

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 내진설계 여부

2.6 주요 관련도면

제 2 장 자 료 수 집 및 분 석

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 대상시설물의 관련자료를 수집·분석하여 시설물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 아래와 같다.

<표 2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		보유현황	비 고
준공도서	◇ 설계도서 - 실시설계보고서 - 구조계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 감리보고서	○	◇ FMS 전산관리
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡) - 토목, 건축 구조물도 - 기계, 전기, 설비 및 기타	○	
시설물 관리대장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ FMS 전산관리
시공관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 각종 시험 기록 ◇ 사고기록	○	◇ FMS 전산관리
정기 및 정밀점검 자료		○	◇ FMS 전산관리
보수·보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 시설물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 실시설계보고서, 구조계산서, 토질조사 보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 실시설계보고서(1994.12)

1.2.2 계획 처리구역

본 과업의 계획구역은 남한산성 도립공원에 산성리 취락지구를 중심으로 주거, 상업지역을 포함하는 2.41 Km²를 처리구역으로 설정하였다.

계획구역내 용도지역별 토지이용현황은 다음 <표 1.2.1>과 같다.

산성리 토지 이용 현황

<표 1.2.1> (단위: Km ²)				
구 분	농 경 지	일 야 기 타	비 고	
2.41Km ²	0.41	1.74	0.26	행정구역 연직 (산성리)

1.2.3 계획의 개요

가. 처리계획 개요

구 분	단 위	1 단 계	2 단 계	3 단 계	비 고
1.목 표 연 도	년	1996	2006	2011	
2.처리 구역 면적	ha	241	241	241	
3.계 획 인 구					
○상 주 인 구	인	430	430	430	
○일 회 대 이용자		13,000	27,000	35,000	
○시간외대이용자		19,500	40,500	53,000	
4.계 획 하 수 량					
○일 평 균	m ³ /일	481	876	1,112	
○일 회 대		798	1,347	1,718	
○시 간 외 대		1,429	2,239	3,114	
5.처리 시설 용량	m ³ /일	1,200	1,200	1,200	
6.처리 시설 부지 면적	m ²	5,500	5,500	5,500	
7.처 리 장 위 치		광주군 중부면 산성리 59-1 일대			
8.오수 관거 연장	m	3,638	-	-	
9.설 계 수 질					
○B O D	mg/l	90	100	110	
○C O D		60	70	80	
○S S		95	100	120	

<계 속>

구 분	단 위	1 단 계	2 단 계	3 단 계	비 고
10.방 류 수 질	mg/l	11	11	11	
○B O D		14	14	14	
○C O D		11	11	11	
○S S					
11.하수 처리 방법		산화구법 (52%)버림			
○수 처 리		중속 → 탈수 → 매립			
○슬 러 지 처 리					

나. 처리시설 개요

시 설 명	형 식	규 격	비 고
1. 차집 관로	자연유하식	φ250 ~ 300, L=3,638m	
2. 침 사 지	중력식(구형)	W0.7m x H0.5m x L3.0m x 2지	
3. 유입 펌프	수중모터 펌프	Q1.17m ³ /분 x H10m x 3대 (1대 예비)	
4. 산 화 구	수로형수평로우터	φ5.0m x H3.2m x (1.5m) x 2수로 →	
5. 최종침전지	중력식(원형)	φ8.0m x H3.5m x 2지	
6. 농 속 조	중력식(원형)	φ3.0m x H2.5m x 1지	
7. 용수공급조	수로침출형	1 지	
8. 관 리 사	-	1 동	

0011

0012

년도별 평균 기온

<표 2.1.5> (단위: °C)						
구 분	1987	1988	1989	1990	1991	평 균
1 월	-6.5	-6.8	-0.2	-8.9	-7.9	-6.06
2 월	-3.2	-5.9	1.7	0.4	-5.4	-2.48
3 월	2.2	1.8	6.1	5.8	2.7	3.68
4 월	8.1	7.9	13.8	7.8	4.8	8.48
5 월	15.0	14.7	17.7	16.0	15.7	15.82
6 월	20.7	20.1	20.8	21.1	19.2	16.54
7 월	22.8	23.9	24.3	28.0	20.0	23.80
8 월	24.1	24.5	25.2	29.7	20.6	24.82
9 월	17.2	19.3	19.6	19.2	19.9	19.08
10 월	11.7	10.5	11.4	12.8	10.0	11.28
11 월	3.8	1.0	5.3	6.4	1.5	3.60
12 월	-4.3	-2.2	-0.9	-3.1	-2.0	-2.50
평 균	9.3	9.1	12.1	11.26	8.3	9.7

