

1. 고덕교

1.1 시설물 개요

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사

1.4 콘크리트 내구성조사

1.5 상태평가

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.7 보수·보강 및 유지관리 방안

1.8 종합결론

1. 고덕교

1.1 시설물의 개요

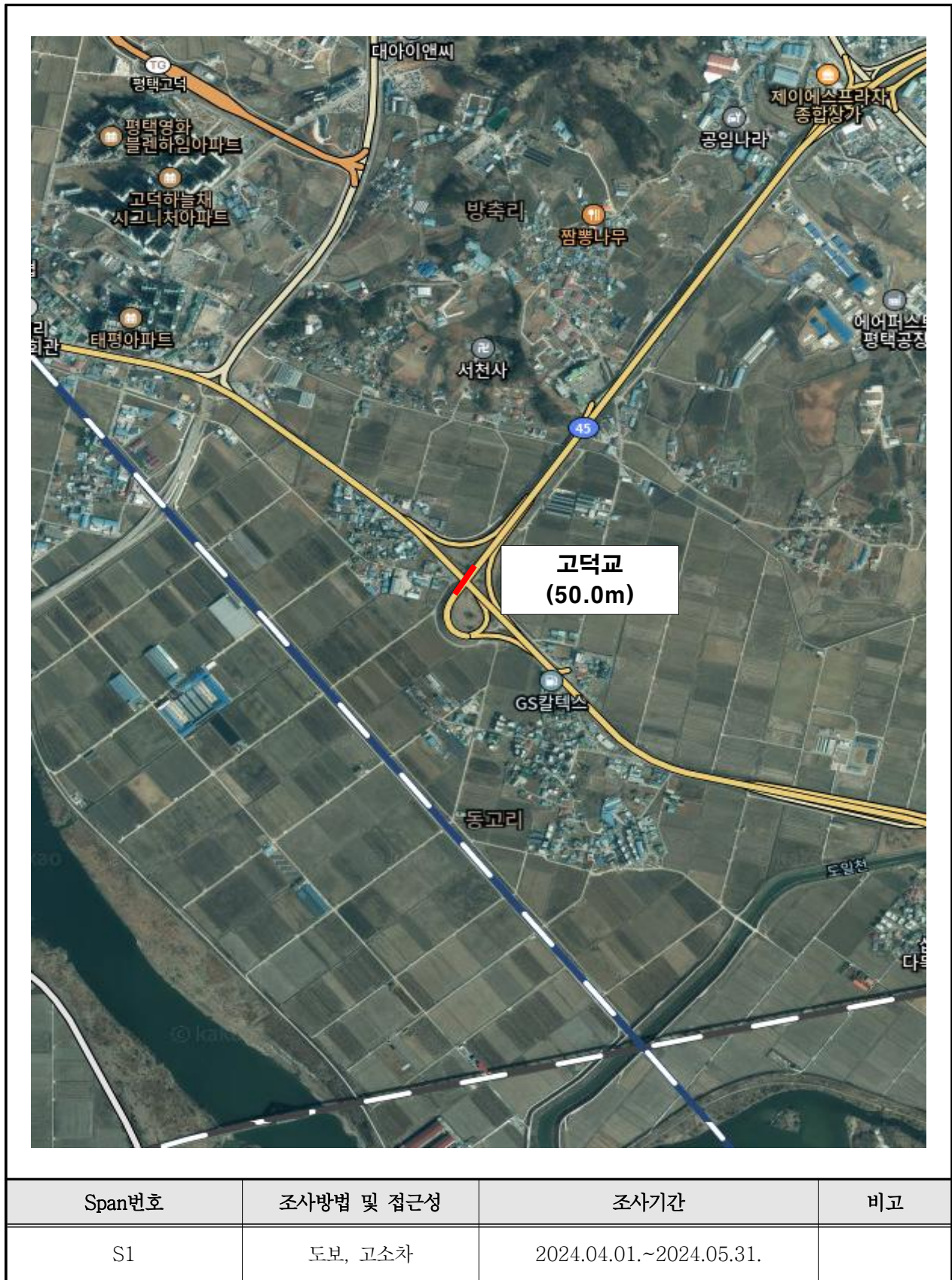
본 시설물은 경기도 평택시 고덕면 동고리에 위치한 교량으로서 총 연장 50.0m, 폭 21.5m, 왕복 4차로의 강박스거더(STB)교로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 고덕교 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2011-0000314		관리번호		-	
시설물위치		경기도 평택시 고덕면 동고리		준공년월일		2005. 05. 31	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		일반국도45호선	
제원	연장	L=50.0m (단경간)					
	폭	B=21.5m, 왕복 4차로					
구조 형식	상부	강박스거더 (STB)		기초 형식	교 대	확대기초, 말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형			교 각	-	
교량받침		포트받침		신축이음		A1, A2 : Finger Joint	
교차시설물		일반국도38호선		통과높이		5.0m	
시 공 자		대림산업(주) 외 14개		관리주체		수원국토관리사무소	
부착시설내용		-					

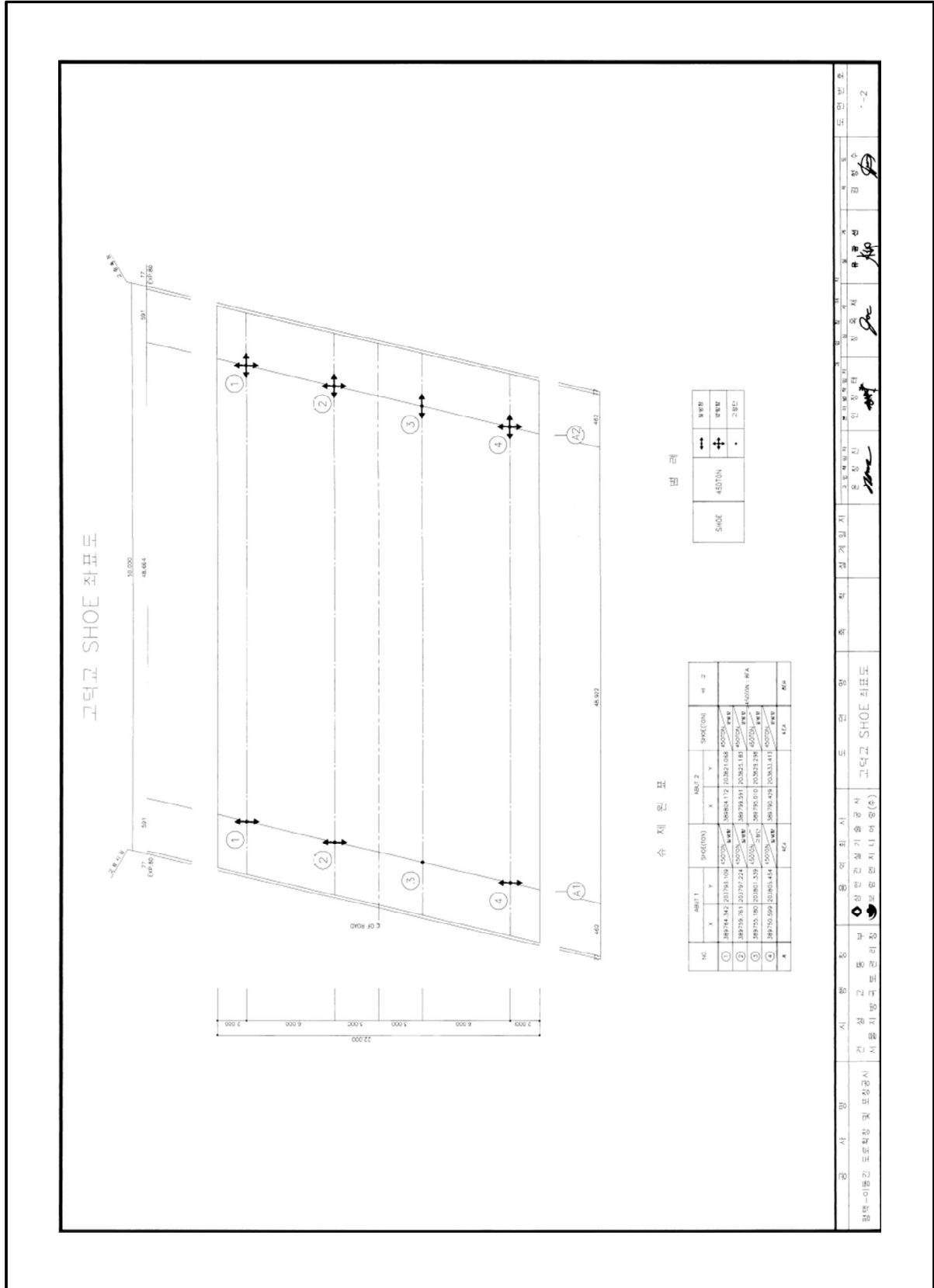
1.1.2 위치도 및 전경사진



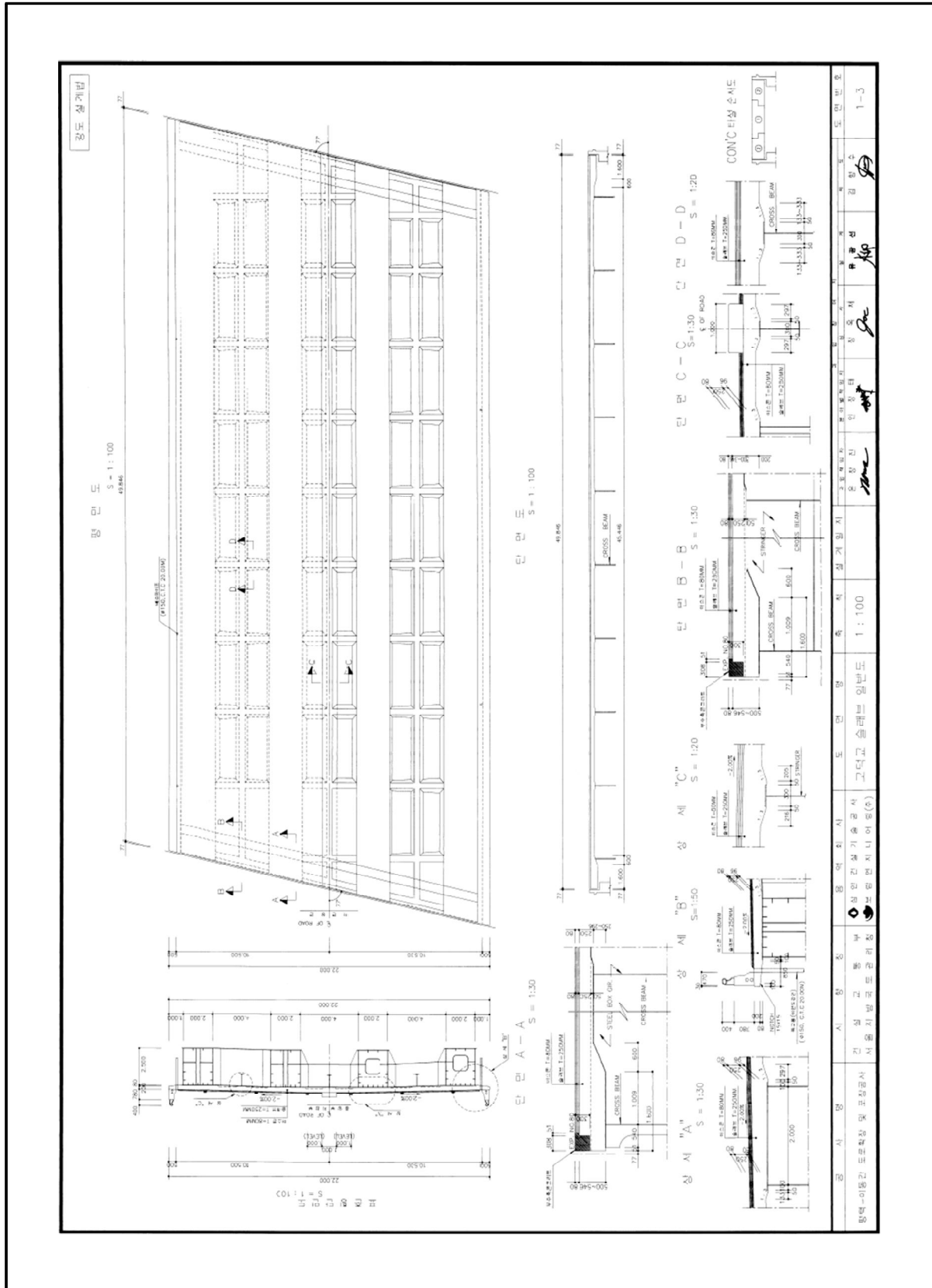
【그림 1.1.1】 위치도

	
교면포장 전경	바닥판, 거더외부 전경
	
거더내부 전경	교량받침 전경
	
교대 전경	신축이음 전경

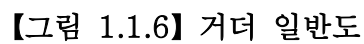
【그림 1.1.2】 부재별 현황

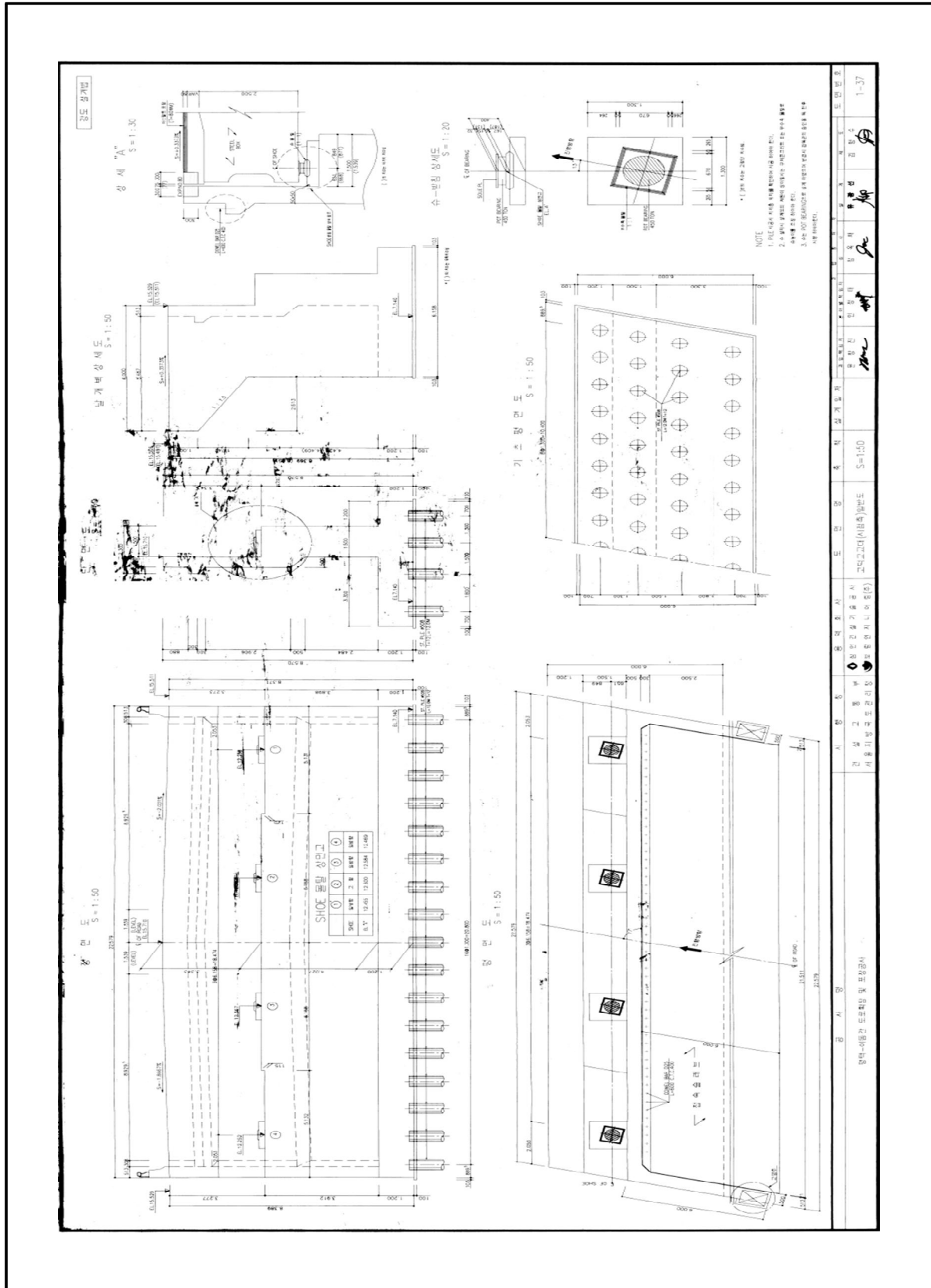


【그림 1.1.4】 교량받침 배치도

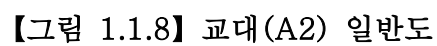


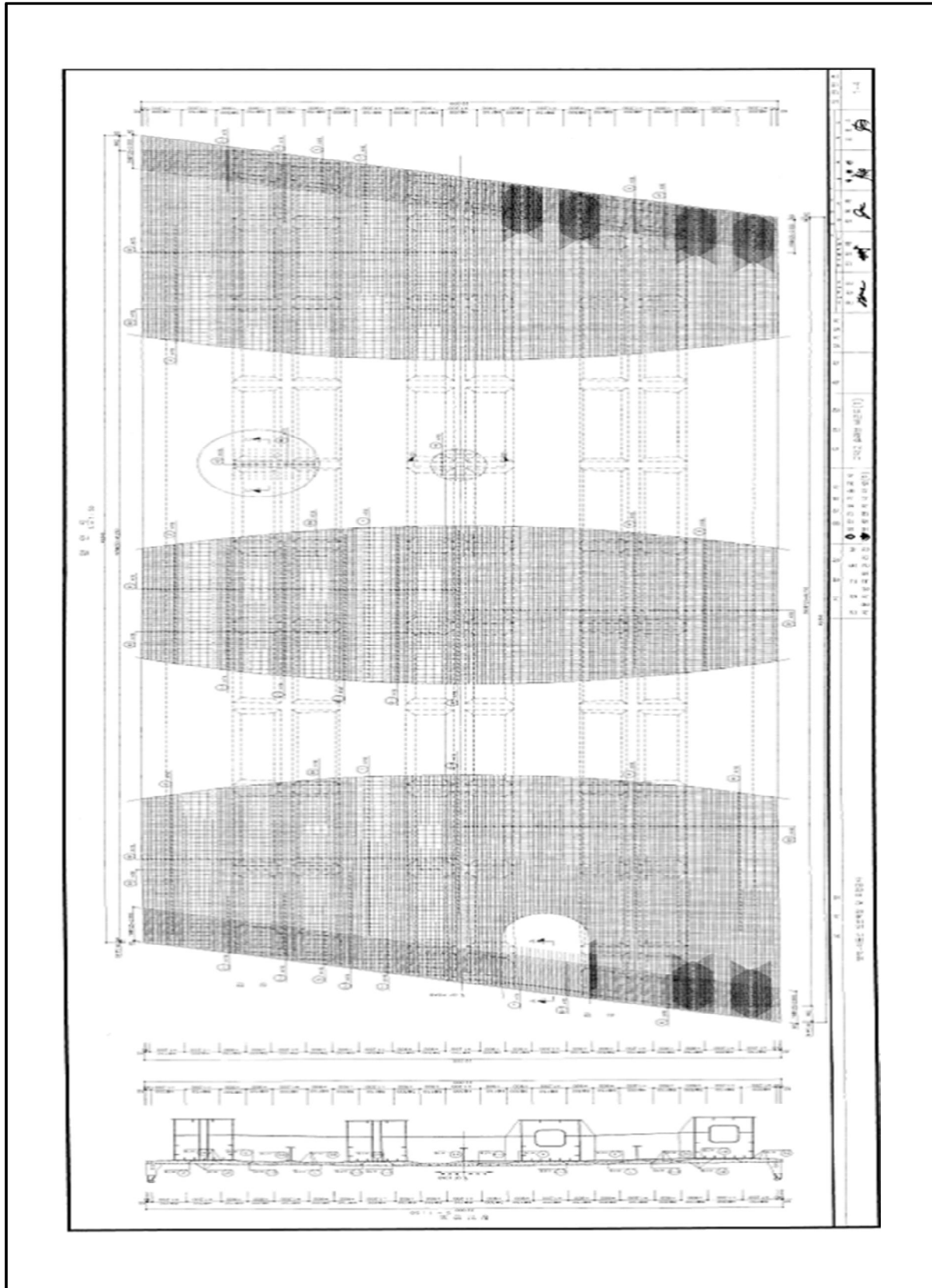
【그림 1.1.5】 슬래브 일반도





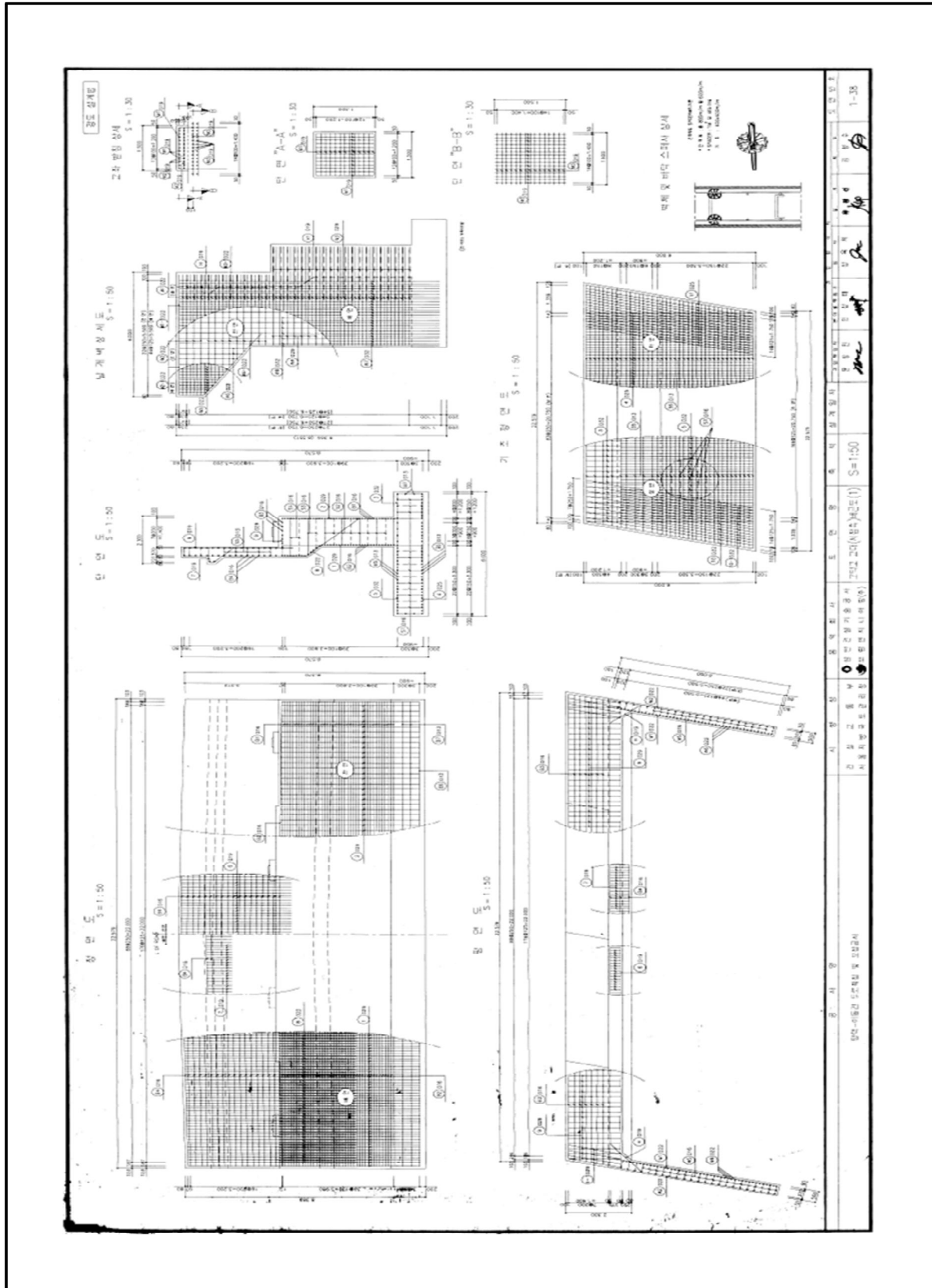
【그림 1.1.7】 교대(A1) 일반도



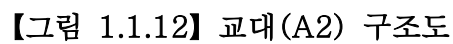


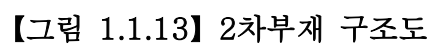
【그림 1.1.9】 슬래브 구조도





【그림 1.1.11】 교대(A1) 구조도





1.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “평택~이동간 도로확장 및 포장공사”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

