

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료조사

2.2 설계도면 및 구조계산서 검토

2.3 기존 점검 및 진단자료 분석

2.4 보수·보강 이력

2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

2.6 기타 관련 자료

2.7 자료분석 결과요약

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료조사

정밀안전진단을 실시함에 있어 해당 구조물의 설계도서, 시공과정, 시공당시의 상황 및 보수·보강 이력 등을 검토하는 것은 현재 결함의 원인과 같은 구조물의 상태를 추정하는데 매우 중요하다. 따라서 관리주체로부터 본 과업과 관련된 자료를 입수하여 정리하였으며 그 목록은 <표 2.1>과 같다.

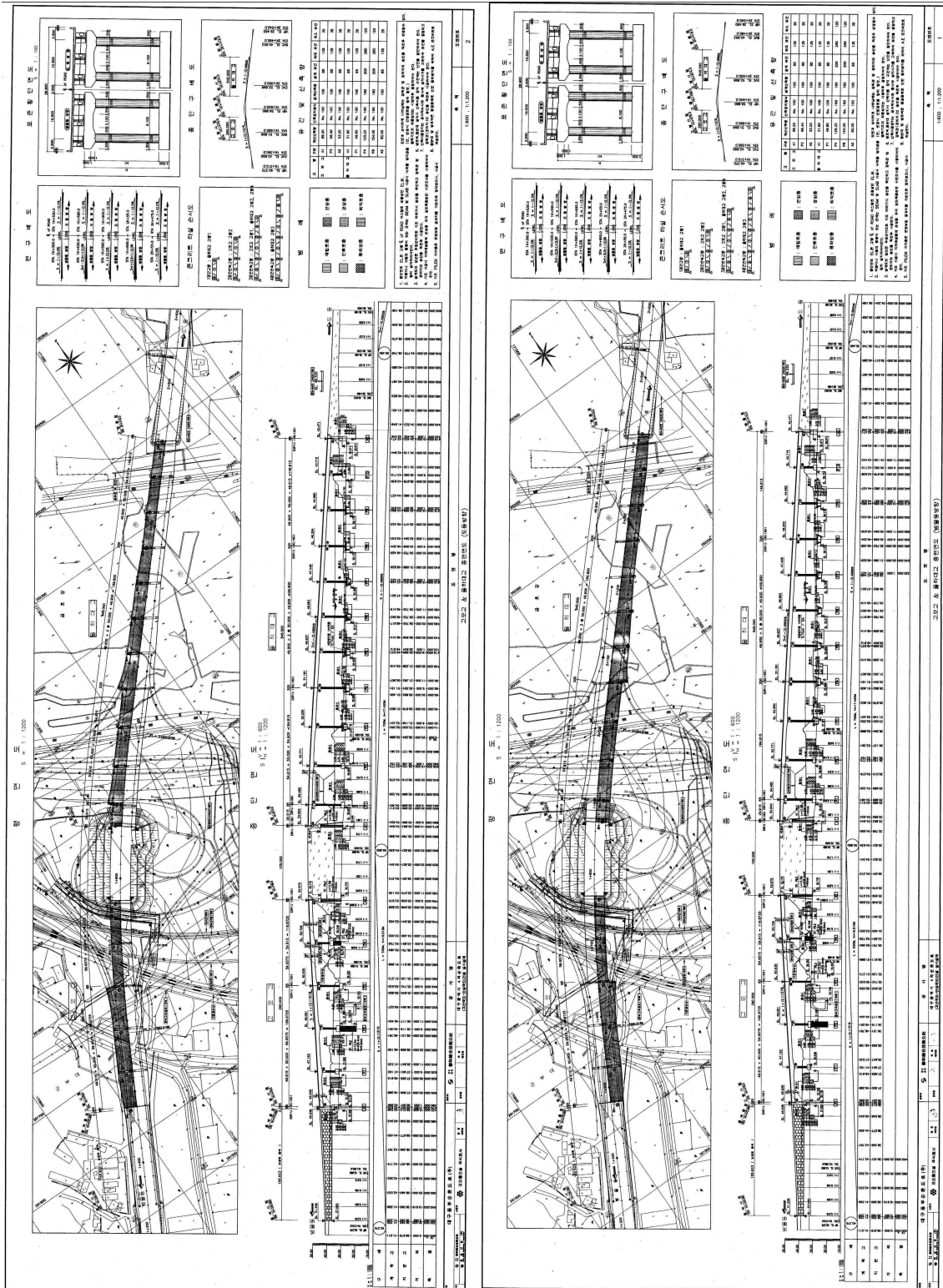
<표 2.1> 자료조사 목록

보존대상 목록		보유 현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	일부	◇ 대구광역시 4차 순환도로(고산국도~안심국도)건설 실시설계 - 구조 및 수리계산서 - 구조물도 등
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상·하부 구조물도, 거더, 신축이음, 받침장치 상세도	○	
시설물 관리대장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ 시설물관리대장 ◇ FMS
시공 관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리·선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	미보유	-
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇ 2003년~2021년 정밀안전점검 및 정밀안전진단 자료 등
보수·보강 자료		○	◇ FMS

2.2 설계도면 및 구조계산서 검토

대상 교량의 준공도면과 구조계산서를 확인한 결과는 다음과 같다.

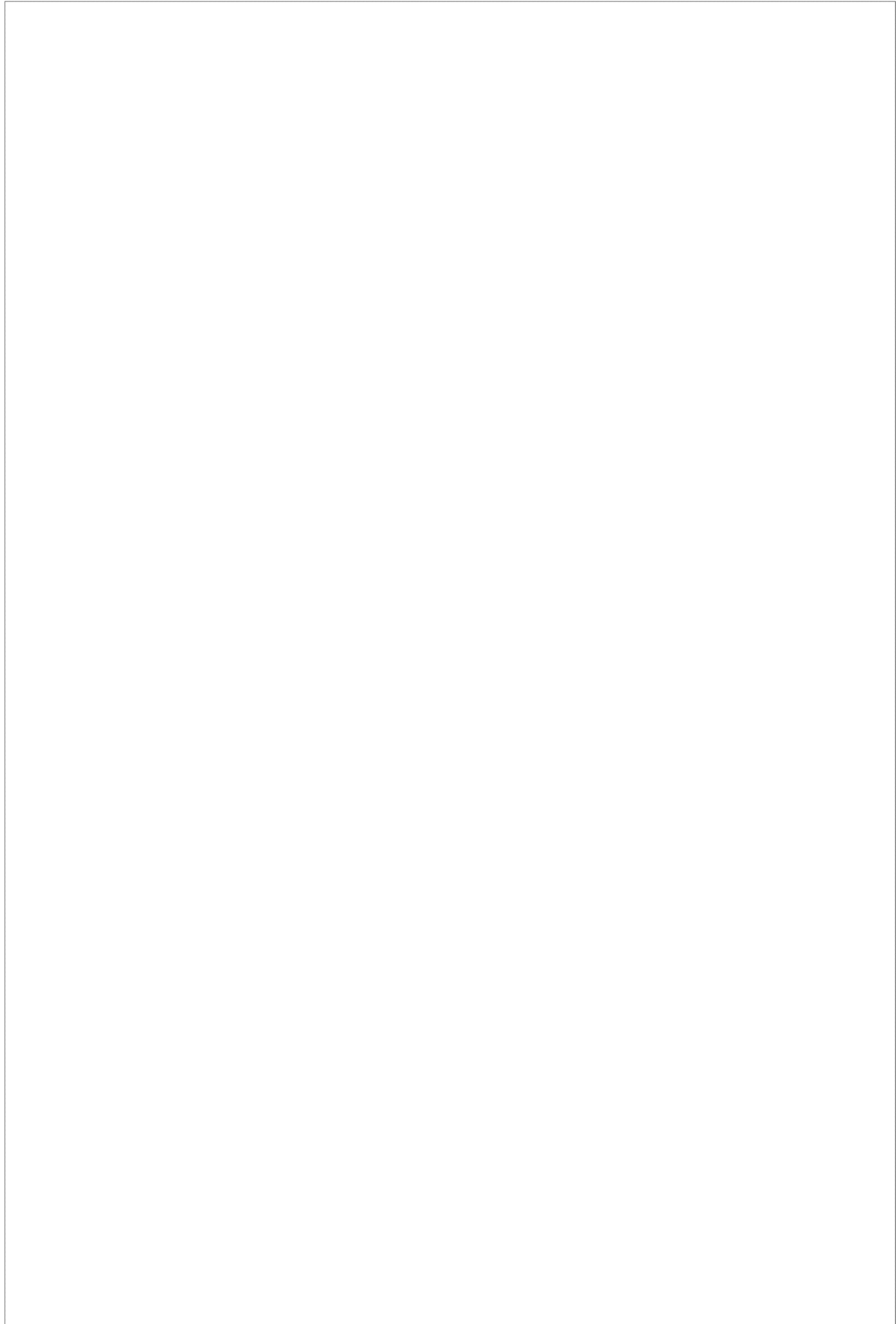
2.2.1 주요 설계도면



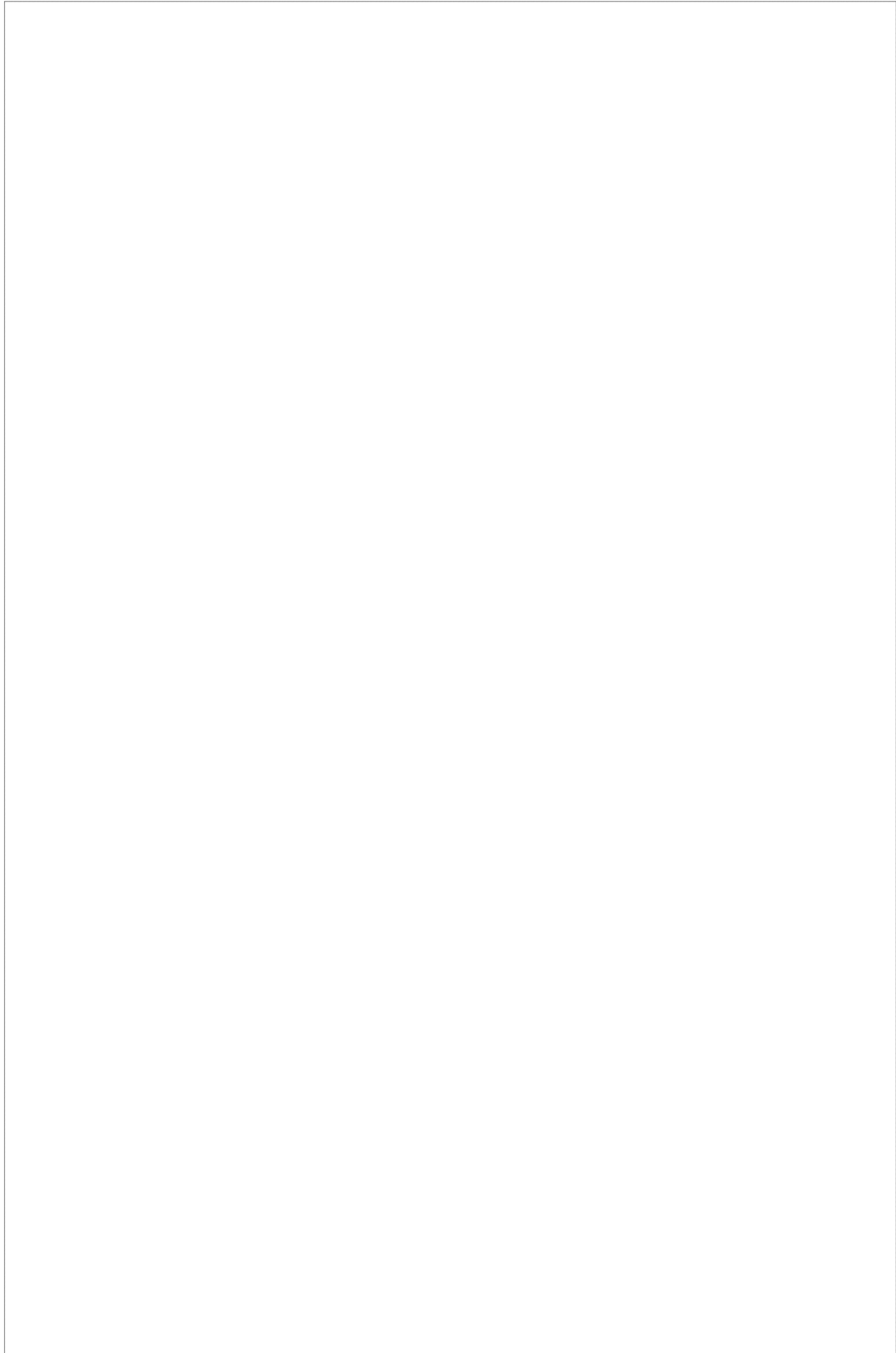
<그림 2.1> 종 · 평면도



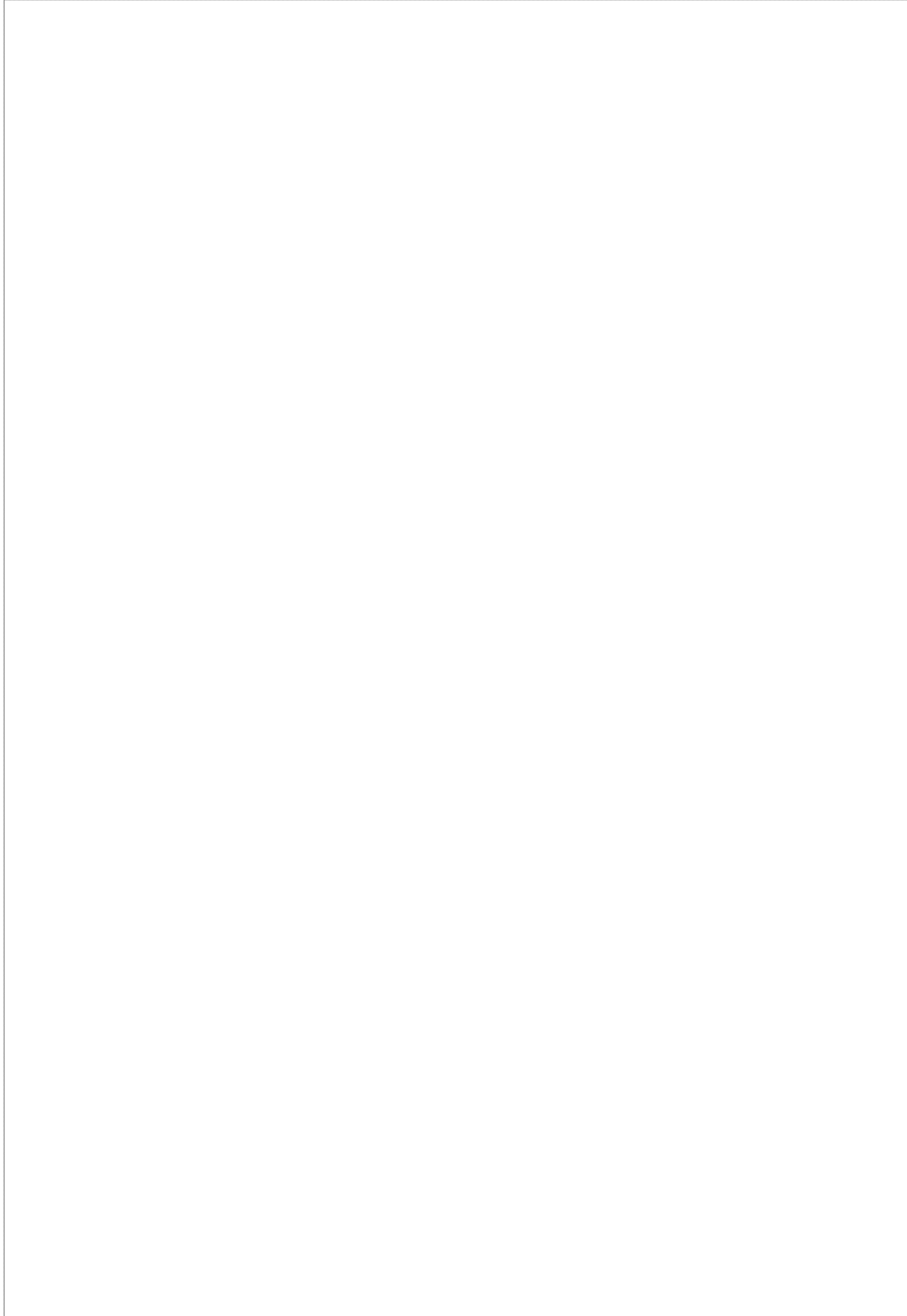
<그림 2.2> 슬래브 일반도(1)



