퇴적	m ²	-	-	3.00	1	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

- 거더외부에서 조사된 강재변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생 확인 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 조사된 도장박리의 경우 외기노출, 열화, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미한 수준으로 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 부재의 내구성저하 방지를 위하여 채도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부에서 조사된 이물질퇴적의 경우 조류서식으로 인하여 발생한 손상으로 청소 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

다. 가로보 및 세로보(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 고소점검차, 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.36】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부구간 도장열화 손상이 조사되었다.

【표 2.3.42】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	도장열화 (㎡/개소)	
S1	—	—
S2	—	—
S3	20.00	2
S4	—	—
S5	—	—
합계	20.00	2

			
손상현황	• S3 가로보 도장열화	손상현황	• S3 가로보 도장열화
원 인	• 외기노출, 수분접촉 등	원 인	• 외기노출, 수분접촉 등
조치방안	• 주의관찰 후 재도장	조치방안	• 주의관찰 후 재도장
			
손상현황	• S4 가로보 상태양호	손상현황	• S5 가로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S3 세로보 상태양호	손상현황	• S3 세로보 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.37】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회점검에서 신규손상으로 외기노출, 열화, 수분접촉 등에 의한 도장열화 손상이 발생하여 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.43】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보 및 세로보	도장열화	m ²	-	-	20.00	2	▲ 20.00	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에서 조사된 도장열화의 경우 외기노출, 수분접촉, 장기공용, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지를 위하여 재도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 역T형 형식으로 A1 직접기초, A2 말뚝기초로 시공되어 있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.
- 교대 A1기준 우측에 안심방향 보강토옹벽이 위치하고 있다.



【사진 2.3.38】 교대 전경

2) 현장조사 결과

(1) 교대

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 체수, 누수흔적 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 2.3.44】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		체수 (㎡/개소)		누수흔적 (㎡/개소)	
A1	—	—	0.25	1	3.00	1
A2	0.30	1	2.00	1	—	—
합계	0.30	1	2.25	2	3.00	1

			
손상현황	• A1 누수흔적	손상현황	• A1 벽체 상태현황
원 인	• 외부 우수유입 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• -
			
손상현황	• A1 체수	손상현황	• A1 체수
원 인	• -	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 체수 상태현황
원 인	• 건조수축, 온도변화 등	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 2.3.39】 교대 손상현황

(2) 보강토옹벽

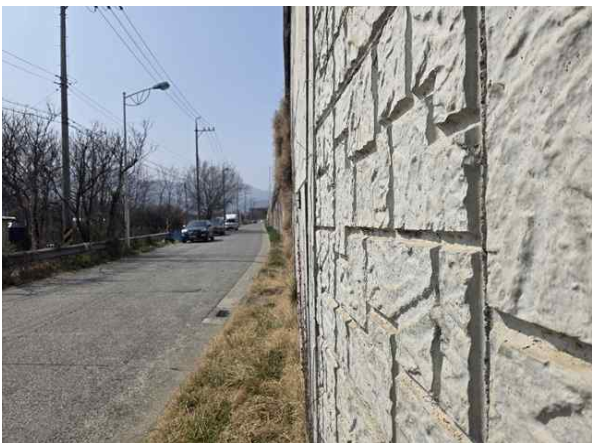
- 안심방향 보강토옹벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 체수, 누수흔적 등에 대한 손상이 조사되었다.

【표 2.3.45】 보강토옹벽 현장조사 결과

구분	파손, 보수부 파손 (㎡/개소)		패널파손 (㎡/개소)		배부름 (㎡/개소)	
S1	0.14	3	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	0.01	1	—	—	—	—
S5	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	0.02	2		
S8	—	—	—	—	12.50	1
합계	0.15	4	0.02	2	12.50	1

			
손상현황	• 보강토옹벽 시점부 상태현황	손상현황	• 보강토옹벽 종점부 상태현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 2.3.40】 보강토옹벽 손상현황

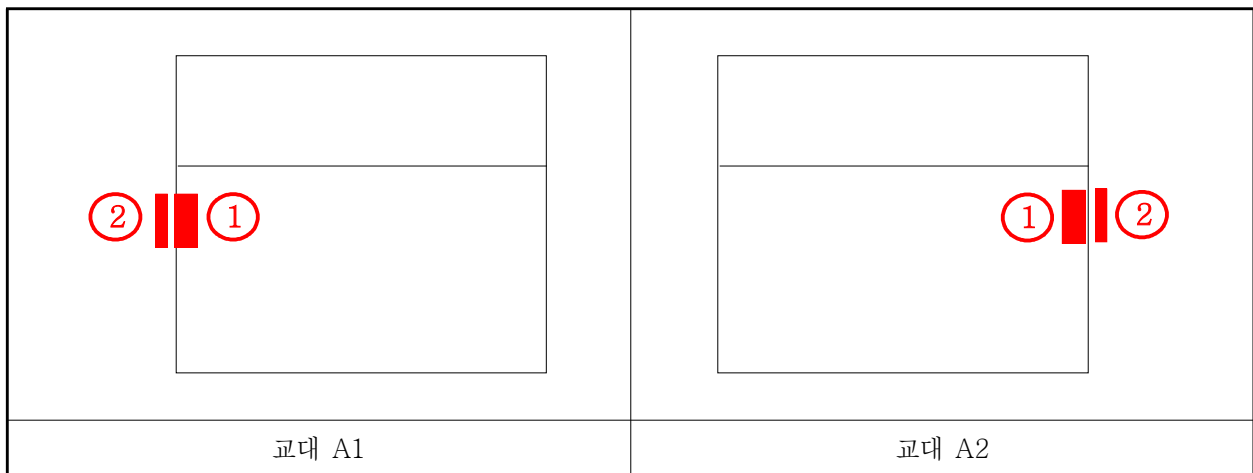
			
손상현황	• 보강토옹벽 기초부 상태현황	손상현황	• 보강토옹벽 S1 보수부 파손
원 인	• -	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• 보강토옹벽 S1 파손	손상현황	• 보강토옹벽 S1 파손
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• 주의관찰 후 단면보수
			
손상현황	• 보강토옹벽 S7 판네파손	손상현황	• 보강토옹벽 S8 배부름
원 인	• 외부충격 등	원 인	• 시공초기 침하 등
조치방안	• 주의관찰 후 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 2.3.40】 보강토옹벽 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 2.3.5】 교대 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 2.3.46】 교대 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)		비고
		1	2	
A1	—	90.0	-89.7	
A2	—	-89.9	-89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 체수가 조사되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 건조 수축, 온도변화, 외부우수유입 등에 의한 균열(0.3mm미만), 누수흔적이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.47】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
	채수	m ²	2.25	2	2.25	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상

(2) 기울음 측정 비교

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

【표 2.3.48】 교대 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)				비고
	1		2		
	—	26년 정밀	—	26년 정밀	
A1	—	90.0	—	-89.7	
A2	—	-89.9	—	-89.9	

5) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 비구조적인 균열이며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수방안이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 채수, 누수흔적의 경우 신축이음 하부 우수유입, 외부우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며 조사일 현재 채수상태는 양호한 상태로 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 및 신축이음 보수공사와 연계하여 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.
- 보강토옹벽에서 조사된 파손, 보수부파손, 패널파손의 경우 외부충격, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 배부름의 경우 시공초기에 발생한 침하에 의한 것으로 판단되며, 금회 점검시 상부 방호벽 단차 손상에 2019년 정밀안전점검시 부착하여 점검일 현재 남아있는 게이지와 비교 결과 손상의 진전은 발생되지 않은 상태로 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 다주식 라멘 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초(P1, P3), 말뚝기초(P2, P4)로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



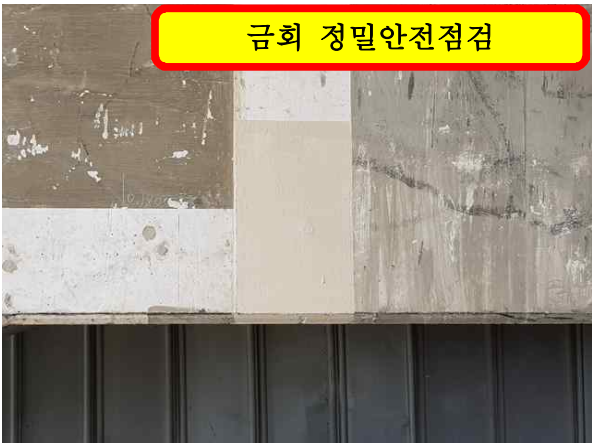
【사진 2.3.41】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 망상균열, 누수오염, 이물질퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 2.3.49】 교각 현장조사 결과

구분	망상균열 (m²/개소)		누수오염 (m²/개소)		이물질퇴적 (m²/개소)	
P1	6.25	1	—	—	—	—
P2	16.00	2	—	—	—	—
P3	—	—	15.00	1	2.50	2
P4	—	—	—	—	—	—
합계	22.25	3	15.00	1	2.50	2

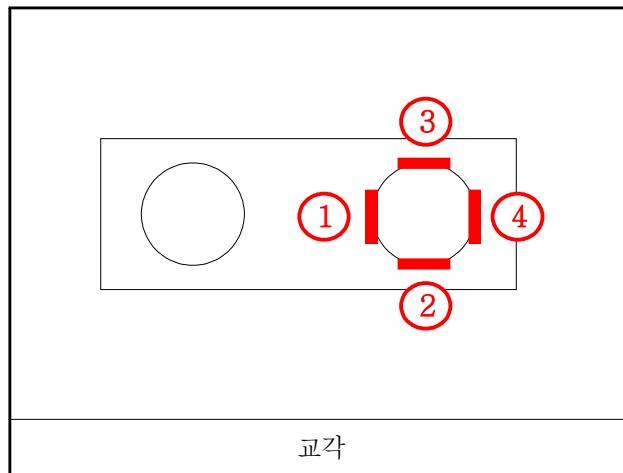
			
손상현황	• P1 균열 (0.3mm미만)	손상현황	• P1 균열 (0.3mm미만) -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• 상태양호
			
손상현황	• P1 망상균열	손상현황	• P3 이물질퇴적
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 조류서식 등
조치방안	• 주의관찰 후 표면처리	조치방안	• 주의관찰 후 청소
			
손상현황	• P3 표면열화	손상현황	• P3 표면열화 -보수
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• 상태양호

【사진 2.3.42】 교각 손상현황

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 2.3.6】 교각 기울음 측정 위치도

(2) 측정결과

【표 2.3.50】 교각 기울음 측정 결과

구분	설계 기울기(°)	측정 기울기(°)				비고
		1	2	3	4	
P1	—	89.9	90.0	90.0	90.0	
P2	—	-89.9	90.0	90.0	89.8	
P3	—	-89.9	-89.8	90.0	-89.9	
P4	—	-89.9	90.0	90.0	89.9	