1.2.1 설계자료 검토

가. 구조계산서

1) 구조검토 결과 요약_상부구조(슬래브)

1. 설계 조건

1.1 교량 제원

- (1) 형식 : 단경간형 강도 STEEL BOX GIRDER교
- (2) 교장 : 50.0 m
- (3) 교폭 : 22.000m
- (4) 평면선형 : 직선
- (5) 사각 : 77°
- (6) 설계하중 : DB-24 , DL-24

1.2 사용 재료

- (1) 콘크리트 : $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$
 $\tau_c = 2.50 \text{ kg/cm}^2$
- (2) 강재 : SNS 490 (주부재)
 SNS 400 (부부재)
- (3) 철근 : $\sigma_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$

1.3 참고 자료

- (1) 도로교 표준시방서 - 교교부
- (2) 철근콘크리트 표준시방서 - "
- (3) 철근콘크리트 설계편람 - "

3. SLAB 설계

3.1 CANTILEVER 부

※ 방호벽 및 난간

$$A = 0.31 \times 0.70 + \frac{1}{2} \times 0.04 \times 0.37 \\ + 0.04 \times 0.175 + \frac{1}{2} \times 0.12 \times 0.175 \\ + 0.160 \times 0.155 = 0.2667 \text{ m}^2$$

$$P_d = 0.2667 \times 2.50 + 0.1 = 0.767 \text{ t/m}$$

$$G_o = 0.31 \times 0.70 \times (0.03 + 0.31/2) \\ + \frac{1}{2} \times 0.04 \times 0.37 \times (0.34 + 0.04/3) \\ + 0.04 \times 0.175 \times (0.34 + 0.04/2) \\ + \frac{1}{2} \times 0.12 \times 0.175 \times (0.38 + 0.12/3) \\ + 0.12 \times 0.155 \times (0.34 + 0.12/2) \\ = 0.0580$$

∴ 점 "0"로부터 방호벽 도심까지의 거리
 $\bar{X} = G/A = 0.0580 / 0.2667 = 0.217 \text{ m}$

(1) 사하중에 의한 부재력

$$W_1 = 0.20 \times 2.50 = 0.50 \text{ t/m}$$

$$W_2 = 0.30 \times 2.50 = 0.75 \text{ t/m}$$

$$W_3 = 0.08 \times 2.3 = 0.184 \text{ t/m}$$

$$M_d = 0.50 \times 0.95^2/2 + 0.250 \times 0.95/2 \\ \times 0.95/3 + 0.184 \times 0.45^2/2 \\ + 0.767 \times 0.733 = 0.844 \text{ t-m}$$

1-1

9

Subject

Date : 19

(2) 활하중에 의한 부재력

$$\cdot \text{중력계수 } i = 15 / (40 + 0.15) = 0.374 > 0.3 \quad \therefore i = 0.3$$

$$\cdot \text{원하중 분포도 } E = 0.8 \times 1.14 = 0.912 \times 1.3 \times 0.15 = 1.260 \text{ m} < 2.1 \text{ m}$$

$$\cdot M_d = \frac{P(1+i) \cdot X}{E} = \frac{9.6 \times 1.3 \times 0.15}{1.260} = 1.486 \text{ t-m/m}$$

(3) 중속 좌중

$$\cdot \text{설계 속도 } V = 100 \text{ Km/h}$$

$$\cdot \text{작용점의 높이 } H = 1.000 \text{ m}$$

$$\cdot P_c = (Y_{60})^2 \times 0.25 + 0.25 = 2.333 \text{ t}$$

$$\cdot M_c = 2.333 \times 1.0 = 2.333 \text{ t-m}$$

(4) 풍하중

$$\cdot \frac{B}{D} = 22.000 / 1.1 = 20.0 > 8$$

$$\cdot P_w = 240D = 240 \times 1.1 = 264 \text{ Kg/m} \leq 600$$

$$\therefore P_w = 600 \text{ Kg/m}$$

$$\cdot M = 0.6 \times 1.1 / 2 = 0.330 \text{ t-m}$$

(5) 하중 조합

$$1) M_u = 1.3D + 2.15L$$

$$= 1.3 \times 0.844 + 2.15 \times 1.486 = 4.292 \text{ t-m/m}$$

$$2) M_u = 1.3D + 1.3L + 1.3C_0$$

$$= 1.3 \times 0.844 + 1.3 \times 1.486 + 1.3 \times 2.333 = 6.062 \text{ t-m/m}$$

$$3) M_u = 1.3D + 1.3L + 1.3(0.5W)$$

$$= 1.3 \times 0.844 + 1.3 \times 1.486 + 1.3 \times 0.5 \times 0.330 = 3.244 \text{ t-m/m}$$

(6) 단면 검토

$$B=100 \quad D=24 \quad D'=6 \text{ cm}$$

1-3

철근량 산정 및 단면검토

<< Input Data >>

콘크리트 설계기준강도	$\sigma_{ck} = 270.000 \text{ kg/cm}^2$	철근 항복강도	$\sigma_y = 4000.000 \text{ kg/cm}^2$
극한모멘트	$M_u = 6.062 \text{ t-m}$	강도감소계수(원)	$\phi_f = 0.8500$
극한전단력	$S_u = 0.000 \text{ t}$	강도감소계수(전단)	$\phi_s = 0.7000$
극한축하중	$N_u = 0.000 \text{ t}$	강도감소계수(축력)	$\phi_c = 0.6500$
단면 폭	$b = 100.000 \text{ cm}$	편심 거리	$e = 0.000 \text{ cm}$
단면 높이	$d = 24.000 \text{ cm}$	콘크리트 덮개(압축부)	$d' = 6.000 \text{ cm}$

<< Results >>

1) 중립축 위치 결정(형상단면)

$$\chi_b = \frac{e + \sigma_y / E_s}{e + \sigma_y / E_s + 0.003} \cdot d = \frac{0.003 + 4000.0 / 2.04 \times 10^6}{0.003 + 4000.0 / 2.04 \times 10^6} \times 24.00 = 14.51 \text{ cm}$$

$$\chi_{max} = 0.75 \cdot \chi_b$$

$$\chi \text{ 가정 } (1/2 \chi_{max} < \chi < \chi_{max})$$

$$\chi = 0.500 \cdot \chi_b = 0.500 \times 14.51 = 7.26 \text{ cm}$$

2) 압축철근 사용여부 결정

※ κ , 결정

$$\sigma_{ck} \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \kappa_1 = 0.85$$

$$280 \leq \sigma_{ck} \leq 560 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \kappa_1 = 0.85 - 0.05 \times (\sigma_{ck} - 280) / 70$$

$$\sigma_{ck} \geq 560 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \kappa_1 = 0.65$$

$$\therefore \kappa_1 = 0.85$$

$$a = \kappa_1 \cdot \chi = 0.85 \times 7.26 = 6.17 \text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 \sigma_{ck} \cdot b \cdot a = 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times 6.17 = 141.564 \text{ t}$$

$$M_u = C_c \cdot (d - a/2) = 141.564.3 \times (24.00 - 6.17/2) = 29.609 \text{ t-m}$$

$$M_u / \phi = 6.062 / 0.85 = 7.132 \text{ t-m} < M_u$$

$$\therefore \text{압축 철근 불필요}$$

3) 철근량 산정

압력 평형조건 $\rightarrow$ 콘크리트 압축력(C_c) = 철근 인장력(T)

$$C_c = 0.85 \sigma_{ck} \cdot b \cdot a$$

$$= 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times a$$

$$T = A_s \cdot \sigma_y = A_s \cdot 4000.0$$

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

$$= A_s \cdot 4000.0 / (0.85 \times 270.0 \times 100.00) \dots \dots (1)$$

극한 모멘트(M_u)

$$M_u = C_c \cdot z = T \cdot z = A_s \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2)$$

$$= A_s \cdot 4000.0 \times (24.00 - a/2) \dots \dots (2)$$

(1)과 (2) 연립

$$\therefore \text{Req'd } A_s = 7.64 \text{ cm}^2 \quad a = 1.33 \text{ cm}$$

4) 사용 철근량

$$\text{Use } A_s \quad H16 \times 4, 000 = 7.944 \text{ cm}^2$$

$$H16 \times 4, 000 = 7.944 \text{ cm}^2 \text{ Total } A_s = 15.888 \text{ cm}^2$$

5) 철근비 검토

$$\rho_{min} = 0.350(\%) < A_s / b d = 0.661(\%) < \rho_{max} = 2.212(\%)$$

Subject

Date : 19

(1) 좌측판 최소주철 검토

$$L = 0.15 \leq 0.25$$

$$T = 24L + 18 = 24 \times 0.15 + 18 = 22.2 \text{ cm} < \text{USE } 30 \text{ cm}$$

$$\therefore O.K$$

(2) CANTILEVER 판 단면검토

$$M_u = 1.3D + 2 \times 2.15L$$

$$= 1.3 \times 0.844 + 2 \times 2.15 \times 1.486 = 2.489 \text{ t-m}$$

$$b=100 \quad d=24-6=39 \text{ cm}$$

1-6

Page:

1.4

정밀안전점검 및 성능평가

<< Input Data >>
 CON'C 설계기준강도 $\sigma_{ck} = 270.000 \text{ kg/cm}^2$ 설계 항복강도 $\sigma_y = 4000.000 \text{ kg/cm}^2$
 극한모멘트 $M_u = 7.487 \text{ t} \cdot \text{m}$ 강도감소계수(원) $\phi_f = 0.8500$
 극한관성모멘트 $I_u = 0.000 \text{ t}$ 강도감소계수(원단) $\phi_s = 0.7000$
 극한축하중 $N_u = 0.000 \text{ t}$ 강도감소계수(축력) $\phi_c = 0.6500$
 단면 폭 $b = 100.000 \text{ cm}$ 편심 거리 $e = 0.000 \text{ cm}$
 단면 높이 $d = 39.000 \text{ cm}$ CON'C 말개(압축부) $d' = 6.000 \text{ cm}$

<< Results >>
 1) 중립축 위치 결정(평형단면)
 $\epsilon_c = 0.003$
 $x_b = \frac{\sigma_c}{\sigma_c + \sigma_y/E_s} = \frac{0.003 + 4000.0 / 2.04 \times 10^4}{0.003 + 4000.0 / 2.04 \times 10^4} \times 39.00 = 23.58 \text{ cm}$
 $x_{max} = 0.75 \times x_b$
 x 가정 ($1/2 x_{max} \leq x \leq x_{max}$)
 $x = 0.500 \times x_b = 0.500 \times 23.58 = 11.79 \text{ cm}$

2) 압축철근 사용여부 결정
 κ_1 결정
 $\sigma_{ck} \leq 280 \text{ kg/cm}^2$ ----- $\kappa_1 = 0.85$
 $280 \leq \sigma_{ck} \leq 560 \text{ kg/cm}^2$ ----- $\kappa_1 = 0.85 - 0.05 \times (\sigma_{ck} - 280) / 70$
 $\sigma_{ck} \geq 560 \text{ kg/cm}^2$ ----- $\kappa_1 = 0.65$
 $\therefore \kappa_1 = 0.85$
 $a = \kappa_1 \times x = 0.85 \times 11.79 = 10.02 \text{ cm}$
 $C_c = 0.85 \sigma_{ck} \times b \times a = 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times 10.02 = 230.042 \text{ t}$
 $M_u = C_c \times (d - a/2) = 230.042 \times (39.00 - 10.02/2) = 78.187 \text{ t} \cdot \text{m}$
 $M_u / \phi = 7.487 / 0.85 = 8.809 \text{ t} \cdot \text{m} < M_u$
 $\therefore$ 압축 철근 불필요

3) 철근량 산정
 평형 평형조건 ----- CON'C 압축력(C_c) = 철근 인장력(T)
 $C_c = 0.85 \sigma_{ck} \times b \times a$
 $= 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times a$
 $T = A_s \times \sigma_y = A_s \times 4000.0$
 $\therefore a = A_s \times \sigma_y / (0.85 \sigma_{ck} \times b)$
 $= A_s \times 4000.0 / (0.85 \times 270.0 \times 100.00) \dots \dots (1)$
 극한 모멘트(M_u)
 $M_u = C_c \times a \times T = A_s \times \sigma_y \times (d - a/2)$
 $A_s \times 4000.0 \times (39.00 - a/2) \dots \dots \dots (2)$
 (1)과 (2) 연립
 $\therefore \text{Req'd } A_s = 5.72 \text{ cm}^2 \quad a = 1.00 \text{ cm}$

4) 사용 철근량
 Use $A_s \quad R16 \times 4, 000 = 7.944 \text{ cm}^2$
 $R16 \times 4, 000 = 7.944 \text{ cm}^2 \text{ Total } A_s = 15.888 \text{ cm}^2$

5) 철근배율
 $\rho_{min} = 0.350 (\%) < A_s / b d = 0.407 (\%) < \rho_{max} = 2.111 (\%)$

이제강역 검토

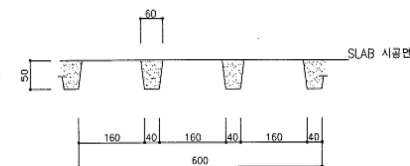
순수 휨 상태 (단편 단사정)
 철근 인장력 $T = A_s \times \sigma_y = 15.89 \times 4000.0 = 63.552 \text{ t}$
 등가극사정항응력이 $a = T / (0.85 \sigma_{ck} \times b) = 63552.0 / (0.85 \times 270.0 \times 100.00) = 2.77 \text{ cm}$
 중립축까지 거리 $c = d / \kappa_1 = 2.77 / 0.85 = 3.26 \text{ cm}$
 CON'C 압축력 $C_c = 0.85 \sigma_{ck} \times b \times a = 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times 2.77 = 63.552 \text{ t}$
 균형 MOMENT $M_u = A_s \times \sigma_y \times (d - a/2) = 15.89 \times 4000.0 \times (39.00 - 2.77/2) = 23.905 \text{ t} \cdot \text{m}$
 강도 검토
 $C_c = 63.552 \text{ t} \quad T = 63.552 \text{ t}$
 $\phi M_u = 20.320 \text{ t} \cdot \text{m} > M_u = 7.487 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{GOOD !!}$

7) 전단 검토
 $S_u / \phi = 0.000 / 0.700 = 0.000 \text{ t}$
 $S_c = (0.50 \sqrt{f'_{ck}} \times 176 + \rho_s \sigma_u \times d / M_u) \times b \times d$
 $= (0.50 \sqrt{270.0} + 176 \times 0.00407) \times 0.0$
 $\times 39.00 / 748700.0 \times 100.00 \times 39.00 = 32.042 \text{ t}$
 $S_{cmax} = 0.93 \sqrt{f'_{ck}} \times b \times d$
 $= 0.93 \sqrt{270.0} \times 100.00 \times 39.00$
 $= 59.598 \text{ t}$
 $S_c < S_{cmax} \text{ ----- } S_c = 32.042 \text{ t}$
 전단 보강 불필요!
 $S_u = 0.000 \text{ t} < \phi S_c / 2 = 11.215 \text{ t}$

1-7

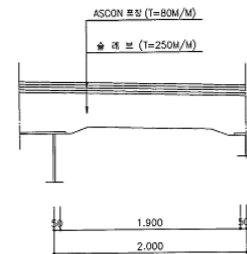
15

- DECK PLATE 거푸집 하중계산



- i) DECK PLATE 자중 : 0.006 t/m^2
 ii) DECK PLATE 흙 부분 CON'C
 $(0.040 + 0.060) / 2 \times 0.05 \times (3^2 / 0.6) \times 1.000$
 $\times 2.50 = 0.0313 \text{ t/m}^2$
 $\therefore W = 0.006 + 0.0313 = 0.0373 \text{ t/m}^2$

3.2 중앙부



- (1) 사하중
 $W_d = 0.25 \times 2.50 + 0.08 \times 2.30 + 0.0373 = 0.846 \text{ t/m}^2$
 $W_l = 1/10 \times 0.846 \times 2.0 \times 0.2 = 0.338 \text{ t/m}^2$
- (2) 활하중
 충격계수 $i = \frac{15}{40 + 2000} = 0.357 > 0.3$
 $\therefore i = 0.3$
 $M_l = \frac{2.000 + 0.6}{9.6} \times 9.6 \times 1.3 \times 0.3$
 $= 2.704 \text{ t/m}^2$
- (3) 하중조합
 $M_u = 1.3 \times 0.338 + 2.15 \times 2.704 = 6.253 \text{ t/m}^2$
- (4) 단면검토
 $B = 100 \text{ cm}, D = 21 \text{ cm}, D' = 4 \text{ cm}$

철근량 산정 및 단면검토

<< Input Data >>

CON'C 설계기준강도 $\sigma_{ck} = 270.000 \text{ kg/cm}^2$ 철근 항복강도 $\sigma_y = 4000.000 \text{ kg/cm}^2$
 극한모멘트 $M_u = 6.253 \text{ t} \cdot \text{m}$ 강도감소계수(원) $\phi_f = 0.8500$
 극한전단력 $S_u = 0.000 \text{ t}$ 강도감소계수(전단) $\phi_v = 0.7000$
 극한축하중 $N_u = 0.000 \text{ t}$ 강도감소계수(축하중) $\phi_c = 0.6500$
 단면 폭 $b = 100.000 \text{ cm}$ 변심 거리 $e = 0.000 \text{ cm}$
 단면 높이 $d = 21.000 \text{ cm}$ CON'C 덮개(압축부) $d' = 0.000 \text{ cm}$

<< Results >>

1) 중립축 위치 결정(평형단면)

$$x_b = \frac{e c}{e c + \sigma_y / E_s} \cdot d = \frac{0.003}{0.003 + 4000.0 / (2.04 \times 10^6)} \times 21.00 = 12.70 \text{ cm}$$

$$x_{max} = 0.75 \cdot x_b$$

$$x \text{ 가령 } (1/2 x_{max} < x < x_{max})$$

$$x = 0.500 \cdot x_b = 0.500 \times 12.70 = 6.35 \text{ cm}$$

2) 압축철근 사용여부 결정

※ κ_c 결정

$$\sigma_{ck} \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ ----- } \kappa_c = 0.85$$

$$280 \leq \sigma_{ck} \leq 560 \text{ kg/cm}^2 \text{ ----- } \kappa_c = 0.85 - 0.05 \times (\sigma_{ck} - 280) / 70$$

$$\sigma_{ck} \geq 560 \text{ kg/cm}^2 \text{ ----- } \kappa_c = 0.65$$

$$\therefore \kappa_c = 0.85$$

$$a = \kappa_c \cdot x = 0.85 \times 6.35 = 5.40 \text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 \sigma_{ck} \cdot b \cdot a = 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times 5.40 = 123.869 \text{ t}$$

$$M_{u1} = C_c \cdot (d - a/2) = 123.869 \times (21.00 - 5.40/2) = 22.670 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_u / \phi = 6.253 / 0.85 = 7.356 \text{ t} \cdot \text{m} < M_{u1}$$

$$\therefore \text{압축 철근 불필요}$$

3) 철근량 산정

힘의 평형조건 ----> CON'C 압축력 (C_c) = 철근 인장력 (T)

$$C_c = 0.85 \sigma_{ck} \cdot b \cdot a$$

$$= 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times a$$

$$T = A_s \cdot \sigma_y = A_s \cdot 4000.0$$

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

$$= A_s \cdot 4000.0 / (0.85 \times 270.0 \times 100.00) \text{ ----- (1)}$$

극한 모멘트 (M_u)

$$M_u = C_c \cdot z = T \cdot z = A_s \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2)$$

$$= A_s \cdot 4000.0 \times (21.00 - a/2) \text{ ----- (2)}$$

(1)과 (2) 연립

$$\therefore \text{Req'd } A_s = 9.10 \text{ cm}^2 \quad a = 1.59 \text{ cm}$$

4) 사용 철근량

$$\text{Use } A_s \quad H16 \times 4.000 = 7.944 \text{ cm}^2$$

$$H16 \times 4.000 = 7.944 \text{ cm}^2 \text{ Total } A_s = 15.888 \text{ cm}^2$$

5) 철근비 검토

$$\rho_{min} = 0.350 (\%) < A_s / b d = 0.757 (\%) < \rho_{max} = 2.212 (\%)$$

6) 저항력 검토

순수 휨 상태 (단철근 사용)

$$\text{철근 인장력 } T = A_s \cdot \sigma_y = 15.89 \times 4000.0 = 63.552 \text{ t}$$

$$\text{등가직사각형높이 } a = T / (0.85 \sigma_{ck} \cdot b) = 63.552.0 / (0.85 \times 270.0 \times 100.00) = 2.77 \text{ cm}$$

$$\text{중립축까지 거리 } c = d / \kappa_c = 2.77 / 0.85 = 3.26 \text{ cm}$$

$$\text{CON'C 압축력 } C_c = 0.85 \sigma_{ck} \cdot b \cdot a = 0.85 \times 270.0 \times 100.00 \times 2.77 = 63.552 \text{ t}$$

$$\text{공칭 MOMENT } M_u = A_s \cdot \sigma_y \cdot (d - a/2) = 15.89 \times 4000.0 \times (21.00 - 2.77/2) = 12.466 \text{ t} \cdot \text{m}$$

강도 검토

$$C_c = 63.552 \text{ t} \quad T = 63.552 \text{ t}$$

$$\phi M_u = 10.596 \text{ t} \cdot \text{m} > M_u = 6.253 \text{ t} \cdot \text{m} \quad \text{GOOD !!}$$

7) 전단 검토

$$S_u / \phi = 0.000 / 0.700 = 0.000 \text{ t}$$

$$S_c = (0.50 f' \sigma_{ck} + 176 \cdot \rho_s u \cdot d / M_u) \cdot b \cdot d$$

$$= (0.50 f' 270.0 + 176 \times 0.00757 \times 0.0) \times 21.00 / (625300.0) \times 100.00 \times 21.00 = 17.253 \text{ t}$$

$$S_{cmax} = 0.93 f' \sigma_{ck} \cdot b \cdot d = 0.93 f' 270.0 \times 100.00 \times 21.00 = 32.091 \text{ t}$$

$$S_c < S_{cmax} \text{ ----- } S_c = 17.253 \text{ t}$$

$$\text{전단 보강 불필요 !}$$

$$S_u = 0.000 \text{ t} < \phi S_c / 2 = 6.039 \text{ t}$$

Subject

Date: 19

(5) 바닥 최소두께 검토

$$L = 2.000 \text{ m}$$

$$T = 3L + 13 = 3 \times 2.0 + 13 = 19.0 \text{ cm} < \text{USE } 25.0 \text{ cm} \quad \therefore \text{OK}$$

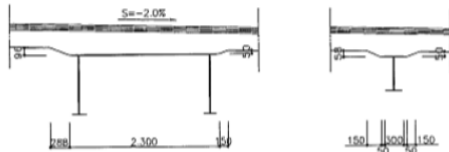
2) 구조검토 결과 요약_상부구조(거더)

4. BOX GIRDER 의 설계

4.1 하중계산

(1) 사하중

- SLAB : $0.25 \times 2.50 = 0.625 \text{ t/m}$
- ASPHALT : $0.08 \times 2.30 = 0.184 \text{ t/m}$