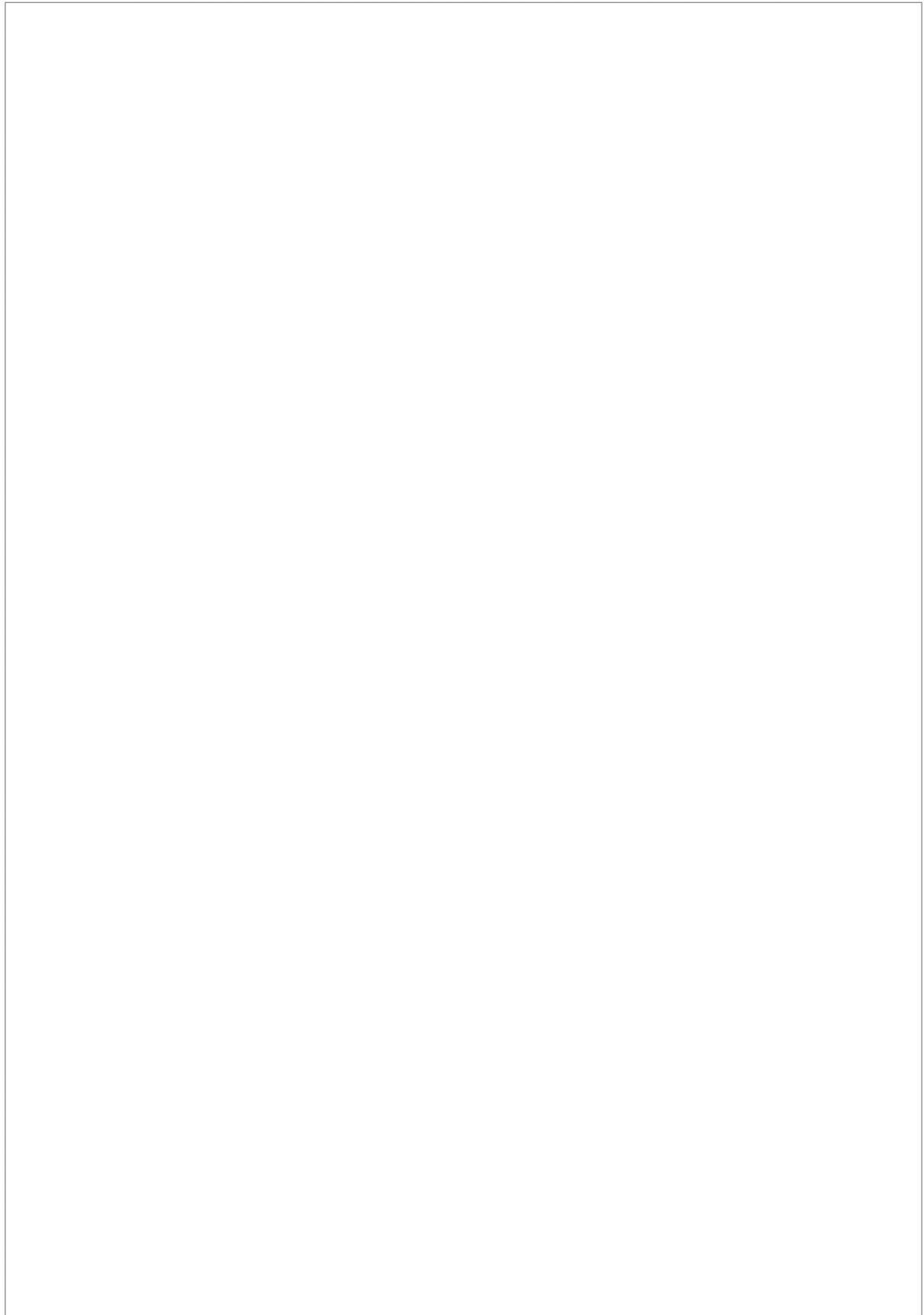
<그림 2.3> 슬래브 일반도(2)



<그림 2.4> 슬래브 일반도(3)



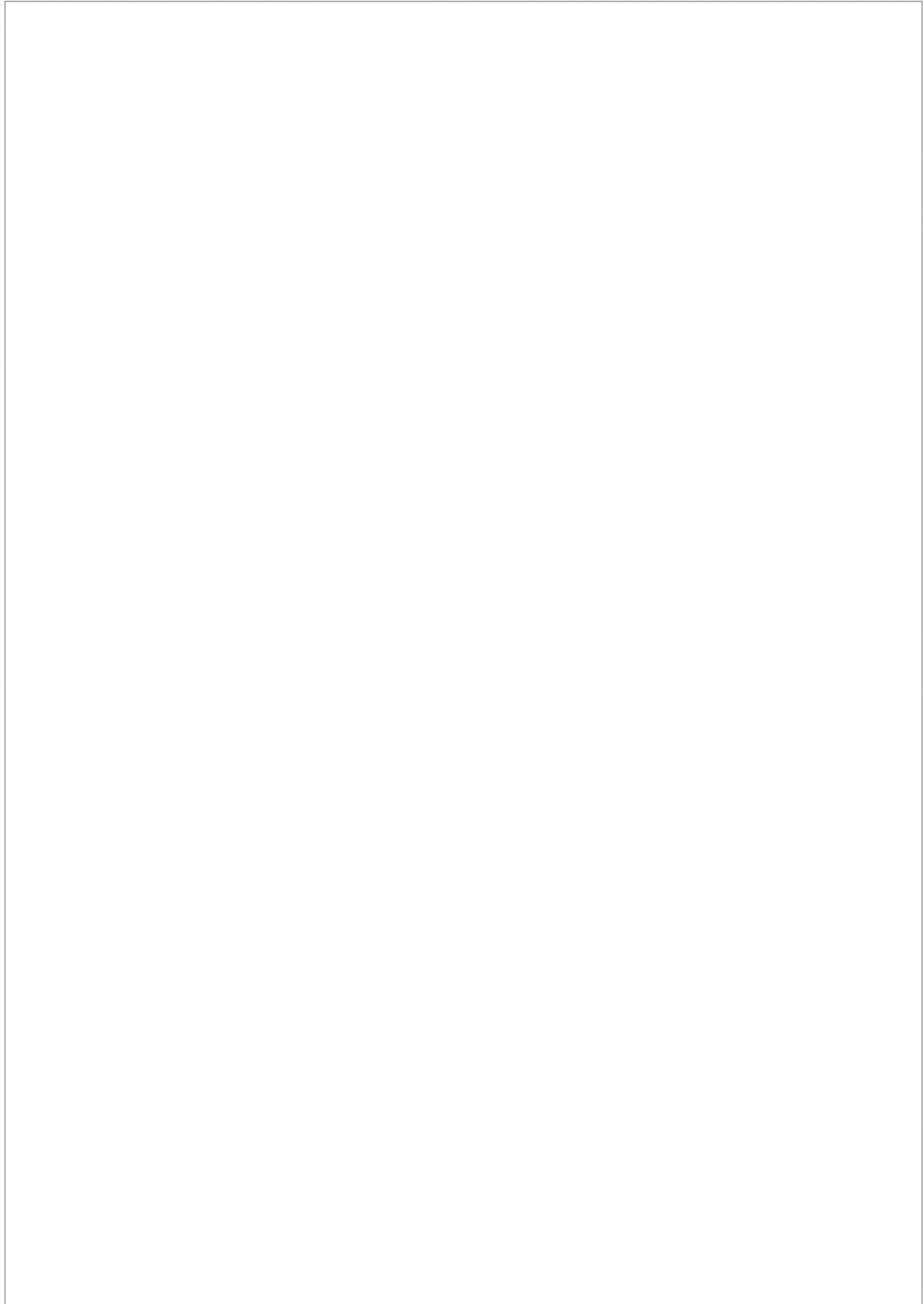
<그림 2.5> 슬래브 일반도(4)



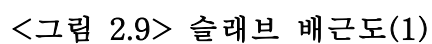
<그림 2.6> 슬래브 일반도(5)

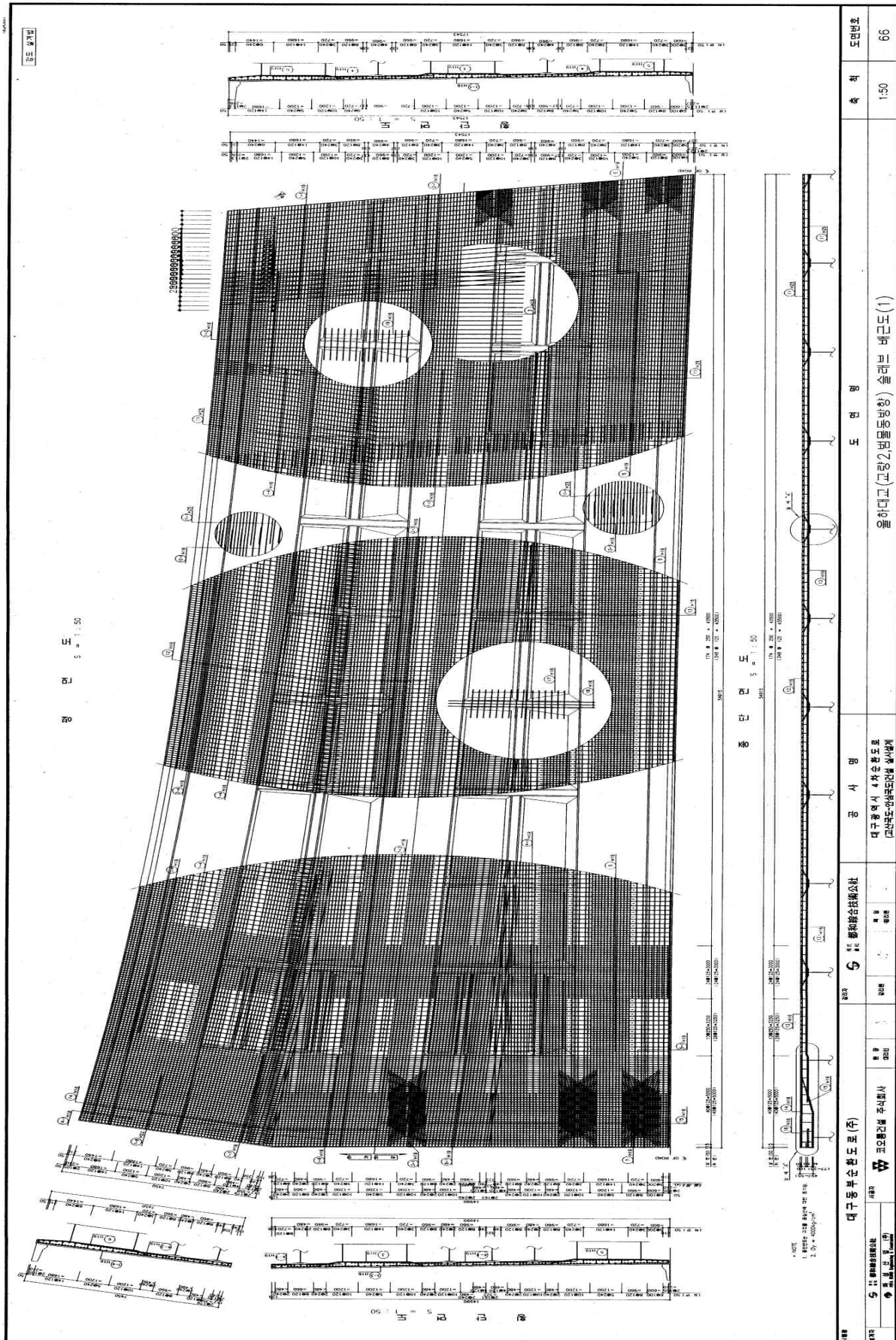


<그림 2.7> 강교 일반도(1) - SPG구간



<그림 2.8> 강교 일반도(2) - STB구간



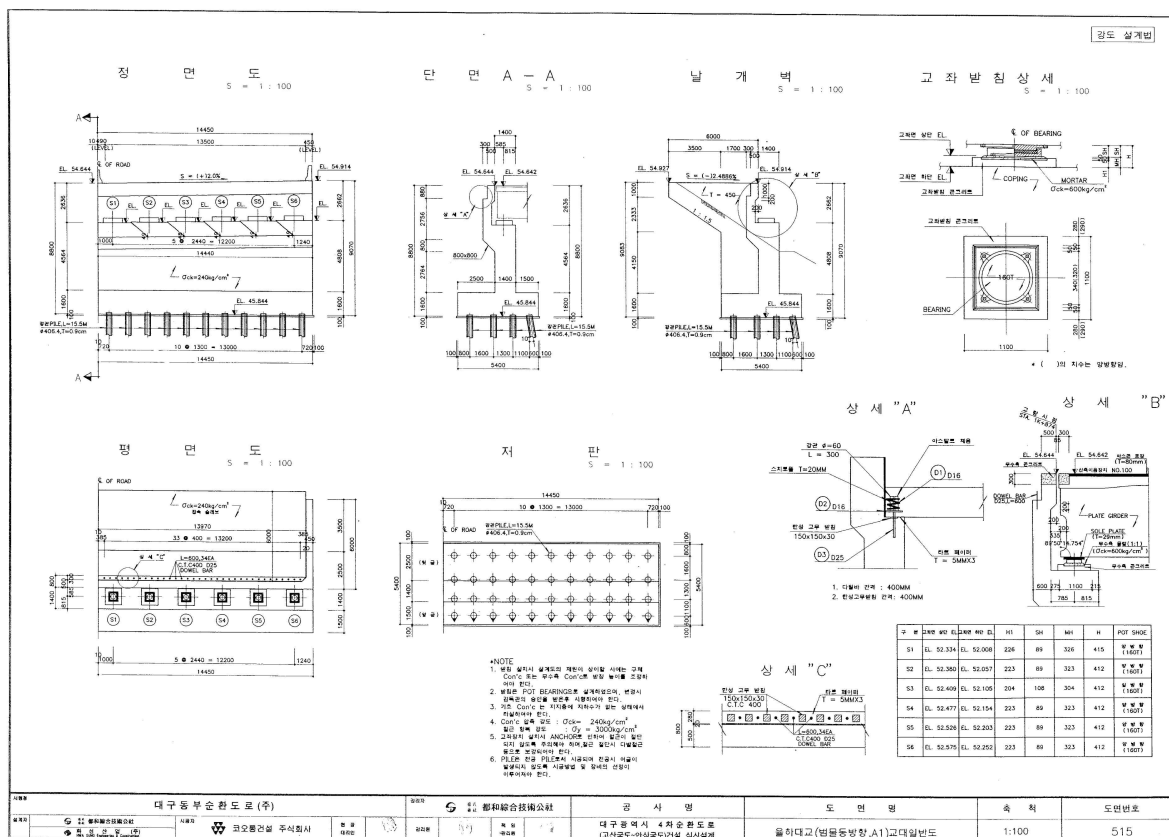


<그림 2.10> 슬래브 배근도(2)

