

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 점검 및 진단자료 분석

2.4 보수·보강 이력

2.5 내진설계 여부

2.6 시설물의 용도변경 여부 확인

2.7 자료분석 결과요약

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

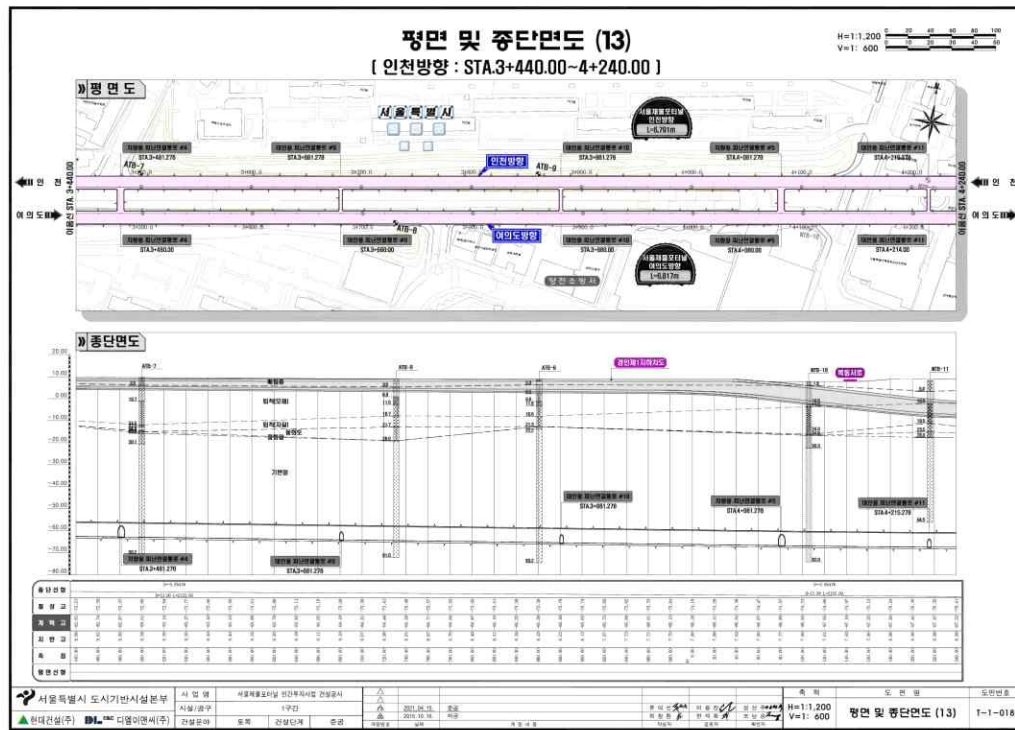
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

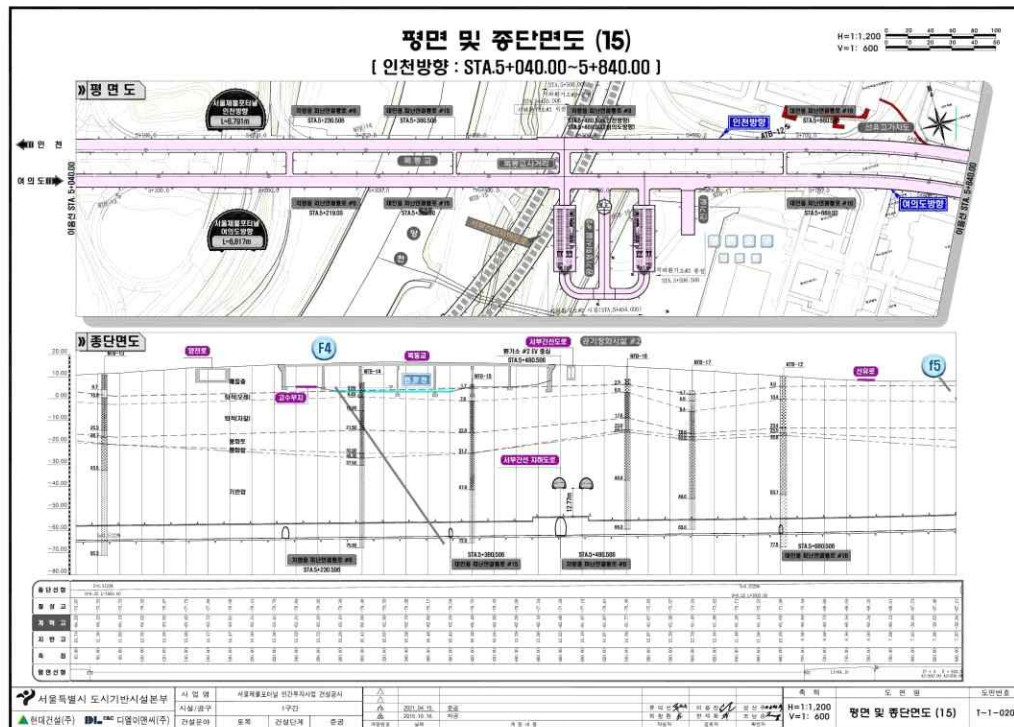
2.1.1 자료수집 현황

【표 2.1.1】 자료수집 현황

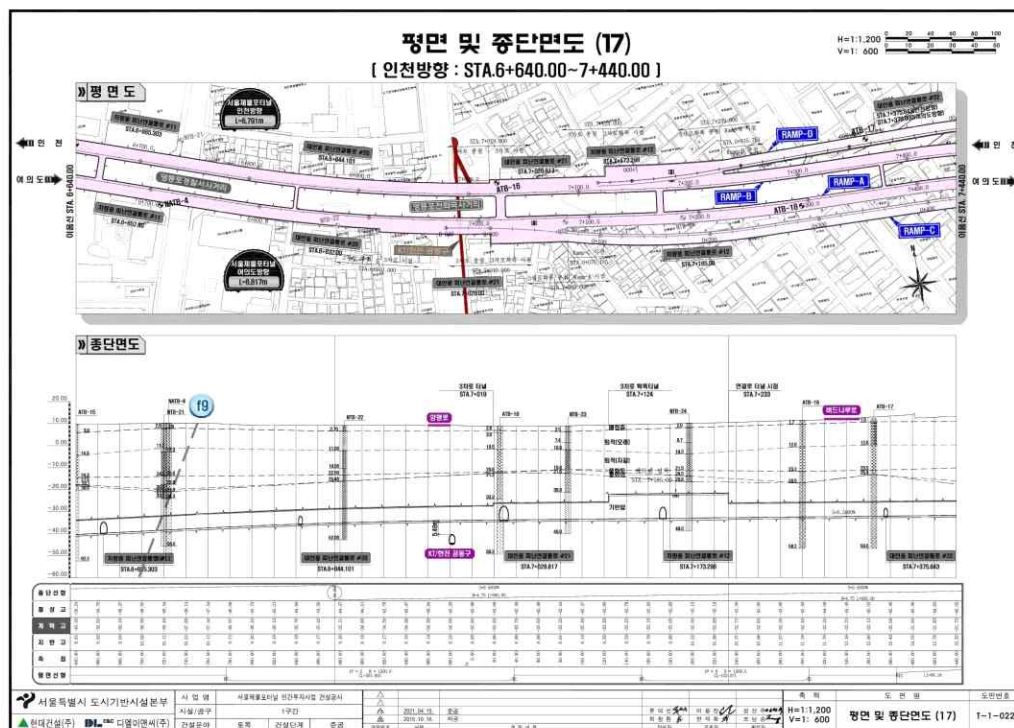
보존대상 목록		보유 현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇ FMS, 파일
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 구조물도, 상세도	○	◇ FMS, 파일
시설물 관리대장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ FMS, 파일
시공 관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리·선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇ 사고기록	○	◇ FMS, 파일
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇ 도서, 파일, FMS
보수·보강 자료		○	



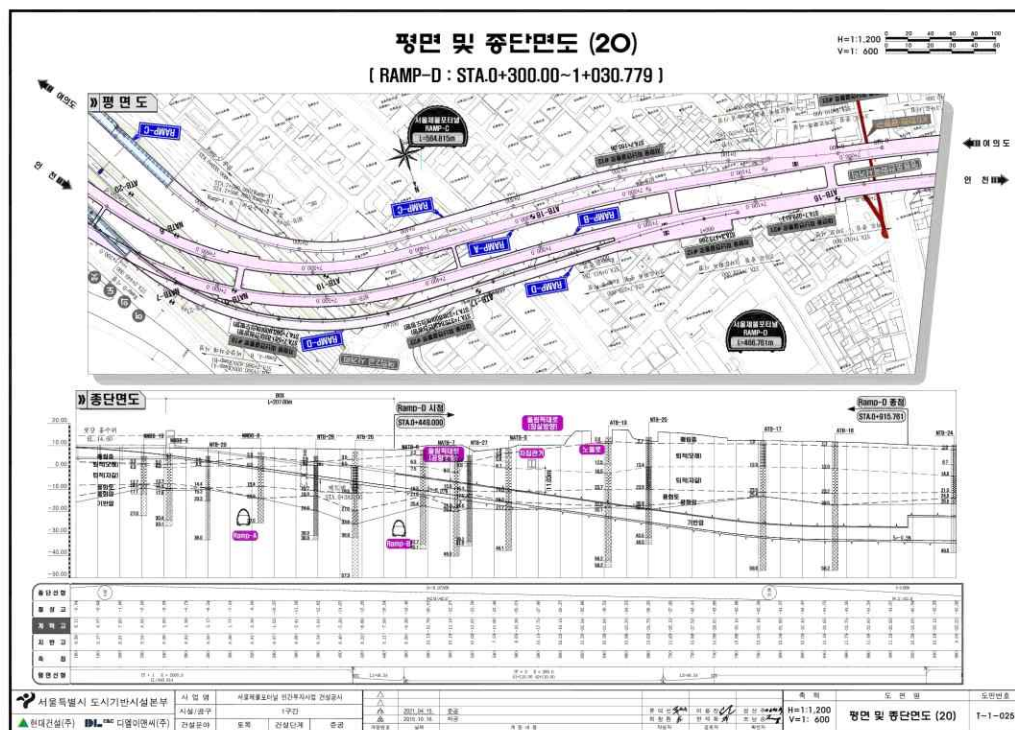
【그림 2.2.1】 평면 및 종단면도(계속)



【그림 2.2.1】 평면 및 종단면도(계속)



【그림 2.2.1】 평면 및 종단면도(계속)



【그림 2.2.1】 평면 및 종단면도(계속)

표준 지보패턴표

S = NONE

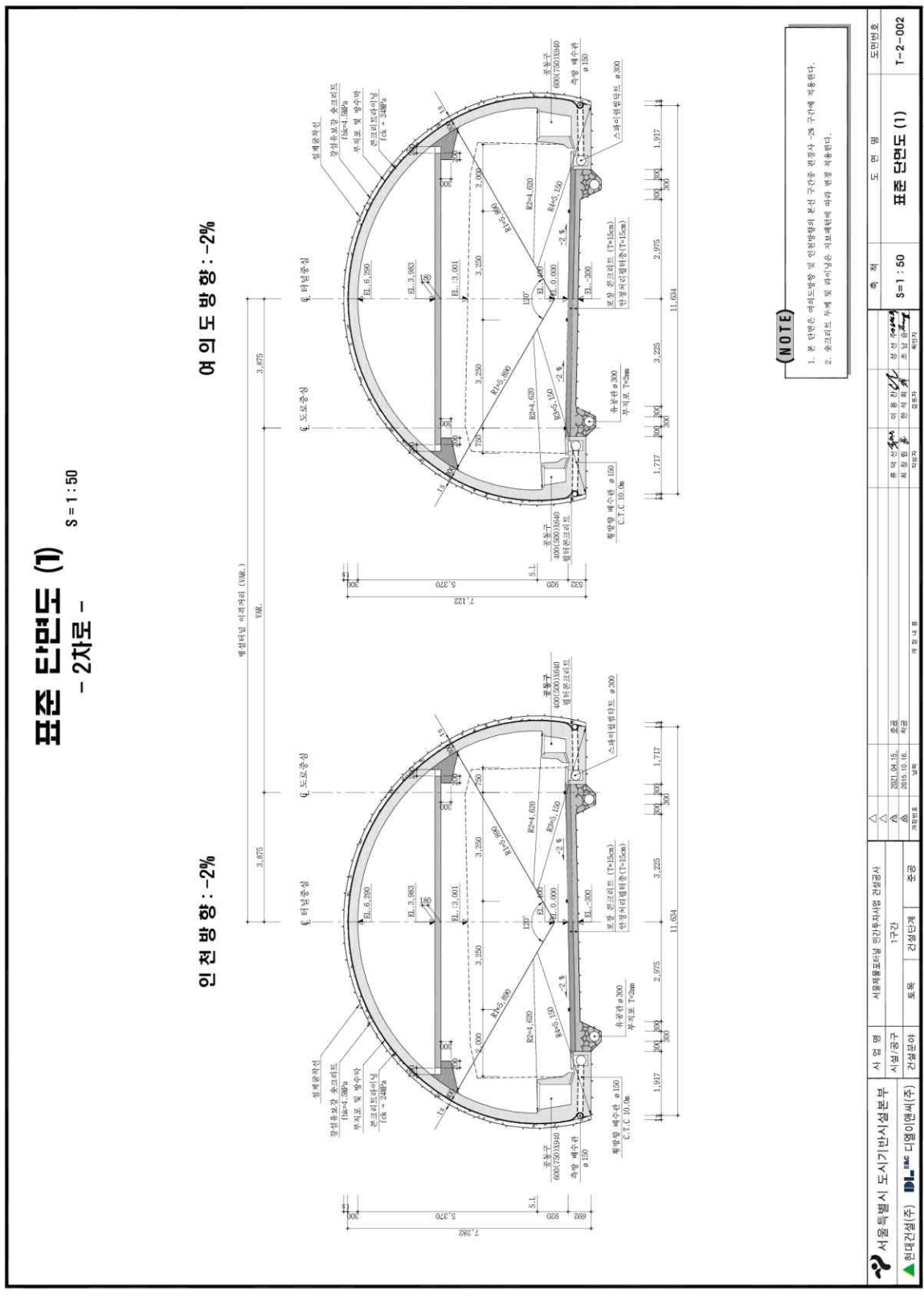
-본선-

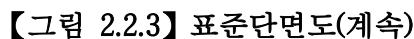
- ① 열거표지
- ② 열거표지
- ③ 열거표지

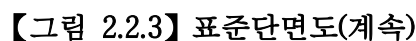
구분	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
표준지보패턴						
상부응급	1. 동강	1. 동강	1. 동강	1. 동강	1. 동강	1. 동강
MMR1000	80~100	80~100	80~100	80~100	80~100	80~100
0 value	400이상	40~10	1~0.1	0.100여	0.100여	0.100여
종적강함	전단면	전단면	전단면	상·여 분할	상·여 분할	상·여 분할
종적강함	3.0	2.5	2.0	1.5/3.0	1.2/1.2	1.0/1.0
상크리트	영반	강상유보강	강상유보강	강상유보강	강상유보강	강상유보강
벽돌	50	3	4	4	4	4
벽돌	85	135	135	135	135	7.0
벽돌	252.0	201.5	151.5	121.5	101.2	101.2
강지보	-	-	-	10~50*20~30	10~70*20~30	H-100*100~6~8
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	300	300	300	300	300
강지보	300	30				