· BOX GIRDER 자중

$$0.30 \text{ t/m} \times 22.000/4^{\text{th}} = 1.650 \text{ t/m}$$

· BOX HAUNCH

$$\left(\left(\frac{1}{2} \times (2.30 + 2.738) \right) \times \frac{1}{2} \times (0.05 + 0.096) \right) \times 2.5 = 0.460 \text{ t/m}$$

$$\text{· STRINGER HAUNCH : } \left(\frac{1}{2} \times (0.40 + 0.70) \right) \times \frac{1}{2} \times (0.05 + 0.058) \times 2.5 = 0.074 \text{ t/m}$$

· 연 석 : 0.392 t/m (SLAB 구조계산서 참조)

· NOTE : STEEL BOX 자중은 1차계산시 가정중량을 사용하고
2차 계산시 실단면에 의한 실제중량으로 계산

· 슬래브

$$\cdot AG_{1L} = AG_{1R} = \frac{1}{2} \times 1.500 \times (2.000 + 1.000) = 2.250$$

$$\cdot AG_{2L} = AG_{2R} = AG_{3L} = AG_{3R} = AG_{4L} = AG_{4R} = S1 = S2 = S3 = S4 = \frac{1}{2} \times 1.00 \times (2.000 + 2.000) = 2.000$$

· 포 장

$$\cdot AG_{1L} = AG_{1R} = \frac{1}{2} \times 1.250 \times (2.000 + 0.500) = 1.563$$

$$\cdot AG_{2L} = AG_{2R} = AG_{3L} = AG_{3R} = AG_{4L} = AG_{4R} = \frac{1}{2} \times 1.00 \times (2.000 + 2.000) = 2.000$$

1) GIRDER "G₁"

· 합성전 사하중 (GIRDER자중 + 슬래브 + HAUNCH + DECK PLATE)

$$1.650 + 0.625 \times (2.250 + 2.000) + 0.460$$

$$+ \frac{1}{2} \times 2.000 \times 1.0 \times 0.0373 = 4.804$$

$$\therefore WdG_1 = 4.804 \text{ t/m}$$

$$\cdot \text{TORSION : } 0.625 \times (2.250 - 2.000) \times 1.000 + 0.0373 \times (0 - \frac{1}{2} \times 1.0 \times 2.000) \times 1.400$$

$$\therefore TdG_1 = 0.104 \text{ t/m}$$

· 합성후 사하중 (포 장 + 연석)

$$0.184 \times (1.563 + 2.000) + 0.392 \times 1.381 = 1.197$$

$$\therefore WdG_1 = 1.197 \text{ t/m}$$

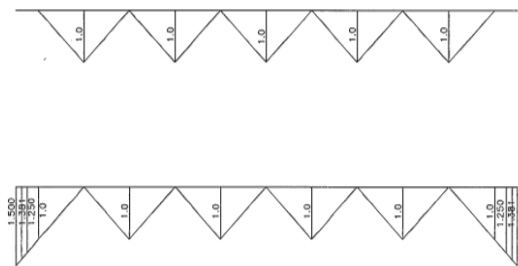
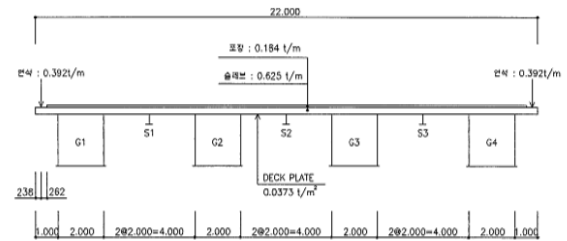
$$\cdot \text{TORSION : } 0.184 \times (1.563 - 2.000) \times 1.00 + 0.392 \times 1.381 \times 1.162 = 0.549$$

$$\therefore TdG_1 = 0.549 \text{ t/m}$$

1-16

4.2 작용하중의 계산

(1) 사하중



1-15

2) GIRDER "G₂", "G₃"

· 합성전 사하중 (GIRDER자중 + 슬래브 + HAUNCH + DECK PLATE)

$$1.650 + 0.625 \times (2.000 + 2.000) + 0.460 + 2.000 \times 1.0 \times 0.0373 = 4.685$$

$$\therefore WdG_2 = 4.685 \text{ t/m}$$

$$\therefore TdG_2 = 0.0 \text{ t/m}$$

· 합성후 사하중 (포 장)

$$0.184 \times (2.000 + 2.000) = 0.736$$

$$\therefore WdG_2 = 0.736 \text{ t/m}$$

$$\therefore TdG_2 = 0.0 \text{ t/m}$$

3) GIRDER "G₄"

· 합성전 사하중 (GIRDER자중 + 슬래브 + HAUNCH + DECK PLATE)

$$1.650 + 0.625 \times (2.000 + 2.250) + 0.460 + \frac{1}{2} \times 1.0 \times 0.0373 = 4.804$$

$$\therefore WdG_2 = 4.804 \text{ t/m}$$

$$\cdot \text{TORSION : } 0.625 \times (2.000 - 2.250) \times 1.000 + 0.0373 \times \left(\frac{1}{2} \times 1.0 \times 1.725 - 0 \right) \times 1.400 = -0.104$$

$$\therefore TdG_2 = -0.104 \text{ t/m}$$

· 합성후 사하중 (포장 + 연속)

$$0.184 \times (2.000 + 1.563) + 0.392 \times 1.381 = 1.197$$

$$\therefore Wd_2 = 1.197 \text{ } \frac{1}{\text{m}}$$

$$\begin{aligned} \text{TORSION} &: 0.184 \times (2.000 - 1.563) \times 1.00 - 0.392 \times 1.381 \times 1.162 \\ &= -0.549 \end{aligned}$$

$$\therefore Td_2 = -0.549 \text{ } \frac{\text{m}^2}{\text{m}}$$

4) STRINGER "S1", "S2", "S3"

· 합성전 사하중 (SLAB + HAUNCH + DECK PLATE)

$$0.625 \times 2.000 + 0.074 + 0.0373 \times 1.0 \times 2.000$$

$$= 1.399$$

$$\therefore Wd_3 = 1.399 \text{ } \frac{1}{\text{m}}$$

· 합성후 사하중 (포장)

$$0.184 \times 2.000 = 0.368$$

$$\therefore Wd_4 = 0.368 \text{ } \frac{1}{\text{m}}$$

$$A_{G1L} = 1.100 + 0.200 = 1.300$$

$$A_{G1R} = 0.800 + 0.600 = 1.400$$

$$A_{G2L} = 0.300 = 0.300$$

$$S_1 = 0.400 + 0.700 = 1.100$$

· 2차선 제하시 (DB 하중) - PATTERN 1

구 분	A1	A2	전륜하중 (P _T)	후륜하중 (P _R)
G ₁	1.300	1.400	7.562	30.249
G ₂	0.300	-	0.840	3.361
S ₁	1.100	-	3.081	12.324

편심 (e)

$$G_1 : T = (1.300 - 1.400) \times 2.0 / 2 = -0.100$$

$$e = T / P = -0.100 / (1.300 + 1.400) = -0.037 \text{ m}$$

$$G_2 : T = 0.300 \times 2.0 / 2 = 0.300$$

$$e = T / P = 0.300 / 0.300 = 1.00 \text{ m}$$

$$P_T = 2.4 \times (A_1 + A_2) \times (1 + i)$$

$$P_R = 9.6 \times (A_1 + A_2) \times (1 + i)$$

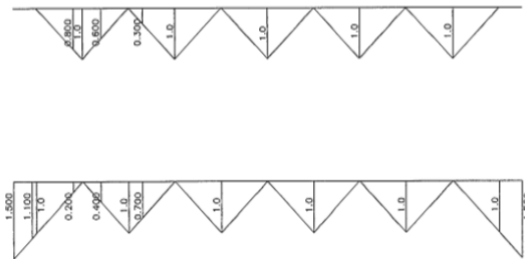
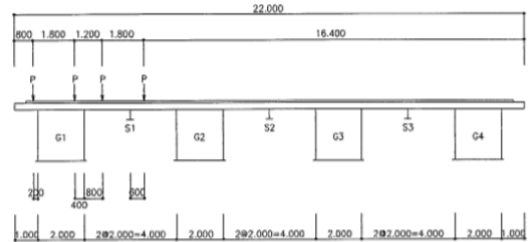
$$\text{※ 충격계수 } i = \frac{15}{40 + L}$$

$$= \frac{15}{40 + 50} = 0.167 \leq 0.3$$

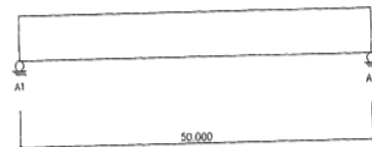
1-20

(2) 활하중

· 2차선 제하시 (DB-24) - PATTERN 1



4.3 유효폭 계산



유효 폭 계산식

지 간 부		지 점 부	
$b/l \leq 0.05$	$\lambda = b$	$b/l \leq 0.02$	$\lambda = b$
$0.05 \leq b/l \leq 0.30$	$\lambda = (1.1 - 2(b/l)) \cdot b$	$0.02 \leq b/l \leq 0.30$	$\lambda = (1.05 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2) \cdot b$
$b/l > 0.30$	$\lambda = 0.15 l$	$b/l > 0.30$	$\lambda = 0.15 l$

(1) SLAB

1) 1 지간

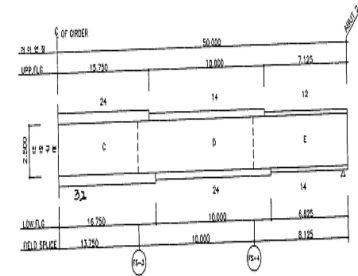
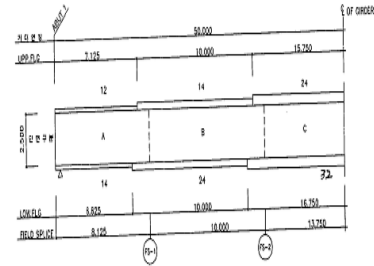
$$\begin{aligned}
 b_1 &= 1,000^* & \ell &= 50,00^* \\
 b_1/\ell &= 0.020 < 0.05 & \lambda_1 &= 1,000^* \\
 b_2 &= 1,000^* & \ell &= 50,00^* \\
 b_2/\ell &= 0.020 < 0.05 & \lambda_2 &= 1,000^* \\
 b_3 &= 2,000^* & \ell &= 50,00^* \\
 b_3/\ell &= 0.040 < 0.05 & \lambda_3 &= 2,000^* \\
 \therefore \sum \lambda &= 1,000 + 2 \times 1,000 + 2,000 = 5,000^* (100\%)
 \end{aligned}$$

(2) FLANGE

1) 1 지간

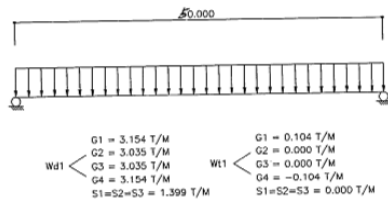
$$\begin{aligned}
 b_1 &= 0.10^* & \ell &= 50,00^* \\
 b_1/\ell &= 0.002 < 0.05 & \lambda_1 &= 0.10^* \\
 b_2 &= 1,000^* & \ell &= 50,00^* \\
 b_2/\ell &= 0.020 < 0.05 & \lambda_2 &= 1,000^* \\
 \therefore \sum \lambda &= 2 \times (0.10 + 1,000) = 2,200^* (100\%)
 \end{aligned}$$

* 단면변화한 곳 횡방향분할

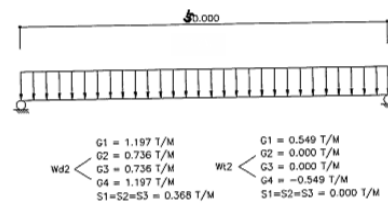


4.5 하중 재하

(1) 합성전 사하중 - CASE 1



(2) 합성후 사하중 - CASE 2



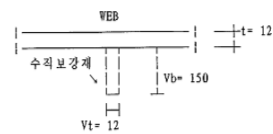
(3) 활하중 (SAP 90 BRIDGE에 의한 활하중 최대 부재력 CASE)



(2) 수직보강재 검토 (POINT = 6)

* 수직보강재 PL = Vb x Vt = 150 x 12

* 수직보강재 Detail *



① 수직보강재 간격 검토

a = 수직보강재의 간격 = 125.0 (cm)
 b = 상하 양면면지의 순간력 = 250.0 (cm)

* 수평보강재 2단 사용시

수직보강재 간격은 $a/b \leq 1.5$ 일때 다음식에 만족해야 한다.

$$\begin{aligned}
 a/b > 0.64 : R &= \left[\frac{b}{100t} \right]^4 \cdot \left[\left\{ \frac{\sigma}{31500} \right\}^4 + \left\{ \frac{\tau}{1970+610(b/a)} \right\}^4 \right] \leq 1 \\
 a/b \leq 0.64 : R &= \left[\frac{b}{100t} \right]^4 \cdot \left[\left\{ \frac{\sigma}{31500} \right\}^4 + \left\{ \frac{\tau}{1480+810(b/a)} \right\}^4 \right] \leq 1
 \end{aligned}$$

σ = 복부판의 연성유 압축응력 = 1264.00 (Kg/cm²)
 τ = 복부판의 전단응력 = 251.00 (Kg/cm²)

 $a/b = 125.0 / 250.0 = .50 < 0.64$ 이므로 두번째식 적용

$$R = .08 < 1 \text{ OK!!}$$

② 수직보강재 강성 검토

Iv = 수직보강재의 단면 2차모멘트

$$= Vt \cdot Vb^3 / 3 = 1.2 \times 15.0^3 / 3 = 1350.0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$\gamma = 8.0(b/a)^4 = 8.0 (250.0 / 125.0)^4 = 32.000$$

$$\text{req. Iv} = (bt^3 / 10.92) \times \gamma = (250.0 \times 1.2^3 / 10.92) \times 32.000 = 1265.9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$Iv = 1350.0 > \text{req. Iv} = 1265.9 \text{ (cm}^4\text{)} \text{ OK!!}$$

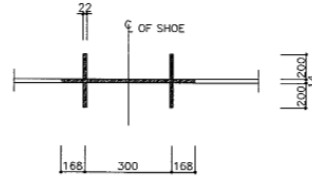
STEEL BOX 수직 수평 보강제 검토

==== HORIZONTAL & VERTICAL STIFF CHECK 집계 ====

a = VERTICAL STIFF. SPACING (cm)
 b = DISTANCE of TOP & BOTTOM FLANGE (cm)
 I_h = HORIZONTAL STIFF. MOMENT of INERTIA (cm⁴)
 I_v = VERTICAL STIFF. MOMENT of INERTIA (cm⁴)
 ratio = RATIOS for VERTICAL STIFF. SPACE CHECK

POINT	a/b	I _h	Req. I _h	ratio	I _v	Req. I _v	OK_NG
1	.50	691.	> 593.	.26 < 1.0	1350.	> 1266.	OK!!
4	.50	691.	> 593.	.18 < 1.0	1350.	> 1266.	OK!!
6	.50	691.	> 593.	.08 < 1.0	1350.	> 1266.	OK!!

4.10 하중집중점 보강제 (SWS 400)

- 고대 R=351.424^{TON}

$$4-H.2.2 \times 20.0 \quad A_1 = 176.0 \text{ cm}^2$$

$$1-H.1.4 \times 63.6 \quad A_2 = 89.04 \text{ cm}^2$$

$$\text{계} : 265.04 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma A < 1.7A_1 = 1.7 \times 176.0 = 299.2 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{USE } \Sigma A = 265.04 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \times 2.2 \times 20.0^3 + 4^{\frac{1}{12}} \times \frac{1}{12} \times 63.6 \times 1.4^3$$

$$= 23481.2 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{23481.5}{265.04}} = 9.413$$

$$\frac{L}{r} = \frac{(250/2)}{9.413} = 13.2 < 20$$

$$\therefore \sigma_{ca} = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{R}{A} = \frac{351.424 \times 10^3}{265.04}$$

$$= 1326 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca}$$

4.11 DIAPHRAGM의 설계 (도로교 설계 요령 p154)

1) DIAPHRAGM의 간격(Ld)의 산정

$$L = 50.0 \text{ M}$$

$$L = 50.0 \text{ 이므로}$$

$$L_d = 50 \text{ 일때, } L_d < 6.0 \text{ M}$$

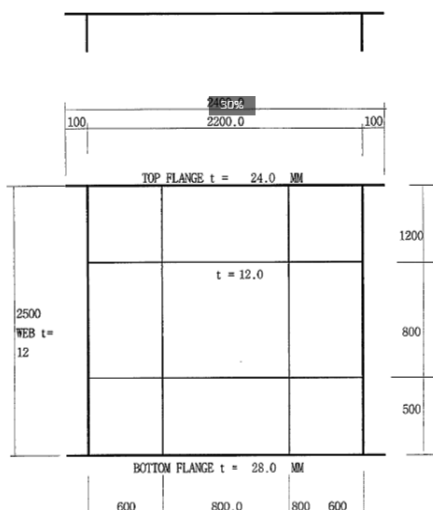
$$\therefore L_d = 5.0 \text{ M로 한다.}$$

2) 소요강성 Kreq 및 실제강성 K의 계산

(1) 단면가정

$$\text{중리브} = 5 \text{ 개}$$

$$PL \ 150 \times 14$$

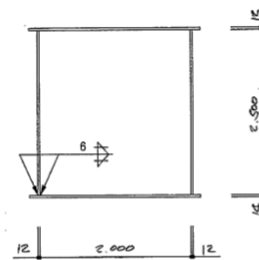


4.12 용접 검토

(1) 허용응력

구분	항목	허용응력 (kg/cm ²)	비고
공장용접	맞대기	1900	SWS 490
	인장	1900	
	전단	1100	
필렛용접	전단	1100	SWS 490
	인장	1100	

(2) 검토단면 (Girder2 - ELE 38)



• 작용 단면력
 모멘트 (M) = 3119.818 T-M
 전단력 (S) = 39.343 TON

• 응력검토

$$\tau = \frac{(S \cdot Q)}{(I \cdot \Sigma a)} < \tau_a$$

여기서, τ : 전단응력 (kg/cm²)

τ_a : 허용전단응력 (kg/cm²)

Q : 용접선상에 있는 1-flange 단면의 중립축에 관한 단면1차

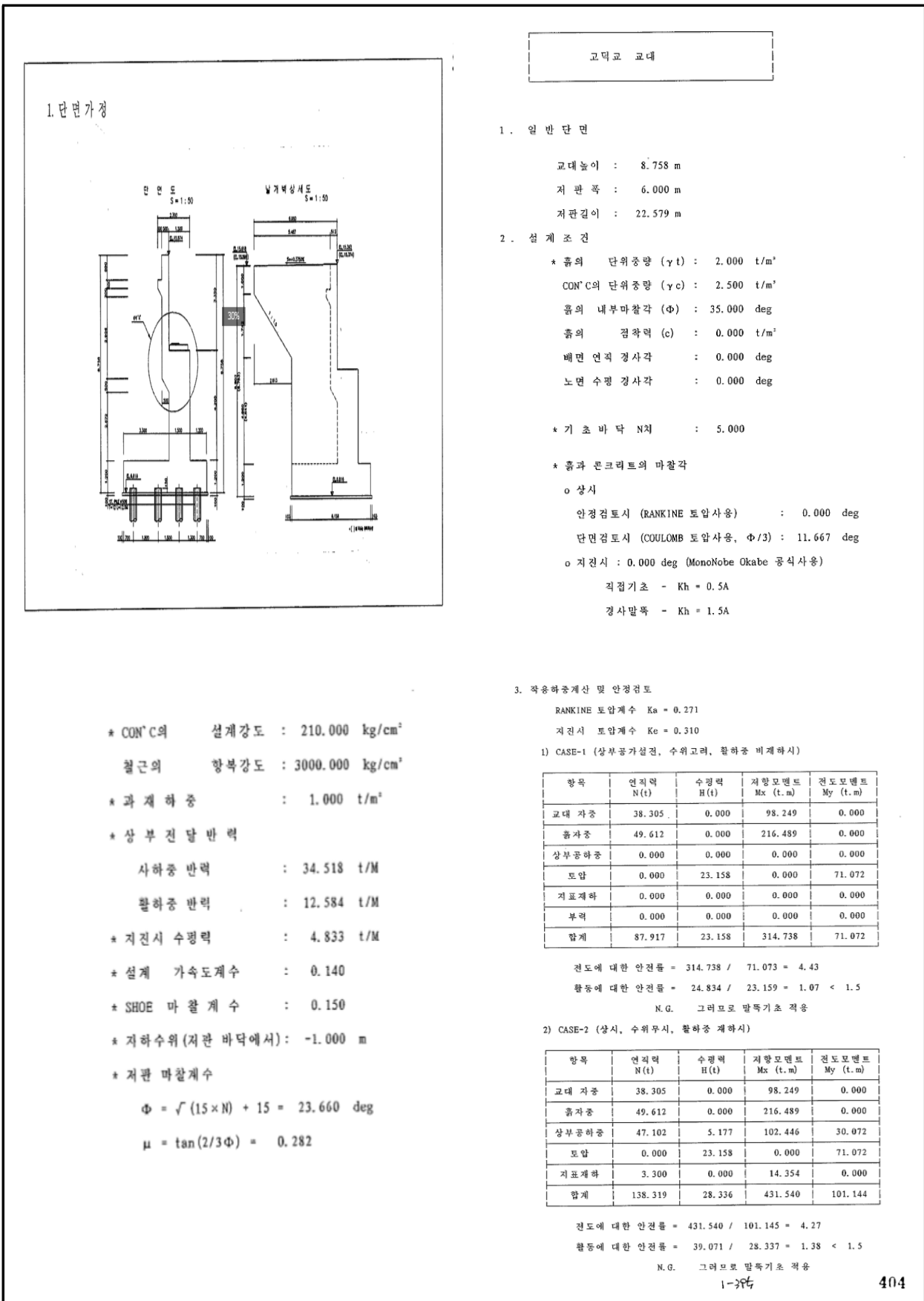
모멘트 (= A · y = 1891 × 129.42 = 244733.22 cm³)

I : 중립축의 중립축에 관한 단면2차 모멘트 (= 23401156 cm⁴)

Σa : 필렛용접의 목두께의 합 (= 4 × 0.424 = 1.696 cm)

$$\therefore \tau = 242.60 \text{ kg/cm}^2 > \tau_a = 1100 \text{ kg/cm}^2 : \text{OK!!}$$

3) 구조검토 결과 요약_하부구조(교대)



4. 연직벽의 단면검토

1) 단면력 산정 (하중계수를 적용 : 극한하중)

구 분	상 시	지 진 시
토 압 계 수	0.246	0.310
토 압	q, (h = 0.000 m)	0.418
	q, (h = 7.558 m)	6.731
토압에 의한	Mu (t.m)	113.645
단 면 력	Su (t)	30.073
SHOE 마찰에	Mu (t.m)	31.016
의한 단면력	Su (t)	6.731
벽체 자중에	Mu (t.m)	10.922
의한 관성력	Su (t)	3.696
상부하중에	Mu (t.m)	28.949
의한 관성력	Su (t)	6.282
계	Mu (t.m)	103.048
	Su (t)	40.051

그러므로 극한모멘트 (Mu) = 153.516 t.m

극한전단력 (Su) = 40.051 t

--- P < PMIN 인 경우 ---

균열모멘트 (Mc) = $Z_c(\sigma_{cb}N/Ac)$ = 10868533.000 kg.cm

Mc : 균열모멘트

Zc : 콘크리트부재의 단면계수

σ_{cb} : 콘크리트의 휨인장강도

설계 모멘트의 4/3 배 (4/3 Mu) = 20468832.000 kg.cm

균열모멘트가 설계모멘트의 4/3배 이하이므로 최소철근량 배치

최소철근량 : (1) $4/3 \times As$ = 58.897 cm²

(2) $14/SSY \times B \times D$ = 65.333 cm²

(3) $0.002 \times B \times D$ = 28.000 cm²

최소철근량 Asmin = 58.897 cm²

그러므로 As = 58.897 이상 사용하여야 한다.