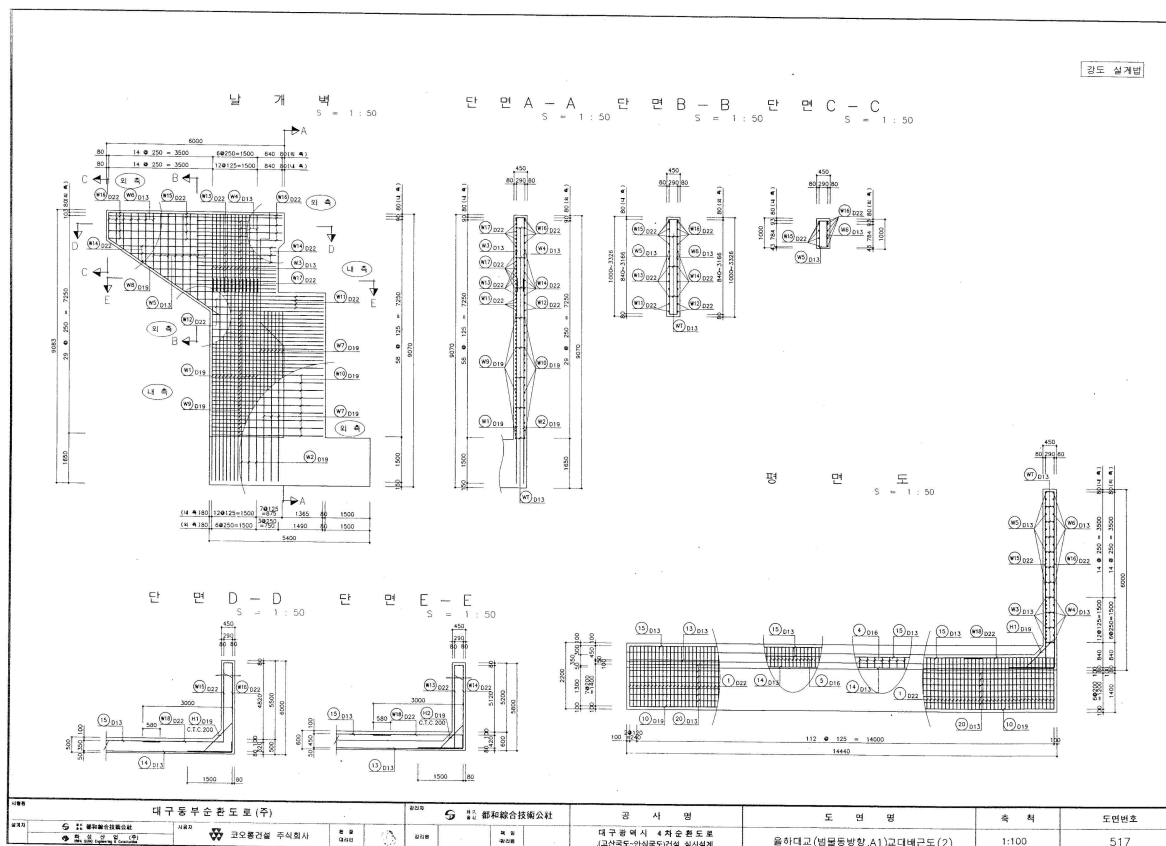
<그림 2.11> 강교 상세도(1) - SPG구간

<그림 2.12> 강교 상세도(2) - STB구간

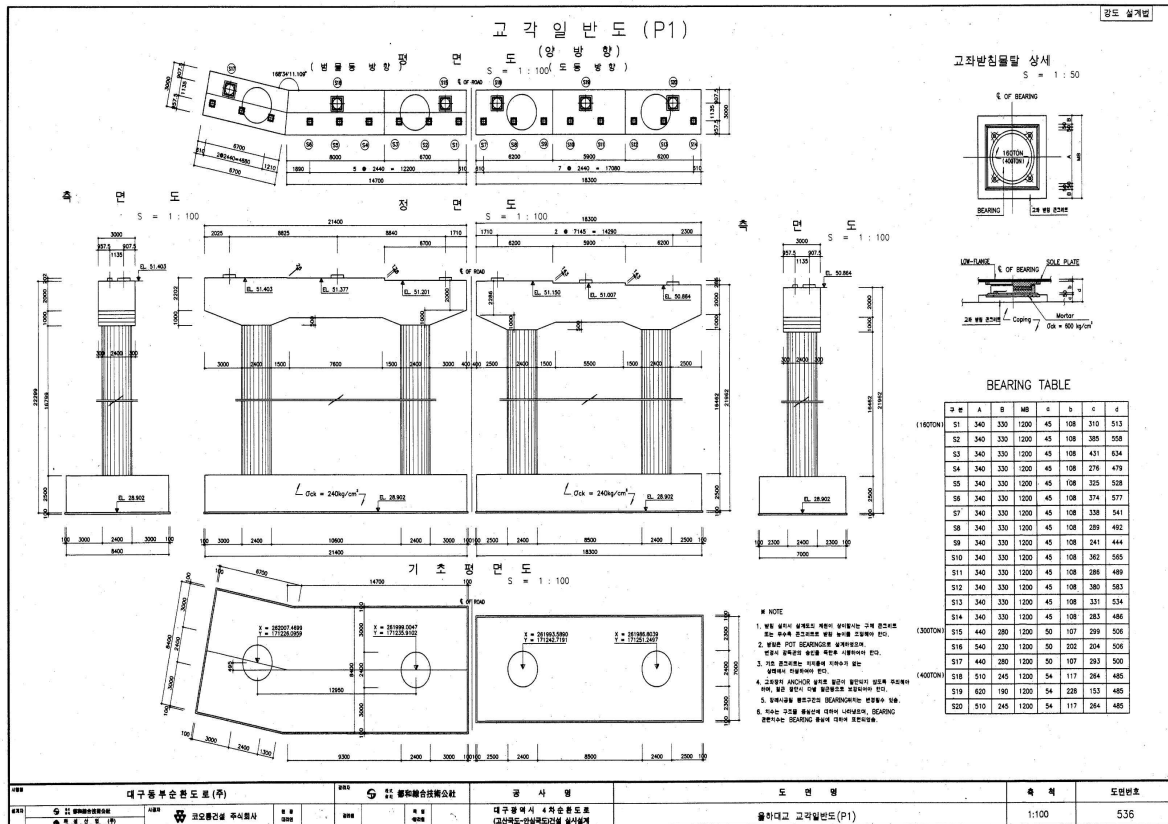
<그림 2.13> 강상형 CROSS BEAM 상세도



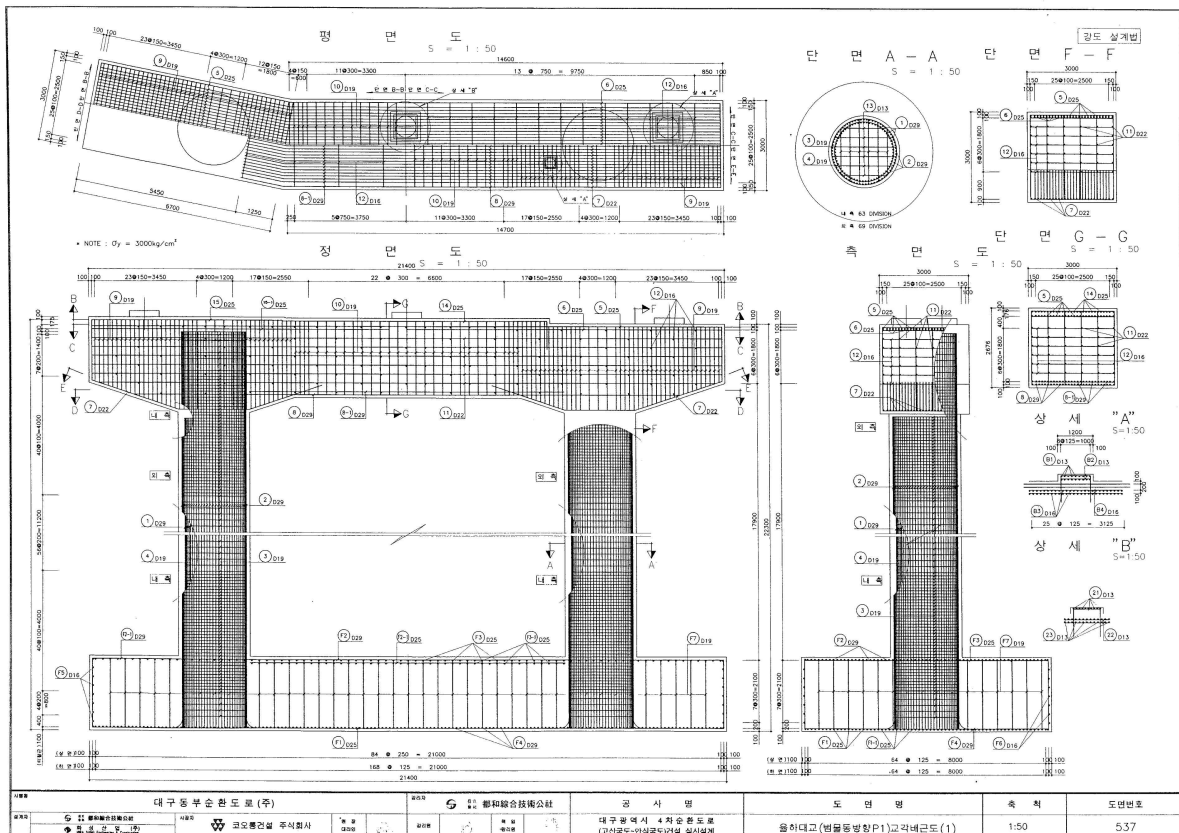
<그림 2.14> 시점부 교대 일반도



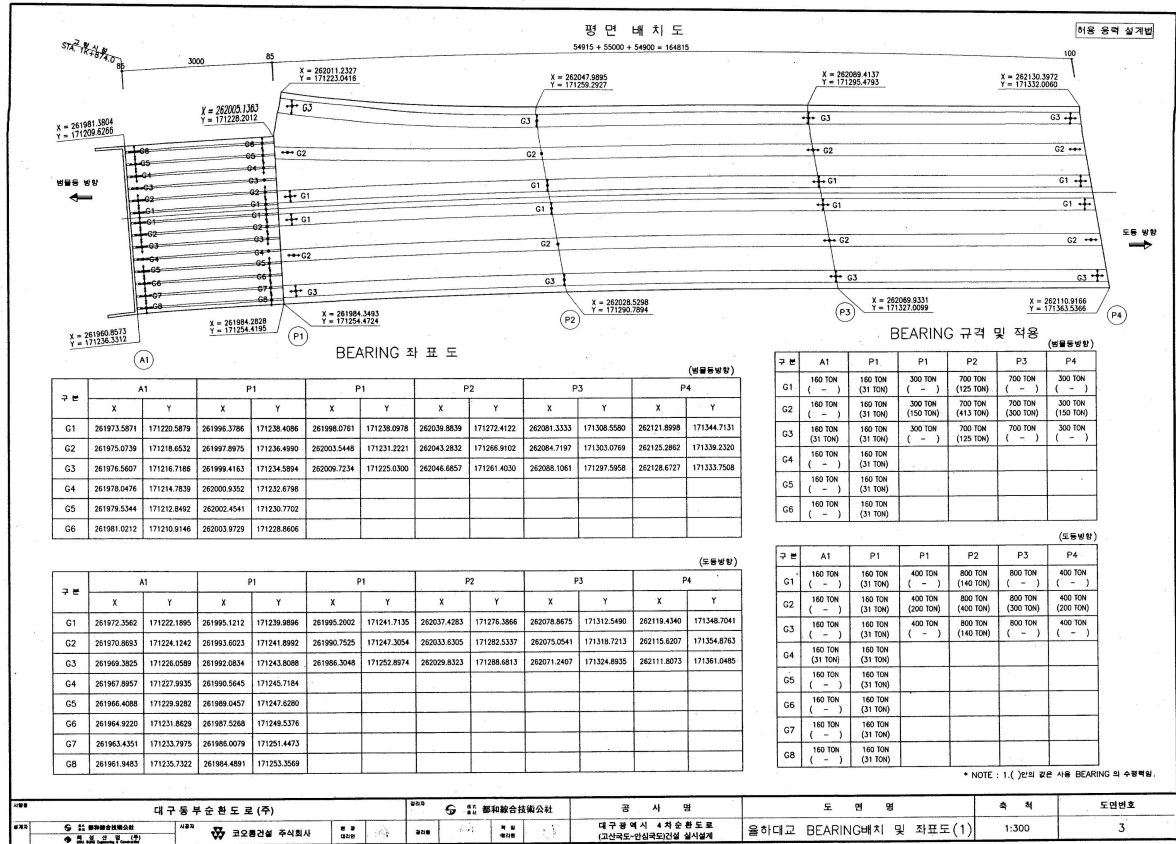
<그림 2.15> 시점부 교대 배근도



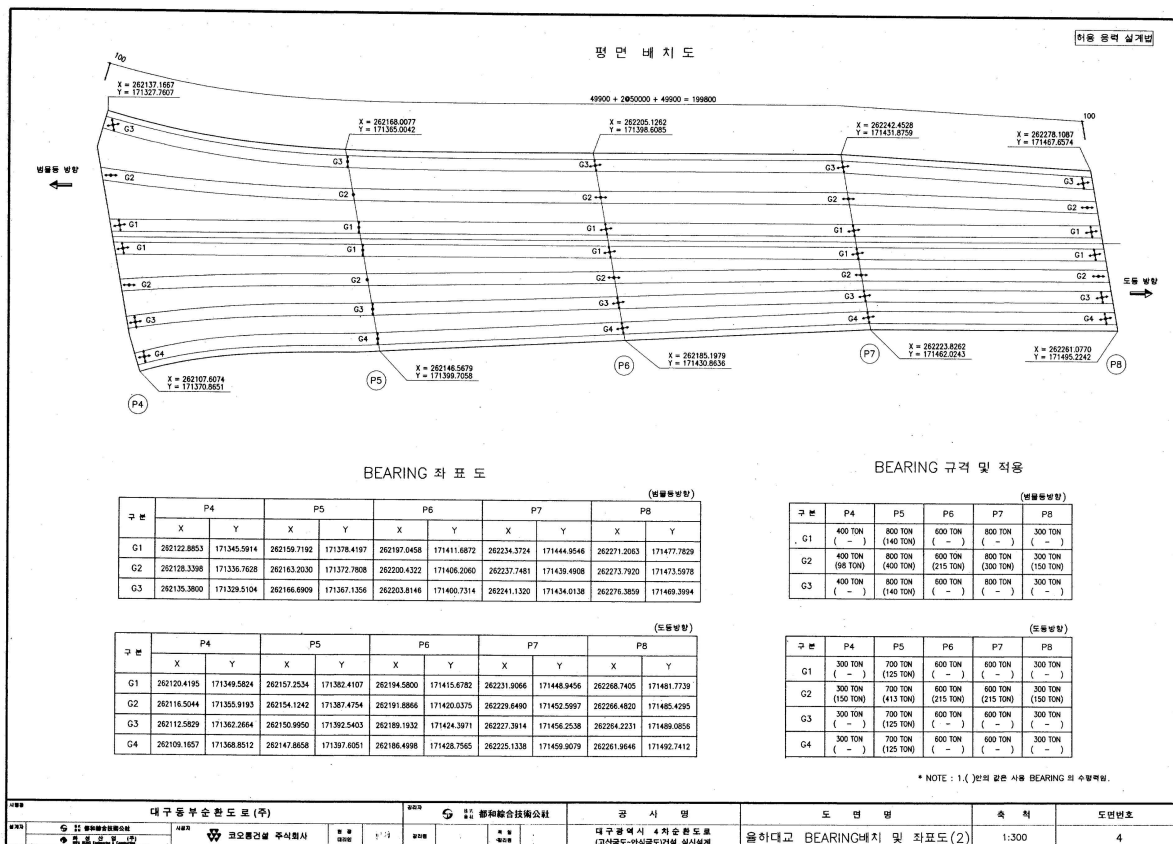
<그림 2.16> 교각 일반도



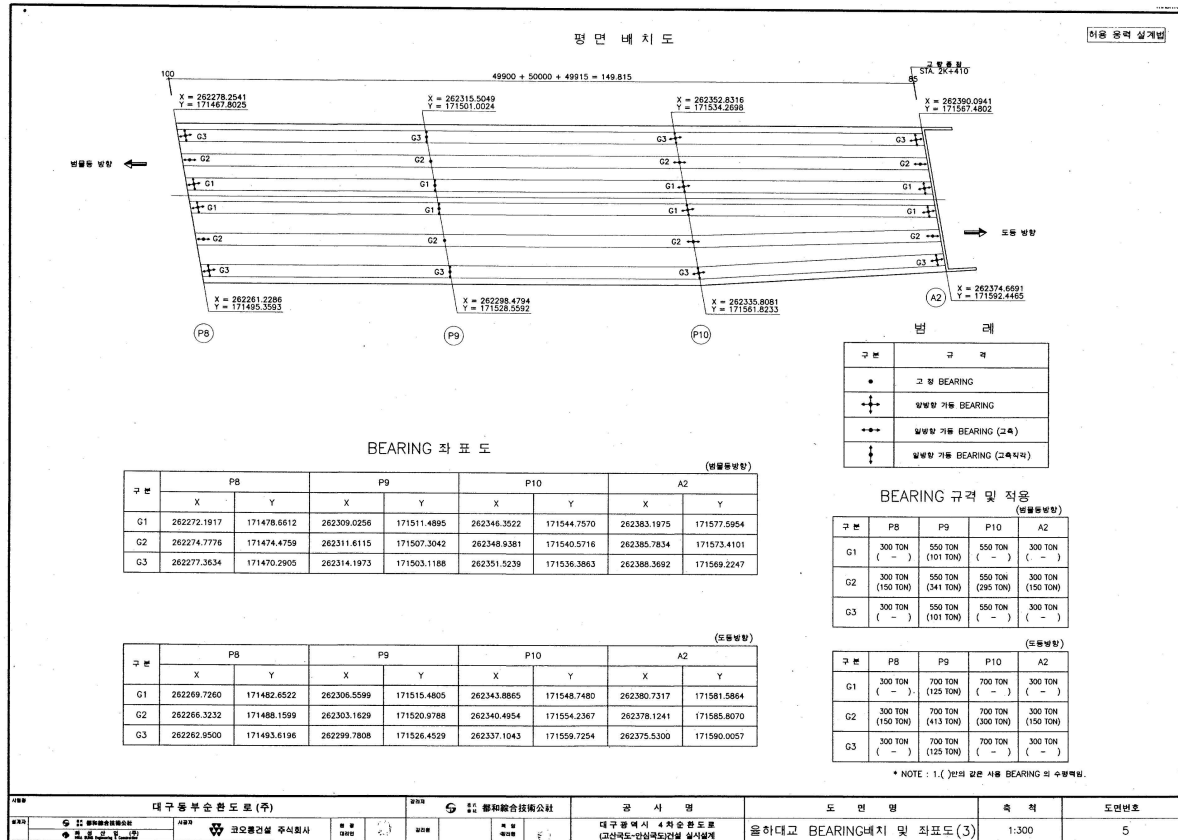
<그림 2.17> 교각 배근도



<그림 2.18> 교량받침 배치 평면도(1)

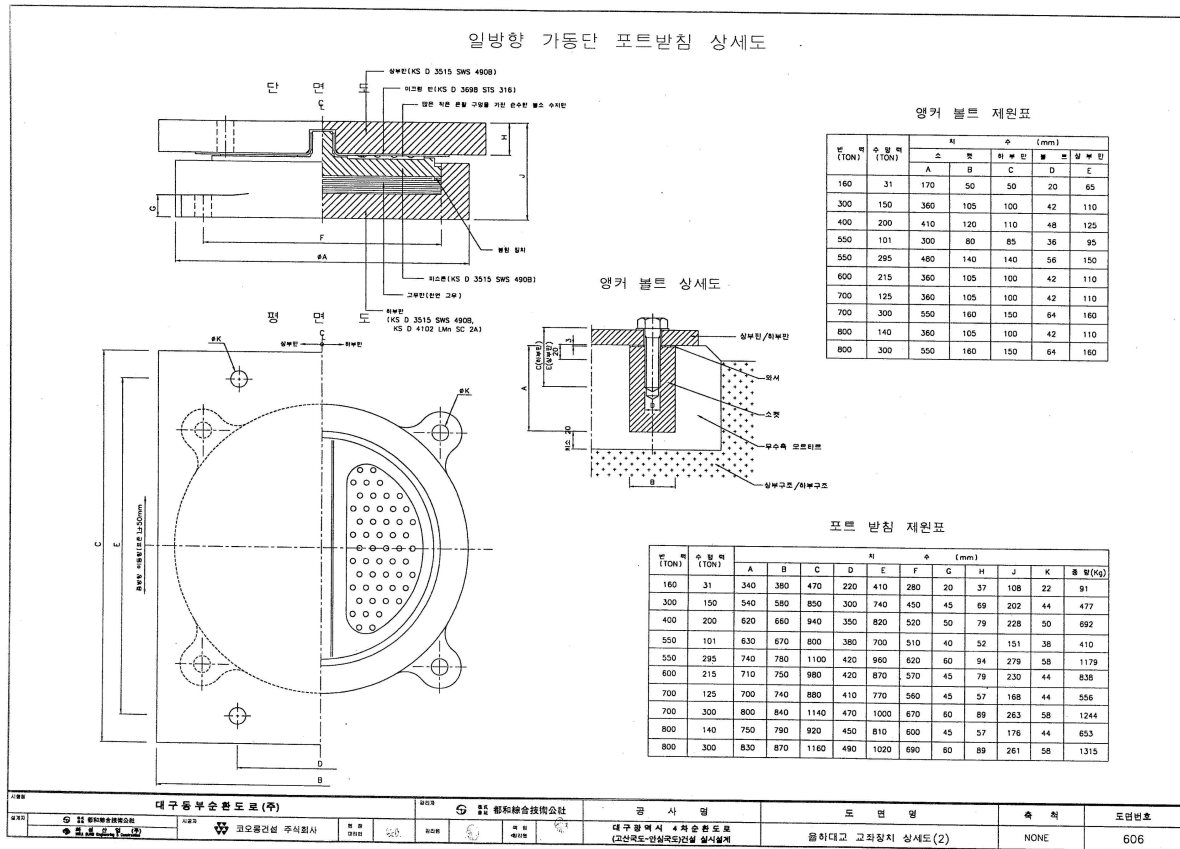


<그림 2.19> 교량받침 배치 평면도(2)

