

화성봉담2 배수지

제1장 시설물 개요

제2장 자료수집 및 분석

제3장 외관조사

제4장 재료시험

제5장 상태평가

제6장 보수·보강 및 유지관리 방안

제7장 종합결론

제1장 시설물 개요

1.1 시설물 현황

1.2 시설물 관련도면

제 1 장 시설물 개요

1.1 시설물 현황

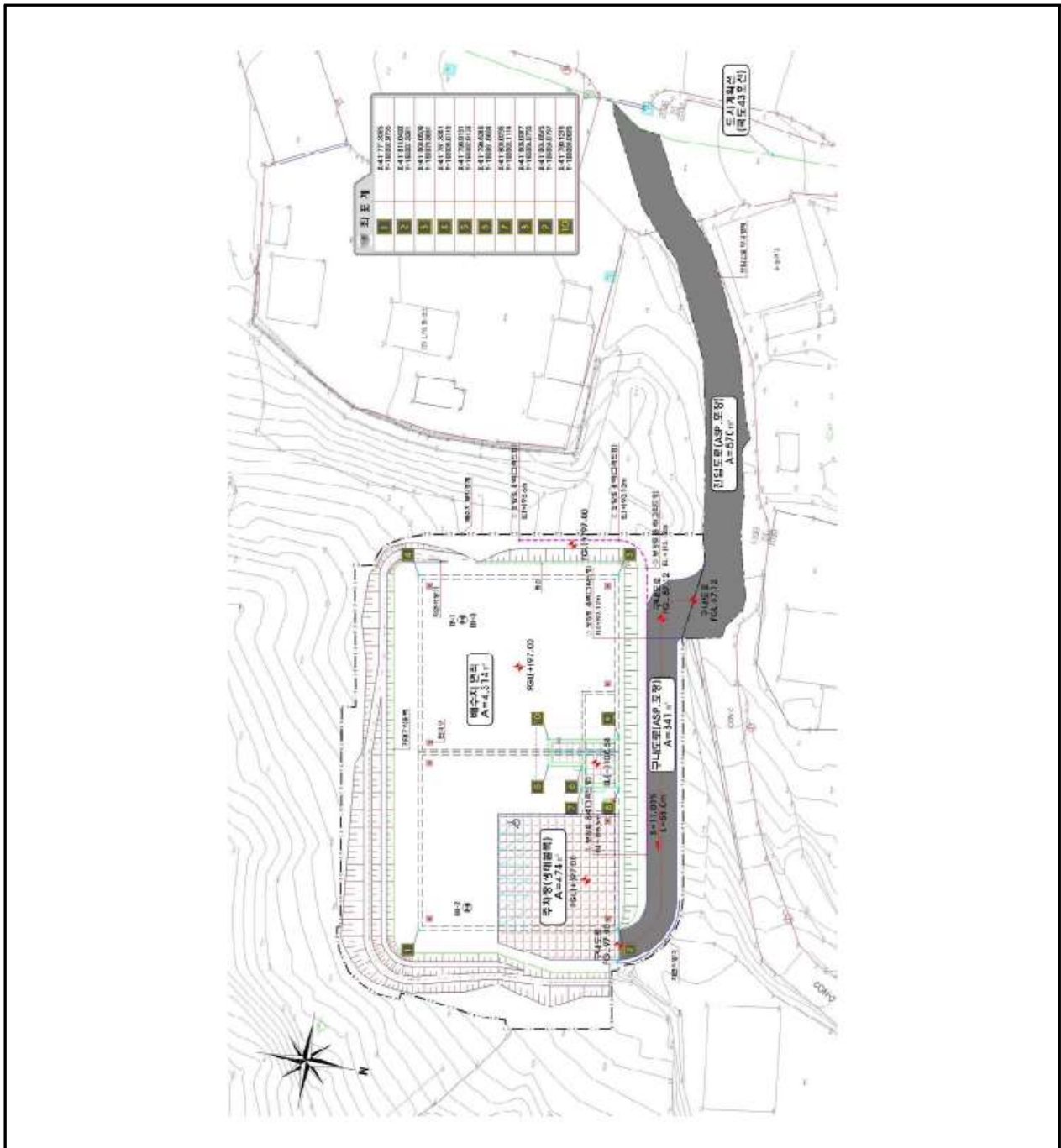
【표 1.1】 시설물 현황

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	화성봉담2 배수지		시설물번호	WS2018-0000043
준공년월일	2018년 12월 31일		시설물 중별	2중
시설물위치	경기도 화성시 봉담읍 상리 산33번지			
관리주체	화성시맑은물사업소			
규 모	B28.3m×L32.0m×H6.0m×2지			
용 량	10,000m³/일		설치형태	매립형
구조형식	철근콘크리트조(RC)		배수지 개수	2지
시설물현황	밸브실	유입 밸브실, 유출 밸브실		
	부대시설	옹벽, 사면 등		
				
배수지 외부 전경		배수지 내부 전경		

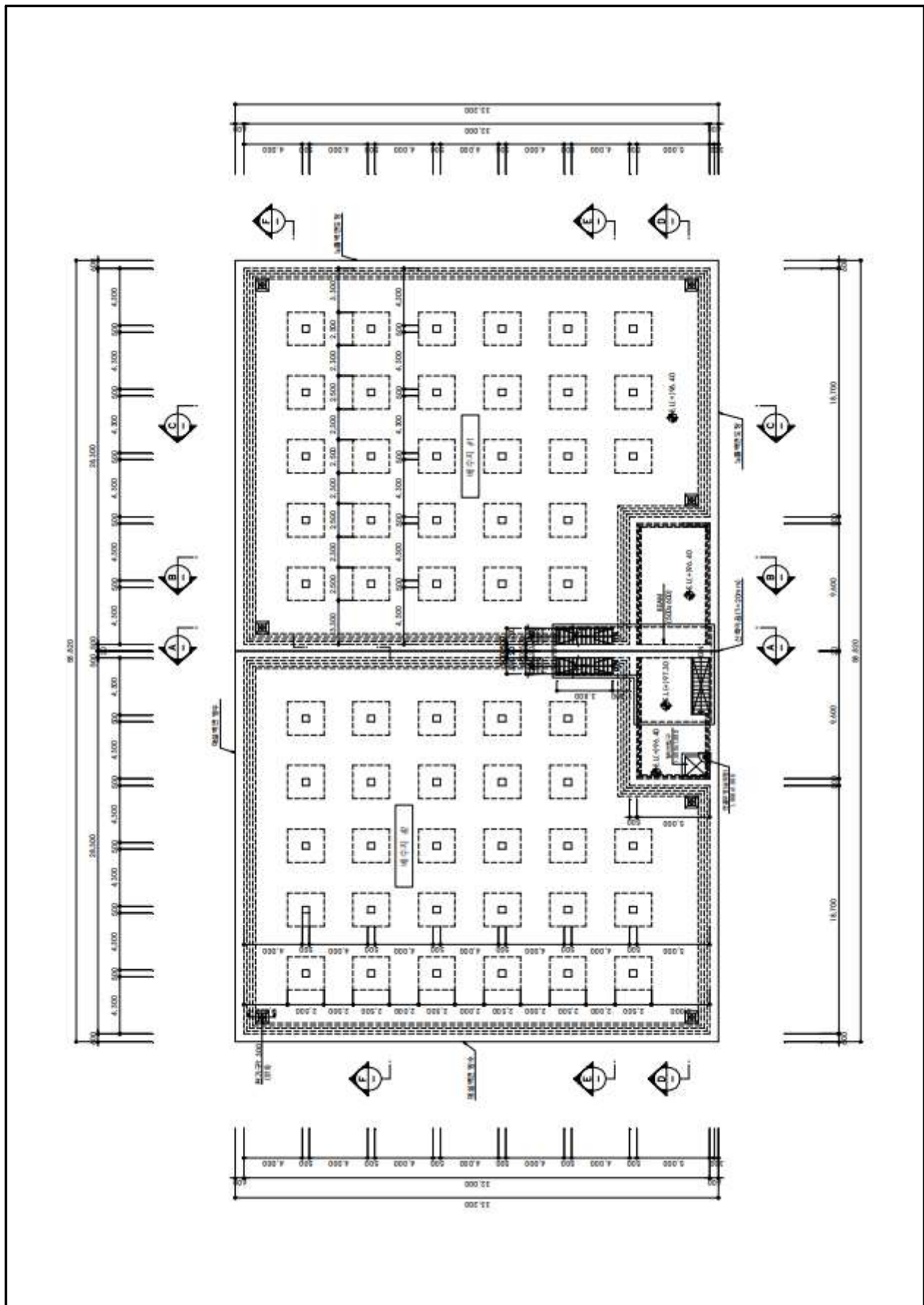
【사진 1.1】 시설물 전경

1.2 시설물 관련도면

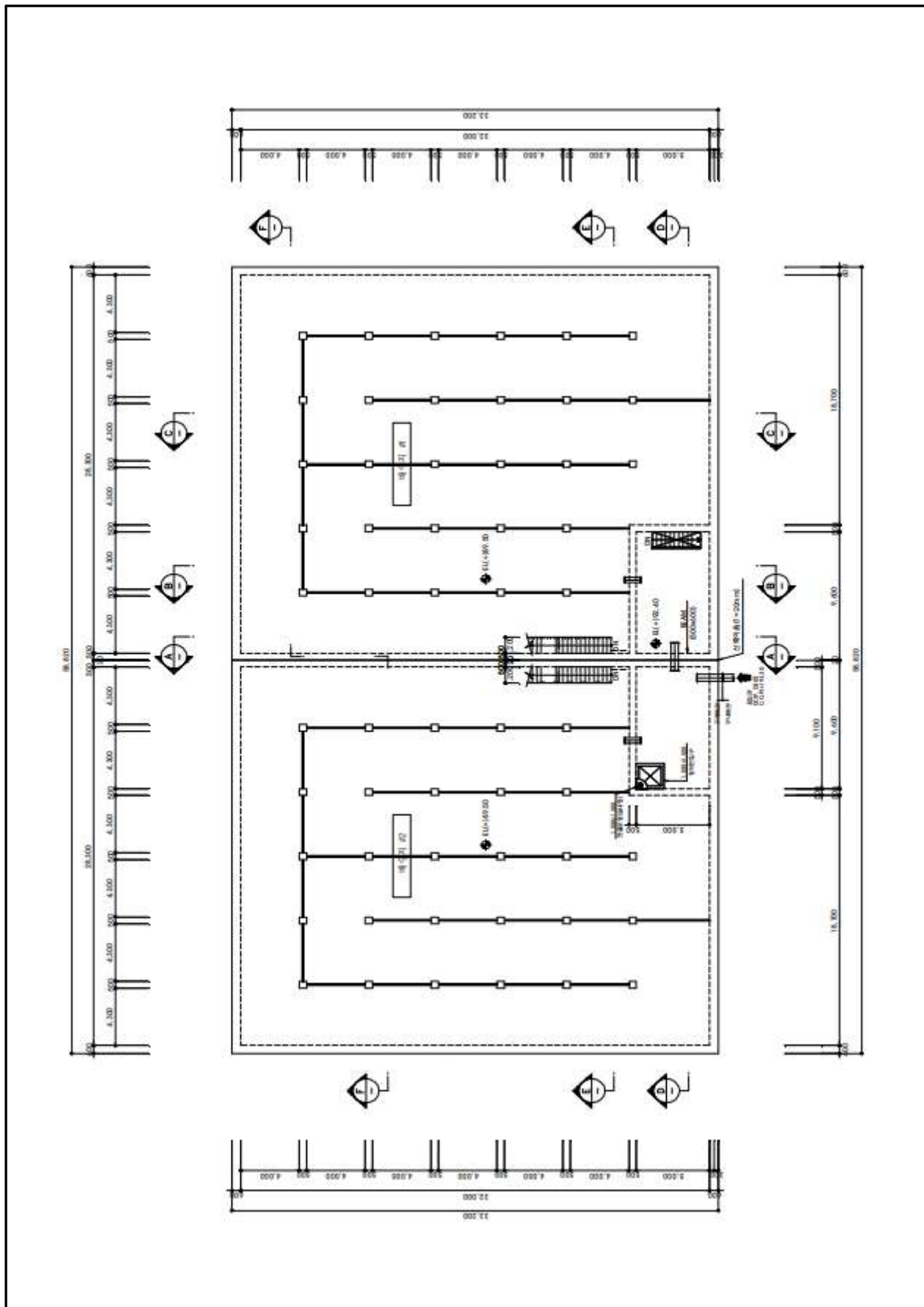
화성봉담2 배수지에 대한 관련도면은 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송·배수관로 설치공사 준공도면(2018.11)』 또한, 최근 토사유실 및 옹벽파손과 관련하여 현재 감행중인 보수공사 관련 『상리배수지 구조물 보수공사 준공도면(2024.12)』을 참조 및 협조받아 본보고서에 기존 준공도면과 같이 수록하였다.



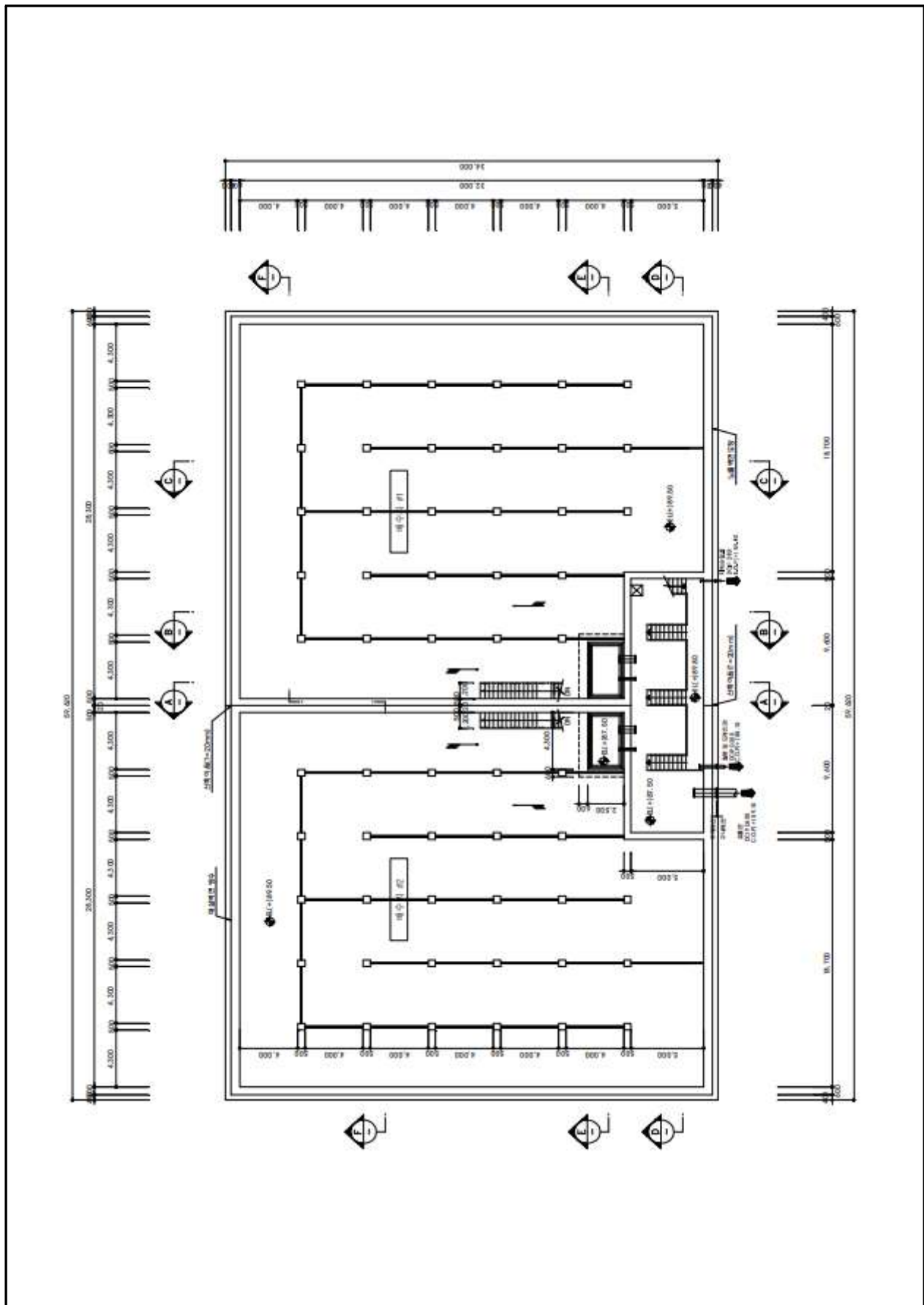
【그림 1.1】 화성봉담2 배수지 일반도



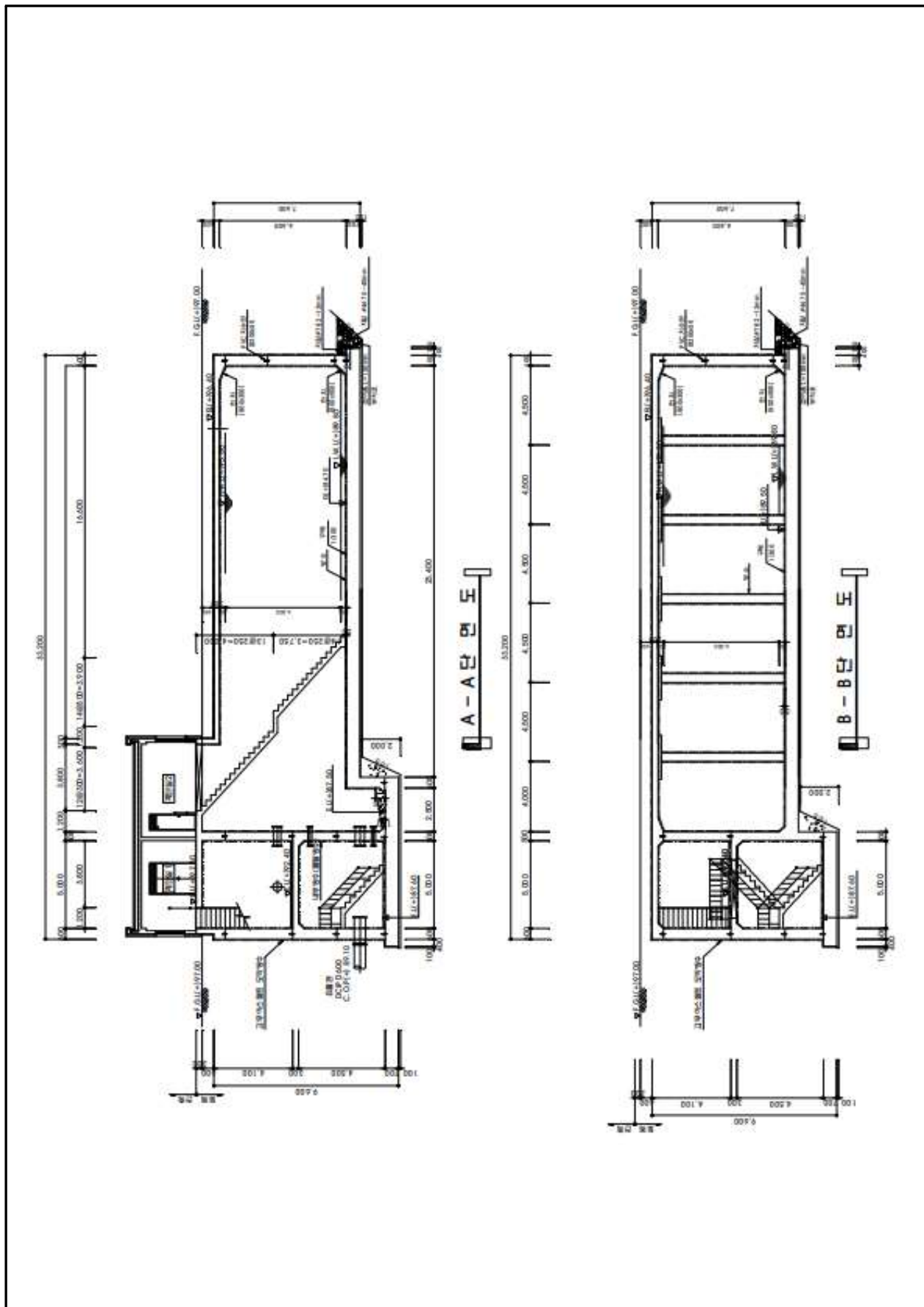
【그림 1.2】 화성봉담2 배수지 일반도(계속)



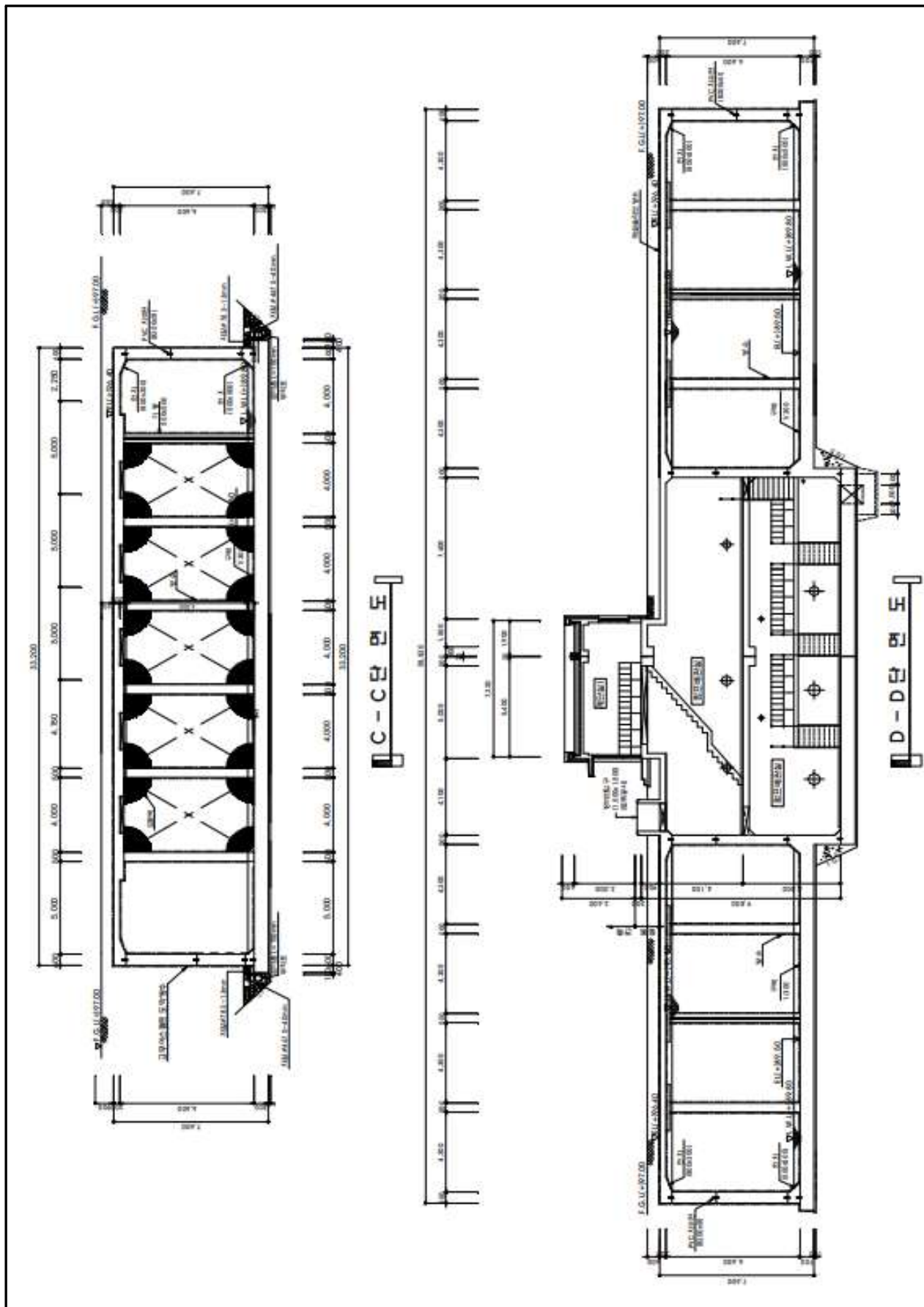
【그림 1.2】 화성봉담2 배수지 일반도(계속)