그러므로 사용철근량 As = D29 @ 12.5 = 51.39 cm²

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

= 17780986.000 kg.cm

*** 전단력 검토 ***

극한전단력 Su = 40050.680 kg

콘크리트 전단설계강도 $\phi Sc = 75268.203$ kg

$1/2 \phi Sc = 37634.102$ kg < Su = 40050.680 kg

그러므로 Avmin = $3.5 \times B \times 30.0 / \sigma_y = 3.500$ cm² 이상을 배근해야 한다.

그러므로 사용 Av = $2 \times 1.986 = 3.972$ cm² (D16 @ 30.0, U형 STIRRUP)

2) 단면검토

극한 모멘트 (Mu) = 15351624.000 kg.cm

극한 전단력 (Su) = 40050.680 kg

단위 폭 (B) = 100.0 cm

유효 높이 (D) = 140.0 cm

피복 두께 (D') = 10.0 cm

*** 소요철근량 계산 ***

극한모멘트 (Mu) = 15351624.000 kg.cm

평형모멘트 (Mb) = $0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85$
= 121248080.000 kg.cm

여기서 A = K × X = 79.855

$\sigma_{ck} < 280$

K = 0.85

$\sigma_{ck} > 280$

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

X = $6120 \times D / (6120 + \sigma_y)$ = 93.947 cm

--- Mu < MB ---

인장철근량 (As) = $Mu / (\sigma_y \times (D-A/2) \times 0.85)$ = 44.173 cm²

여기서 A = $(0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \sqrt{(0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D)^2 - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times Mu}) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B)$

= 7.424 cm

단면철근비 (P) = As / (B × D) = 0.003

최대철근비 (Pmax) = $0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D)$ = 0.025

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

5. PILE 설계

1) 말뚝 설계조건

말뚝 직경 : 50.800 cm

말뚝 두께 : 1.200 cm

말뚝의 부식두께 : 0.200 cm

말뚝 길이 : 12.000 m

지상돌출부 길이 : 0.250 m

말뚝의 열 수 : 4

1/β 부근의 N 값 : 10

2) 말뚝의 신단 허용지력

말뚝의 면적 = 155.195 cm²

신단폐쇄면적 (A) = 1995.037 cm²

단면2차 모멘트 = 47360.754 cm⁴

탄성계수 = 2100000.000 Kg/cm²

a) 수직 허용지력

말뚝신단의 N치 = 40

Va = $1/3 \times 30 \times N \times A / 10000$ = 79.801 t (상 시)

Va = $1/2 \times 30 \times N \times A / 10000$ = 119.702 t (지진시)

b) 수평 허용지지력

PILE 두부의 허용변위 = 1.5 cm

수평 지반 반력계수 (k)

$$k = k_0 \times (BH/30)^{**} (-3/4) = 1.177 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{상 시})$$

$$= 2.530 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{지진시})$$

$$k_0 = 1/30 \times \alpha \times E_0 = 3.332 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_0 = 28 \times N = 280.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 50.400 \text{ cm}$$

PILE의 특성치 (β)

$$\beta = \text{SQRT}(\text{SQRT}(k \times D / (4. \times E \times I)))$$

$$= 0.00349 \text{ 1/cm} \quad (\text{상 시})$$

$$= 0.00423 \text{ 1/cm} \quad (\text{지진시})$$

i) 지상돌출시

① 말뚝머리가 고정인 경우

수평 허용지지력

$$H_a = 1.5 \times 12EI \beta^3 / ((1 + \beta h)^3 + 2) = 23.255 \text{ t} \quad (\text{상 시})$$

$$H_a = 1.5 \times 12EI \beta^3 / ((1 + \beta h)^3 + 2) = 40.454 \text{ t} \quad (\text{지진시})$$

3) 말뚝군의 도선에 작용하는 하중 (실하중)

(단위 : ton, m)

구분	상부공 사공전	지 하 수 위 무 시				지 하 수 위 고 려	
		CASE-1 비제하시	CASE-2 제하시	CASE-3 비제하시	CASE-4 지진시	CASE-5 제하시	CASE-6 비제하시
기 초 폭	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
교대길이	22.579	22.579	22.579	22.579	22.579	22.579	22.579
수평력	23.159	28.337	28.337	40.895	28.337	28.337	40.895
연직력	87.918	118.320	122.436	122.436	118.320	122.436	122.436
편심량	0.228	0.611	0.642	1.285	0.611	0.642	1.285
모멘트	20.688	84.564	78.637	157.385	84.564	78.637	157.385

5) 말뚝의 간격계산

i) 말뚝머리가 고정인 경우

(단위 : ton, m)

구분	상부공 사공전	지 하 수 위 무 시				지 하 수 위 고 려	
		CASE-1 비제하시	CASE-2 제하시	CASE-3 비제하시	CASE-4 지진시	CASE-5 제하시	CASE-6 비제하시
PILE수평반력							
PILE NO. 1	5.790	7.084	7.084	10.224	7.084	7.084	10.224
PILE NO. 2	5.790	7.084	7.084	10.224	7.084	7.084	10.224
PILE NO. 3	5.790	7.084	7.084	10.224	7.084	7.084	10.224
PILE NO. 4	5.790	7.084	7.084	10.224	7.084	7.084	10.224
최대수평반력	5.790	7.084	7.084	10.224	7.084	7.084	10.224
수평 허용 지 지 력	23.255	23.255	23.255	40.454	23.255	23.255	40.454
PILE연직반력							
PILE NO. 1	30.031	54.448	49.774	65.264	54.448	49.774	65.264
PILE NO. 2	25.219	42.573	38.319	44.551	42.573	38.319	44.551
PILE NO. 3	19.666	28.871	25.102	28.651	28.871	25.102	28.651
PILE NO. 4	13.002	12.428	9.241	-8.030	12.428	9.241	-8.030
최대연직반력	30.031	54.448	49.774	65.264	54.448	49.774	65.264
수직 허용 지 지 력	79.801	79.801	79.801	119.702	79.801	79.801	119.702
PILE수평간격	4.017	3.283	3.283	3.957	3.283	3.283	3.957
PILE연직간격	2.657	1.466	1.603	1.834	1.466	1.603	1.834
필요최대간격	2.657	1.466	1.603	1.834	1.466	1.603	1.834

수평반력에 의한 간격 = 수평허용지지력 / 최대수평반력

수직반력에 의한 간격 = 수직허용지지력 / 최대수직반력

그러므로 PILE을 1.300 m 간격으로 설치한다.

6) 말뚝의 최대모멘트 (말뚝본체 계산용)

(단위 : ton, m, 말뚝본단)

구분	상부공 사공전	지 하 수 위 무 시				지 하 수 위 고 려	
		CASE-1 비제하시	CASE-2 제하시	CASE-3 비제하시	CASE-4 지진시	CASE-5 제하시	CASE-6 비제하시
FIX M	11.201	13.872	13.116	14.760	13.072	13.116	14.760

7) 말뚝 본체설계

i) 작용력

① 평상시

$$\begin{aligned} \text{수평력} &= R_{\text{hmax}} \times \text{간격} = 9.209 \text{ t} \\ \text{수직력} &= R_{\text{vmax}} \times \text{간격} = 70.783 \text{ t} \\ \beta &= 0.00349 \text{ 1/cm} \\ \text{말뚝머리의 모멘트} &= 13.116 \text{ t.m} \end{aligned}$$

② 지진시

$$\begin{aligned} \text{수평력} &= R_{\text{hmax}} \times \text{간격} = 13.291 \text{ t} \\ \text{수직력} &= R_{\text{vmax}} \times \text{간격} = 84.844 \text{ t} \\ \beta &= 0.00423 \text{ 1/cm} \\ \text{말뚝머리의 모멘트} &= 14.760 \text{ t.m} \end{aligned}$$

ii) 말뚝머리의 변위

① 평상시

$$\begin{aligned} \text{말뚝머리 고정} : \delta &= H((1+\beta h)^3 + 2) / 12EI \beta^3 = 0.594020 \text{ cm} < 1.5 \text{ cm} \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

② 지진시

$$\begin{aligned} \text{말뚝머리 고정} : \delta &= HE((1+\beta h)^3 + 2) / 12EI \beta^3 = 0.492814 \text{ cm} < 1.5 \text{ cm} \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

9) 이용설계

a) 확대기초의 수직지압응력 검토

$$\begin{aligned} \text{확대기초의 수직지압응력} &= 42.527 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{콘크리트의 허용지압응력} &= 0.25 \times \sigma_{ck} \times \sqrt{(A_c/A_b)} < 0.5 \times \sigma_{ck} \\ &= 52.500 \text{ kg/cm}^2 < 105.000 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{수직지압응력} &= 42.527 \text{ kg/cm}^2 < \text{허용지압응력} = 52.500 \text{ kg/cm}^2 \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

b) 확대기초의 수평지압응력 검토

$$\begin{aligned} \text{확대기초의 수평지압응력} &= 17.580 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{콘크리트의 허용지압응력} &= 52.500 \text{ kg/cm}^2 < 105.000 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{수평지압응력} &= 17.580 \text{ kg/cm}^2 < \text{허용지압응력} = 52.500 \text{ kg/cm}^2 \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

c) PUNCHING SHEAR 검토

$$\begin{aligned} \text{전단응력} \quad \tau &= 1.655 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{허용전단응력} \quad \tau_a &= 0.25 \times (1+2/\beta c) \times \sqrt{(\sigma_{ck})} < 0.5 \times \sqrt{(\sigma_{ck})} \\ &= 10.869 \text{ kg/cm}^2 < 7.246 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau_a &= 7.246 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{전단응력} \quad \tau &= 1.655 \text{ kg/cm}^2 < \text{허용전단응력} \quad \tau_a = 7.246 \text{ kg/cm}^2 \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

ii) 말뚝본체의 응력검토

① 평상시

$$\begin{aligned} \text{말뚝본체에 작용하는 응력} \\ \sigma &= V/A + M \times y/I = 1153.997 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{허용응력} &= 1400.000 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma &= 1153.997 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 1400 \text{ kg/cm}^2 \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

② 지진시

$$\begin{aligned} \text{말뚝본체에 작용하는 응력} \\ \sigma &= V/A + M \times y/I = 1332.070 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{허용응력} &= 2100.000 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma &= 1332.070 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 2100 \text{ kg/cm}^2 \\ &\therefore \text{O.K.} \end{aligned}$$

7. 종 벽 설 계

1) 단면적 계산 (극한하중)

a) 흙벽배면의 단면력 (상시)

$$\begin{aligned} \text{*자 뿐 하 중} \\ \text{모 멘 트} &= 18.098 \text{ t.m} \\ \text{전 단 력} &= 6.053 \text{ t} \end{aligned}$$

*토 압

$$\begin{aligned} \text{모 멘 트} &= 5.126 \text{ t.m} \\ \text{전 단 력} &= 4.590 \text{ t} \end{aligned}$$

b) 흙벽배면의 단면력 (지진시)

$$\begin{aligned} \text{*흙벽 자중에 의한 관성력} \\ \text{모 멘 트} &= 1.414 \text{ t.m} \\ \text{전 단 력} &= 0.824 \text{ t} \end{aligned}$$

*토 압

$$\begin{aligned} \text{모 멘 트} &= 7.529 \text{ t.m} \\ \text{전 단 력} &= 6.742 \text{ t} \end{aligned}$$

--- P > PMIN 인 경우 ---

$$\text{인장철근량 (As)} = 27.715 \text{ cm}^2$$

$$\text{압축철근량 (Ass)} = 0.000 \text{ cm}^2$$

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

$$\begin{aligned} \text{설계모멘트강도 } \phi M_n &= 0.85 \times (As \times \sigma_y \times (D-A/2)) \\ &= 3111169.250 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

*** 전단력 검토 ***

$$\text{극한전단력 } Su = 10416.805 \text{ kg}$$

$$\text{콘크리트 전단설계강도 } \phi Sc = 22580.461 \text{ kg}$$

$$1/2 \phi Sc = 11290.230 \text{ kg} > Su = 10416.805 \text{ kg}$$

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

< 교좌면 보강철근 계산 >

교 대

1) 작용력

$$\text{연직하중} = 218.688 \text{ t}$$

$$\text{수평하중 : ① 교축방향} = \mu N = 0.10 \times 218.688 = 21.869 \text{ t}$$

$$\begin{aligned} \text{② 교축 직각방향} &= 4.625 \text{ t (중하중 25\% 활동)} \\ \frac{B}{D} &= \frac{22.000}{2.950} = 7.458 \leq 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \left[400 - 20 \left(\frac{B}{D} \right) \right] \times D \\ &= [400 - 20 \times 7.458] \times 2.950 = 739.978 \text{ kg/m} \\ &= 0.740 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= W \times (L/2) / N \quad \text{슈렛수} \\ &= 0.740 \times (50.0/2) / 4 = 4.625 \text{ t} \end{aligned}$$

2) 연단 거리 검토

$$S = 20 + 0.5L = 20 + 0.5 \times 50.0 = 45.00 \text{ cm} < \text{USE } 49.0 \text{ cm} \quad \therefore \text{O.K.}$$

3) 교좌 장치 하면 보강 철근 (X-종방향, Y-횡방향)

- 연직 하중에 의한 수평 철근량

$$b_{lx} = 64 \text{ cm} \quad b_{cx} = 84.8 \text{ cm}$$

$$b_{ly} = 64 \text{ cm} \quad b_{cy} = 153.0 \text{ cm}$$

$$b_{cx} = \min (2b_{cx}, 5b_{lx}) = 169.6 \text{ cm}$$

$$b_{cy} = \min (2b_{cy}, 5b_{ly}) = 306 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{교축 방향 } A_{sx1} &= \frac{1(1-b_{ly})}{4} \times \frac{P}{\sigma_{sa}} \\ &= \frac{1(1-64/169.6)}{4} \times (218.688 \times 10^3) / 1500 \\ &= 22.7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

교축 직각 방향

$$\begin{aligned} A_{sy1} &= \frac{1(1-b_{lx})}{4} \times \frac{P}{\sigma_{sa}} \\ &= \frac{1(1-64/306)}{4} \times (218.688 \times 10^3) / 1500 \\ &= 28.823 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- 수평 하중에 의한 수평방향 철근량

교축 방향

$$A_{sx2} = H / \sigma_{sa} = 21.869 \times 10^3 / 1500 = 14.579 \text{ cm}^2$$

교축 직각 방향

$$A_{sy2} = H / (\sigma_{sa} \times 1.25) = 4.625 \times 10^3 / (1500 \times 1.25) = 2.467 \text{ cm}^2$$

- 철근 보강 범위

$$b_x = b_{lx} + b_{ly} = 64 + 153 = 217.0 \text{ cm}$$

$$b_y = b_{ly} + b_{lx} = 64 + 84.8 = 148.8 \text{ cm}$$

- 철근 배근

$$\text{교축 방향 } A_{sx} = A_{sx1} + A_{sx2} = 37.279 \text{ cm}^2$$

$$D19 \text{ 사용시 } n = 37.279 / 2.865 = 11.267 \text{ EA}$$

∴ 교축 방향으로 1.9m 범위내에 20-D19 배치 (10cm간격으로 2단 배치)

교축 직각 방향

$$A_{sy} = A_{sy1} + A_{sy2} = 31.29 \text{ cm}^2$$

$$D19 \text{ 사용시 } n = 31.290 / 2.865 = 11.271 \text{ EA}$$

∴ 교축 직각 방향으로 1.9m 범위내에 20-D19 배치 (10cm간격으로 2단 배치)

4) 교좌 받침 콘크리트 보강 철근

교축 방향

$$A_{sx} = H / \sigma_{sa} = 21.869 \times 10^3 / 1500 = 14.579 \text{ cm}^2$$

$$D19 \text{ 사용시 } n = 14.579 / 2.865 = 5.089 \text{ EA}$$

∴ 교축 방향으로 1.2m 내에 13 - D19배치 (10cm간격으로 2단 배치)

교축 직각 방향

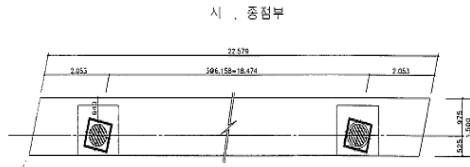
$$A_{sy} = H / (\sigma_{sa} \times 1.25) = 4.625 \times 10^3 / (1500 \times 1.25) = 2.467 \text{ cm}^2$$

$$D19 \text{ 사용시 } n = 2.467 / 2.865 = 0.861 \text{ EA}$$

∴ 교축 직각 방향으로 1.2m 내에 13 - D19배치 (10cm간격으로 2단 배치)

수 연단거리 산출하기

◆ 평면도



연단거리경도 (도시 P.572)

$$S = 20 + 0.5L = 20 + 0.5 \times 50.000$$

$$= 45.00 \text{ cm} < 64.00 \text{ cm} \text{ ----- OK !!!}$$

1. 지진해석 결과 교량에 작용하는 수평력 (수평력 = 시하중 반력 $\times$ 0.14)

$$1150.468 \times 0.14 = 218.466$$

· 도로교 시행서 제 V 편 내진설계편 4.5 단경간교의 설계 규정 (P.772)

구분	중방향 해석 (TON)	횡방향 해석 (TON)	비고
수평력	218.466 / 4	218.466 / 2	
	= 54.617TON	= 109.233TON	

2. 교량 방형의 수평 하중 결정

지진력에 의한 수평력의 하중 조합 (도시 P.771)

하중 경우 1.

$$F(x) = 1.0 \times \text{중} + 0.3 \times \text{횡} = 54.617 + 32.770 = 87.387$$

하중 경우 2.

$$F(z) = 1.3 \times \text{중} + 1.0 \times \text{횡} = 16.385 + 109.233 = 125.618$$

3. 교량 방형 설계 수평력 결정

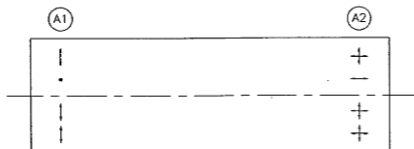
· 허용응력 한중 계수 - 지진하중 = 1.5 : 도시 제 V 편 내진 설계편 표 4.7.1

교량 방형을 강구조물로 규정

구분	지진수평력	지진력 / 1.5	비고
A ₁ (중방향)	87.387	58.258	
A ₁ (횡방향)	125.618	83.745	
A ₂ (중방향)	87.387	58.258	
A ₂ (횡방향)	125.618	83.745	

4. 방형의 지지력 검토

수평치도



1) 교축방향

$$A_1 = F_x = 58.258 \text{ t} < 84.0 \text{ t} \text{ ----- OK !!!}$$

※ 중방향 보강 불필요

2) 교축 직각방향

$$A_1 = F_x = 83.745 \text{ t} < 84.0 \text{ t} \text{ ----- OK !!!}$$

※ 횡방향 보강 불필요

나. 토질조사보고서

조사지역	시추공 No.	조사위치 (STA.)	표고 (m)	비고
고 덕 교	BB - 1	0 + 195 (고덕VC RAMP-A)	6.01	
	BB - 2	0 + 245 (고덕VC RAMP-A)	5.54	
공 는 교	BB - 3 (BB - 1)	0 + 267	7.14	
	BB - 4 (BB - 2)	0 + 282	8.26	
송 탄 교	BB - 5 (BB - 1)	2 + 640	9.81	구조물지역 = 102개소
	BB - 6 (BB - 2)	2 + 685	8.63	
	BB - 7 (BB - 3)	2 + 730	9.75	
	BB - 8 (BB - 4)	2 + 775	8.89	
	BB - 9 (BB - 5)	2 + 820	8.81	
	BB - 10 (BB - 6)	2 + 877	8.79	
	BB - 11 (BB - 7)	2 + 925	9.70	
	BB - 12 (BB - 8)	2 + 970	9.72	
	BB - 13 (BB - 9)	3 + 013	9.74	
	BB - 14 (BB - 10)	3 + 065	10.14	
	BB - 15 (BB - 1)	0 + 189 (송탄VC RAMP-C 우5.0m)	9.71	
	BB - 16 (BB - 1)	0 + 215 (송탄VC RAMP-D 우5.0m)	10.63	
	BB - 17 (BB - 2)	0 + 244 (송탄VC RAMP-D 우3.0m)	11.71	
	BB - 18 (BB - 3)	0 + 318 (송탄VC RAMP-D 우3.0m)	9.72	
송 탄 VC RAMP-D교	BB - 19 (BB - 1)	0 + 396 (송탄VC RAMP-F 우3.0m)	12.52	
	BB - 20 (BB - 2)	0 + 427 (송탄VC RAMP-F 우3.0m)	12.20	
송 탄 VC RAMP-F교	BB - 21 (BB - 1)	5 + 454 (본선 우25.0m) 0 + 337 (도시계획도로)	32.87	
	BB - 22 (BB - 2)	5 + 446 (본선 좌25m) 0 + 387 (도시계획도로)	37.84	
동 사 교	BB - 23 (BB - 1)	6 + 702	14.69	
	BB - 24 (BB - 2)	6 + 717	14.81	

※ (1)의 번호는 조정전 위치 번호임.

- 점성토층 :

본 지층은 주로 실트세암 점토 또는 점토세암 실트로 구성되어 토질분류시 CH 또는 ML로 분류되는 지층으로서 층 상부에 2.5~5.9 m 정도의 두께로 분포되어 있는데 N치는 4~7 회 정도로서 중간경도 단단한 상태의 Consistency를 보여준다.

- 사질토층 :

본 지층은 실트세암 세립의 모래층 또는 실트세암 세립 내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류시 SM으로 분류되는 지층으로서 점성토층 하부에 3.7~6.2 m 정도의 두께로 분포되어 있는데 N치는 8~34회 정도로서 느슨한 내지 조밀한 상태의 상대밀도를 나타낸다.

(4) 풍화잔류토층 (Residual Soil)

기반암이 풍화작용에 의하여 완전히 토사화되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로서 시추공 No. BB-2 위치의 층적토층 하부 즉, 지표면으로부터 9.4 m의 심도에 4.2 m의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 실트세암 세립 내지 조립의 모래로 구성되어 토질분류시 SM으로 분류되어 N-치는 43~50회 이상으로서 조밀한 내지 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타낸다.

(5) 풍화암층 (Weathered Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 풍화작용을 받아 형성된 층으로서 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나 역학적 성질은 거의 상실한 상태이다.

본 풍화암은 지표면으로부터 10.3~13.6 m의 심도에 분포되어 있는데 모암이 흙(풍화잔류토)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부식된 상태에서 표준관입시험 과정에서 채취된 시료는 타격에너지에 의해 실트세암 세립 내지 조립의 모래 및 알갱이로 분해된 상태였다.

(2) 공 는 교 (시추공 No. BB-3, 4)

가) 전담토층 (Paddy Soil)

지층의 최상부에 위치하여 현재 전담으로 이용되고 있는 지층으로서 그 두께는 0.5 m 이 내이다.

본 지층은 주로 점토세암 실트로 구성되어 토질분류시 ML로 분류되어 대체로 연약한 상태의 Consistency를 보여준다.

본 지층은 주로 실트세암 세립 내지 중립 또는 조립의 모래로 구성되어 토질분류시 SM으로 분류되어 N-치는 35회 정도로서 조밀한 상태의 상대밀도를 나타낸다.

(5) 풍화암층 (Weathered Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 풍화작용을 받아 형성된 층으로서 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나 역학적 성질은 거의 상실한 상태이다.

본 풍화암은 지표면으로부터 9.0~10.2 m의 심도에 9.1~10.5 m 정도의 두께로 분포되어 있는데 모암이 흙(풍화잔류토)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부식된 상태에서 시추작업시 코어(Core)회수는 불가능하였으며 표준관입시험 과정에서 채취된 시료는 함가에 의해 가해지는 타격 에너지에 의하여 실트세암 세립 내지 조립의 모래 및 알갱이로 분해된 상태였다.