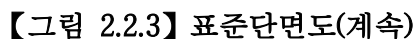
【그림 2.2.2】 표준 지보패턴표

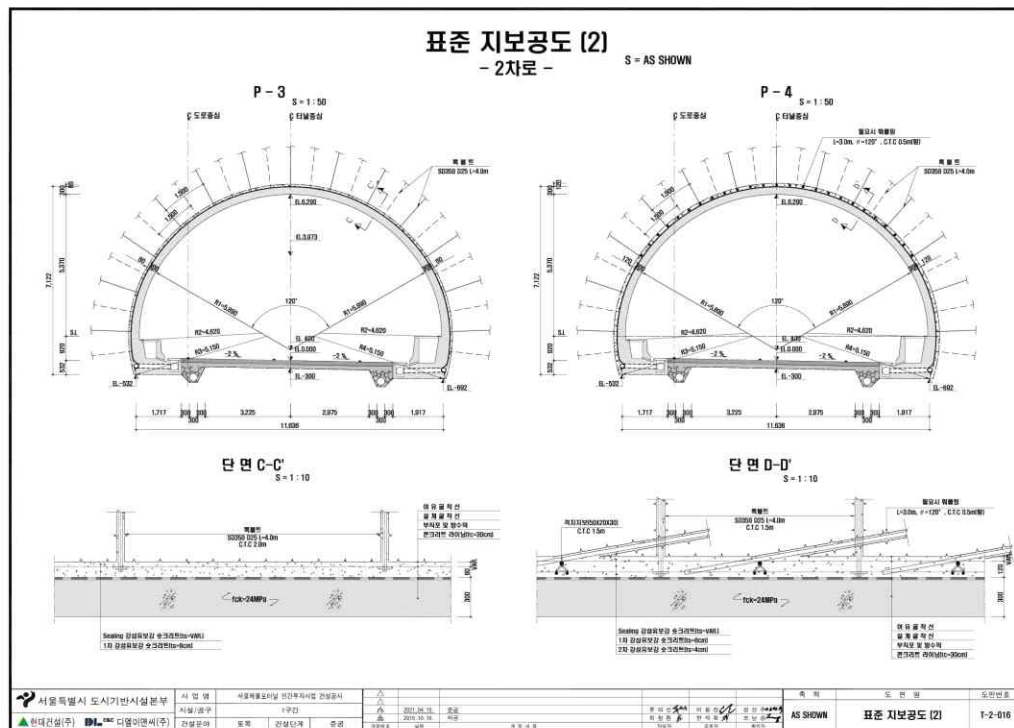
【그림 2.2.2】 표준 지보패턴표(계속)



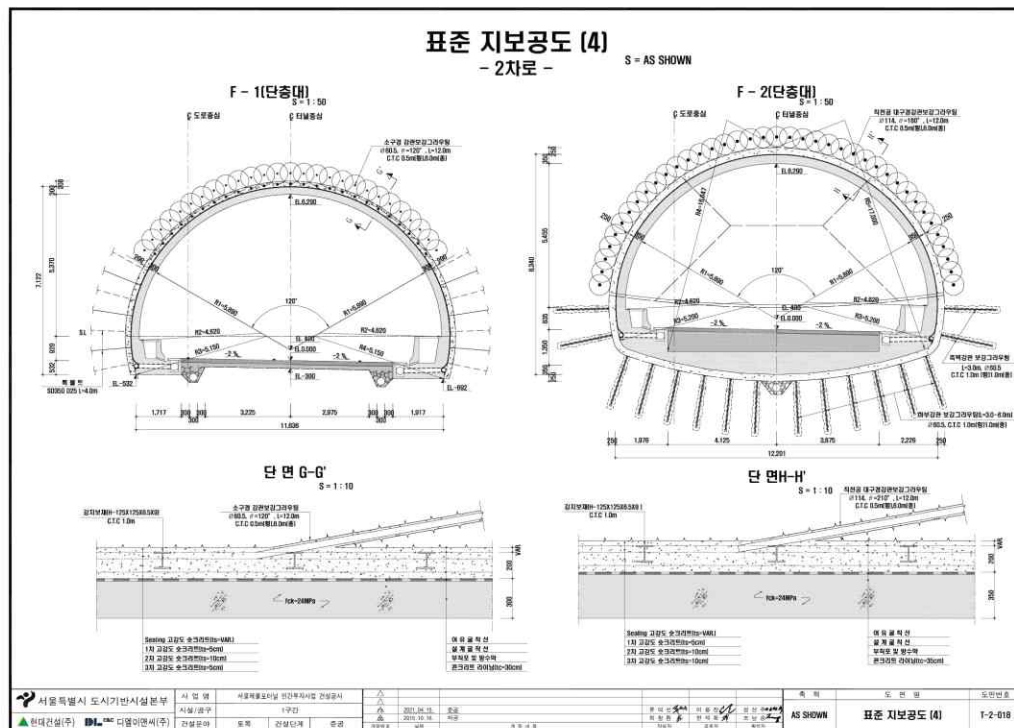




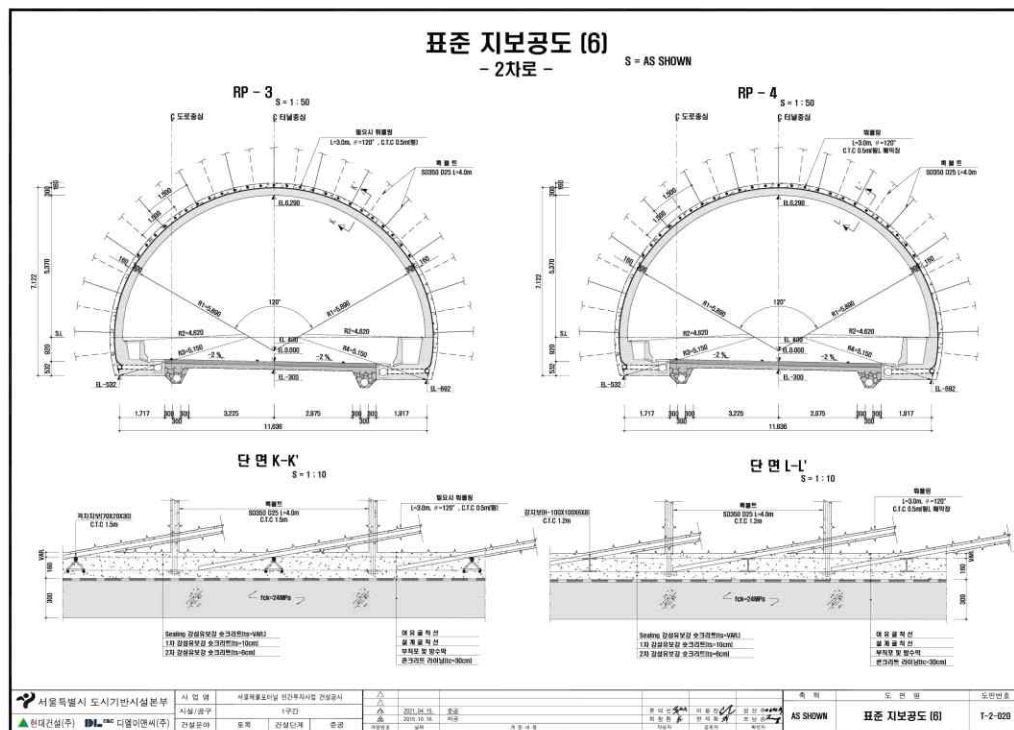
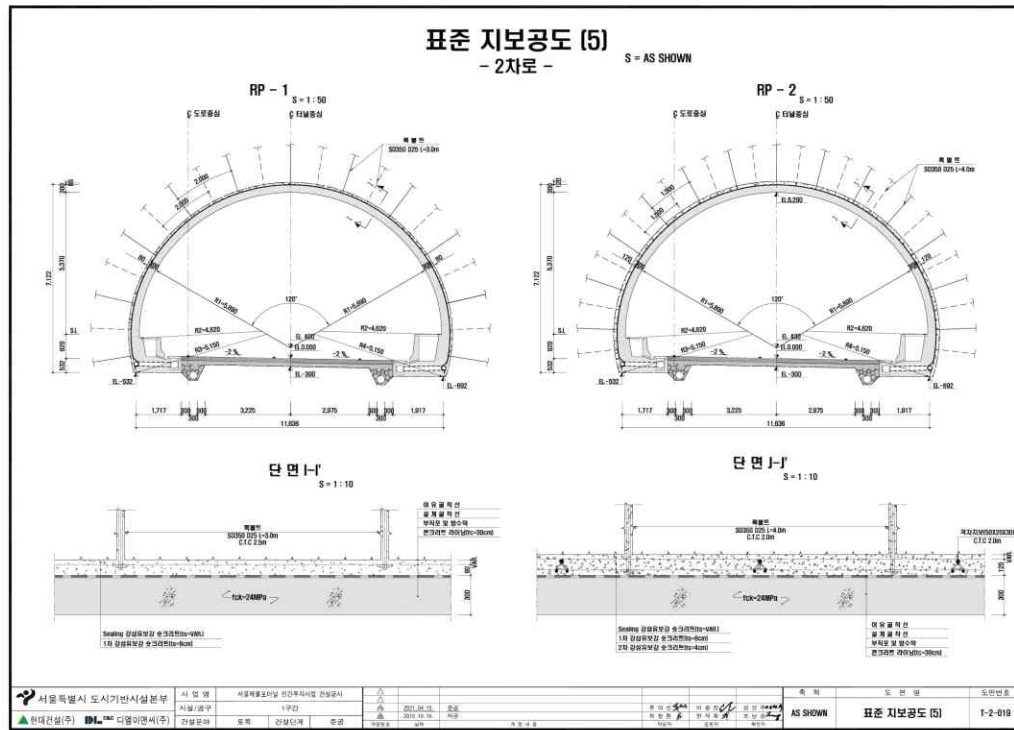




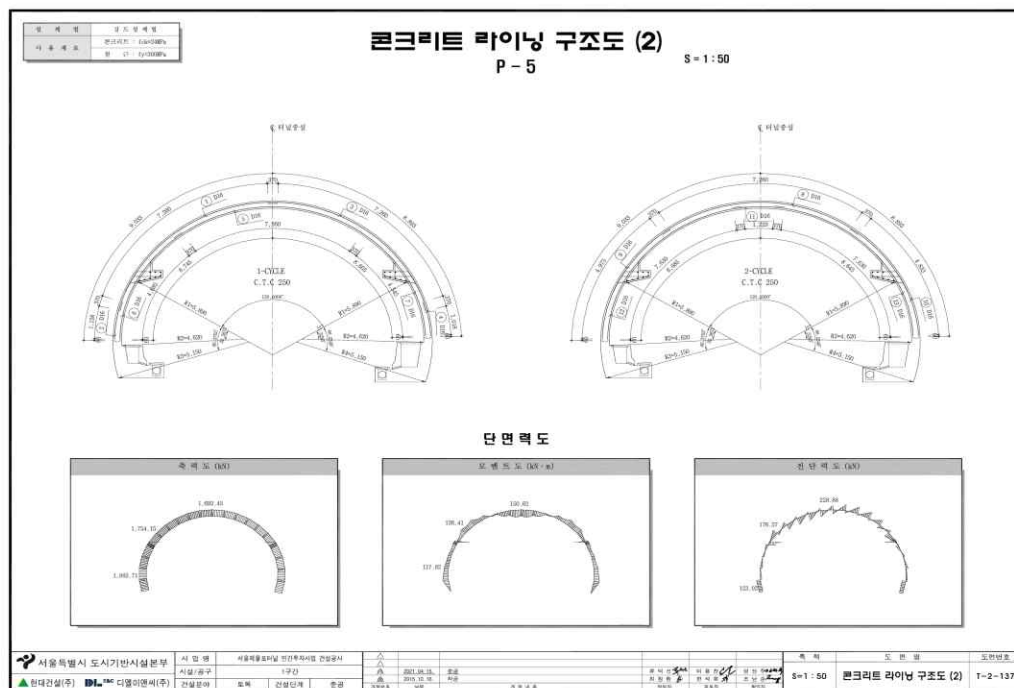
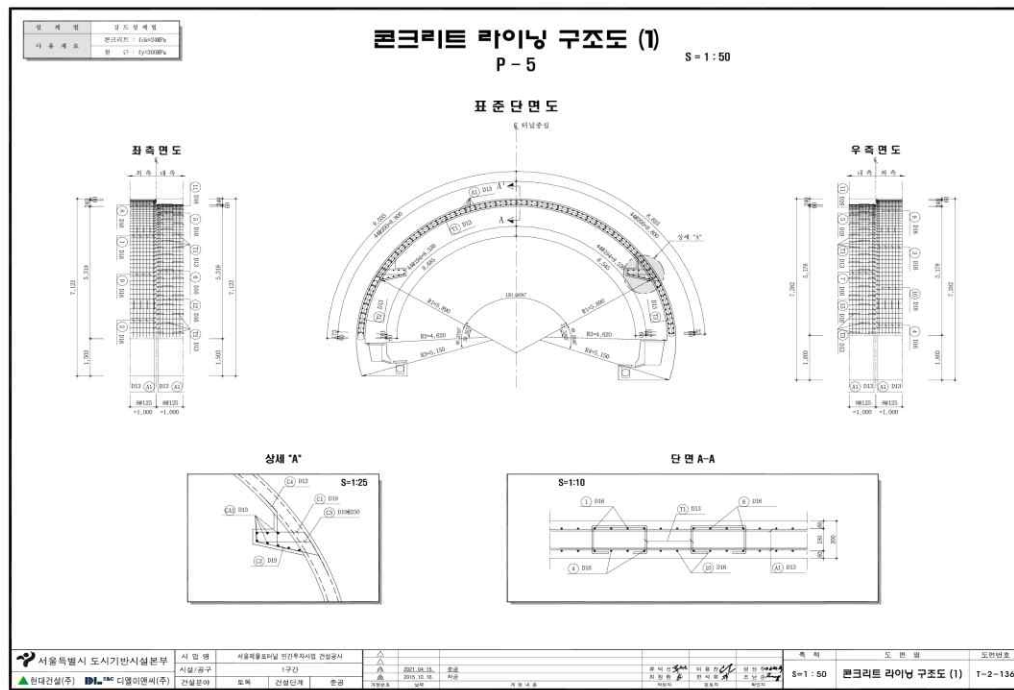
【그림 2.2.4】 표준 지보공도