자 료 : 광주군 통계년보

나. 강수량

광주군 통계년보상의 관측통계기록에 의하면 년최대 강수량은 1990년의 2,338.7 mm이고 년최소 강수량은 1989년 743.0 mm로서 그 차이가 상당히 심하여 년평균 강수량은 1,334 mm로 우리나라 평균치(1,274mm)를 상회한다.

년도별 평균 강 수 량

<표 2.1.6>						
구 분	1982	1983	1984	1985	1986	1987
강 수 량	1,021.0	980.3	1,337.8	1,475.6	1,263.4	1,644.2
구 분	1988	1989	1990	1991	평 균	
강 수 량	743.0	1,365.3	2,338.7	1,171.0	1,334	

자 료 : 광주군 통계년보

다. 천기일수

광주군 통계년보에 따라 과거 11년간의 천기일수를 평균하여 보면 제정일 203일, 호린날이 80일, 강우일이 69일, 강설일이 13일로서 전형적인 대륙성 기후로서의 온화한 특징을 보이고 있다.

0017

년도별 천기일수

<표 2.1.7> (단위: 일)				
구 분	태 양	호 린	비	눈
1981	196	82	67	20
1982	214	77	67	7
1983	193	92	73	7
1984	206	75	67	17
1985	183	86	74	23
1986	200	77	80	8
1987	203	74	77	11
1988	182	98	73	12
1989	200	83	77	5
1990	241	48	61	15
1991	219	77	51	18
계	2,237	869	767	43
평 균	203	80	69	13

자 료 : 광주군 통계년보

라. 풍 향

과거 10년간 자료분석에 의해 일평균으로 본 주풍향은 서풍과 서북서풍이며, 평균풍속은 1.0 m/sec이고 최저풍속은 0.8 m/sec 이다.

이상의 조사결과를 근거로한 과거 10년간 본 지역의 기상개황은 다음 <그림 2.1.8>과 같다.

- 12 -

0018

2.2.2 구조계산서(2006.09)

가. 토목구조물

1.0 설계기준

1.1 상하수도 구조물 설계 특기사항

상하수도 구조물은 일반 철근콘크리트 구조물의 용도에 비하여 특이한 문제점을 내포하고 있다. 즉, 일반 용도의 철근콘크리트는 강도 및 안전도면이 특히 중요시되고 있으나 상하수도구조물에서는 사용성(Serviceability), 균열, 내구성 및 수밀성 등이 동시에 요구되고 있으므로 상하수도구조물의 콘크리트는 콘크리트부재의 균열에 의한 외부로부터의 오염 가능성 혹은 약품에 의한 부식 가능성을 최소화하여야 한다.

1.2 적용기준

구분	적용 기준 및 규격
국내	· 콘크리트 구조설계기준(2003) : 한국콘크리트학회 (건설교통부) · 콘크리트 표준시방서(2003) : 한국콘크리트학회 (건설교통부) · 도로교설계기준(2003) : 한국도로교통학회 · 하수도 시설기준 (1998) : 환경부 · 구조물 기초설계기준(1997) : 한국지반공학회 · 지중구조물의 내진설계(1999) : 한국지진공학회 · 상수도시설 내진설계기준 마련을 위한연구(1999) : 환경부 · 항만 및 어항설계기준(2000) : 해양수산부
국외	· American Concrete Institute(ACI) · American Institute of Construction (AISC) · British Standard Code(BSI) · 미국 P.C.A : Concrete Information

1.3 사용재료

구분	항목	적용	비고
콘크리트	설계기준강도	$f_{ck} = 27 \text{ MPa}$	
	탄성계수	$E_c = 0.043 \cdot w_c^{1.5} \cdot f_{ck} \text{ MPa}$	
	Poisson's Ratio	0.17	
	선형팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	
철근	설계기준항복강도	$f_y = 300 \text{ MPa}$	
	탄성계수	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$	
	Poisson's Ratio	-	
	선형팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	