(6) 연암층 (Soft Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 부분적으로 선택풍화작용을 받아 변질되어 형성된 층으로서 풍화암층 하부 즉, 지표면으로부터 19.3~19.5 m의 심도에 분포되어 있는데 현재 풍화가 진행 또는 진행중에 있는 층이고 균열 및 절리가 발달한 상태였다.

3.3.3 구조물지역 (시추공 No. BB-1~102)

본 구조물지역에서는 21개소의 교량구조물과 1개소의 BOX 구조물 가설 예정지역에 총 102개소의 시추조사를 실시하였는데 조사과정에서 파악된 지층의 분포상태를 각 구조물별로 구분하여 기술하면 다음과 같다.

(1) 고덕교 (시추공 No. BB-1~2)

가) 전담토층 (Paddy Soil)

지층의 최상부에 위치하여 현재 전담으로 이용되고 있는 층으로서 그 두께는 0.7 m 정도이다.

본 지층은 점토세암 실트로 구성되어 토질분류시 ML로 분류되어 연약한 상태의 Consistency를 보여준다.

나) 층적토층 (Alluvial Deposit)

유수의 운반적작작용에 의하여 형성된 지층으로서 전담토층 하부에 6.7~9.6 m 정도의 두께로 분포되어 있는데 구성성분이 다량 상부의 점성토층과 하부의 사질토층으로 구분된다.

나) 층적토층 (Alluvial Deposit)

유수의 운반적작작용에 의하여 형성된 지층으로서 전담토층 하부에 6.3~6.9 m 정도의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 주로 실트세암 점토 또는 점토세암 실트로 구성되어 토질분류시 대체로 CH, MH 및 ML로 분류되나 시추공 No. BB-4 위치의 층 상부에서는 0.8 m 두께로 점토세암 세립 내지 조립의 모래층(SC)이 분포되어 있음이 특징이다.

또한, N-치는 3~7회 정도로서 Consistency는 연약한 내지 중간경도 단단한 상태이다.

(4) 풍화잔류토층 (Residual Soil)

기반암이 풍화작용에 의하여 완전히 토사화되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로서 시추공 No. BB-3 위치에서만 층적토층 하부 즉, 지표면으로부터 6.8 m의 심도에 3.3 m의 두께로 분포하고 있다.

본 지층은 알탄 및 실트세암 세립 내지 중립의 모래로 구성되어 토질분류시 SM으로 분류되어 N-치는 50회 이상으로서 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타낸다.

(5) 풍화암층 (Weathered Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 풍화작용을 받아 형성된 층으로서 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나 역학적 성질은 거의 상실한 상태이다.

본 풍화암은 지표면으로부터 7.3~10.1 m의 심도에 분포되어 있는데 모암이 흙(풍화잔류토)으로 변해가는 과정에 있고 암질이 부식된 상태에서 시추작업시 코어(Core)회수가 불가능하였으며 표준관입시험 과정에서 채취된 시료는 함가에 의해 가해지는 타격에너지에 의하여 실트세암 세립 내지 조립의 모래 및 알갱이로 분해된 상태였다.

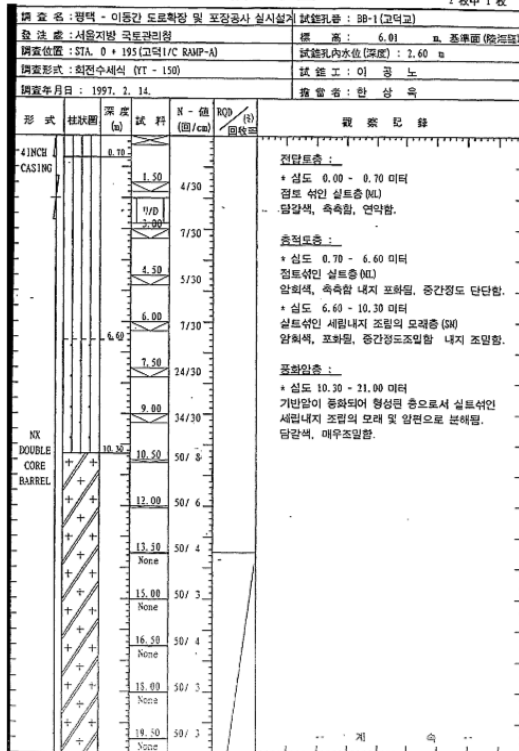
(6) 연암층 (Soft Rock)

기반암인 편마암(Gneiss)이 부분적으로 선택풍화작용을 받아 변질되어 형성된 층으로서 시추공 No. BB-4 위치에서만 지표면으로부터 19.4 m의 심도에 분포되어 있다.

본 연암층은 풍화가 진행 또는 진행중에 있는 층이고 균열 및 절리가 매우 발달한 상태에서 코어 회수가 불가능 하였다.

試錐柱狀圖

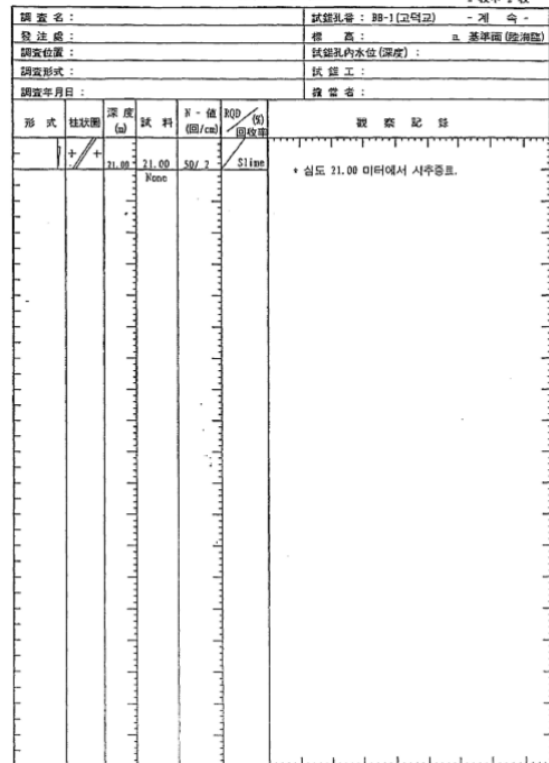
2 枚中 1 枚



331

試錐柱狀圖

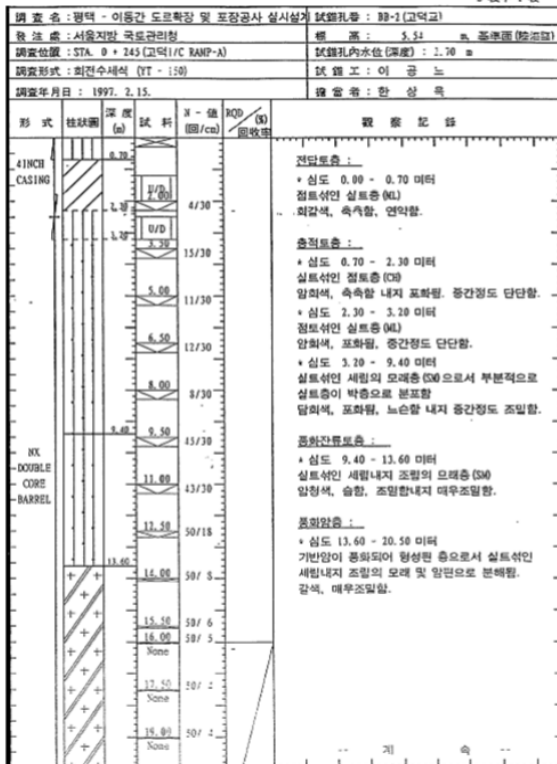
2 枚中 2 枚



332

試錐柱狀圖

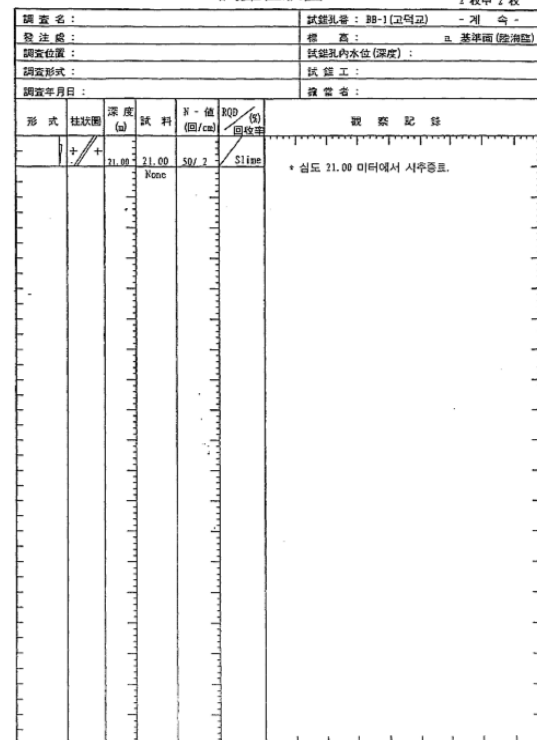
2 枚中 1 枚



333

試錐柱狀圖

2 枚中 2 枚



332

1.2.2 시설물 점검이력

대상 교량은 2중 시설물로서 2011년 하반기 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 1.2.1】 고덕교 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	정밀안전점검	2011.06.15 ~2011.08.28	(주)이지엔지니어링	B등급	1.포장면 소성변형, 포트홀, 체수 2.배수시설배수구막힘, 배수관탈락 3.S.TBOXSplice균열, 볼트유실, 볼트부식, 도장박리/박락 4.교량받침물탈균열, 볼트부식 5.교대균열(Cw=0.3mm미만), 재료분리, 표면열화
2	정기안전점검	2012.05.01 ~2012.06.30	자체수행	양호	지속관찰
3	정기안전점검	2012.11.01 ~2012.12.31	자체수행	양호	지속관찰
4	정기안전점검	2013.05.01 ~2013.06.30	자체수행	양호	지속관찰
5	정기안전점검	2013.11.01 ~2013.12.31	자체수행	양호	—
6	정기안전점검	2014.01.01 ~2014.06.30	자체수행	양호	—
7	정밀안전점검	2014.05.12 ~2014.08.09	대진건설턴트주식회사	B등급	-교면포장 망상균열 -배수시설 배수관망실 -난간및연석 방호벽표면열화, 균열부백태, 백태, 균열(0.3mm미만), 중앙분리대 망상균열 -바닥판하면균열(0.3mm미만), 백태, 부식 -거더외부볼트탈락, 볼트부식, 도장박리및부식. -거더내부도장박리, 누수흔적, 토사퇴적 -신축이음유간부이물질퇴적, 후타재균열및망상균열 -교량받침 받침콘크리트균열, 볼트부식, 몰탈균열및박락 -하부구조 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 표면열화
8	정기안전점검	2015.04.01 ~2015.06.30	자체수행	양호	지속관찰
9	정기안전점검	2015.10.01 ~2015.12.31	자체수행	양호	지속관찰
10	정기안전점검	2016.04.01 ~2016.06.30	자체수행	양호	지속관찰

【표 1.2.1】 고덕교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
11	정밀안전점검	2016.04.11 ~2016.07.08	주식회사 남양이엔씨	B등급	고덕교의 주요손상으로는 이동방향 아스콘 망상균열, 방호벽 외측면 균열 및 균열부백태, 표면열화, 데크플레이트 부식, 강재거더 외부 도장박리 및 굽힘, 부식, 현장이음부(Splice) 볼트탈락, 거더내부 볼트부식 및 토사 퇴적, 누수흔적, 배수구 막힘 및 배수관 길이부족, 신축이음부 유간토사 퇴적 및 후타재균열, 망상균열, 차수판 덮개 너트망실 및 파손, 받침콘크리트 균열, 낙교방지장치 몰탈 박리 및 볼트부식, 교대 균열 등이 조사되었다. 대상시설물의 시설물상태평가 등급은 “보조부재에경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한상태” 인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 관리주체의 적극적인 유지관리가 요구된다.
12	정기안전점검	2016.10.01 ~2016.12.31	자체수행	양호	지속관찰
13	정기안전점검	2017.04.01 ~2017.06.30	자체수행	양호	지속관찰
14	정기안전점검	2017.10.01 ~2017.12.31	자체수행	양호	지속관찰
15	정기안전점검	2018.04.01 ~2018.06.30	자체수행	양호	지속관찰
16	정밀안전점검	2018.07.11 ~2018.10.08	(주)이디시엠	B등급	• Deck Plate 부식(1개소) • 신축이음본체토사적체및차수판볼트탈락 • 거더도장손상(도장탈락및부식) ⇒전반적 • 신축이음후타재균열및망상균열 • 교대수직균열(cwmax=0.2mm) • 교면포장소성변형및국부파손 • 받침콘크리트균열(cwmax=0.1mm미만) • 배수관길이부족(4개소), 덮개망실및막힘(1개소) • 낙교방지책물탈박락, 부식 • 방호벽외측균열부백태(국부적)
17	정기안전점검	2018.10.01 ~2018.12.31	자체수행	양호	지속관찰
18	정기안전점검	2019.01.01 ~2019.06.30	자체수행	양호	지속관찰
19	2중성능평가	2019.08.22 ~2019.11.19	주식회사 남양이엔씨	B등급	▶ 안전성능평가결과, 성능평가점수 0.215, 등급b로평가 ▶ 내구성능평가결과, 성능평가점수 0.156, 등급b로평가 ▶ 사용성능평가결과, 성능평가점수 0.227, 등급b로평가 ▶ 종합성능평가결과, 성능평가점수 0.204, 등급b로평가
20	정기안전점검	2019.07.01 ~2019.12.31	자체수행	양호	지속관찰

【표 1.2.1】 고덕교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
21	정밀안전점검	2020.03.23 ~2020.06.20	(주)신우기술	B등급	바닥판하면 : 상태양호 거더및가로보:도장손상,부식,볼트부식 교대:균열(cw=0.3mm미만),이격,잡철물노출 교량받침:받침콘크리트균열(cw=0.3mm미만),낙교방지책물탈돌뜸,박락,부식 신축이음:본체유간토사퇴적,유간부족으로인한후타재박락등 교면포장:포장균열 방호벽:미세망상균열,박락 배수시설:배수관길이부족,배수그레이팅파손
22	정기안전점검	2020.01.01 ~2020.06.30	자체수행	양호	지속관찰
23	정기안전점검	2020.07.01 ~2020.12.31	자체수행	양호	지속관찰
24	정기안전점검	2021.01.01 ~2021.06.30	자체수행	양호	지속관찰
25	정기안전점검	2021.07.01 ~2021.12.31	자체수행	양호	지속관찰
26	정밀안전점검	2022.03.22 ~2022.06.13	영동이앤지(주)	B등급	-바닥판 하면 : 상태양호 -거더:도장손상(탈락,부식),볼트부식 -2차부재:상태양호 -하부구조:균열(폭0.3mm미만),망상균열(폭0.3mm미만),보수재균열(폭0.3mm미만),보수재망상균열(폭0.3mm미만),누수흔적,이격,체수,충분리,잡철물부식 -교량받침:받침콘크리트균열(폭0.3mm미만) -낙교방지장치:볼트부식,충분리및박락 -신축이음:유간토사퇴적,후타재균열,신축이음누수 -교면포장:포장균열,포장망상균열,포장폐임,체수,토사퇴적,접속슬래브포장망상균열 -배수시설:배수구막힘,배수구그레이팅파손 -난간/연석:망상균열(폭0.3mm미만),박락,차수판볼트탈락 -공중이이용하는부위:특이사항없음.
27	정기안전점검	2022.01.01 ~2022.06.30	자체수행	양호	지속관찰
28	정기안전점검	2022.10.05 ~2022.12.09	자체수행	양호	배수구 막힘
29	정기안전점검	2023.04.11 ~2023.06.12	자체수행	양호	배수시설(배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손)

【표 1.2.1】 고덕교 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검 기관	상태 등급	주요점검 · 진단내용
30	정기안전점검	2023.10.15 ~2023.11.30	자채수행	양호	· 교면포장 : 포장균열, 망상균열, 패임, 체수, 토사퇴적, 접속부 망상균열 · 배수시설:배수구막힘,그레이팅파손 · 난간및연석:망상균열(폭0.3mm미만),박락,차수판볼트탈락 · 신축이음장치:본체토사퇴적,후타재균열,신축이음누수 · 바닥판:상태양호 · 거더:도장탈락,부식,볼트부식 · 가로보:상태양호 · 교량받침:반침콘크리트균열(폭0.3mm미만) · 교대및교각: 균열(폭 0.3mm미만), 망상균열, 재균열, 보수부 망상균열, 누수흔적, 보호블럭 이격 등 · 기초:해당없음 · 점검시설:상태양호 · 공중이이용이이용하는부위:포장부및,신축이음부손상

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2022년09월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	■바닥판에 대한 외관조사 결과, 내측바닥판(데크플레이트)은 부식, 변형, 파손, 용접부 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 외측바닥판(콘크리트)도 균열, 백태, 누수, 단면손상 등이 발생되지 않은 양호한 상태이다. ■종합적으로 바닥판하면은 전반적으로 양호한 상태로 분석되며, 향후 추가손상 발생에 대한 면밀한 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.	
거더내부	■거더내부에 대한 외관조사 결과, 국부적으로 볼트부식, 실링미처리가 조사되었으며, 도장손상, 변형, 파손 등의 손상은 발견되지 않았다. ■볼트부식은 S1-G1 현장이음부 하면에서 확인되었고, 그 외 기타 현장이음부의 볼트상태는 양호한 상태로 조사되었다. 해당손상은 과거 현장이음부의 틈새로 들어온 우수접촉에 의한 부식으로 추정되나, 부식 및 도장열화로 인한 내구성능 저하는 없는 수준으로 보수보다는 주의관찰이 필요하다. 다만, 부식의 확산방지를 위해 현장이음부의 틈을 실링처리가 필요하다.	
거더외부	■거더외부에 대한 외관조사 결과, 도장손상(탈락,부식)이 국부적으로 발생되었고 현장이음부에서 볼트부식이 1개소 조사되었다. 그 외 플랜지 변형 및 처짐, 피로균열 등의 구조적 결함은 발생되지 않았다. ■도장손상(탈락,부식)은 주로 거더하면에서 조사되었고, 손상발생부위가 차량이 지나가는 구간에 집중적으로 발생된 것으로 보아, 과거 적재불량 화물차가 교량하부를 통과시 거더 하부에 접촉되면서 발생된 손상으로 추정된다. 형하고 측정 결과 4.95~5.05m로 현재 차량제한 표지판(4.8m)이 설치된 상태이며, 현재 부식 및 도장열화로 인한 내구성능 저하는 없는 수준으로 주의관찰을 통한 유지관리가 합리적이다.	
가로보	■ 2차부재에 대한 외관조사 결과, 피로균열, 변형, 현장이음부 볼트 손상, 누수 등은 조사되지 않았으며, 도장상태도 양호한 것으로 조사되었으므로, 향후 신규손상 발생에 대한 주기적인 점검이 필요하다.	
교대	■교대에 대한 외관조사 결과, 균열, 망상균열, 체수, 층분리 등의 비구조적 손상이 조사되었으며, 교대의 기울음 및 전도, 부등침하로 인한 손상은 발견되지 않았다. ■교대에서 발생된 균열은 폭 0.3mm미만의 수직균열로써 길이가 짧은 형태로 조사되었다. 교대의 전면은 대기에 노출되어 있어 교대 배면에 비해 대기중으로 수분이 빠르게 증발하게 되고, 전면과 배면의 불균일한 건조수축작용, 온도응력 등에 의해 교대 상부에서 아래로 수직균열이 발생하게 된다. 금회 조사시 발생된 균열은 구체와 흙벽에 전면에서 발생되었고 수직균열 및 망상균열의 형태로 외력에 의한 구조적 균열이라기 보다는 재료특성에 기인한 비구조적 균열로 판단된다. 따라서, 긴급한 보수는 불필요하나 우천시 신축이음부를 통해 누수가 지속되고 있는 상황을 감안할 때 균열부 틈으로 우수가 침투하여 철근의 부식팽창을 발생시킬 가능성을 배제할 수 없으므로 일반적인 표면보수를 실시하여 손상의 진전을 억제하는 것이 바람직하다. ■교대 A2에서 발생된 층분리는 지속적인 우수접촉에 의해 콘크리트 내부 철근이 부식 팽창하여 콘크리트의 층을 이루며 분리되는 현상으로 손상의 규모는 경미하지만 내구성 저하 방지차원에서 단면보수를 실시하는 것이 필요하다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
교대	■ 체수현상은 A2 전면벽체 상면에서 조사되었으며, 신축이음부의 누수 진행에 따른 물고임 현상으로 확인되었다. 따라서, 신축이음 유도배수 처리가 우선적으로 시행되어야 할 것으로 판단된다. ■ 교터교의 시·종점부 교대 전면에는 보호블럭이 시공되어 있으며, 전반적으로 양호한 상태를 보이고 있으나, A1 전면벽체와 보호블럭 간의 이격이 조사되었다. 해당손상은 시공당시 법면의 다짐미흡 및 즉시침하에 따른 이격으로 추정되며 손상의 진전성은 없는 것으로 판단되므로 주의관찰이 바람직하다. ■ 잡철물부식은 교대A2 흉벽에서 발생되었으며, 시공 후 잡철물 처리 미흡으로 인한 손상으로 내구성 저하 방지차원의 단면보수가 바람직하다.	
교량받침	■ 교량받침은 점검일 현재 하중전달 경로상에 문제를 유발할 수 있는 편기, 이탈 등의 중대결함은 없고, 외관상에도 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 받침콘크리트에서 경미한 균열이 2개소 확인되었다. 또한 낙교방지시설의 손상은 볼트부식, 기초부 충분리 및 박락이 있으며, 그 외 구조적 결함은 없는 것으로 조사되었다. ■ 본 교량의 교량받침은 편기, 변형, 파손 등은 발생되지 않았으며, 도장상태도 양호한 것으로 확인되었다. 받침콘크리트의 경우 일부개소에서 균열이 경미하게 발생되었으나, 시공초기 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 별도의 보수는 불필요하다. ■ 낙교방지장치의 경우, 지속적인 우수접촉으로 인해 볼트의 부식이 발생하였고, 우수유입과 동결융해 반복작용에 의해 기초콘크리트가 일부가 박락되어 떨어져 나간 것으로 판단된다. 해당손상들은 기능성 확보를 위해 단면보수를 통한 유지관리가 요구된다. ■ 교대 교량받침부의 연단거리 측정결과, 각 지점에서의 실측 연단거리가 이론 연단거리를 상회하는 것으로 조사되었다. ■ 교량받침의 이동량을 검토한 결과, 전 개소의 교량받침은 현 설계기준에 의한 받침 가동 여유량을 만족하는 것으로 검토되었다.	
신축이음	■ 신축이음에 대한 점검 결과, 2021년도 신축이음 교체 이후 전반적으로 양호한 상태를 보이고 있으나, 국부적인 후타재 균열, 유간 토사퇴적이 발생되었고 신축이음 하부로 누수가 진행되고 있는 것으로 조사되었다. ■ 본 교량의 신축이음 본체는 외관상 양호한 상태로 확인되었으나, 유간에 이물질이 퇴적되어 있는 것으로 조사되었다. 최근 신축이음 교체가 이루어진 것을 감안할 때, 신축거동에 영향을 미칠 정도의 손상은 아닌 것으로 판단되나, 주기적인 청소를 통해 기능성을 유지하는 것이 바람직하다. ■ 후타재는 기존에 조사되었던 단면손상(파손,박락)이 신축이음 교체로 인해 전부 보수가 완료되었으며, 교체 이후 국부적인 균열이 발생하였다. 무수축 콘크리트로 시공하는 후타재는 시공품질에 따라 하자가 많고 차륜하중과 외기환경, 시공시 양생부족 등이 복합적인 원인으로 작용함에 따라 횡방향 균열이 발생하게 된다. 후타재에 발생한 손상들은 다양한 방법(주입, 면, 충전보수 등)으로 보수해도 지속적인 차륜 하중으로 인해 보수효율이 떨어지므로 손상 진전 후 일괄 보수하는 것 ■ 우천시(2022년4월13일, 일강수량 9.5mm) 현장조사 결과, 신축이음 하부로 누수가 발생된 것으로 확인되었다. 후타재 균열부에서 유입된 우수는 교대 흉벽을 타고 하부로 흘러들어가 교대 벽체 상면에 체수되어 있으며, 손상 방지시 하부구조의 열화 및 강재거더, 교량받침의 강재부식을 유발시킬 우려가 있다. 또한, 하부로 겨울철 제설제 살포로 인해 염화물이 함유되어 유입될 경우, 하부 콘크리트 내구성 저하의 가능성이 있으므로, 상부에서의 우수유입을 차단하기 위한 유도배수관 설치가 필요하다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
신축이음	■점검 당시 현재의 유간을 측정하여 향후 이론적인 신장, 수축량과 비교하였으며 신축이음 가동여유량을 검토한 결과, 현 설계기준에 의한 신축이음 신축 여유량을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.	
교면포장	■교면포장에 대한 외관조사 결과, 포장 망상균열이 광범위하게 발생하였고, 국부적으로 균열, 패임, 체수, 토사퇴적 등이 조사되었다. ■교면포장(아스콘)의 주요손상은 균열 및 망상균열이며, 상대적으로 차량통행이 많은 이동방향에 집중된 것으로 확인되었다. 바닥판 또는 강박스 내부로의 우수유입이 없는 것으로 볼 때, 방수층의 손상은 없는 것으로 판단된다. 해당손상은 교통량의 증가, 중차량 통행으로 인한 원인이 지배적인 것으로 추정되며, 손상 진전 방지를 위해 이동방향 측 재포장이 필요하며, 재포장시에는 강성이 크고 변형 저항성이 우수한 강성 포장(L.M.C)에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다. ■조사된 토사퇴적은 갯길 외측에서 주로 조사되었으며 공용기간 증가가 주요 원인으로 판단된다. 교면의 토사는 배수구로 유입 시 배수구 막힘의 원인이 될 수 있으므로 주기적인 청소가 필요하다.	
배수시설	■배수시설에 대한 점검결과, 배수관의 부식, 이탈은 조사되지 않았으나, 배수구 막힘, 그레이팅 파손이 확인되었다. 기존 점검에서 조사되었던 배수관 길이부족은, 금회 점검시 배수관의 연장이 완료된 것으로 조사되었다. ■교면의 배수구 막힘은 공용 중 포장면의 이물질 및 토사가 퇴적된 것으로 교면의 물고임 및 배수불량이 발생할 수 있으므로 유지관리 차원의 청소 등 보수조치가 필요하다. 또한, 그레이팅 파손부위는 배수구의 이물질 유입 방지를 위해 재설치를 시행하여 배수기능을 확보하는 것이 바람직하다.	
난간 및 방호벽	■난간 및 방호벽(중앙분리대), 투석방지망에 대한 점검결과, 전 구간 표면처리된 방호벽 표면에 미세한 망상균열이 광범위하게 발생하였으며 그 외 박락, 차수판 볼트탈락이 조사되었다. 강재 난간 및 투석방지망의 경우, 파손, 변형, 이탈 등의 손상은 없는 양호한 상태로 조사되었다. ■방호벽 보수부 표면에 보수품질의 불량 및 건조수축 작용, 공용기간 증가에 따른 표면부 망상균열이 광범위하게 발생하였으며, 망상균열이 진전되어 박락이 1개소 조사되었다. 금회 조사된 망상균열, 박락, 차수판 볼트탈락은 손상의 정도가 경미하므로 주의관찰을 통한 유지관리가 요구된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험명	시험부위		시험 결과	검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	상부구조 (설계기준 : 27MPa)		30.2~31.6	■ 설계기준 대비 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨
	하부구조 (설계기준 : 24MPa)		27.3~28.0	
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	4.5~6.0	■ 실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 30mm 이상으로 측정되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 'a' 등급으로 평가됨
		잔여깊이	38.0~47.5	
	하부구조	진행깊이	6.0~7.0	
		잔여깊이	61.0~100.0	