※ 측정위치 : 지면으로부터 1.0m 높이에서 실시

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

4) 기 점검 결과 비교

(1) 손상현황 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 누수오염, 이물질퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 기존 손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 표면열화, 체수흔적 등 보수가 실시되었고, 누수오염, 이물질퇴적은 일부구간 보수가 실시되었다. 또한 신규손상으로 건조수축, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의한 망상균열 손상이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.51】 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	2.50	3	—	—	▼ 2.50	보수됨
	망상균열	m ²	2.00	1	22.25	3	▼ 20.25	신규손상 보수됨
	누수오염	m ²	16.50	2	15.00	1	▼ 1.00	일부보수
	표면열화	m ²	25.00	2	—	—	▼ 25.00	보수됨
	체수흔적	m ²	9.00	1	—	—	▼ 9.00	보수됨
	이물질퇴적	m ²	8.50	4	2.50	2	▼ 6.00	일부보수

(2) 기울음 측정 비교

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

【표 2.3.52】 교각 기울음 기 점검 결과 비교

구분	측정 기울기(°)								비고
	1		2		3		4		
	－	26년 정밀	－	26년 정밀	－	26년 정밀	－	26년 정밀	
P1	－	89.9	－	90.0	－	90.0	－	90.0	
P2	－	－89.9	－	90.0	－	90.0	－	89.8	
P3	－	－89.9	－	－89.8	－	90.0	－	－89.9	
P4	－	－89.9	－	90.0	－	90.0	－	89.9	

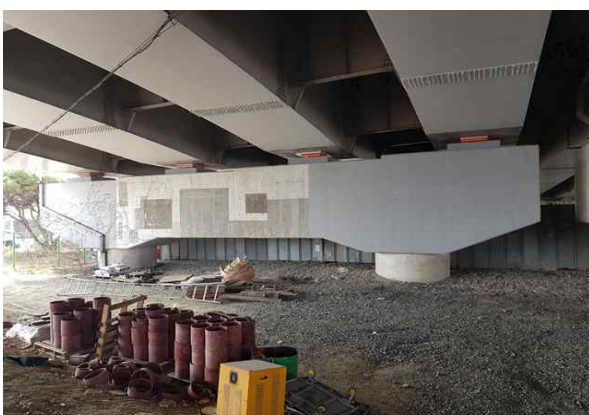
4) 검토의견

- 교각에서 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 비구조적인 균열로 주기적인 점검을 통한 주의관찰로 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 누수오염의 경우 외부 우수유입, 열화, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미한 수준으로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 이물질퇴적의 경우 조류서식에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 유지관리 및 2차 손상 발생 시 청소 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 가천교의 기초는 교대 A1 직접기초, A2 말뚝기초, 교각 P1, P2 직접기초, P3, P4 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

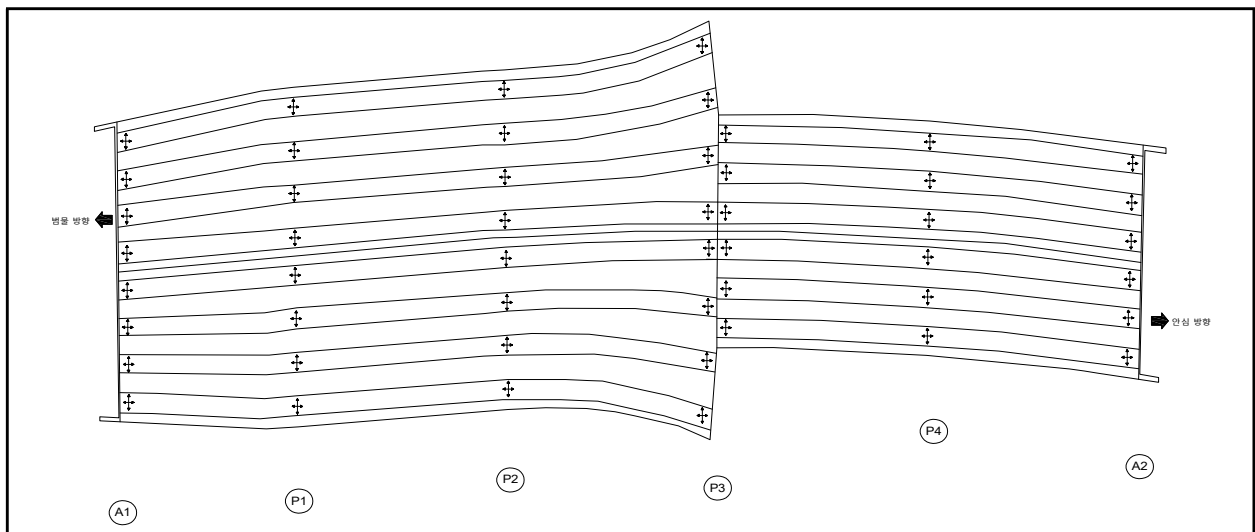
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2 기초 전경
	
교각 P3 기초 전경	교각 P4 기초 전경

【사진 2.3.43】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 2022년 정밀안전진단(내진성능평가)에서 교량받침에 대한 내진성능이 부족한 것으로 검토되어 기존 포트받침에서 금회 점검당시 내진성능을 보완한 내진받침으로 교체공사가 진행중이다.
- 본 교량의 교량받침은 내진받침으로 총 25기가 설치되어 있으며, 전개소 양방향 받침으로 현장조사는 전구간에 점검시설이 시공되어 있어 도보로 근접조사를 실시하였다.



【그림 2.3.7】 교량받침 배치도



【사진 2.3.44】교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나 이동량 표시계 미설치 등에 대한 손상이 확인되었다.

【표 2.3.53】교량받침 현장조사 결과

구분	이동량 표시계 미설치 (EA/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	3.00	3
P3	—	—
P4	—	—
A2	—	—
합계	3.00	3

			
손상현황	• P2-SH1 이동량 표시계 미설치(1EA)	손상현황	• P2-SH2 이동량 표시계 미설치(1EA)
원 인	• 시공미흡, 외부충격 등	원 인	• 시공미흡, 외부충격 등
조치방안	• 재설치	조치방안	• 재설치
			
손상현황	• P4 교량받침 교체 현황	손상현황	• P4 교량받침 교체 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P4 교량받침 교체 현황	손상현황	• P4 교량받침 교체 현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.45】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상은 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 시공미흡 등에 의한 이동량 표시계 미설치가 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.54】 교량받침 기 점검 결과 비교

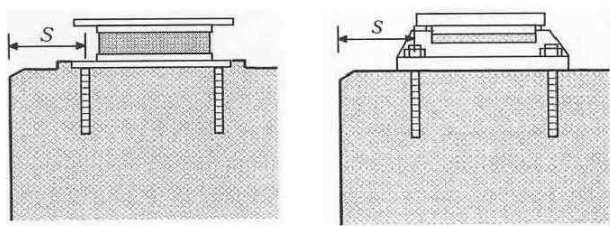
구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량받침의 현장조사 결과, 이동량 표시계 미설치의 경우 시공미흡에 의한 탈락 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교량의 신축거동을 정확히 파악하기 위하여 재설치 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2010, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 2.3.8】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정 #1

받침장치 연단거리 측정 #2

【사진 2.3.46】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이 (L=45.0m) : $200 + 5 \times 50.0 = 450(\text{mm})$
- 거더 경간길이 (L=50.0m) : $200 + 5 \times 60.0 = 500(\text{mm})$

【표 2.3.55】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		450	610	600	600	600	—	—	—	O.K
P1	A1측	450	1020	1030	1030	1025	—	—	—	O.K
	A2측	500	1035	1040	1050	1040	—	—	—	O.K
P2	A1측	500	1040	1030	1040	1040	—	—	—	O.K
	A2측	500	1050	1045	1035	1025	—	—	—	O.K
P3	A1측	500	700	685	670	730	—	—	—	O.K
	A2측	500	—	—	—	—	730	720	760	O.K
P4	A1측	500	—	—	—	—	—	—	—	교체중
	A2측	500	—	—	—	—	—	—	—	교체중
A2		500	690	700	700	—	—	—	—	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 점검일 현재 P4 교량받침은 교체중에 있으므로 평가에서 제외하였고, P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 2.3.47】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 2.3.56】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		21.4	28.6	0.000012	85.00	21.8	29.2	
P1		21.4	28.6	0.000012	35.00	9.0	12.0	
P2		21.4	28.6	0.000012	25.00	6.4	8.6	
P3	A1	21.4	28.6	0.000012	85.00	21.8	29.2	
	A2	21.4	28.6	0.000012	60.00	15.4	20.6	
P4		21.4	28.6	0.000012	0.00	0.0	0.0	
A2		21.4	28.6	0.000012	60.00	15.4	20.6	
1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 3월 24일, 평균온도, 대구) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방)								

【표 2.3.57】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	수축 검토결과	신장 검토결과
			수축	신장	최대 수축	최대 신장			
A1	SH1	-15	160	190	21.8	29.2	±175	OK	OK
	SH2	-15	160	190			±175	OK	OK
	SH3	-20	155	195			±175	OK	OK
	SH4	-10	165	185			±175	OK	OK
P1	SH1	0	150	150	9.0	12.0	±150	OK	OK
	SH2	0	150	150			±150	OK	OK
	SH3	0	150	150			±150	OK	OK
	SH4	0	150	150			±150	OK	OK
P2	SH1	10	160	140	6.4	8.6	±150	OK	OK
	SH2	10	160	140			±150	OK	OK
	SH3	10	160	140			±150	OK	OK
	SH4	10	160	140			±150	OK	OK
P3(A1)	SH1	-2	173	177	21.8	29.2	±175	OK	OK
	SH2	-2	173	177			±175	OK	OK
	SH3	-2	173	177			±175	OK	OK
	SH4	-2	173	177			±175	OK	OK
P3(A2)	SH5	-2	173	177	15.4	20.6	±175	OK	OK
	SH6	-2	173	177			±175	OK	OK
	SH7	-2	173	177			±175	OK	OK
P4	SH1	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
	SH2	-	-	-			-	-	-
	SH3	-	-	-			-	-	-
A2	SH1	-10	165	185	0.0	0.0	±175	OK	OK
	SH2	-10	165	185			±175	OK	OK
	SH3	-10	165	185			±175	OK	OK
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과, 교량받침 교체 공사로 인하여 허용변위가 변경되었으며, 교체 공사중인 P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, P3, A2(No.100) 레일조인트로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