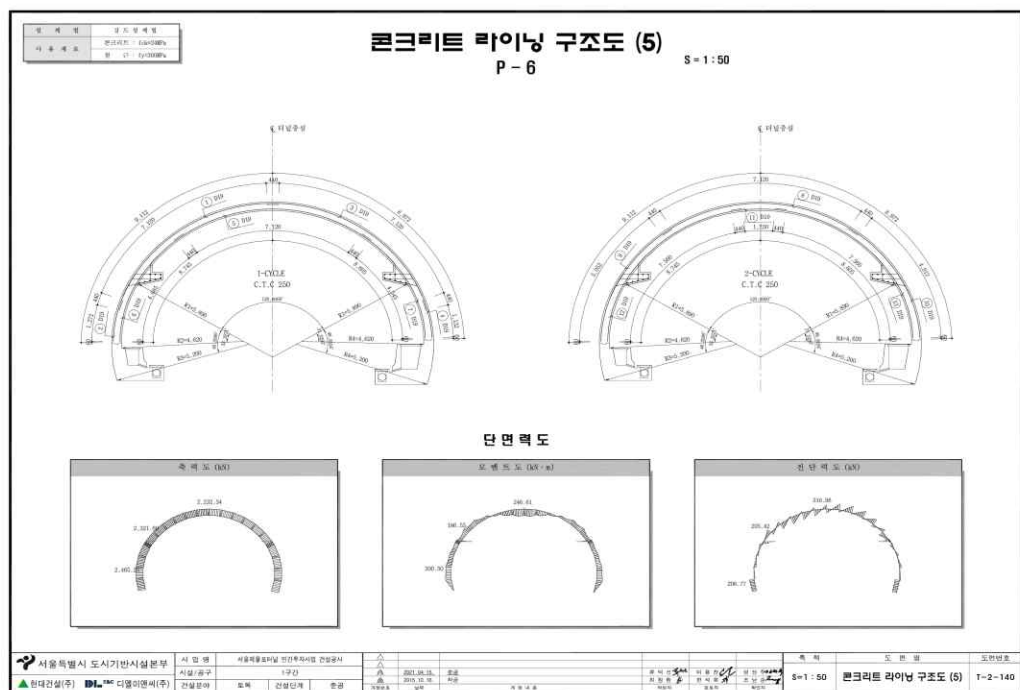
【그림 2.2.4】 표준 지보공도(계속)



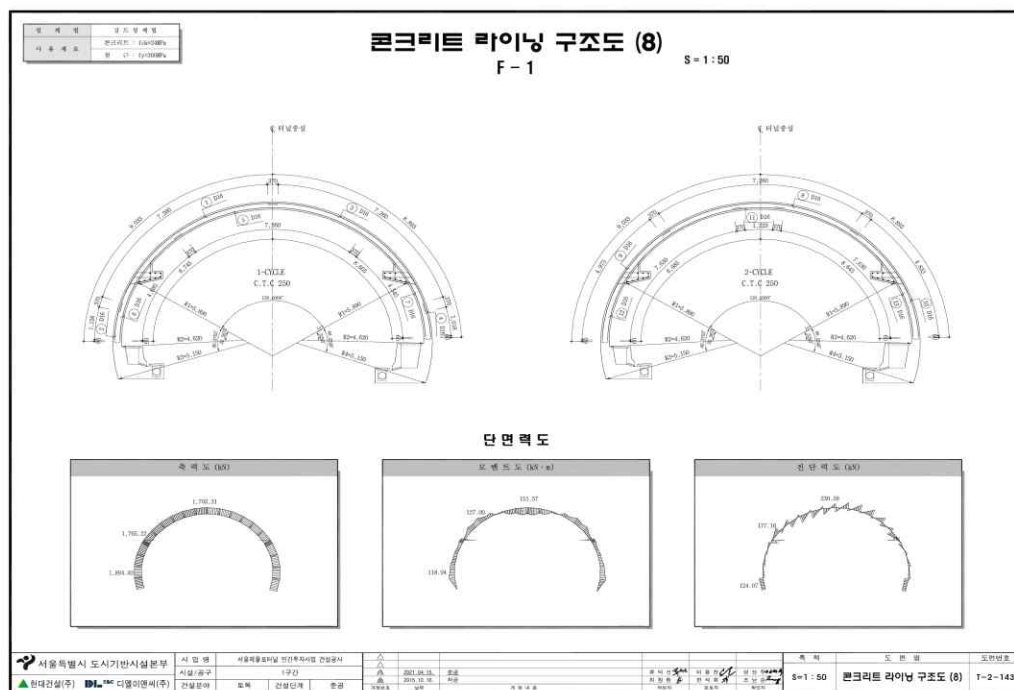
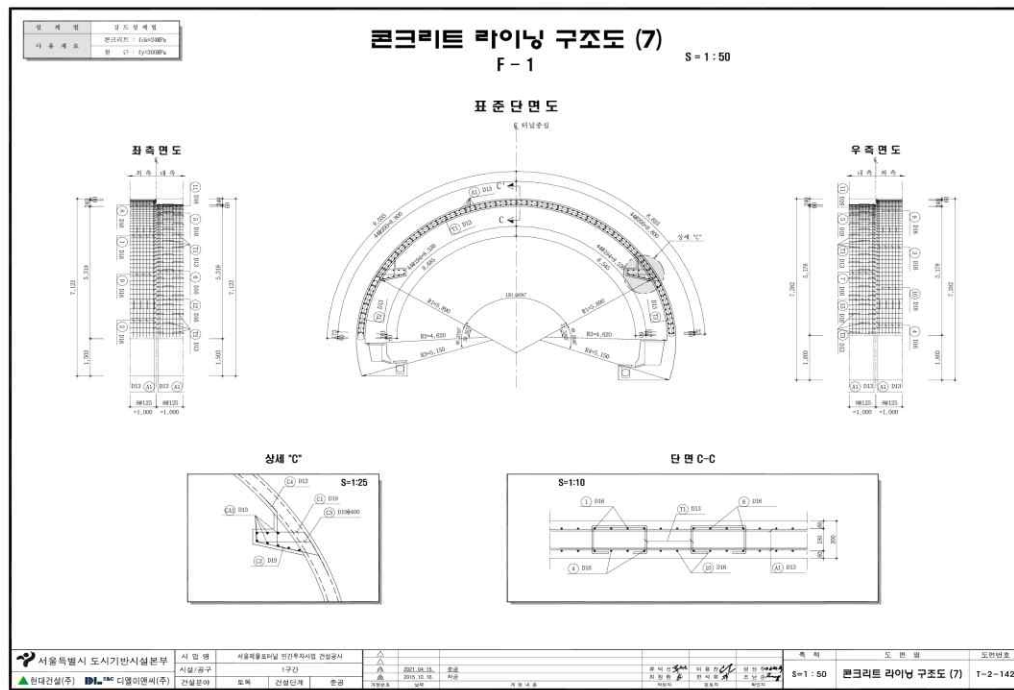
【그림 2.2.4】 표준 지보공도(계속)



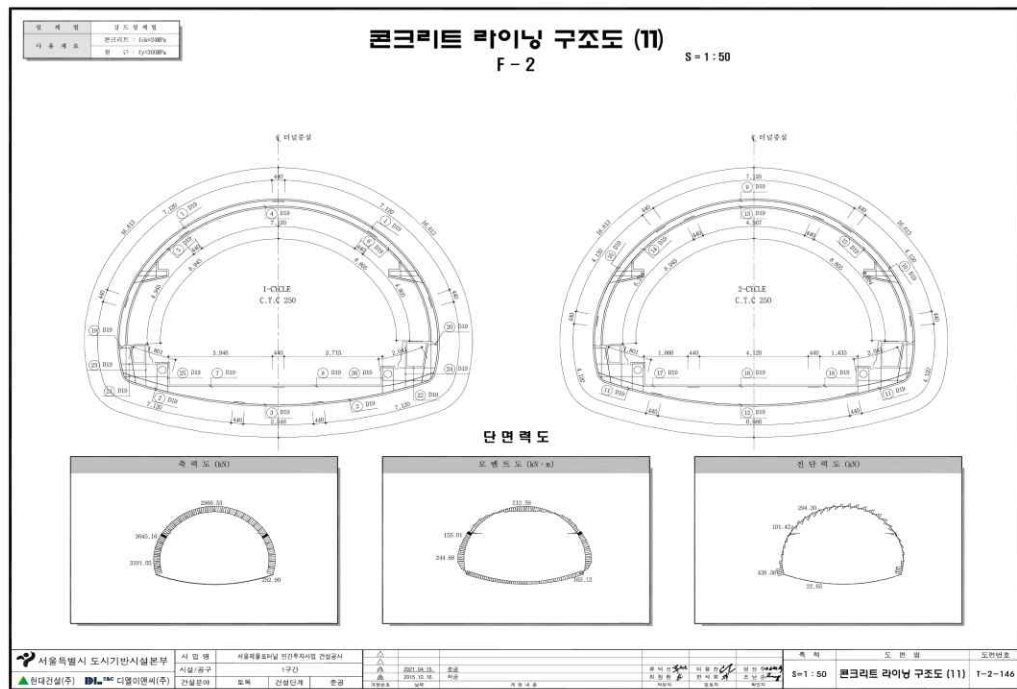
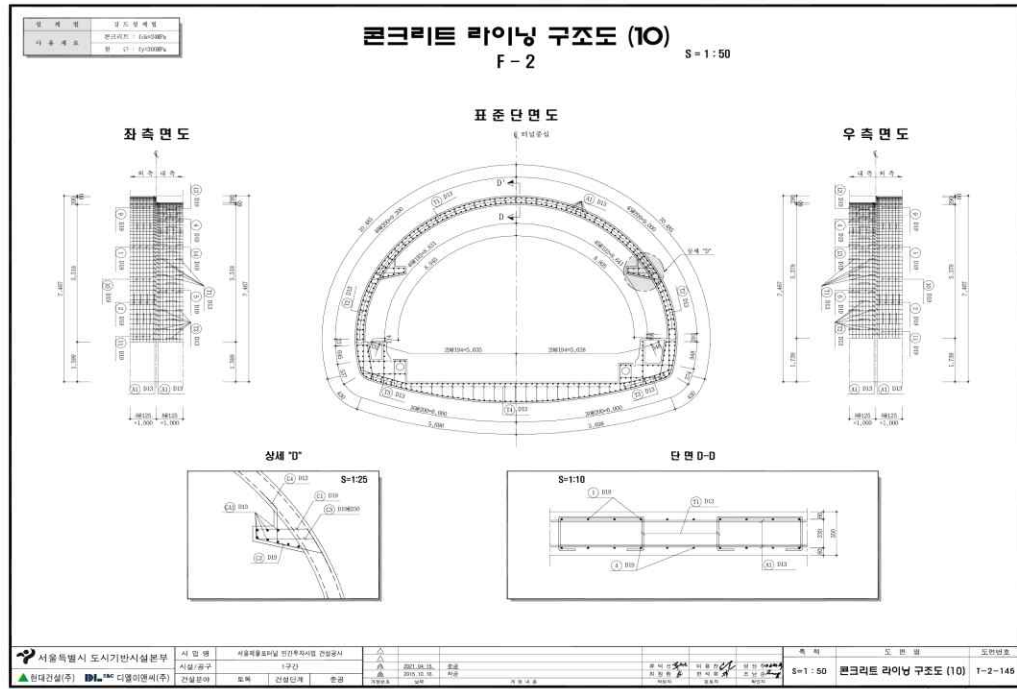
【그림 2.2.5】 콘크리트 라이닝 구조도