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
고덕교	0.259	B	—	—	B
종합평가	• 상태평가 결과를 통한 종합평가 결과 고덕교는 “B” 로 평가됨.				

라. 안전등급 지정

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

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
거더내부	실링재 미처리	실링처리	2.73	m	10	27	3순위
교대	균열(폭0.3mm미만)	표면처리	4.32	m ²	85	367	3순위
	망상균열(폭0.3mm미만)	표면처리	4.60	m ²	85	391	3순위
	충분리, 잡철물 부식	단면보수	1.00	m ²	260	260	2순위
방호벽	충분리 및 박락	단면보수	1.87	m ²	260	487	2순위
신축이음	유간 토사퇴적	청소	42.00	m	70	2,940	3순위
	신축이음 누수	유도배수관 설치	44.00	m	20	880	2순위
교면포장	포장균열	재포장 (이동방향)	550.00	m ²	220	121,000	1순위
	포장망상균열						
	포장패임						
배수시설	배수구 막힘	청소	4	개소	70	280	3순위
	배수구 그레이팅 파손	그레이팅 설치	2	개소	100	200	3순위
순공사비 합계(천원)						126,833	
제경비(순공사비×50%, 천원)						101,466	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위				217,800	
		2순위				2,928	
		3순위				7,571	
유지보수 개략공사비 총계						228,299	
※ 폭 0.3mm미만의 균열은 균열길이에 보수 폭 0.25m를 고려하여 보수면적을 산출함. ※ 보수물량은 손상물량의 30% 할증하였으며, 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영. ※ 개략공사비는 설계 시 공법 및 단가변동에 의해 공사비가 바뀔 수 있음. ※ 교면 재포장은 이동방향의 전체면적을 적용함.							

바. 종합결론

- 고덕교의 주요 손상으로는 거더 도장부식 및 볼트 부식, 교대 균열 및 망상균열/충분리/체수, 받침콘크리트 균열, 신축이음 누수 및 후타재 균열, 중차량 통행에 의로 인한 포장 망상균열/패임/갓길 토사퇴적/체수, 배수구 막힘, 방호벽 망상균열/박락 등이 조사되었다. 조사된 손상은 시공 초기 발생한 국부 손상과 공용 기간 증가에 따른 손상으로 구조적 결함에 의한 손상은 없는 상태로 구조물의 안전에 미치는 영향은 크지 않은 상태이다. 다만, 부재의 내구성 저하를 초래할 수 있으므로 손상의 종류 및 규모, 우선순위에 따른 보수가 필요하다. 추락방지시설의 외관조사 결과 난간 및 투석방지망에서 결함 및 파손, 고정부 연결부 파손 등의 손상은 없는 양호한 상태로 확인되었다. 각 부재에 발생한 손상은 구조물의 안전에 미치는 영향은 없겠으나 부재의 내구성 저하를 초래할 수 있으므로 손상의 종류 및 규모, 우선순위에 따른 보수가 필요하겠다.
- 반발경도에 의한 강도시험 결과 상·하부구조 모두 설계기준 강도를 상회하는 양호한 상태로 조사되었으며, 탄산화 잔여 깊이는 30.0mm이상으로 상태평가는 “a등급”으로 산정되어 탄산화에 의한 내구성 저하는 없는 것으로 조사되었다.
- 상태평가 및 종합평가를 통한 구조물의 전체 안전등급 결과는 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 B등급(양호)으로 산정되었다.
- 대상 교량에서 조사된 결함 또는 열화손상 개소에 대해서는 내구성증진 및 기능저하 방지를 위한 손상정도에 따른 적절한 보수가 필요하며, 보수 이후에도 재균열, 추가균열 등 균열상태 변화유무에 대한 주기적인 점검과 주의관찰을 통해 적절한 유지관리계획을 수립함이 바람직한 것으로 판단된다.

1.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과 각 부재의 균열, 들뜸, 박리, 파손, 박락, 재료분리, 누수흔적, 부식 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검은 반기별로 주기적으로 실시되고 있으며, 정기안전점검은 23회, 정밀안전점검은 6회, 2중성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

1.2.5 시설물 보수·보강 이력

【표 1.2.2】 고덕교 보수·보강이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수·보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비 (천원)	책임기술자
1	국도37호선 풍계교 등 교면포장 보수공사	보수	—	(주)남양엔지 니어링	동양이앤씨(주)
	2023-04-28 ~ 2023-07-19		아스콘포장 1,026㎡	199,700	—
2	국도45호선 도곡교(상) 등 신축이음 보수공사	보수	—	백강, 호성	화강건설(주)
	2021-03-23 ~ 2021-06-09		신축이음 교체	68,392	KG엔지니어링 종합건축사사무소

【표 1.2.2】 고덕교 보수·보강이력사항(계속)

번호	공사명	공사 구분	보수·보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비 (천원)	책임기술자
3	국도38호선 평궁교 등 시설물 보수공사	보수	—	(주)세일엔지니어링	삼다건설(주)
	2019-08-12 ~ 2019-11-09		실링보수[거더] : 18m	5,384	KG엔지니어링 종합건축사사무소
4	국도45호선 청용교외 3개교 교면포장공사	보수	—	수원국토	(주)성한건설 대표 김보연
	2013-05-16 ~ 2013-07-11		—	252,658	동부엔지니어링(주) 최병선
5	국도38호선 행죽교외 44개교 교면포장 보수공사	보수	—	수원국토	(주)동일이앤씨 임선우
	2011-08-16 ~ 2011-11-13		소파보수	268,660	(주)다산건설턴트 한광훈
6	국도45호선 묘봉교외 25개교 교면보수공사	보수	—	—	(주)효상토건 김명식
	2010-09-13 ~ 2010-11-11		소파보수	210,610	(주)한국종합기술

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
—	Y	—	—
• 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미실시된 상태로 확인되었다.			

1.2.7 시설물의 용도변경 및 하중변화 여부 확인

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

1.3 현장조사

1.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소작업차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1	도보, 고소작업차	2024.04.01.~2024.05.31.	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	

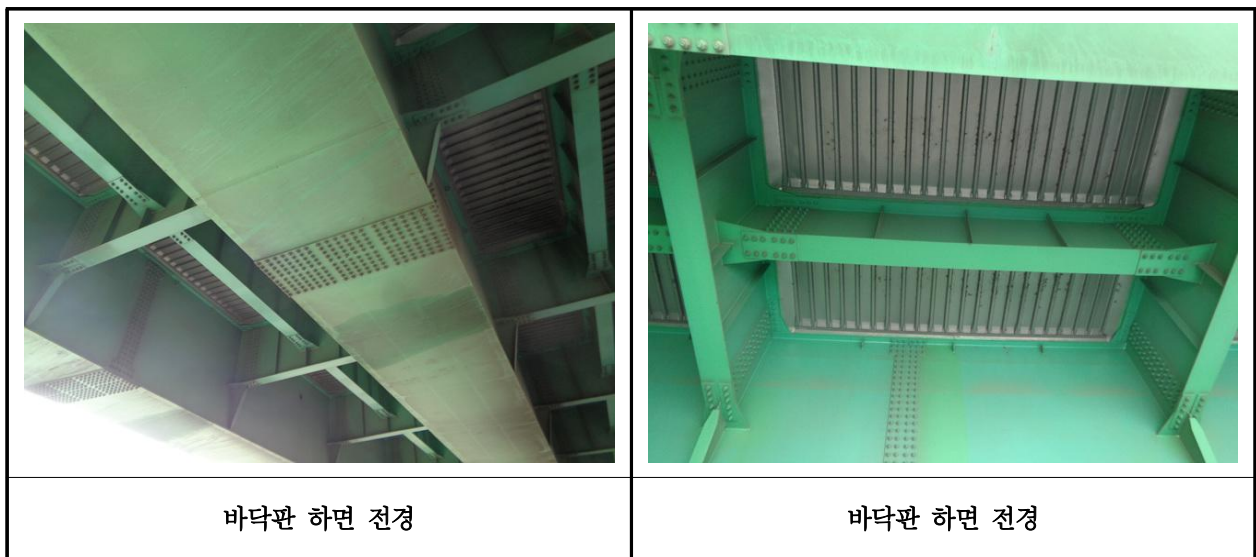
【사진 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

1.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 고덕교는 총 1경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=50.0m, 폭 21.5m(왕복 4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있고, 강재 데크플레이트가 전구간 시공되어 있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 고소작업차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.2】 바닥판 하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	상태양호
S1	—
합계	—



【사진 1.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 바닥판 하면은 기 손상이 없는 상태로 확인되었고, 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.2】 바닥판 하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

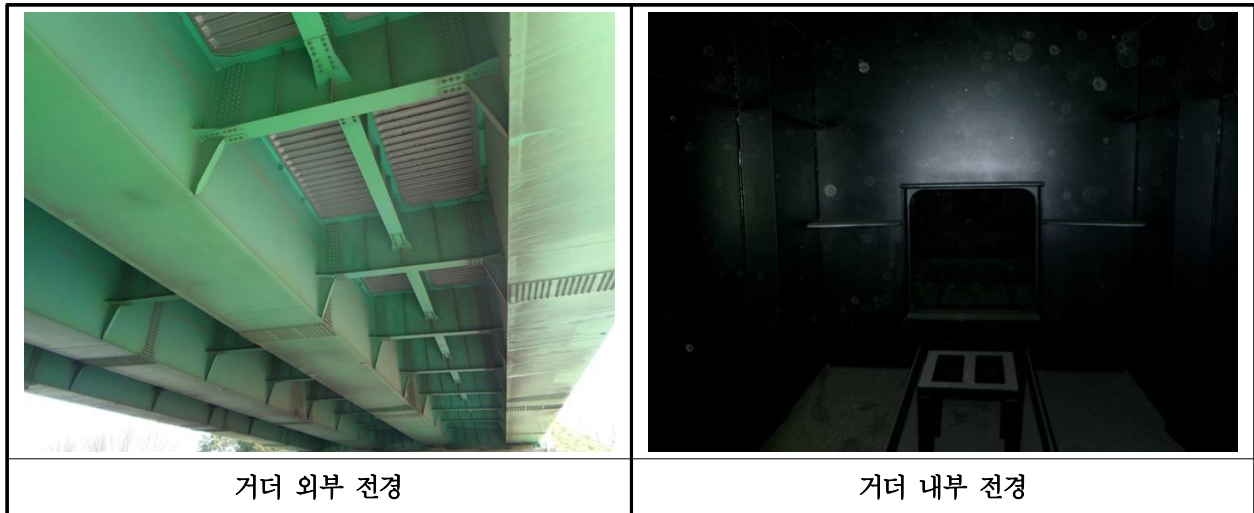
4) 검토의견

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

나. STEEL BOX Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 ST. BOX는 4열로 시공되었으며, 도보 및 고소작업차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.4】 거더외부 · 거더내부 전경

2) 현장조사 결과

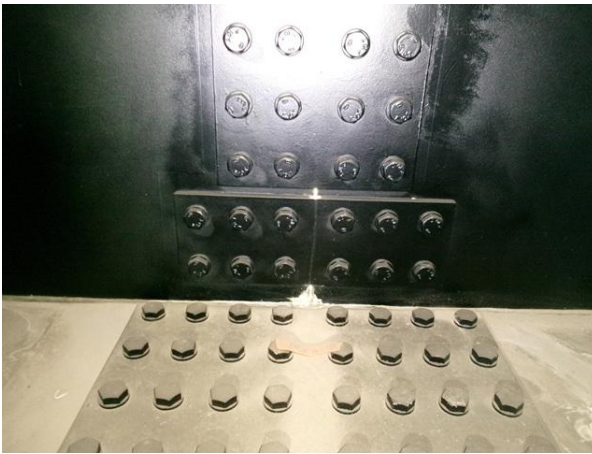
- 거더외부에 대한 외관조사 결과, 도장탈락 및 부식, 볼트부식 등의 손상이 조사되었다.
- 거더내부에 대한 외관조사 결과, 볼트부식, 실링재 미처리 등의 손상이 조사되었다.

【표 1.3.3】 거더외부 외관조사 결과

구분	도장탈락 및 부식 (㎡/개소)		볼트부식 (개소/개소)	
S1	67.38	20	1.00	1
합계	67.38	20	1.00	1

【표 1.3.4】 거더내부 외관조사 결과

구분	볼트부식 (개소/개소)		실링재 미처리 (m/개소)	
S1	48.00	48	1.20	4
합계	48.00	48	1.20	4

	
거더외부 S1-G1 도장탈락 및 부식 (13.0m×2.2m)	거더외부 S1-G5 도장탈락 및 부식 (7.5m×2.2m)
	
거더외부 S1-G1 볼트부식 (1EA)	거더내부 S1-G1 볼트부식 (6EA)
	
거더내부 S1-G1 볼트부식 (42EA)	거더내부 S1-G4 실링재 미처리 (L=0.3m)

【사진 1.3.5】 거더외부 · 거더내부 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더외부에 기 손상인 도장탈락 및 부식, 볼트부식이 조사되었고, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.
- 거더내부에 기 손상인 볼트부식, 실링재 미처리가 조사되었고, 금회 점검시 실링재 미처리가 추가 조사되었다.

【표 1.3.5】 거더외부 · 거더내부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더외부	도장탈락 및 부식	m ²	67.38	20	67.38	20	- -	변동없음
	볼트부식	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
거더내부	볼트부식	EA	48.00	48	48.00	48	- -	변동없음
	실링재 미처리	m	0.90	3	1.20	4	▲ 0.30	신규손상

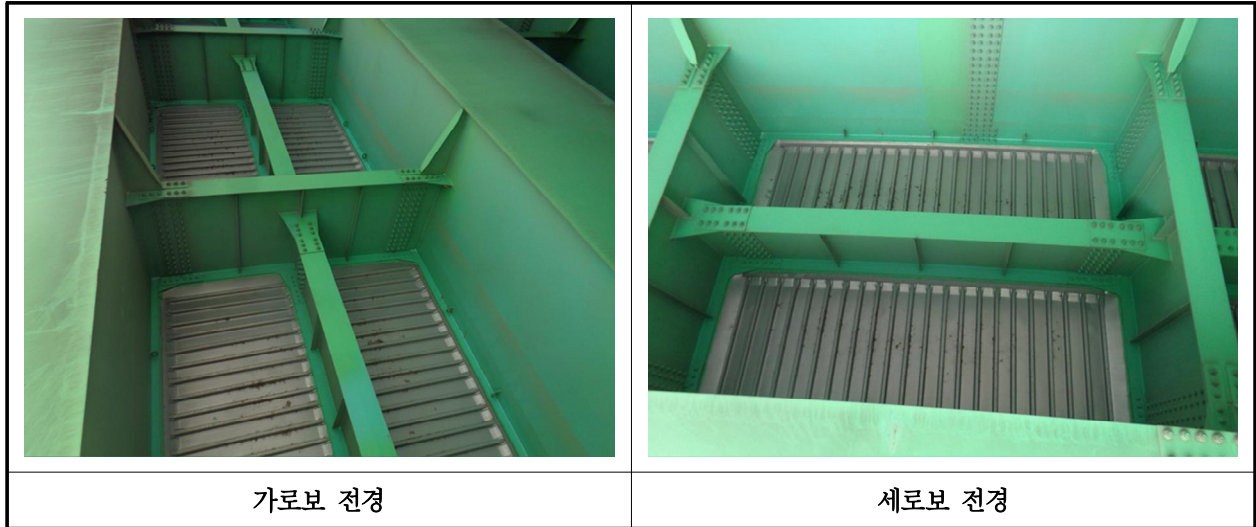
4) 검토의견

- 거더외부에 발생한 도장탈락 및 부식, 볼트부식의 경우 허용높이 초과 차량의 하부 접촉에 의한 손상으로 유추되며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거더내부에 발생한 볼트부식은 현장이음부의 우수접촉에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수가 필요하다. 실링재 미처리의 경우 시공초기 마감 미흡에 의한 손상으로 우수유입 등에 의한 부식을 방지하기 위하여 실링재주입 등의 조치가 필요하다.

다. 가로보 및 세로보(2차부재)

1) 부재의 개요

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



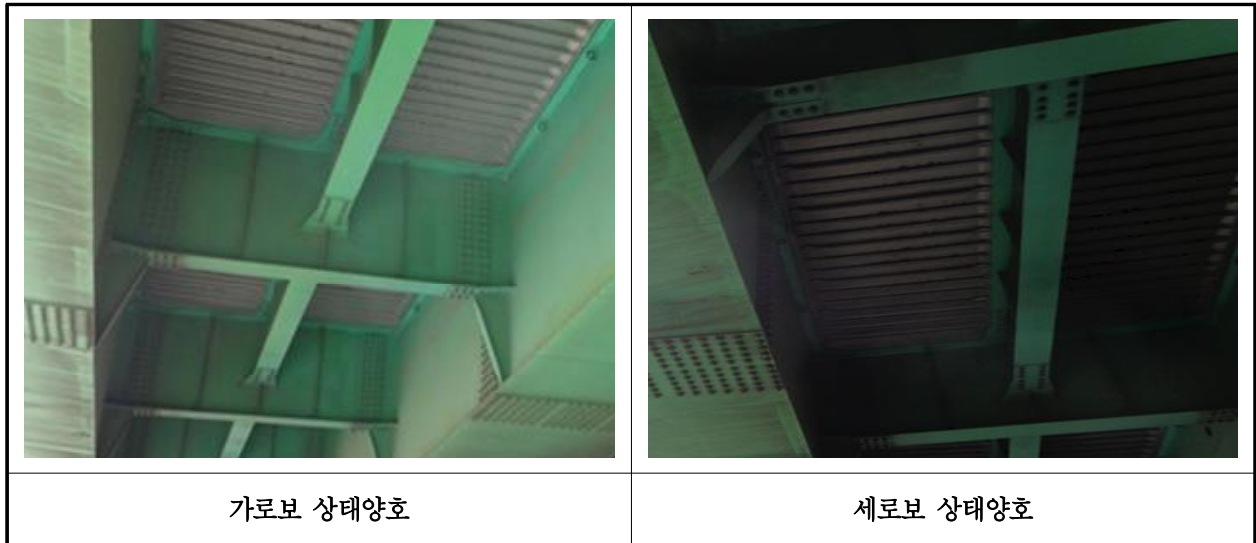
【사진 1.3.6】 가로보 및 세로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보 및 세로보에 대한 현장조사 결과, 기존 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.6】 가로보 및 세로보 현장조사 결과

구분	상태양호	
S1	—	—
합계	—	—



【사진 1.3.7】 가로보 및 세로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 가로보 및 세로보 에 대한 외관조사 결과 추가 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.7】 가로보 및 세로보 기 점검 결과 비교

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

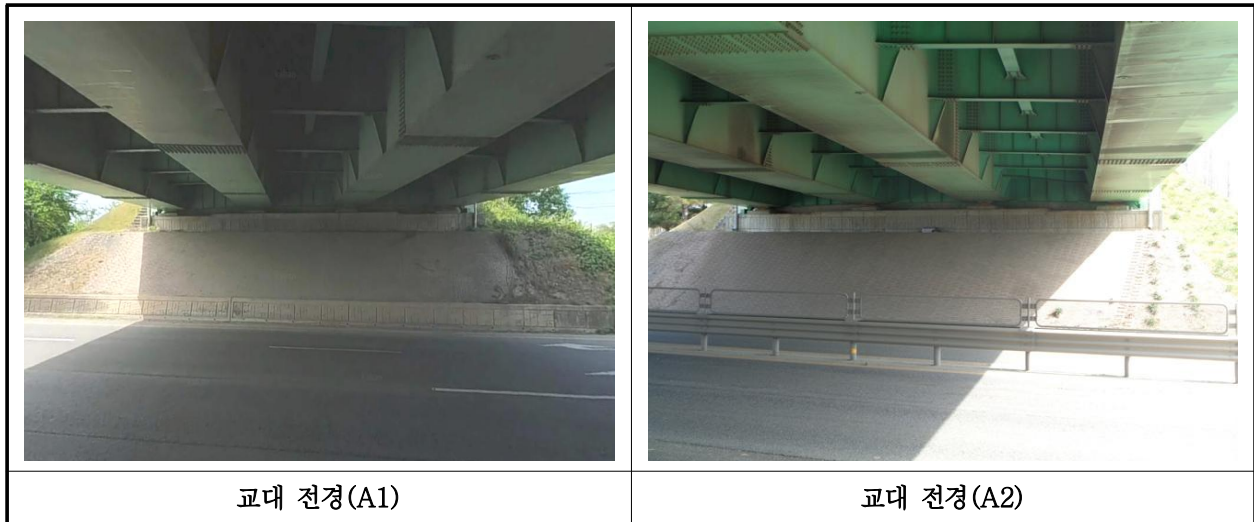
4) 검토의견

- 가로보 및 세로보는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 추가 손상 발생 여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 고덕교의 교대는 역T형 2기로 시공되어 있으며, 기초는 확대기초 및 말뚝기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 1.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 망상균열(폭0.2mm), 보수부 재균열(0.3mm미만), 보수부 망상균열(폭0.2mm), 충분리 및 박락, 잡철물부식, 법면 이격, 체수가 조사되었다.