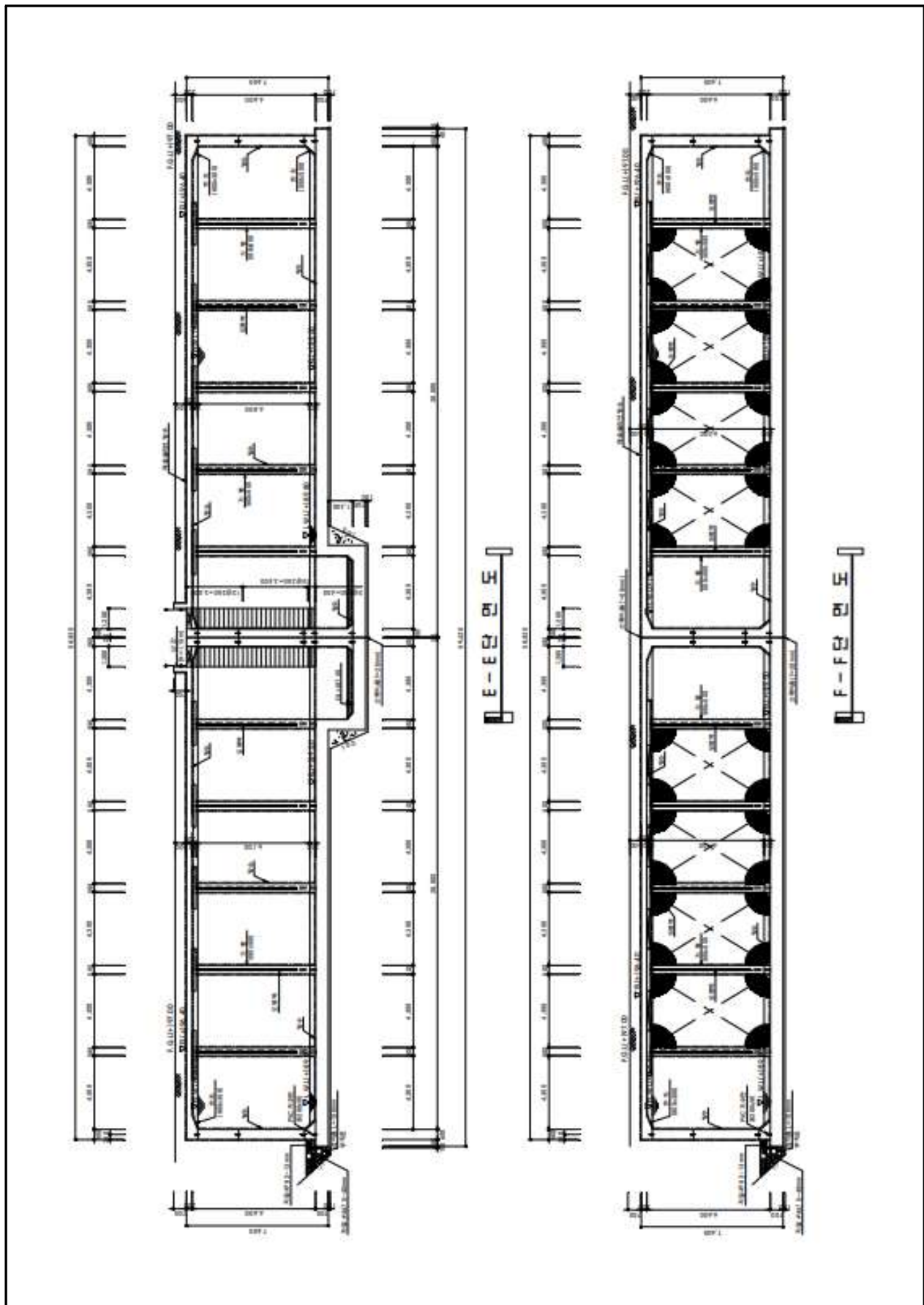
【그림 1.2】 화성봉담2 배수지 일반도(계속)



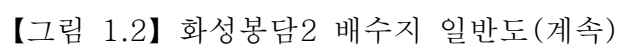
【그림 1.2】 화성봉담2 배수지 일반도(계속)

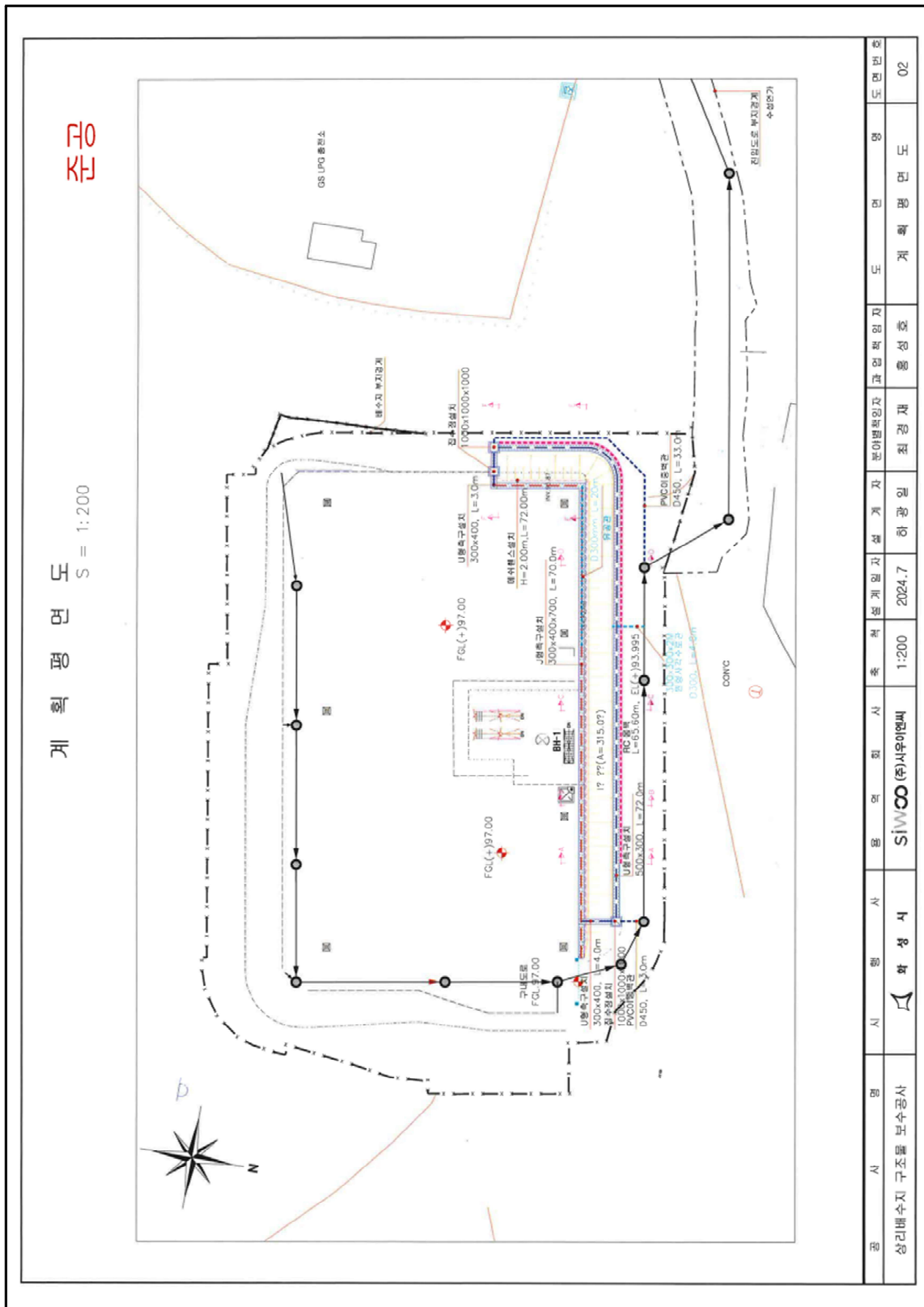


【그림 1.2】 화성봉담2 배수지 일반도(계속)

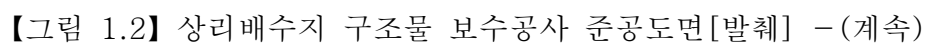


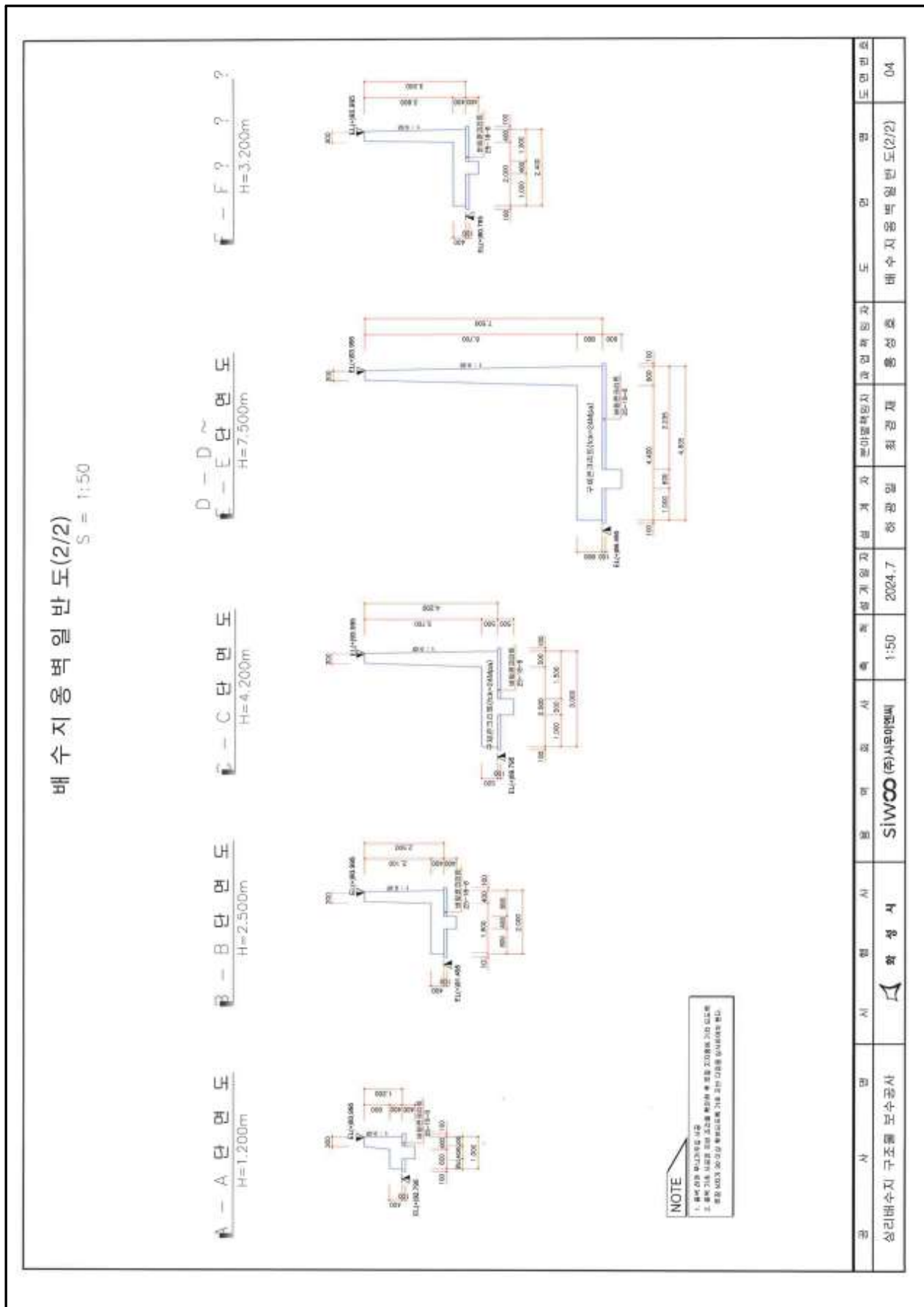
【그림 1.2】 화성봉담2 배수지 일반도(계속)



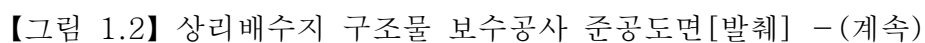


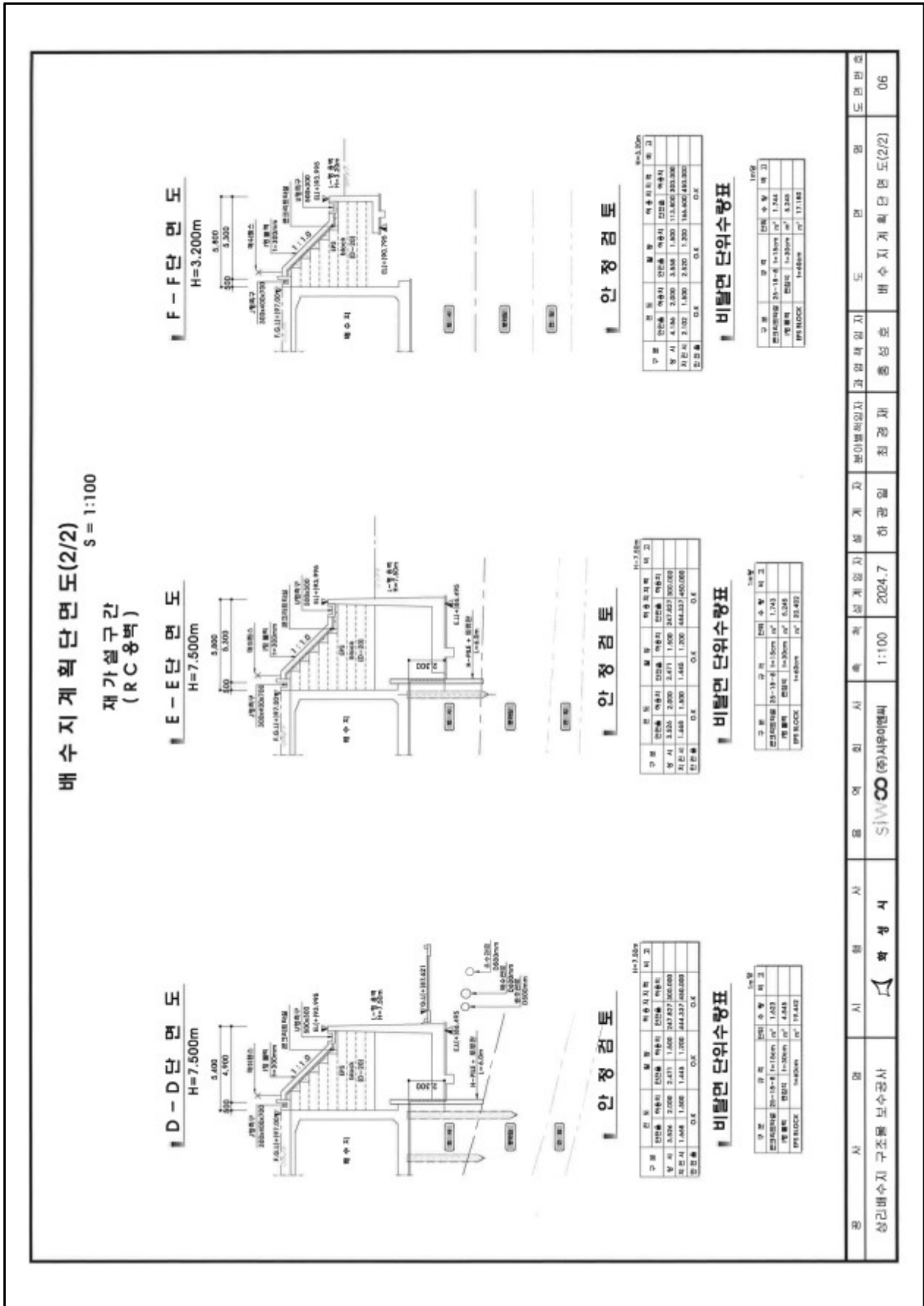
【그림 1.2】 상리배수지 구조물 보수공사 준공도면[발책]



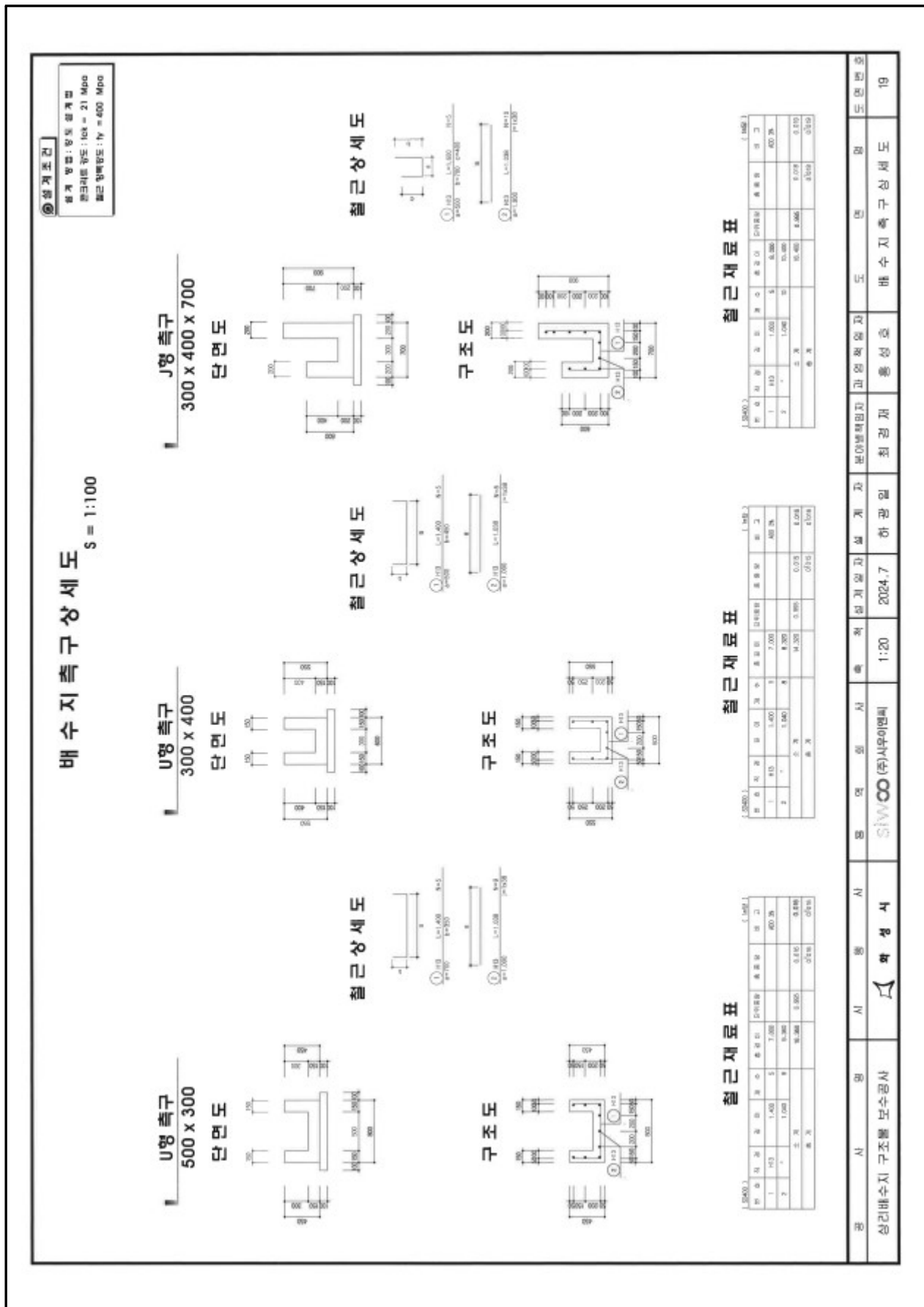


【그림 1.2】 상리배수지 구조물 보수공사 준공도면[발책] - (계속)

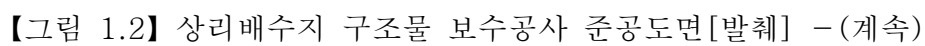


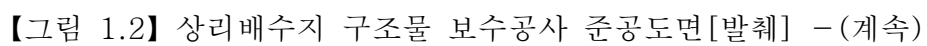


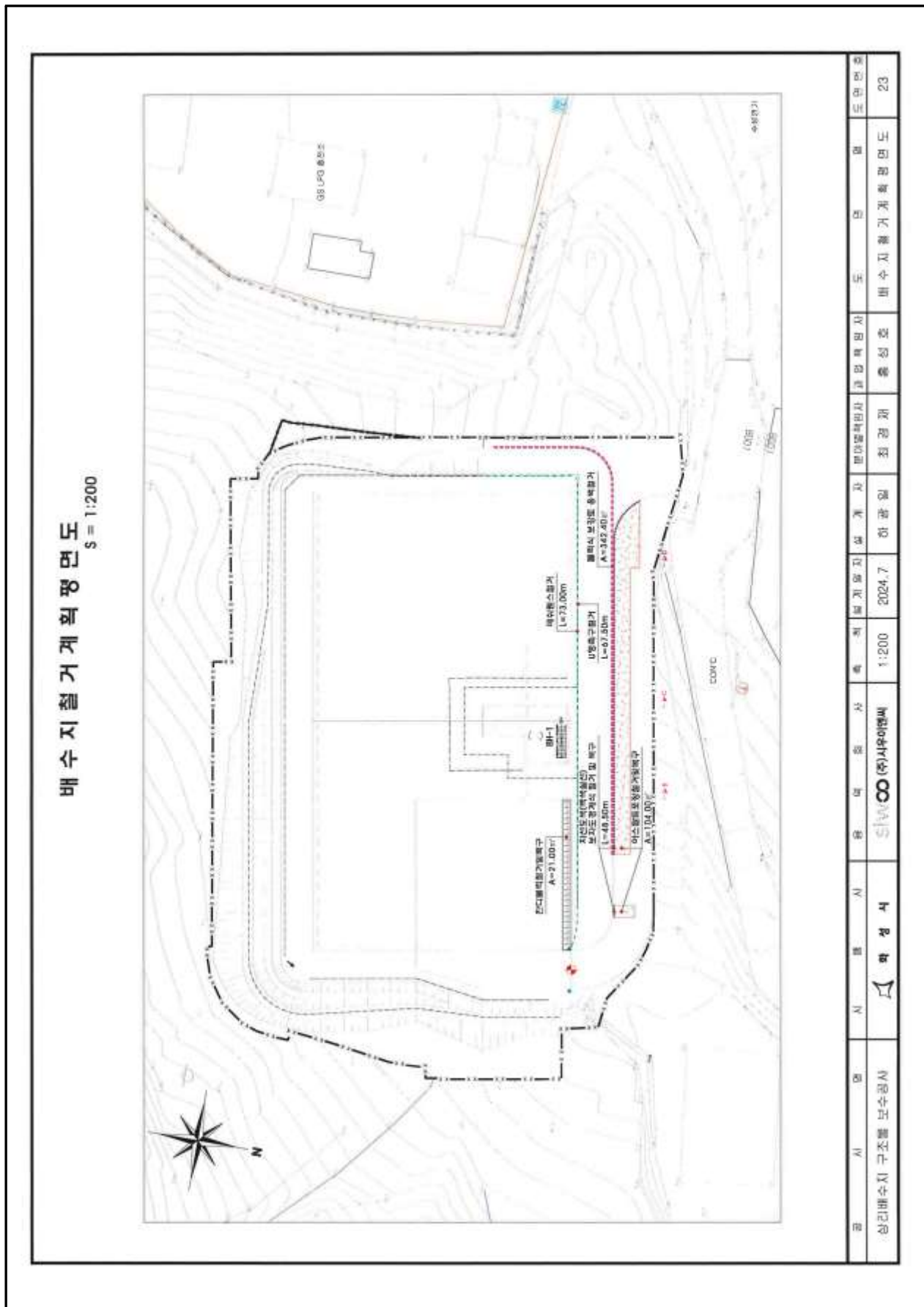
【그림 1.2】 상리배수지 구조물 보수공사 준공도면[발체] - (계속)



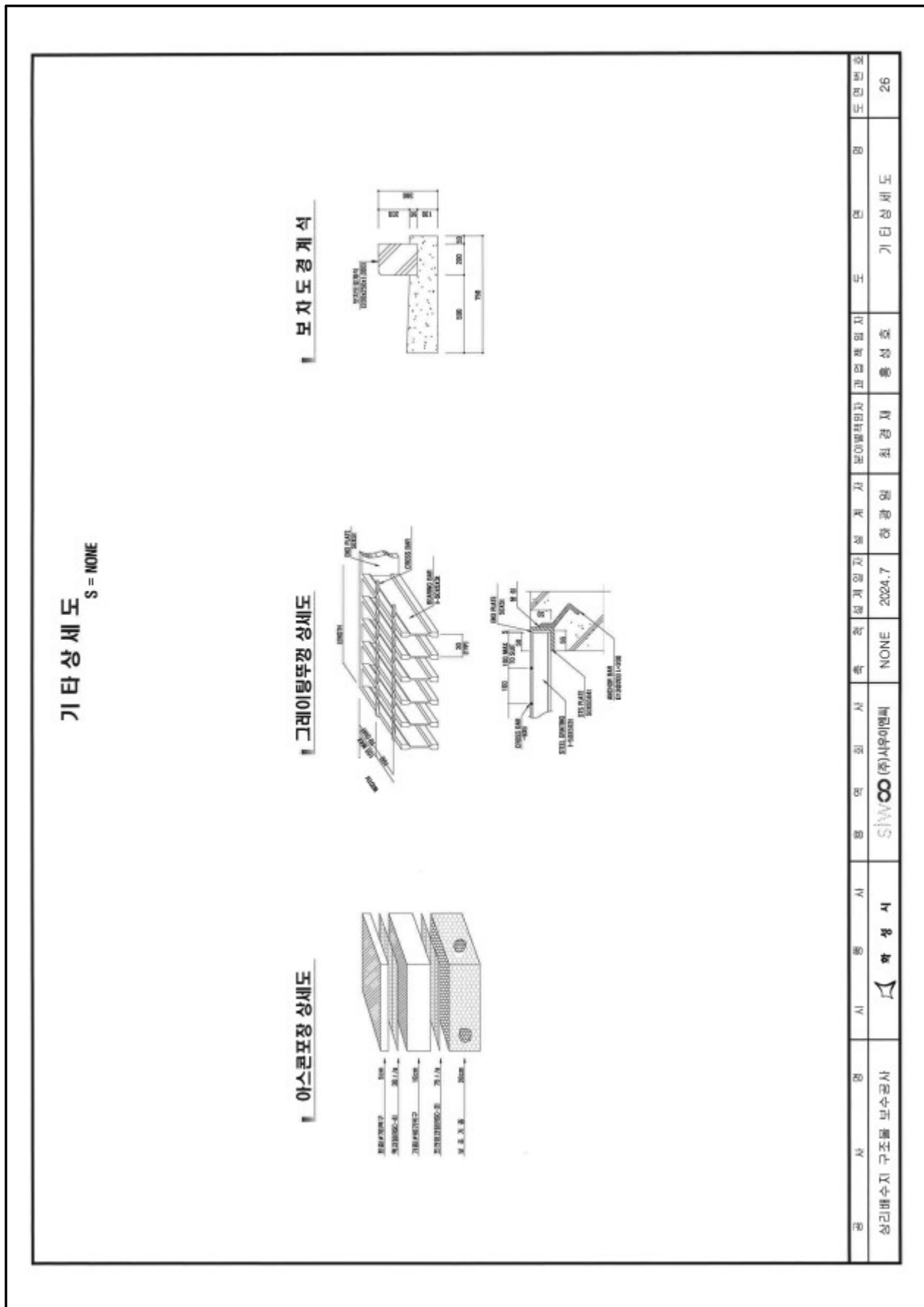
【그림 1.2】 상리배수지 구조물 보수공사 준공도면[발체] - (계속)







【그림 1.2】 상리배수지 구조물 보수공사 준공도면[발체] - (계속)



【그림 1.2】 상리배수지 구조물 보수공사 준공도면[발책] - (계속)

제2장 자료수집 및 분석

2.1 개 요

2.2 자료수집 목록

2.3 자료분석

제2장 자료수집 및 분석

2.1 개 요

자료수집은 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료를 대별되며, 수집한 자료를 토대로 과업의 수행과 추진방향을 세부적으로 계획하고 수립하였다.