- 3 -

1.4 적용하중

1) 재료의 단위질량

재료명	단위질량 (kg/m³)	재료명	단위질량 (kg/m³)
철근콘크리트	2,500	말미눈	2,800
프리스트레스트	2,500	시멘트모르타	2,150
콘크리트	2,350	목재	800
강재	7,850	역청재(방수용)	1,100
주철	7,250	아스팔트포장	2,300

※ 삼질량이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

2) 적재하중

구분	적재하중 (kN/m²)	구분	적재하중 (kN/m²)
지붕 (적설시)	2	전기실, 발전기실	10
복도, 계단, 환관	2.5	창고(기류)	10
기계실, 펌프실, 보일러실	10	차도(중차량하중재하시)	12
수질시험실, 변압장	5	수처리실(기계하중별도)	5

3) 활하중

구분	활하중 (kN/m²)	구분	활하중 (kN/m²)
지표면하중(a)	10	기타하중(보도하중)	5

도로면 활하중 (DB-2차차, BOX, 도로설계기준)			
도폭(m), H	도로면활하중 (kN/m²)	도폭(m), H	도로면활하중 (kN/m²)
1.0	51	5.0	15
1.5	39	6.0	15
2.0	21	7.0	15
2.5	17	8.0	12
3.0	15	9.0	11
4.0	15	10.0	9

4) 토압

본 과업 구조물은 지하 탱크 구조물로서 지하 벽체 및 바닥슬래브로 형성되어 구조 벽체는 토압 혹은 탱크내의 수압에 의하여 지베된다.
지하탱크가 바닥 및 상판슬래브에서 지지되어 흙입자의 수평이동이 없을 것으로 예상되는 구조물에 대한 설계 횡토압은 정지토압을 적용하여 계산하였으며 지하탱크가 바닥만 지지되고 상부에는 지지되지 않는 탱크에 대해서는 주동토압을 적용하여 계산하였다.

가) 길이에 따른 토압분포 (일반식) : $p = k \times q + k \times \gamma_1 \times H_1 + k \times \gamma_{ab} \times H_2 + \gamma_w \times H_2$ (분포하중)
 $P_{E1} = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma \cdot H^2$, $P_{E2} = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma \cdot H^2$ (집중하중)

- 4 -

여기서, p : 토압 (kN/m²)

k : 정지토압 혹은 주동토압 계수

q : 산재하중, 10 kN/m² 로 가정

 γ_1 : 흙의 단위중량 (지하수위 상측, 1,500 kg/m³) γ_{ab} : 흙의 단위중량 (지하수위 하측, 수중단위중량 - 1,000 kg/m³) γ_w : 물의 단위중량 (1,000 kg/m³) H_1 : 설계지반부터 지하수위면까지의 깊이 (m) H_2 : 지하수위면이하의 깊이 (m)

나) 지하수위의 영향이 없을 경우 : $p = k \times q + k \times \gamma_1 \times H$ H는 지표에서 설계토압의 깊이임

토압계수	주동 토압계수	$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$
	정지 토압계수	$K_o = 1 - \sin \phi$
	지진 시	Monobe-Okabe의 지진토압계수 (K_{AE})
내부하중	토압시점 결과에 의함	
점하하중		

5) 수압

구분	적용	비고
정수압	$P_1 = \gamma_w \cdot H_1$	γ_w : 물의 단위중량 H_1 : 유체의 깊이 (m)
지중간극수압	$P_2 = \gamma_w \cdot H_2$	H_2 : 지하수위의 깊이 (m)

1.5 설계하중 및 하중조합

1) 소요강도 - 하중계수와 하중조합 (강도설계법)

조 건	적용
고정하중(D)과 활하중(L)이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L$
고정하중(D)과 활하중(L) 및 풍하중(W)이 작용하는 경우 또, 고정하중과 풍하중의 재하효과가 서로 상쇄되는 경우	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$ $U = 0.9D + 1.3W$
고정하중(D)과 활하중(L) 및 지진하중(E)이 작용하는 경우 또, 고정하중과 지진하중의 재하효과가 서로 상쇄되는 경우	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.8E)$ $U = 0.9D + 1.4E$
고정하중(D)과 활하중(L), 휘발형 토압과 지하수압(L)이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L + 1.8H$ $U = 0.9D + 1.8H$
고정하중(D)이 토압(L)의 효과를 감소시키는 경우	$U = 0.9D + 1.7L + 1.8H$
고정하중(D)과 활하중(L), 유체압(L)이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L + 1.5F$
고정하중(D)과 활하중(L) 그리고 부동침하, 크리프, 건조수축 또는 온도변화 등이 작용하는 경우(I)	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.5T)$ $U = 1.4D + 1.5T$