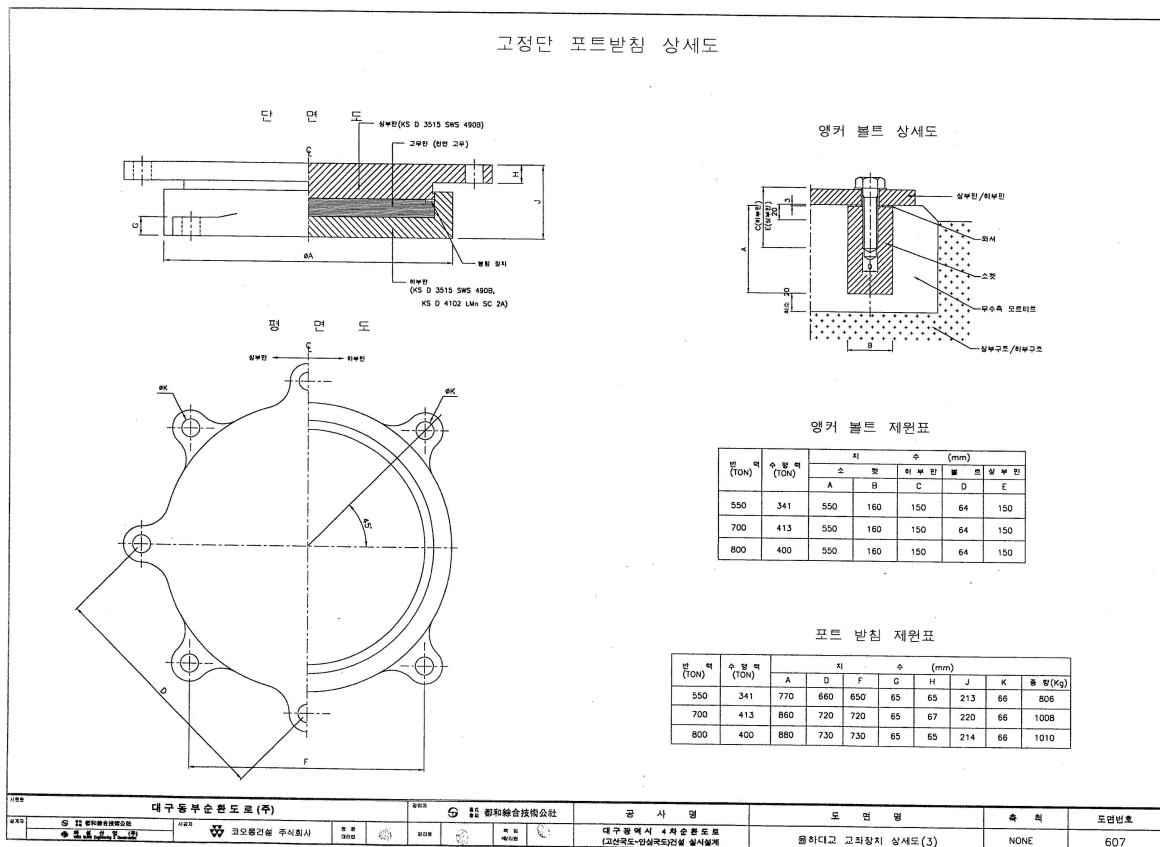


<그림 2.20> 교량받침 배치 평면도(3)

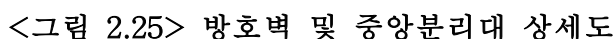
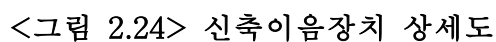
<그림 2.21> 교량받침 상세도(1)

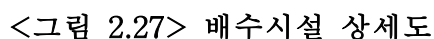
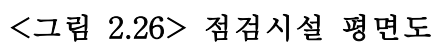


<그림 2.22> 교량받침 상세도(2)



<그림 2.23> 교량받침 상세도(3)





2.2.2 구조계산서

가) 설계기준

1.1.3 설계기준

1) 교량형식 : STEEL BOX GIRDER 교

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

3) 교량등급 : 1등급 (DB-24, DL-24)

4) 하 중 :

i) 사하중

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

o 강 계 : $W_s = 7.85 \text{ ton/m}^3$

o Ascon : $W_s = 2.3 \text{ ton/m}^3$

ii) 활하중

o DB-24, DL-24

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

6) 사용재료

i) 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$

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

iii) 강 계

o 주부재 : SWS 490 사용(상·하 Flange, Web, 종RIB, 수평보강재, 주부재 연결판)

o 부부재 : SWS 400 사용(주부재를 제외한 부재)

- 허용 인장응력

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

- 2 -

0280

- 허용 휨 압축응력 (kg/cm²)

강 종	SS 400 SWS 400 SMA 41	SWS 490
압축 플랜지가 직접 콘크리트 바닥판에 고정되어 있는 경우 상하, 좌·우, 좌·우 단면의 경우	1,400	1,900
상 기 의 경 우	$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$ $\frac{\ell}{b} \leq 4.5 : 1,400$ $(b) 4.5 < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,400$ $-24(\frac{\ell}{b} - 4.5)$	$\frac{\ell}{b} \leq 4.0 : 1,900$ $(b) 4.0 < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,900$ $-38(\frac{\ell}{b} - 4.0)$
	$\frac{A_w}{A_c} > 2$ $\frac{\ell}{b} \leq \frac{9}{k} : 1,400$ $(b) \frac{9}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,400$ $-12(\frac{\ell}{b} - 9)$	$\frac{\ell}{b} \leq \frac{8}{k} : 1,900$ $(b) \frac{8}{k} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ $1,900$ $-19(\frac{\ell}{b} - 8.0)$

여기서,

A_w : 복부판의 총단면적(cm²)

A_c : 압축플랜지의 총단면적(cm²)

ℓ : 압축플랜지의 고정점간의 거리(cm)

b : 압축플랜지의 폭(cm)

- 3 -

0290

- 허용 전단응력

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

iv) 고정력 볼트

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

7) 설계방법

i) 바닥판 : 극한강도 설계법

ii) PLATE GIRDER : 허용응력

8) 참고문헌

i) 도로교 표준 시방서..... 건설교통부

ii) 콘크리트 표준 시방서..... 건설교통부

III) 철근콘크리트 설계편람..... 건설교통부

- 4 -

0291

1.1.4 사용재료

가. 콘크리트

종 류	골재(mm)최대치수	기준강도(kg/cm ²)	적 용 구 조 물
1 종	25	$\sigma_{ck} = 270$	주형교량 SLAB (ST-BOX교)
2 종	25	$\sigma_{ck} = 240$	하부구조(교각, 교대, 기초, 난간벽), 접속슬라브
수 중 콘크리트	25	$\sigma_{ck} = 240$	현장타설 말뚝
3 종	40	$\sigma_{ck} = 210$	MASS 콘크리트, 중력식 옴벽
5 종	40	$\sigma_{ck} = 135$	면코르기 콘크리트

주 : 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.

나. 철 근

KS D 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

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

다. 강 계

1) 일반강재

· 주부재 : SWS 490 (상·하플랜지, 복부판, 종 RIB, 주부재 연결판, 수평보강재, 저점보강재)

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

- 5 -

0292

라. 주요재료 물리상수

1) 콘크리트

· 탄성계수: $E_c = 4,270 \text{ W}^{1/3} \sqrt{\sigma_{ck}} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 에 준하여 다음값을 사용해도 좋다.

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

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

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

· 건조수축계수: 20×10^{-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: $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

- 6 -

0293

나. 일반사항

1) 주형높이

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

2) 주형폭

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

3) 두께

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

4) 용접

- 플랜지 및 복판판의 용접을 T가 18mm 이상이면 X용접 T가 18mm 보다 작으면 V형 용접을 사용하였다.
- STEEL BOX 중첩리브의 교차점을 부재연결을 인장부는 용접을 하지 않고 압축부는 용접한다.
- 수직보강재 부착방법은 도로교 시방서 P203에 따른다.
- BUTT 용접시 인접부재와의 거리를 100 mm 이상 확보하였다.
- 단면이 다른 주요 부재의 닥대기 이음에 있어서는 두께 및 폭을 서서히 변화시켜 길이 방향의 경사가 1/5 이하가 되도록 하였다.
- 필렛용접의 치수는 최소 6mm로 하여 풍치수로 하는 것을 원칙으로 하였다.

- 8 -

0295

다. 사용재료

본 파입의 강도에 적용한 주요 사용재료는 다음과 같다.

- ① 콘크리트: 설계 기준 강도: $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$
탄성 계수: $E_c = 2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- ② 철근: 항복 강도: $\sigma_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$
탄성 계수: $E_c = 2.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- ③ 강재

- 주 부재: SWS 490 (상·하부 플랜지, 복판판, 종리브, DIAPHRAGM, 이음판, SOLE PLATE, 지점보강재, 수평보강재 등)
- 부 부재: SWS 400 (횡리브, 수직보강재, CROSS-BEAM, STRINGER 등)

라. 허용응력

1) 허용인장응력

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

2) 허용축방향 압축응력

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

3) 허용전단응력

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

- 9 -

0296

4) 항복응력

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

5) 바닥판 콘크리트의 허용압축응력

하중의 조합		증가율 (%)	
		경의 횡도멘트를 받는 부분	부의 횡도멘트를 받는 부분
1	크리프의 영향과 건조수축의 영향을 제외한 주하중	0	0
2	주하중	압축연	15
		인장연	0
3	주하중+바닥판콘크리트와 강재플보와의 온도차	압축연	30
		인장연	15
4	가시설하중	압축연	25
		인장연	25

마. 바닥판 설계

1) 인장력을 받는 바닥판의 배근 (도시 P241)

· 인장력을 받는 바닥판에서 콘크리트 단면을 무시하고 설계하는 경우에는 바닥판 단면의 2% 이상의 교축방향철근을 배근하여야 한다. 이 경우 교축방향 철근의 총주변장의 바닥판 콘크리트의 단면적에 대한 비, 즉 주강율은 0.045 cm/cm² 이상으로 배근하면 좋다.
· 상거 조건을 만족하기 위해 교축방향으로 H25원근을 12cm 간격으로 상·하면에 배치하였고, 중간지점을 포함한 0.3%의 범위에서 배치하도록 설계하였다.

2) 바닥판의 최소두께 (도시 P192, 구도로교 시방서 P781)

· 캔틸레버 바닥판

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

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

- 10 -

0297

을하대교 (시점측 교대)

1. 일반단면

교대높이 9.060 m
지판폭 5.400 m
지판길이 14.440 m

2. 설계조건

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

* 기초 바닥 N치 : 10.000

* 흙과 콘크리트의 마찰각

o 상시

안정점토시 (RANKINE 토압사용) : 0.000 deg

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

o 지진시

MonoNobe Okabe 공식사용 : 0.000 deg

직립기초 - Kh = 0.5A

경사말뚝 - Kh = 1.5A

-1121-

1351

* CON'C의 설계강도 : 240.000 kg/cm²
철근의 항복강도 : 3000.000 kg/cm²
* 과 재 하 중 : 1.000 t/m²
* 상부 전단 반력 : 18.796 t/M
* 활하중 반력 : 13.402 t/M
* 지진시 수평력 : 2.631 t/M
* 설계 가속도계수 : 0.140
* SHOE 마찰계수 : 0.100
* 지하수위 (지반 바닥에서) : -1.000 m
* 지반 마찰계수

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

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

-1122-

1352

1. 설계조건

1) 교차형식 : 라형교차

2) 내진등급 : 1등급

3) 응답수정계수 (R)

-교각진계시 : 5.0

-기초진계시 : 2.5

4) 탄성지진력 (내진해석참조)

① 교축직각방향

- P2 = 307.2 t

② 교축방향

- P2 = 495.85 t

5) 사용재료

① 콘크리트 : o ck = 240 kg/cm²

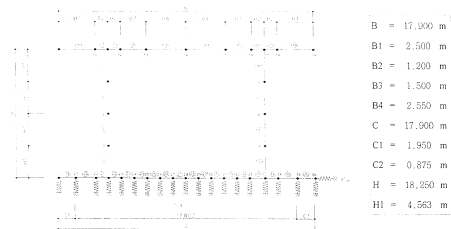
② 철근 : o y = 3000 kg/cm²

-1373-

1597

2. 교축직각방향

2.1 Modelling



2.2 단면성능 및 지반스트랩계수 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) 스트랩계수산정

$$E_s = 28N = 28 \times 40 = 1120 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_{s,s} = 1/30s E_s = 1/30 \times 1 \times 1120 = 37.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$B_s = \sqrt{(A_s)} = \sqrt{(1790.00 \times 700)} = 1119.37 \text{ cm}$$

$$K_s = K_o o(B_s/30)^{0.4} = 37.33 \times (1119 / 30)^{0.4} = 2.47 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_{s,s} = K_s A_s = 2.47 \times (87.50 \times 700) = 151471 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 15147.1 \text{ t/m}$$

$$K_{s,s} = 9.9 \times 10^9 \text{ t/m}$$

-1374-1598

1) 사하중

NO.	하중 (t)	거리 (m)	모멘트 (t·m)
1	$0.09 \times 0.56 \times 2.5 = 0.126$	0.955	0.120
2	$\frac{1}{2} \times 0.56 \times 0.06 \times 2.5 = 0.042$	0.890	0.037
3	$0.33 \times 0.15 \times 2.5 = 0.124$	0.925	0.115
4	$\frac{1}{2} \times 0.175 \times 0.125 \times 2.5 = 0.027$	0.808	0.022
5	$0.155 \times 0.125 \times 2.5 = 0.048$	0.788	0.038
6	$1 \times 0.25 \times 2.5 = 0.750$	0.500	0.375
7	$0.725 \times 0.08 \times 2.3 = 0.133$	0.363	0.048
8	$\frac{1}{2} \times 0.95 \times 0.05 \times 2.5 = 0.059$	0.357	0.022
9	$0.05 \times 0.05 \times 2.5 = 0.006$	0.025	0.0002
TOTAL	1.315		0.777

$$\therefore Md = 0.777 \text{ t} \cdot \text{m}$$

2) 활하중 (DB-24 : Pr=0.6t)

윤하중 분포폭

$$E = 0.8 \cdot X + 1.14 = 0.8 \cdot 0.475 + 1.14 = 1.52 \text{ m} \quad \text{여기서, } X = 0.475 \text{ m}$$

중력계수

$$i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 0.475) = 0.371 > 0.3 \quad \therefore i = 0.3$$

$$M_{H1} = Pr/E \cdot X \cdot (1 + i) = (9.6 / 1.52) \times 0.475 \times (1 + 0.3)$$

$$= 3.900 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

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

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

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

여기서, V : 차량의 설계속도 (km/h)

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

4) 풍하중 (도.시 p.56 참조)

$$D = 0.300 + 0.155 + 0.175 + 0.560 + 2.400 = 3.590 \text{ m}$$

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

$$1 < B/D = 4.022 < 8 \text{ 이므로}$$

$$[400 - 20(B/D)] D = 1147.2204 = 1.147 \text{ t/m}$$

$$P_w = 1.147 / 3.590 = 0.319 \text{ t/m}^2$$

$$H_w = 0.319 \times 0.810 = 0.258 \text{ t/m}$$

$$V_w = 0.785 \text{ M}$$

$$M_w = 0.258 \times 0.785 = 0.203 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

5) 하중 조합

$$\textcircled{1} M_{H1} = 1.3 M_0 + 2.15 M_{H1}$$

$$= 1.3 \times 0.777 + 2.15 \times 3.9 = 9.395 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

$$\textcircled{2} M_{H2} = 1.3 M_0 + 1.3 M_{H1} + 1.3 M_0$$

$$= 1.3 \times 0.777 + 1.3 \times 3.9 + 1.3 \times 1.583 = 8.138 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

$$\textcircled{3} M_{H3} = 1.3 M_0 + 1.3 M_{H1} + 1.3 M_0$$

$$= 1.3 \times 0.777 + 1.3 \times 3.9 + 1.3 \times 0.203 = 6.344 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

6) 바닥면의 최소 전두벽 (도.시 p.192)

$$h_{u1.1} = (8 \cdot L + 23) \times 1.1 = ((8 \times 0.475) + 23) \times 1.1 = 29.48 \text{ cm} \longrightarrow 30 \text{ cm 사용}$$

- 26 -

0313

- 27 -

0314

7) 철근량 계산

$$\text{설계모멘트 : } M_u = 9.840 \text{ (t} \cdot \text{m)} \quad (\text{방호벽측이 } M_{\text{max}} \text{일})$$

$$\text{유효 높이 : } d = 24 \text{ (cm), } \sigma_y = 4000 \text{ kg/cm}^2, \quad \phi_f = 0.85$$

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

$$\text{폭 : } b = 100 \text{ (cm),}$$

$$a = A_s \cdot \sigma_y / 0.85 \cdot \sigma_{ck} \cdot b = 0.174291939 \text{ As}$$

$$M_u = k_1 \cdot A_s \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2)$$

$$-296,296 \text{ As}^2 + 81600 \text{ As} - 984000 = 0 \text{ 에서}$$

$$A_s(\text{req}) = 12.639 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{단면철근비 : } P = A_s / (b \times d) = 0.0053$$

$$\text{최대철근비 : } P_{\text{max}} = 0.75 \times k_1 \times (\sigma_{ck} / \sigma_y) \times (6120 / (6120 + \sigma_y)) = 0.0260$$

$$\text{최소철근비 : } P_{\text{min}} = 14 / \sigma_y = 0.0035$$

$$A_s(\text{req}) = 12.639$$

$$A_s(\text{min}) = 8.400 \quad \therefore A_s = 12.639 \text{ cm}^2 \text{ 이상 사용하여야 한다.}$$

$$4/3 \times A_s = 16.852$$

$$\text{사용철근량 } A_s = H 16 \text{ @ } 125 = 15.888 \text{ cm}^2 \quad \text{--- OK !!!}$$