또한 본 과업대상 시설물의 관련 자료를 수집·분석하여 시설물의 이력, 결함 및 손상원인, 손상 변화, 손상의 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위해 기초자료로 활용하였다.

2.2 자료수집 목록

【표 2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		보유현황	비고
설계도서	○ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유 보유 보유 보유 보유	화성봉담2 배수지 및 송·배수관로 설치공사 (2018.12) : 공사시방서, 구조계산서, 지반조사 보고서, 실시설계 보고서 등
	○ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상·하부 구조물도, 빔상세도, 교량받침 상세도, 신축이음 등.	보유	화성봉담2 배수지 및 송·배수관로 설치공사 (2018.12) : 준공도
시설물 관리대장	○ 기본현황 ○ 상세제원 ○ 유지관리 이력	보유 보유 보유	시설물통합정보관리시스템(FMS)
시공관료 자료	○ 시공관련 자료 ○ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록 - 시설물의 주요 부위에 대한 계측 관련자료 ○ 사고기록	- - - - - -	해당자료없음
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	정기안전점검 10회, 정밀안전점검 1회
보수보강 자료		일부보유	상리배수지 구조물 보수공사 준공도면(2024. 12.)

2.3 자료 분석

2.3.1 설계도서

2018년도에 준공된 화성봉담2 배수지의 설계 및 준공도서는 관리주체에서 보유하고 있는 상태이며, 그 중 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송배수관로 설치공사 보고서(2018)』와 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송·배수관로 설치공사 토질조사, 계산서 보고서(2016)』에서 구조계산서 및 토질조사 자료 등이 확인되어 그 내용을 아래와 같이 첨부하였다.

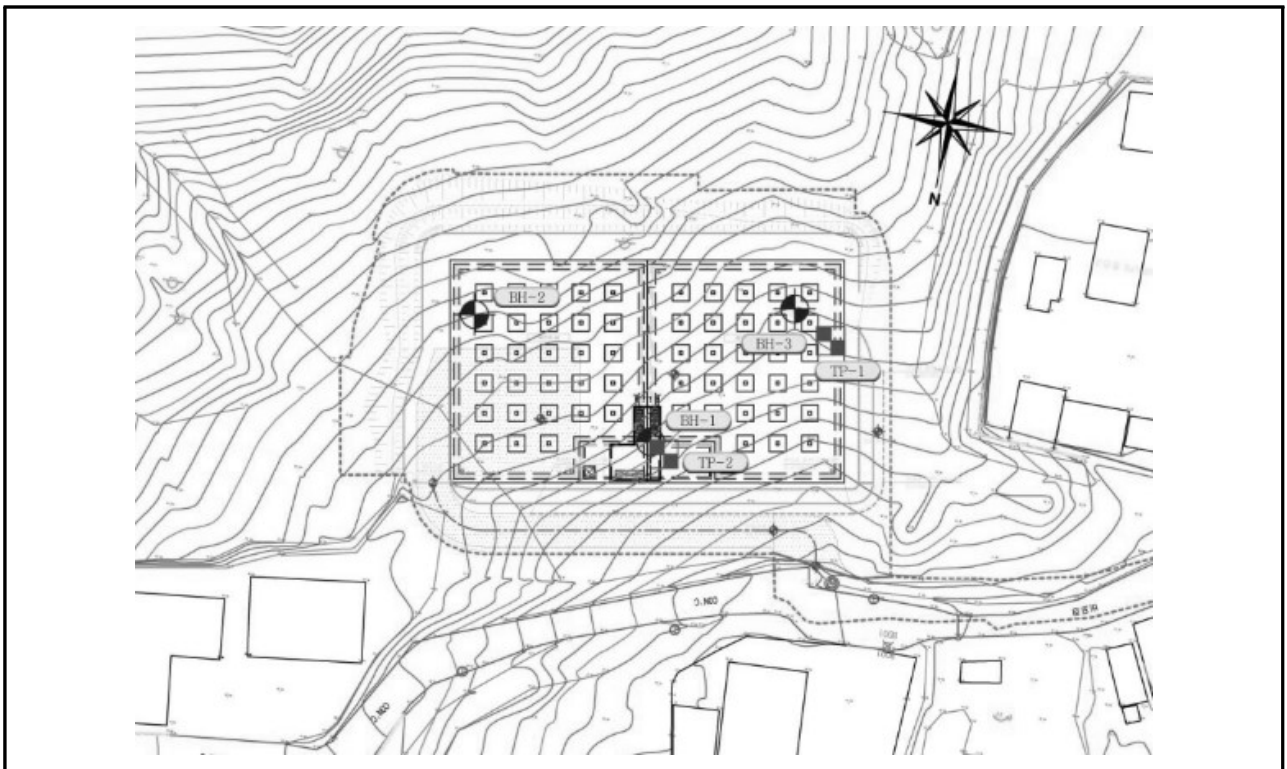
가. 지반조사 자료

『화성봉담2 지구외 배수지 및 송·배수관로 설치공사 토질조사 보고서(2016)』 지반조사 내용은 화성봉담2 배수지와 송·배수관로 설치공사를 모두 포괄하여 수록되어 있으며 이와 관련된 내용들을 아래와 같이 정리하였다.

1) 조사 목적

본 조사는 “화성봉담2지구 공동주택사업 지구외 배수지 토질조사 용역”에 따른 시추조사로서 지층의 특성과 구성상태 등 지반조건을 파악하여 경제적이고 환경친화적이며 안정성 및 시공성이 확보되는 최적의 설계와 시공을 추구하기 위한 지반공학적 자료 제공을 목적으로 한다.

2) 조사 위치 및 수량

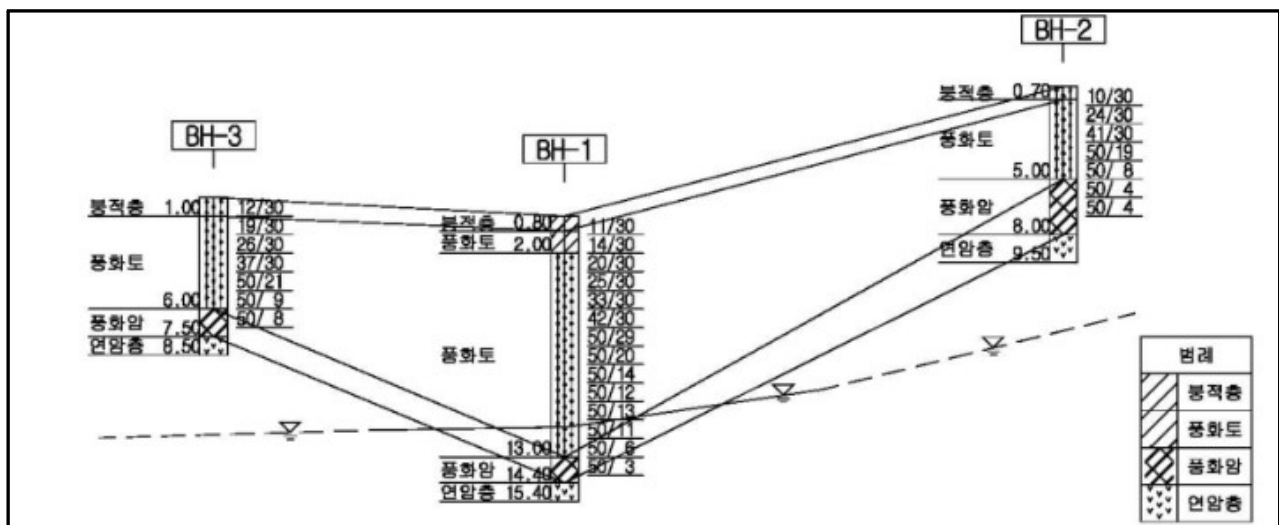


【그림 2.1】 지반조사 위치도

3) 시추공별 지층현황

구분	공 번	붕적층 (m)	풍화토 (m)	풍화암 (m)	연암 (m)	계(m)
배수지 (구조물) 구간	B H - 1	0 . 8	12 . 2	1 . 4	1 . 0	15 . 4
	B H - 2	0 . 7	4 . 3	3 . 0	1 . 5	9 . 5
	B H - 3	1 . 0	5 . 0	1 . 5	1 . 0	8 . 5

4) 지층단면도



5) 지층분포 상세요약

공 번	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	통일분류 (U.C.S.C)	N 값 (TCR/RQD)
BH-1	붕적층	0.0~0.8	0.8	실트질 점토	CL	
	풍화토	0.8~13.0	12.2	실트질 점토, 실트질 모래	CL, SM	11/30~0/11
	풍화암	13.0~14.4	1.4	기반암의 풍화암	—	50/6~50/3
	연 암	14.4~15.4	1.0	편마암의 연암	—	81/28
BH-2	붕적층	0.0~0.7	0.7	실트질 모래	SM	—
	풍화토	0.7~5.0	4.3	실트질 모래	SM	10/30~50/19
	풍화암	5.0~8.0	3.0	기반암의 풍화암	—	50/8~50/4
	연 암	8.0~9.5	1.5	편마암의 연암	—	92/38

5) 지층분포 상세요약(계속)

공 변	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	통일분류 (U.C.S.C)	N 값 (TCR/RQD)
BH-3	붕적층	0.0~1.0	1.0	실트질 모래	SM	—
	풍화토	1.0~6.0	5.0	실트질 모래	SM	12/30~50/21
	풍화암	6.0~7.5	1.5	기반암의 풍화암	—	50/9~50/8
	연 암	7.5~8.5	1.0	평망암의 연암	—	100/36

6) 지하수위 측정결과

구 분	공변	지반표고 (EL.m)	시추종료심도 (m)	지하수위 (GL.-m)	해당지층
배 수 지	BH-1	96.0	15.4	11.4	풍화토
	BH-2	103.0	9.5	9.5 이하	기반암
	BH-3	197.0	8.5	8.5 이하	기반암

○ 지하수위 측정결과 BH-1번 시추공(GL.11.4m)을 제외한 나머지 위치에서 시추공 저면하에 분포하는 것으로 확인됨

7) 표준관입시험 결과

공변	심도										횟수
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	
	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	
BH-1	11/30	14/30	20/30	25/30	33/30	42/30	50/29	50/20	50/14	50/12	14
	50/13	50/11	50/6	50/3	—	—	—	—	—	—	
BH-2	10/30	24/30	41/30	50/19	50/8	50/4	50/4	—	—	—	7
BH-3	12/30	19/30	26/30	37/30	50/21	50/9	50/8	—	—	—	7
계	—										28회

○ 표준관입시험결과 풍화토 N값은 10/30~50/11의 범위로 나타났고 평균 39/30으로 확인됨

○ 풍화암의 N값은 50/9~50/3 범위를 보이고 평균 50/6으로 확인됨

8) 시험굴조사 지층현황

구 분	지층명	심도(GL.-m)	지층구성상태 및 색조	비 고
TP-1	붕 적 층	0.0~0.7	• 실트질 모래(SM) • 암갈색	
	풍 화 토	0.7~2.0	• 실트질 모래(SM) • 암갈색	
PT-2	붕 적 층	0.0~0.5	• 실트질 모래(CL) • 암갈색	
	풍 화 토	0.5~1.6	• 실트질 점토(CL) • 암갈색	

9) 현장밀도시험결과

구 분	시험구간 (GL.-m)	함수비(%)	자연상태		흐트러진 상태	
			습윤밀도	건조밀도	습윤밀도	건조밀도
TP-1	1.2	21.2	16.08	13.27	12.10	9.98
PT-2	1.2	16.9	18.43	15.76	14.27	12.21

- 시험굴조사결과 붕적층이 GL. -0.5~0.7m까지 분포하고 하부에 풍화토가 놓여져 있음
- 상부 붕적층은 토성이 실트질 모래와 실트질 점토 두가지로 확인됨
- 토질기본물성 시험결과 함수비는 16.9~21.2% 범위로 확인됨
- 현장밀도시험결과 자연상태 습윤밀도는 16.08~18.43(kN/m³)의 범위를 보임
- 흐트러진상태 습윤밀도는 12.1~14.27(kN/m³)의 범위를 보임

10) 토질시험 결과

구 분	공변	심도 (m)	함수비 (%)	비중 (Gs,g/cm³)	액·소성 한계		체분석				USCS
					LL(%)	PL(%)	#10	#40	#200	2	
배수지 (구조물) 구 간	BH-2	3.0	12.6	2.655	NP	NP	86.8	53.7	27.0	7.2	SM
	TP-1	1.2	21.2	2.660	NP	NP	95.59	73.6	34.19	-	SM
	TP-2	1.2	16.9	2.682	34.1	12.9	95.7	80.9	63.0	19.3	CL

- 토질기본물성시험결과 함수비는 12.6~21.2%로 확인되었으며, 이중 TP-2번 시료의 실트질점토(CL)는 16.9%로 측정됨
- 액소성시험결과 TP-2번 시료의 실트질 점토(CL)가 액성한계(34.1%), 소성지수(12.9)의 결과를 보임

- 통일분류는 BH-2번 시추공의 표준관입시험 시료가 실트질 모래(SM)로 확인되었고 TP-2번 시험굴시료가 실트질 점토(CL)로 확인됨
- 200번째 통과량은 실트질 모래(SM)가 27.0~34.2%로 비교적 높은 세립분의 함량을 보이고 실트질 점토(CL)가 63.0%로 확인됨

나. 구조해석 자료

금회 수집된 자료인 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송·배수관로 설치공사 계산서(2016)』에서 토목구조물(배수지)의 해석 내용을 발췌하여 아래와 같이 정리하였다.

1) 설계기준

가) 적용기준

- 국토해양부제정 콘크리트 구조기준(한국콘크리트학회, 2012)
- 국토해양부제정 콘크리트 표준시방서(한국콘크리트학회, 2009)
- 국토해양부제정 도로교 설계기준(한국도로교통협회, 2010)
- 건설교통부고시 건축구조설계기준(대한건축학회, 2005)
- 상수도시설 내진설계기준 마련을 위한 연구(환경부, 1999)
- 수처리 콘크리트구조물의 균열저감을 위한 설계·시공 지침(한국콘크리트학회, 2004)
- 국토해양부제정 구조물기초 설계기준(한국지반공학회, 2008)
- 지반구조물의 내진설계(한국지반공학회, 2006)
- Environment Engineering Concrets Structures (ACI-350R)
- 기타 관련서적

나) 사용재료

콘크리트	$f_{ck}=27.0\text{MPa}$
	$E_c=0.077 \cdot m_{c1.5} \cdot f_u^{(1/3)}$
철근	$f_y=400\text{ MPa}$
	$E_s= 200,000\text{ MPa}$

다) 설계하중

<재료의 단위 중량>

지 층 분 류	단위중량(kN/m ³)		내부 마찰각 (°)	정지토압 계수(K ₀)
	지하수위 이상	지하수위 이하		
흙(보통)	19	10	30	0.5
흙(수중)	10	10	30	0.5
흙(포화)	20	11	30	0.5

<적재하중>

구 분	단위중량(kN/m ³)	구 분	적재하중(kN/m ²)
지붕(적설시)	2.0	수질실험실, 반입 Stage	5.0
사무실, 연구실, 회의실	2.5	전기실, 발전기실	10.0
복도, 계단, 현관	2.5	창고(기 계 류)	10.0
화장실, 욕실, 휴게실	2.5	도 로	16.0
기계실, 펌프실, 보일러실	8.0	수처리시설	5.0

<활하중>

구 분	활하중(kN/m ²)	구 분	활하중(kN/m ²)
지표면하중	10.0	보 도(군중하중)	5.0

$$D/B_0 \geq 0.5$$

토피고	활하중(kN/m ²)	비 고
1.0	39.0	토피의 중간 값은 노면 활하중 상위의 값을 적용한다
1.5	25.0	
2.0	18.0	
2.5	14.0	
3.0	11.0	
3.5 이상	10.0	

$$D/B_0 < 0.5$$

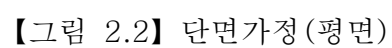
D/B_0	$P_v \cdot D$	비 고
0.1	17.0	—
0.2	27.0	
0.3	33.0	
0.4 이상	36.0	

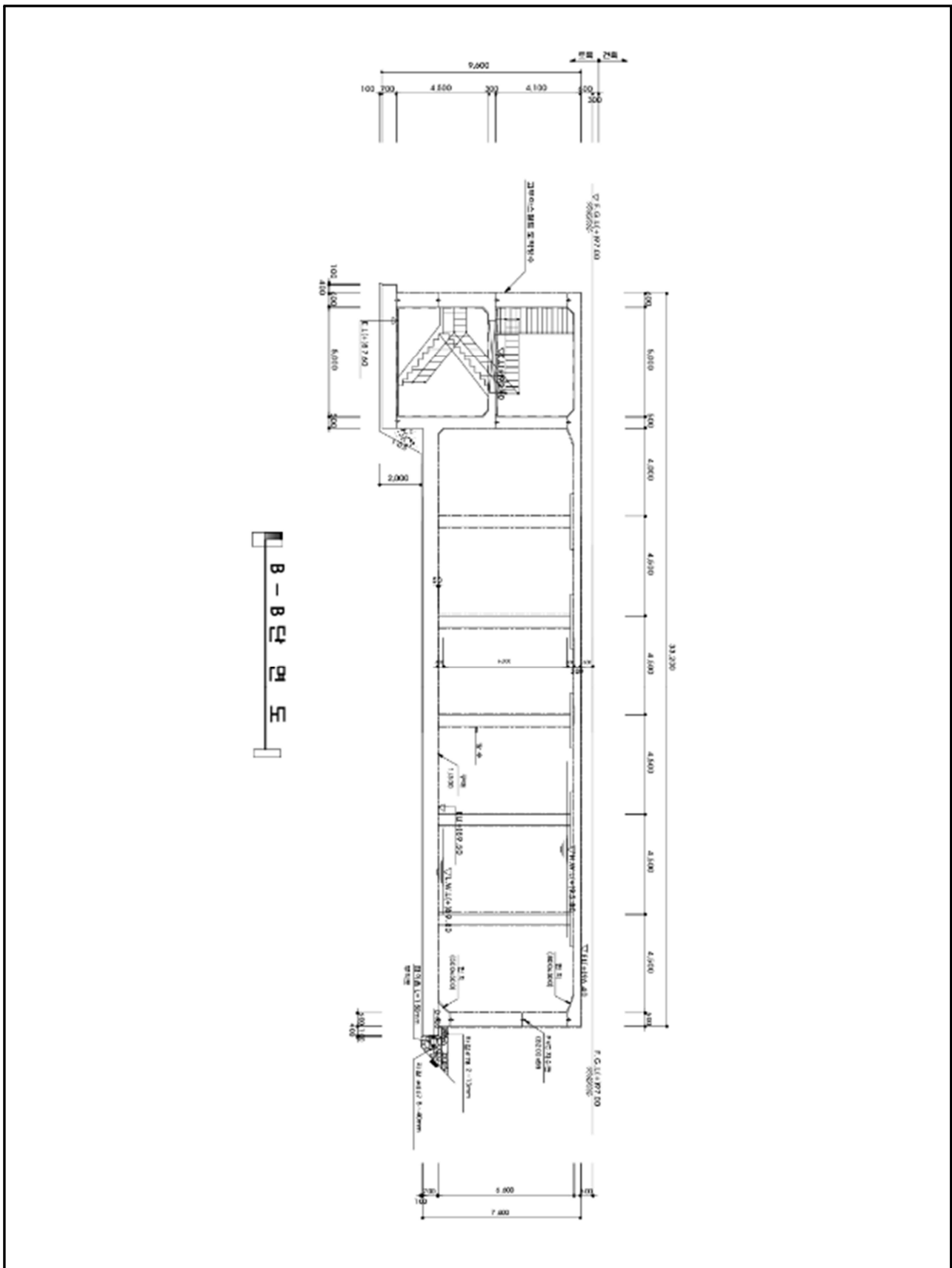
라) 지배단면에 따른 강도감소계수

지배단면구분	순인장변형률조건	강도감소계수
압축지배단면	ε_y 이하	0.65
변화구간단면	$\varepsilon_y - 0.005$ (또는 $2.5 \varepsilon_y$)	0.65~.85
인장지배단면	0.005 이상	0.85
	($f_y > 400\text{Mpa}$ 인 경우 $2.5 \varepsilon_y$ 이상)	