※ 지하구조물과 같이 고정하중이 지배적인 구조물은 1.4D의 D 대신 1.1D를 적용한다

- 5 -

2) 설계강도 - 강도감소계수

부재 또는 하중의 종류	강도감소계수
철모멘트 또는 철모멘트와 축인장력이 동시에 작용하는 부재	0.85
프리스트레스트 콘크리트 부재	0.85
축인장력을 받는 부재	0.85
축인속력 또는 철모멘트와 축인속력이 동시에 작용하는 부재	0.75
나선철근으로 보강된 철근콘크리트 부재	0.70
그 이외의 철근콘크리트 부재	0.70
전단력과 비틀림모멘트	0.80
콘크리트의 지압력	0.70
무근콘크리트의 철모멘트, 압축력, 전단력, 지압력	0.65

1.6 해석 모델링 및 사용 프로그램

1) 부재단면 검토

철모멘트 및 압축력을 받는 일반적인 콘크리트 부재에 대하여는 강도설계법에 의하여 검토하였으며 허용응력설계법에 의한 사용성을 검토한다.

2) FRAME 및 SHELL 해석

본 과업 구조물 중에서 일정한 단면이 상당구간 연속되는 1방향성 구조물인 경우는 SAP2000에 의하여 FRAME 해석으로 철모멘트 및 전단력을 검토하였고 FRAME MODELING이 실제적으로 불합리한 2방향성 벽체나 슬래브의 경우에는 SAP2000에 의한 SHELL 해석을 통하여 모멘트 및 전단력을 검토하였다.

3) 지반반력계수

구분	등가 스프링 치환	등가 등분포하중 치환
개요도		
특정	· 기초지반상태(강성기초 또는 연성기초)에 따른 바닥슬래브 등의 정밀한 해석 · 기초지반의 지지조건(연직지반 반력계수)에 따라 치환된 Spring 계수를 선정 적용하므로 기초지반 지반특성의 적절한 고려 가능	· 기초지반의 지지조건에 관계없이 상부 하중에 대해 지반반력이 일정한 것으로 가정 · 기초지반 지반의 특성을 반영하기 어려우며 형상이 복잡한 수조물 등의 특성상 하중조건에 변화에 따라 지반반력을 계산해야 함
적용	◎	
적용사유	기초지반의 지지조건을 등가 스프링계수로 치환하여 지반의 특성값을 반영하므로 상대적으로 정밀한 해석이 가능한 등가 스프링 치환 적용	

- 6 -

나. 건축구조물

1. 설계기준

1.1 사용재료의 기준

본 구조물에 적용된 구조재료의 기준은 표1.1과 같다.

표1.1 사용재료의 기준

구분	설계기준	비고
콘크리트		
압축강도	$f_{ck} = 240 \text{ kgf/cm}^2$	
탄성계수	$E_c = 15000/\sqrt{f_{ck}} = 2.32 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	
최대변형률	$\epsilon_c = 0.003$	
포아송비	$\mu = 0.167$	
열팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	
철근		
항복강도	$f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$ (SD40)	KSD 3504
탄성계수	$E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	
포아송비	$\mu = 0.3$	
열팽창계수	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	

1.2 설계하중

(1) 고정하중

사용된 건축재료의 단위중량은 표1.2와 같다.

표1.2 건축재료의 단위중량 (단위: kgf/m^3)

재료명	중량	재료명	중량
물	1000	흙 (함수)	1800
강재	7850	모래 (함수)	2000
모르터	2000	자갈 (함수)	2100
벽돌	1900	경량콘크리트	1800
목재	700	무근콘크리트	2300
석재	2700	철근콘크리트	2400

$$V = (A \cdot I_e \cdot C / R) \times W$$

여기서, A = 지역계수

I_e = 중요도계수

C = 동적계수 ($C = S/1.2 \sqrt{T}$)

T = $0.0853(h_h)^{0.75}$: 철골구조 모멘트골조

T = $0.0731(h_h)^{0.75}$: 철근콘크리트 모멘트골조

T = $0.0488(h_h)^{0.75}$: 그외의 구조

(h_h : 밑면으로부터 최상층까지의 건축물의 높이(m))