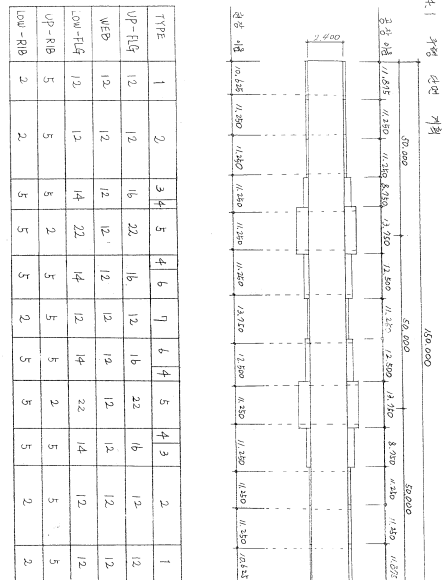
$$\phi M_n = 0.85 \times A_s \times \sigma_y \times (d - a/2) = 1221671 \text{ kg} \cdot \text{cm} = 12.217 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$a = A_s \cdot \sigma_y / (0.85 \cdot \sigma_{ck} \cdot b) = 2.769 \text{ cm}$$

$$\therefore \phi M_n = 12.217 \text{ t} \cdot \text{m} > M_u = 9.840 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{--- OK !!!}$$

- 28 -

0315



- 33 -

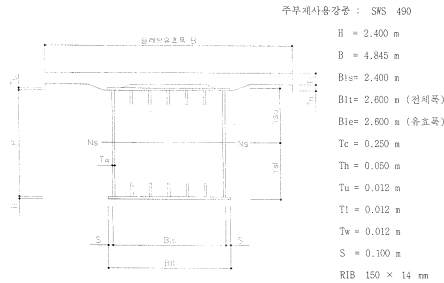
0329

2) 상부구조

4.2 주형 단면 성능 계산 (단면적 산정시)

1) SECTION TYPE 1

① 내측 거더



단면 제원

단 면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
강단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	484.5	25.0	12112.50	137.50	1665468.8	229001960.0	630859.4

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

- 34 -

0321



(1) 합성 전

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

(2) 합성 후

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

* 순수 비틀림 상수(합성전)

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

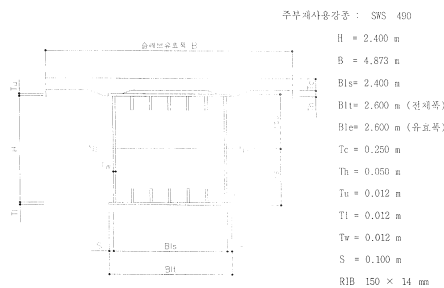
* 순수 비틀림 상수(합성후)

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

- 35 -

0322

② 외측 거더



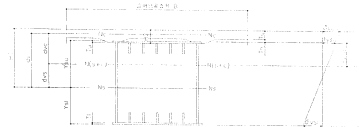
단면 제원

단 면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A*Y(cm ³)	A*Y ² (cm ⁴)	Ix(cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
강단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	487.3	25.0	12182.50	137.50	1675093.8	230325397.5	634506.2

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

- 36 -

0323



(1) 합성 전

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

(2) 합성 후

$$\begin{aligned}
 A_v &= A_s + A_c/n = 2869.813 \text{ cm}^2 \\
 I_c/n &= 79313.2 \text{ cm}^4 \\
 dv &= Y_{su} - T_u + T_h + T_c/2 = 132.238 \text{ cm} \\
 dvc &= dv \cdot A_s / (A_c/n + A_s) = 62.068 \text{ cm} \\
 dvs &= dv - dvc = 70.170 \text{ cm} \\
 Y_{vcu} &= dvc + T_c/2 = 74.568 \text{ cm} \\
 Y_{vcl} &= Y_{vcu} - T_c = 49.568 \text{ cm} \\
 Y_{vsu} &= Y_{vcu} - H/2 + T_u = 45.768 \text{ cm} \\
 Y_{vsl} &= H + T_u + T_l - Y_{vsu} = 196.632 \text{ cm} \\
 I_v &= I_s + I_c/n + A_s \cdot dvs^2 + A_c/n \cdot dvc^2 = 26244732.792 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

* 순수 비틀림 상수(합성전)

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

* 순수 비틀림 상수(합성후)

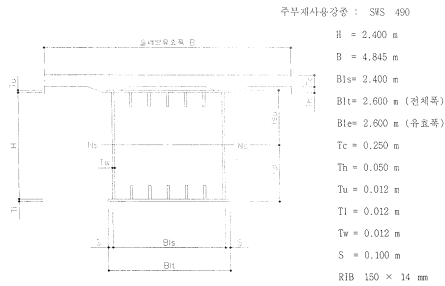
$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12} + \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2 + 1.200 + 1.200}}{t_u + t_w + t_l} = \frac{241.2 \cdot 2 \times 241.2 \cdot 241.2}{4.325 + 1.200 + 1.200} = 20551153 \text{ cm}^4$$

- 37 -

0324

2) SECTION TYPE 2

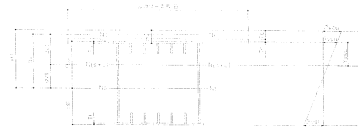
① 내측 거더



단면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A ₁ Y ₁ (cm ³)	A ₂ Y ₂ (cm ³)	I _x (cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
강단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	484.5	25.0	12112.50	137.50	1665468.8	229001960.0	630859.4

* As = 1347.00 cm², Ac = 12112.50 cm²

- 38 -
0325



(1) 합성 전

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

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

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

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

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

(2) 합성 후

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

* 순수 비틀림 상수(합성전)

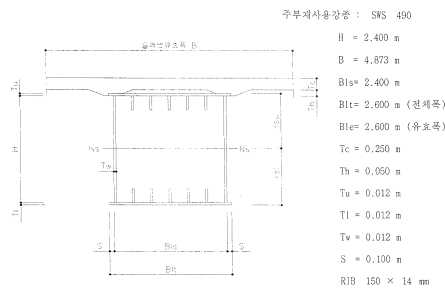
$$K = \frac{\frac{4 \cdot b^3 \cdot h^3}{12 \cdot b \cdot h} + \frac{4 \times (241.2)^2 \times (241.2)^2}{241.2 \cdot 2 \times 241.2}}{t_u + t_w + t_l} = \frac{16838878.2 \text{ cm}^4}{1.200 + 1.200 + 1.200}$$

* 순수 비틀림 상수(합성후)

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

- 39 -
0326

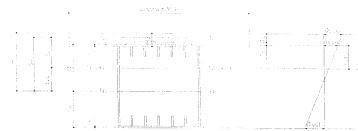
② 외측 거더



단면	B(cm)	H(cm)	AREA(cm ²)	Y(cm)	A ₁ Y ₁ (cm ³)	A ₂ Y ₂ (cm ³)	I _x (cm ⁴)
1 - UPPER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	37627.2	4537840.3	37.4
5 - UPPER RIB	1.4	15.0	105.00	112.50	11812.5	1328906.3	1968.8
2 - WEB	1.2	240.0	576.00	0.00	0.0	0.0	2764800.0
2 - LOWER RIB	1.4	15.0	42.00	112.50	-4725.0	531562.5	787.5
1 - LOWER FLANGE	260.0	1.2	312.00	120.60	-37627.2	4537840.3	37.4
강단면 합계			1347.00		7087.5	10936149.4	2767631.1
1 - RC SLAB	487.3	25.0	12182.50	137.50	1675093.8	230325397.5	634505.2

* As = 1347.00 cm², Ac = 12182.50 cm²

- 40 -
0327



(1) 합성 전

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

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

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

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

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

(2) 합성 후

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

$$I_c/n = 79313.2 \text{ cm}^4$$

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

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

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

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

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

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

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

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

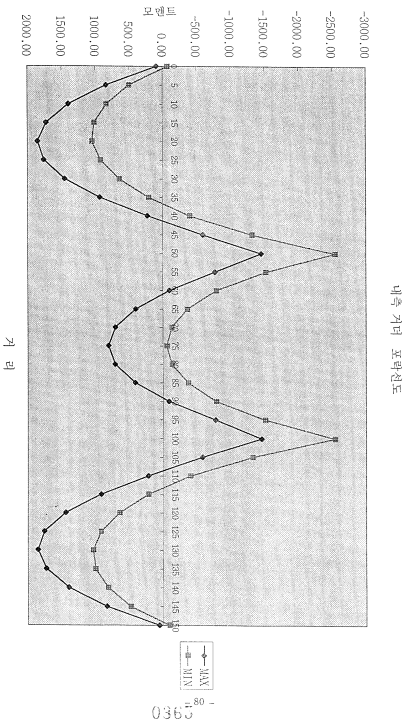
* 순수 비틀림 상수(합성전)

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

* 순수 비틀림 상수(합성후)

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

- 41 -
0328

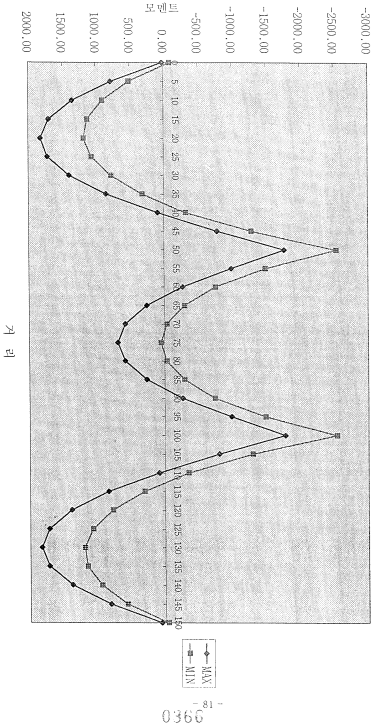


4.7.2차 모멘트 영향계수 산정

- 1) 개요
- 강합성형 교량에서는 사하중과 활하중에 의한 응력 이외에 전소수축, 크리프, 장-변형률 온도차에 의한 응력이 발생된다. 한편 강합성형교가 2경간 이상의 연속교일 경우에는 전소수축, 크리프, 온도차에 의해 부정정력이 추가적으로 발생되며, 이같은 하중을 2차 모멘트라고 한다.
- 2차 모멘트는 정정계의 모멘트인 1차 모멘트에 영향계수 k 를 곱하여 구하는 방법이 일반적이며, 영향계수 k 값은 구조제의 양단에 $M = 1 \text{ t.m}$ 를 작용시켜 얻어지는 휨모멘트 값을 사용하면 된다.
- 2) Modelling



TYPE	합성전			합성후			비고
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1 내측거더	0.1347	0.1366483	0.1226314	0.10838975	0.2861	0.26210465	0.4180702
외측거더	0.1347	0.1366483	0.1226314	0.10838975	0.2870	0.26210465	0.4180702
2 내측거더	0.1347	0.1366483	0.1226314	0.10838975	0.2861	0.26210465	0.4180702
외측거더	0.1347	0.1366483	0.1226314	0.10838975	0.2870	0.26210465	0.4180702
3 내측거더	0.1366	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3380	0.30669062	0.4279562
외측거더	0.1366	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3389	0.30669062	0.4279562
4 내측거더	0.1366	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3380	0.30669062	0.4279562
외측거더	0.1366	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3389	0.30669062	0.4279562
5 내측거더	0.1367	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3380	0.30669062	0.4279562
외측거더	0.1367	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3389	0.30669062	0.4279562
6 내측거더	0.1366	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3380	0.30669062	0.4279562
외측거더	0.1366	0.13774883	0.1314194	0.11717589	0.3389	0.30669062	0.4279562
7 내측거더	0.1347	0.1366483	0.1226314	0.10838975	0.2870	0.26210465	0.4180702
외측거더	0.1347	0.1366483	0.1226314	0.10838975	0.2870	0.26210465	0.4180702
가도보(중량부)	0.0288	0.00151904	0.0002728	0.0000118			
	0.0282	0.0009626	0.0002728	0.0000112			



3) 하부구조

2) 단면검토

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

*** 소요철근량 계산 ***

극한모멘트 (Mu) = 16439478.000 kg.cm
평형모멘트 (Mb) = 0.85 × σck × A × B × (D-A/2) × 0.85
= 110466544.000 kg.cm

여기서 A = K × X = 71.299

σck < 280

K = 0.85

σck > 280

K = 0.85 - (σck - 280) × 0.007/10

X = 6120 × D / (6120 + σy) = 83.882 cm

--- Mu < MB ---

인장철근량 (As) = Mu / (σy × (D-AC/2) × 0.85) = 53.242 cm²

여기서 A = (0.85 × σck × B × D - D-SQRT ((0.85 × σck × B × D)²

- 2 × σck × B × Mu)) / (0.85 × σck × B) = 7.830 cm

단면철근비 (P) = As / (B × D) = 0.004

최대철근비 (Pmax) = 0.75 × 0.85 × σck × A / (σy × D) = 0.029

최소철근비 (Pmin) = 14 / σy = 0.005

-1130-

1360

--- P < PMIN 인 경우 ---

균열모멘트 (Mc) = Zc (σcb + N/Ac) = 10121396.000 kg.cm

Mc : 균열모멘트

Zc : 콘크리트 부재의 단면계수

σcb : 콘크리트의 휨인장강도

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

균열모멘트가 설계모멘트의 4/3배 이하이므로 최소철근량 배치

최소철근량 : (1) 4/3 × As = 70.990 cm²

(2) 14/SSY × B × D = 58.333 cm²

(3) 0.002 × B × D = 25.000 cm²

최소철근량 Asmin = 58.333 cm²

그러므로 As = 58.333 이상 사용하여야 한다.

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

설계모멘트강도 ΦMn = 0.85 × (As × σy × (D-A/2))

= 19125012.500 kg.cm

*** 전단력 검토 ***

극한전단력 Su = 48002.441 kg

콘크리트 전단설계강도 ΦSc = 71843.836 kg

ΦSc = 71843.836 kg > Su = 48002.441 kg

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

-1131-

1361

5. PILE 설계

1) 말뚝 설계조건

말뚝 지경 : 40.640 cm
말뚝 두께 : 0.900 cm
말뚝의 부식두께 : 0.200 cm
말뚝 길이 : 15.500 m
지상돌출부 길이 : 0.000 m
말뚝의 열 수 : 4
말뚝의 경사 : PILE NO. 1 = 10.000 deg
PILE NO. 2 = 0.000 deg
PILE NO. 3 = 0.000 deg
PILE NO. 4 = 0.000 deg

1/β 부근의 N 값 : 20

2) 말뚝의 선단 허용지력

말뚝의 면적 = 86.953 cm²
선단폐쇄면적 (A) = 1271.762 cm²
단면2차 모멘트 = 16998.213 cm⁴
탄성계수 = 2100000.000 Kg/cm²

a) 수직 허용지력

말뚝선단의 N치 = 40

Va = 1/3 × 30 × N × A/10000 = 50.870 t (상시) /

Va = 1/2 × 30 × N × A/10000 = 76.306 t (지진시)

-1133-

1363

3) 말뚝군의 도심에 작용하는 하중 (실하중)

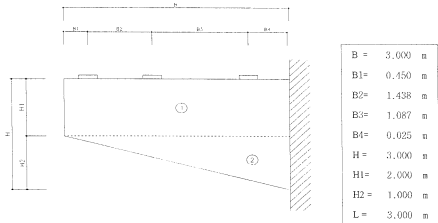
(단위 : ton, m)

구분	상부중 사중진	지하수위부시		지하수위고려			
		CGE-1 배재하시	CGE-2 제하시	CGE-3 배재하시	CGE-4 제하시	CGE-5 배재하시	CGE-6 제하시
기초 폭	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
교대 길이	14.440	14.440	14.440	14.440	14.440	14.440	14.440
수평력	22.987	23.466	23.466	44.903	23.466	23.466	44.903
연직력	75.686	109.884	94.482	94.482	109.884	94.482	94.482
전상향	0.409	0.436	0.923	1.715	0.436	0.923	1.715
모멘트	36.990	50.069	49.448	182.077	50.069	49.448	182.077

-1134-

1364

2.6.1 Coping 설계



1) 하중산정

① 자 중

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

② 상부사하중

$$R01 = 42.60 + 180.55 + 42.60 = 265.75 \text{ t}$$

③ 상부활하중

$$R1 = 33.93 + 57.22 + 33.93 = 125.08 \text{ t}$$

④ 하중조합 (1.3 x 사하중 + 2.15 x 활하중)

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

$$Mu = 1.3 \times 45.00 \times 1.500 + 1.30 \times 11.250 \times 1.000 + 1.30 \times 42.60 \times 2.55 + 1.30 \times 180.55 \times 1.112 + 1.30 \times 42.60 \times 0.025 + 2.15 \times 33.93 \times 2.55 + 2.15 \times 57.22 \times 1.112 + 2.15 \times 33.93 \times 0.025 = 830.63 \text{ t.m}$$

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

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

1.3.98-

1563

2.6.2 내압반원(Corbel)에 의한 검토

1) 작용하중

① 수직전단력 : $Vu = 687.522 \text{ TON}$

② 수평하중

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

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

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

2) 개별하중에 의한 철근량 계산

① 합모멘트에 대한 철근 (Af)

$$Af = \frac{Mu}{\phi \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2)} = \frac{885.630 \times 10^3}{0.8 \times 3000 \times 238} = 155.05 \text{ cm}^2$$

② 수평하중에 대한 철근 (An)

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

③ 전단마찰철근 (Avf)

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

3) 주철근 및 피복스터럽 산정

① 주철근

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

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

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

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

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

② 피복스터럽

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

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

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

$$\therefore \text{USE } 36 - \text{D } 22 \text{ (} As = 139.36 \text{ cm}^2 \text{)}$$

(2/3 d 이하에 배치)

-1339-

1564

2.6.3 철근량 산정

가) 11번부재 - 12단철근 (- MOMENT)

(1) 입력자료

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

(2) 철근량 산정

균형철근비 $Pb = 0.0387868$ 최대철근비 $Pmax = 0.0290901$

최소철근비 $Pmin = 0.0046667$

최소철근량 $As(min) = 399.00$ (cm²)

해석요구량 $As(req) = 127.37$ (cm²)

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

그리므로 요구되는 $As = 169.83$ (cm²)

사용철근량 $As(use) = 283.75$ (cm²)

D 25 x 6EA = 283.75 (cm²)

사용철근비 $P(use) = 0.0033187$

$a = 13.909$ (cm)

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

(3) 전단 검토

- $\phi \cdot Sc = 491.412 < Su = 547.3$ (t) $\therefore$ 전단 보강 필요

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

- 수직 전단철근 가정.