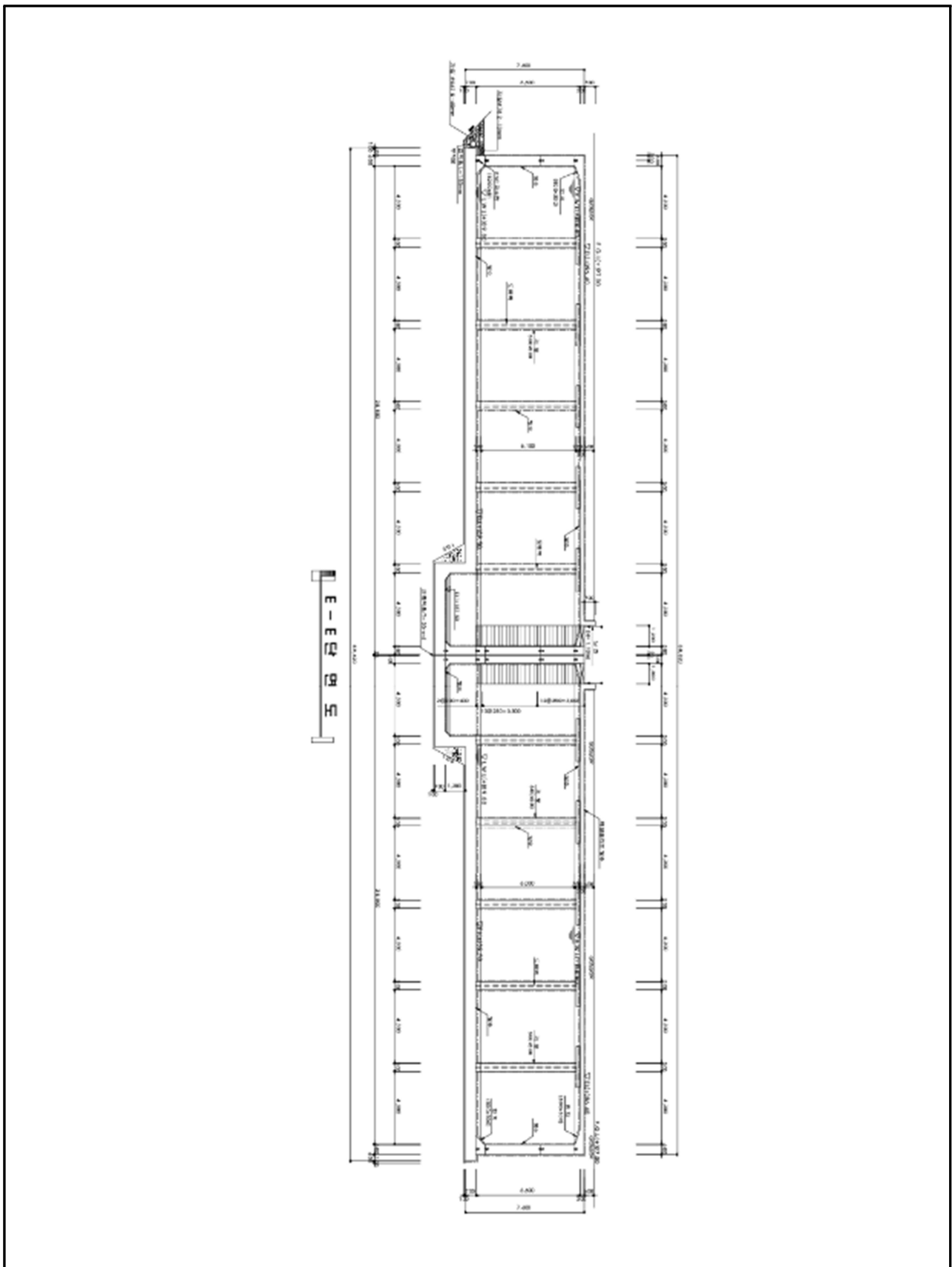
마) 지배단면에 따른 강도감소계수

지배단면구분	순인장변형률조건	강도감소계수
압축지배단면	ε_y 이하	0.65
변화구간단면	$\varepsilon_y - 0.005$ (또는 $2.5 \varepsilon_y$)	0.65~.85
인장지배단면	0.005 이상	0.85
	($f_y > 400\text{Mpa}$ 인 경우 $2.5 \varepsilon_y$ 이상)	





【그림 2.3】 단면가정 (B-B)



【그림 2.4】 단면가정 (E-E)

2.3.2 유지관리 이력

가. 보수·보강 이력

본 시설물의 유지관리 현황을 파악하기 위해 시설물정보관리종합시스템(FMS)과 기 안전점검 보고서를 통해 보수·보강 이력을 수집하였으며, 화성봉담2 배수지의 기존 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다. 다만 대상시설물인 화성봉담2 배수지의 경우 현재 부대 시설인 사면 및 기존 보강토 옹벽의 파손으로 인하여 보수·보강 공사가 진행중인 상태로 준공내역서 등의 자료는 협조받지 못한 관계로 정확한 내용은 알수 없으나 이와 관련된 일반적인 보수 현황은 다음과 같다.

【표 2.2】 보수·보강 이력

공사명	보수보강부위	설계자	시공자
공사기간	공사내역	공사비(천원)	책임기술자
2024. 12.	배수지 기타 부대시설물 관련 배수지 옹벽, 측구, 토공, 배수지 측구, 메시형 울타리, EPF블럭 등	-	-

나. 점검이력

【표 2.3】 시설물 점검이력

No	점검명	점검기간	점검기관	안전등급	주요점검 결과
1	정기	2024-04-08 ~2024-06-30	(주)신라이앤씨	양호	- 배수지 1지 : 녹, 백태, 도장기포, 도장박리, 콘크리트 박락 - 배수지 2지 : 도장박리, 균열부백태, 녹, 균열(0.3mm미만), 도장기포, 백태 되었으며 배관점검이 필요할 것으로 판단됨. - 계단실 외부 : 옥상 바닥 방수층 열화, 파라펫 균열(0.3mm이상), 균열(0.3mm미만, 이상), 이격, 균열 및 백태, 배수로 막힘 - 계단실 내부 : 접합부 이격, 균열(0.3mm미만) - 유입밸브실 : 이격, 균열(0.3mm미만) - 기계설비 : 관 부식 - 전기설비 : 상태양호 - 공중이용시설 : 난간 미설치 - 장내포장 : 아스콘 균열 - 배수로 : 파손 및 이물질 퇴적 - 옹벽 : 토사유실 - 공중이용시설 : 2지 계단 도장박리 - 도로 출입구 : 토사유실로 차단/ - 실링보수, 방수, 정비, 몰탈 보수, 청소, 되메우기 및 다짐 재도장, 주의관찰

【표 2.3】 시설물 점검이력(계속)

No	점검명	점검기간	점검기관	안전등급	주요점검 결과
2	정기	2023-07-01 ~2023-12-31	주식회사 금오시설안전	양호	- 배수지 1지 : 균열(0.3mm미만), 녹, 백태, 도장기포, 도장박리 - 배수지 2지 : 도장박리, 균열부백태, 녹, 균열(0.3mm미만), 도장기포, 백태 - 계단실 외부 : 옥상 바닥 방수층 열화, 파라펫 균열(0.3mm이상), 균열(0.3mm이상), 이격 - 계단실 내부 : 접합부 이격 - 유입밸브실 : 이격 - 유입밸브실 : 균열(0.3mm이상), 이격, 균열부백태, 백태 - 기계설비 : 관 부식 - 전기설비 : 상태양호 - 공중이용시설 : 상태양호 - 추락방지시설 : 1지 난간 미설치, 2지 난간 미설치 - 배수로 : 그레이팅 불량 - 옹벽 : 토사유실/ - 실링보수, 재도장, 재설치, 청소, 표면보수, 주입보수, 주의관찰
3	정기	2023-06-19 ~2023-06-30	주식회사 금오시설안전	양호	- 배수지 1지 : 균열(0.3mm미만), 녹물, 백태 - 배수지 2지 : 도장박리, 균열부백태, 부식 - 계단실 외부 : 옥상 바닥 방수층 열화, 파라펫 균열(0.3mm이상), 균열(0.3mm이상), 이격 - 계단실 내부 : 접합부 이격 - 유입밸브실 : 이격 - 유입밸브실 : 균열(0.3mm이상), 이격, 균열부 백태, 백태 - 기계설비 : 상태양호 - 전기설비 : 상태양호 - 공중이용시설 : 상태양호 - 추락방지시설 : 상태양호 - 배수로 : 그레이팅 불량 - 옹벽 : 상태양호/ - 실링보수, 재도장, 재설치, 청소, 표면보수, 주입보수, 주의관찰
4	정기	2022-04-13 ~2022-12-31	(주)삼립 엔지니어링	양호	- 배수지에서는 도장손상 및 균열(0.3mm 미만), 백태 등이 조사됨. - 밸브실에서는 철근노출, 파손, 백태, 몰탈손상 등이 조사됨. - 검수실에서는 균열(0.3mm 미만), 몰탈손상, 도장손상 등이 조사됨. - 기전설비에서는 배관 및 밸브 부식, 배관 누수 등이 조사됨.

【표 2.3】 시설물 점검이력(계속)

No	점검명	점검기간	점검기관	안전등급	주요점검 결과
5	정기	2022-04-13 ~2022-06-30	(주)삼림 엔지니어링	양호	●배수지에서는 도장손상 및 균열(0.3mm 미만), 백태 등이 조사됨. ●밸브실에서는 철근노출, 파손, 백태, 몰탈손상 등이 조사됨. ●검수실에서는 균열(0.3mm 미만), 몰탈손상, 도장손상 등이 조사됨. ●기전설비에서는 배관 및 밸브 부식, 배관 누수 등이 조사됨. ●기전설비에서는 관 부식, 볼트 부식이 조사됨.
6	정밀	2021-12-10 ~2021-12-29	(주)미호 이엔씨	A등급	●육안(결함) 조사 결과 : 외관조사 결과, 바닥 균열, 이격, 방수층 열화, 벽체 균열부 백태, 백태, 이격, 바닥+벽체+보 접합부 이격 등이 조사되었다. 상기 언급한 대부분의 결함 및 손상의 형태, 규모, 특성 등을 감안해 볼 때 구조적 안전성에 미치는 영향은 거의 없을 것으로 판단된다. ●내구성조사 결과 : 준공도면과의 비교해볼 때 허용기준치 이내의 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다. ●종합평가 결과 : 상태평가를 통하여 종합평가 및 안전등급을 지정한 결과 문제점이 없는 최상의 상태인 A등급으로 평가되었다.
7	정기	2021-06-22 ~2021-06-30	경림 건설기술(주)	양호	●유입밸브실, 유출밸브실등 시설물의 내구성, 안전성 저하요인으로 작용될 만한 주요 손상이나 결함이 조사되지 않아 전반적인 외관상태는 양호한 것으로 판단된다. 다만, 구조적,기능적 부재가 아닌 내측 신축이음부에 미관상 설치된 몰탈보수에 균열이 상존하고 있는 바, 지속적인 유지관찰이 요망된다. 배수지 부대시설인 진입로측 성토부 보강토 옹벽 및 산마루측 절토부 옹벽도 주의함 만한 손상이나 결함 없는 장기적인 공용성을 확보하고 있는 것으로 조사되었다. ●봉담2배수지에 대한 정기안전점검 결과를 종합적으로 검토하여 상태평가를 실시한 결과, “양호” 상태인 것으로 평가되었다.
8	정기	2020-12-01 ~2020-12-31	경림 건설기술(주)	양호	●유입밸브실, 유출밸브실등 시설물의 내구성, 안전성 저하요인으로 작용될 만한 주요 손상이나 결함이 조사되지 않아 전반적인 외관상태는 양호한 것으로 판단된다. 또한, 기시행된 유출입밸브 수조접합부의 누수보수가 양호한 상태로 유지되고 추가적인 손상 또는 결함이 발생되지 않은 것으로 확인되었다. 다만, 구조적,기능적 부재가 아닌 내측 신축이음부에 미관상 설치된 몰탈보수에 균열이 상존하고 있는 바, 지속적인 유지관찰이 요망된다. 배수지 부대시설인 진입로측 성토부 보강토 옹벽 및 산마루측 절토부 옹벽도 주의함 만한 손상이나 결함 없는 장기적인 공용성을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 2.3】 시설물 점검이력 (계속)

No	점검명	점검기간	점검기관	안전등급	주요점검 결과
9	정기	2020-06-10 ~2020-06-30	경림 건설기술(주)	양호	●금회 봉담2배수지에 대한 2020년 상반기 정기안전점검결과, 유입밸브실, 유출밸브실 등 시설물의 내구성, 안전성 저하요인으로 작용될 만한 주요 손상이나 결함이 조사되지 않아 전반적인 외관상태는 양호한 것으로 판단된다. 다만, 배수지 출입동바닥 및 유입밸브실의 신축이음부는 별도의 실링처리가 되지 않게 일체 마감시공되어 구조적균열이 아닌 건조수축에 의한 몰탈균열이 상존하고 있는 바, 지속적인 관찰이 요망된다. 배수지 부대시설인 진입로측 성토부 보강토 옹벽 및 산마루측 절토부 옹벽도 주의함 만한 손상이나 결함 없는 장기적인 공용성을 확보하고 있는 것으로 조사되었다. 봉담2배수지에 대한 정기안전점검 결과를 종합적으로 검토하여 상태평가를 실시한 결과, “양호” 상태인 것으로 평가되었다.
10	정기	2019-12-16 ~2019-12-31	경림 건설기술(주)	양호	●금회 봉담2배수지에 대한 2019년 하반기 정기안전점검결과, 배수지 내부 콘크리트표면에 대한 세라믹 방수시공 및 일부 미세결함부에 대한 방수보수가 양호하게 시행된 것으로 조사되었으며 P.H.P 관넬형 도류벽에서 손상 및 결함이 확인되지 않았고 유입밸브실, 유출밸브실에서도 주요 특이사항이 조사되지 않아 전반적인 외관상태는 양호한 것으로 조사되었다. 다만, 배수지 출입동 및 유출입밸브실의 실링처리가 되지 않게 계획시공된 신축이음부 바닥슬래브는 건조수축에 의한 구조적균열이 아닌 몰탈균열이 조사된 바, 지속적인 관찰이 요망된다.
11	정기	2019-05-17 ~2019-06-30	경림 건설기술(주)	양호	●봉담2 배수지에 대한 2019년 상반기 정기안전 점검결과, 시설물 상부 및 진입로측의 보강토옹 벽들 포함한 전반적인 외관상태는 양호하며 특 이한 문제발생이나 손상 결함없는 양호한 상태 로서 시설물의 공용성을 확보한 상태인 것으로 조사되었다. 유입 및 유출 기계실에서 저수조측 벽체와 배관접합부에 누수흔적이 조사되었으나 시설물의 내구성에 위해요인으로 작용될 만한 손상은 아니므로 향후에도 지속적인 관찰이 요 망된다./ ●유입관,유출관 벽체접합 누수흔적부 주의관찰 필요

2.3.3 시설물의 내진설계 여부 확인

본 배수지의 『시설물관리대장』에는 설계당시 내진설계가 반영된 것으로 되어있으며, 구조 계산서에 자세한 내용이 수록되어있어 그 내용을 다음과 같이 정리하였다.

【표 2.12】 내진설계 적용여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
배수지 (상하부슬래브, 벽체)	Y	만족	- 내진 I 등급의 기능수행수준과 붕괴방지수준을 만족하는 것으로 검토됨.

2.3.4 하중 및 부재변경

【표 2.13】 하중 및 부재변경

구분	내용
검토결과	18년 정밀안전점검 이후 시설물에 용도변경, 구조계 변화, 부속시설 추가 등 하중에 영향을 주는 변경은 없는 것으로 확인됨.

2.3.5 기타 관련자료

가. 시설물관리대장 검토

시설물정보관리종합시스템(FMS)에 수록된 『시설물관리대장』을 참고하였고, 전반적으로 관리가 원활히 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

나. 사고이력사항 검토

본 과업 대상시설물인 화성봉담2 배수지의 경우 2024년 상반기 정기안전점검 이전에 토사유실 및 옹벽파손이 발생한 상태로 2024년 금차 정밀안전점검 시 옹벽 및 사면 보수공사가 진행중인 것으로 조사되었으며, 현재 공사가 완료되지 않아 특이할만한 사고이력사항 검토는 불가한 상태이다.

다. 자료분석 결과

본 배수지의 경우 2024년 상반기 정기안전점검 이전에 보강토 옹벽 파손 및 토사유실이 발생된 것으로 확인되어 이에 따라 현재 진행중인 보수공사에 대한 자료를 협조받아 참고 하였으며, 최초 시공 및 준공 당시의 설계도서와 기존 안전점검의 자료를 보유하고 있어 그 내용을 분석한 그 결과는 다음과 같다.

2.3.6 점검방향 설정

【표 2.14】 기존자료 분석결과

구분	자료분석 결과	과업 진행방향
설계도서	시공 및 준공 시 작성된 도면 등은 관리되고 있음.	금회 안전점검 시 수집한 설계도면과 현장조사 시 구조물의 제원을 실측하여 비교·검토하겠음.
시설물관리대장	기본현황 및 상세제원과 기 안전점검 이력은 관리되고 있음.	관리대장의 현황 및 제원 등을 금회 정밀안전점검 시 확인하겠음.
안전점검 및 정밀안전진단 자료	- 정기안전점검 10회, 정밀안전점검 1회를 실시하였으며, 전반적으로 양호한 상태로 분석되었음. - 기존 안전점검에서는 일반적인 손상인 균열, 도장손상 등이 주로 조사되었음.	과업대상시설물에 대해 면밀한 조사를 실시하여 제반손상을 파악한 후 원인분석 및 보수·보강방안 등을 제시하겠음.
기타 자료 [토사 유실 및 보강토 옹벽 파손 관련]	상리배수지 구조물 보수공사 준공도면(2024. 12.)을 협조받아 참조하였으며, 배수지 옹벽, 측구, 토공, 배수지 측구, 메시형울타리, EPF블럭 등이 시공된 것이 확인되었다.	점검일 당시에는 옹벽 공사가 대부분 진행된 상태이며, 법면 정비 공사가 감행되고 있는 상태로써 이에 따른 면밀한 조사는 불가한 상태이다. 따라서 금회 점검시에는 공사가 진행중인 옹벽 및 사면에 대한 조사는 생략하였으며, 그 외 배수지 및 건축물 내·외부에 대한 점검을 중점적으로 수행하였다.

※금회 점검시 옹벽 및 사면의 보수공사가 진행중인 상태이므로 그에 따른 해당 부대시설(사면, 옹벽) 시서물의 경우 면밀한 조사가 불가능한 상태로 공사 진행 완료 후 차기 정기안전점검 시 면밀한 육안조사가 필요할 것으로 사료됨.

2.3.7 전차 점검 보고서 검토

【표 2.15】 전차 점검 보고서 요약

구 분	점 검 결 과	
점검구분	봉담2 지구외 배수지(10,000㎡/일) 정밀안전점검 용역 (2021. 12. 10.~ 2021. 12. 29.)	
수행기관	주식회사 미호이엔씨	
외관조사	▶ 토목시설물인 배수지 내부의 경우 전반적으로 양호한 상이나 추후 결함 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요한 상태이다. ▶ 밸브실의 경우 일부 바닥 및 벽체에서 이격이 조사되어 실란트 주입이 권고되며 벽체에 습윤침투ร่อง 1s한 백태 및 균열 부 백태는 각각의 표면처리 및 발포우레탄주입이 필요한 상태이다. ▶ 건축시설물의 경우 일부 바닥에서 폭 0.3mm이상의 균열이 조사되어 에폭시수지주입이 권고되며 바닥 및 바닥+벽체+보에 발생된 접합부 이격은 공용기간증가에 의해 발생된바 실란트주입 필요한 상태이다. 한편 옥상층의 경우 일부 파라펫에서 폭 0.3mm이상 균열이 조사되어 에폭시수지주입이 권고되며 바닥에 발생된 방수층 열화는 습윤환경에 의해 방수물탈바름이 필요한 상태이다. ▶ 기계·전기설비 외관조사 실시결과, 모든 주요설비와 부속설비의 설치상태 및 작동상태가 양호한 것으로 조사되었다.	
재료시험	반발경도 시험 (MPa)	28.4~ 29.7 / 설계압축강도 : 27.0 [설계기준 강도 27Mpa 대비 100%이상]
	탄산화 시험 (mm)	잔여탄산화깊이 : 45.8mm~48.6mm
상태평가	A등급 (상태평가점수 : 4.86)	
안전등급	A등급 (양호)	
점검결과	본 배수지에 대한 안전등급은 상태평가 및 안전성평가를 실시한 결과를 종합하여 판정하나 금회 정밀안전점검 용역은 안전성평가는 실시하지 않았으므로 외관조사를 실시한 상태평가 등급으로 안전등급을 지정하였으며 각 구조물별로 상태평가 실시하여 전체시설에 대한 종합적인 상태를 평가한 결과 문제점이 없는 최상의 상태인 “A등급 (우수:4.86)” 으로 평가되어 이에 따라 안전등급은 A등급으로 판정하는 바이다.	

제3장 외관조사

3.1 개요

3.2 외관조사 결과

3.3 손상물량 집계결과

제3장 외관조사

3.1 개요

본 시설물은 2018년 준공되어 약 6년째 공용 중이며, 본 시설물의 총 용량은 10,000m³/일 (1지 : 28.3m x 32.0m x 6.0m / 2지 : 28.3m x 32.0m x 6.0m) 2지로 구성되어 있다.

금회 외관조사에서 조사된 결함이나 열화 손상은 『시설물의 안전 및 유지관리 세부지침-상수도편(2023. 12, 국토교통부, 한국시설안전공단)』에 준하여 손상상태평가를 실시하였으며, 조사된 손상들은 외관망도에 손상위치, 발생형태, 규모 등을 기록하여 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

배수지는 운영 중인 시설물이므로 배수지 내부는 담수되어 있는 상태이며, 관리주체와 청소 일정을 협의하고, 일정에 맞춰 배수지 내부를 하나씩 단수하여 외관조사를 실시하는 것으로 하였다. 그 외 담수, 고장, 위험요소 등으로 인해 접근이 어려울 경우 준공도면, 전차 자료를 참고하고 접근이 가능한 범위 내에서 상세하게 외관조사를 실시하였다.



【사진 3.1】 시설물 외관조사

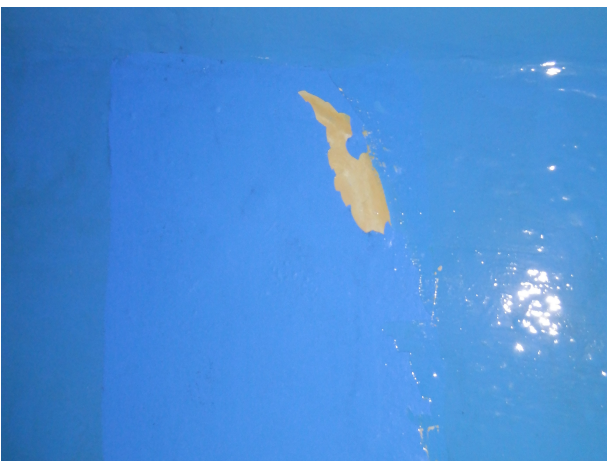
3.2 외관조사 결과

3.2.1 배수지 1지

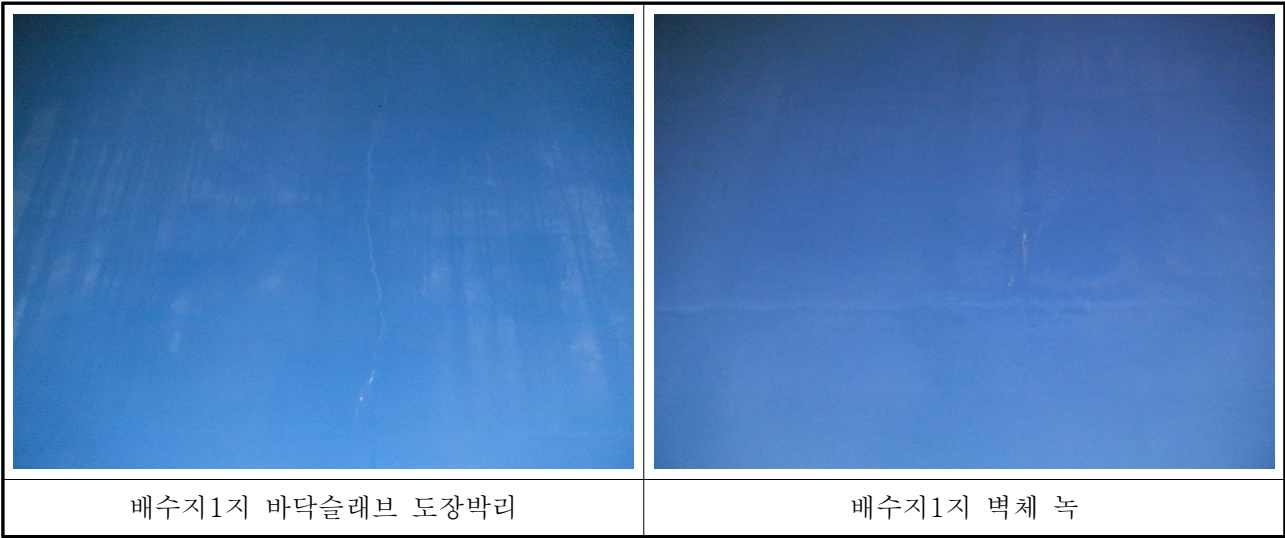
가. 외관조사

배수지 1지 내부는 도막으로 방수 처리한 상태인 것으로 확인되었다.