B : 지진하중이 작용하는 방향의 밑면에서의 건축물 평면처수(m)

S = 지반계수

R = 반응수정계수

W = 건축물의 전 중량

1.3 구조안전성

(1) 설계기준에서의 안전규정

강도설계법 기준에서는 하중계수와 강도감소계수를 사용하여 구조안전성을 확보하도록 규정되어 있다. 여기에 사용되는 계수들의 값들은 일부 통계적인 자료에 의하여 결정된 것도 있으나, 경험과 기술적인 판단 등이 많은 부분에서 고려되어 결정된 것이다. 기준에서는 구조물과 구조부재가 하중과 힘의 조합에 의하여 계산된 소요강도와 동등한 설계를 가지게 설계하도록 규정하고 있다. 이 규정은 강도설계법에서의 가장 기본적인 요구사항으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\phi R_n \geq U$$

여기서, R_n = 부재의 공칭강도

(2) 하중계수와 소요강도

1) 고정하중+활하중

$$U = 1.4D + 1.7L$$

2) 고정하중+활하중+중하중

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$$

$$U = 0.9D + 1.3W$$

3) 고정하중+활하중+지진하중

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.8E)$$

$$U = 0.9D + 1.4E$$

4) 토압(H)

$$U = 1.4D + 1.7L + 1.8H$$

$$U = 0.9D + 1.7L + 1.8H$$

5) 유체의 압력(F)

L이 포함된 하중에 1.5F를 추가

(2) 활하중

각 동의 "1.2 설계하중"을 참조하고, 기동과 기초가 부담하는 활하중은 층수가 늘어나면 모든 부담면적이 확실히 작아지기 때문에 층수에 따라 표1.3과 같이 감소계수를 적용한다.

표1.3 기동과 기초의 활하중 감소계수

발치는 바닥의 수	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11이상
감소계수	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5

(3) 적설하중

건축물의 설계용 적설하중은 「건축물 하중기준 및 해설」에서 다음과 같이 규정하고 있다.

$$S_r = C_b \cdot C_e \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g$$

여기서, S_r = 적설하중 (kgf/m^2)

C_b = 기본적설하중계수

C_e = 노출계수

C_t = 온도계수

I_s = 중요도계수

S_g = 지상적설하중 (kgf/m^2)

(4) 풍하중

건축물에 작용하는 풍하중은 바람의 수압면적에 작용하는 풍압으로 설계풍력에 유효 수압면적을 곱한 값으로 다음과 같다.

1) 구조골조용 풍하중 (W_r)

$$W_r = p_r \cdot A \text{ (kgf)}$$

2) 지붕골조용 풍하중 (W_r)

$$W_r = p_r \cdot A \text{ (kgf)}$$

여기서, p_r = 구조골조용 설계풍력 (kgf/m^2)

p_r = 지붕골조용 설계풍력 (kgf/m^2)

A = 유효 수압면적 (m^2)

(5) 지진하중

「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에서는 지진력을 정적인 힘으로 평가하는 등가 정적해석을 적용하여 밑면전단력과 층전단력을 산정하도록 규정하고 있는데, 이 규정에 의한 밑면전단력 V는 다음과 같다.

6) 층각하중(I)

$$L_{대선} (L+I)$$

7) 적설하중(S)

$$L_{대선} (L+S)$$

8) 부동침하, 크리프, 건조수축 또는 온도변화의 영향(T)

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.5T)$$

$$U = 1.4D + 1.5T$$

(3) 강도감소계수와 설계강도

1) 휨모멘트, 또는 휨모멘트와 축인장력이 동시에 작용

0.90

2) 축인장력

0.85

3) 축압축력 또는 휨모멘트와 축압축력이 동시에 작용

① 나선철근 규정에 따른 나선철근 보강부재

0.75

② 기타 철근콘크리트 부재

0.70

4) 전단력과 비틀림모멘트

0.85

5) 콘크리트의 지압

0.70

6) 무근콘크리트

0.65

2.2.3 토질조사보고서(2004.06)

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

3. 조사결과

3.1 지형 및 지질

3.1.1 지형

본 조사지역은 행정구역상 경기도 광주시 초월면 지월리, 도척면 궁평리 및 중부면 산성리 일원에 해당된다. 본 지역의 지형은 구릉성 산지를 이루고 있어 지형윤회상 노년기 지형의 특성을 잘 나타내고 있으며, 북북동~남남서로 뻗고 있는 광주산맥과 그의 지맥 등의 산계가 발달되어 있다.