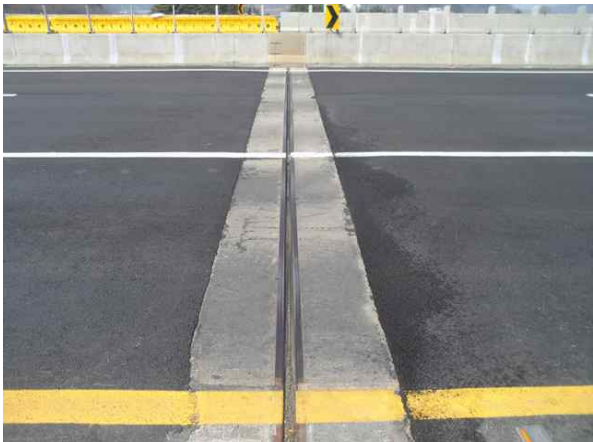
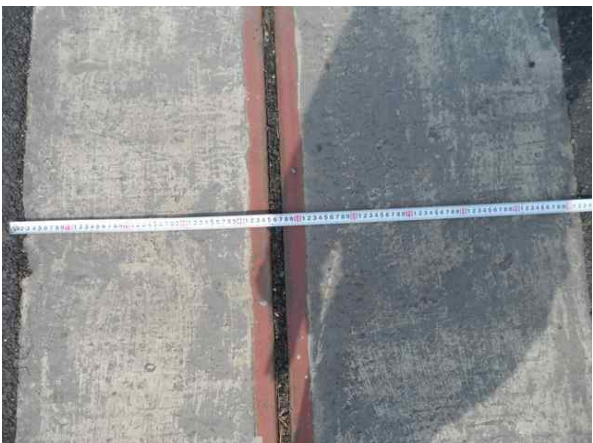
【사진 2.3.48】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.58】 신축이음장치 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1 (EXP J1)	—	—
P3 (EXP J2)	—	—
A2 (EXP J3)	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• A1 신축이음 상태양호	손상현황	• A1 신축이음 신축여유량 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P3 신축이음 상태양호	손상현황	• P3 신축이음 신축여유량 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• A2 신축이음 상태양호	손상현황	• A2 신축이음 신축여유량 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.49】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

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

【표 2.3.59】 신축이음장치 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-10℃ ~ 40℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2026. 3. 24. 기온 적용: 11.4℃(일평균) ΔT(신장시) : 40.0℃-11.4℃ = 28.6℃ ΔT(수축시) : -10.0℃-(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>선평창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</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	선평창계수 α (/℃)	강 교	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	선평창계수 α (/℃)																	
강 교	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 2.3.50】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.60】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선평창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절 기	하절 기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	21.4	28.6	0.000012	85.00	21.8	29.2	—	21.8	29.2	
P3	21.4	28.6	0.000012	145.00	37.2	49.8	—	37.2	49.8	
A2	21.4	28.6	0.000012	60.00	15.4	20.6	—	15.4	20.6	
1) 조사당시 온도 : 11.4℃(조사일 : 2026년 03월 24일, 평균온도, 대구) 2) 검토온도 : -10℃ ~ 40℃(보통지방) 3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)										

【표 2.3.61】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	21.8	29.2	36.0	100	42.2	6.8	OK	OK
	바닥판	21.8	29.2	90.0	-	-	60.8	-	OK
	거더	21.8	29.2	150.0	-	-	120.8	-	OK
P3	신축이음	37.2	49.8	60.0	100	2.8	10.2	OK	OK
	바닥판	37.2	49.8	110.0	-	-	60.2	-	OK
	거더	37.2	49.8	170.0	-	-	120.2	-	OK
A2	신축이음	15.4	20.6	25.0	100	59.6	4.4	OK	OK
	바닥판	15.4	20.6	70.0	-	-	49.4	-	OK
	거더	15.4	20.6	70.0	-	-	49.4	-	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

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

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스콘 포장으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.51】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, 기존손상인 아스콘 균열, 파손, 망상균열 등의 손상이 금회 점검에서 전구간 채포장이 실시되어 보수가 된 것으로 확인하였다.

【표 2.3.62】 교면포장 현장조사 결과

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

	
손상현황 • S1 아스콘 균열	손상현황 • S1 아스콘 균열 -보수
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • 상태양호
	
손상현황 • S3 아스콘 균열	손상현황 • S3 아스콘 균열 -보수
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • 상태양호
	
손상현황 • S2 교면포장 상태양호	손상현황 • S5 교면포장 상태양호
원 인 • -	원 인 • -
조치방안 • -	조치방안 • -

【사진 2.3.52】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 아스콘 균열, 파손, 망상균열 등의 손상이 재포장되어 보수가 실시된 것으로 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 확인되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.63】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 균열	m	58.50	8	—	—	▼ 58.50	보수됨
	아스콘 파손	m ²	0.76	4	—	—	▼ 0.76	보수됨
	아스콘 망상균열	m ²	34.00	2	—	—	▼ 34.00	보수됨

4) 검토의견

- 교면포장에 대해 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 가천교의 배수시설은 종단구배 (+)3.1151%, 횡단구배 (+)2.000% ~ (-)2.000%로 물흐름에 의거하여 A1기준 안심방향 교면포장의 우측에 시공되어 있으며, 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.53】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.64】 배수시설 현장조사 결과

구분	배수관 누수오염 (EA/개소)		그레이팅 파손 (EA/개소)	
S1	—	—	1.00	1
S2	—	—	—	—
S3	1.00	1	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
합계	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 배수구 그레이팅 파손(1EA)	손상현황	• S2 배수관 연결상태 양호
원 인	• 외부충격 등	원 인	• -
조치방안	• 주의관찰 후 재설치	조치방안	• -
			
손상현황	• S4 배수관 누수오염(1EA)	손상현황	• S4 배수관 누수오염(1EA)
원 인	• -	원 인	• 수분접촉, 장기공용 등
조치방안	• -	조치방안	• 주의관찰 후 정비
			
손상현황	• S2 배수관 볼트상태 양호	손상현황	• S5 배수관 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.54】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배수관 누수오염이 조사되었고, 금회 조사에서 신규손상으로 외부충격 등에 의한 배수구 그레이팅 파손이 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

【표 2.3.65】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수관 누수오염	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수구 그레이팅파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 배수관 누수오염의 경우 공용기간 증가, 배수관 누수, 수분접촉 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 유지관리 및 2차손상 발생 시 월활한 배수기능 확보를 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 그레이팅파손의 경우 외부충격, 차량 반복통행 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 조사일 현재 배수기능에 이상은 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 2차 손상 발생 시 재설치 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.10m, 중앙분리대 H=0.85m, 일부구간 투척방지웬스가 시공되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.55】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 접속부 단차가 조사되었다.

【표 2.3.66】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	접속부 단차 (m/개소)	
S1	1.50	1
S2	—	—
S3	—	—
S4	—	—
S5	—	—
합계	1.50	1

			
2024년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검	
손상현황	• S1 방호벽 접속부 단차	손상현황	• S1 방호벽 접속부 단차
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
금회 정밀안전점검		금회 정밀안전점검	
손상현황	• S1 방호벽 접속부 단차	손상현황	• S1 방호벽 접속부 단차
원 인	• 시공초기 접속부침하, 다짐부족 등	원 인	• 시공초기 접속부침하, 다짐부족 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S3 방호벽 상태양호	손상현황	• S5 중분대 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.56】 방호벽 및 중분대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 접속부 단차가 조사되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 2.3.67】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	접속부 단차	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 접속부 단차의 경우 시공초기 침하, 다짐부족 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 조사일 현재 손상의 진전은 발생되지 않은 상태로 침하는 진행 중이지 않은 상태로 판단된다. 해당 손상의 경우 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요구된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 가천교 안심방향의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1에 철근콘크리트 재질의 점검계단, P2~4에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 설치되어 있다.



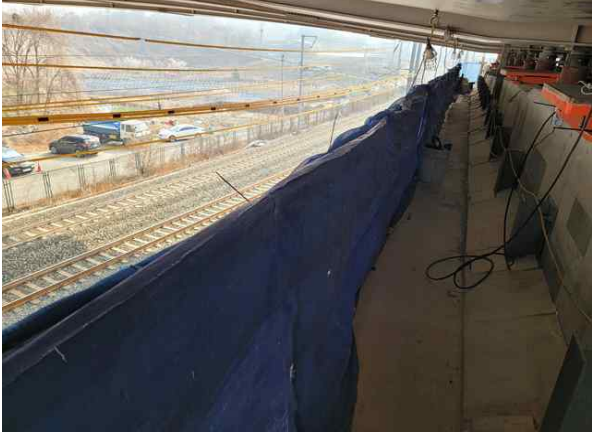
【사진 2.3.57】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 설치된 점검시설 조사 시 콘크리트 상태, 침하 여부, 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 2.3.68】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	상태양호	
A1	—	—
P2		
P3	—	—
P4	—	—
합계	—	—

			
손상현황	• P2 점검통로 상태양호	손상현황	• P2 점검시설 볼트 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P4 점검통로 상태현황	손상현황	• P4 점검통로 상태현황
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 2.3.58】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상이 없는 양호한 상태이며, 금회 점검에서 신규손상은 추가 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 2.3.69】교량점검시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

파. 기타시설(가로등, 설명판 등)

1) 부재의 개요

- 가천교의 기타설비는 외측으로 가로등이 설치되어 있으며, 바닥판하면 내측 캔틸레버부분으로 전선트레이가 설치되어 있다.
- 기타시설에 대한 현장조사는 도보로 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.59】기타시설 전경

2) 현장조사 결과

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

【표 2.3.70】 기타시설 현장조사 결과

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

			
손상현황	• S2 전선트레이 상태 현황	손상현황	• S2 가로등 상태 현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —
			
손상현황	• S2 가로등 상태 현황	손상현황	• S4 전선트레이 상태 현황
원 인	• —	원 인	• —
조치방안	• —	조치방안	• —

【사진 2.3.60】 기타시설 손상현황

3) 기 점검과의 비교

- 전회 점검과의 비교 결과, 기존손상이 없는 양호한 상태로, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않아 손상물량에 변동이 생기지 않았다.

【표 2.3.71】 기타시설 기 점검 결과 비교

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

4) 검토의견

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

하. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽 및 중분대, 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.

거. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

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

【표 2.3.72】 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 가천교 안심방향은 고모로(S2), 경부선 철도(S4)를 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 중대시민재해유발 가능성이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함인 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

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



바닥판하면 S3 외측 캔틸레버 상태현황



바닥판하면 S5 내측 캔틸레버 상태현황



교각 P1 상태현황



교각 P3 상태현황

【사진 2.3.61】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

	
신축이음 A1 상태현황	신축이음 P3 상태현황
	
배수시설 S2 배수관 상태현황	배수시설 S4 배수관 상태현황
	
교면포장 S1 상태현황	교면포장 S5 상태현황

【사진 2.3.61】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황(계속)

2.3.4 현장조사 총괄표

【표 2.3.73】 범물방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	7.00	7	
	표면박리, 오염	m ²	8.00	1	
	충분리, 보수부 충분리	m ²	1.55	4	
	백태	m ²	3.70	2	
거더외부	상태양호	—	—	—	
거더내부	상태양호	—	—	—	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	누수흔적	m ²	8.00	2	
교각	망상균열	m ²	6.00	1	
	누수오염	m ²	3.00	1	
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	4.00	4	
신축이음장치	상태양호	—	—	—	
교면포장	아스콘 탈락	m ²	0.02	1	
배수시설	배수관 접합부 누수	EA	1.00	1	
	배수관 오염	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	상태양호	—	—	—	
교량점검시설	상태양호	—	—	—	
기타시설	상태양호	—	—	—	

【표 2.3.74】안심방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	12.50	15	
	백태	m ²	2.70	2	
	파손	m ²	0.04	1	
거터외부	강재변형	m	0.20	1	
	도장박리	m ²	2.00	1	
거터내부	이물질퇴적	m ²	3.00	1	
가로보 및 세로보	도장열화	m ²	20.00	2	
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	
	체수	m ²	2.25	2	
	누수흔적	m ²	3.00	1	
교각	망상균열	m ²	22.25	3	
	누수오염	m ²	15.00	1	
	이물질퇴적	m ²	2.50	2	
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	3.00	3	
신축이음장치	상태양호	—	—	—	
교면포장	상태양호	—	—	—	
배수시설	배수관 누수오염	EA	1.00	1	
	배수구 그레이팅파손	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	접속부 단차	m	1.50	1	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	
기타시설	상태양호	—	—	—	