외관조사결과 2024년 정밀안전점검 결과, 신규 손상으로 균열(0.3mm미만), 도장박리, 녹, 균열 부 백태, 표면백태 등이 조사되어 손상물량이 소폭 물량이 증가한 것으로 검토되었다.

	
배수지 1지 바닥슬래브 도장박리, 박락	배수지 1지 바닥슬래브 도장박리, 박락
	
배수지1지 바닥슬래브 녹	배수지1지 바닥슬래브균열(0.3mm미만)

【사진 3.2】 배수지 1지 손상사진



【사진 3.2】 배수지 1지 손상사진(계속)

나. 손상규모

【표 3.1】 배수지 1지 손상현황

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
배수지 1지	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	—	5.00/1	▲	5.00
		도장박리	m ²	—	0.05/4	▲	0.05
		녹	EA	—	2	▲	2
	벽체	균열 부 백태	m	—	4.00/4	▲	4.00
		백태	m ²	—	0.02/1	▲	0.02
	기둥	상태양호	—	—	—	—	—

다. 손상원인 및 대책방안

배수지 내부에서 발생한 녹의 경우 잡철물(거푸집 연결 및 체결용 철사 등)에 의해 발생된 것으로 현재 구조물에 주는 영향은 미미할 것으로 판단되므로 현시점에서의 보수보다는 주의관찰 실시 후 일괄보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

벽체, 하부슬래브에 조사된 균열 및 균열 부 백태의 경우 건조수축에 의한 균열이 방수도장 실시 후 반사되어 나타난 양상으로 균열 5개소중 4개소에서 건습작용으로 인한 백태가 발생한 상태이지만 구조물에 주는 영향은 미미한 상태이므로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.

표면백태의 경우에도 상기와 동일한 원인에 의해 발생한 손상으로 현재 방수도장 표면부에 발생한 상태이므로 구조물에 주는 영향은 미미한 상태로 주의관찰이 필요하다.

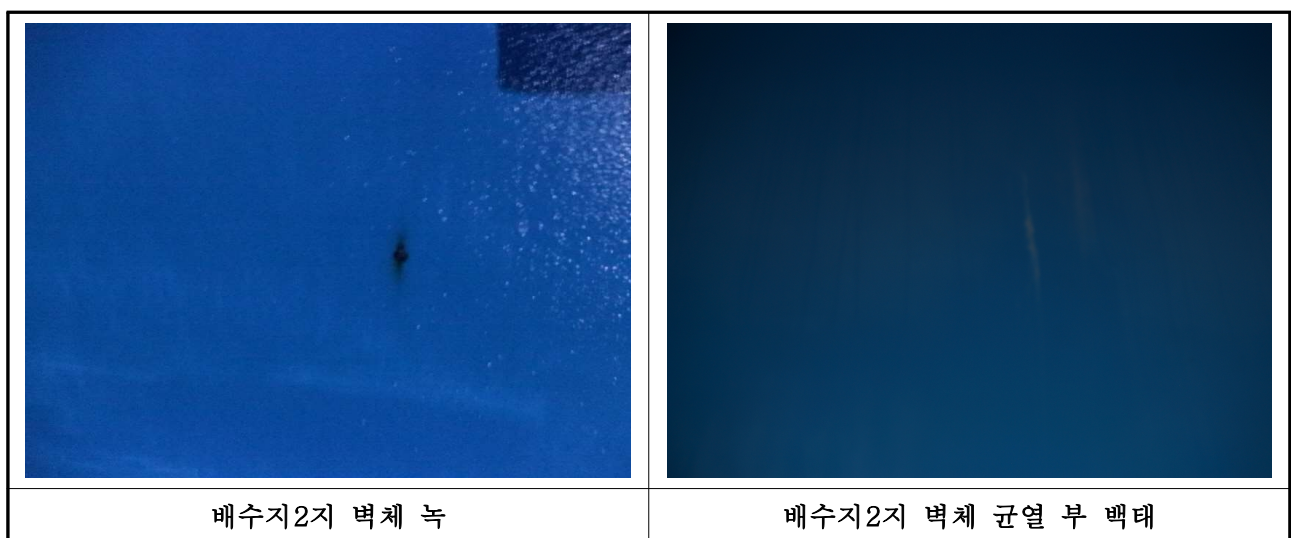
배수지 1지 내부에서 조사된 도장 박리의 경우 공용 중 부착력이 저하된 방수·방식 도장부에 청소 시 고압수가 접촉되면서 진전되어 발생한 상태로 배수지 시설물에 빈번히 발생하는 손상이므로 현시점에서의 보수보다는 주의관찰 후 일괄보수 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3.2.2 배수지 2지

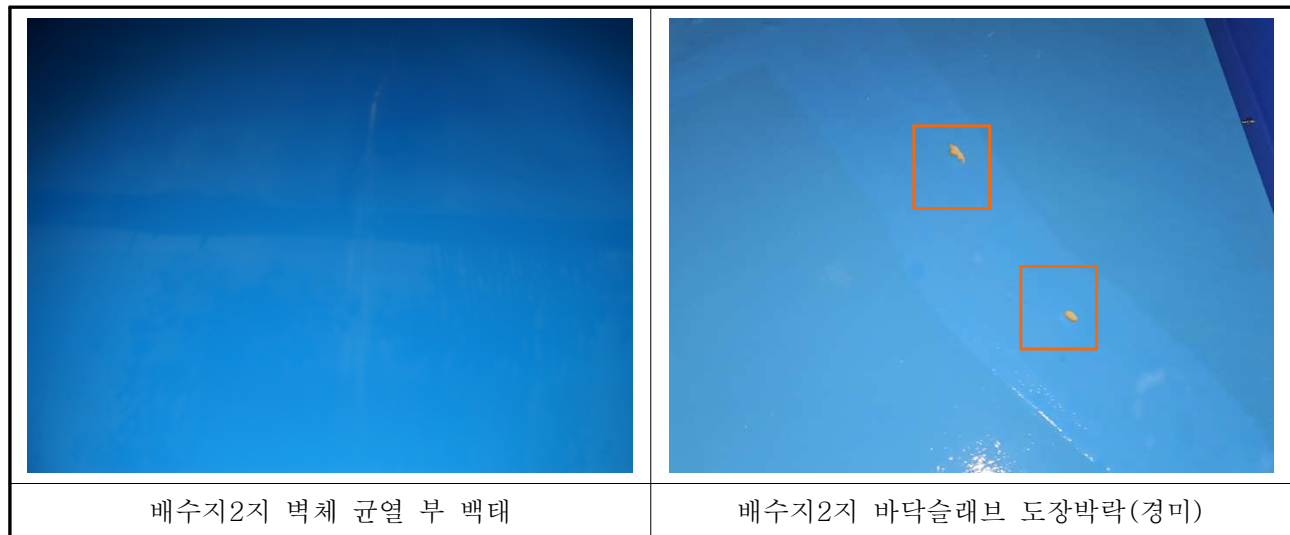
가. 외관조사

배수지 2지 내부는 1지와 동일하게 도막으로 전면 방수 처리한 것으로 조사되었다.

외관조사결과 2지의 경우 2021년 정밀안전점검 시 전반적으로 양호한 상태인 것으로 확인되었으나, 금회 조사 시 바닥슬래브 도장박락, 벽체 균열 부 백태, 녹 등이 조사되어 손상물량이 소폭 증가한 것으로 검토되었다.



【사진 3.3】 배수지 2지 손상사진



【사진 3.3】 배수지 2지 손상사진(계속)

나. 손상규모

【표 3.2】 배수지 2지 손상현황

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
배수지 2지	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	도장박락	m ²	—	0.04/4	▲	0.04
	벽체	균열 부 백태	m	—	2.00/2	▲	2.00
		녹	EA	—	3	▲	3
	기둥	상태양호	—	—	—	—	—

다. 손상원인 및 대책방안

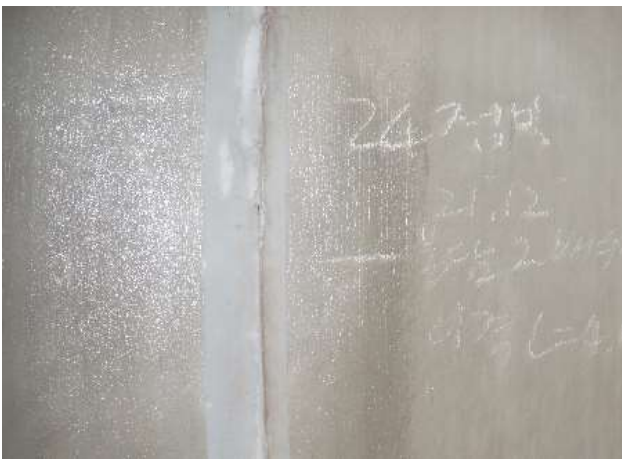
주로 배수지 2지에서 발생한 녹, 도장손상, 균열 부 백태 등의 손상들은 공용기간 증가, 담수접촉, 시공미흡, 부착력 저하 등에 따라 발생한 손상으로 대체적으로 1지와 유사하게 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 구조물에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되므로 주의 관찰이 요구된다.

3.2.3 밸브실

가. 외관조사

본 시설물의 밸브실의 경우 철근콘크리트 구조물이며, 내부 바닥슬래브에는 액체 침투식 방수처리를 실시한 것으로 조사되었다.

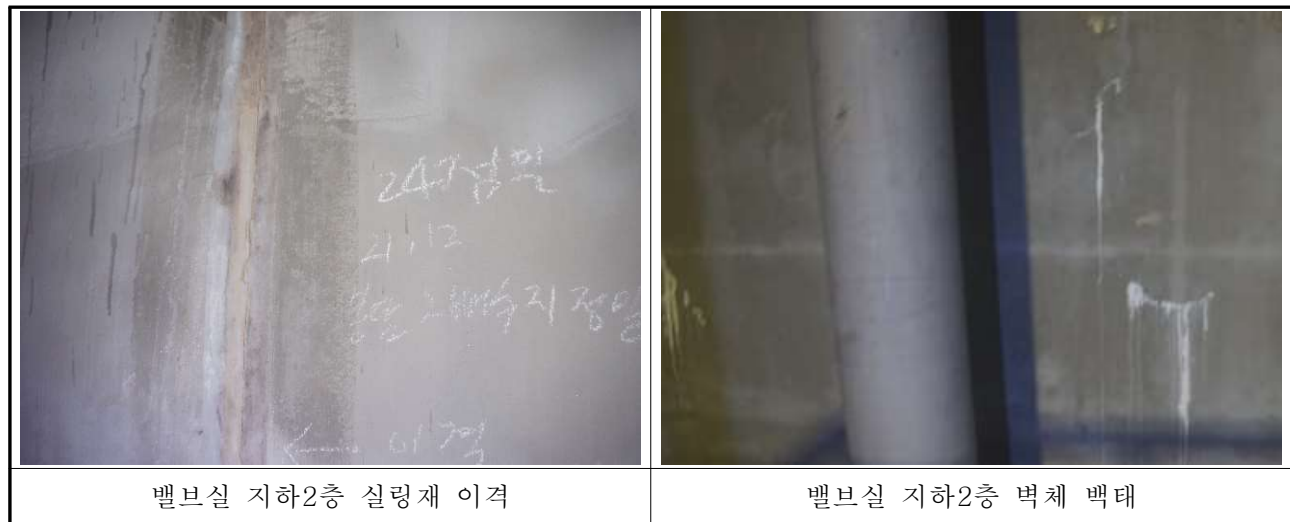
밸브실 외관조사결과 2021년 정밀안전점검 이후 특이할만한 보수는 실시되지 않은 것으로 것으로 조사되었으며, 금회 외관조사결과, 기존 점검 시 확인된 바닥 이격, 실링재 이격, 균열 부 백태, 표면 백태 등의 손상이 조사되었다.

	
밸브실 지하1층 상부슬래브 상태양호	밸브실 지하1층 바닥슬래브 이음부 이격
	
밸브실 지하1층 벽체 이격	밸브실 지하1층 벽체 백태

【사진 3.4】 밸브실 손상사진

	
밸브실 지하1층 벽체 백태	밸브실 지하1층 벽체 백태
	
밸브실 지하2층 벽체 백태	밸브실 지하2층 벽체 백태
	
밸브실 지하2층 벽체 백태	밸브실 지하2층 벽체 백태

【사진 3.4】 밸브실 손상사진 (계속)



밸브실 지하2층 실링재 이격

밸브실 지하2층 벽체 백태

【사진 3.4】 밸브실 손상사진 (계속)

나. 손상규모

【표 3.3】 밸브실 손상현황

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
밸브실 지하1층	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	이격	m	4.00/1	4.00/1	=	변동 없음
	벽체	실링재 이격	m	8.00/2	8.00/2	=	변동 없음
밸브실 지하2층	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	벽체	균열 부 백태	m	12.70/9	12.70/9	=	변동 없음
		백태	m ²	2.15/8	2.15/8	=	변동 없음
		실링재 이격	m	4.00/1	4.00/1	=	변동 없음

다. 손상원인 및 대책방안

밸브실 내부에 조사된 균열 부 백태 및 표면백태의 경우 공용 중 습기접촉 및 미세균열을 통한 배면수 유입에 따른 손상으로 확인한 누수는 없는 상태이므로 표면보수가 요구된다.

본 시설물의 경우 경우 1~2지 배수지가 맞대어 시공되어 있는 상태로 설계 시 그에 따른 신축량 분담을 위해 구조물에 신축이음을 두어 구조물에 대한 손상을 억제하며, 이음면에 실링재를 설치한다. 따라서 이런 구조물들의 경우에는 빈번히 이음면의 실링재 이격이 발생되는 바 현재 이를 통한 누수의 발생은 없는 상태이므로 주의관찰이 바람직한 상태이다.

3.2.4 건축구조물

가. 외관조사

건축구조물은 계단실 및 전기실로 이루어져 있는 것으로 조사되었다.

계단실 및 전기실 외관조사결과 2021년 정밀안전점검 이후 특이할만한 보수는 실시되지 않은 상태로 확인되었으며, 금회 조사 시 건축물 내부 접합부 누수 및 이격, 도장박락, 외부 실링재 이격, 주변 침하 이격, 바닥 콘크리트 이격, 균열(0.3mm이상), 기타 몰탈 파손, 옥상층 파라펫 손상(균열, 몰탈박락), 방수층 열화 등의 손상이 조사되었다.

	
1층 건축물 내부 바닥슬래브 이음부 실링재 이격	1층 건축물 내부 보 이음부 실링재 이격
	
1층 건축물 내부 보 이음부 누수	1층 건축물 내부 천장슬래브 도장박락

【사진 3.5】 건축구조물 손상사진

	
건축물 외부 출입부 계단 모르타르 파손	건축물 외부 이격
	
건축물 외부 이격	건축물 외부 이음면 실링재 이격
	
건축물 외부 바닥 균열(0.3m이상)	건축물 외부 바닥 균열(0.3m이상)

【사진 3.5】 건축구조물 손상사진(계속)

	
건축물 옥상층 파라펫 몰탈 박리, 박락	건축물 옥상층 파라펫 균열(0.3mm미만)
	
건축물 옥상층 파라펫 균열(0.3mm이상)	건축물 옥상층 파라펫 몰탈 박리, 박락
	
건축물 옥상 방수층 열화(전반적)	건축물 옥상 방수층 열화(전반적)

【사진 3.5】 건축구조물 손상사진 (계속)

나. 손상규모

【표 3.4】 건축구조물 손상현황

구분	손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감
건축 시설물(내부)	접합부 누수	m	—	10.50/2	▲ 10.50
	도장박락	m ²	—	0.16/1	▲ 0.16
	접합부 이격	m	38.00/3	38.00/3	= 변동 없음
건축 시설물(외부)	계단 몰탈 파손	m ²	—	0.15	▲ 0.15
	실링재 이격	m	—	4.00/1	▲ 4.00
	주변 이격	m	—	10.00/1	▲ 10.00
	바닥 콘크리트 이격	m	0.70/1	—	— 망실 [공사]
	바닥 콘크리트 균열 (0.3mm이상)	m	3.50/1	19.50/5	▲ 16.00
옥상층	파라펫 몰탈박리, 박락	m ²	—	0.89/4	▲ 0.89
	파라펫 균열 (0.3mm이상)	m	0.80/1	1.50/3	▲ 0.70
	파라펫 균열 (0.3mm미만)	m	—	0.40/1	▲ 0.40
	방수층 열화	m ²	46.00/2	46.00/2	= 변동 없음

다. 손상원인 및 대책방안

건축물 내부에 조사된 접합부, 실링재 이격의 경우 구조적인 손상은 아니며, 이음면에 빈번히 발생하는 손상이지만 이를 통한 누수 양상이 2개소 조사되어 옥상 방수층 재시공이 필요한 상태이므로 이와 병행하여 실링재 재설치가 필요한 상태이다.

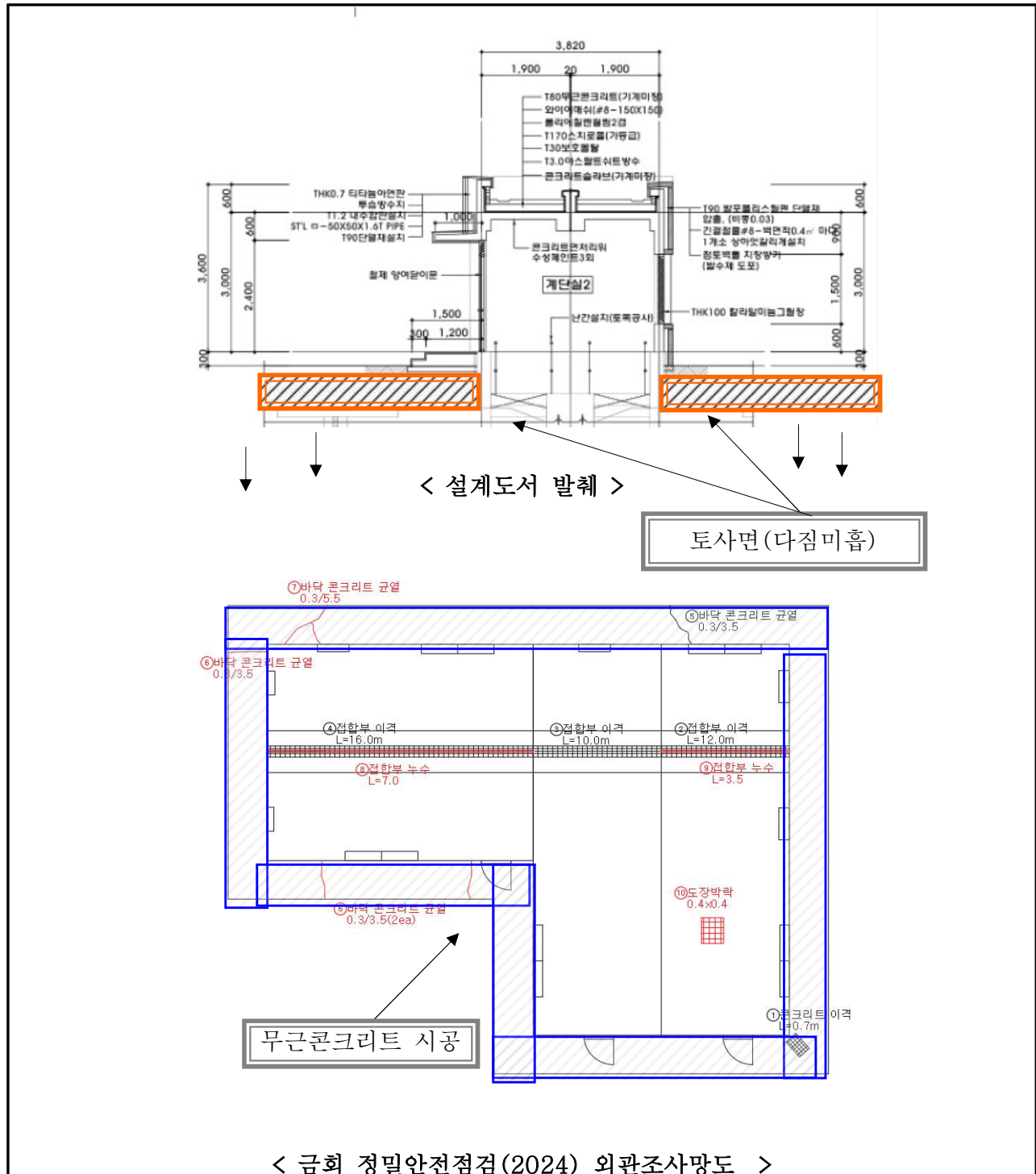
건축물 내부에 천장슬래브에 국부적으로 조사된 도장박락의 경우 공용 중 부착력 저하에 의한 것으로 현재 이로인한 구조물의 영향은 미미한 상태이므로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.

옥상층 파라펫에 조사된 균열 및 몰탈박리, 박락의 경우 외기노출, 우수접촉, 시공 시 다짐미흡에 의한 복합적인 원인에 따라 발생한 손상으로 구조부재가 아닌 관계로 대상 시설물에 주는 영향은 미미한 상태이지만 방수층 공사 전 몰탈보수를 병행하여 유지관리를 실시하는 것이 장기적인 측면에서 적합할 것으로 판단된다.

대상 건축구조물의 경우 배수지와 일체되어 있는 구조물로 배수지 자체가 기초의 역할을 하는 구조형식으로 이루어져 있다. 따라서 외부에 조사된 주변 이격, 바닥 콘크리트 이격,

균열(0.3mm이상), 계단 몰탈 파손 등은 공용기간 증가 및 토사 다짐미흡 등에 의한 토사 침하에 의하여 무근콘크리트에 발생한 손상으로 배수지 및 건축시설물 구조체에 주는 영향은 없을 것으로 판단되므로 공사 완료 시점에서 적절한 조치가 필요한 상태이다.

【그림 3.1】 대상 건축시설물의 손상원인(현황도)



3.2.5 기전설비

가. 외관조사

기전설비에 대한 외관조사는 배수지 내부에 설치되어 있는 유입·유출배관과 유입 밸브실, 유출 밸브실 배관에 대하여 외관조사를 실시하였다.

외관조사결과 2021년 정밀안전점검 이후 특이할만한 신규손상 발생은 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

	
밸브실 설비 상태양호(1)	밸브실 설비 상태양호(2)
	
밸브실 호이스트 상태양호	유출관 상태양호

【사진 3.6】 기전설비 손상사진



【사진 3.7】기전설비 손상사진

나. 손상규모

【표 3.5】기전설비 손상현황

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2023년 정밀안전점검	물량증감	
기전 설비	기계설비	상태양호	—	—	—	—	—
	전기설비	상태양호	—	—	—	—	—

다. 손상원인 및 대책방안

기전설비에 대한 외관조사는 배수지 내부에 설치되어 있는 유입·유출배관과 유입 밸브실, 유출 밸브실 배관에 대하여 외관조사를 실시하였다.