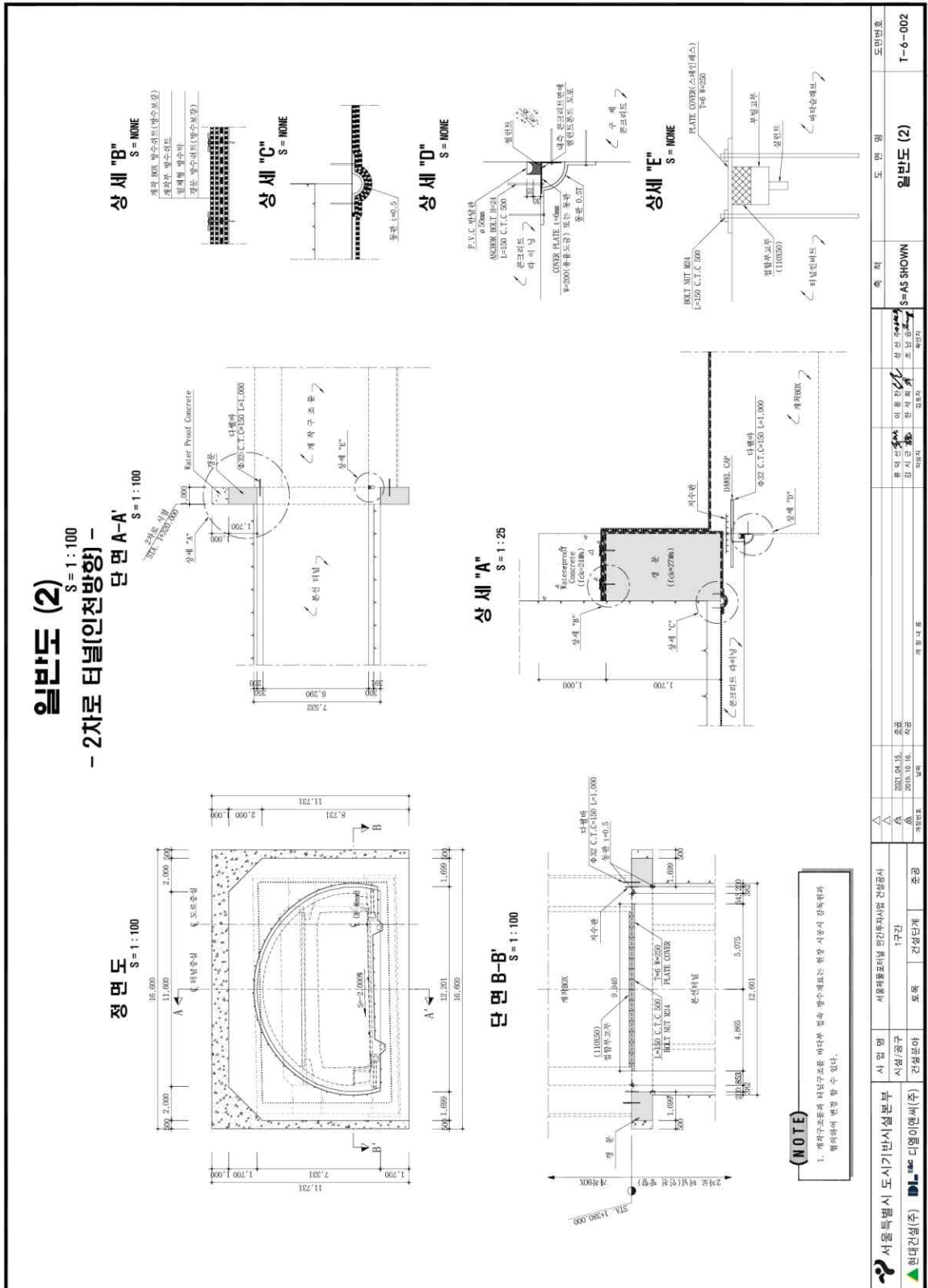
【그림 2.2.5】 콘크리트 라이닝 구조도(계속)



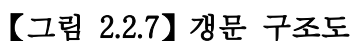
【그림 2.2.5】 콘크리트 라이닝 구조도(계속)

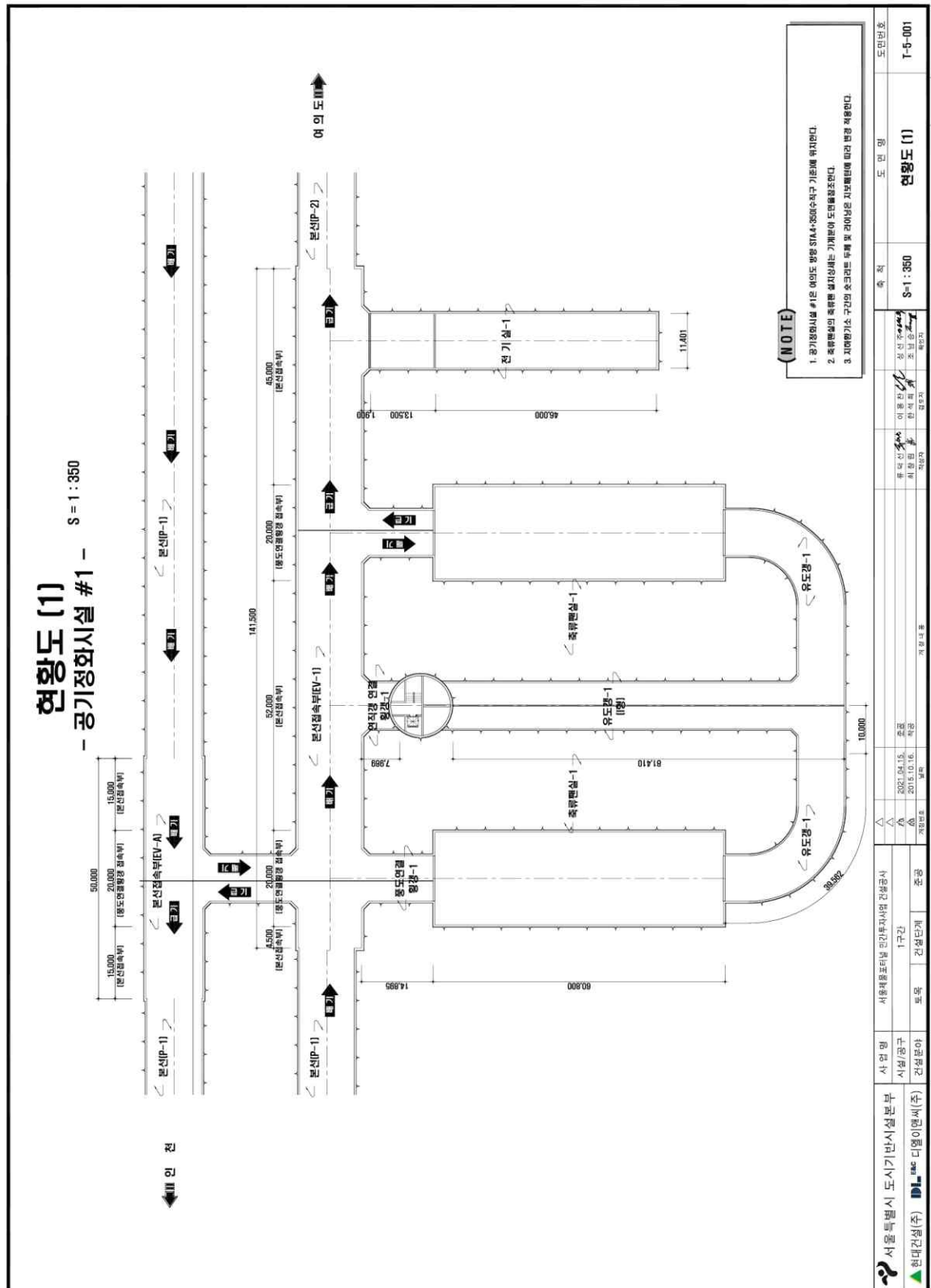


【그림 2.2.5】 콘크리트 라이닝 구조도(계속)



【그림 2.2.6】 갯문 일반도

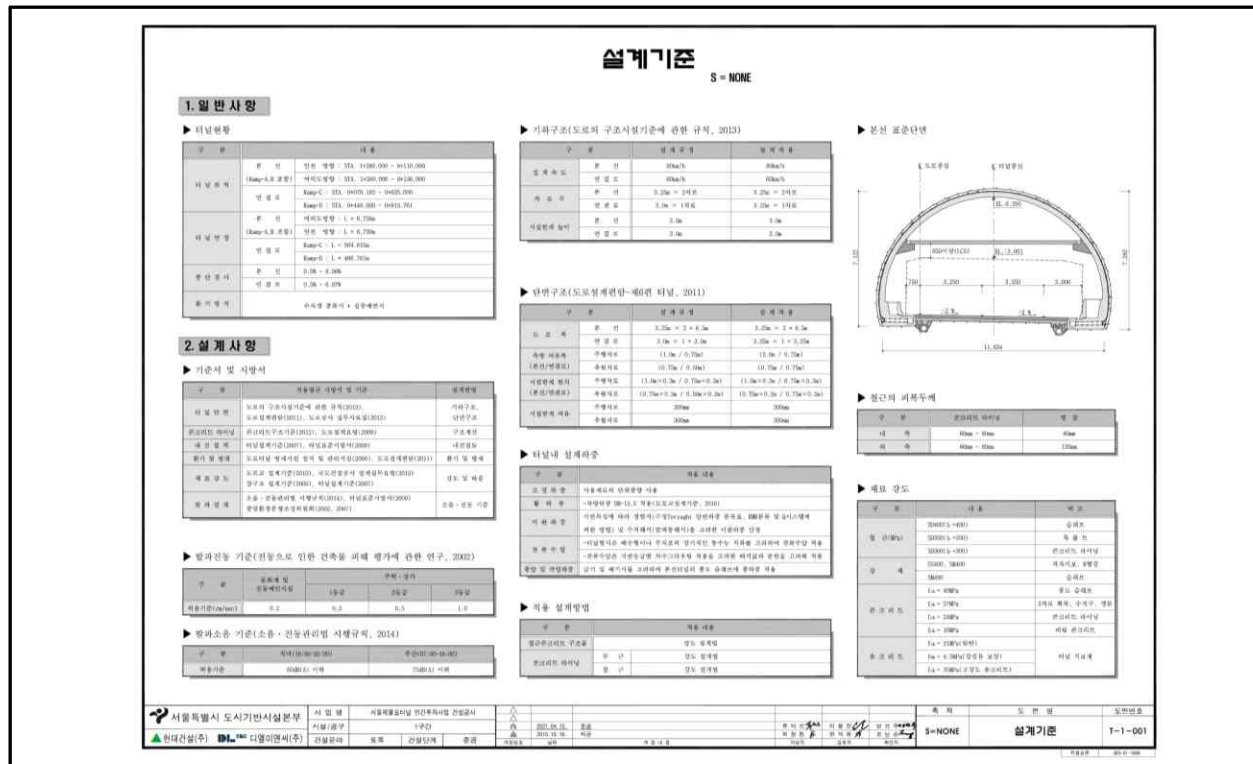




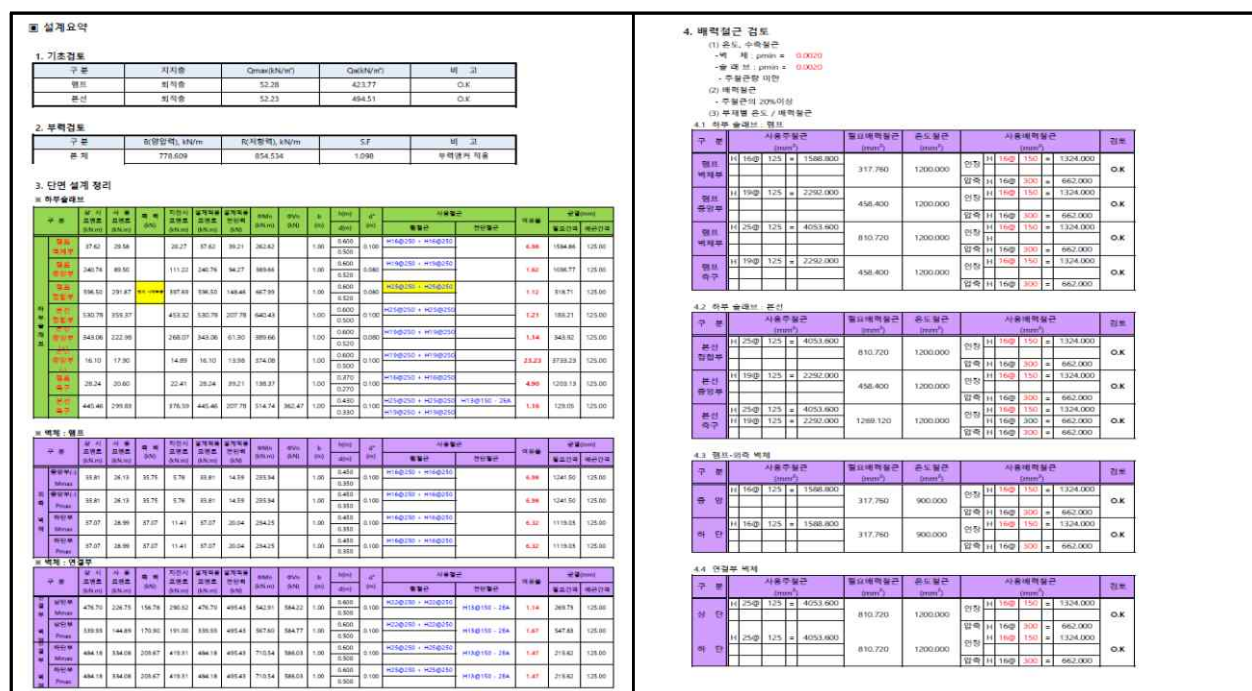
【그림 2.2.8】 공기정화시설 현황도

가. 설계기준

가. 설계기준

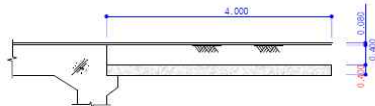


나. 구조계산서 결과 요약



접속 슬래브 설계

(1) 단면가장 및 설계조건



$y_a = 23.600 \text{ kN/m}^2$ (아스콘 표층의 압력중량)
 $y_b = 19.000 \text{ kN/m}^2$ (포장층의 압력중량)
 $y_c = 25.000 \text{ kN/m}^2$ (활판 콘크리트의 압력중량)

1) 접속슬래브 설계 조건
 : 접속된 길이(교축방향)의 70% 지점으로 한 단면으로 계산하여도 좋다.

$$L_b = 0.7 \times 4,000 = 2,800 \text{ mm}$$

2) 고정하중에 의한 단면력

① 등분포 고정하중
 $W1 = 0.080 \times 23.60 = 1.880 \text{ kN}$: 접속된 폭 포장층
 $W2 = 0.400 \times 19.00 = 7.600 \text{ kN}$: 접속된 폭 포장층
 $W3 = 0.400 \times 25.00 = 10.000 \text{ kN}$: 접속된 자중

② 고정하중에 의한 단면력
 $V_d = (1.880 + 7.600 + 10.000) \times 2,800 / 2 = 27,272 \text{ kN}$
 $M_d = (1.880 + 7.600 + 10.000) \times 2,800^2 / 6 = 19,090 \text{ kN} \cdot \text{m}$

3) 활하중에 의한 단면력 (DB-24 하중을 재현한다.)