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

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

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

- 수평 전단철근 가정.

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

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

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

- 철근이 부담하는 전단강도.

$$Ss = \left(\frac{Av}{Sv} \cdot \frac{Ln}{d} \right) + \left(\frac{Avh}{Svh} \cdot \frac{Ln}{d} \right) \cdot \sigma_y \cdot d = 786.855 \text{ (t)}$$

- 공칭 전단강도.

$Su = Sc + Ss = 702.017 + 786.86 = 1488.872$ (t)

$< 0.18(10 \cdot Ln/d) \cdot \sigma_{ck} \cdot b \cdot d = 3270.907$ (t)

- 전단강도 검토.

$Sd = \phi (Sc + Ss) = 1042.2$ (t) $> Su = 547.3$ (t) $(Sd/Su = 1.90) \therefore O.K !!!$

-1340-

1565

2.7 적외선검

1) 단면적관리

① 합모멘트

(단위 : t.m)

하중경우	절점-22	절점-28	절점-34	비고
Case 1	812.77	-1939.01	877.92	
Case 2	714.11	-1716.20	756.39	
Case 3	708.95	-1661.47	751.22	
Case 4	738.10	-1649.49	675.72	
Case 5	733.14	-1597.04	670.76	
Case 6	644.92	-1305.90	475.71	

② 전단력

(단위 : ton)

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

-1342-

1567

2.8 검토설계

1) 단면역 정리(국한하중)

하중경우	속 력		단 면 력	합모멘트	비 고
	Pu	Su			
Case 1	-1788.66	- 1.15		87.02	
Case 2	-1538.15	- 2.02		80.61	
Case 3	-1838.15	- 5.19		116.14	
Case 4	-1446.79	-23.91		255.89	
Case 5	-1446.79	-23.89		313.36	
Case 6	-1128.45	-20.63		248.60	

2) 철근배산정 (다음 Page 참조)

-1345-

1570

1) Title (소요철근 산정) :

2) 설계기준

- 콘크리트 설계기준 강도 (σ_{ck}) : 240 kg/cm²
- 철근 항복 강도 (σ_{yk}) : 3000 kg/cm²
- 콘크리트 탄성계수 (E_c) : 230000 kg/cm²
- 철근 설계 덮개 (d') : 15.0 cm

3) 기하입력 자료 (원형단면)

- 직 경 (Diameter) : 120.00 cm
- 비지리 길이 (r_d) : 1410.00 cm
- 유효깊이계수 (α_x) : 2.0
- 유효깊이계수 (α_y) : 2.0

4) 소요철근량 및 부정강도

1) Load Case 1

- 국한속하중 : $P_u = 1788.660$ ton
- 국한모멘트 (X) : $M_{ux} = 87.020$ t.m
- 국한모멘트 (Y) : $M_{uy} = .000$ t.m
- X축 세장비 : $\lambda_x = 53.7$
- Y축 세장비 : $\lambda_y = 53.7$
- 사하중 모멘트 비 : $\beta_{dx} = 0.000$
- : $\beta_{dy} = 0.000$
- X축 확대모멘트 : $\phi M_{ux} = 107.824$ t.m
- Y축 확대모멘트 : $\phi M_{uy} = .000$ t.m
- 합성 확대모멘트 : $\phi M_u = 107.824$ t.m
- 중립축 회전각 : $\theta_{rot} = .000$ Deg
- 최소편심 : $E_{min} = 21.33$ cm
- 평형편심 : $E_b = 58.11$ cm
- 작용편심 : $E_{app} = 6.83$ cm

∴ 영역 1 → 최소편심 구간

- 소요철근량 : $A_{st} = 452.389$ cm²
- 소요철근비 : $P_r = 1.000$ %
- 평형속하중 : $\phi P_b = 3426.989$ ton
- 평형모멘트 : $\phi M_b = 1991.296$ t.m
- 강도감소계수 : $\phi = 0.650$
- 공칭속하중 : $\phi P_n = 5456.684$ ton

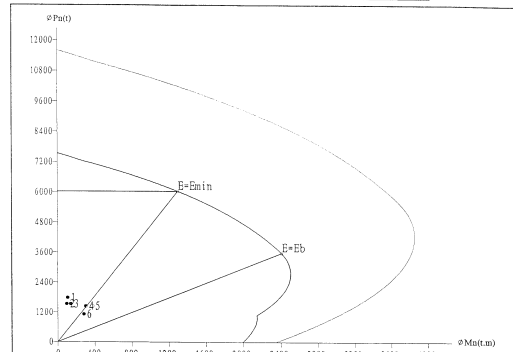
2) Load Case 2

- 국한속하중 : $P_u = 1538.150$ ton
- 국한모멘트 (X) : $M_{ux} = 80.610$ t.m
- 국한모멘트 (Y) : $M_{uy} = .000$ t.m
- X축 세장비 : $\lambda_x = 53.7$
- Y축 세장비 : $\lambda_y = 53.7$
- 사하중 모멘트 비 : $\beta_{dx} = 0.000$
- : $\beta_{dy} = 0.000$

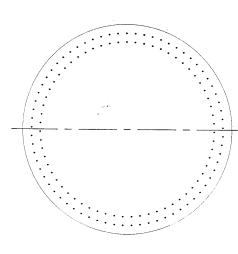
∴ 영역 1 → 최소편심 구간

- 소요철근량 : $A_{st} = 452.389$ cm²
- 소요철근비 : $P_r = 1.000$ %
- 평형속하중 : $\phi P_b = 3426.989$ ton
- 평형모멘트 : $\phi M_b = 1991.296$ t.m
- 강도감소계수 : $\phi = 0.650$
- 공칭속하중 : $\phi P_n = 5456.684$ ton

P-M INTERACTION DIAGRAM



RE-BAR ARRANGEMENT



- * MINIMUM ECCENTRICITY
 $E_{min} = 21.480$ $\phi P_{min} = 6031.823$
 $\phi M_{min} = 1295.637$
- * BALANCED ECCENTRICITY
 $E_b = 67.429$ $\phi P_b = 3569.989$
 $\phi M_b = 2407.228$
- * RE-BAR
1 Layer D29 x 69EA
2 Layer D29 x 63EA
Total Ast = 847.968 SqCm

-1354-

1579

- X축 확대모멘트 : $\phi M_{ux} = .000$ t.m
- 합성 확대모멘트 : $\phi M_u = 96.645$ t.m
- 중립축 회전각 : $\theta_{rot} = .000$ Deg
- 최소편심 : $E_{min} = 21.33$ cm
- 평형편심 : $E_b = 58.11$ cm
- 작용편심 : $E_{app} = 6.28$ cm
- ∴ 영역 1 → 최소편심 구간
- 소요철근량 : $A_{st} = 452.389$ cm²
- 소요철근비 : $P_r = 1.000$ %
- 평형속하중 : $\phi P_b = 3426.989$ ton
- 평형모멘트 : $\phi M_b = 1991.296$ t.m
- 강도감소계수 : $\phi = 0.650$
- 공칭속하중 : $\phi P_n = 5456.684$ ton

3) Load Case 3

- 국한속하중 : $P_u = 1538.150$ ton
- 국한모멘트 (X) : $M_{ux} = 116.140$ t.m
- 국한모멘트 (Y) : $M_{uy} = .000$ t.m
- X축 세장비 : $\lambda_x = 53.7$
- Y축 세장비 : $\lambda_y = 53.7$
- 사하중 모멘트 비 : $\beta_{dx} = 0.000$
- : $\beta_{dy} = 0.000$
- X축 확대모멘트 : $\phi M_{ux} = 139.243$ t.m
- Y축 확대모멘트 : $\phi M_{uy} = .000$ t.m
- 합성 확대모멘트 : $\phi M_u = 139.243$ t.m
- 중립축 회전각 : $\theta_{rot} = .000$ Deg
- 최소편심 : $E_{min} = 21.33$ cm
- 평형편심 : $E_b = 58.11$ cm
- 작용편심 : $E_{app} = 9.05$ cm
- ∴ 영역 1 → 최소편심 구간
- 소요철근량 : $A_{st} = 452.389$ cm²
- 소요철근비 : $P_r = 1.000$ %
- 평형속하중 : $\phi P_b = 3426.989$ ton
- 평형모멘트 : $\phi M_b = 1991.296$ t.m
- 강도감소계수 : $\phi = 0.650$
- 공칭속하중 : $\phi P_n = 5456.684$ ton

4) Load Case 4

- 국한속하중 : $P_u = 1446.790$ ton
- 국한모멘트 (X) : $M_{ux} = 255.890$ t.m
- 국한모멘트 (Y) : $M_{uy} = .000$ t.m
- X축 세장비 : $\lambda_x = 53.7$
- Y축 세장비 : $\lambda_y = 53.7$
- 사하중 모멘트 비 : $\beta_{dx} = 0.000$
- : $\beta_{dy} = 0.000$
- X축 확대모멘트 : $\phi M_{ux} = 303.210$ t.m

-1347-

1572

2.3 기존 점검 및 진단자료 분석

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

2.3.1 기존 점검이력

<표 2.2> 기존 점검이력

번 호	점검·진단 기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단 구분	점검·진단 책임기술자		검토·분석내용
1	2003.02.24. ~ 2003.04.25	(주)한국건설 안전기술단	A	1) 교면포장(외관상태 양호: 아스콘변형및 파손에 대해 주기적관찰필요) 2) 방호벽 .중앙분리대(진구간 상태양호 : 향후 균열등에 대비해 주기적 관찰필요) 3) 바닥판하면(외관상태 양호: 향후 발생가능한 누수나 균열에 대비 주기 적 관찰필요)
	정밀안전 점검	유흥렬		☞ 검토의견 - 전반적으로 양호한 상태
2	2005.05.12. ~ 2005.07.05	(주)혜성안전 기술원	A	1) 교량의 안전성 및 사용성이 양호하며 국부적인 경미한 손상이 발생한 상태임. 정밀안전진단 필요성 없음.
	정밀안전 점검	정갑출		☞ 검토의견 - 미세균열 표면처리 보수, 배수구 정비 등
3	2007.04.05. ~ 2007.05.31	부계 기술단(주)	A	1) 0.2mm이하 균열, 표지병 파손, 텔리네이터 파손, 교량받침 녹발생
	정밀안전 점검	장용순		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 지속적 관찰, 교량받침 채도장이 필 요함.

번호	점검·진단 기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요 점검 · 진단내용
	점검·진단 구분	점검·진단 책임기술자		검토·분석내용
4	2009.04.07. ~ 2009.06.30	(주)동화엔지니어링	A	1) 상·하부구조에 폭 0.1~0.2mm이하의 일방향, 이방향 균열이 발생한 상태로, 균열폭, 균열패턴을 감안하여 볼 때 건조수축에 의한 비구조적인 균열이 주를 이루는 것으로 판단되며 현 상태에서의 보수보다는 균열 폭의 변화여부를 지속적으로 관찰하고 향후 균열의 진전이 확인될 시 보수여부를 결정함이 바람직할 것으로 판단된다. 2) 상부 아스팔트에 나타는 균열은 차량의 주행에 따른 것으로서 균열의 길이는 크나 주행성에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 3) 신축이음의 부분적인 부식과, 비구조적인 후타재 균열은 구조적인 결함을 보일만한 것은 아니지만 교량의 사용성에 영향을 미칠수 있으므로 지속적인 관찰이 필요하다. 4) 배수파이프 미설치로 인한 누수방지를 위해 파이프를 설치하여야 한다. 5) 부분적으로 일어난 데리네이트 유실로 인해 야간통행 기능성 저하 및 미관 불량에 이유로 보수하도록 한다.
	정밀안전 점검	이상협		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 적절한 보수 및 주의관찰이 필요함.
5	2012.03.05. ~ 2012.06.30	(주)아워브레인	B	1) 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. 2) 주요 손상으로는 바닥판하면 균열, 주형내부 우수유입 및 도장손상, 하부구조 균열, 신축장치 후타재 균열 및 방호벽 균열 등이다. 3) 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트의 강도 및 탄산화, 철근 배근상태 등은 전반적으로 설계기준이나 시방기준에 만족하는 것으로 평가되었다. 강제 비파괴시험 결과, 주형의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 나타났으며, 주형 내,외부에 대한 도막두께 또한 양호한 상태로 측정되었다. 4) 대상교량의 상태평가 결과, 환산결합도 점수가 범물방향은 0.197, 안심방향은 0.203으로 전체 교량의 환산결합도 점수는 0.200 으로 산정되어 상태평가등급은 'B'로 평가되었다. SPG구간 및 STB 구간에 대한 구조 해석 및 재하시험 결과, 모든 부재에서 안전율이 1.0 이상으로 설계하중(DB(DL)-24)을 만족하고 있으며, 공용내하력 평가결과 설계하중을 상회하고 있는바, 대상교량의 안전성 평가 결과는 기준 'A'로 평가되었다. 5) 범안대교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가등급은 "B"이다.
	정밀안전 진단 (하자)	유근무		☞ 검토의견 - 표면처리, 수지주입, 단면보수, 도장보수가 필요함.

번호	점검·진단 기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단 구분	점검·진단 책임기술자		검토·분석내용
6	2014.02.15. ~ 2014.04.05	(주)삼우기술	B	1) 주요 손상으로는 신축장치 후타재 균열, 고무셀재 불량 및 교대, 교각의 콘크리트 파손, 미세균열 등으로 시설물의 구조적 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되나, 향후 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상 부위에 대한 적절한 보수 및 지속적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다
	정밀안전 점검	이달재		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 표면처리, 수지주입보수, 단면보수, 배수시설 정비가 필요함.
7	2016.02.19. ~ 2016.04.03	(주)우림종합 엔지니어링	B	1) 교면포장 : 망상균열,보수부재균열,이물질퇴적,포장패임,포장균열 2) 방호벽 : 균열, 굽힘 3) 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 설치불량 4) 신축이음 : 후타재균열, 망상균열, 토사퇴적 5) 거터내부 : 배설물 퇴적, 실링 불량 6) 하부구조 : 누수오염,누수흔적, 법면보호블록 침하
	정밀안전 점검	김길만		☞ 검토의견 - 범안대교의 현장조사(외관조사, 내구성조사)에 의한 상태평가 결과 『B등급(0.131)』으로 평가되었으며, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대해서는 단기적인 보수와 중점유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검이 시행된다면 내구성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 유지관리 하는데는 문제가 없을 것으로 판단된다.
8	2017.03.02. ~ 2017.06.09	(주)우림종합 엔지니어링	B	1) 교면포장 망상균열, 아스콘 균열, 패임, 토사퇴적 2) 콘크리트 방호난간 균열, 굽힘 3) 신축이음 본체 A2 하부 고무재 변형, 유간사이 이물질 퇴적 4) 도장박락, 화재 그늘음, 내부 도장 박락, SP 실링처리 미흡 5) 교대 미세균열, 교각 누수흔적 및 오염, 단면손상 6) 교량받침 도장들뜸, 고무재 탈락, 이동량 표시계 탈락 7) 배수관 위치불량, 배수구 막힘
	정밀안전 진단	김길만		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 재포장 및 교면방수, 균열보수, 표면보수, 거터 도장보수 및 실링보수, 배수관 길이연장 등의 보수 및 주의관찰이 필요함.

번호	점검·진단 기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요 점검 · 진단내용
	점검·진단 구분	점검·진단 책임기술자		검토 · 분석내용
9	2019.04.22. ~ 2019.06.09	(주)명성엔지니어링	B	1) 교면포장 : 아스콘 균열, 라벨링 2) 방호벽 및 중앙분리대 : 균열(cw=0.3mm미만), 백태, 긁힘 3) 배수시설 : 배수구 막힘, 배수관 이음부 누수 4) 신축이음 : 본체 하부 누수, 후타재 균열, 파손 5) 바닥판 : 균열(cw=0.3mm미만), 백태, 파손, 재료분리 6) 거더 : 도장박리 및 박락, 부식 및 변형 7) 받침장치 : 받침콘크리트 균열(cw=0.3mm미만), 파손 8) 교대 및 교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 파손 및 철근노출, 침하 등
	정밀안전 점검	이상훈		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 단면보수, 표면처리, 아스콘 패칭, 신축이음 하부 고무재 교체, 정비 등의 적절한 보수 및 주의관찰이 필요함.
10	2021.04.19. ~ 2021.06.09	주식회사 다인기술단	B	1) 바닥판 표면박리, 균열 2) 거더 강재변형 3) 교대 균열(W<0.3mm), 교대 실란트 파손, 교각 균열(W<0.3mm, 교각 망상균열, 교각 면박리,오염, 교각 파손, 교각 오염, 체수흔적, 교각 조류배설물퇴적 4) 받침콘크리트 균열 5) 아스콘 균열, 아스콘 파손 6) 방호벽 균열(W<0.3mm), 방호벽 백태균열, 접속부 단차 7) 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 배수관 누수오염 8) 후타재 균열, 차수커버 볼트탈락
	정밀안전 점검	김병준		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 단면보수, 실란트재마감, 청소, 아스팔트실링, 아스팔트패칭, 볼트재설치 등의 보수 및 주의관찰이 필요함

2.3.2 최근 정밀안전진단 분석

<표 2.3> 최근 정밀안전진단 분석

번호	점검·진단 기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단 구분	점검·진단 책임기술자		검토·분석내용
1	2017.03.02. ~ 2017.06.09	(주)우림종합 엔지니어링	B	1) 교면포장 망상균열, 아스콘 균열, 패임, 토사퇴적 2) 콘크리트 방호난간 균열, 굽힘 3) 신축이음 본체 A2 하부 고무재 변형, 유간사이 이물질 퇴적 4) 도장박락, 화재 그을음, 내부 도장 박락, SP 실링처리 미흡 5) 교대 미세균열, 교각 누수흔적 및 오염, 단면손상 6) 교량받침 도장들뜸, 고무재 탈락, 이동량 표시계 탈락 7) 배수관 위치불량, 배수구 막힘
	정밀안전 진단	김길만		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 재포장 및 교면방수, 균열보수, 표면 보수, 거더 도장보수 및 실링보수, 배수관 길이연장 등의 보수 및 주의 관찰이 필요함.