- 산계는 북동부에 집탄산, 정암산(△403.3), 해월산(△531.3), 양자봉(△666.8), 남부에 정광산(△563), 태화산(△600), 양각산(△386)등이 이 위치하고 있다.
- 수계는 대체로 북류하여 한강으로 유입되는 경안천으로 하류부는 팔당댐에 의하여 하천유로에 따라 폭 1~2km의 호수를 이루고 있다.

3.1.2 지질

본 조사지역에 분포한 지질은 선캄브리아기의 호상편마암류와 이를 관입한 주라기의 화강암류, 그리고 제4기의 층적층으로 대별되어 구성되고 있다. 퇴적 기원의 변성암인 호상편마암의 열리의 주향방향은 전체적으로 보면 거의 남북 방향의 경사를 가지고 있다. 아외에서 본 암을 관찰하면 주로 석영-장석으로 구성된 우백질대과 흑운모로 구성된 우흑질대가 상호 교호하며 나타나는 호상구조(banded structure)가 특징적이다. 본암은 풍화에 약하여 본포지역은 보통 낮은 구릉이나 지지를 이루는 곳이 많으며 전체적으로 반자형의 입상조직으로 주 구성광물인 석영이 심하게 파쇄되어 파상소광을 보이는 것과 재결정 작용에 의해 모자이크 조직을 나타내는 곳도 있다. 장석은 정장석, 미사장석, 사장석으로 구분되는데 이중 미사장석은 퍼싸이트(Perthite)를 이루는 경우가 많다. 흑운모는 대부분 열리면을 따라

14

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

잘 발달되어 있으나 입도가 불규칙하며 부분적으로는 녹리석으로 변질되어 있고 저온을 포유물로 가지고 있는 경우가 많다.

본 지역에 발달되어 있는 지질의 층서적인 관계는 다음과 같다.

< 지질 계통표 >

지질계통	지층명
제 4 기	층 적 층 ~~ 부 정 합 ~~
주 라 기	화 강 암 류 - 관 입 -
선캄브리아기	반상변정질편마암
	우백질편마암
	편 암 류 호상편마암

15

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

3.2.3 남한산성 하수처리장 (BH-4)

가. 매립층

본 층은 부지조성을 위해 매립한 층으로 현 지표면으로부터 3.0m 정도의 층후로 분포하고 있다. 모래 섞인 자갈(크기3~5cm)로 구성되며 통일분류법상 GP로 분류된다. 표준관입시험에 의한 N치는 15/30(회/cm) 정도로 중간경도 조밀한 상대밀도를 나타낸다. 함수상태는 습윤하고, 색조는 암갈색~암회색을 띠고 있다.

나. 퇴적층

자갈층

본 층은 조사지역의 현 지표면으로부터 3.0m 하부에서 확인되며 0.6m 정도의 층후로 분포하고 있다. 함수상태는 젖은 상태이며 세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈로 구성된다. 표준관입시험에 의한 N치는 40/30(회/cm)로 조밀한 상대밀도를 나타낸다. 색조는 암갈색 내지 암회색을 띠고 있다.

다. 연암층

본 층은 조사지역의 현 지표면으로부터 3.6m 하부에서 분포하며 하부부 1.4m 굴진하였다. 본 지층은 편마암의 연암으로 풍화상태는 보통 풍화(M.W) 상태로 파쇄 및 절리가 발달하여 코아회수율이 저조하며 암편상 및 단주상 코아가 회수된다. 코아회수율(TCR)은 8%, RQD는 0%로 나타내며, 색조는 암회색을 띤다.