① 활하중에 의한 단면력
 $P = \frac{2 \times 96,000 \times (1+1)}{1+3 \times (0.2+20)} = 2 \times 96,000 \times \frac{2}{1+3 \times (0.2+20)} = 71,724 \text{ kN}$
 $V_l = P/2 = 35,862 \text{ kN}$
 $M_l = P \times L/4/E = 60,207 \text{ kN} \cdot \text{m}$

4) 하중 조합

구분	계수	사중하중	계수	계축하중
교축방향	1.0	27,272	1.30	35,454
활하중	1.0	35,862	2.15	77,103
계		63,134		112,557

(3) 사중하중 검토

플레지온강도	$f_{cu} = 24 \text{ MPa}$	부재폭	$b_p = 1,000 \text{ mm}$
플레지온강도계수	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$	부재의 총두께	$h = 400 \text{ mm}$
콘크리트항복강도계수	$E_c = 26,985 \text{ MPa}$	단면높이	$d = 300 \text{ mm}$
단면계수비	$n = 7.42$	사중하중단면	$A_s = 2,292 \text{ mm}^2$
콘크리트 유효폭	$d' = 100 \text{ mm}$	사중하중단면적	$M_u = 69.30 \text{ kN} \cdot \text{m}$

· 주철근방향의 재현에 의한 검토

$$M_u = 69.30 \text{ kN} \cdot \text{m} = 6.930 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$p = A_s / (b \cdot d) = 0.00764$$

$$k = n \cdot p + \sqrt{(n \cdot p)^2 + (n \cdot p)} = 0.2847, j = 1 - k / 3 = 0.9051$$

$$f_{ty} = f_y / (p \cdot j \cdot b \cdot d^2) = 111.35 \text{ MPa} < 0.6 f_y = 180 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

· 활근 중심간격에 의한 균열검토

$$C_o = \text{회복두께} = \text{사중하중단면} / 2 = 90.6$$

$$s = 375 \cdot \left(\frac{210}{f_y} \right) - 2.5 \cdot C_o = 480.99$$

$$s = 300 \cdot \left(\frac{210}{f_y} \right) = 666.79$$

$$s = 480.99 \text{ mm} > 125 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

· 사중하중에 의한 균열계산

$$A = 2 \cdot d' \cdot b \cdot N = 25,000 \text{ mm}^2, y_1 = h - k \cdot d - d' = 214.68457 \text{ mm}$$

$$R = y_2 / y_1 = 1.486, y_2 = 1 - k \cdot d = 314.68457 \text{ mm}$$

$$w = 1.08 \cdot R \cdot f_y \cdot \sqrt{(d' \cdot A)} \cdot 10^{-3} = 0.23927 \text{ mm}$$

$$w_u = 0.008 \cdot f_y \cdot \sqrt{(d' \cdot A)} \cdot 10^{-3} = 0.54 \text{ mm}$$

$$w_u = 0.40 \text{ mm}$$

$$w = 0.24 \text{ mm} < w_u = 0.54 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

(4) 활근 배치

· 압축측 주철근

$$\text{사중하중단면} : D 19 \text{ } \varnothing \text{ } 250 = 1,146 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{총 사중 하중단면} = 1,146 \text{ mm}^2 > \text{인장주철근} / 3 (= 754 \text{ mm}^2) \quad \text{OK}$$

· 인장측 주철근

$$\text{사중하중단면} : D 19 \text{ } \varnothing \text{ } 150 = 844.67 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{총 사중 하중단면} = 844.67 \text{ mm}^2 > \text{인장주철근} / 4 (= 573 \text{ mm}^2) \quad \text{OK}$$

· 압축측 주철근의 배철

$$\text{사중하중단면} : D 19 \text{ } \varnothing \text{ } 150 = 844.67 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{총 사중 하중단면} = 844.67 \text{ mm}^2 > \text{인장측 배철} / 2 (= 422 \text{ mm}^2) \quad \text{OK}$$

(2) 단면검토

플레지온강도	$f_{cu} = 24 \text{ MPa}$	부재폭	$b_p = 1,000 \text{ mm}$
플레지온강도계수	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$	부재의 총두께	$h = 400 \text{ mm}$
콘크리트항복강도계수	$E_c = 26,985 \text{ MPa}$	단면높이	$d = 300 \text{ mm}$
단면계수비	$n = 7.42$	사중하중단면	$A_s = 2,292 \text{ mm}^2$
콘크리트 유효폭	$d' = 100 \text{ mm}$	사중하중단면적	$M_u = 112,557 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$T = A_s \cdot f_y = 229,200 \times 300 = 68,760 \text{ N}$$

$$C = 0.85 \cdot f_{ck} \cdot a \cdot b = 0.85 \times 24 \times a \times 1,000 = 20,400 \times a$$

$$T = C \text{ 이므로, } a = 33,706 \text{ mm}$$

$$e_y = f_y / E_s = 300 / 200,000 = 0.0015$$

$$e_t = 0.003 \cdot (d_t - c) / c = 0.003 \times (300 - 33,706) / 33,706 = 0.0197$$

$$e_t \geq 0.005 \text{ 이므로, 인장재배철이 필요. } \phi = 0.85 \text{ 를 적용한다.} \quad \text{OK}$$

$$a = \frac{T}{0.85 \cdot f_{cu} \cdot b} = \frac{68,760}{0.85 \times 24 \times 1,000} = 33.706 \text{ mm}$$

$$M_u = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 0.85 \times 229,200 \times 300 \times (300 - 33.706/2) = 112,557 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\phi = 0.85 \text{ 이므로, } A_s = 2,292 \text{ mm}^2$$

① 최소 활근량

$$\text{균형활근비} (p_{bal}) = 0.85 \cdot \beta_1 \cdot f_{cu} / f_y \cdot 600 / (600 + f_y) = 0.0386393$$

$$\text{최대활근비} (p_{max}) = 0.714 \cdot p_{bal} = 0.0275103$$

$$\text{최소활근비} (p_{min}) = \text{MAX} [(0.05 \cdot \sqrt{f_{cu} / f_y}), (1.4 / f_y)] = 0.0048667$$

$$\text{최소 활근 } A_{smin} = (1.4 / f_y) \cdot b \cdot d = 1,400 \text{ mm}^2$$

$$\text{필요 활근 } A_{sreqd} = 0.002 \cdot b \cdot d = 1916.31 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{최소 활근 } A_{smin} = 1,400 \text{ mm}^2 < A_{sreqd} = 1,916.31 \text{ mm}^2$$

② 사용 활근량

$$\text{사용 활근량 } A_{sused} : D 19 \text{ } \varnothing \text{ } 125 = 2,292 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{사용 활근량} = 2,292 \text{ mm}^2$$

$$\text{사용 활근비} (p) = A_s / b \cdot d = 0.00764$$

$$p_{min} \leq p_{used} \leq p_{max} \quad \text{OK}$$

③ 균형모멘트 강도

$$a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f_{cu} \cdot b) = 33.706 \text{ mm}$$

$$\phi \cdot M_u = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 1.665 \times 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm} = 166.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

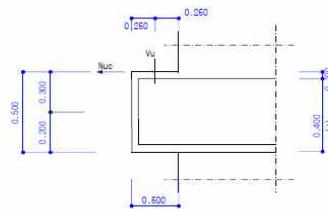
$$\phi \cdot M_u = 166.49 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_u = 112.557 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{OK}$$

④ 전단력에 대한 검토

$$\phi V_o = 0.8 \cdot 1/6 \cdot \sqrt{f_{cu}} \cdot b \cdot d = 195.98 \text{ kN}$$

$$\phi V_o = 195.98 \text{ kN} > V_u = 112.66 \text{ kN} \quad \therefore \phi V_o > V_u \text{ 이므로, 전단보강 불필요}$$

14.2 BRACKET 설계



· 접속슬래브와 BRACKET의 연결은
 Dowel-BAR에 의한 HINDE 연결로
 접속 슬래브의 보력을 목적으로 설계.

(1) 검토 조건

$$\text{① } a_v / d \leq 1.0$$

$$0.250 / 400 = 0.625 \leq 1.0 \quad \therefore \text{Bracket으로 설계}$$

$$\text{② 지지면의 고정에서 길이는 0.6d 이상}$$

$$0.250 \text{ mm} > 0.6 \cdot 400 = 240 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$\text{③ 모멘트 강도 감소계수 } \phi = 0.80$$

④ $V_u \leq \phi V_n$

(2) 작용하중 산정 (접속슬래브 계산 참조)

$$\text{· 자중} : V_{sw} = 0.600 \times 0.600 \times 25.000 = 6.250 \text{ kN}$$

$$\text{· 고정하중} : V_{ed} = 6.250 + 27.272 = 33.522 \text{ kN}$$

$$\text{· 활하중} (DB-24) : V_l = 35.862 \text{ kN}$$

$$\text{· 계수단면력} : V_u = 1.8 \cdot D + 2.15 \cdot L = 120.682 \text{ kN}$$

(3) 전단 강도에 의한 활근량 계산

플레지온강도	$f_{cu} = 24 \text{ MPa}$	부재폭	$b_p = 1,000 \text{ mm}$
플레지온강도계수	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$	부재의 총두께	$h = 500 \text{ mm}$
콘크리트항복강도계수	$E_c = 26,985 \text{ MPa}$	단면높이	$d = 400 \text{ mm}$
단면계수비	$n = 7.42$	사중하중단면	$A_s = 2,292 \text{ mm}^2$

$$\text{② 설계 단면력 산정}$$

$$V_u = 120.682 \text{ kN}$$

$$N_{uc} = 0.2 \times 120.682 = 24.136 \text{ kN}$$

$$M_u = V_u \cdot a_v + N_{uc} \cdot (h - d) = 32.684 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{③ 전단하중률 (Avf) 의 설계}$$

$$\text{전단하중률} (Avf) \text{이 전단력에 수반된 경우,}$$

$$V_{n, max} \leq \text{Min} [0.2 \cdot f_{cu} \cdot b \cdot d, 6.6 \cdot b \cdot d] = 1920.000 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_{n, max} = 0.80 \times 1920.000 = 1536.000 \text{ kN}$$

$$1536.000 \text{ kN} > V_u (= 120.682 \text{ kN}) \quad \text{OK}$$

$$Avf = V_u / (\phi \cdot f_y \cdot \mu) = 369 \text{ mm}^2 \quad (\mu = 1.4 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 = 1.0 : \text{일체로 된 콘크리트})$$

④ 최요점의 휨근 (A_f)의 설계

$$M_u = 32.684 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_u / \phi = A_s \cdot f_y \cdot (d - a) \cdots ① \quad a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_{ck} \cdot b) \cdots ②$$

$$f_y^2 / (1.7 \cdot f'_{ck} \cdot b) \cdot A_s^2 - d \cdot f_y \cdot A_s + M_u / \phi = 0 \cdots ③ \rightarrow A_s^2 + B \cdot A_s + C = 0$$

③을 근의공식에 대입하여 A_s를 구한다.

여기서,

$$A = f_y^2 / (1.7 \cdot f'_{ck} \cdot b) = 2.25882353$$

$$B = -d \cdot f_y = -120000$$

$$C = M_u / \phi = 40730141.35$$

$$A_s = 541.5624189 \text{ mm}^2 \text{ (제산에 의한 요구량)}$$

⑤ 중앙단면의 휨근 (A_n)의 설계

$$N_{uc} = 24.198 \text{ kN}$$

$$A_n = N_{uc} / (\phi \cdot f_y) = 101 \text{ mm}^2$$

⑥ 좌단단면의 휨근 (A_s)의 산정

좌단단면의 압축력 (A_f + A_n)과 (2 · A_{vf} / 3 + A_n) 중 큰 값을 취함.

$$A_{s, req} = \max (442, 340) = 442 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, min} = 0.04 \cdot (f'_{ck} / f_y) \cdot b \cdot d = 1,280 \text{ mm}^2$$

→ MAX (1,280 mm²)

사실 휨근량 A_{s, req} = 0.19 @ 125 = 2292 mm²

∴ 총 사철 휨근량 = 2292 mm² > 1,280 mm² OK

⑦ 보좌스틸링, 압축근 (A_n)의 산정

$$A_n = 0.5 \cdot (A_s - A_n) = 0.5 \cdot (2,292 - 101) = 1,096 \text{ mm}^2$$

사실 휨근량 A_{s, req} = H 19 @ 250 = 1148 mm² (1단)

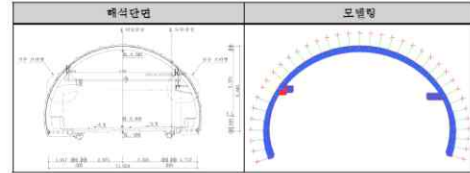
∴ 총 사철 휨근량 = 1148 mm² > 1,096 mm² OK

휨근의 배치방향 : 2/3 · d = 2/3 · 400 = 267 mm 구간은 1단 설치

1. 콘크리트 라이닝 설계

1.1 RP-2

가. 해석단면 및 모델링



나. 지반스프링계수

구 분	일반 변형계수 (E _s MPa)	라이닝 등가반경 (R, m)	E _s /R (kN/m ³)	비 고
암반등급 III	1000	4.81	207.783	E _s =E _s /R=L

다. 적용하중

이완하중 (kN/m ²)	감류수압 (kN/m ²)	중도승재하 (kN/m ²)	기타
61.77	23.4	과 : 42.04 후 : 259.24	자중, 전교수하

라. 단면제원

검토위치	B (m)	T (m)	Z (m ³)	I (m ⁴)
천 단 부	1.00	0.30	1.50x10 ⁻²	2.25x10 ⁻³
어 개 부	1.00	0.30	1.50x10 ⁻²	2.25x10 ⁻³
측 벽 부	1.00	0.30	1.50x10 ⁻²	2.25x10 ⁻³

1

- 3684 -

다. 단면력검토

1) 단면력

구 분	하중조합	모멘트 (kN·m)	축 력 (kN)	전단력 (kN)
천 단 부	LC 7	29.22	840.98	55.94
어 개 부	LC 3	228.02	550.64	126.29
측 벽 부	LC 5	94.94	1104.85	92.63

2) 단면력도

3) 응력검토

구 분	인장면(MPa)		압축면	전단력(kN)		검토결과	
	발생응력	허용응력		강도비	허용		V_u
천 단 부	-		0.33		55.94		OK
어 개 부	13.37	1.13	1.59	1.00	126.29	88.92	NG
측 벽 부	2.65		1.03		92.63		NG

바. 검토결과

- 강도설계법으로 무관콘크리트 검토결과 어개부, 측벽부에서 허용강도 초과로 원근보 강 필요.