2.3.5 전회차 손상물량 비교

【표 2.3.75】범물방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	25.00	25	7.00	7	▼ 18.00	보수됨 신규손상
	표면박리, 오염	m ²	5.00	1	8.00	1	▲ 3.00	물량변동
	충분리, 보수부 충분리	m ²	—	—	1.55	4	▲ 1.55	신규손상
	백태	m ²	—	—	3.70	2	▲ 3.70	신규손상
거더외부	도장긁힘	m ²	0.10	1	—	—	▼ 0.10	보수됨
거더내부	이물질퇴적	m ²	10.00	5	—	—	▼ 10.00	보수됨
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교대	누수흔적	m ²	1.50	1	8.00	2	▲ 6.50	물량변동 신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	3.50	3	—	—	▼ 3.50	보수됨
	망상균열	m ²	17.00	4	6.00	1	▼ 11.00	신규손상 보수됨
	파손	m ²	0.05	2	—	—	▼ 0.05	보수됨
	표면열화	m ²	20.00	1	—	—	▼ 20.00	보수됨
	채수흔적	m ²	8.00	2	—	—	▼ 8.00	보수됨
	누수오염	m ²	6.00	1	3.00	1	▼ 3.00	일부보수
	이물질퇴적	m ²	6.20	3	—	—	▼ 6.20	보수됨
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	—	—	4.00	4	▲ 4.00	신규손상
신축이음 장치	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교면포장	아스콘 균열	m	25.00	3	—	—	▼ 25.00	보수됨
	아스콘 파손	m ²	0.87	4	—	—	▼ 0.87	보수됨
	아스콘 패임	m ²	1.40	5	—	—	▼ 1.40	보수됨
	아스콘 탈락	m ²	—	—	0.02	1	▲ 0.02	신규손상
배수시설	배수관 접합부 누수	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
	배수관 오염	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
방호벽 및 중분대	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교량 점검시설	이물질적치	EA	1.00	1	—	—	▼ 1.00	보수됨
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

【표 2.3.76】안심방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	15.50	21	12.50	15	▼ 3.00	일부보수 신규손상
	백태	m ²	0.20	1	2.70	2	▲ 2.50	신규손상
	파손	m ²	0.04	1	0.04	1	— —	변동없음
거더외부	강재변형	m	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	도장박리	m ²	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
거더내부	이물질퇴적	m ²	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
가로보 및 세로보	도장열화	m ²	—	—	20.00	2	▲ 20.00	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
	체수	m ²	2.25	2	2.25	2	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
교각	균열(0.3mm미만)	m	2.50	3	—	—	▼ 2.50	보수됨
	망상균열	m ²	2.00	1	22.25	3	▼ 20.25	신규손상 보수됨
	누수오염	m ²	16.50	2	15.00	1	▼ 1.00	일부보수
	표면열화	m ²	25.00	2	—	—	▼ 25.00	보수됨
	체수흔적	m ²	9.00	1	—	—	▼ 9.00	보수됨
	이물질퇴적	m ²	8.50	4	2.50	2	▼ 6.00	일부보수
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	—	—	3.00	3	▲ 3.00	신규손상
신축이음 장치	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
교면포장	아스콘 균열	m	58.50	8	—	—	▼ 58.50	보수됨
	아스콘 파손	m ²	0.76	4	—	—	▼ 0.76	보수됨
	아스콘 망상균열	m ²	34.00	2	—	—	▼ 34.00	보수됨
배수시설	배수관 누수오염	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수구 그레이팅파손	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상
방호벽 및 중분대	접속부 단차	m	1.50	1	1.50	1	— —	변동없음
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음
기타시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

2.4 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.

2.4.1 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 2.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황(범물방향)

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

【표 2.4.2】 콘크리트 비파괴시험 현황(안심방향)

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

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

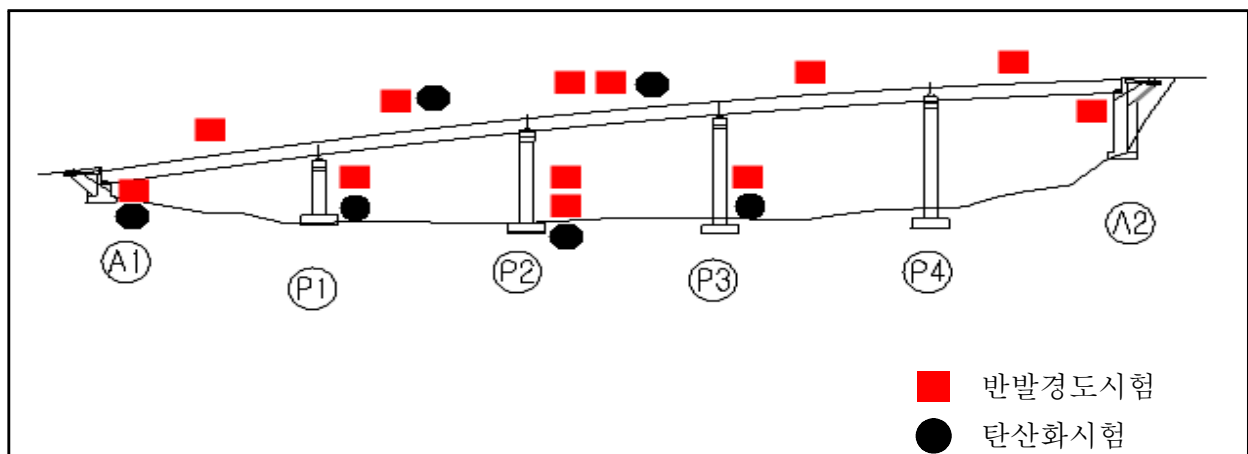
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

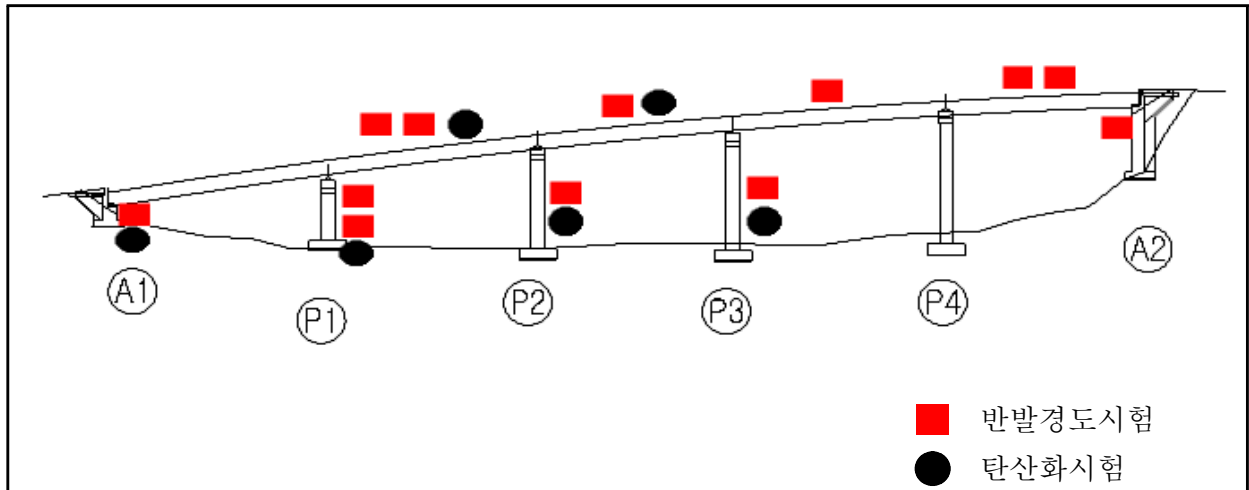


【사진 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 2.4.1】 범물방향 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 2.4.2】안심방향 콘크리트 내구성조사 위치도

2.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 12개소)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 2.4.2】반발경도시험 현장사진

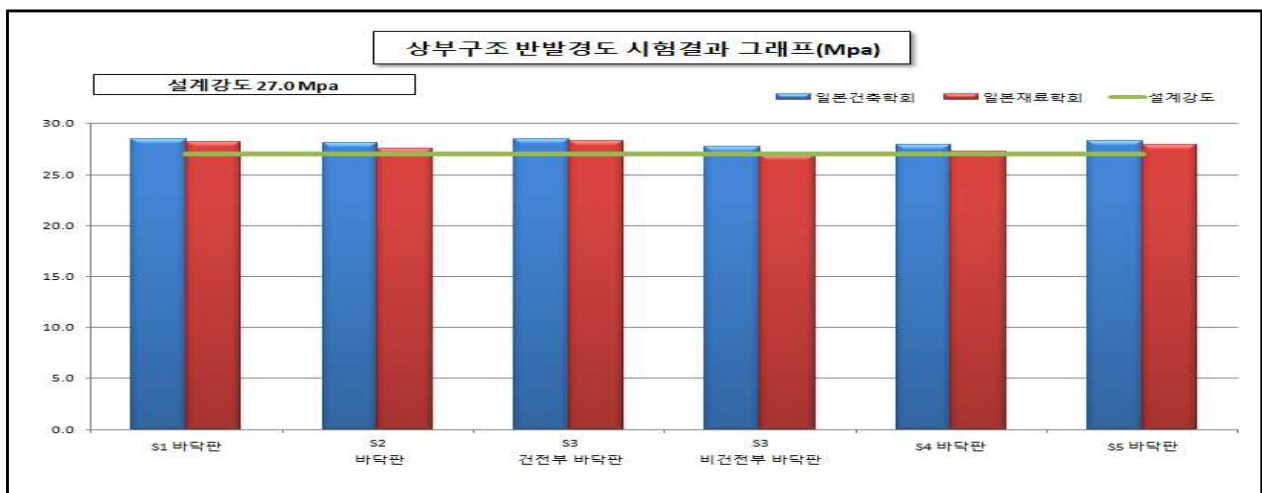
1) 비파괴강도 시험결과(범물방향)

【표 2.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 범물방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	49.4	28.2	28.5	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	48.6	27.6	28.1			건전부
	S3	바닥판	49.5	28.3	28.5			건전부
	S3	바닥판	47.8	26.9	27.7			비건전부
	S4	바닥판	48.2	27.3	27.9			건전부
	S5	바닥판	49.1	28.0	28.3			건전부
평균			—	27.7	28.2	—	—	
표준편차			—	0.54	0.30	—	—	
변동계수			—	0.019	0.011	—	—	
최대값			—	28.3	28.5	—	—	
최소값			—	26.9	27.7	—	—	

【표 2.4.4】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (범물방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.7	~ 28.5	27.0	28.2	102.6 ~ 105.6	



【그림 2.4.3】 범물방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 2.4.5】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대, 범물방향)