외관조사결과 2021년 정밀안전점검 결과와 마찬가지로 점검일 현재 특이할만한 신규 손상은 조사되지 않은 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 3.6】 기동반 점검표

설비명		점 검 사 항	점검결과
기 동 반	기동반의 내·외관 상태	- 빗물·눈·방수·방충·방서 등의 유입 우려, 위험표지의 유무(변전설비, 출입금지, 고압 위험 표시), 소화기 설치, 외관 및 표시상태, 계기의 오손 및 지시, 이면배선의 정연 상태 및 오손 및 헐거움 유무 - 부속설비의 이상 유무, 접지 및 절연 상태 등	양호
	표시·계기 상태	- 전류·전압계·전력량계·역률·주파수계의 외관 및 작동상태, 표시램프 및 절환스위치(AS,VS)의 표시 및 작동상태, 관련 배선의 상태 등	양호
	차단기	- 손상, 이물질 부착, 단자 및 접촉부의 상태, 이음·이취 유무, 동작지시 및 동작표시상태의 이상 유무, 지지 애자의 균열 유무 등 - 접지선의 취부 상태, 동작 회수계, 개폐 조작함 상태 등	양호
	모선 및 케이블	- 애자 및 배선의 취부 상태, 접속부의 과열·변색·이상 냄새의 유무, 케이블 외상 및 단말부 균열·손상 유무 등	양호
	계기용 변성기류 (PT,CT 등)	- 균열·손상·이음·이취의 유무, 퓨즈의 접촉 및 이상 유무, 접지선의 취부 상태 등	양호
	보호계전기	- 계전기의 외관, 작동상태, 커버의 파손 및 먼지 침입여부, 동작표시장치의 동작, 조작·제어배선 탈락 및 오결선 여부 등	양호
	역률보상용 전력콘덴서	- 오손·파손·부식 유무, 구동모터와의 용량 적정성, 접지유무, 외함의 부풀림 유무 등	양호

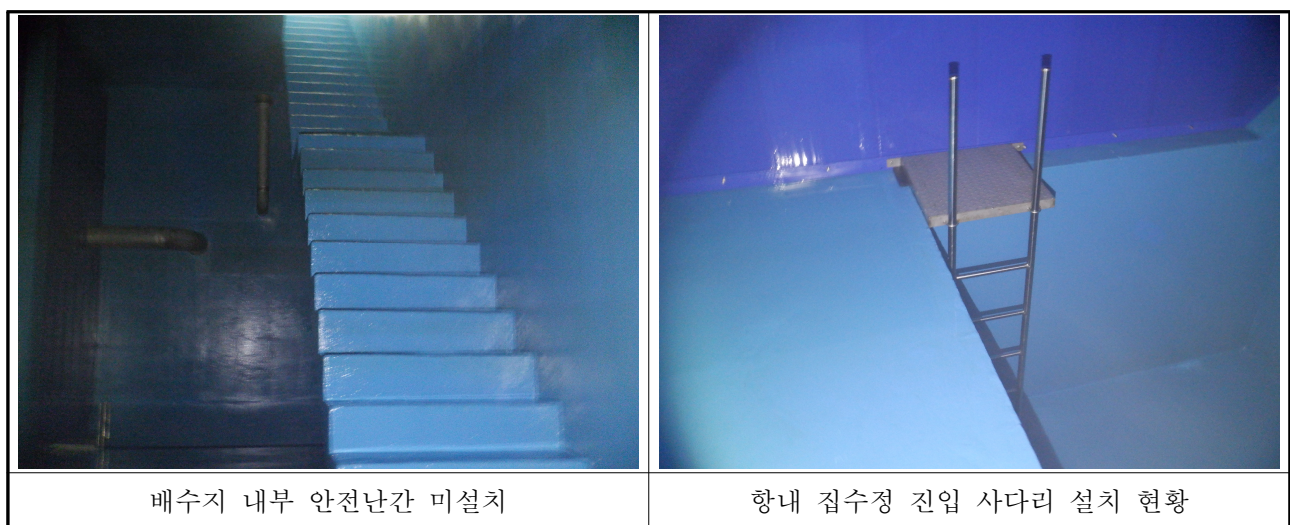
【표 3.7】 현장제어반 점검표

설비명		점 검 사 항	점검결과
현 장 제 어 반	제어반의 내·외관 상태	- 반의 오손·파손·부식 유무, 내부 이물질 침입여부, 문 개폐 및 장금장치 상태, 반의 부착 및 고정상태 - 반 내부에 대한 방진조치·방습처리 설치유무 및 작동상태	양호
	표시·계기 상태	- 계기류(전압·전류계)의 외관·지시상태, 파손·손상 유무, 표시상태 등	양호
	차단기 및 접촉기류	- 배선용 차단기(NFB·MCCB)·접촉기류·S/W류 및 각종 접점의 상태(손상·파손·부식 등 문제점 유무), 보호장치· FUSE·CT·PT의 동작상태 및 파손·손상 유무, 결선·부착상태 등	양호
	배선 및 케이블	- 배선상태(반 내부의 전선·케이블 단말처리 및 배선정리, 부착 및 조임 상태, 단선·단락·열화·변색 유무 등)	양호
	접지 및 동작유무	- 접지상태 및 정상적인 작동유무	양호

3.2.6 안전시설(점검로)

가. 외관조사

본 시설물은 매립형식으로 안전시설로는 밸브실 계단의 난간과, 건축시설물의 옥상층 진입사다리 등이 설치되어 있다. 다만, 항내의 난간이 미설치된 상태로 조사되었다.



【사진 3.8】 안전시설(점검로) 손상사진

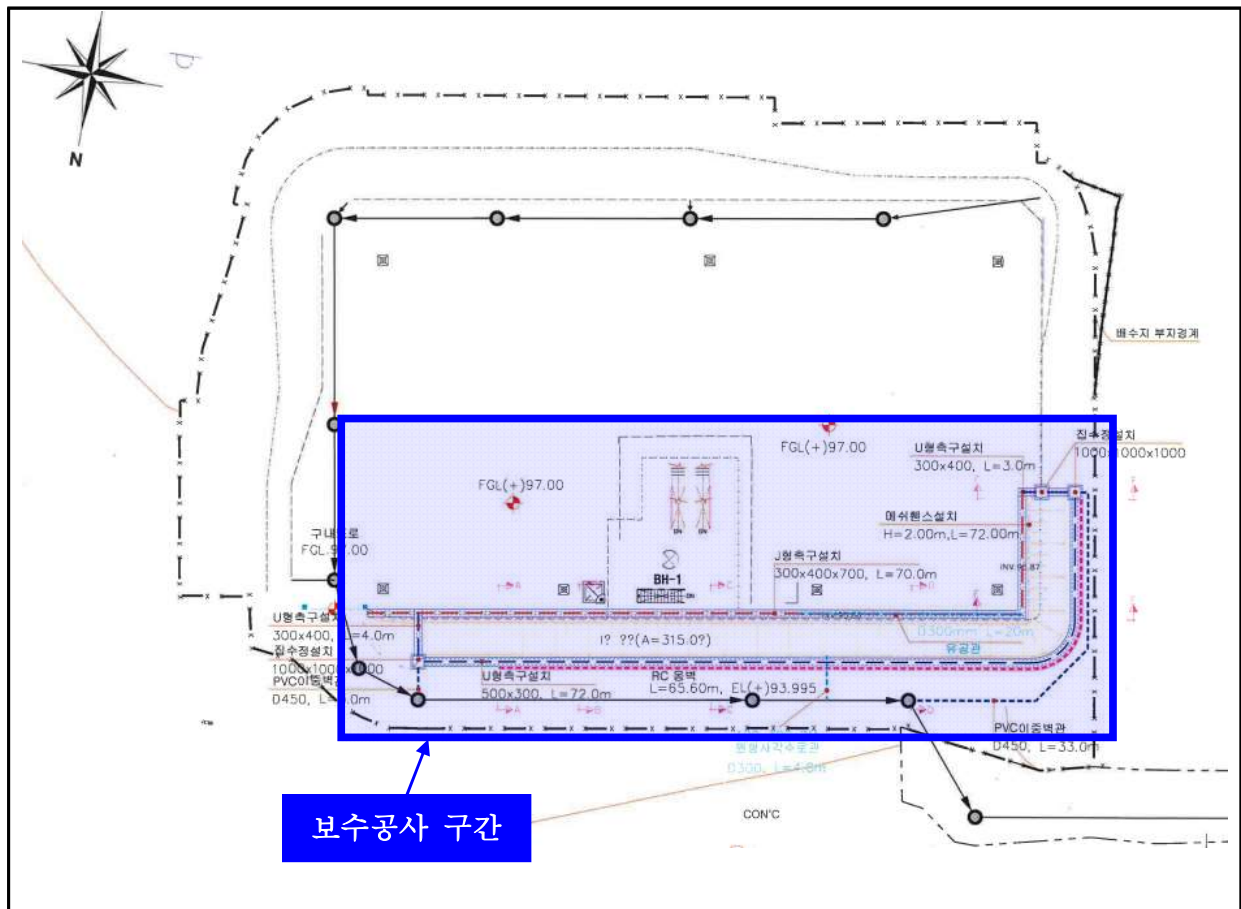
나. 손상원인 및 대책방안

항내 집수정에는 진입 사다리가 설치된 것으로 확인되었으며, 이 외에 배수지 1~2의 경우 안전난간이 설치되어 있지 않아 점검자 및 관리 및 작업자의 안전이 우려되는 상황으로 난간 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

3.2.7 기타 부대시설

화성봉담2 배수지의 기타 부대시설의 경우 장내포장과 배수지 주변으로 사면, 펜스 및 배수로, 보강토 옹벽 등이 있는 상태로 2024년(상반기) 정기안전점검 실시 전에 옹벽 상부 토사유실 및 옹벽 파손이 발생 되어 보수·보강 공사가 감행되고 있는 것으로 확인되었다. 따라서 관련자료(상리배수지 구조물 보수공사 도면(2024.12))를 협조받아 아래 그림[3.1]에 첨부하였으며, 금차 정밀안전점검 시 기존 사면 토사굴착 및 반출이 진행된 상태이며, 당초 보강토 옹벽에서 RC옹벽으로 시공이 진행 중인 상태로 면밀한 조사가 불가하여 금회 작업 진행 시 현황 사진을 첨부하여 정리하였다.

【그림 3.1】 기타 부대시설 [금회 구조물 보수공사 도면 발체(2024.12)]



	
토사유실[2024년 상반기 정기]	공사 중 현황 전경[2024년 하반기 정밀]
	
토사유실에 의한 차단[2024년 상반기 정기]	공사 중 현황 옹벽 재시공[2024년 하반기 정밀]
	
토사유실에 의한 침하[2024년 상반기 정기]	공사 중 현황 토사 굴착 및 반출[2024년 하반기 정밀]

【사진 3.8】 기타 부대시설 손상사진



【사진 3.8】 기타 부대시설 손상사진(계속)

나. 손상규모

【표 3.8】 기타 부대시설 손상현황

구분	손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
장내포장 및 사면 → 정비공사 실시 중	—	—	—	조사 불가	—	—
배수지 상부(펜스 및 배수로 포함)	—	—	—		—	—
보강토 옹벽 → RC 옹벽으로 신설 중	—	—	—		—	—

다. 손상원인 및 대책방안

기타 부대시설인 사면 및 보강토 옹벽의 경우 현재 공사로 인하여 면밀한 조사가 불가능한 상태이므로 금회 과업에서는 배수지 시설 및 건축시설물에 대한 점검을 중점적으로 수행하였다.

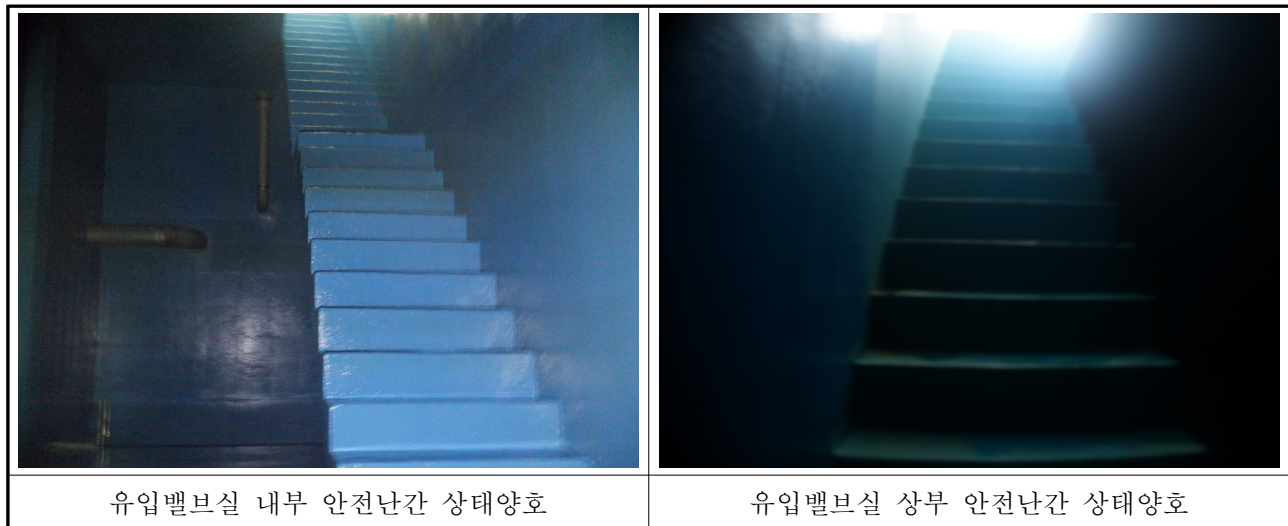
3.2.8 공중이 이용하는 부위

본 시설물의 공중이 이용하는 부위 중 해당되는 범위는 추락방지시설로 확인되었으며, 해당부위의 결함조사를 실시하였다.

가. 추락방지시설

추락방지시설이 설치되어 있지 않아 관리자 및 점검자의 안전에 위험이 있어 조속한 조치가 필요할 것으로 판단되어 책임기술자 판단에 따라 “e” 등급으로 평가되었다.

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



【사진 3.9】 추락방지시설 손상사진

나. 도로포장

본 시설물은 도로포장은 없는 것으로 조사되어 평가에서 제외하였다.

다. 도로부 신축이음부

본 시설물은 도로부 신축이음부가 없는 것으로 조사되어 평가에서 제외하였다.

라. 환기구 등의 덮개

본 시설물은 환기구 등의 덮개가 없는 것으로 조사되어 평가에서 제외하였다.

3.3 손상물량 집계결과

3.3.1 손상물량 집계표

【표 3.9】 손상물량 집계표

구분		손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
배수지 1지	상부슬래브	상태양호	—	—	
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	5.00/1	
		도장박리	m ²	0.05/4	
		녹	EA	2	
	벽체	균열 부 백태	m	4.00/4	
		백태	m ²	0.02/1	
	기둥	상태양호	—	—	
배수지 2지	상부슬래브	상태양호	—	—	
	하부슬래브	도장박락	m ²	0.04/4	
	벽체	균열 부 백태	m	2.00/2	
		녹	EA	3	
	기둥	상태양호	—	—	
		도장손상	m ²	0.04/4	
밸브실 지하1층	상부슬래브	상태양호	—	—	
	하부슬래브	이격	m	4.00/1	
	벽체	실링재 이격	m	8.00/2	
밸브실 지하2층	상부슬래브	상태양호	—	—	
	하부슬래브	상태양호	—	—	
	벽체	균열 부 백태	m	12.70/9	
		백태	m ²	2.15/8	
		실링재 이격	m	4.00/1	

【표 3.9】 손상물량 집계표

구분	손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
건축 시설물(내부)	접합부 누수	m	10.50/2	
	도장박락	m ²	0.16/1	
	접합부 이격	m	38.00/3	
건축 시설물(외부)	계단 몰탈 파손	m ²	0.15/1	
	실링재 이격	m	4.00/1	
	주변 이격	m	10.00/1	
	바닥 콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	19.50/5	
옥상층	파라펫 몰탈박리, 박락	m ²	0.89/4	
	파라펫 균열(0.3mm이상)	m	1.50/3	
	파라펫 균열(0.3mm미만)	m	0.40/1	
	방수층 열화	m ²	46.00/2	
기계설비	상태양호	—	—	
전기설비	상태양호	—	—	
장내포장 및 사면 → 정비공사 실시 중	—	—	조사불가	
배수지 상부(펜스 및 배수로 포함)	—	—		
보강토 옹벽 → RC 옹벽으로 신설 중	—	—		

3.3.2 손상물량 비교 · 검토표

손상물량 비교검토 결과 배수지 내부 균열 부 백태, 표면백태, 녹, 도장손상, 건축 시설물 접합부 누수, 도장박락, 계단 몰탈 파손, 외부 실링재 이격, 주변 이격, 바닥 콘크리트 균열 (0.3mm이상), 파라펫 균열 및 몰탈박락 손상이 추가로 조사되어 손상물량이 다소 증가한 것으로 검토되었다. 특이사항으로는 현재 기타 부대시설의 경우 공사감행으로 인한 조사불가 로 인하여 물량산출이 불가하며, 그로 인한 건축물 외부의 무근 콘크리트 이격면이 중장비 공사로 인하여 망실된 것으로 조사되었다.

【표 3.10】 손상물량 비교 · 검토표

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
배수지 1지	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	—	5.00/1	▲	5.00
		도장박리	m ²	—	0.05/4	▲	0.05
		녹	EA	—	2	▲	2
	벽체	균열 부 백태	m	—	4.00/4	▲	4.00
		백태	m ²	—	0.02/1	▲	0.02
	기둥	상태양호	—	—	—	—	—
배수지 2지	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	도장박락	m ²	—	0.04/4	▲	0.04
	벽체	균열 부 백태	m	—	2.00/2	▲	2.00
		녹	EA	—	3	▲	3
	기둥	상태양호	—	—	—	—	—
밸브실 지하1층	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	이격	m	4.00/1	4.00/1	=	변동 없음
	벽체	실링재 이격	m	8.00/2	8.00/2	=	변동 없음

【표 3.10】 손상물량 비교 · 검토표(계속)

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
밸브실 지하2층	상부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	하부슬래브	상태양호	—	—	—	—	—
	벽체	균열 부 백태	m	12.70/9	12.70/9	=	변동 없음
		백태	m ²	2.15/8	2.15/8	=	변동 없음
		실링재 이격	m	4.00/1	4.00/1	=	변동 없음
건축 시설물(내부)		접합부 누수	m	—	10.50/2	▲	10.50
		도장박락	m ²	—	0.16/1	▲	0.16
		접합부 이격	m	38.00/3	38.00/3	=	변동 없음
건축 시설물(외부)		계단 몰탈 파손	m ²	—	0.15	▲	0.15
		실링재 이격	m	—	4.00/1	▲	4.00
		주변 이격	m	—	10.00/1	▲	10.00
		바닥 콘크리트 이격	m	0.70/1	—	—	망실 [공사]
		바닥 콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	3.50/1	19.50/5	▲	16.00
옥상층		파라펫 몰탈박리, 박락	m ²	—	0.89/4	▲	0.89
		파라펫 균열(0.3mm이상)	m	0.80/1	1.50/3	▲	0.70
		파라펫 균열(0.3mm미만)	m	—	0.40/1	▲	0.40
		방수층 열화	m ²	46.00/2	46.00/2	=	변동 없음
기전 설비	기계설비	상태양호	—	—	—	—	—
	전기설비	상태양호	—	—	—	—	—
장내포장 및 사면 → 정비공사 실시 중		—	—	—	조사 불가	—	—
배수지 상부(웬스 및 배수로 포함)		—	—	—			
보강토 옹벽 → RC 옹벽으로 신설 중		—	—	—			

제4장 재료시험

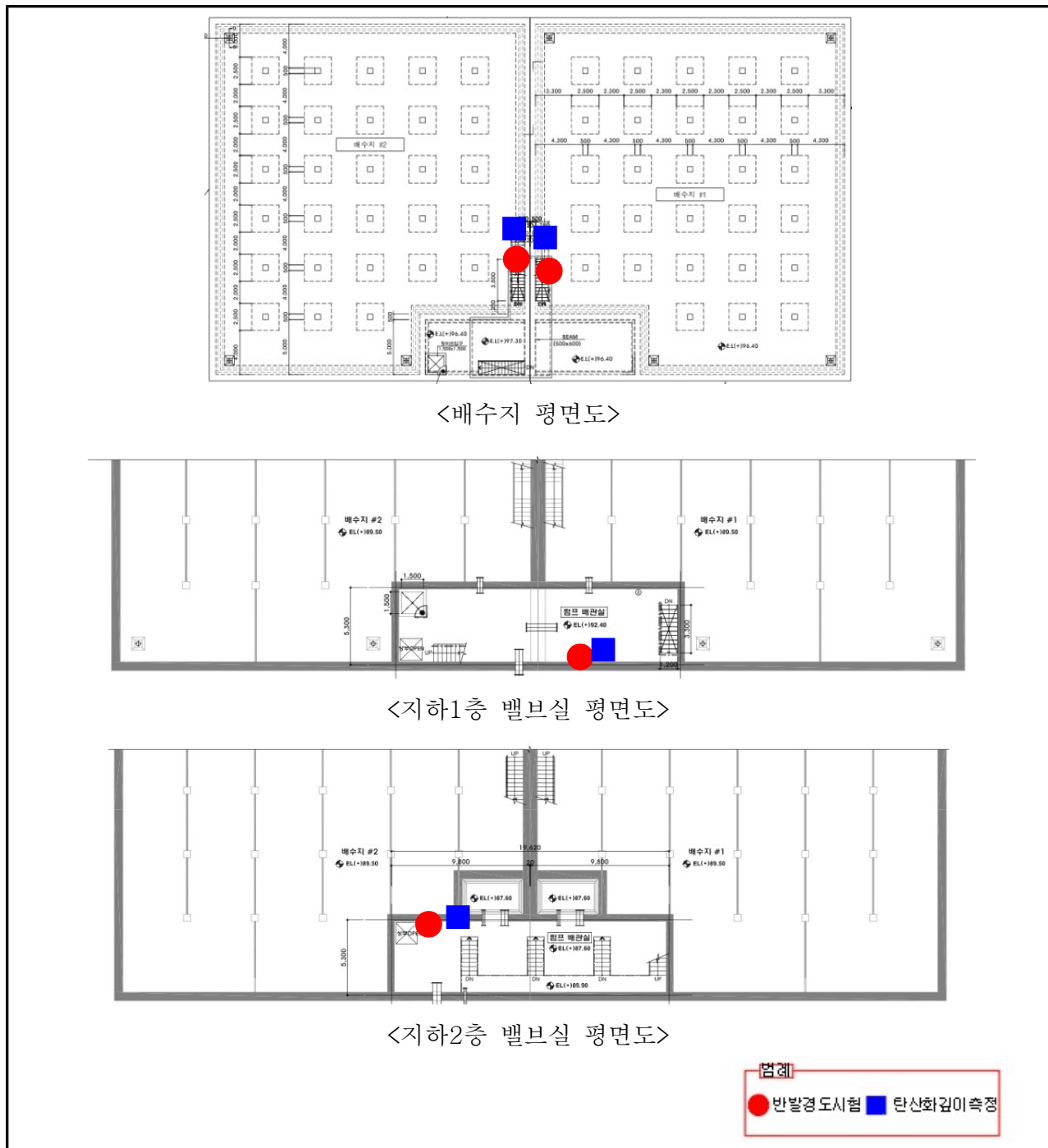
4.1 재료시험 위치 및 수량

4.2 재료시험 측정

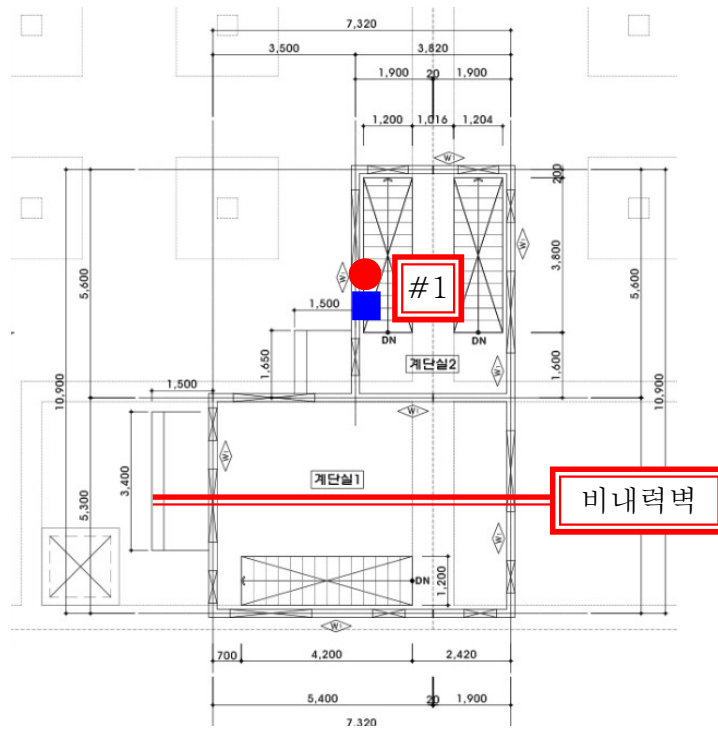
제4장 재료시험

4.1 재료시험 위치 및 수량

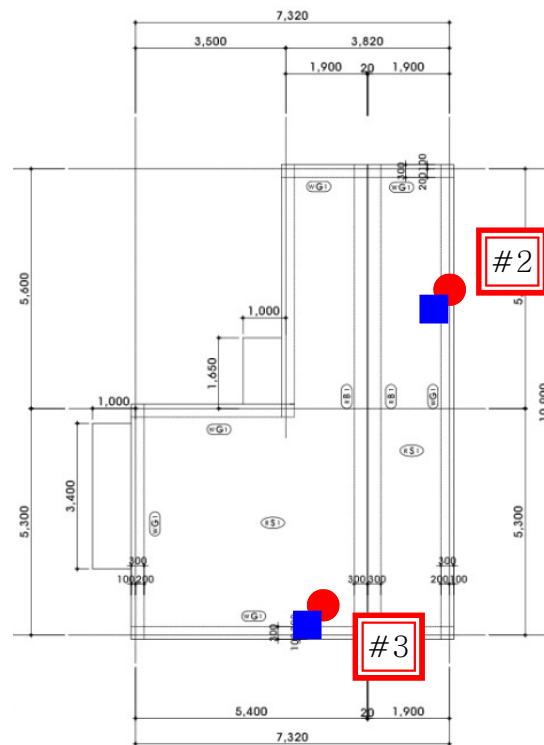
4.1.1 재료시험 위치도



【그림 4.1】 재료시험 위치도(토목구조물)



<1층바닥 구조평면도>



<지붕바닥 구조평면도>

【그림 4.1】 재료시험 위치도(건축물)

4.1.2 재료시험 실시수량

【표 4.1】 재료시험 실시수량

시험구분		세부지침 기준	기준수량	실시수량	
토목 구조물	반발경도시험	총수량 = 시설별 각 3개소 이상	3개소 이상	4개소	
	탄산화 깊이 측정	총수량 = 시설별 각 1개소 이상	1개소 이상	4개소	
	기울기 측정	—	—	20개소	
건축 구조물	반발경도시험	총수량 = 표본 층(단위) 수 × 2종 부재 × 각 부재별 2개소 이상	4개소 이상	6개소	
	탄산화 깊이 측정	총수량 = 표본 층(단위) 수 × 2종 부재 × 각 부재별 1개소 이상	2개소 이상	6개소	
	부재의 규격조사	총수량 = 표본 층(단위) 수 × 2종 부재 × 부재별 3개소 이상	6개소 이상	6개소	
	변위·변형 조사	건축물 기울기	총수량 = 측정이 가능한 건축물 4면의 외벽모서리 전체	—	3개소 [우측면 공사로 인한 측정불가]
		부재변형	총수량 = 건축물의 전체에 대한 외관조사를 실시한 결과, 균열 및 손상(처짐 등)이 발생 되었거나, 발생 가능성이 있는 주요 부위로 한다.	—	2개소

주) 건축구조물의 연면적이 작은 것을 고려하여 책임기술자의 판단에 따라 실시수량을 조정하였음.(표본층수=1개층 적용)

※ 토목구조물 기울기 측정의 경우 기본과업은 아니지만 배수지 외측 토사 유실이 조사되어 추가로 실시하였음.