2

- 3685 -

2

- 3685 -

사. 철근량산정

1) 주철근 및 전단철근 검토

구 분	모멘트(kN·m)		축력(kN)		주철근		전단철근
	M _u	φM _u	P _u	φP _u	인장면	압축면	
어 개 부	228.02	240.99	550.64	531.96	H22@150	H22@150	필요없음
측 벽 부	94.94	225.04	1104.85	2618.84	H22@150	H22@150	필요없음

2) 배철량 검토

구 분	B (mm)	T (mm)	최소 철근비	필요철근량 (mm ² /m)	사용철근량 (mm ² /m)	사용철근	검토 결과
어 개 부	1000	300	0.002	600	1267	H13@200	OK
측 벽 부	1000	300	0.002	600	1267	H13@200	OK

3) 사용철근 검토

구 분	사용하중 모멘트 (kN·m)	f _c (MPa)	f _s (MPa)	f _{st} (MPa)	소요철근간격 (mm)	적용간격 (mm)	검토 결과
어 개 부	138.03	18.00	251.12	251.12	191.10	150.00	OK
측 벽 부	70.20	8.14	127.71	127.71	493.29	150.00	OK

4) 철근량 산정결과

구 분	주철근	배철량	전단철근
천 단 부	H22@150	H13@200	H13@400
어 개 부	H22@150	H13@200	H13@400
측 벽 부	H22@150	H13@200	H13@400

3

- 3686 -

5) 원관량 산정

★ 개요

▷ 벽체 검토 조건

$f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$ $f_y = 400.0 \text{ MPa}$ $\lambda = 1.00$
 $\alpha_c = 0.65$ $\alpha_s = 0.75$ $\alpha = 0.30$

각면 보멘의 $M_u = 222.020 \text{ KN}\cdot\text{m}$ 각 면 축력 $P_u = 550.040 \text{ KN}$
 압면의 두께 $H = 300.000 \text{ mm}$ 압 령 폭 $B = 1000.000 \text{ mm}$
 축 요 길이 $D = 240.000 \text{ mm}$ 외 측 두께 $D_c = 60.000 \text{ mm}$
 각 유선 길이 $e = 414.100 \text{ mm}$

입상각 원관 $A_{st} = 2500.067 \text{ mm}^2$
 1단 ($d_c = 60 \text{ mm}$) : H 22 @ 150 mm
 압축각 원관 $A_{sc} = 2500.067 \text{ mm}^2$
 1단 ($d_c = 60 \text{ mm}$) : H 22 @ 150 mm

▷ 평형상태 검토

$c = 600/(600+f_y)/d = 144.000 \text{ mm}$
 $k_1 = 0.250$ $a = k_1 c = 122.40 \text{ mm}$
 $C_{ck} = 0.25 f_{ck} B H = 6,150,000.0 \text{ N}$
 소성관성 $I_x = (C_{ck} H^3 / 12 + f_y A_{sc} d_c + f_y A_{st} d) / (C_{ck} + f_y A_{sc} + f_y A_{st})$
 $= 150.00 \text{ mm}^4$
 콘크리트 $C_c = 0.25 f_{ck} a b = 2,496,960.0 \text{ N}$
 압축원관 $C_s = (f_s - 0.25 f_{ck}) A_{sc} = 550,537.7 \text{ N}$
 ($f_{sc} < f_y \rightarrow f_s = E_s \epsilon_{sc} = 350.00 \text{ MPa}$)
 입상원관 $T_s = f_y A_{st} = 1,032,267.0 \text{ N}$
 평형축력 $P_b = C_c + C_s - T_s = 3,315,231.0 \text{ N}$
 평형보멘 $M_b = C_c(x-a/2) + C_s(x-d_c) + T_s(d-x) = 391,136,900.0 \text{ N}\cdot\text{mm}$
 평형관성 $I_b = M_b / P_b = 103,959 \text{ mm}^4$
 $e \leq e_b$ -----> 입상축력배치

▷ 거동 강도 검토

$\epsilon_{sc} = 0.0018 < \epsilon_y = 0.0020$
 -----> 평형상태에서 압축원관이 항복하지 않음.
 원관의 용해는 Trial & Error Method로 계산한다.
 $c = 19.951 \text{ mm}$ 로 가정한다. $a = k_1 c = 67.374 \text{ mm}$
 $\epsilon_{sc} = 0.0007$ $f_s = 149.16 \text{ MPa}$
 $P_b = 0.25 f_{ck} a b + A_{sc} f_s - A_{st} f_y = 4,033,931.0 \text{ N}$
 $= 345,311,200.0 \text{ N}\cdot\text{mm}$
 $M_u = 0.25 f_{ck} a b(x-a/2) + A_{sc} f_s(x-d_c) + A_{st} f_y(d-x)$
 $= 203,514,400.0 \text{ N}\cdot\text{mm}$
 $e = M_u/P_b = 414.100 \text{ mm}$ $e = 414.100 \text{ mm}$ -----> say O.K.

최저단 원관의 순인장변형률 $\epsilon_t = 0.00002$
 $0.005 \leq \epsilon_t = 0.00002$ -----> 입상거대단면
 $0.005 \leq \epsilon_t$ 이므로 강도감소계수를 0.95를 적용한다.
 보정 $\phi = 0.95$
 $\phi P_b = 551,955 \text{ KN}$ $\geq P_u = 550,040 \text{ KN}$ O.K.
 $\phi M_b = 240,987 \text{ KN}\cdot\text{m}$ $\geq M_u = 222,020 \text{ KN}\cdot\text{m}$ O.K.

▷ 전단력 검토

각 유선단면 $V_u = 126,290 \text{ KN}$
 $\phi V_c = \phi V_i (1 + P_u / (14 A_g)) \lambda \sqrt{f_{ck}} B D / 1000 = 106,230 \text{ KN}$
 $\phi V_c = 106,230 \text{ KN}$ $\geq V_u = 126,290 \text{ KN}$ > 전단원관 필요없음.

4

— 3687 —

★ 개요

▷ 벽체 검토 조건

$f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$ $f_y = 400.0 \text{ MPa}$ $\lambda = 1.00$
 $\alpha_c = 0.65$ $\alpha_s = 0.75$ $\alpha = 0.30$

각면 보멘의 $M_u = 94,940 \text{ KN}\cdot\text{m}$ 각 면 축력 $P_u = 1104,350 \text{ KN}$
 압면의 두께 $H = 300.000 \text{ mm}$ 압 령 폭 $B = 1000.000 \text{ mm}$
 축 요 길이 $D = 240.000 \text{ mm}$ 외 측 두께 $D_c = 60.000 \text{ mm}$
 각 유선 길이 $e = 35,930 \text{ mm}$

입상각 원관 $A_{st} = 2500.067 \text{ mm}^2$
 1단 ($d_c = 60 \text{ mm}$) : H 22 @ 150 mm
 압축각 원관 $A_{sc} = 2500.067 \text{ mm}^2$
 1단 ($d_c = 60 \text{ mm}$) : H 22 @ 150 mm

▷ 평형상태 검토

$c = 600/(600+f_y)/d = 144.000 \text{ mm}$
 $k_1 = 0.250$ $a = k_1 c = 122.40 \text{ mm}$
 $C_{ck} = 0.25 f_{ck} B H = 6,150,000.0 \text{ N}$
 소성관성 $I_x = (C_{ck} H^3 / 12 + f_y A_{sc} d_c + f_y A_{st} d) / (C_{ck} + f_y A_{sc} + f_y A_{st})$
 $= 150.00 \text{ mm}^4$
 콘크리트 $C_c = 0.25 f_{ck} a b = 2,496,960.0 \text{ N}$
 압축원관 $C_s = (f_s - 0.25 f_{ck}) A_{sc} = 550,537.7 \text{ N}$
 ($f_{sc} < f_y \rightarrow f_s = E_s \epsilon_{sc} = 350.00 \text{ MPa}$)
 입상원관 $T_s = f_y A_{st} = 1,032,267.0 \text{ N}$
 평형축력 $P_b = C_c + C_s - T_s = 3,315,231.0 \text{ N}$
 평형보멘 $M_b = C_c(x-a/2) + C_s(x-d_c) + T_s(d-x) = 391,136,900.0 \text{ N}\cdot\text{mm}$
 평형관성 $I_b = M_b / P_b = 103,959 \text{ mm}^4$
 $e < e_b$ -----> 압축원관배치

▷ 거동 강도 검토

$\epsilon_{sc} = 0.0018 < \epsilon_y = 0.0020$
 -----> 원관의 용해는 Trial & Error Method로 계산한다.
 $c = 19.951 \text{ mm}$ 로 가정한다. $a = k_1 c = 67.374 \text{ mm}$
 $\epsilon_{sc} = 0.0007$ $f_s = 149.16 \text{ MPa}$
 $P_b = 0.25 f_{ck} a b + A_{sc} f_s - A_{st} f_y = 4,033,931.0 \text{ N}$
 $= 345,311,200.0 \text{ N}\cdot\text{mm}$
 $M_u = 0.25 f_{ck} a b(x-a/2) + A_{sc} f_s(x-d_c) + A_{st} f_y(d-x)$
 $= 203,514,400.0 \text{ N}\cdot\text{mm}$
 $e = M_u/P_b = 414.100 \text{ mm}$ $e = 414.100 \text{ mm}$ -----> say O.K.

최저단 원관의 순인장변형률 $\epsilon_t = 0.00002$
 $0.005 \leq \epsilon_t = 0.00002$ -----> 압축거대단면
 $0.005 \leq \epsilon_t$ 이므로 강도감소계수를 0.95를 적용한다.
 보정 $\phi = 0.95$
 $\phi P_b = 201,837 \text{ KN}$ $\geq P_u = 1104,350 \text{ KN}$ O.K.
 $\phi M_b = 225,937 \text{ KN}\cdot\text{m}$ $\geq M_u = 94,940 \text{ KN}\cdot\text{m}$ O.K.

▷ 전단력 검토

각 유선단면 $V_u = 92,630 \text{ KN}$
 $\phi V_c = \phi V_i (1 + P_u / (14 A_g)) \lambda \sqrt{f_{ck}} B D / 1000 = 105,631 \text{ KN}$
 $\phi V_c = 105,631 \text{ KN}$ $\geq V_u = 92,630 \text{ KN}$ > 전단원관 필요없음.

5

— 3688 —

6) 사용성 검토(균열 검토)

★ 개요

▷ 검토 조건

$f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$ $f_y = 400.0 \text{ MPa}$ $\lambda = 1.00$

사용 보멘의 $M_o = 130,030 \text{ KN}\cdot\text{m}$ (사용하중 보멘)
 Used $A_s = H/2 @ 150.00 \text{ mm}$ ($D_c = 60.00 \text{ mm}$)
 $= 2550.067 \text{ mm}^2$
 $\alpha = E_s/E_c = 200000 / (0.077 \text{ mc} \cdot 1.5 \cdot \lambda \sqrt{f_{ck} + 34}) = 0$
 $\rho = A_s / (B \cdot D) = 0.01075$
 $\epsilon = -\rho \sqrt{f_{ck} + 34} = 0.330$ ($j = 0.897$)
 $x = \epsilon / \epsilon_s = 31.021 \text{ mm}$
 $f_c = 2 M_o / (B \cdot x \cdot (D - x/3)) = 15,997 \text{ MPa}$
 $f_s = M_o / (A_s \cdot (D - x/3)) = 251,117 \text{ MPa}$
 $f_{st} = f_s (1 - D_c \cdot \min(x) / (D - x)) = 251,117 \text{ MPa}$
 최하단원관 소요중성심거리
 $s = \text{Min} [375 \cdot (210/f_{st}) - 250c, 300 \cdot (210/f_{st})] = 191.10 \text{ mm}$
 여기서 $c_c = 60 \text{ mm}$ - 주철관 직경/2 = 49.00 mm
 최하단원관 평판배치간격 = 150.00 mm $\geq 191.10 \text{ mm}$ -----> O.K.