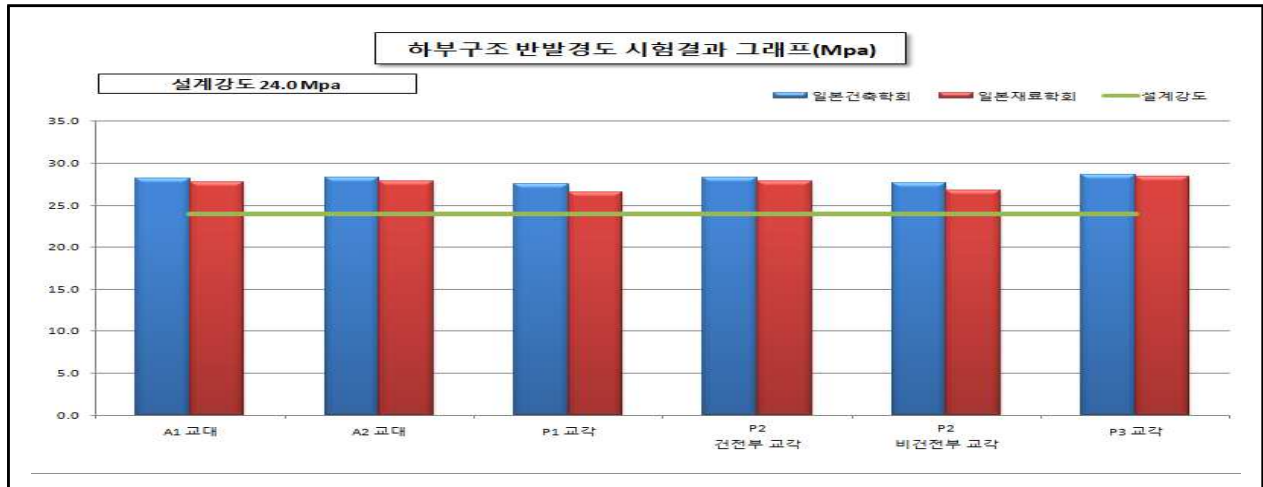
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	48.8	27.7	28.2	0.63	24.0	건전부
	A1	교대	49.1	27.9	28.3			건전부
평균			—	27.8	28.2	—	—	
표준편차			—	0.14	0.08	—	—	
변동계수			—	0.005	0.003	—	—	
최대값			—	27.9	28.3	—	—	
최소값			—	27.7	28.2	—	—	

【표 2.4.6】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각, 범물방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	47.4	26.6	27.5	0.63	24.0	건전부
	P2	교각	49.1	27.9	28.3			건전부
	P2	교각	47.7	26.8	27.6			비건전부
	P3	교각	49.8	28.5	28.6			건전부
평균			—	27.4	28.0	—	—	
표준편차			—	0.49	0.28	—	—	
변동계수			—	0.018	0.010	—	—	
최대값			—	28.5	28.6	—	—	
최소값			—	26.6	27.5	—	—	

【표 2.4.7】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (범물방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대	28.2	~ 28.3	24.0	28.2	117.5 ~ 117.9	
교각	27.5	~ 28.6	24.0	28.0	114.6 ~ 119.2	



【그림 2.4.4】 범물방향 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.7~28.5MPa, 하부구조(교대) 28.2~28.3MPa, 하부구조(교각) 27.5~28.6MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.6%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

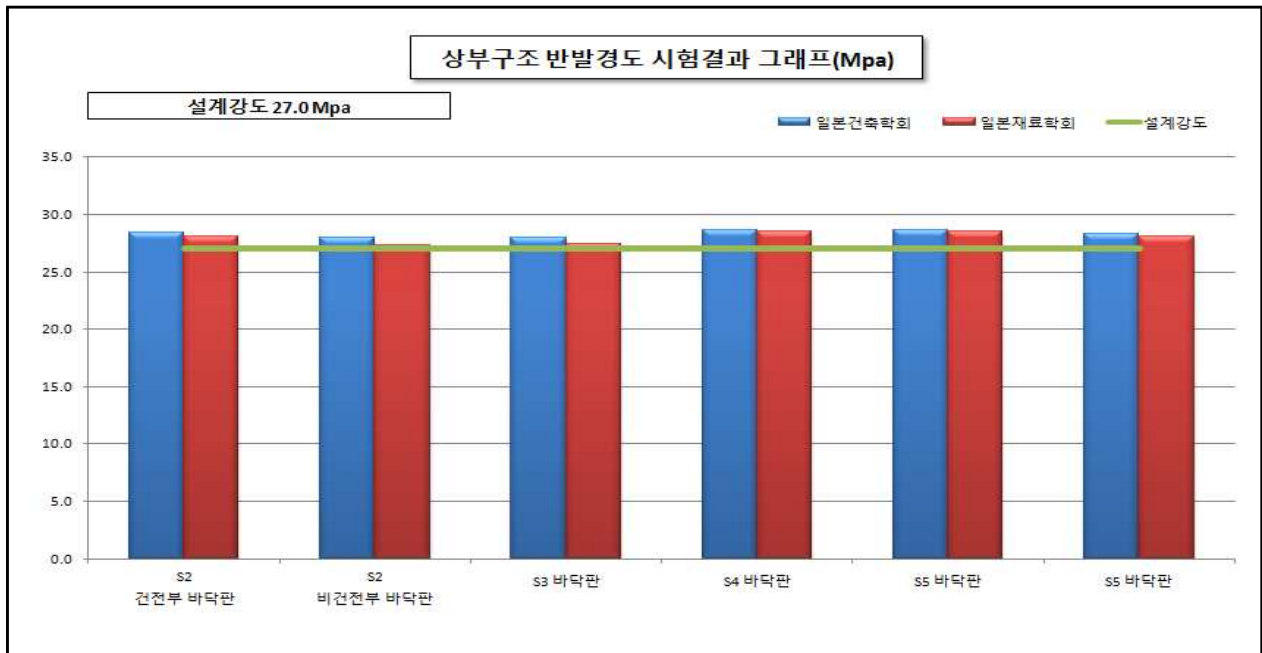
2) 비파괴강도 시험결과(안심방향)

【표 2.4.8】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 안심방향)

시험위치			반발경도법 (MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S2	바닥판	49.3	28.1	28.4	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	48.3	27.3	27.9			비건전부
	S3	바닥판	48.5	27.4	28.0			건전부
	S4	바닥판	49.8	28.5	28.6			건전부
	S5	바닥판	49.8	28.5	28.6			건전부
	S5	바닥판	49.2	28.0	28.4			건전부
평균			—	28.0	28.3	—	—	
표준편차			—	0.45	0.25	—	—	
변동계수			—	0.016	0.009	—	—	
최대값			—	28.5	28.6	—	—	
최소값			—	27.3	27.9	—	—	

【표 2.4.9】 상부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (안심방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	27.9	~ 28.6	27.0	28.3	103.3 ~ 105.9	



【그림 2.4.5】 안심방향 상부구조 반발경도시험 측정결과

【표 2.4.10】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대, 안심방향)

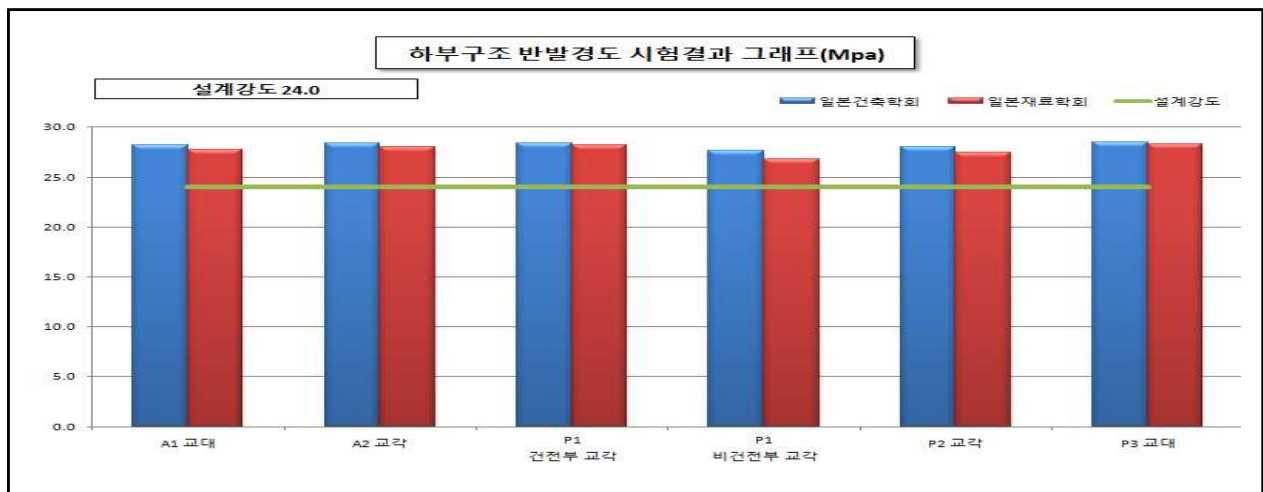
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	48.9	27.7	28.2	0.63	24.0	건전부
	A2	교각	49.3	28.1	28.4			건전부
평균			—	27.9	28.3	—	—	
표준편차			—	0.23	0.13	—	—	
변동계수			—	0.008	0.005	—	—	
최대값			—	28.1	28.4	—	—	
최소값			—	27.7	28.2	—	—	

【표 2.4.11】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각, 안심방향)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	49.4	28.2	28.4	0.63	24.0	건전부
	P1	교각	47.7	26.8	27.6			비건전부
	P2	교각	48.5	27.4	28.0			건전부
	P3	교대	49.5	28.3	28.5			건전부
평균			—	27.7	28.1	—	—	
표준편차			—	0.30	0.17	—	—	
변동계수			—	0.011	0.006	—	—	
최대값			—	28.3	28.5	—	—	
최소값			—	26.8	27.6	—	—	

【표 2.4.12】 하부구조 비파괴강도 시험결과 분석 (안심방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
교대	28.2	~ 28.4	24.0	28.3	117.5 ~ 118.3	
교각	27.6	~ 28.5	24.0	28.1	115.0 ~ 118.8	



【그림 2.4.6】 안심방향 하부구조 반발경도시험 측정결과

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.9~28.6MPa, 하부구조(교대) 28.2~28.4MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.5MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.6%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

3) 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.13】 범물방향 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	바닥판	29.3 ~ 31.4	27.7 ~ 28.5	27.0
	교대	29.6 ~ 30.3	28.2 ~ 28.3	24.0
	교각	27.1 ~ 30.7	27.5 ~ 28.6	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

【표 2.4.14】 안심방향 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	바닥판	29.0 ~ 31.2	27.9 ~ 28.6	27.0
	교대	28.4 ~ 28.8	28.2 ~ 28.4	24.0
	교각	26.8 ~ 28.0	27.6 ~ 28.5	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

4) 반발경도 시험보고서

【표 2.4.15】범물방향 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 03. 25. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	가천교(범물방향)
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	12.6℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

【표 2.4.16】안심방향 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 03. 25. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	가천교(안심방향)
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	12.6℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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



【사진 2.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과(범물방향)