【표 1.3.8】 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열(폭0.2mm) (m/개소)		보수부 재균열(0.3mm미만) (m/개소)		보수부 망상균열(폭0.2mm) (m/개소)	
A1	5.30	7	0.84	1	—	—	—	—
A2	6.00	6	—	—	2.00	1	2.70	1
합계	11.30	13	0.84	1	2.00	1	2.70	1

구분	충분리 (m/개소)		잡철물부식 (개소/개소)		법면 이격 (m/개소)		체수 (m/개소)	
A1	—	—	0.03	1	22.00	1	—	—
A2	0.10	1	0.04	2	—	—	5.50	3
합계	0.10	1	0.07	3	22.00	1	5.50	3

	
교대 A1 균열(0.1mm/0.6m)	교대 A1 망상균열(폭0.2mm) (0.7m×1.2m)
	
교대 A2 보수부 재균열(0.2mm/2.0m)	교대 A2 보수부 망상균열(폭0.2mm) (1.0m×2.7m)
	
교대 A2 충분리(0.5m×0.2m)	교대 A1 법면 이격(L=22.0m)

【사진 1.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 보수부 채균열(0.3mm미만), 보수부 망상균열, 층분리, 잡철물부식, 법면 이격, 체수 등이 조사되었고, 금회 점검에서 별도의 신규 손상은 조사되지 않았다.

【표 1.3.9】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	11.30	13	11.30	13	— —	변동없음
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	0.84	1	0.84	1	— —	변동없음
	보수부 채균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	— —	변동없음
	보수부 망상균열(폭0.2mm)	m ²	2.70	1	2.70	1	— —	변동없음
	층분리	m ²	0.10	1	0.10	1	— —	변동없음
	잡철물부식	m ²	0.07	3	0.07	3	— —	변동없음
	법면 이격	m	22.00	1	22.00	1	— —	변동없음
	체수	m ²	5.50	3	5.50	3	— —	변동없음

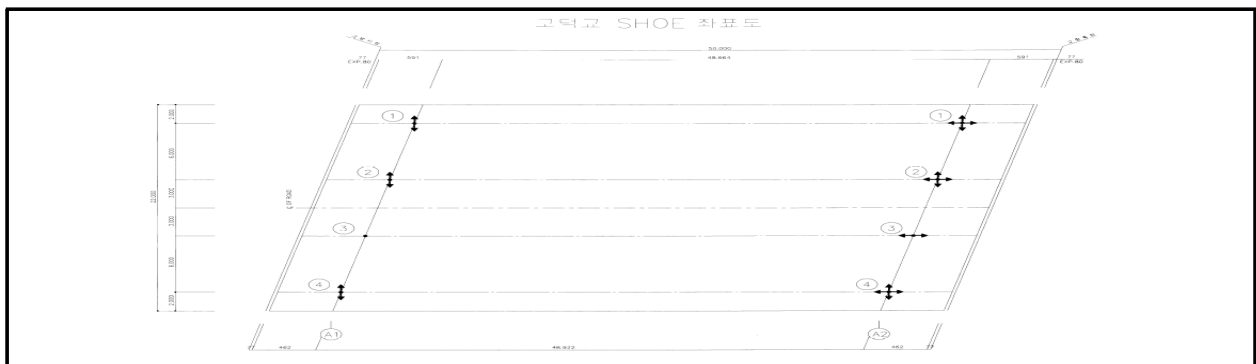
4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만), 망상균열(폭0.2mm), 보수부 채균열(0.3mm미만), 보수부 망상균열(폭0.2mm)은 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.
- 층분리의 경우 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 내부철근의 부식 팽창 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수가 필요하다.
- 잡철물부식의 시공초기 마감미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수가 필요하다.
- 법면 이격은 시공초기 다짐미흡, 공용기간 경과, 우수유입 등에 의한 것으로 손상의 진전성은 없는 것으로 판단되며, 손상 범위 확대 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
- 체수는 신축이음부 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다. 보수시 신축이음부와 연계된 보수가 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 고덕교의 교량받침은 포트받침으로 거더당 2개소씩 배치되어 있으며, 총 8개소가 설치되어 있고, 교대 좌·우 양쪽 단부에 낙교방지장치가 설치되어있다. 교량받침은 상부구조의 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재로써 본 조사에서는 과반력 및 부반력 발생여부, 온도변화에 의한 신축거동 여부뿐만 아니라 강재부식, 콘크리트 손상 여부 등 내구성, 기능성 등에 대한 조사를 실시하였다.



【그림 1.3.1】 교량받침 배치도



【사진 1.3.10】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 낙교방지시설 충분리 및 박락, 부식이 조사되었다.

【표 1.3.10】 교량받침 외관조사 결과

구분	받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		낙교방지시설			
			충분리 및 박락 (㎡/개소)		부식 (개소/개소)	
A1	—	—	0.72	2	1.00	1
A2	0.50	2	0.72	2	2.00	2
합계	0.50	2	1.44	4	3.00	3

	
A2-SH3 받침콘크리트 균열(0.1mm/0.3m)	A2-SH4 받침콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)
	
낙교방지장치 A1 충분리 및 박락(3.6m×0.1m)	낙교방지장치 A2 부식(2EA)

【사진 1.3.11】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 낙교방지시설 충분리 및 박락, 부식이 조사되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 1.3.11】 교량받침 기 점검 결과 비교

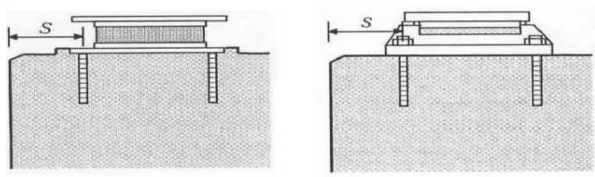
구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	0.50	2	— —	변동없음
낙교방지 장치	충분리 및 박락	m ²	1.44	4	1.44	4	— —	변동없음
	부식	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에서 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 판단되며, 미세균열로 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 낙교방지장치에서 조사된 충분리 및 박락의 경우 공용기간 경과, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수가 요구된다.
- 부식의 경우 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상이며, 장기적인 내구성 확보를 위하여 재도장을 통한 보수가 필요하다.

5) 연단거리 검토

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



(a) 고무받침

(b) 강재받침

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

【그림 1.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 1.3.12】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

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

【표 1.3.12】 연단거리 측정 결과

구 분	계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)				검토 결과
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	
A1	450	550	560	560	560	O.K
A2	450	700	695	700	705	O.K

② 연단거리 검토의견

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

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 1.3.13】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 1.3.13】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}\text{C}$)		선팅창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	고정단						
A2	34.3	25.7	0.000012	50.0	20.6	15.4	

1) 조사당시 온도 : 14.3 $^{\circ}\text{C}$ (조사일 : 2024년 4월 2일, 평균온도, 수원)

2) 검토온도 : -20 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$ (한랭지방)

【표 1.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			최대수축	최대신장	최대수축	최대신장			
A1	고정단								
A2	SH1	32	82	18	20.6	15.4	±50.0	O.K	O.K
	SH2	32	82	18			±50.0	O.K	O.K
	SH3	32	82	18			±50.0	O.K	O.K
	SH4	32	82	18			±50.0	O.K	O.K
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

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

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음은 교량받침과 연동되어 온도나 하중에 대한 상부구조의 신축거동을 수렴하는 중요 장치로써 본체와 후타재로 구분되며, Finger Joint(A1, A2) 형식으로 시공된 상태이다.



【사진 1.3.14】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 유간 토사퇴적, 차수판볼트탈락, 신축이음 하부 누수가 조사되었다.

【표 1.3.15】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		차수판볼트탈락 (개소/개소)		신축이음 하부 누수 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	14.80	32	21.00	1	6.00	6	22.00	1
A2 (EXP J3)	8.00	20	21.00	1	3.00	3	22.00	1
합계	22.80	52	42.00	2	9.00	9	44.00	2

	
A1 후타재 균열(0.2mm/0.5m)	A2 유간 토사퇴적(L=21.0m)
	
A1 차수판볼트탈락(6EA)	A1 신축이음 하부 누수(L=22.0m)

【사진 1.3.15】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 후타재 균열, 유간 토사퇴적, 차수판볼트탈락, 신축이음 하부 누수가 확인되었으며, 금회 조사시 후타재 균열이 추가 조사되었다.

【표 1.3.16】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	17.20	38	22.80	52	▲ 5.60	신규손상
	유간 토사퇴적	m	42.00	2	42.00	2	— —	변동없음
	차수판볼트탈락	EA	9.00	9	9.00	9	— —	변동없음
	신축이음 하부 누수	m	44.00	2	44.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 차량 반복통행, 장기공용, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 발생한 손상으로 인한 차량통행에 지장 및 신축이음 기능저하 등은 없는 상태로 주의관찰 후 관리주체의 유지관리계획에 맞추어 보수하여도 구조물의 사용 및 안전에는 지장이 없을 것으로 판단된다.
- 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 경과에 따른 비산먼지 축적에 의해 발생한 손상으로 청소 등의 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수관볼트탈락의 경우 외부충격 등에 의해 발생한 것으로 하부 우수유입 방지를 위해 재설치를 통한 정비가 요구된다.
- 신축이음 하부 누수의 경우 시공시 마감 미흡에 의한 손상으로 판단되며, 하부에 우수가 유입되고 있어 교대에 체수가 조사되었다. 하부구조에 열화 및 강재부식 등에 의한 내구성 저하를 예방하기 위하여 유도배수관 설치가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−20℃ ~ 40℃(한랭지방))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 : 2024. 04. 02. 기온 적용: 14.2℃(일평균) ΔT(신장시) : $40.0^\circ\text{C} - 14.3^\circ\text{C} = 25.7^\circ\text{C}$ ΔT(수축시) : $-20.0^\circ\text{C} - (14.2^\circ\text{C}) = 34.3^\circ\text{C}$ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				
	교량형식	보통지방	한랭지방	선행창계수 α (/℃)	
	강교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}

【사진 1.3.16】 신축이음 유간 측정방법

【표 1.3.17】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팅창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	고정단									
A2	34.2	25.8	0.000012	50.0	20.6	15.4	50.0	60.0	100.0	Finger Joint
1) 조사당시 온도 : 14.3 $^{\circ}C$ (조사일 : 2024년 4월 2일, 평균온도, 수원) 2) 검토온도 : -20 $^{\circ}C$ ~ 40 $^{\circ}C$ (한랭지방)										

【표 1.3.18】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분	계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과	
	최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)			
A1	고정단								
A2	신축이음	20.6	15.4	50.0	100.0	70.6	34.6	OK	OK
	바닥판			60.0	-	-	44.6	-	OK
	거더			100.0	-	-	84.6	-	OK
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 고덕교의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스팔트 포장(T=80mm), 4차로로 시공되었다.



교면포장 전경

교면포장 전경

【사진 1.3.17】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 전구간 재포장 된 것이 확인되었고, 접속부 포장 망상균열, 접속부 아스콘 균열이 조사되었다.

【표 1.3.19】 교면포장 외관조사 결과

구분	접속부 포장 망상균열 (m/개소)		접속부 아스콘 균열 (m/개소)	
	망상균열	개소	아스콘 균열	개소
S1	11.00	3	3.00	1
합계	11.00	3	3.00	1

	
이동방향 S1 접속부 포장 망상균열(4.0m×1.0m)	이동방향 S1 접속부 포장 망상균열(0.5m×7.0m)
	
평택방향 S1 접속부 포장 망상균열(0.5m×7.0m)	평택방향 S1 접속부 아스콘 균열(L=3.0m)
	
이동방향 S1 재포장 보수	평택방향 S1 청소 보수

【사진 1.3.18】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 포장 균열, 포장 망상균열, 포장 패임, 체수, 토사퇴적은 전구간 채포장 및 청소에 의한 보수가 확인되었고, 기 손상인 접속부 포장 망상균열에 대한 손상이 확인되었으며, 금회 점검시 접속부 아스콘 균열이 신규 조사되었다.

【표 1.3.20】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	포장 균열	m	5.00	2	—	—	▼ 5.00	보수됨
	포장 망상균열	m ²	126.00	2	—	—	▼ 126.00	보수됨
	포장 패임	m ²	0.10	2	—	—	▼ 0.10	보수됨
	체수	m ²	4.00	1	—	—	▼ 4.00	보수됨
	토사퇴적	m ²	100.00	1	—	—	▼ 100.00	보수됨
	접속부 포장 망상균열	m ²	11.00	3	11.00	3	— —	변동없음
	접속부 아스콘 균열	m	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 접속부 포장 망상균열 및 아스콘 균열의 경우 차량의 윤하중, 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 비교적 경미한 상태로 차량 주행성능 저하의 우려는 없는 것으로 판단되는 바 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하고, 진전시 아스콘 팻칭 등과 같은 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 고덕교의 배수시설은 교량의 횡구배에 맞게 설치되어 있으며, 육교형 배수관으로 연결되어있는 상태이다.



【사진 1.3.19】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손이 조사되었다.

【표 1.3.21】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)		배수구 그레이팅 파손 (개소/개소)	
S1	6.00	6	2.00	2
합계	6.00	6	2.00	2



【사진 1.3.20】 배수시설 손상현황



【사진 1.3.20】 배수시설 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손이 확인되었으며, 금회 점검시 배수구 막힘이 신규 조사되었다.

【표 1.3.22】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	4.00	2	6.00	6	▲ 2.00	신규손상
	배수구 그레이팅 파손	EA	2.00	2	2.00	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설의 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손은 공용기간 증가, 우천시 토사유입, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능을 확보하기 위하여 청소, 재설치를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 좌·우측으로 철근콘크리트 방호벽(강재난간+낙하물방지울타리)과 중앙분리대(연석+가드레일)이 시공되어있다.



【사진 1.3.21】 난간 및 연석 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 망상균열(폭0.2mm) 및 박락이 조사되었다.

【표 1.3.23】 난간 및 연석 외관조사 결과

구분	망상균열(폭0.2mm) (m/개소)		박락 (㎡/개소)	
S1	200.00	3	0.03	1
합계	200.00	3	0.03	1

이동방향 S1 방호벽 망상균열 (50.0m×1.5m)	평택방향 S1 방호벽 망상균열 (50.0m×1.5m)
중앙분리대 S1 연석 망상균열 (50.0m×1.0m)	이동방향 S3 박락 (0.3m×0.1m)

【사진 1.3.22】 난간 및 연석 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 망상균열(폭0.2mm), 박락이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.24】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
난간 및 연석	망상균열(폭0.2mm)	m ²	200.00	3	200.00	3	— —	변동없음
	박락	m ²	0.03	1	0.03	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에 발생한 망상균열(폭0.2mm), 박락의 경우 장기공용에 따른 방호벽 보호재 열화에 의한 손상으로 주의관찰을 실시한 후 손상의 진전시 일괄적으로 보수를 실시하는 유지관리가 적절할 것으로 판단된다.

카. 교량 점검시설

- 고덕교는 별도의 점검시설은 없는 것으로 조사되었다.

타. 공중이 이용하는 부위

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

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 난간 및 연석”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 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

1.3.3 외관조사 총괄표

【표 1.3.25】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	상태양호	—	—	—	
거더외부	도장탈락 및 부식	m ²	67.38	20	
	볼트부식	EA	1.00	1	
거더내부	볼트부식	EA	48.00	48	
	실링재 미처리	m	1.20	4	
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	
교대	균열(0.3mm미만)	m	11.30	13	
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	0.84	1	
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
	보수부 망상균열(폭0.2mm)	m ²	2.70	1	
	층분리	m ²	0.10	1	
	잡철물부식	m ²	0.07	3	
	법면 이격	m	22.00	1	
	체수	m ²	5.50	3	
교량받침	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	
	층분리 및 박락	m ²	1.44	4	
	부식	EA	3.00	3	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	22.80	52	
	유간 토사퇴적	m	42.00	2	
	차수판볼트탈락	EA	9.00	9	
	신축이음 하부 누수	m	44.00	2	
교면포장	접속부 포장 망상균열	m ²	11.00	3	
	아스콘 균열	m	3.00	1	
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	
	배수구 그레이팅 파손	EA	2.00	2	
난간 및 연석	망상균열(폭0.2mm)	m ²	200.00	3	
	박락	m ²	0.03	1	

1.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 1.3.26】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	상태양호	—	—	—	—	—	—	변동없음
거더외부	도장탈락 및 부식	m ²	67.38	20	67.38	20	—	변동없음
	볼트부식	EA	1.00	1	1.00	1	—	변동없음
거더내부	볼트부식	EA	48.00	48	48.00	48	—	변동없음
	실링재 미처리	m	0.90	3	1.20	4	▲ 0.30	신규손상
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—	—	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	11.30	13	11.30	13	—	변동없음
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	0.84	1	0.84	1	—	변동없음
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	2.00	1	—	변동없음
	보수부 망상균열(폭0.2mm)	m ²	2.70	1	2.70	1	—	변동없음
	충분리	m ²	0.10	1	0.10	1	—	변동없음
	잡철물부식	m ²	0.07	3	0.07	3	—	변동없음
	법면 이격	m	22.00	1	22.00	1	—	변동없음
	체수	m ²	5.50	3	5.50	3	—	변동없음
교량받침	반침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	0.50	2	—	변동없음
	충분리 및 박락	m ²	1.44	4	1.44	4	—	변동없음
	부식	EA	3.00	3	3.00	3	—	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	17.20	38	22.80	52	▲ 5.60	신규손상
	유간 토사퇴적	m	42.00	2	42.00	2	—	변동없음
	차수판볼트탈락	EA	9.00	9	9.00	9	—	변동없음
	신축이음 하부 누수	m	44.00	2	44.00	2	—	변동없음
교면포장	포장 균열	m	5.00	2	—	—	▼ 5.00	보수됨
	포장 망상균열	m ²	126.00	2	—	—	▼ 126.00	보수됨
	포장 패임	m ²	0.10	2	—	—	▼ 0.10	보수됨
	체수	m ²	4.00	1	—	—	▼ 4.00	보수됨
	토사퇴적	m ²	100.00	1	—	—	▼ 100.00	보수됨
	접속부 포장 망상균열	m ²	11.00	3	11.00	3	—	변동없음
	아스콘 균열	m	—	—	3.00	1	▲ 3.00	신규손상
배수시설	배수구 막힘	EA	4.00	2	6.00	6	▲ 2.00	신규손상
	배수구 그레이팅 파손	EA	2.00	2	2.00	2	—	변동없음
난간 및 연석	망상균열(폭0.2mm)	m ²	200.00	3	200.00	3	—	변동없음
	박락	m ²	0.03	1	0.03	1	—	변동없음

1.4 콘크리트 내구성 조사

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

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2023. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

1.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

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

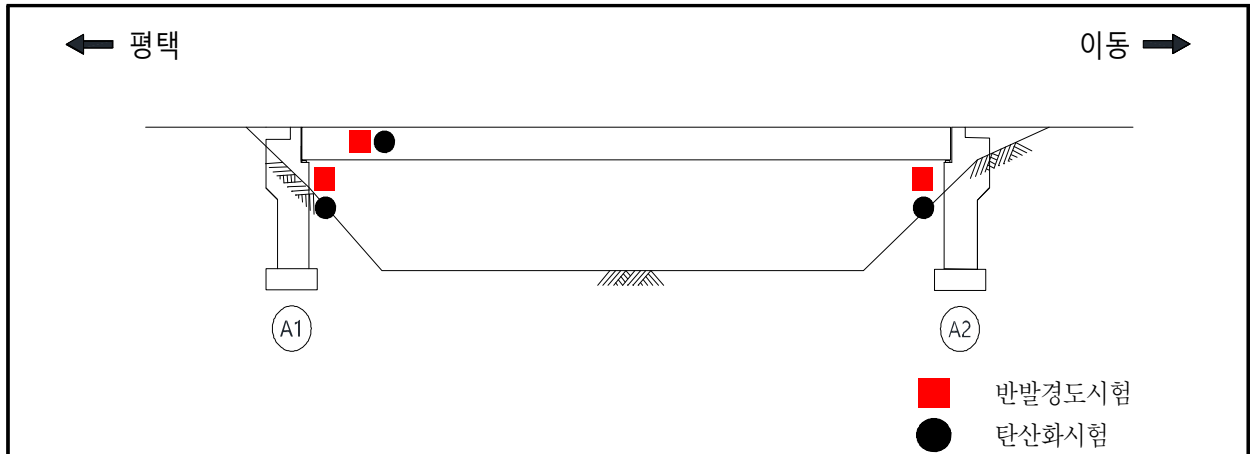
주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

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

다. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 5개소)을 실시하였으며, 측정결과
는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 1.4.1】 반발경도시험 현장사진

1) 반발경도 시험

(1) 반발경도 시험결과

【표 1.4.2】 상부구조 콘크리트 반발경도 시험결과(바닥판)

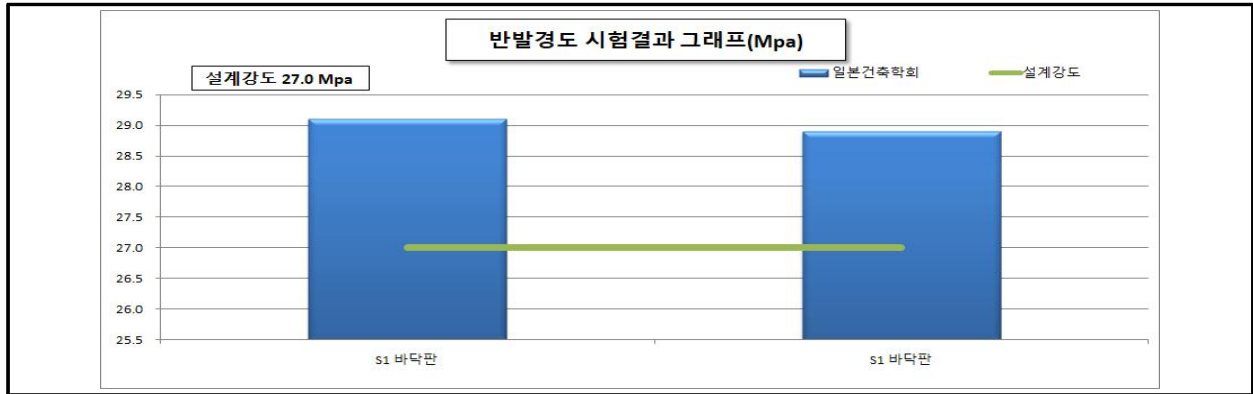
시험위치		반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_b)	일본재료학회	일본건축학회			
상부 구조	S1 바닥판	50.9	29.4	29.1	0.63	27.0	건전부
	S1 바닥판	50.4	28.9	28.9			비건전부
평균		—	29.2	29.0	—	—	
표준편차		—	0.4	0.1	—	—	
변동계수		—	1.2	0.5	—	—	
최대값		—	29.4	29.1	—	—	
최소값		—	28.9	28.9	—	—	

【표 1.4.3】 하부구조 콘크리트 반발경도 시험결과(교대)

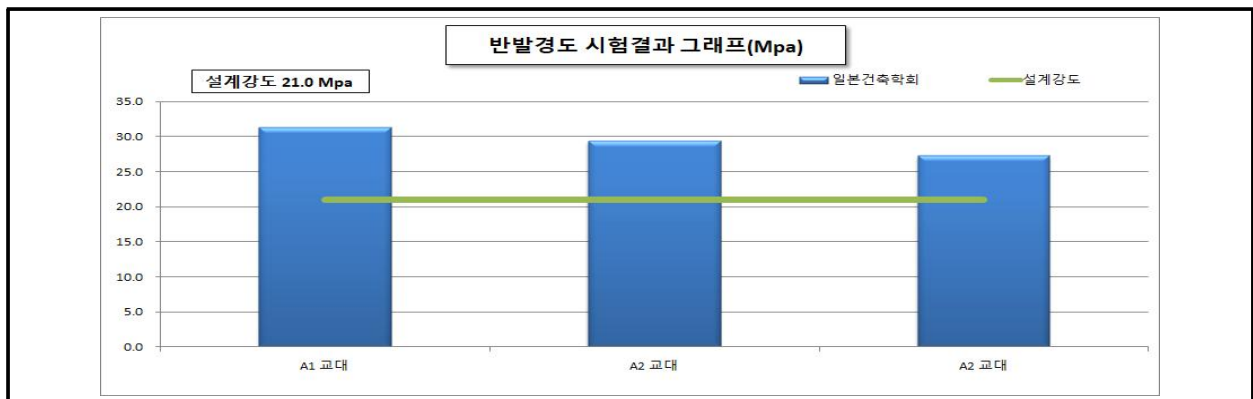
시험위치		반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도(MPa)	비고
		반발경도(R_b)	일본재료학회	일본건축학회			
하부 구조	A1 교대	55.9	33.4	31.4	0.63	21.0	
	A2 교대	51.6	29.9	29.4			건전부
	A2 교대	46.8	26.1	27.3			비건전부
평균		—	29.8	29.4	—	—	
표준편차		—	3.7	2.1	—	—	
변동계수		—	12.3	7.0	—	—	
최대값		—	33.4	31.4	—	—	
최소값		—	26.1	27.3	—	—	

【표 1.4.4】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판하면	28.9	~ 29.1	27.0	29	107.4	
교대	27.3	~ 31.4	21.0	29.4	140.0	



【그림 1.4.2】 반발경도 시험결과 그래프(상부구조)



【그림 1.4.3】 반발경도 시험결과 그래프(하부구조)

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 28.9~29.4MPa, 하부구조(교대) 27.3~31.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 21.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.5】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	설계기준강도(MPa)
반발경도법	바닥판	30.2 ~ 30.4	28.9 ~ 29.4	27.0
	교대	27.3 ~ 28.0	27.3 ~ 31.4	21.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.			