★ 개요

▷ 검토 조건

$f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$ $f_y = 400.0 \text{ MPa}$ $\lambda = 1.00$

사용 보멘의 $M_o = 70,200 \text{ KN}\cdot\text{m}$ (사용하중 보멘)
 Used $A_s = H/2 @ 150.00 \text{ mm}$ ($D_c = 60.00 \text{ mm}$)
 $= 2550.067 \text{ mm}^2$
 $\alpha = E_s/E_c = 200000 / (0.077 \text{ mc} \cdot 1.5 \cdot \lambda \sqrt{f_{ck} + 34}) = 0$
 $\rho = A_s / (B \cdot D) = 0.01075$
 $\epsilon = -\rho \sqrt{f_{ck} + 34} = 0.330$ ($j = 0.897$)
 $x = \epsilon / \epsilon_s = 31.021 \text{ mm}$
 $f_c = 2 M_o / (B \cdot x \cdot (D - x/3)) = 3,138 \text{ MPa}$
 $f_s = M_o / (A_s \cdot (D - x/3)) = 127,714 \text{ MPa}$
 $f_{st} = f_s (1 - D_c \cdot \min(x) / (D - x)) = 127,714 \text{ MPa}$
 최하단원관 소요중성심거리
 $s = \text{Min} [375 \cdot (210/f_{st}) - 250c, 300 \cdot (210/f_{st})] = 493.29 \text{ mm}$
 여기서 $c_c = 60 \text{ mm}$ - 주철관 직경/2 = 49.00 mm
 최하단원관 평판배치간격 = 150.00 mm $\geq 493.29 \text{ mm}$ -----> O.K.

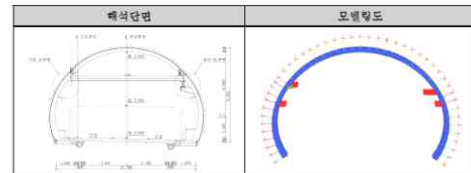
6

— 3689 —

1. 콘크리트 라이닝 설계

1.1 EV-C

가. 해석단면 및 모델링



나. 기판스트링계수

구 분	양판 변형계수 (ϵ_s , MPa)	라이닝 등가반경 (R, m)	$E_s R$ (kN/m^3)	비 고
양판등급 III	5,000	5.830	657,633	$E_s = E_s / R \cdot L$

다. 격층하중

이완하중 (kN/m^2)	강류수압 (kN/m^2)	풍도슬래브 (kN/m)	기타
56.37	29.40	좌 : 50.70 우 : 391.97	자중(프로그램 내 자동계산)

라. 단면계원

검토위치	B (m)	T (m)	Z (m^3)	I (m^4)
전 단 부	1.0	0.35	2.04×10^{-2}	3.57×10^{-4}
여 계 부	1.0	0.35	2.04×10^{-2}	3.57×10^{-4}
측 부	1.0	0.35	2.04×10^{-2}	3.57×10^{-4}

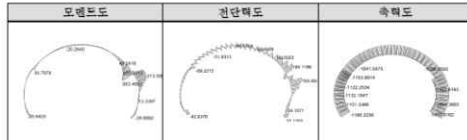
1

— 3690 —

다. 단면력검토
1) 단면력

구 분	하중조합	모멘트 (kN·m)	축력 (kN)	전단력 (kN)
전 단 부	LC 6	32.33	430.27	75.51
어 개 부	LC 5	262.47	1437.13	193.49
측 벽 부	LC 5	30.00	1454.84	52.14

2) 단면력도



3) 용력검토

구 분	인장면(MPa)		압축면		전단력(kN)		검토결과
	발생용력	허용용력	강도비	허용	V _u	φV _s	
전 단 부	0.21		0.31		75.51		OK
어 개 부	8.75	1.13	1.06	1.00	193.49	103.74	NG
측 벽 부	-		0.66		52.14		OK

바. 검토결과

- 강도설계법으로 무근콘크리트 검토결과 어개부에서 허용강도 초과로 결근보강 필요.

2

— 3691 —

사. 철근량산정

1) 주철근 및 전단철근 검토

구 분	모멘트(kN·m)		축력(kN)		주철근		전단철근
	M _u	φM _u	P _u	φP _u	인장면	압축면	
어 개 부	262.47	372.97	1437.13	2042.16	H22@125	H22@125	필요없음

2) 배철근 검토

구 분	B (mm)	T (mm)	최소 철근비	필요철근량 (mm ² /m)	사용철근량 (mm ² /m)	사용철근	검토 결과
어 개 부	1000	350	0.002	700	1267	H13@200	OK

3) 사용성 검토

구 분	사용하중 모멘트 (kN·m)	f _t (MPa)	f _c (MPa)	f _s (MPa)	소요철근간격 (mm)	적용간격 (mm)	검토 결과
어 개 부	232.95	18.54	292.18	292.18	147.03	125.00	OK

4) 철근량 산정결과

구 분	주철근	배철근	전단철근
전 단 부	H22@125	H13@200	H13@400
어 개 부	H22@125	H13@200	H13@400
측 벽 부	H22@125	H13@200	H13@400

3

— 3692 —

6) 사용성 검토(균열 검토)

★ 전단부 ▷ 검토조건 f_{ck} = 27.0 MPa f_y = 400.0 MPa λ = 1.00 사용 모멘트 M_o = 262.470 kN·m 단면의 두께 H = 600.000 mm 단 면 폭 B = 1000.000 mm 최소 유효 깊이 D = 540.000 mm 좌 측 두께 D_c = 60.000 mm ▷ 사용성 검토 (균열 검토) M_o = 262.470 kN·m (사용하중 모멘트) Used A_s = H25 @ 125.00 mm (D_c = 60.00 mm) = 4053.600 mm² n = E_s/E_c = 200000 / (0.077 mc^{1.5} · f_y / (F_{ck} + Δf)) = 7 ρ = A_s / (B · D) = 0.00751 k = -np + √((np)² + 2np) = 0.276 (j = 0.908) x = k · d = 142.967 mm f_c = 2M_o / (B · x · (D - x/3)) = 7.362 MPa f_s = M_o / (A_s · (D - x/3)) = 135.070 MPa f_{sr} = f_s · (H - D_{c,min} - x) / (D - x) = 135.270 MPa 최대단철근 소요강도 s = Min [875 · (210/f_{sr}) - 250c, 300 · (210/f_{sr})] = 463.42 mm ...여기서, c = d_{c,min} - 주철근 피침/2 = 47.50 mm 최최단철근 평균배간간격 = 125.00 mm ≤ 463.42 mm OK ★ 어개부 ▷ 검토조건 f_{ck} = 27.0 MPa f_y = 400.0 MPa λ = 1.00 사용 모멘트 M_o = 248.140 kN·m 단면의 두께 H = 600.000 mm 단 면 폭 B = 1000.000 mm 최소 유효 깊이 D = 540.000 mm 좌 측 두께 D_c = 60.000 mm ▷ 사용성 검토 (균열 검토) M_o = 248.140 kN·m (사용하중 모멘트) Used A_s = H25 @ 125.00 mm (D_c = 60.00 mm) = 4053.600 mm² n = E_s/E_c = 200000 / (0.077 mc^{1.5} · f_y / (F_{ck} + Δf)) = 7 ρ = A_s / (B · D) = 0.00751 k = -np + √((np)² + 2np) = 0.276 (j = 0.908) x = k · d = 142.967 mm f_c = 2M_o / (B · x · (D - x/3)) = 6.794 MPa f_s = M_o / (A_s · (D - x/3)) = 124.840 MPa f_{sr} = f_s · (H - D_{c,min} - x) / (D - x) = 124.840 MPa 최대단철근 소요강도 s = Min [875 · (210/f_{sr}) - 250c, 300 · (210/f_{sr})] = 504.64 mm ...여기서, c = d_{c,min} - 주철근 피침/2 = 47.50 mm 최최단철근 평균배간간격 = 125.00 mm ≤ 504.64 mm OK	
---	--

12

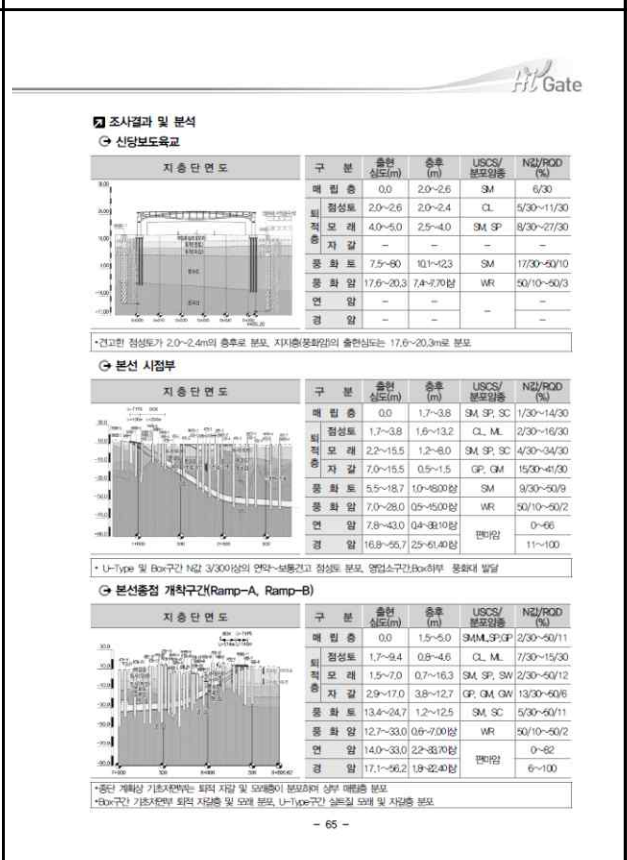
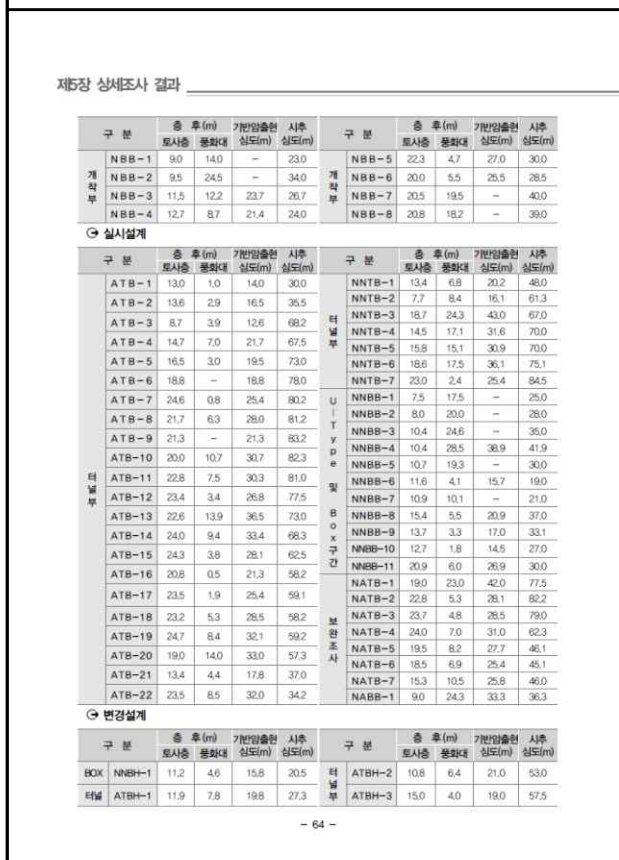
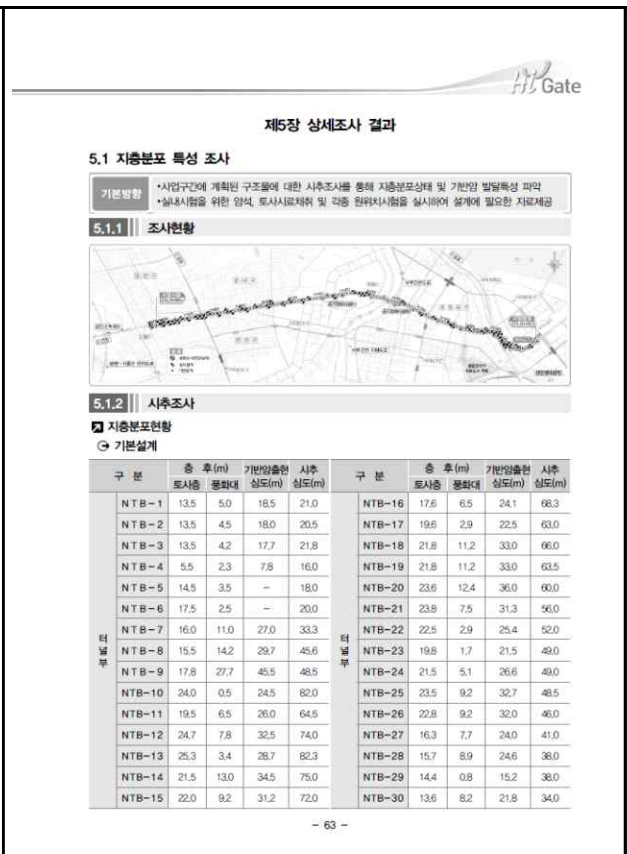
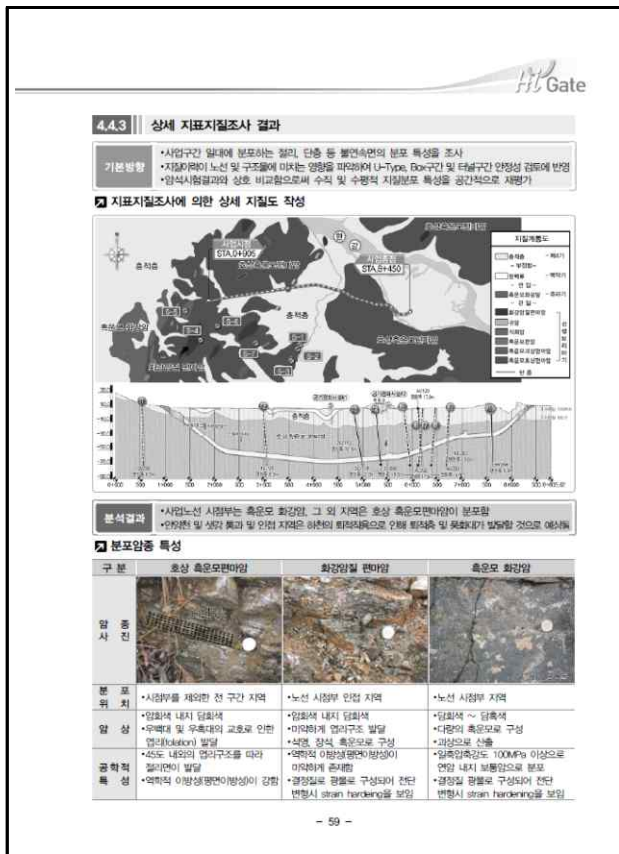
— 3701 —