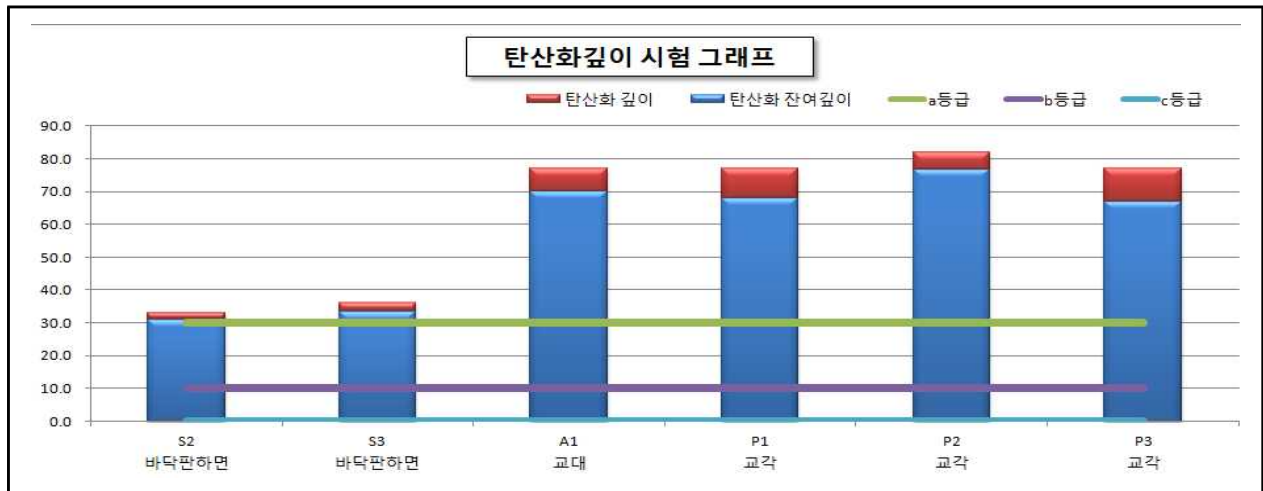
【표 2.4.17】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (범물방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	2.0	33.0	31.0	24	0.41	100년 이상	a등급	
	S3 바닥판하면	2.5	36.0	33.5	24	0.51	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	7.0	77.0	70.0	24	1.43	100년 이상	a등급	
	P1 교각	9.0	77.0	68.0	24	1.84	100년 이상	a등급	
	P2 교각	5.5	82.0	76.5	24	1.12	100년 이상	a등급	
	P3 교각	10.0	77.0	67.0	24	2.04	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm~2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5mm~10.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.18】 탄산화 시험결과 분석 (범물방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.0~2.5	31.0~33.5	
하부구조	5.5~10.0	67.0~76.5	



【그림 2.4.7】 범물방향 탄산화 깊이 측정결과

2) 탄산화 깊이 측정결과(안심방향)

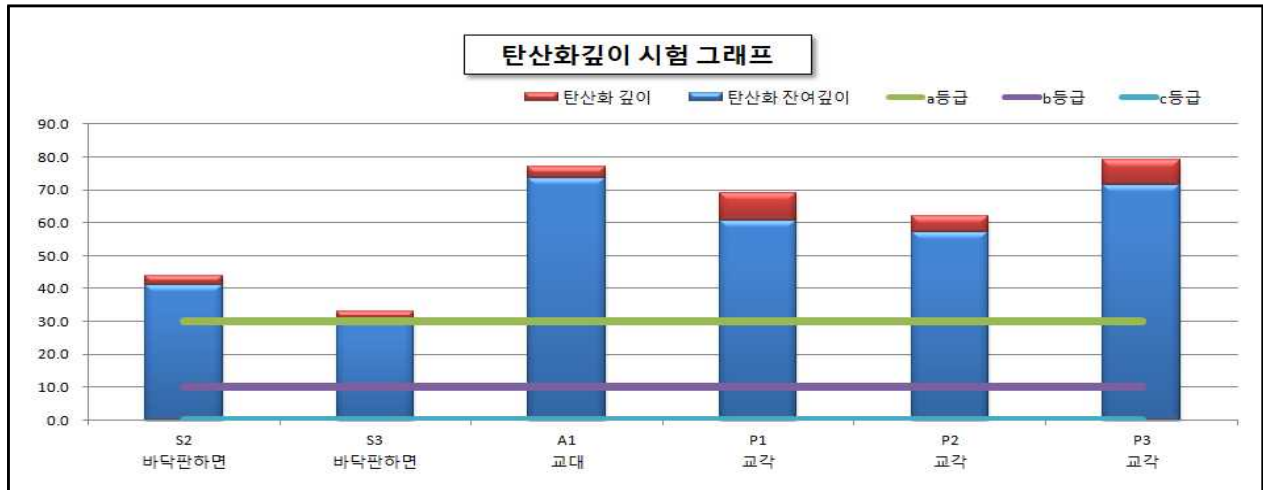
【표 2.4.19】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (안심방향)

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S2 바닥판하면	3.0	44.0	41.0	24	0.61	100년 이상	a등급	
	S3 바닥판하면	2.5	33.0	30.5	24	0.51	100년 이상	a등급	
하부 구조	A1 교대	3.5	77.0	73.5	24	0.71	100년 이상	a등급	
	P1 교각	8.5	69.0	60.5	24	1.74	100년 이상	a등급	
	P2 교각	5.0	62.0	57.0	24	1.02	100년 이상	a등급	
	P3 교각	7.5	79.0	71.5	24	1.53	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.5mm~8.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.20】탄산화 시험결과 분석 (안심방향)

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	2.5~3.0	30.5~31.0	
하부구조	3.5~8.5	62.0~79.0	



【그림 2.4.8】안심방향 탄산화 깊이 측정결과

3) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

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

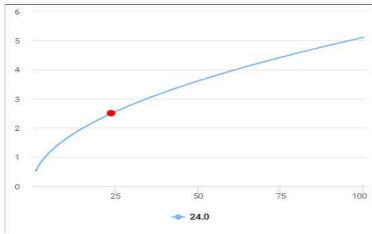
【표 2.4.21】탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S2 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	33.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.0
잔여깊이(mm)	31.0
탄산화 속도계수	0.41
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

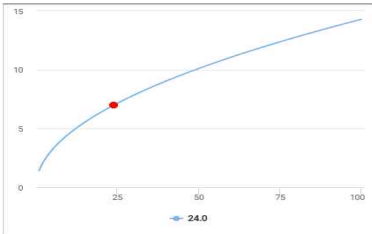
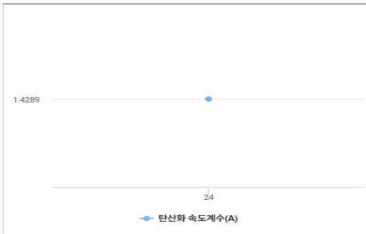
탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (31)	0.40825 (mm/year0.5)	<table><tr><th>등급</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

【표 2.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S3 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	36.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	33.5
탄산화 속도계수	0.51
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (33.5)	0.51031 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

하부구조 - 교대 A1 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	77.0
탄산화 진행깊이(mm)	7.0
잔여깊이(mm)	70.0
탄산화 속도계수	1.43
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (70)	1.42887 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

【표 2.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P1 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	77.0
탄산화 진행깊이(mm)	9.0
잔여깊이(mm)	68.0
탄산화 속도계수	1.84
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (68)	1.83712 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

하부구조 - 교각 P2 (범물방향)

실측 피복두께(mm)	82.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.5
잔여깊이(mm)	76.5
탄산화 속도계수	1.12
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준
a (76.5)	1.12268 (mm/year0.5)	등급
		탄산화 잔여깊이
		a
		b
		c
		d

탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급

【표 2.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P3 (범물방향)	
실측 피복두께(mm)	77.0
탄산화 진행깊이(mm)	10.0
잔여깊이(mm)	67.0
탄산화 속도계수	2.04
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(67)

A (탄산화 속도 계수)

2.04124
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

상부구조 - 바닥판 S2 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	44.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.0
잔여깊이(mm)	41.0
탄산화 속도계수	0.61
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a
(41)

A (탄산화 속도 계수)

0.61237
(mm/year0.5)

등급 산정 기준

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

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

【표 2.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

상부구조 - 바닥판 S3 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	33.0
탄산화 진행깊이(mm)	2.5
잔여깊이(mm)	31.5
탄산화 속도계수	0.51
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (30.5)	0.51031 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

하부구조 - 교대 A1 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	77.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.5
잔여깊이(mm)	73.5
탄산화 속도계수	0.71
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (73.5)	0.71444 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

【표 2.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

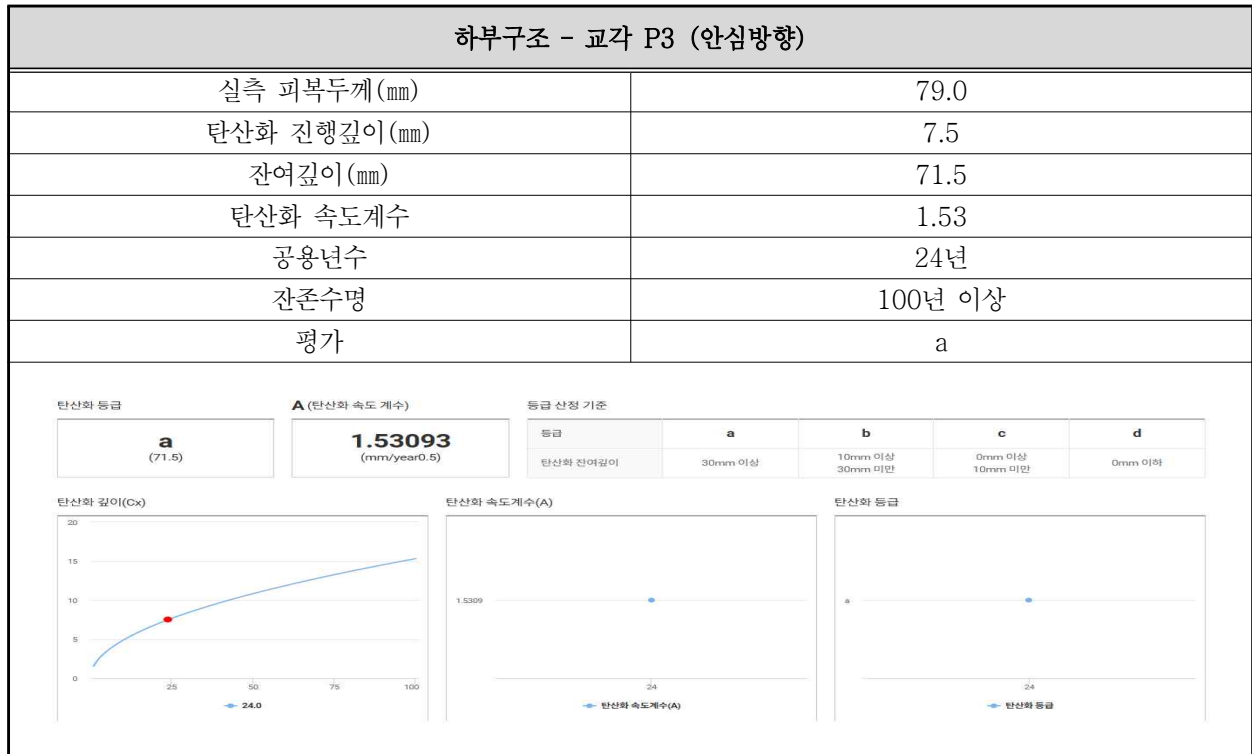
하부구조 - 교각 P1 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	69.0
탄산화 진행깊이(mm)	8.5
잔여깊이(mm)	60.5
탄산화 속도계수	1.74
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (60.5)	1.73506 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