콘크리트 강도시험



콘크리트 강도시험



탄산화 깊이 측정



철근 최소피복 조사



부재치수 측정



부재변형 측정



건축물 기울기



변위·변형 측정

4.2 재료시험 측정

4.2.1 콘크리트 강도시험

가. 조사결과

반발경도시험 실시 결과, 평균압축강도는 토목구조물 28.3~29.7MPa, 건축구조물 24.3~24.9MPa로 측정되었으며, 설계기준강도(토목구조물 : 27.0MPa, 건축구조물 : 24.0MPa) 대비 강도율은 토목구조물 104.8~123.6%, 건축구조물 101.5~104.0%로 분석되었다.

모든 부재의 추정압축강도가 설계기준강도의 100%를 상회하며, 외관조사 시 구조적으로 문제가 될 만한 손상이 발생하지 않은 것으로 조사되어 콘크리트의 강도에 특별한 문제점은 없는 것으로 판단된다.

【표 4.2】 콘크리트 강도시험 측정결과(토목)

위 치		경도 (Ro)	타격 각도 (°)	추정압축강도(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	강도율 (%)	비 고
				일본재료 학회식	일본건축 학회식	평균압축 강도			
배수지	1지 우측벽체	49.7	0	28.4	29.2	28.8	27.0	106.6	
	2지 좌측벽체	48.9	0	27.8	28.8	28.3		104.8	
밸브실	지하 1층 밸브실 전면벽체	51.1	0	29.5	29.8	29.7		123.6	
	지하 2층 밸브실 배면벽체[비건전부]	49.7	0	28.4	29.1	28.8		119.8	

주1) 강도율(%) : 추정압축강도의 최솟값 / 설계기준강도 × 100

주2) 설계기준강도는 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송배수관로 설치공사(2018. 12)』를 참고함.

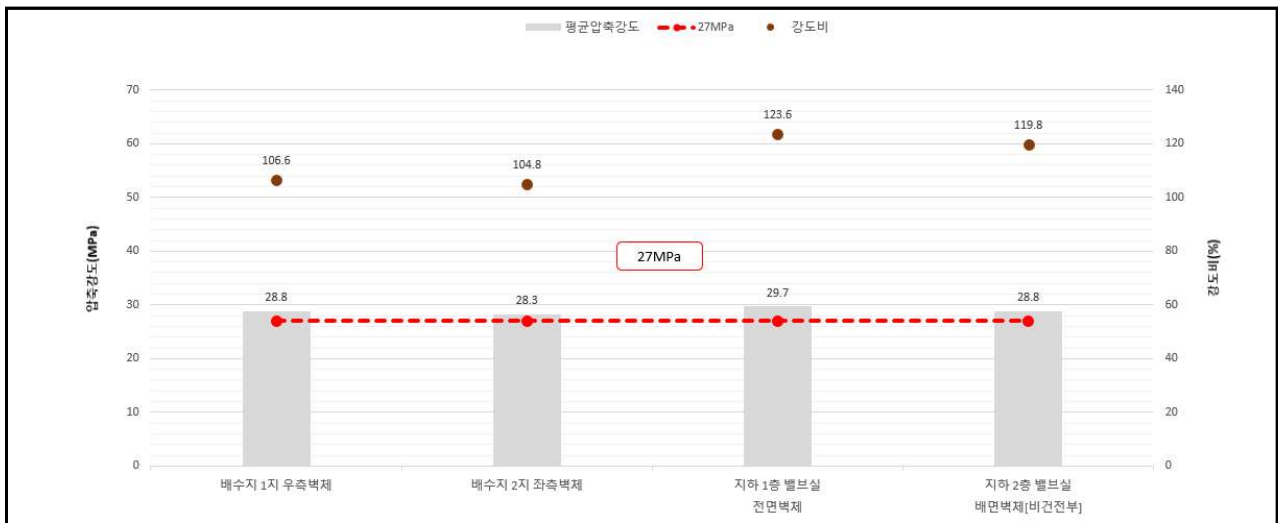
【표 4.3】 콘크리트 강도시험 측정결과(건축)

위 치		경도 (Ro)	타격 각도 (°)	추정압축강도(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	강도율 (%)	비 고
				일본재료 학회식	일본건축 학회식	평균압축 강도			
건축물 내부	벽체(W1) 단부#1	43.5	0	23.4	26.3	24.9	24.0	103.6	
	벽체(W1) 중앙부#1	43.6	0	23.5	26.4	24.9		104.0	
	보(wG1) 단부#2	42.8	0	22.9	26.0	24.4		101.7	
	보(wG1) 중앙부#2	43.0	0	23.0	26.1	24.5		102.2	
	보(wG1) 단부#3	42.7	0	23.5	26.4	24.3		101.5	
	보(wG1) 중앙부#3	43.2	0	23.2	26.2	24.7		102.9	

주1) 강도율(%) : 추정압축강도의 최솟값 / 설계기준강도 × 100

주2) 보의 경우 측면에서 실시한 관계로 타격각도의 경우 전부 0도로 설정하였다.

주3) 설계기준강도는 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송배수관로 설치공사(2018. 12)』를 참고함.



【그림 4.2】 반발경도시험 측정결과 그래프(토목)



【그림 4.3】 반발경도시험 측정결과 그래프(건축)

4.2.2 탄산화시험

가. 조사결과

탄산화 깊이 측정결과, 토목구조물의 탄산화 깊이는 1.4~1.6mm, 건축구조물의 탄산화 깊이는 1.0~1.3mm로 측정되어, 토목구조물의 탄산화 잔여깊이는 53.4~68.5mm, 건축구조물의 탄산화 잔여깊이는 23.7~39.0mm로 분석되었다.

토목구조물에서는 모든 부재의 탄산화 잔여깊이가 30.0mm로 분석되어 “a”로 평가되었으며, 건축구조물은 모든 부재에서 피복두께 대비 탄산화 진행깊이가 25%이하로 분석되어 “a”로 평가되어 탄산화에 의한 철근부식의 가능성은 거의 없는 것으로 판단된다.

【표 4.4】 탄산화시험 측정결과(토목)

위 치		탄산화 깊이(mm)	피복 두께(mm)	잔여 깊이(mm)	평가 결과	탄산화속도 계수	잔존수명 예측	비 고
배수지	1지 우측벽체	1.5	70.0	68.5	a	0.612	100년이상	—
	2지 좌측벽체	1.6	65.0	63.4	a	0.653	100년이상	—
밸브실	지하 1층 밸브실 전면벽체	1.4	56.0	54.6	a	0.572	100년이상	—
	지하 2층 밸브실 배면벽체[비건전부]	1.6	55.0	53.4	a	0.653	100년이상	—

주1) 피복두께는 철근탐사시험을 실시하여 실측값을 사용하였음.

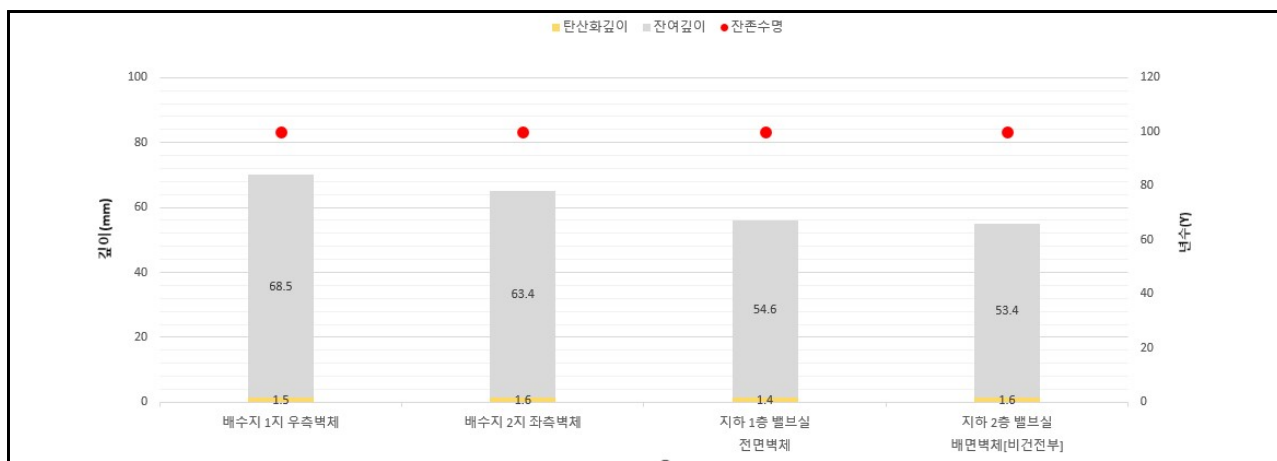
주2) 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단 편/상수도] (2023. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)』 참조함.

【표 4.5】 탄산화시험 측정결과(건축)

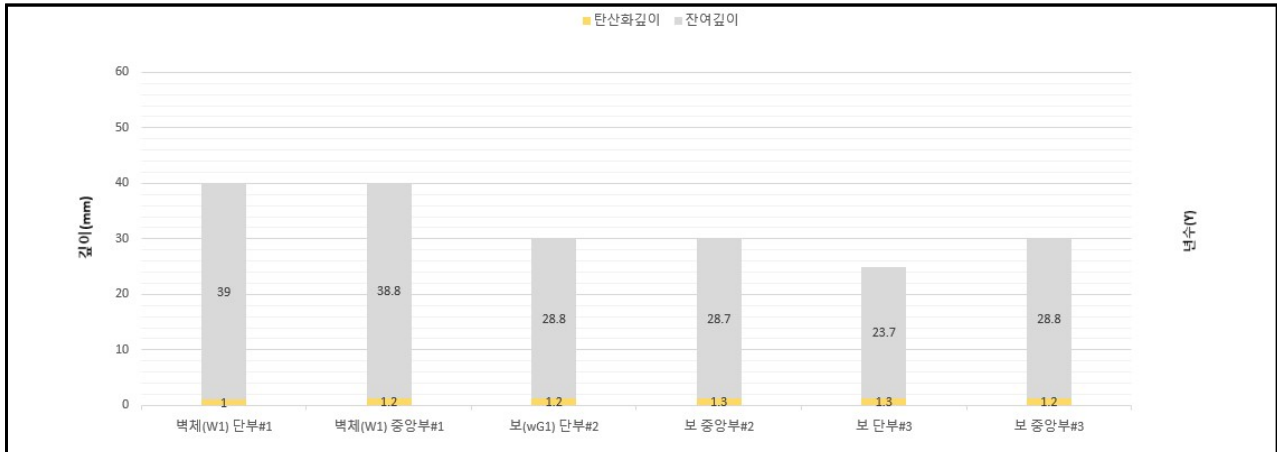
위 치		탄산화 깊이(mm) (Ct)	피복 두께(mm) (D)	잔여 깊이(mm)	탄산화 속도계수	탄산화깊이 / 피복두께 (Ct / D)	평가 결과	비 고
건축물 내부	벽체(W1) 단부#1	1.00	40.0	39.0	0.408	0.03	a	
	벽체(W1) 중앙부#1	1.20	40.0	38.8	0.490	0.03	a	
	보(wG1) 단부#2	1.20	30.0	28.8	0.490	0.04	a	
	보 중앙부#2	1.30	30.0	28.7	0.531	0.04	a	
	보 단부#3	1.30	25.0	23.7	0.531	0.05	a	
	보 중앙부#3	1.20	30.0	28.8	0.490	0.04	a	

주1) 피복두께(D)는 철근탐사시험을 실시하여 실측값을 사용하였음.

주2) 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단 편/건축물] (2023. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)』 참조함.



【그림 4.4】 탄산화 측정결과 그래프(토목)



【그림 4.5】 탄산화 측정결과 그래프(건축)

4.2.3 부재의 규격조사

1) 부재의 규격조사 결과

본 시설물의 모든 보 및 기둥은 벽체 및 슬래브 간섭으로 인해 온전한 규격조사가 불가능하므로 준공도면을 참고하여 벽체 및 슬래브 두께를 고려하여 조사하였다.

【표 4.6】 부재의 규격 조사결과

위 치	부재	부재 규격(mm)		규격 차이	비 고
		측정치수	설계치수		
건축물 내부	벽체(W1) #1	THK =200	THK =205	+5mm	벽체 200mm 슬래브 200mm
	벽체(W1) #2	THK =200	THK =207	+7mm	
	보(wG1) #1	400×300	405×305	+5mm	
	보(wG1) #2	400×300	410×305	+10mm	
	작은보(RB1)	400×300	405×310	+10mm	
	작은보(RB1)	400×300	403×300	+3mm	

주) 설계치수는 『화성봉담2 지구외 배수지 및 송배수관로 설치공사(2018. 12)』를 참고함.

2) 결과 분석

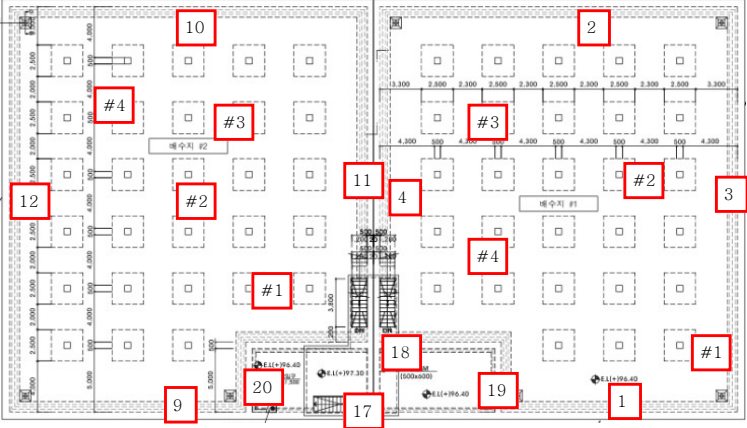
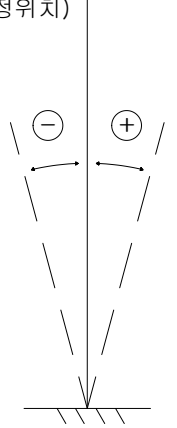
부재의 규격 조사결과, 건축물 내부 벽체, 보, 작은보의 설계단면치수 대비 실측단면치수는 (+)3.0~(+)10.0mm의 오차로 측정되었다. 이는 건축공사 표준시방서의 단면치수 허용차((-)5.0~(+)20.0mm) 이내이므로 본 구조물의 시공상태는 도면과 거의 일치하는 양호한 상태인 것으로 판단된다.

4.2.4 변위·변형 조사

가. 토목구조물

가) 기울기 측정 결과

【표 4.7】 토목구조물 기울기 측정 결과

화성봉담2 배수지					
				(측정위치) 	
구 분	기울기 측정 결과				비 고
	측정위치	측정부재	측정기울기(°)	수직변위각(°)	
1	배수지 1지	전면벽체	+89.74	+0.26	
2		후면벽체	+89.94	+0.06	
3		좌측벽체	+89.70	+0.30	
4		우측벽체	90.00	0.00	
5		기둥#1	90.00	0.00	
6		기둥#2	-89.90	-0.10	
7		기둥#3	90.00	0.00	
8		기둥#4	+89.90	+0.10	
9	배수지 2지	전면벽체	-89.50	-0.50	
10		후면벽체	-89.80	-0.20	
11		좌측벽체	-89.60	-0.40	
12		우측벽체	-89.70	-0.30	
13		기둥#1	-89.65	-0.35	
14		기둥#2	-89.90	-0.10	
15		기둥#3	-89.90	-0.10	
16		기둥#4	-89.70	-0.30	
17	밸브실 지하2층	전면벽체	90.00	0.00	
18		후면벽체	90.00	0.00	
19		좌측벽체	+89.70	+0.30	
20		우측벽체	-89.80	-0.20	

다) 결과분석

변위·변형 조사 결과, 기울기의 변위량은 $(-0.50^{\circ} \sim +0.30^{\circ})$ 로 측정되어 금회 측정된 초기치를 기준으로 향후 안전점검등에서 재측정하여 그 변화추이를 관찰하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 건축구조물

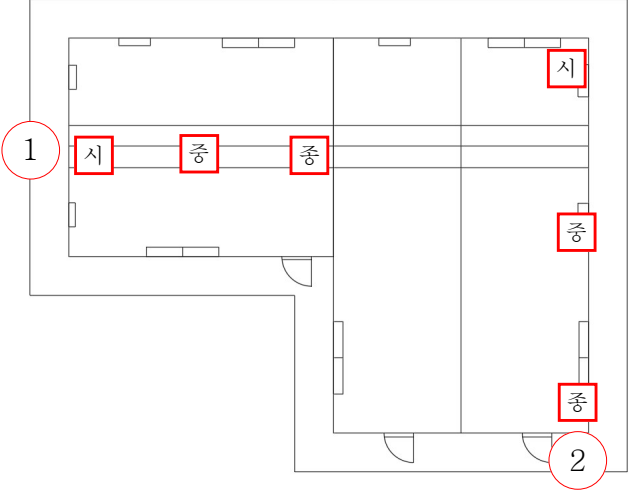
가) 기울기 측정 결과

【표 4.8】 건축구조물 기울기 측정결과

건축구조물 외부					
기울기 측정 결과					
측정위치	변위방향	변위량(mm)	측정높이(mm)	기울기	평가등급
1	좌측면	0.79	3,800	1/4,810	a
2	좌측면	0.79	3,800	1/4,810	a
3	우측면	0.89	3,800	1/4,269	a
4	좌측면	0.87	3,800	1/4,368	a
5	좌측면	0.92	3,800	1/4,130	a
6	우측면	0.83	3,800	1/4,578	a
7	측정불가				
8	측정불가				

주) 측불로 표기된 위치의 경우 현재 공사로 인하여 측정이 불가능한 상태이다.

【표 4.9】 건축구조물 부재변형 측정결과

계단실 상부슬래브								
								
구 분		측정 결과						
		측정값(mm)			처짐량 (mm)	부재길이 (L) (mm)	1/X	평가결과
		시점	중앙	중점				
①	건축물 내부 작은보(RB1)	1,390	1,385	1,391	5.50	5,600	1/1,018	a
②	건축물 내부 테두리보(wG1)	1,394	1,387	1,393	6.50	7,320	1/1,126	a

다) 결과분석

기울기 측정 결과, 기울기의 변위량은 0.79~0.92mm로 측정되었으며 기울기는 1/4,130~1/4,810으로 분석되어 전 구간에서 예민한 기계기초의 위험 침하 한계(1/750) 이내인 “a”로 평가되었다.

작은보, 테두리보 부재 처짐량은 1/1,018, 1/1,126으로 측정되어 평가기준에 따라 모두 “a”로 평가되었으며, 처짐으로 인한 균열, 부등침하로 인한 단차, 이격 등이 없는 상태로 확인되었다. 따라서 향후 안전점검등에서 재측정하여 그 변화추이를 관찰하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4.2.5 현장시험 결과요약

【표 4.10】 현장시험 결과요약

구 분	시험항목	현장시험 결과				결과분석		
토목 구조물	반발경도 시험	구 분	평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	○ 콘크리트의 강도율은 설계기준강도 이상을 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 양호한 상태임.		
		배수지	28.3~28.8	27.0	104.8~106.6			
		밸브실	28.8~29.7		119.8~123.6			
	탄산화 깊이 측정	구 분	탄산화 깊이(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	평가결과	○ 모든 개소에서 탄산화 잔여깊이가 30.0mm이상으로 분석되어 양호한 상태임.		
		배수지	1.5~1.6	63.4~68.5	a			
		밸브실	1.4~1.6	53.4~54.6	a			
	변위·변 형 조사	구 분	기울기 변위량(°)		부등침하 변위량		○ 변위·변형이 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.	
		배수지	(-)0.50~(+)0.30		-			
		밸브실	(-)0.20~(+)0.30		유도배수 구배로 인한 측정 불가			
건축 구조물	반발경도 시험	구 분	평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	○ 콘크리트 강도율은 101.5~104.0%로 분석되어 설계기준강도의 100%를 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 건전한 상태임.		
		건축물 내부	24.3~24.9	24.0	101.5~104.0			
	탄산화 깊이 측정	구 분	탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	탄산화깊이 / 피복두께	평가 결과	○ 모든 개소에서 탄산화깊이 대비 피복두께가 0.03~0.05로 측정되어 상태평가 상 “a” 로 양호한 상태임.	
		건축물 내부	1.0~1.3	25.0~40.0	0.03~0.05	a		
	부재의 규격조사	구 분		설계치수 - 측정치수				○ 부재의 규격조사 결과, 도면과 거의 일치하는 것으로 분석됨.
		벽체(W1)		(+)5.0~(+)7.0mm				
		보(wG1)		(+)5.0~(+)10.0mm				
		작은보(RB1)		(+)3.0~(+)10.0mm				
	변위·변 형 조사	구 분		기울기 및 각변위			평가 결과	○ 평가결과, 구조물의 변위 및 변형은 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.
		건물기울기		1/4,130~1/4,810			a	
		부재 변형	작은보(RB1)	5.50mm(처짐량)	1/1,018		a	
			테두리보(wG1)	6.50mm(처짐량)	1/1,126		a	

4.2.6 전차 점검 결과와 비교·검토

【표 4.11】 점검 결과 비교·검토

구 분		2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
토목 구조물	콘크리트 강도시험(MPa)	28.4 ~ 29.7 / (27.0)	28.3 ~ 29.0 / (27.0)
	탄산화시험(mm) (깊이/잔여깊이)	1.0 ~ 1.5 / 47.0 ~ 50.0	1.4 ~ 1.6 / 53.4 ~ 68.5
	변위·변형 조사	—	배수지 기울기 (-)0.50~(+)0.30 밸브실 기울기 (-)0.20~(+)0.30 [지침상 기본과업은 아님]
건축 구조물	반발경도 시험	—	24.3 ~ 24.9 / (24.0)
	탄산화 깊이 측정/ 탄산화깊이÷피복	—	1.0 ~ 1.3 / 0.03 ~ 0.05
	부재의 규격조사	—	벽체(W1) (+)5.0~(+)7.0mm 보(wG1) (+)5.0~(+)10.0mm 작은보(RB1) (+)3.0~(+)10.0mm
	변위·변형 조사	건축물 기울기 1/4,130~1/5,205 부재변형(천장보) 1/1,347,~1/1,350	건축물 기울기 1/4,130,~1/4,810 부재변형(RB1, wG1) 1/1,018,~1/1,126
검토 비교		금회 과업진행 시 전차가 실시한 장비시험에 대한 범위에서의 검토 비교 결과, 대체적으로 유사한 값으로 조사 되었으나, 일부 결과 값이 차이가 있는 경우, 이는 점검자의 판단, 시험장비, 작업위치 등의 복합적인 요소에 의한 것으로 사료된다.	