<표 3-3> 도척하수처리장 지층 구성상태

공 변	매립층	지 층 두께 (m)				연암층	계 (m)
		퇴 적 층	모래층	자갈층	풍화토층	풍화암층	
BH-4	0.0~3.0 (3.0)	-	-	3.0~3.6 (0.6)	-	-	3.6~5.0 (1.4)
토 성	-	-	-	GP	-	-	-

20

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

3.3 시추조사 결과

급회 실시한 시추조사 성과 내용은 다음 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 시추조사 성과

공 변	매립층 (m)	모래층 (m)	자갈층 (m)	풍화장류토층 (m)	풍화암층 (m)	연 암 (m)	계(m)
광주	BH-1	4.2	0.6	1.9	0.8	2.2	1.3
	BH-2	7.5	-	-	2.5	-	2.0
도척	BH-3	1.8	-	7.0	-	-	1.2
남한산성	BH-4	3.0	-	0.6	-	-	1.4
계	16.5	0.6	9.5	3.3	2.2	5.9	38.0

3.4 현장 원위시험 결과

3.4.1 표준관입시험 결과

시추조사와 병행하여 실시한 표준관입시험 결과는 다음 <표 3-5>와 같다.

<3-5> 표준관입시험 결과

공 변	심 도 (CL-m)	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	비고
		19/30	19/30	25/30	50/5	50/5	50/2	
광 주	BH-1	19/30	19/30	25/30	50/5	50/5	50/2	
	BH-2	30/24	11/30	23/30	16/30	50/24	50/15	
도 척	BH-3	50/1	9/30	50/2	50/2	50/1	-	
남한산성	BH-4	15/30	40/30	-	-	-	-	

21

2.3 기존 점검 실시결과 요약

<표 2.2> 기존 점검 실시결과 요약

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
1	2016.06 (정기점검)	자체수행	보통	- 외부에 노출된 부재에서 공용기간 증가 및 노후화 등으로 인한 표면열화가 전반적으로 발생 - 관리동의 경우 지붕(한옥기와장)부의 경우 기와장의 열화가 심화되어 진행중으로 차기 정밀점검시 세부적 상태평가 실시가 필요함	
2	2015.12 (정기점검)	자체수행	보통	- 외부에 노출된 부재에서 공용기간 증가 및 노후화 등으로 인한 표면열화가 전반적으로 발생되었으나 경미한 상태로 지속적인 관찰 점검을 통해 손상의 진행유무를 파악하는 활동이 필요 - 기타 건축물 지붕부(한식기와부) 기와장 부식상태 심화(재료분리)	
3	2015.06 (정기점검)	자체수행	보통	- 외부에 노출된 부재에서 공용기간 증가 및 노후화 등으로 인한 표면열화가 전반적으로 발생되었으나 경미한 상태로 지속적인 관찰 점검을 통해 손상의 진행유무를 파악하는 활동이 필요	
4	2014.12 (정밀점검)	우리기술(주)	B	- 외관조사결과 배관 이음부 누수, 균열, 균열/백태, 박리/박락, 마감 균열 등이 조사됨 - 내구성 조사결과, 현재 설계기준에 대체로 부합한 양호한 상태임 - 상태평가 : 토목구조물(a등급-1개소, b등급-5개소), 건축구조물(a등급-0개소, b등급-4개소)로 분석됨 - 종합평가 평가결과 B등급으로 내구성 증진을 위해 일부 보수가 필요한 상태임 - 침사지 배관 이음부 누수부는 토사가 유출되고 있는 상태로 즉각적인 굴착수 지수보수가 요구되며, 그 외 손상에 대해서도 유지관리 요구됨	
5	2014.05 (정기점검)	자체수행	양호	- 외부에 노출된 부재에서 공용기간 증가 및 노후화 등으로 인한 표면열화가 전반적으로 발생되었으나 경미한 상태로 지속적인 관찰 점검을 통해 손상의 진행유무를 파악하는 활동이 필요	