하부구조 - 교각 P2 (안심방향)	
실측 피복두께(mm)	62.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.0
잔여깊이(mm)	57.0
탄산화 속도계수	1.02
공용년수	24년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (57)	1.02062 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										

【표 2.4.21】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)



3) 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.22】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교 (범물방향)

구 분	2024년 정밀안전점검			2026년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	9.5	31.5	a	2.0~2.5	31.0~33.5	a	
하부구조	9.0~9.5	48.5~64.0	a	5.5~10.0	67.0~76.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

【표 2.4.23】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교 (안심방향)

구 분	2024년 정밀안전점검			2026년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	10.0	31.0	a	2.5~3.5	30.5~41.0	a	
하부구조	6.5~7.0	58.0~85.0	a	3.5~8.5	57.0~73.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 철근부식 가능성은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 2.4.24】범물방향 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2026년 03월 25일
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 탄산화 깊이 측정 시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

【표 2.4.25】안심방향 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2026년 03월 25일
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 탄산화 깊이 측정 시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 2.4.26】범물방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.7 ~ 28.5	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	28.2 ~ 28.3	24.0	
		교각	27.5 ~ 28.6	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0~33.5	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		67.0~76.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

【표 2.4.27】안심방향 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.9 ~ 28.6	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	28.2 ~ 28.4	24.0	
		교각	27.6 ~ 28.5	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		30.5~41.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음
	하부구조		57.0~73.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 2.4.28】범물방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고		
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검				
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.3	~	31.4	27.7	~	28.5	■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대	29.6	~	30.3	28.2	~	28.3	
		교각	27.1	~	30.7	27.5	~	28.6	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.5		a	31.0~33.5		a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		48.5~64.0		a	67.0~76.5		a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨								

【표 2.4.29】안심방향 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2024년 정밀안전점검		2026년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.0	~ 31.2	27.9	~ 28.6	■ 강도저하 없음.
	하부구조	교대	28.4	~ 28.8	28.2	~ 28.4	
		교각	26.8	~ 28.0	27.6	~ 28.5	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		31.0	a	30.5~41.0	a	■ 탄산화에 의한 철근부식 가능성 없음.
	하부구조		58.0~85.0	a	57.0~73.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

2.5 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.

2.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 범물방향

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

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

【표 2.5.1】 범물방향 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	b	a	a	a	c	a	a	a	b	q	a
S2	P1	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	b	q	a
S3	P2	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	b	q	a
S4	P3	STB	b	a	a	a	c	a	a	a	a	q	a
S5	P4	STB	b	a	a	b	a	a	—	a	a	q	—
	A2								a	a	a	q	—
평균			0.200	0.100	0.100	0.120	0.220	0.100	0.100	0.100	0.150	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.031	0.017	0.004	0.007	0.006	0.002	0.008	0.008	0.047	—	0.006
													0.135
													B

※ 교대 A1 손상의 면적율이 2%를 상회하였으나, 누수흔적에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 b등급으로 상향조정하여 평가를 실시함.

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.135) < 0.260$

나. 범물방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태로 “a” 등급으로 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

포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태로 “a” 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 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

신축이음부에 손상이 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 안심방향

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

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

【표 2.5.2】 안심방향 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	b	c	a	a	c	b	a	a	b	q	a
S2	P1	STB	b	b	c	a	a	a	—	a	b	q	a
S3	P2	STB	b	b	a	a	c	a	—	a	b	q	a
S4	P3	STB	a	a	a	a	a	a	a	a	b	q	a
S5	P4	STB	b	a	a	a	a	a	—	a	a	q	—
	A2								a	a	b	q	—
평균			0.180	0.200	0.160	0.100	0.220	0.120	0.100	0.100	0.183	—	0.1(최저)
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	37	—	7
(평균×가중치) /가중치합			0.028	0.034	0.007	0.006	0.006	0.002	0.008	0.008	0.058	—	0.006
													0.162
													B

※교대 A1, A2와 교각 P3 손상 면적율이 2%를 상회하였으나 채수, 누수흔적 등에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하여 b 등급으로 상향조정하여 평가를 실시함.

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

라. 안심방향 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태로 “a” 등급으로 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

포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

신축이음부에 손상이 없는 상태로 “a” 등급으로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

마. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 2.5.3】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
범물방향	0.135	B	290	3	870	0.500	0.068
안심방향	0.162	B	290	3	870	0.500	0.081
합계(Σ)			580	6	1,740	1.000	0.149
1. 평가지수 =							0.188
2. 상태평가결과 =							B

2.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 2.5.4】 전회 점검과 상태평가 결과 비교·분석

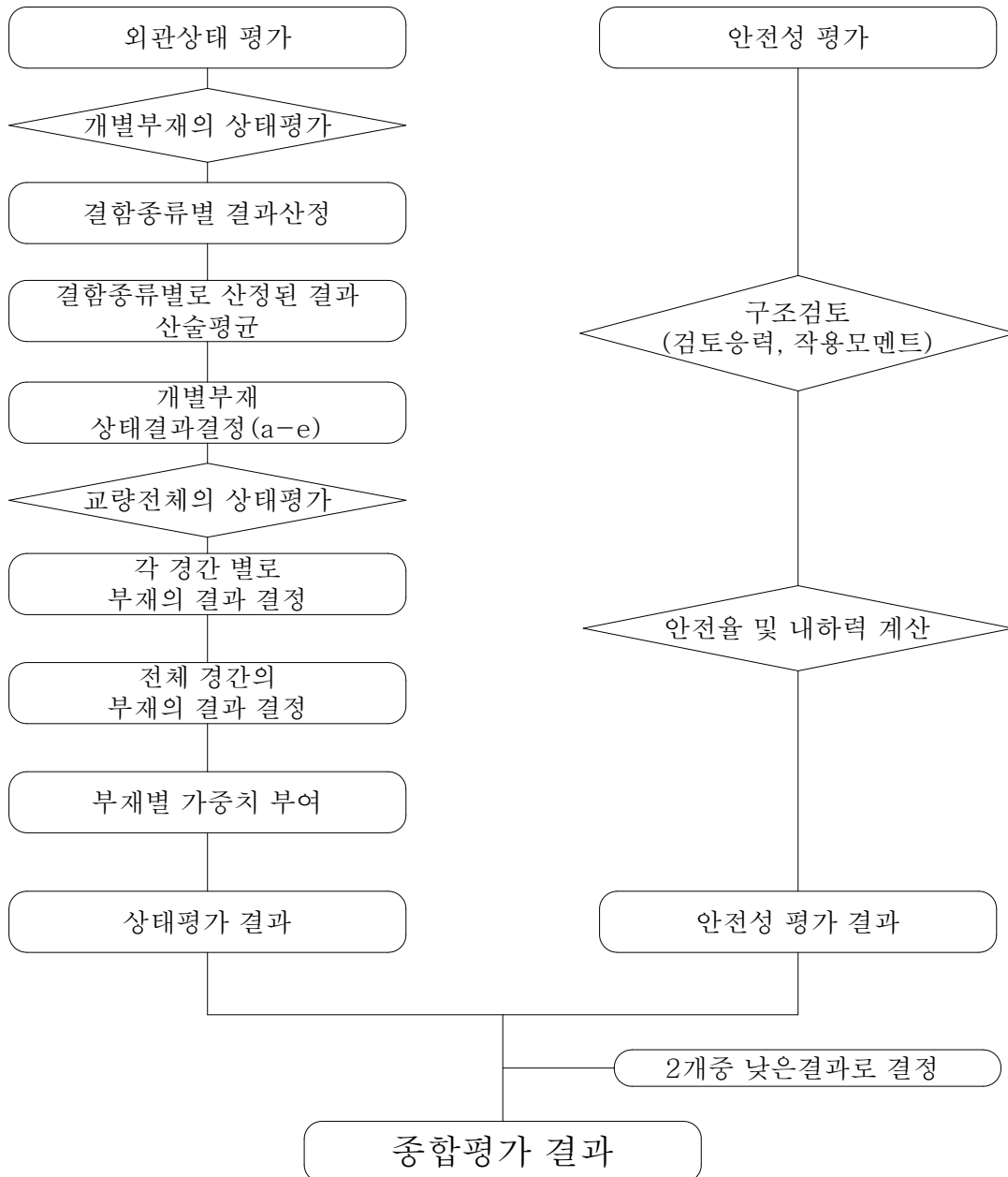
구 분	2024년 정밀안전점검	2026년 정밀안전점검
환산결함도점수	0.134	0.188
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 가천교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.134에서 0.188으로 0.054 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 균열, 층분리, 백태, 거더 도장박리, 가로보 도장열화, 교대 균열, 누수흔적, 교각 망상균열, 아스콘 탈락 등의 신규손상이 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.	

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.6.1 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 2.6.1】 종합평가 결과 산정절차

2.6.2 종합평가 결과

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

【표 2.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
가천교	0.188	B	—	—	B
종합평가	•현장조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

2.6.3 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 2.6.2】 안전등급 지정

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

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.7.1 보수·보강 방안

가. 범물방향

【표 2.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단 위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	7.00	7	주의관찰 후 표면처리	4순위
	표면박리, 오염	m ²	8.00	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	충분리, 보수부 충분리	m ²	1.55	4	주의관찰 후 단면보수	4순위
	백태	m ²	3.70	2	주의관찰 후 표면처리	4순위
거더외부	상태양호	—	—	—	—	—
거더내부	상태양호	—	—	—	—	—
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	누수흔적	m ²	8.00	2	주의관찰 후 표면처리	4순위
교각	망상균열	m ²	6.00	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	누수오염	m ²	3.00	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	4.00	4	재설치	하자
신축이음장치	상태양호	—	—	—	—	—
교면포장	아스콘 탈락	m ²	0.02	1	주의관찰 후 재포장	4순위
배수시설	배수관 접합부 누수	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	4순위
	배수관 오염	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	4순위
방호벽 및 중분대	상태양호	—	—	—	—	—
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