★ 측벽부 ▷ 검토조건 f_{ck} = 27.0 MPa f_y = 400.0 MPa λ = 1.00 사용 모멘트 M_o = 596.020 kN·m 단면의 두께 H = 600.000 mm 단 면 폭 B = 1000.000 mm 최소 유효 깊이 D = 540.000 mm 좌 측 두께 D_c = 60.000 mm ▷ 사용성 검토 (균열 검토) M_o = 596.020 kN·m (사용하중 모멘트) Used A_s = H25 @ 125.00 mm (D_c = 60.00 mm) = 4053.600 mm² n = E_s/E_c = 200000 / (0.077 mc^{1.5} · f_y / (F_{ck} + Δf)) = 7 ρ = A_s / (B · D) = 0.00751 k = -np + √((np)² + 2np) = 0.276 (j = 0.908) x = k · d = 142.967 mm f_c = 2M_o / (B · x · (D - x/3)) = 14.076 MPa f_s = M_o / (A_s · (D - x/3)) = 269.674 MPa f_{sr} = f_s · (H - D_{c,min} - x) / (D - x) = 269.674 MPa 최대단철근 소요강도 s = Min [875 · (210/f_{sr}) - 250c, 300 · (210/f_{sr})] = 173.27 mm ...여기서, c = d_{c,min} - 주철근 피침/2 = 47.50 mm 최최단철근 평균배간간격 = 125.00 mm ≤ 173.27 mm OK	
--	--

13

— 3702 —

[illegible]



제2장 상세조사 결과

③ 램프 개착구간-여의도 방행(Ramp-C)

구 분	출현심도(m)	층수	USCS/분포양분	NZ/RD(%)
매 합 층	0.0	1.7~5.0	SM, SP	2/30~19/30
점성토	2.6	1.6	M, L	8/30~15/30
회색 모래	1.7~5.0	1.6~14.5	SM, SP	2/30~50/22
자갈	4.2~16.5	7.1~12.5	GP, GM, GW	15/30~50/6
중화토	13.7~24.7	2.3~8.7	SM	20/30~50/11
중화암	16.0~31.5	0.6~6.6	WR	50/10~50/2
연암	17.0~33.0	5.9~33.0	면역암	0~62
경암	26.6~56.2	20~22.4	면역암	6~96

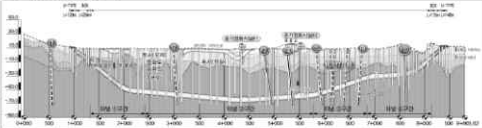
*중점 Box-U-Type구간 기존저면부는 퇴적 지층층이 분포하고 상부에는 매립 모래층 분포

③ 램프 개착구간-인천 방행(Ramp-D)

구 분	출현심도(m)	층수	USCS/분포양분	NZ/RD(%)
매 합 층	0.0	1.5~5.0	SM	2/30~19/30
점성토	2.6	1.6	M, L	8/30~15/30
회색 모래	1.5~5.0	0.7~14.5	SM, SP, SW	2/30~50/22
자갈	3.6~16.5	7.1~12.7	GP, GM, GW	13/30~50/6
중화토	13.7~24.7	1.2~8.7	SM	20/30~50/11
중화암	12.7~31.5	0.6~6.6	WR	50/10~50/2
연암	14.5~33.0	28~33.0	면역암	0~62
경암	17.1~56.2	18~22.4	면역암	6~100

*Box 구간 NZ 13/30~50/11의 퇴적 지층층이 주로 분포, U-Type 구간 매립 모래층이 분포

③ 터널구간 지층분석



- 66 -

* 터널 ①구간(STA.14319~2420)

구 분	출현심도(m)	층수	USCS/분포양분	NZ/RD(%)
매 합 층	0.0	2.2~3.5	SM, SC	1/30~11/30
점성토	2.2~3.6	2.0~13.2	M, CL	2/30~15/30
회색 모래	2.2~12.6	1.2~8.0	SM, SC, SP	4/30~34/30
자갈	7.0~13.8	0.7~0.9	GP, GM	30/30~41/30
중화토	5.5~18.7	1.0~9.3 이상	SM	9/30~50/11
중화암	7.0~28.0	0.5~15.0	면역암	50/10~50/2
연암	7.9~43.0	0.4~27.8 이상	면역암	0~49
경암	16.6~55.7	2.5~51.4 이상	면역암	23~100

지층 분석
터널 상단 0.5H 구간 *터널상부 0.5H구간은 대부분 연암 및 경암으로 구성
*STA. 14319구간은 상부 1.00 상부에 중화토 분포
터널 구간 *터널통과구간은 대부분 연암이 STA. 14790 이후부터는 경암이 우세함
*상부토층 II~III등급으로 판사가 심함

* 터널 ②구간(STA.2420~54794)

구 분	출현심도(m)	층수	USCS/분포양분	NZ/RD(%)
매 합 층	0.0	1.7~6.7	GP, SM, SC, SP, CL	1/30~50/2
점성토	1.7~4.7	2.0~14.5	CL, ML	1/30~18/30
회색 모래	2.5~21.5	1.2~12.3	SP, SM, SC	5/30~50/28
자갈	6.0~21.5	0.5~15.1	GP, GM, GW	7/30~50/6
중화토	14.5~25.3	0.5~20.0	SM	11/30~50/8
중화암	18.0~38.0	0.6~16.6	면역암	50/10~50/2
연암	18.8~46.5	1.0~54.1 이상	면역암	0~88
경암	22.8~53.7	14.0~60.4 이상	면역암	0~100

지층 분석
터널 상단 0.5H 구간 *터널상부 0.5H구간은 F3 통과구간을 제외하고 대부분 경암으로 분포
*대부분 I~II등급으로 비교적 양호한 양상임
터널 구간 *터널통과구간은 대부분 경암으로 분포하며, RD= 41~100%
*연암층은 연암층 F3, F4 단층대 통과구간(ATB=11, NATB=2, 3, NTB=15)은 단층층 및 파쇄대 우세

* 터널 ③구간(STA.54794~64673)

구 분	출현심도(m)	층수	USCS/분포양분	NZ/RD(%)
매 합 층	0.0	1.1~3.9	SM, SC, M, CL	2/30~50/21
점성토	1.3~2.6	1.1~9.6	CL, ML	2/30~12/30
회색 모래	2.0~12.2	2.6~11.8	SM, SP	4/30~50/11
자갈	10.5~14.8	8.0~13.0	GP, GM, GW	10/30~50/6
중화토	21.8~24.3	2.9~11.2	SM	16/30~50/8
중화암	27.5~32.0	0.6~7.0	면역암	50/10~50/2
연암	25.4~36.5	1.9~26.6 이상	면역암	0~62
경암	30.0~55.0	11.0~32.5 이상	면역암	0~100

- 67 -

제2장 상세조사 결과



지층 분석
터널 상단 0.5H 구간 *터널상부 0.5H구간은 대부분 경암으로 구성
*3구간 중점구간인 STA. 64800 주변부는 양질상태가 불량한 연암이 길게 분포
터널 구간 *터널통과구간은 대부분 경암으로 분포, 양면토층은 II~III등급으로 양호함
*터널상부에서 단층파쇄대를 확인하였으나, 통과구간 하부까지 연장성은 확인되지 않음

* 터널 ④구간(STA.64873~8+160)

구 분	출현심도(m)	층수	USCS/분포양분	NZ/RD(%)
매 합 층	0.0	1.5~5.0	SP, SM, ML	2/30~19/30
점성토	1.7~7.5	0.8~3.3	CL, ML	7/30~15/30
회색 모래	1.5~5.0	0.7~14.5	SP, SM	2/30~50/22
자갈	2.9~16.5	7.1~12.7	GP, GM, GW	13/30~50/6
중화토	13.4~24.7	0.5~8.7	SM, SC	5/30~50/11
중화암	12.7~31.5	0.6~6.6	면역암	50/10~50/2
연암	14.5~33.0	2.2~33.7 이상	면역암	0~62
경암	17.1~56.2	1.8~24.9 이상	면역암	6~100

지층 분석
터널 상단 0.5H 구간 *터널상부 0.5H구간은 대부분 회색모래, 자갈층, 중화토, 중화암, 연암 및 경암으로 구성
*STA. 74645부터 토사, 중화암 우세
터널 구간 *STA. 74667까지 연암이 우세하고 이후로 분화토, 분화암이 주로 분포
*ATB=17~19, NATB=5, 7부근에는 양질상태가 불량한 연암이 길게 분포

- 68 -

5.1.6 GPR탐사

기본현황
*U-Type 용벽 및 개착구간에 위치하는 지층을 현황에 대한 매입심도 정밀조사 실시(2측선)
*현황분석시 파악된 지층층이 실제지 및 매입심도 파악

탐사위치 및 현황(기본설계)



탐사결과 및 분석(기본설계)

측 선	탐사결과	분포심도(깊이, m)
GPR-1 (여의도 0+600.0)		*상수도 : 0.7~3.0m *하수도 : 0.8~1.1m *미상관 : 1.2~1.7m
GPR-2 (여의도 0+929.6)		*상수도 : 0.8~3.0m *하수도 : 0.7~1.2m *미상관 : 1.3m
GPR-3 (인천 0+609.9~1+007.5)		*상수도 : 0.9~1.2m
GPR-4 (여의도 0+609.9~1+004.4)		*미상관 : 3.2m

- 71 -

2.3 기존 점검 및 진단자료 분석

2.3.1 점검 및 진단 이력

신월여의지하도로(인천방향)는 1종 시설물로서 2021년 4월 15일에 준공이후, 기준에 따라 지속적으로 점검을 실시해 왔으며, 현재까지 정기안전점검 5회를 실시한 것으로 확인되었으며, 그 이력사항은 다음과 같다.

【표 2.3.1】 점검 및 진단 이력

구분		점검기간	점검기관	안전 등급	주요점검/진단 결과
1	정기안전 점검	2021-12-20~ 2021-12-31	(주)명성엔지니어링	양호	-라이닝파손, 누수및백태 -접속터널횡갱누수 -신호등파손
2	정기안전 점검	2022-06-22~ 2022-06-30	(주)명성엔지니어링	양호	-본선천단부(슬래브)균열, 누수, 백태, 파손, 박리, 피복부족, 시공미흡 -본선측벽부누수, 백태, 파손, 타일탈락 -본선공동구덮개파손 -RAMP천단부(슬래브)균열 -RAMP풍도슬래브파손 -RAMP측벽부누수, 누수혼적, 백태 -U-type옹벽균열 -부대시설횡갱누수, 전기설체수, 소화수조누수및백태 -부속시설신호기파손
3	정기안전 점검	2022-10-04~ 2022-12-21	(주)명성엔지니어링	양호	-본선천단부(슬래브)균열, 누수, 백태, 파손, 박리, 피복부족, 시공미흡 -본선측벽부누수, 백태, 파손, 타일탈락 -본선공동구덮개파손 -RAMP천단부(슬래브)균열 -RAMP풍도슬래브파손 -RAMP측벽부누수, 누수혼적, 백태, 결빙, 타일탈락 -U-type옹벽균열 -부대시설횡갱체수, 전기설체수, 소화수조누수및백태 -부속시설신호기파손
4	정기안전 점검	2023-04-17~ 2023-06-30	(주)명성엔지니어링	양호	-본선천단부(슬래브)균열및재균열, 누수, 백태, 파손, 박리, 피복부족, 표면불량, 시공미흡 -본선측벽부백태, 누수, 파손, 철근노출, 박리, 박락, 타일탈락 -본선포장부파손 -본선공동구덮개파손, 파손, 실란트미시공 -RAMP천단부(슬래브)상태양호 -RAMP풍도슬래브파손 -RAMP측벽부누수및누수혼적, 백태, 타일탈락 -U-type옹벽상태양호 -부대시설횡갱체수, 백태, 소화수조누수및백태, 누수혼적 -부속시설신호기파손

【표 2.3.1】 점검 및 진단 이력(계속)

구분	점검기간	점검기관	안전 등급	주요점검/진단 결과
5	정기안전 점검	2023-10-17~ 2023-12-22 (주)명성엔지니어링	양호	-본선천단부(슬래브)균열및재균열, 누수, 백태, 파손, 박리, 피복 부족, 표면불량, 시공미흡 -본선측벽부백태, 누수, 파손, 철근노출, 박리, 박락, 타일탈락 -본선포장부파손 -본선공동구덮개파손, 파손, 실란트미시공 -RAMP천단부(슬래브)상태양호 -RAMP풍도슬래브파손 -RAMP측벽부누수및누수흔적, 백태, 타일탈락 -U-type옹벽상태양호 -부대시설형강누수, 체수, 백태, 소화수조누수및백태, 누수흔적 -부속시설신호기파손

2.3.2 기존 정밀안전점검 분석

신월여의지하도로(인천방향)는 금회(2024년 상반기)에 실시하는 점검이 최초로 실시하는 정밀안전점검이다.

2.4 보수 · 보강 이력

【표 2.4.1】 보수·보강 이력

번호	보수시기	공사구간	공사내역	시공사
1	~2023년	라이닝 공동구 등	준공이후 열화부 하자보수(부분)	-

2.5 내진설계 여부

본 과업대상 구조물은 설계 당시 내진설계가 반영된 것으로 확인되었다.

【표 2.5.1】 내진설계 이력

내진설계 적용유무	내진설계 반영여부	비고
적용	구조계산서 확인 결과 내진설계를 적용한 것으로 확인됨.	

2.6 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS (시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

2.7 자료분석 결과요약

본 과업의 효과적인 용역 수행을 위하여 건설관련 자료와 유지관리 자료(기 점검자료, 보수보강자료 등) 등을 입수하였으며, 수집 자료를 검토한 결과 및 진단과업 진행방향은 다음과 같다.

【표 2.7.1】 자료분석 결과요약

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후, 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 시행된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○전차 안전점검 자료를 확인한 결과, 일부 부재에서 손상이 확인되었고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정기안전점검 총 5회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