가) 외관조사 분석

구분	점검 결과	검토의견
바닥판	종조인트부 우수유입에 의한 콘크리트 백태가 일부 발생 및 캔틸레버 건조수축균열이 조사되어 유지관찰이 필요	균열 진전여부, 신규손상 발생여부 확인
강재주형 및 2차부재	거더 외부는 도장 들뜸 및 박락, 그을음, 배설물 퇴적 등이 조사 내부는 도장손상, 실링처리 미흡, 배설물 퇴적이 발생	강재변형부 및 내부 실링처리 확인, 도장손상 추가 및 진전여부
교대 및 교각	일부 균열, 망상균열, 기둥하부 누수오염, 국부 파손 등의 손상이 발생	균열 진전여부, 신규손상 발생여부 확인
교량받침	국부 도장들뜸, 고무재 탈락, 이동량 표시계 파손 등이 조사	기존손상 진전여부, 가동 여유량 검토
신축이음	일부 유간토사퇴적, 후타재 균열, 하부 고무지수재 변형 등이 조사	신축이음 가동여유량 검토
교면포장	망상균열, 아스콘 패임, 시점 토공구간의 아스콘 망상 균열이 조사	주행차량 영향여부 확인
배수시설	배수구 막힘 발생, 배수관은 P4 교각기둥 하부 배수관 길이부족에 의한 콘크리트 열화가 발생	배수 지장여부 확인, 2차손상 발생 여부
난간, 연석	균열(c/w=0.3mm미만, 이상)이 다수 발생, 굽힘 등이 조사	균열, 굽힘 진전 여부 확인

나) 비파괴조사 분석

구 분	시험 결과	검토의견
콘크리트 강도	· 보정코어강도 : 24.4 (상부), 21.7 ~ 23.1 MPa (하부) · 상부구조(범물) 비파괴 강도 : 27.3 ~ 30.5 MPa (반발경도법) · 상부구조(안심) 비파괴 강도 : 27.2 ~ 31.0 MPa (반발경도법) · 하부구조(범물) 비파괴 강도 : 24.6 ~ 25.7 MPa (반발경도법) · 하부구조(안심) 비파괴 강도 : 24.3 ~ 26.0 MPa (반발경도법) · 설계기준강도(상부구조: 27 MPa, 하부구조: 24 MPa)를 상회하는 것으로 측정됨.	대체로 양호한 것으로 판단됨, 반발경도 및 초음파 전달속도를 이용한 비파괴 강도 검토
탄산화 시험	· 상부구조 탄산화 깊이 : 6.5~13.7 mm (기준 b) · 하부구조 탄산화 깊이 : 5.5~17.5 mm (기준 a) · 탄산화 잔여 깊이가 최소 10~30mm 미만이며 일부 피복두께가 작은 구간은 주기적인 측정을 통한 주의관찰 필요함.	대체로 양호한 것으로 판단됨, 탄산화 깊이 진행상태 및 측정부위의 실측피복과 비교 검토
철근탐사 시험	· 배근간격 : 상·하부구조 모두 대체로 설계상태와 일치함. · 피복두께 : 설계상태 이상으로 측정됨.	대체로 양호한 것으로 판단됨
균열깊이 측정	· 균열(폭 0.3mm미만) 상부구조 3개소, 하부구조 3개소 측정결과, 피복두께를 초과하지 않은 상태	대체로 양호한 것으로 판단됨, 균열조사후 균열 깊이 측정 확인
염화물 함유 량시험	· 상부구조 염화물 함유량 : 0.2308 kg/m³ (기준 a) · 하부구조 염화물 함유량 : 0.0747 kg/m³ (기준 a)	조사수량 지침에 맞게 추가 검토
초음파 탐상시험 (UT)	· 강재거더 내부 맞대기용접부 조사개소 : 158 개소(S1~S11) · 불합격 개소 : 0 개소 · KS B 0896의 판정기준에 의거 불합격 결함은 조사되지 않았음.	조사수량 지침에 맞게 검토
도막두께 측정	· 범물방향 : 외부 272~347μm, 내부 226~335μm · 안심방향 : 외부 239~347μm, 내부 219~28μm · 내외부 모두에서 기준도막두께(외부 195μm, 내부 150μm) 이상의 두께를 확보	조사수량 지침에 맞게 검토

다) 상태평가 평가 분석

1) 범물방향

교량명 : 범안대교(범물방향) - S1(SPG)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식		바닥판	거터	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	A1	SPG	b	a	a	b	b	b	b	a	b	Q	x	a	x	x
평균			0.200	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	0.100	0.200	N/A	0.000	0.100	x	x
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	x	x
(평균x가중치) /가중치합			0.036	0.020	0.005	0.014	0.006	0.004	0.018	0.009	0.040	N/A	0.000	0.003	x	x
1. 환산결함도 점수 =													0.155			
2. 상태평가 결과 =													B			

교량명 : 범안대교(범물방향) - S2~S11(STB)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호		구조 형식	바닥판	거터	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S2	P1	STB	b	b	a	b	b	b	c	b	b	Q	a	x	x	x
S3	P2	STB	b	b	a	b	b	b	x	a	b	Q	a	a	x	x
S4	P3	STB	a	b	a	a	b	b	x	a	b	Q	x	a	x	x
S5	P4	STB	a	b	b	a	b	b	c	b	b	Q	a	a	x	x
S6	P5	STB	a	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	a	x	x	x
S7	P6	STB	a	b	b	b	b	b	x	a	b	Q	x	x	x	x
S8	P7	STB	a	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	x	x	x	x
S9	P8	STB	a	b	b	b	b	b	c	b	b	Q	x	a	x	x
S10	P9	STB	b	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	a	x	x	x
S11	P10	STB	a	b	b	b	b	b	x	a	b	Q	x	x	x	x
/	A2	STB	x	x	x	x	x	x	c	a	b	Q	x	a	x	x
평균			0.130	0.200	0.170	0.180	0.200	0.200	0.400	0.155	0.200	N/A	0.100	0.100	0.000	0.000
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	0	0
(평균x가중치) /가중치합			0.023	0.040	0.009	0.013	0.006	0.004	0.036	0.014	0.040	N/A	0.004	0.003	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 =													0.191			
2. 상태평가 결과 =													B			

2) 안심방향

교량명 : 범안대교(안심방향) - S1(SPG)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	A1	SPG	b	a	a	b	b	b	c	a	b	Q	a	a	x	x
평균			0.200	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.400	0.100	0.200	0.000	0.000	0.100	0.000	0.000
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	4	3	0	0
(평균x가중치) /가중치합			0.036	0.020	0.005	0.014	0.006	0.004	0.036	0.009	0.040	0.000	0.004	0.003	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 =													0.173			
2. 상태평가 결과 =													B			

교량명 : 범안대교(안심방향) - S2~S11(STB)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호		구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S2	P1	STB	b	b	a	b	b	b	c	b	b	Q	a	x	a	x
S3	P2	STB	b	b	a	b	b	b	x	a	b	Q	a	a	x	x
S4	P3	STB	a	b	a	b	b	b	x	a	b	Q	x	a	x	x
S5	P4	STB	b	b	b	b	b	b	b	a	b	Q	a	a	x	x
S6	P5	STB	b	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	a	x	x	x
S7	P6	STB	a	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	x	x	x	x
S8	P7	STB	a	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	x	x	x	x
S9	P8	STB	a	b	b	a	b	b	b	a	b	Q	x	a	x	x
S10	P9	STB	a	b	b	a	b	b	x	b	b	Q	a	x	x	x
S11	P10	STB	b	b	b	b	b	b	x	a	b	Q	x	x	x	a
/	A2	STB	x	x	x	x	x	x	c	a	b	Q	x	a	x	x
평균			0.150	0.200	0.170	0.180	0.200	0.200	0.300	0.145	0.200	0.000	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균x가중치) /가중치합			0.027	0.040	0.009	0.013	0.006	0.004	0.027	0.013	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
1. 환산결함도 점수 =													0.185			
2. 상태평가 결과 =													B			

라) 안전성 평가 분석

1) 안전성평가 분석

① 안전성평가 결과

㉠ 바닥판의 안전성평가 결과

구 분	휨 모멘트(kN · m)	바닥판	안전율	안전성 평가등급
바닥판 캔틸레버부	공칭강도 ϕM_n (kN · m)	122.08	1.150	A
	극한강도 M_u (kN · m)	106.16		
바닥판 중간부	공칭강도 ϕM_n (kN · m)	105.88	1.423	A
	극한강도 M_u (kN · m)	74.37		

㉡ 거더의 안전성평가 결과

구 분			허용응력설계법에 의한 안전성평가	검토 결과
G1 (외측)	정모멘 트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{131.067}{79.408 + 38.099} = 1.115$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{86.810 + 41.651} = 1.479$	A
	부모멘 트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190.000}{90.531 + 30.127} = 1.575$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{94.438 + 36.459} = 1.452$	A
G2 (내측)	정모멘 트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{131.067}{79.016 + 43.195} = \mathbf{1.106}$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{86.382 + 43.195} = 1.466$	A
	부모멘 트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{76.832 + 30.756} = 1.766$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{77.651 + 32.977} = 1.717$	A

② 내하력평가 결과

① 바닥판의 기본 내하력 산정 결과

내하율(RF) =	$\frac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1 + i)} =$	$\frac{122.08 - 1.3 \times 14.646}{2.15 \times 40.519} =$	1.182
기본내하력(P)	$K_s \times RF \times Pr =$	$1.0 \times 1.182 \times 24 =$	DB 24이상

바닥판의 안전성은 양호한 것으로 나타났고, 기본내하력도 설계내하력 이상인 것으로 평가되었다.

② 거더의 기본 내하력 산정 결과

구 분	G1(상연)		G1(하연)	
	중앙부(S1)	지점부(P3)	중앙부(S1)	지점부(P3)
허용응력 (f_a), MPa	131.067	190.000	190.000	190.000
고정하중응력 (f_d), MPa	79.408	90.531	86.810	94.438
활하중응력 (f_l), MPa	38.099	30.127	41.651	36.459
내하율(RF) = $\frac{f_a - f_d}{f_l (1 + i)}$	1.356	3.302	2.478	2.621
기본내하력 P= $K_s \times RF \times P_r$	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상

구 분	G2(상연)		G2(하연)	
	중앙부(S1)	지점부(P3)	중앙부(S1)	지점부(P3)
허용응력 (f_a), MPa	131.067	190.000	190.000	190.000
고정하중응력 (f_d), MPa	79.016	76.832	86.382	77.651
활하중응력 (f_l), MPa	39.512	30.756	43.195	32.977
내하율(RF) = $\frac{f_a - f_d}{f_l (1 + i)}$	1.317	3.680	2.399	3.407
기본내하력 P= $K_s \times RF \times P_r$	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상	DB 24이상

거더 내하력 평가 결과 기본 내하력이 설계활하중인 DB-24, DL-24의 내하력을 상회하는 것으로 나타나 대상교량의 사용성 측면과 안전성 측면에서 설계내하력 이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

2.3.3 최근 정밀안전점검 분석

<표 2.4> 최근 정밀안전점검 분석

번호	점검·진단 기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단 구분	점검·진단 책임기술자		검토·분석내용
1	2021.04.19. ~ 2021.06.09	주식회사 다인기술단	B	1) 바닥판 균열, 백태 2) 거더 외부 도장손상, 이물질퇴적, 내부 도장손상, 이물질퇴적 3) 교대 균열(CW<0.3mm), 파손 및 철근노출, 범면 침하, 밀림, 교각 균열(CW≤0.3mm, 망상균열, 표면박리, 파손 및 탈락, 조류배설물 퇴적 4) 교량받침 실링제 탈락, 이동량눈금자 파손, 받침콘크리트 균열 5) 아스콘 균열, 아스콘 파손, 소성변형 6) 방호벽 균열(CW<0.3mm), 방호벽 굽힘, 텔리네이터 파손 7) 배수구 막힘, 배수관 볼트 탈락, 배수관 위치불량 8) 신축이음 후타재 균열, 파손, 차수커버 볼트탈락
	정밀안전 점검	김병춘		☞ 검토의견 - 조사된 손상에 대한 단면보수, 실란트재마감, 청소, 아스팔트실링, 아스팔트패칭, 볼트재설치 등의 보수 및 주의관찰이 필요함

가) 외관조사 분석

구분	점검 결과	검토의견
바닥판	캔틸레버 균열, 백태 등이 조사되었으며, 주의관찰이 필요	균열 진전여부, 신규손상 발생여부 확인
강재주형 및 2차부재	거더 외부는 외부 타격에 의한 변형이 조사	강재변형부 확인, 신규손상 발생여부 확인
교대 및 교각	일부 균열, 우수유입에 따른 오염현상, 표면박리, 조류 배설물 퇴적 등의 손상이 발생	균열 진전여부, 신규손상 발생여부 확인
교량받침	콘크리트 균열, 이동량눈금자 파손, 실링제 탈락 등이 조사	기존손상 진전여부, 가동 여유량 검토
신축이음	후타재 균열, 차수커버의 볼트탈락 조사	신축이음 가동여유량 검토
교면포장	균열, 파손, 소성변형이 국부적으로 조사되어 관리가 필요한 상태	기존손상 진전여부, 주행 차량 영향여부 확인
배수시설	배수구 막힘 발생 배수관 볼트탈락, 배수관 위치 불량 등의 손상 발생	배수 지장여부 확인, 2차손상 발생 여부
난간, 연석	균열(c/w=0.3mm미만)이 다수 조사되었으며, 일부 균열부 백태, 텔리네이터 파손 손상이 조사	기존손상 진전여부

나) 비파괴조사 분석

구 분	시험 결과	검토의견
콘크리트 강도	· 상부구조(범물) 비파괴 강도 : 27.1 ~ 31.4 MPa (반발경도법) · 상부구조(안심) 비파괴 강도 : 28.9 ~ 30.5 MPa (반발경도법) · 하부구조(범물) 비파괴 강도 : 24.4 ~ 26.3 MPa (반발경도법) · 하부구조(안심) 비파괴 강도 : 24.6 ~ 27.1 MPa (반발경도법) · 설계기준강도(상부구조: 27 MPa, 하부구조: 24 MPa)를 상회하는 것으로 측정됨.	전반적으로 양호한 것으로 판단됨, 반발경도를 이용한 비파괴 강도 검토
탄산화 시험	· 상부구조 탄산화 깊이 : 6.0 ~ 8.0 mm (기준 b) · 하부구조 탄산화 깊이 : 3.0 ~ 9.0 mm (기준 a) · 탄산화 잔여 깊이가 최소 35~97mm 미만이며 일부 피복두께가 작은 구간은 주기적인 측정을 통한 주의관찰 필요함.	전반적으로 양호한 것으로 판단됨, 탄산화 깊이 진행상태 및 측정부위의 실측피복과 비교 검토

다) 상태평가 평가 분석

1) 범물방향

교량명 : 범안대교(범물방향) - S1(SPG)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	A1	SPG	a	b	a	a	a	b	b	a	b	Q	X	X	x	x
평균			0.100	0.200	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.100	0.200	N/A	X	X	x	x
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	X	X	x	x
(평균x가중치) /가중치합			0.018	0.040	0.005	0.007	0.003	0.004	0.018	0.009	0.040	N/A	X	X	x	x
1. 환산결함도 점수 =													0.155			
2. 상태평가 결과 =													B			

교량명 : 범안대교(범물방향) - S2~S11(STB)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S2	P1	STB	b	a	a	a	a	b	b	b	b	Q	X	X	x	x
S3	P2	STB	b	a	a	a	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
S4	P3	STB	a	a	a	a	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
S5	P4	STB	a	a	a	b	b	b	b	a	b	Q	X	X	x	x
S6	P5	STB	b	a	a	a	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
S7	P6	STB	a	a	a	b	b	b	X	a	a	Q	X	X	x	x
S8	P7	STB	a	a	a	a	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
S9	P8	STB	a	a	a	a	a	b	b	a	b	Q	X	X	x	x
S10	P9	STB	a	a	a	a	b	b	X	a	a	Q	X	X	x	x
S11	P10	STB	b	a	a	a	b	b	X	a	b	Q	a	X	x	x
/	A2	STB	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	b	a	a	Q	N/A	a	x	x
평균			0.140	0.100	0.100	0.120	0.180	0.200	0.200	0.109	0.173	N/A	0.100	0.100	0.000	0.000
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	0	0
(평균x가중치) /가중치합			0.025	0.020	0.005	0.008	0.005	0.004	0.018	0.010	0.035	N/A	0.004	0.003	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 =													0.137			
2. 상태평가 결과 =													B			

2) 안심방향

교량명 : 범안대교(안심방향) - S1(SPG)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	A1	SPG	a	a	a	a	a	b	b	b	b	Q	b	a	x	x
평균			0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	N/A	0.200	0.100	x	x
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	x	x
(평균x가중치) /가중치합			0.018	0.020	0.005	0.007	0.003	0.004	0.018	0.018	0.040	N/A	0.008	0.003	x	x
1. 환산결함도 점수 =													0.144			
2. 상태평가 결과 =													B			

교량명 : 범안대교(안심방향) - S2~S11(STB)																
부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조 형식		바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S2	P1	STB	b	b	a	b	a	b	b	b	b	Q	b	X	x	x
S3	P2	STB	a	b	a	b	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
S4	P3	STB	a	a	a	b	a	b	X	a	b	Q	b	X	x	x
S5	P4	STB	b	a	a	b	b	b	b	a	b	Q	X	X	x	x
S6	P5	STB	a	a	a	b	b	b	X	a	a	Q	X	a	x	x
S7	P6	STB	b	b	a	b	b	b	X	a	a	Q	X	X	x	x
S8	P7	STB	a	a	a	b	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
S9	P8	STB	a	a	a	b	b	b	b	a	b	Q	X	X	x	x
S10	P9	STB	a	a	b	b	b	b	X	a	a	Q	X	X	x	x
S11	P10	STB	a	a	a	b	b	b	X	a	b	Q	X	X	x	x
/	A2	STB	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	c	a	c	Q	N/A	X	x	x
평균			0.130	0.130	0.110	0.200	0.180	0.200	0.250	0.109	0.191	N/A	0.200	0.100	0.000	0.000
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3	0	0
(평균x가중치) /가중치합			0.023	0.026	0.006	0.014	0.005	0.004	0.023	0.010	0.038	N/A	0.008	0.003	0.000	0.000
1. 환산결함도 점수 =													0.155			
2. 상태평가 결과 =													B			

2.4 보수 · 보강 이력

대상 교량에 대한 보수 · 보강 이력은 FMS의 시설물관리대장 및 관리주체로부터 제공받은 사항이며 대체로 내구성, 주행차량의 안전 및 주행성 저하방지 차원의 보수가 시행된 것으로 판단된다.