나. 안심방향

【표 2.7.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단 위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	12.50	15	주의관찰 후 표면처리	4순위
	백태	m ²	2.70	2	주의관찰 후 표면처리	4순위
	파손	m ²	0.04	1	주의관찰 후 단면보수	4순위
거더외부	강재변형	m	0.20	1	주의관찰	4순위
	도장박리	m ²	2.00	1	주의관찰 후 재도장	4순위
거더내부	이물질퇴적	m ²	3.00	1	주의관찰 후 청소	4순위
가로보 및 세로보	도장열화	m ²	20.00	2	주의관찰 후 재도장	4순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	0.30	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	체수	m ²	2.25	2	주의관찰	4순위
	누수흔적	m ²	3.00	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
교각	망상균열	m ²	22.25	3	주의관찰 후 표면처리	4순위
	누수오염	m ²	15.00	1	주의관찰 후 표면처리	4순위
	이물질퇴적	m ²	2.50	2	주의관찰 후 정비	4순위
교량받침	이동량 표시계 미설치	EA	3.00	3	재설치	하자
신축이음장치	상태양호	—	—	—	—	—
교면포장	상태양호	—	—	—	—	—
배수시설	배수관 누수오염	EA	1.00	1	주의관찰 후 정비	4순위
	배수구 그레이팅파손	EA	1.00	1	주의관찰 후 설치	4순위
방호벽 및 중분대	접속부 단차	m	1.50	1	주의관찰	4순위
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

2.7.2 개략공사비

가. 범물방향

【표 2.7.3】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	7.00	2.63	m ²	—	—	4순위
	표면박리, 오염	주의관찰 후 표면처리	8.00	12.00	m ²	—	—	4순위
	충분리, 보수부 충분리	주의관찰 후 단면보수	1.55	2.33	m ²	—	—	4순위
	백태	주의관찰 후 표면처리	3.70	5.55	m ²	—	—	4순위
교대	누수흔적	주의관찰 후 표면처리	8.00	12.00	m ²	—	—	4순위
교각	망상균열	주의관찰 후 표면처리	6.00	9.00	m ²	—	—	4순위
	누수오염	주의관찰 후 표면처리	3.00	4.50	m ²	—	—	4순위
교량받침	이동량 표시계 미설치	재설치	4.00	6.00	EA	—	—	하자
교면포장	아스콘 탈락	주의관찰 후 재포장	0.02	0.03	m ²	—	—	4순위
배수시설	배수관 접합부 누수	주의관찰 후 정비	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
	배수관 오염	주의관찰 후 정비	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		0		
	합계	0		0		0		
개략공사비 총계(천원)		0						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

나. 안심방향

【표 2.7.4】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	12.50	4.69	m ²	—	—	4순위
	백태	주의관찰 후 표면처리	2.70	4.05	m ²	—	—	4순위
	파손	주의관찰 후 단면보수	0.04	0.06	m ²	—	—	4순위
거더 외부	도장박리	주의관찰 후 재도장	0.20	0.30	m ²	—	—	4순위
	이물질퇴적	주의관찰 후 재도장	2.00	3.00	m ²	—	—	4순위
거더내부	도장열화	주의관찰 후 청소	3.00	4.50	m ²	—	—	4순위
교대	균열(0.3mm미만)	주의관찰 후 표면처리	20.00	7.50	m ²	—	—	4순위
	누수흔적	주의관찰 후 표면처리	0.30	0.45	m ²	—	—	4순위
교각	망상균열	주의관찰 후 표면처리	2.25	3.38	m ²	—	—	4순위
	누수오염	주의관찰 후 표면처리	3.00	4.50	m ²	—	—	4순위
	이물질퇴적	주의관찰 후 표면처리	22.25	33.38	m ²	—	—	4순위
교량받침	이동량 표시계 미설치	재설치	15.00	15.00	EA	—	—	하차
배수시설	배수관 누수오염	주의관찰 후 정비	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
	배수구 그레이팅파손	주의관찰 후 재설치	1.00	1.00	EA	—	—	4순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		0		
	합계	0		0		0		
개략공사비 총계(천원)		0						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

2.7.3 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 2.7.5】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전여부 확인
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) • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

① 교면포장 - 추가손상 여부확인		② 신축이음 - 추가손상 여부확인
③ 거더외부 안심방향 S1-G4 강재변형 - 진전 여부확인	④ 교각 범물방향 P2 누수오염 - 진전 여부확인	⑤ 교각 안심방향 P2 망상균열 - 진전 여부확인

2.8 종합결론

본 시설물은 대구광역시 수성구 가천동에 위치한 교량으로서 총 연장 290.0m, 폭 28.9~51.9m, 왕복 6차로로, 2002년도에 준공되어 약 24년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

2.8.1 종합의견

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

2.8.2 종합결론

가. 현장조사 및 시험(범물방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거, 손상부 우수유입 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 표면박리, 오염, 백태의 경우 우수유입, 공용기간 증가, 열화 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생시 내구성 저하 방지 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 층분리, 보수부 층분리의 경우 건조수축, 다짐미흡, 우수유입, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 시설물에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되지만 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생시 부재의 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) STEEL BOX Girder

- 거더외부의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부의 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 누수흔적의 경우 신축이음부를 통한 우수유입, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 신축이음과 보수공사와 연계하여 표면처리 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.
- 보강토옹벽에서 조사된 파손, 박리의 경우 외부충격, 다짐미흡, 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 경미한 정도의 손상이나 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 시설물의 내구성 확보를 위하여 단면보수 등 적절한 방안이 필요할것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 비구조적인 손상으로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전시 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 누수오염의 경우 외부 우수유입, 열화, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 주기적인 점검을 통한 유지관리로 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

6) 기초

- 가천교의 기초는 교대 A1 직접기초, A2 말뚝기초, 교각 P1, P3 직접기초, P2, P4 말뚝기

초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과, 이동량 표시계 미설치의 경우 시공미흡, 외부충격에 의한 탈락 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교량의 신축거동을 정확히 파악하기 위하여 재 설치 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 점검일 현재 P4 교량받침은 교체중에 있으므로 평가에서 제외하였고, P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과, 교량받침 교체 공사로 인하여 허용변위가 변경되었으며, 교체 공사중인 P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 전개소 모두 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에서 조사된 아스콘 탈락은 다짐부족, 중차량 반복통행으로 인한 진동 및 충격 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 주행성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 확보 차원의 채포장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 접합부 누수, 오염의 경우 공용기간 증가, 수분접촉, 시공미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

12) 교량 점검시설

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 이물질적치 손상에 대한 보수가 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않은 양호한 상태로 조사되어 손상물량에 변동이 생겼다.

13) 기타시설

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

14) 공중이 이용하는 부위

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

15) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.7~28.5MPa, 하부구조(교대) 28.2~28.3MPa, 하부구조(교각) 27.5~28.6MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.6%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.0mm~2.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5mm~10.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 현장조사 및 시험(안심방향)

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집 조기탈거 등에 의한 손상으로 비구조적인 균열로 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 백태의 경우 우수유입, 공용기간 증가, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

2) STEEL BOX Girder

- 거더외부에서 조사된 강재변형의 경우 외부충격에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규손상 발생 확인 등의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 조사된 도장박리의 경우 외기노출, 열화, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미한 수준으로 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 부재의 내구성저하 방지를 위하여 채도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 거더내부에서 조사된 이물질퇴적의 경우 조류서식으로 인하여 발생한 손상으로 청소 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보에서 조사된 도장열화의 경우 외기노출, 수분접촉, 장기공용, 열화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지를 위하여 채도장 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 세로보에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축, 거푸집조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 것으로 판단되며, 비구조적인 균열이며, 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수방안이 필요할 것으로 판단된다.

- 조사된 체수, 누수흔적의 경우 신축이음 하부 우수유입, 외부우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며 조사일 현재 체수상태는 양호한 상태로 즉각적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 주의관찰 및 신축이음 보수공사와 연계하여 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 교대에 대한 변위(기울음)측정 결과, 변위가 없는 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.
- 보강토옹벽에서 조사된 파손, 보수부파손, 패널파손의 경우 외부충격, 보수미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 정도는 경미한 수준으로 내구성 확보 차원의 단면보수 등 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 배부름의 경우 시공초기에 발생한 침하에 의한 것으로 판단되며, 금회 점검시 상부 방호벽 단차 손상에 2019년 정밀안전점검시 부착하여 점검일 현재 남아있는 게이지와 비교 결과 손상의 진전은 발생되지 않은 상태로 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요구된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 망상균열의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 비구조적인 균열로 주기적인 점검을 통한 주의관찰로 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성확보 차원의 표면처리 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 누수오염의 경우 외부 우수유입, 열화, 장기공용 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 시설물에 주는 영향은 미미한 수준으로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 손상의 진전 및 2차 손상 발생 시 내구성 저하 방지를 위한 단면보수 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 조사된 이물질퇴적의 경우 조류서식에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 유지관리 및 2차 손상 발생 시 청소 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 교각에 대한 변위(기울음)측정 결과, 양호한 상태로 측정 및 검토되었다.

6) 기초

- 가천교의 기초는 교대 A1 직접기초, A2 말뚝기초, 교각 P1, P2 직접기초, P3, P4 말뚝기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침의 현장조사 결과, 이동량 표시계 미설치의 경우 시공미흡, 외부충격에 의한 탈락 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 교량의 신축거동을 정확히 파악하기 위하여 재설치 등 적절한 방안의 보수를 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

- 연단거리 측정 결과, 점검일 현재 P4 교량받침은 교체중에 있으므로 평가에서 제외하였고, P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과, 교량받침 교체 공사로 인하여 허용변위가 변경되었으며, 교체 공사중인 P4 교량받침을 제외한 전 개소 모두 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음장치에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음 유간 중 여유량이 가장 작은 신축이음 유간으로 검토하였고, 전개소 모두 검토온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에 대해 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 확인 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단 된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 배수관 누수오염의 경우 공용기간 증가, 배수관 누수, 수분접촉 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 주기적인 점검을 통한 유지관리 및 2차손상 발생 시 원활한 배수기능 확보를 위하여 정비 등 적절한 방안의 보수가 필요하다고 판단된다.
- 조사된 그레이팅파손의 경우 외부충격, 차량 반복통행 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 조사일 현재 배수기능에 이상은 없는 상태로 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 2차 손상 발생 시 재설치 등의 적절한 방안의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

11) 방호벽 및 중분대

- 방호벽 및 중분대에서 조사된 접속부 단차의 경우 시공초기 침하, 다짐부족 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 조사일 현재 손상의 진전은 발생되지 않은 상태로 침하는 진행 중이지 않은 상태로 판단된다. 해당 손상의 경우 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요구된다.

12) 교량 점검시설

- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

13) 기타시설

- 기타시설에 대한 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으나 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

14) 공중이 이용하는 부위

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

15) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 27.9~28.6MPa, 하부구조(교대) 28.2~28.4MPa, 하부구조(교각) 27.6~28.5MPa로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대 및 교각: 27.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 96.6%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 2.5~3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.5mm~8.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

다. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 가천교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2024년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.134에서 0.188으로 0.054 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가한 주요 원인은 전회 점검이후 금회 점검에서 바닥판하면 균열, 층분리, 백태, 거더 도장박리, 가로보 도장열화, 교대 균열, 누수흔적, 교각 망상균열, 아스콘 탈락 등의 신규손상이 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.

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 가천교에 발생한 손상의 진전을 방지하고, 보수된 손상에 대한 재손상 여부 파악, 발생한 손상들의 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 현장조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 가천교의 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 판단된다.

2.8.3 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.

2.8.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 거더외부 강재변형, 방호벽 단차에 대한 주기적인 점검을 통한 지속적인 유지관리가 요구된다.

2.8.5 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.