제5장 상태평가

5.1 시설물 상태평가

5.2 안전등급 지정

제5장 상태평가

5.1 시설물 상태평가

상태평가는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(상수도편)」을 참고하여 상태평가는 1단계에서 7단계까지 구성되어 있으며, 1~3단계는 부록에 수록하였다.

5.1.1 개별시설물(4단계) 상태평가

가) 배수지

【표 5.1】 개별시설물 상태평가표 (배수지)

복합부재	상태평가결과	평가지수 (E_3)	규모(m^2) (S)	계산값 ($E_3 \times S$)
배수지	a	4.57	3,015.36	13,774.16
밸브실	a	4.57	3,015.36	13,774.16
합계(Σ)			6,030.72	27,548.33
1.상태평가지수(E_3)최솟값(Min.Value) =				4.57
2.상태평가지수(E_3)최댓값(Max.Value) =				4.57
3. $V_1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min}) =$				0.00
4. $V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S) =$				0.91
5.개별시설의 상태평가지수(E_4)= $\text{Min} + V_1 \times V_2 =$				4.57
6.개별시설의 상태평가결과 =				a

나) 밸브실

【표 5.2】 개별시설물 상태평가표 (밸브실)

복합부재	상태평가결과	평가지수 (E_3)	규모(m^2) (S)	계산값 ($E_3 \times S$)
밸브실 지하1층	a	4.62	409.80	1,895.31
밸브실 지하2층	a	4.62	409.80	1,895.31
합계(Σ)			819.60	3,790.62
1.상태평가지수(E_3)최솟값(Min.Value) =				4.62
2.상태평가지수(E_3)최댓값(Max.Value) =				4.62
3. $V_1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min}) =$				0.00
4. $V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S) =$				0.92
5.개별시설의 상태평가지수(E_4)= $\text{Min} + V_1 \times V_2 =$				4.62
6.개별시설의 상태평가결과 =				a

다) 배관설비

【표 5.3】 개별시설물 상태평가표 (배관설비)

복합부재	상태평가결과	평가지수 (E_3)	규모(EA) (S)	계산값 ($E_3 \times S$)
배관설비1	a	5.00	1.00	5.00
합계(Σ)			1.00	5.00
1.상태평가지수(E_3)최솟값(Min.Value) =				5.00
2.상태평가지수(E_3)최댓값(Max.Value) =				5.00
3. $V_1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min}) =$				0.00
4. $V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S) =$				1.00
5.개별시설의 상태평가지수(E_4) = $\text{Min} + V_1 \times V_2 =$				5.00
6.개별시설의 상태평가결과 =				a

라) 전기설비

【표 5.4】 개별시설물 상태평가표 (전기설비)

복합부재	상태평가결과	평가지수 (E_3)	규모(EA) (S)	계산값 ($E_3 \times S$)
기동반 및 제어반	a	5.00	1.00	5.00
합계(Σ)			1.00	5.00
1.상태평가지수(E_3)최솟값(Min.Value) =				5.00
2.상태평가지수(E_3)최댓값(Max.Value) =				5.00
3. $V_1 = 0.3 \times (\text{Max} - \text{Min}) =$				0.00
4. $V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S) =$				1.00
5.개별시설의 상태평가지수(E_4) = $\text{Min} + V_1 \times V_2 =$				5.00
6.개별시설의 상태평가결과 =				a

5.1.2 복합시설물(5단계) 상태평가

【표 5.5】 복합시설물 상태평가표 (토목구조물)

복합시설명	토목구조물					
개별시설명	평가결과	평가지수	조정계수	규모	조정값	계산값
배수지	a	4.57	1	6,030.72	6,030.72	27,560.39
밸브실	a	4.62	1	819.60	819.60	3,786.55
합계(Σ)				6,850.32	6,850.32	31,346.94
1. 복합시설평가지수(E5) = $\sum(E4 \cdot A \cdot W) / \sum(A \cdot W) =$						4.58
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

【표 5.6】 복합시설물 상태평가표 (기계설비)

복합시설명	기계설비					
개별시설명	평가결과	평가지수	조정계수	규모	조정값	계산값
배관설비	a	5.00	1	1.00	1.00	5.00
합계(Σ)				1.00	1.00	5.00
1. 복합시설평가지수(E5) = $\sum(E4 \cdot A \cdot W) / \sum(A \cdot W) =$						5.00
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

【표 5.7】 복합시설물 상태평가표 (전기설비)

복합시설명	전기설비					
개별시설명	평가결과	평가지수	조정계수	규모	조정값	계산값
전기설비	a	5.00	1	1.00	1.00	5.00
합계(Σ)				1.00	1.00	5.00
1. 복합시설평가지수(E5) = $\sum(E4 \cdot A \cdot W) / \sum(A \cdot W) =$						5.00
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

5.1.3 통합시설물(6단계) 상태평가

【표 5.8】 통합시설물 상태평가표 (토목구조물)

통합시설명	토목구조물					
복합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	규모	조정값	계산값
배수지	a	4.58	1	6,850.32	6,850.32	31,374.47
합계(Σ)				6,850.32	6,850.32	31,374.47
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.58
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

【표 5.9】 통합시설물 상태평가표 (기전설비)

통합시설명	기전설비					
복합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	규모	조정값	계산값
기전설비	a	5.00	1	1.00	1.00	5.00
합계(Σ)				1.00	1.00	5.00
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						5.00
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

【표 5.10】 통합시설물 상태평가표 (건축시설물)

통합시설명	건축시설물					
복합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	규모	조정값	계산값
건축물	a	4.75	1	1.00	1.00	4.75
합계(Σ)				1.00	1.00	4.75
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.75
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

※ 평가지수 환산식 적용 $4.5 + (1.00 \times 0.25) = 4.75$

※ 건축시설물 상태평가 결과자료의 경우 부록편 상태평가 결과자료 편에 수록하였음

5.1.4 종합시설물(7단계) 상태평가

【표 5.11】 종합시설물 상태평가표

종합시설명	화성봉담2 배수지					
통합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	중요도	조정값	계산값
토목구조물	a	4.58	1.00	50.00	50.00	229.00
기전설비	a	5.00	1.00	25.00	25.00	125.00
건축구조물	a	4.75	1.00	25.00	25.00	118.75
합계(Σ)				100.00	100.00	472.75
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.73
2. 복합시설 종합평가 등급 =						A

5.1.5 전차 점검 비교분석

【표 5.12】 전차 점검 비교분석 결과

구 분	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
평가지수	4.86	4.73
평가등급	A등급	A등급
검토결과	전차 점검결과와 비교결과, 안전등급 및 평가지수는 전차점검과 동일한 A등급으로 평가되었으나, 평가지수의 경우 전차(정밀) 4.86 → 금차(정밀) 4.73점으로 하향되어 평가되었다. 이는 전차점검 이후 배수지 1~2지 신규 손상(균열)에 의한 것으로 판단된다.	

5.2 안전등급 지정

본 시설물은 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 A등급으로 산정되었다.

【표 5.13】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 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 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제6장 보수보강 및 유지관리 방안

6.1 보수·보강 방안

6.2 보수·보강 개략공사비

6.3 유지관리 방안

제6장 보수·보강 및 유지관리 방안

6.1 보수·보강 방안

【표6.1】 보수·보강 방안

구분		손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
배수지 1지	상부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	5.00/1	주의관찰	3
		도장박리	m ²	0.05/4	주의관찰	3
		녹	EA	2	주의관찰	3
	벽체	균열 부 백태	m	4.00/4	주의관찰	3
		백태	m ²	0.02/1	주의관찰	3
	기둥	상태양호	—	—	지속관찰	—
배수지 2지	상부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	하부슬래브	도장박락	m ²	0.04/4	주의관찰	3
	벽체	균열 부 백태	m	2.00/2	주의관찰	3
		녹	EA	3	주의관찰	3
	기둥	상태양호	—	—	지속관찰	—
밸브실 지하1층	상부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	하부슬래브	이격	m	4.00/1	주의관찰	3
	벽체	실링재 이격	m	8.00/2	주의관찰	3
밸브실 지하2층	상부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	하부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	벽체	균열 부 백태	m	12.70/9	표면보수	2
		백태	m ²	2.15/8	표면보수	2
		실링재 이격	m	4.00/1	주의관찰	3

【표6.1】 보수·보강 방안(계속)

구분	손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
건축 시설물(내부)	접합부 누수	m	10.50/2	실링재 재설치	2
	도장박락	m ²	0.16/1	주의관찰	—
	접합부 이격	m	38.00/3	실링재 재설치	2
건축 시설물(외부)	계단 몰탈 파손	m ²	0.15	모르타르 마감보수	2
	실링재 이격	m	4.00/1	실링재 재설치	2
	주변 이격	m	10.00/1	주의관찰	3
	바닥 콘크리트 균열(0.3mm이상)	m	19.50/5	주입보수	2
옥상층	파라펫 몰탈박리, 박락	m ²	0.89/4	모르타르 마감보수	2
	파라펫 균열(0.3mm이상)	m	1.50/3	모르타르 마감보수	2
	파라펫 균열(0.3mm미만)	m	0.40/1	표면보수	2
	방수층 열화	m ²	46.00/2	방수층 재시공	2
기계설비	상태양호	—	—	지속관찰	—
전기설비	상태양호	—	—	지속관찰	—

6.2 보수·보강 개략공사비

【표6.2】 보수·보강 개략공사비

부재명		손 상 내 용	보수 단위	손상 물량	보수 물량	보수·보강 방안	단가(원)	공사비	우선 순위
밸브실 지하2층	벽체	백태	m²	12.70	15.20	표면보수	66,524	1,011,165	2
		파손	m²	2.15	2.58	표면보수	66,524	171,632	2
건축시설물 (내부)		접합부 누수	m	10.50	45.28	실링재 재설치	17,307	783,661	2
		접합부 이격	m	38.00					
건축시설물 (외부)		몰탈 파손	m²	0.15	1.00	모르타르 마감보수	40,000	40,000	2
		실링재 이격	m	4.00	4.00	실링재 재설치	17,307	69,228	2
		바닥 균열 (0.3mm이상)	m	19.50	23.40	주입보수	23,214	543,208	2
옥상층		파라펫 몰탈박락	m²	0.89	1.07	모르타르 마감보수	40,000	42,800	2
		파라펫 균열 (0.3mm이상)	m	1.50	1.80	모르타르 마감보수	40,000	72,000	2
		파라펫 균열 (0.3mm 미만)	m	0.40	1.00	표면보수	66,524	66,524	2
		방수층열화	m²	46.00	59.97	방수층 재시공	29,851	1,790,164	2
순 공 사 비				1순위			—		
				2순위			4,590,382		
제 경 비 (순공사비의 50%)							2,295,191		
총공사비(단기 및 장기)							6,885,573		

※1.각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할증을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외함.

· 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수물량은 손상물량에 20%를 할증함.

· 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만)는 길이(L) x 0.25

· 건축물 내부 실링재 보수의 경우 이격 손상과 접합부 누수 손상이 중복되는 사안이므로 접합부 누수 연장은 제외
2. 개략공사비는 현장 여건에 따라 증감이 될 수 있음.

3. 보수·보강방안이 주의관찰인 손상은 제외함.

4. 공사 시 경제적인 측면을 고려하여 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.

5. 손상물량이 1.0m²미만인 손상들은 보수재료의 단가보다 적게 산정되므로 보수물량을 1.0m²으로 산정하였음.

6.3 유지관리 방안

【표 6.3】중점 유지관리 방안

부 재	점 검 항 목	금회 주요 손상사진
배수지	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 도장박리, 도장기포 등의 발생 여부	
	공용기간 증가에 따른 손상 변화에 대한 주의관찰이 요구됨.	
밸브실	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 이음부에서 발생한 손상의 진전 및 추가 발생 여부	
	차기 점검시 백태 손상에 대하여 표면보수 실시 후 재손상 발생 및 진전여부 확인이 필요함.	
건축구조물	- 균열, 도장박리, 백태 등 기존 손상의 확대 및 추가손상 발생 여부	
	옥상층 방수가 전반적으로 열화된 상태이므로 방수층 재시공 실시 후 재손상 발생 여부에 대한 지속관찰이 필요함.	
기전설비	- 배관/밸브 도장박리, 부식 발생여부 - 배관/밸브 누수 및 파손,변형 발생여부 - 밸브 작동상태 확인	
	부식의 손상 발생 시 진전여부 확인과 이로 인한 추가 손상발생에 대하여 지속관찰이 필요함.	
기타시설	- 난간 설치 후 안전난간 파손, 변형, 부식 발생여부	
	작업자의 안전사고 방지를 위한 난간 설치 후 지속적인 유지관찰, 점검이 필요함.	
부대시설	- 토사유실, 옹벽파손에 대한 보수완료 후 신규손상 발생여부에 대한 지속관찰을 통한 유지관리가 필요함	

제7장 종합결론

7.1 외관조사 결과

7.2 재료시험 결과

7.3 상태평가 및 안전등급

7.4 사용제한 및 요구사항

7.5 종합결론

제7장 종합결론

7.1 외관조사 결과

7.1.1 배수지 1지

외관조사결과 2024년 정밀안전점검 결과, 신규 손상으로 균열(0.3mm미만), 도장박리, 녹, 균열 부 백태, 표면백태 등이 조사되어 손상물량이 소폭 물량이 증가한 것으로 검토되었다.

배수지 내부에서 발생한 녹의 경우 잡철물(거푸집 연결 및 체결용 철사 등)에 의해 발생한 것으로 현재 구조물에 주는 영향은 미미할 것으로 판단되므로 현시점에서의 보수보다는 주의 관찰 실시 후 일괄보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

표면백태의 경우에도 상기와 동일한 원인에 의해 발생한 손상으로 현재 방수도장 표면부에 발생한 상태이므로 구조물에 주는 영향은 미미한 상태로 주의관찰이 필요하다.

배수지 1지 내부에서 조사된 도장 박리의 경우 공용 중 부착력이 저하된 방수·방식 도장부에 청소 시 고압수가 접촉되면서 진전되어 발생한 상태로 배수지 시설물에 빈번히 발생하는 손상 이므로 현시점에서의 보수보다는 주의관찰 후 일괄보수 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

7.1.2 배수지 2지

외관조사결과 2지의 경우 2021년 정밀안전점검 시 전반적으로 양호한 상태인 것으로 확인 되었으나, 금회 조사 시 바닥슬래브 도장박락, 벽체 균열 부 백태, 녹 등이 조사되어 손상물량 이 소폭 증가한 것으로 검토되었다.

주로 배수지 2지에서 발생한 녹, 도장손상, 균열 부 백태 등의 손상들은 공용기간 증가, 담수접촉, 시공미흡, 부착력 저하 등에 따라 발생한 손상으로 대체적으로 1지와 유사하게 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 구조물에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되므로 주의관찰이 요구된다.

7.1.3 밸브실

밸브실 외관조사결과 2021년 정밀안전점검 이후 특이할만한 보수는 실시되지 않은 것으로 것으로 조사되었으며, 금회 외관조사결과, 기존 점검 시 확인된 바닥 이격, 실링재 이격, 균열 부 백태, 표면백태 등의 손상이 조사되었다.

밸브실 내부에 조사된 균열 부 백태 및 표면백태의 경우 공용 중 습기접촉 및 미세균열을 통한 배면수 유입에 따른 손상으로 확인한 누수는 없는 상태이므로 표면보수가 요구된다.

본 시설물의 경우 경우 1~2지 배수지가 맞대어 시공되어 있는 상태로 설계 시 그에 따른 신축량 분담을 위해 구조물에 신축이음을 두어 구조물에 대한 손상을 억제하며, 이음면에 실링재를 설치한다. 따라서 이런 구조물들의 경우에는 빈번히 이음면의 실링재 이격이 발생하는 바 현재 이를 통한 누수의 발생은 없는 상태이므로 주의관찰이 바람직한 상태이다.

7.1.4 건축구조물

계단실 및 전기실 외관조사결과 2021년 정밀안전점검 이후 특이할만한 보수는 실시되지 않은 상태로 확인되었으며, 금회 조사 시 건축물 내부 접합부 누수 및 이격, 도장박락, 외부 실링재 이격, 주변 침하 이격, 바닥 콘크리트 이격, 균열(0.3mm이상), 기타 몰탈 파손, 옥상층 파라펫 손상(균열, 몰탈박락), 방수층 열화 등의 손상이 조사되었다.

건축물 내부에 조사된 접합부, 실링재 이격의 경우 구조적인 손상은 아니며, 이음면에 빈번히 발생하는 손상이지만 이를 통한 누수 양상이 2개소 조사되어 옥상 방수층 재시공이 필요한 상태이므로 이와 병행하여 실링재 재설치가 필요한 상태이다.

건축물 내부에 천장슬래브에 국부적으로 조사된 도장박락의 경우 공용 중 부착력 저하에 의한 것으로 현재 이로인한 구조물의 영향은 미미한 상태이므로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.

옥상층 파라펫에 조사된 균열 및 몰탈박리, 박락의 경우 외기노출, 우수접촉, 시공 시 다짐미흡에 의한 복합적인 원인에 따라 발생한 손상으로 구조부재가 아닌 관계로 대상 시설물에 주는 영향은 미미한 상태이지만 방수층 공사 전 몰탈보수를 병행하여 유지관리를 실시하는 것이 장기적인 측면에서 적합할 것으로 판단된다.

대상 건축구조물의 경우 배수지와 일체되어 있는 구조물로 배수지 자체가 기초의 역할을 하는 구조형식으로 이루어져 있다. 따라서 외부에 조사된 주변 이격, 바닥 콘크리트 이격, 균열(0.3mm이상), 계단 몰탈 파손 등은 공용기간 증가 및 토사 다짐미흡 등에 의한 토사 침하에 의하여 무근콘크리트에 발생한 손상으로 배수지 및 건축시설물 구조체에 주는 영향은 없을 것으로 판단되므로 공사 완료 시점에서 적절한 조치가 필요한 상태이다.

7.1.5 기전설비

외관조사결과 2021년 정밀안전점검 이후 특이할만한 신규손상 발생은 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

기전설비에 대한 외관조사는 배수지 내부에 설치되어 있는 유입·유출배관과 유입 밸브실, 유출 밸브실 배관에 대하여 외관조사를 실시하였다.

외관조사결과 2021년 정밀안전점검 결과와 마찬가지로 점검일 현재 특이할만한 신규 손상은 조사되지 않은 전반적으로 양호한 상태이다.

7.1.6 안전시설(점검로)

본 시설물은 매립형식으로 안전시설로는 밸브실 계단의 난간과, 건축시설물의 옥상층 진입사다리 등이 설치되어 있다. 다만, 향내의 난간이 미설치된 상태로 조사되었다.

본 시설물은 매립형식으로 안전시설로는 밸브실 계단의 난간과, 건축시설물의 옥상층 진입사다리 등이 설치되어 있다. 다만, 향내의 난간이 미설치된 상태로 조사되었다.

7.1.7 기타 부대시설

화성봉담2 배수지의 기타 부대시설의 경우 장내포장과 배수지 주변으로 사면, 펜스 및 배수로, 보강토 옹벽 등이 있는 상태로 2024년(상반기) 정기안전점검 실시 전에 옹벽 상부 토사유실 및 옹벽 파손이 발생 되어 보수·보강 공사가 감행되고 있는 것으로 확인되었다. 따라서 관련자료를 협조받지 못한 관계로 정확한 현황은 알 수 없으나, 금차 정밀안전점검 시 기존 사면 토사굴착 및 반출이 진행된 상태이며, 당초 보강토 옹벽에서 RC옹벽으로 시공이 진행 중인 상태로 면밀한 조사가 불가하여 금회 과업 진행 시 현황 사진을 첨부하여 정리하였다.

7.1.8 공중이 이용하는 부위

가. 추락방지시설

추락방지시설이 설치되어 있지 않아 관리자 및 점검자의 안전에 위험이 있어 조속한 조치가 필요할 것으로 판단되어 책임기술자 판단에 따라 “e” 등급으로 평가되었다.

나. 도로포장

본 시설물은 도로포장은 없는 것으로 조사되어 평가에서 제외하였다.

다. 도로부 신축이음부

본 시설물은 도로부 신축이음부가 없는 것으로 조사되어 평가에서 제외하였다.

라. 환기구 등의 덮개

본 시설물은 환기구 등의 덮개는 없는 것으로 조사되어 평가에서 제외하였다.

7.2 재료시험 결과

7.2.1 콘크리트 강도시험

콘크리트 강도시험 측정결과 평균 강도는 토목 28.3 ~ 29.7MPa, 건축 24.3 ~ 24.9MPa 로 측정되었으며, 본 시설물은 설계압축강도인 (토목 27.0Mpa, 건축 24.0Mpa) 100%이상 값을 상회하는 것으로 확인되었다.

구 분	토목구조물	건축구조물
설계압축강도 (MPa)	27.0	24.0
반발경도 평균값 (MPa)	28.3 ~ 29.7MPa	24.3 ~ 24.9MPa

7.2.2 탄산화시험

탄산화 시험 측정결과, 탄산화깊이는 토목 1.4 ~ 1.6mm, 건축 1.0 ~ 1.3mm 탄산화 잔여깊이는 토목 53.4 ~ 68.5mm, 건축 23.7 ~ 39.0mm로 측정되어 각 토목 및 건축 시설물 세부 지침에 따른 탄산화에 의한 부식발생 우려 상태평가 등급은 a등급으로 평가되었다.

구 분	토목구조물	건축구조물
탄산화깊이(mm)	1.4 ~ 1.6	1.0 ~ 1.3
탄산화 잔여깊이(mm)	53.4 ~ 68.5	0.03 ~ 0.05[탄산화깊이 ÷ 피복]

7.3 상태평가 및 안전등급

개별시설물	평가지수	상태평가결과
토목구조물	4.58	a
기전설비	5.00	a
건축구조물	4.75	a
종합평가		A

종합적으로 평가한 결과, 토목구조물은 a등급 4.58, 기전설비 a등급 5.00, 건축구조물 a등급으로 평가되어 종합평가 점수는 4.73로 평가되었으며, 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태” 인 A(우수)등급으로 지정하였다.

7.4 사용제한 및 요구사항

7.4.1 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

전차점검과 비교 결과, 공용기간 중에 발생하는 일반적인 손상들로 중대한 손상 및 결함은 없는 것으로 조사되어 긴급점검이나 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등은 필요 없을 것으로 판단된다.

7.4.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

대상시설물의 경우 2024년 상반기 정기안전점검 이전에 발생한 웅벽 파손 및 토사 유실로 인한 보수·보강 공사가 감행중인 상태로 공사 완료 후 실시되는 차기 점검 시 기타 부대시설에 대한 면밀한 조사가 필요한 상태이다.

그 외 일반적인 외관조사 현황은 특이한 손상 및 중점적으로 관리가 필요한 손상은 없는 것으로 조사되어 차기 점검시 기존 손상에 대한 손상의 진전여부와 2차손상 발생에 대하여 지속적인 점검을 통한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

7.5 종합결론

2018년 준공되어 시설물로 약 6년째 공용중인 화성봉담2 배수지는 균열(0.3mm미만), 균열 부 백태, 녹 도장박리, 박락이 조사되었으며 구조물에 영향을 미치는 손상은 없는 것으로 조사되었다. 그 외 밸브실 내부에서 균열 부 백태, 표면백태, 실링재 이격이 건축시설물 내부 접합부 누수, 접합부 이격, 도장박락, 외부 계단 몰탈 파손, 실링재 이격, 주변 이격, 바닥 콘크리트 균열(0.3mm이상), 옥상층 파라펫 균열, 몰탈박리, 박락, 방수층 열화 등이 조사되었다. 조사된 손상의 경우 공용기간 증가, 시공미흡, 건조수축, 수화열, 건습작용 등에 의한 것으로 판단된다. 한편, 기타 부대시설인 사면 및 옹벽의 경우 현재 2024년 상반기 정기안전점검 이전에 옹벽 파손 및 토사유출로 인하여 현재 보수·보강 공사가 감행되고 있는 상태로 면밀한 조사는 불가하며, 공사 완료 후 차기 점검시에 면밀한 외관조사가 필요한 상태이다.

금회 정밀안전점검 결과를 종합적으로 분석하고, 시설물의 종합평가를 도출하여 안전등급을 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “A(우수)등급”으로 지정하였다.

따라서 향후 보수·보강 및 유지관리 방안에서 제시한 내용을 토대로 구조물을 관리한다면 구조물의 상태를 양호하게 유지관리 할 수 있을 것으로 판단된다.