<표 2.4> 보수 · 보강 이력

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

2.5 시설물의 내진설계 여부 확인

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

2.5.1 내진설계 내용

1. 검토조건

1.1 교량의 제위

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

1.2 내진설계기준

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

-1219-

1446

2. 내진해석 Modelling

2.1 Modelling시 주요고려사항

- 1) 기하구조
 - ① 평면선형이 곡선(R=1800m)이나 곡선반경이 크고, 호의 길이가 짧으므로 곡선효과는 고려하지 않았다.
 - ② 상부구조에 대한 질량은 경간당 10m내이로 계획하였으며, 상부구조의 각 절점은 2축상의 동일위치에 일직선으로 놓이는 것으로 가정하였다.
- 2) 단면성능 및 질량
 - ① 상부구조의 변곡구간에서 단면성능은 편의상 직간중량곡으로 계산하였으며, 하부구조의 단면성능은 비균열단면에 대한 값을 사용하였다.
 - ② 상부구조의 질량산정은 1차사하중 및 2차사하중에 대한 반력을 교량길이의 비로 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 지점처리하여 교축방향 변위와 교축직각방향의 회전에 대한 자유도를 풀어 주었다.
 - ② 상부구조와 하부구조가 연결되는 고정단교각, 가동단교각, 신축이음부교각 상단은 각각의 변위특성에 맞게 Constraints 조건을 설정하였다.
- 4) 질량기여도
고유진동모드 해석에서 각 진동모드별 질량기여도의 합은 90% 이상되도록 하였다.
- 5) 응답스펙트럼
설계응답스펙트럼은 도로교시방서 내진설계편(1996)에 제시된 값을 사용하였다.

-1220-

1447

2.3 단면성능 (Section Properties)

2.3.1 상부구조

Type	Area (m ²)	I-33 (m ⁴)	I-22 (m ⁴)	J (m ⁴)	MASS	비고 (해당부재)
1	1.177	2.491	40.887	0.774	2.363	1경간 부재
2	0.955	2.155	26.205	0.735	2.625	2경간 부재
3	0.985	2.179	26.892	0.774	2.180	3경간 부재
4	1.179	2.277	48.683	0.679	2.767	4경간 부재
5	0.944	1.869	26.245	0.660	2.551	5경간 부재
6	0.939	1.850	25.406	0.660	2.277	6경간 부재
7	0.863	1.679	19.020	0.659	2.121	7경간 부재
8	0.819	1.542	14.456	0.659	1.808	8.9.10경간 부재

1448

-1221-

2.2 해석 Modelling

-1223-

1449

2.3.2 하부구조

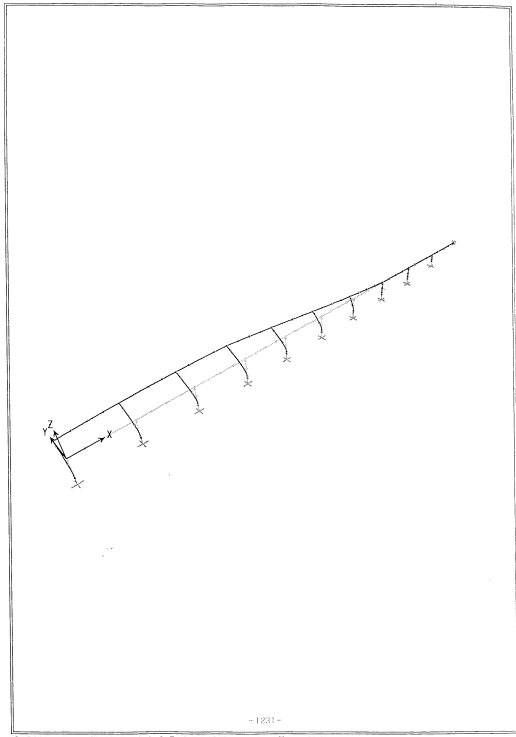
Type	Area (m ²)	I-33 (m ⁴)	I-22 (m ⁴)	J (m ⁴)	MASS	비고 (해당부재)
9	50.000	26.000	1667.000	95.960	12.742	P ₁ Coping Section
10	9.425	2.360	2.360	4.712	2.402	P ₁ Column Section
11	50.000	26.000	1667.000	95.960	12.742	P ₁ Footing Section
12	49.200	36.900	1103.000	130.600	12.538	P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ Coping Section
13	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ Column Section
14	41.000	21.400	919.000	77.210	10.446	P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ Footing Section
15	73.200	54.900	3632.000	202.600	18.654	P ₁ Coping Section
16	13.570	4.890	4.890	9.772	3.458	P ₁ Column Section
17	61.000	31.800	3026.000	118.900	15.545	P ₁ Footing Section
18	50.100	37.600	1164.000	133.300	12.768	P ₂ Coping Section
19	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₂ Column Section
20	41.800	21.700	970.000	78.780	10.640	P ₂ Footing Section
21	39.900	29.900	588.000	102.700	10.168	P ₈ , P ₉ , P ₁₀ Coping Section
22	9.048	3.260	3.260	6.514	2.306	P ₈ , P ₉ , P ₁₀ Column Section
23	33.250	17.300	490.000	61.070	8.473	P ₈ , P ₉ , P ₁₀ Footing Section

3.1 모드별 고유주기 및 진동수

MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC) ² ×10 ²	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	5.80E+00	2.42E+00	0.385	2.595
2	8.78E+00	2.96E+00	0.472	2.120
3	2.33E+01	4.84E+00	0.771	1.297
4	3.21E+01	5.66E+00	0.901	1.110
5	4.18E+01	6.47E+00	1.029	0.972
6	6.38E+01	7.99E+00	1.271	0.787
7	6.91E+01	8.31E+00	1.323	0.755
8	7.13E+01	8.46E+00	1.340	0.743
9	9.74E+01	9.87E+00	1.571	0.637
10	1.16E+02	1.08E+01	1.714	0.583
11	1.18E+02	1.08E+01	1.720	0.580
12	1.52E+02	1.23E+01	1.965	0.509
13	2.11E+02	1.45E+01	2.313	0.432
14	2.48E+02	1.57E+01	2.565	0.390
15	2.58E+02	1.61E+01	2.554	0.391
16	2.61E+02	1.62E+01	2.572	0.389
17	3.25E+02	1.82E+01	2.871	0.348
18	3.49E+02	1.87E+01	2.974	0.336
19	3.69E+02	1.92E+01	3.050	0.327
20	4.08E+02	2.02E+01	3.216	0.311
21	4.61E+02	2.15E+01	3.418	0.293
22	5.54E+02	2.35E+01	3.747	0.267
23	6.33E+02	2.52E+01	4.000	0.250
24	6.91E+02	2.63E+01	4.184	0.239
25	8.35E+02	2.97E+01	4.735	0.211
26	9.77E+02	3.13E+01	4.974	0.201
27	1.05E+03	3.31E+01	5.201	0.190
28	1.26E+03	3.54E+01	5.640	0.177
29	1.91E+03	4.37E+01	6.948	0.144
30	2.67E+03	5.16E+01	8.220	0.122
31	3.00E+03	5.48E+01	8.721	0.115
32	3.23E+03	5.68E+01	9.042	0.111
33	3.33E+03	5.76E+01	9.167	0.109
34	4.10E+03	6.41E+01	10.195	0.098
35	4.11E+03	6.41E+01	10.208	0.098
36	4.14E+03	6.44E+01	10.242	0.098
37	4.21E+03	6.46E+01	10.325	0.097
38	4.21E+03	6.46E+01	10.328	0.097
39	4.29E+03	6.53E+01	10.419	0.096
40	4.64E+03	6.81E+01	10.842	0.092
41	4.75E+03	6.89E+01	10.965	0.091
42	5.10E+03	7.14E+01	11.362	0.088
43	5.16E+03	7.18E+01	11.432	0.087
44	5.17E+03	7.18E+01	11.445	0.087
45	5.22E+03	7.23E+01	11.499	0.087
46	5.40E+03	7.39E+01	11.736	0.085
47	5.49E+03	7.41E+01	11.789	0.085
48	6.20E+03	7.91E+01	12.594	0.079
49	6.58E+03	8.11E+01	12.914	0.077
50	6.63E+03	8.14E+01	12.958	0.077
51	6.71E+03	8.19E+01	13.032	0.077

-1224- 1450

-1225- 1451



SAP2000 v6.09 - File:Yhai - Mode 3 Period 1.3219 seconds - Ton-m Units - 1457

1. 설계스펙트럼 및 모드별 진동기여도

4.1 설계스펙트럼

o 감쇄율 5% 가정

o 표준화된 응답스펙트럼(도로교통표준시방서) 사용

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

(가속도비 : 스펙트럼가속도 / 최대지반가속도)

-1239- 1465

4.2 모든면 참여기여도(Wodal Participating Mass)

MODE	X-Dir	Y-Dir	Z-Dir	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM	(단위 : %)	
1	27.430	0.000	0.000	27.430	0.000	0.000		
2	22.631	0.000	0.000	50.061	0.000	0.000		
3	0.000	49.683	0.000	50.061	49.683	0.000		
4	16.555	0.000	0.000	66.616	49.683	0.000		
5	0.000	2.983	0.000	66.616	52.665	0.000		
6	2.674	0.000	0.000	69.290	52.665	0.000		
7	0.000	11.748	0.000	69.290	64.392	0.000		
8	4.025	0.000	0.000	73.315	64.392	0.000		
9	2.580	0.000	0.000	75.895	64.392	0.000		
10	0.000	4.587	0.000	75.895	68.978	0.000		
11	2.515	0.000	0.000	78.409	68.978	0.000		
12	2.430	0.000	0.000	80.839	68.978	0.000		
13	0.000	0.000	0.743	80.839	68.978	0.743		
14	0.000	3.699	0.000	80.839	72.678	0.743		
15	0.000	0.000	0.011	80.839	72.678	0.754		
16	0.000	0.000	0.646	80.839	72.678	1.300		
17	1.969	0.000	0.000	82.809	72.678	1.300		
18	0.000	0.000	2.285	82.809	72.678	3.585		
19	0.000	0.000	0.002	82.809	72.678	3.587		
20	0.000	0.000	0.002	82.809	72.678	3.587		
21	0.000	0.000	0.002	82.809	72.678	3.587		
22	0.000	1.548	0.000	82.809	74.880	3.589		
23	0.000	0.000	0.251	82.809	74.881	3.840		
24	0.000	0.000	14.034	82.809	74.881	18.474		
25	0.000	0.000	10.230	82.809	74.881	28.704		
26	0.000	0.000	15.786	82.809	74.881	45.550		
27	0.000	2.833	0.000	82.809	77.714	45.550		
28	0.000	2.232	0.000	82.809	79.946	45.550		
29	0.018	0.000	0.000	82.827	79.946	45.550		
30	0.000	0.132	0.000	82.827	80.078	45.550		
31	0.000	0.267	0.000	82.827	80.345	45.550		
32	0.021	0.000	0.000	82.848	80.345	45.550		
33	0.000	0.000	0.002	82.848	80.345	45.553		
34	0.000	0.000	0.000	82.848	80.345	45.553		
35	0.000	0.000	0.000	82.848	80.345	45.553		
36	0.000	0.000	0.000	82.848	80.345	45.553		
37	1.441	0.001	0.000	84.300	80.346	45.553		
38	0.000	0.088	0.000	84.306	80.444	45.553		
39	0.000	0.000	0.000	84.306	80.444	45.553		
40	0.000	0.000	0.000	84.306	80.444	45.553		
41	0.551	0.000	0.000	84.857	80.444	47.227		
42	0.000	0.000	0.002	84.867	80.444	47.259		
43	0.836	0.000	0.000	85.703	80.444	47.259		
44	0.000	1.582	0.000	85.703	82.026	47.259		
45	0.000	0.000	0.000	85.707	82.026	47.259		
46	0.000	0.000	0.175	85.707	82.026	47.434		
47	0.000	0.000	0.206	85.707	82.026	47.700		
48	0.000	0.002	0.000	85.707	82.028	47.700		
49	0.000	0.862	0.000	85.707	82.830	47.700		
50	0.000	0.000	0.275	85.707	82.830	47.974		
51	0.548	0.000	0.000	86.845	82.830	47.975		
52	0.000	0.000	0.001	86.845	82.830	47.975		

-1240-

1466

구 분	1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고 (결정)
	S (ton)	M (t-m)	S (ton)	M (t-m)		
교각상단	557.71	0.00	0.19	0.09	0.46	결정-84
PIER 9	588.01	7296.76	0.18	0.71	0.53	결정-87
지반하단	588.01	8765.97	0.18	1.10	0.53	결정-88
교각상단	58.86	0.00	0.26	0.09	0.57	결정-89
PIER 10	103.85	493.53	0.32	1.54	0.62	결정-92
지반하단	103.85	744.85	0.32	2.32	0.62	결정-93
교대상단	0.14	0.00	0.20	0.00	18.15	결정-43
ABUT 2	-	-	-	-	-	-
지반하단	-	-	-	-	-	-

2) 반성변위 (교각상단기준)

구 분	변 위 (cm)		비 고
	X-Dir	Y-Dir	
PIER 1	13.73	1.67E-6	
PIER 2	13.71	1.59E-6	
PIER 3	13.77	1.52E-6	
PIER 4	17.18	1.14E-6	
PIER 5	17.17	9.97E-7	
PIER 6	17.24	7.50E-7	
PIER 7	17.28	7.97E-7	
PIER 8	17.29	2.35E-6	
PIER 9	5.74	1.55E-6	
PIER10	5.81	1.15E-6	
ABUT 2	5.84	0.00	

-1245-

1471

5. 방향별 해석에 의한 탄성력 및 판성변위

5.1 교각방향해석

1) 탄성력

구 분		1-2 PLANE		1-3 PLANE		P (ton)	비 고 (결정)
		S (ton)	M (t-m)	S (ton)	M (t-m)		
PIER 1	교각상단	45.20	0.00	0.12	0.57	0.19	결정-44
	지반상단	144.56	1862.29	0.12	0.30	0.28	결정-47
	지반하단	144.56	2146.64	0.12	0.57	0.28	결정-48
PIER 2	교각상단	495.85	0.00	0.31	0.16	0.49	결정-49
	지반상단	529.62	9210.25	0.34	1.54	0.72	결정-52
	지반하단	529.62	10522.64	0.34	2.36	0.72	결정-53
PIER 3	교각상단	48.67	0.00	0.21	0.14	0.78	결정-54
	지반상단	142.65	1918.24	0.20	1.09	1.21	결정-57
	지반하단	142.65	2227.21	0.20	1.56	1.21	결정-58
PIER 4	교각상단	67.70	0.00	0.31	0.10	0.64	결정-59
	지반상단	213.28	3052.97	0.22	1.04	1.20	결정-62
	지반하단	213.28	3504.32	0.22	1.50	1.20	결정-63
PIER 5	교각상단	507.86	0.00	0.21	0.07	0.68	결정-64
	지반상단	539.09	10068.13	0.14	0.54	0.88	결정-67
	지반하단	539.09	11402.82	0.14	0.82	0.88	결정-68
PIER 6	교각상단	50.44	0.00	0.22	0.08	0.45	결정-69
	지반상단	142.12	1834.73	0.21	0.81	0.59	결정-72
	지반하단	142.12	2146.14	0.21	1.26	0.59	결정-73
PIER 7	교각상단	52.68	0.00	0.16	0.08	0.73	결정-74
	지반상단	141.07	1713.87	0.13	0.49	1.06	결정-77
	지반하단	141.07	2027.29	0.13	0.72	1.06	결정-78
PIER 8	교각상단	54.51	0.00	0.16	0.16	0.28	결정-79
	지반상단	127.34	1434.72	0.18	0.82	0.39	결정-82
	지반하단	127.34	1748.64	0.18	1.16	0.39	결정-83

-1244-

1470

*** 방향별 해석에 의한 탄성력 ***		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526	1527
------------------------	--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

2.5.2 내진성능평가 필요여부

본 교량은 설계시 내진설계가 적용되었으나 준공 이후 내진성능평가가 실시되지 않았으므로 금회 정밀안전진단에서 내진성능평가를 실시하여야 하며 그 내용은 본 보고서 '제6장 내진성능 평가'에 수록하였다.

2.6 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료와 유지관리 자료 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음과 같다.

<표 2.5> 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 대구광역시 4차 순환도로 (고산국도~안심국도)건설 실시설계 - 구조 및 수리계산서 - 구조물도 등	◇ 구조계산서 및 구조물도는 당시 설계기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대하여 전반적으로 동일함	
유 지 관 리 자 료	◇ 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서	◇ 공사중 및 준공후 21년간 공용하면서 안전성에 문제가 없는 양호한 상태로 검토됨 ◇ 일부 기발생된 손상에 대하여 보수가 필요한 상태임	◇ 기존점검시 발생한 손상의 진행유무, 신규손상 발생유무 확인 및 내구성 비교 등의 점검을 수행하여야 함. ◇ 구조계산서 등을 검토한 결과, 내진설계가 적용된 것으로 확인되었으나 준공후 내진성능평가가 미실시되어 금회 내진성능평가를 수행하여야 함.
	◇ 보수·보강 이력	◇ 보수 및 보강 이력은 관리주체에 제공받아 검토하였으며 대체로 내구성 저하방지를 위한 보수가 실시됨	