3) 반발경도 시험보고서

【표 1.4.6】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2024. 04. 02. ~ 2024. 04. 02. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	고덕교
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa 교대 : 21.0MPa
시험 위치의 표면 상태	균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.3℃, 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 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화 깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.



【사진 1.4.2】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

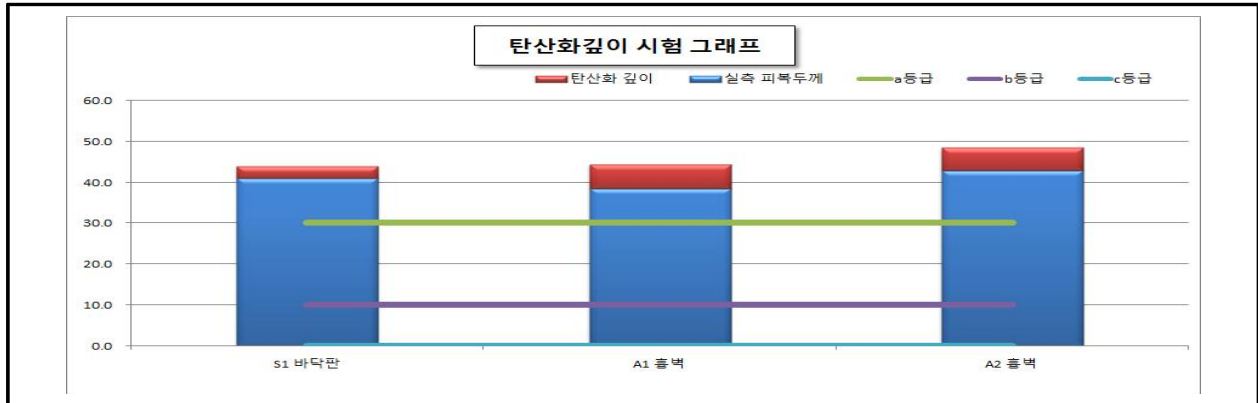
【표 1.4.7】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	경과년수	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	비 고
상부 구조	S1 바닥판	3.0	44.0	19	41.0	a	0.69	100년 이상	a등급
하부 구조	A1 홍벽	6.0	47.0	19	41.0	a	1.38	100년 이상	a등급
	A2 홍벽	5.5	44.0	19	38.5	a	1.26	100년 이상	a등급

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.8】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0	41.0	
하부구조	5.5~6.0	38.5~41.0	



【그림 1.4.4】 탄산화깊이 시험 그래프

2) 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.9】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2022년 정밀안전점검			2024년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	4.5~6.0	38.0~47.5	a	3.0	41.0	a	
하부구조	6.0~7.0	61.0~100.0	a	5.5~6.0	38.5~41.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 시험보고서

【표 1.4.10】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2024년 04월 03일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	콘크리트 라인
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	시험 성과표 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 1.4.11】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시험명	시험부위		시험 결과	검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면 (설계기준 : 27MPa)	28.9 ~ 29.1	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 (설계기준 : 21MPa)	27.3 ~ 31.4	
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이(mm)	3.0	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
		잔여깊이(mm)	41.0	
	하부구조	진행깊이(mm)	5.5~6.0	
		잔여깊이(mm)	38.5~41.0	

라. 기 점검결과와 비교

【표 1.4.12】 기 점검결과와 비교

시험명	시험부위		2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	비고
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판 하면 (설계기준 : 27MPa)	30.2 ~ 30.4	28.9 ~ 29.1	추정식, 측정 위치에 따른 편차로 인해 정밀한 비교가 어려우나 전개소 설계강도를 100% 상회하여 내구성저하가 없는 것으로 판단됨.
	하부구조	교대 (설계기준 : 21MPa)	27.3 ~ 28.0	27.3 ~ 31.4	
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이 (mm)	4.5~6.0	3.0	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 급격한 진전은 없는 양호한 상태로 확인되며, 탄산화 진행으로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단됨.
		잔여깊이 (mm)	38.0~47.5	41.0	
	하부구조	진행깊이 (mm)	6.0~7.0	5.5~6.0	
		잔여깊이 (mm)	61.0~100.0	38.5~41.0	

1.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2023. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

1.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

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

【표 1.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	STB	a	c	a	b	b	c	c	a	b	q	a	a
	A2								c	b	b	q	-	a
평균			0.100	0.400	0.100	0.200	0.200	0.400	0.400	0.150	0.200	-	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.018	0.080	0.005	0.014	0.006	0.008	0.036	0.014	0.040	-	0.004	0.003
													0.228	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.228) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태인 “b” 로 평가됨.

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

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

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

③ 도로부 신축이음부

후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태인 “b” 로 평가됨.

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

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

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

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 1.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
고덕교	0.228	B	50	4	200	1.000	0.228
합계(Σ)			50	4	200	1.000	0.228
1. 평가지수 =							0.228
2. 상태평가결과 =							B

1.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 1.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

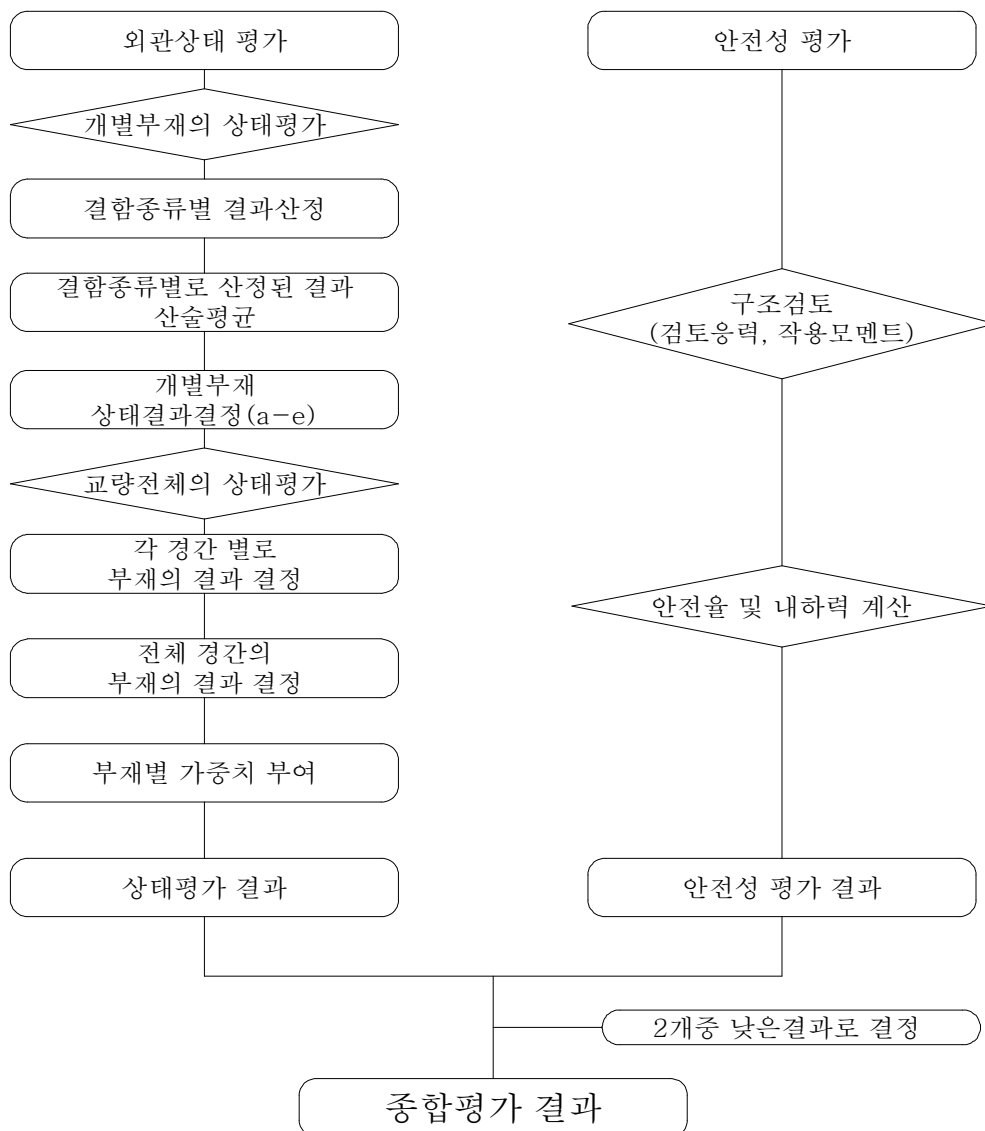
구 분	2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.259	0.228
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 고덕교의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2022년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.259에서 0.228로 0.031 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 감소된 주요 원인은 교면포장 재포장 등의 보수가 실시되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.	

1.6 종합평가 및 안전등급 지정

1.6.1 종합평가 결과 산정방법

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

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 1.6.1】 종합평가 결과 산정절차

1.6.2 종합평가 결과

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

【표 1.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
고덕교	0.228	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

1.6.3 안전등급 지정

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

【표 1.6.2】 안전등급 지정

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

1.7 보수·보강 및 유지관리방안

1.7.1 보수·보강 방안

【표 1.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	상태양호	—	—	—	—	—
거더외부	도장탈락 및 부식	m ²	67.38	20	재도장	3
	볼트부식	EA	1.00	1	재도장	3
거더내부	볼트부식	EA	48.00	48	재도장	3
	실링재 미처리	m	1.20	4	실링재주입	3
가로보 및 세로보	상태양호	—	—	—	—	—
교대	균열(0.3mm미만)	m	11.30	13	표면처리	3
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	0.84	1	표면처리	3
	보수부 재균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	표면처리	3
	보수부 망상균열(폭0.2mm)	m ²	2.70	1	표면처리	3
	충분리	m ²	0.10	1	단면보수	2
	잡철물부식	m ²	0.07	3	단면보수	2
	법면 이격	m	22.00	1	주의관찰	—
	체수	m ²	5.50	3	주의관찰	—
교량받침	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	m	0.40	4	표면처리	3
	충분리 및 박락	m ²	0.01	1	단면보수	2
	부식	EA	8.00	8	재도장	3
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	22.80	52	표면처리	3
	유간 토사퇴적	m	42.00	2	청소	3
	차수판볼트탈락	EA	9.00	9	정비	3
	신축이음 하부 누수	m	44.00	2	유도배수관 설치	2
교면포장	접속부 포장 망상균열	m ²	11.00	3	주의관찰	—
	접속부 아스콘 균열	m	3.00	1	주의관찰	—
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	청소	3
	배수구 그레이팅 파손	EA	2.00	2	재설치	3
난간 및 연석	망상균열(폭0.2mm)	m ²	200.00	3	표면처리	3
	박락	m ²	0.03	1	단면보수	3

1.7.2 개략공사비

【표 1.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더외부	도장탈락 및 부식	재도장	67.38	101.07	m²	1,132	114,411	3
	볼트부식	재도장	1.00	0.02	m²	1,132	23	3
거더내부	볼트부식	재도장	48.00	0.72	m²	1,132	815	3
	실링재 미처리	실링재주입	1.20	1.80	m	54	97	3
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	11.30	4.24	m²	250	1,060	3
	망상균열(폭0.2mm)	표면처리	0.84	1.26	m²	250	315	3
	보수부 채균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	0.75	m²	250	188	3
	보수부 망상균열(폭0.2mm)	표면처리	2.70	4.05	m²	250	1,013	3
	충분리	단면보수	0.10	0.15	m²	960	144	2
	잡철물부식	단면보수	0.07	0.11	m²	960	106	2
교량받침	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	표면처리	0.40	0.15	m²	250	38	3
	충분리 및 박락	단면보수	0.01	0.02	m²	960	19	2
	부식	도장보수	8.00	8.00	EA	415	3,320	3
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	표면처리	22.80	8.55	m²	250	2,138	3
	유간 토사퇴적	청소	42.00	63.00	m	8	504	3
	차수판볼트탈락	정비	9.00	9.00	EA	8	72	3
	신축이음 하부 누수	유압관 설치	44.00	66.00	m	1,286	84,876	2
배수시설	배수구 막힘	청소	6.00	9.00	EA	184	1,656	3
	배수구 그레이팅 파손	재설치	2.00	3.00	EA	122	366	3
난간및연접	망상균열(폭0.2mm)	표면처리	200.00	75.00	m²	250	18,750	3
	박락	단면보수	0.03	0.05	m²	960	48	3
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	-		85,145		144,814		
	재경비 (순공사비의 50%)	-		42,573		72,407		
	합계	-		127,718		217,221		
개략공사비 총계(천원)		344,939						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.주3) 볼트부식 1개소당 × 0.01 을 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

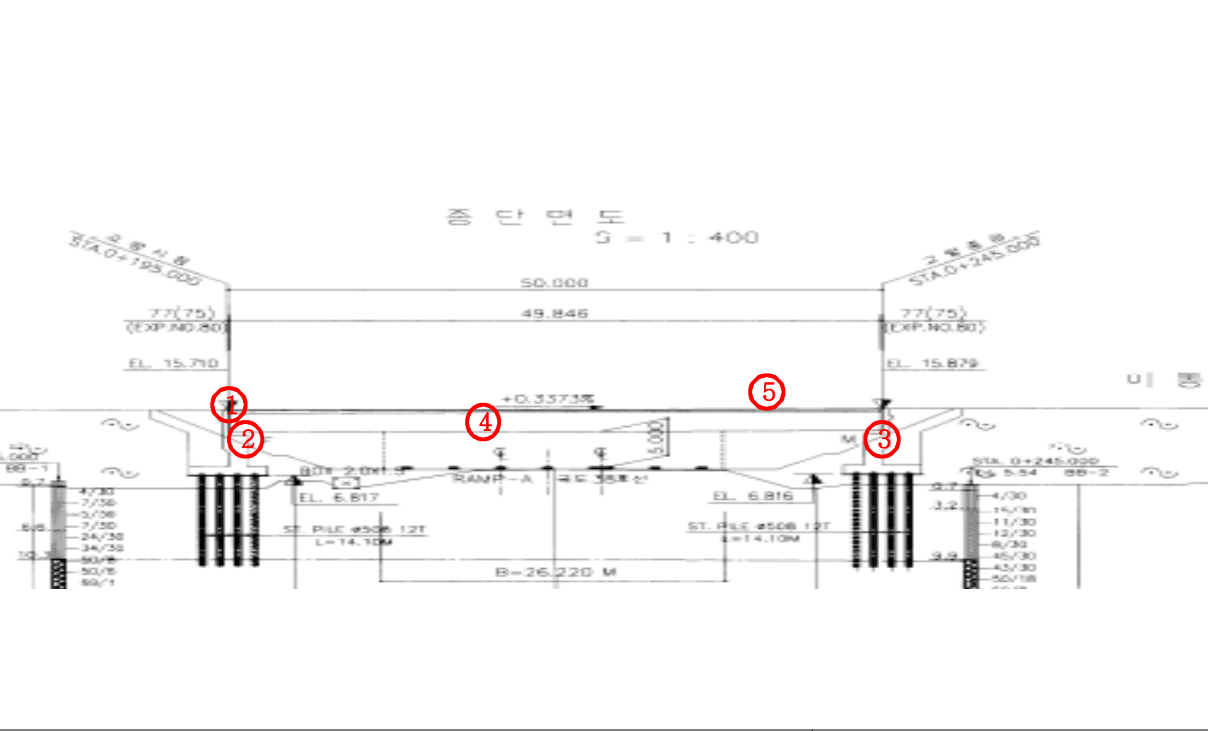
1.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 1.7.3】중점유지관리 항목

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

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 신축이음 하부 누수 - 진전 여부확인	② 낙교방지시설 충분리 박락 - 진전 여부확인	③ 낙교방지시설 부식 - 진전 여부확인
 중 단 면 도 S = 1 : 400 50.000 49.846 77(75) [EXP.NO.80] EL. 15.710 EL. 15.879 STA. 0+195.000 STA. 0+245.000 B=26.220 M EL. 6.817 EL. 6.816 ST. PILE #508 12T L=14.10M ST. PILE #508 12T L=14.10M RAMP-A 4C 35# 1000 BB-1 BB-2 4/30 7/30 3/30 24/30 34/30 50/30 50/18 50/18 4/30 11/30 12/30 40/30 40/30 50/18		
④ 거더내부 볼트부식 - 진전 여부확인	⑤ 방호벽 망상균열(폭0.2mm) - 진전 여부확인	
		

1.8 종합결론

본 시설물은 경기도 경기도 평택시 고덕면 동고리에 위치한 교량으로서 총 연장 50.0m, 폭 21.5m, 왕복 4차로로 시공되어, 2005년도에 준공되어 약 19년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 현재 손상이 없는 양호한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

2) STEEL BOX Girder

- 거더외부에 발생한 도장탈락 및 부식, 볼트부식의 경우 허용높이 초과 차량의 하부 접촉에 의한 손상으로 유추되며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 거더내부에 발생한 볼트부식은 현장이음부의 우수접촉에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 재도장 등의 보수가 필요하다. 실링재 미처리의 경우 시공초기 마감 미흡에 의한 손상으로 우수유입 등에 의한 부식을 방지하기 위하여 실링재주입 등의 조치가 필요하다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 추가 손상 발생 여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

4) 교대

- 교대에 발생한 균열(0.3mm미만), 망상균열(폭0.2mm), 보수부 재균열(0.3mm미만), 보수부 망상균열(폭0.2mm)은 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생될 수 있으므로 내구성 확보를 위한 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.
- 충분리의 경우 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 내부철근의 부식 팽창 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수가 필요하다.

- 잡철물부식의 시공초기 마감미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원에서 단면보수가 필요하다.
- 법면 이격은 시공초기 다짐미흡, 공용기간 경과, 우수유입 등에 의한 것으로 손상의 진전성은 없는 것으로 판단되며, 손상 범위 확대 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
- 체수는 신축이음부 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다. 보수시 신축이음부와 연계된 보수가 필요하다.

5) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 판단되며, 미세균열로 교량받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수조치가 필요하다고 판단된다.
- 낙교방지장치에서 조사된 충분리 및 박락의 경우 공용기간 경과, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 차원에서 단면보수가 요구된다.
- 부식의 경우 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상이며, 장기적인 내구성 확보를 위하여 재도장을 통한 보수가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

6) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 차량 반복통행, 장기공용, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 발생한 손상으로 인한 차량통행에 지장 및 신축이음 기능저하 등은 없는 상태로 주의관찰 후 관리주체의 유지관리계획에 맞추어 보수하여도 구조물의 사용 및 안전에는 지장이 없을 것으로 판단된다.
- 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 경과에 따른 비산먼지 축적에 의해 발생한 손상으로 청소 등의 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판볼트탈락의 경우 외부충격 등에 의해 발생한 것으로 하부 우수유입 방지를 위해 재설치를 통한 정비가 요구된다.
- 신축이음 하부 누수의 경우 시공시 마감 미흡에 의한 손상으로 판단되며, 하부에 우수가 유입되고 있어 교대에 체수가 조사되었다. 하부구조에 열화 및 강재부식 등에 의한 내구성 저하를 예방하기 위하여 유도배수관 설치가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 교면포장

- 교면포장에 발생한 접속부 포장 망상균열 및 아스콘 균열의 경우 차량의 운하중, 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 비교적 경미한 상태로 차량 주행성능 저하의 우려는 없는 것으로 판단되는 바 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하고, 진전시 아스콘 팻칭 등과 같은 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

8) 배수시설

- 배수시설의 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손은 공용기간 증가, 우천시 토사유입, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능을 확보하기 위하여 청소, 재설치를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 난간 및 연석

- 방호벽 및 중분대에 발생한 망상균열(폭0.2mm), 박락의 경우 장기공용에 따른 방호벽 보호재 열화에 의한 손상으로 주의관찰을 실시한 후 손상의 진전시 일괄적으로 보수를 실시하는 유지관리가 적절할 것으로 판단된다.

10) 교량 점검시설

- 고덕교는 별도의 점검시설은 없는 것으로 조사되었다.

11) 공중이 이용하는 부위

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

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면) 28.9~29.4MPa, 하부구조(교대) 26.1~33.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 교대: 21.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.5~6.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 고덕교의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2022년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.259에서 0.228로 0.032 감소하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 감소된 주요 원인은 교면포장 재포장 등이 보수가 실시되어 전체 환산결함도 점수가 감소한 것으로 판단된다.

다. 결론

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

1.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

1.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 신축이음 하부 누수의 경우 시공시 마감 미흡에 의한 손상으로 판단되며, 하부에 우수가 유입되고 있어 교대에 체수가 조사되었다. 하부구조에 열화 및 강재부식 등에 의한 내구성 저하를 예방하기 위하여 유도배수관 설치가 요구된다.
- 부식의 경우 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상이며, 장기적인 내구성 확보를 위하여 재도장을 통한 보수가 필요하다.

1.8.4 기타 필요한 사항

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