<표 2.2> 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
6	2013.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 외부에 노출된 부재에서 공용기간 증가 및 노후화 등으로 인한 표면열화가 전반적으로 발생되었으나, 경미한 상태로 지속적인 관찰 점검을 통해 손상의 진행유무를 파악하는 활동이 필요	
7	2013.01 (정밀점검)	(주)모아테크	B	- 토목시설(침사지, 산화구, 침전지, 농축조 등)은 외부에 노출된 부재에서 공용기간 증가 및 노후화 등으로 인한 표면열화가 전반적으로 발생되었으며 일부부재에서 국부적으로 균열/백태가 발생되었으나 손상의 정도가 경미한 상태로 추후 점검을 통한 손상의 진행유무를 파악하여 유지관리방안을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 건축시설물은 재료적 특성 차이 및 온도변화 등에 의한 마감균열이 일부부재에서 확인되었으며 공용기간 증가 등에 의한 마감재 파손, 오염이 발생되었으나 전반적으로 마감재의 손상으로 추후 점검을 통한 손상의 진행유무등을 파악하여 유지관리계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 본 하수처리장에서 발생된 손상들은 손상의 정도가 경미하며 주요부재의 손상이 아닌 부부재(마감재, 조적벽 등) 손상이 대부분으로 추후 점검을 통한 유지관리방안을 수립하여 구조물의 내구성 및 내후성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단됨	
8	2012.06 (정기점검)	자체수행	보통	- 탈수동 일부 건물 내외부의 균열발생으로 누수발생 흔적 및 누수가 진행중인 것으로 조사되었으며 이에대한 보수보강이 필요할 것으로 판단됨	
9	2011.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 침사지 및 유입펌프장, 분배조, 저류조 및 방류수조, 관리동, 전기실 벽체에서 일부 균열 및 누수발생 흔적으로 향후 보수보강공사로 보완조치가 필요할 것으로 판단됨 - 전회 점검시 지적된 하수처리장 주변 포장도로 보수됨	

<표 2.2> 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
10	2011.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 점검결과 침사지 및 유입펌프장, 분배조, 저류조 및 방류수조, 관리동, 전기실 벽체에서 일부 균열 및 누수가 추가 발생하였으며 발생한 균열은 대부분 허용기준치(폭 0.3mm) 이내인 것으로 확인되었고 전회 점검 시 발생한 결함은 대부분 보수가 실시되어 일부 미세한 균열 및 누수를 제외하고 전반적으로 양호한 상태로 확인되었음 - 하수처리장 주변 포장도로에서 마감탈락 및 균열(허용기준치 초과)이다수 발생하여 적절한 보수를 실시함이 좋겠음	
11	2010.11 (정밀점검)	플러스테라 주식회사	B	- 전반적으로 보수가 완료된 양호한 상태이나 국부적으로 기 손상 부위인 균열, 누수 및 백태 등이 조사되었으며 포기조 내부 난간 및 이동통로, 강재기둥에서 도장탈락 및 부식이 조사됨	
12	2010.08 (정기점검)	자체수행	양호	- 침사지 : 벽체 부분적인 균열, 누수, 백태 - 분배조 : 벽체 부분적인 누수, 열화발생 등	
13	2010.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 점검결과 균열에 대해서는 보수가 이루어진 상태로 전반적으로 양호한 상태로 조사되었음 - 일부 벽체에서 보수 후 재 균열 및 누수가 추가 발생하였으며 개구부 사춤주위균열, 온도변화에 의한 수축균열이 미세하게 발생되었으나 구조안전상에 큰 영향은 없을 것으로 사료됨	
14	2009.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 침사지, 유입펌프장 전회차 점검에서 양호하며 일부 표면 망상균열과 도장탈락 발생	
15	2009.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 전반적 상태 양호함 - 건물후면 U형 측구수로 정비필요함	
16	2008.11 (정밀점검)	태화건설(주)	B	- 전반적인 보수 완료로 양호한 상태로 일부 균열, 누수, 백태 등의 손상이 조사됨	
17	2008.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 반송펌프실 균열, 누수, 백태 - 침사지 계단균열	
18	2007.09 (정기점검)	자체수행	양호	- 대체적으로 상태양호하며 노후화에 따른 미장균열 등이 조사됨	
19	2007.03 (정기점검)	자체수행	보통	- 관리동 후면 측구수로 파손 조사됨	

<표 2.2> 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
20	2006.12 (정밀점검)	(재)한국건설 품질연구원	B	- 침사지 및 유입펌프장의 균열, 산화구의 콘크리트파 손, 균열, 침전지 벽체상면에 균열이 조사됨 - 관리동 조적벽체 균열,천정의누수, 전기실 벽체에 균 열이 조사됨	
21	2006.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
22	2005.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
23	2005.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
24	2004.10 (정밀점검)	(사)대한산업 안전협회	B	- 일부 구조물 보조부재의 경미한 결함이 발생되었으 나 기능발휘에는 지장이 없는 것으로 나타남	
25	2004.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
26	2003.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
27	2003.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 반송오니펌프실 출입구 보도블럭 침하	
28	2002.11 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호함	
29	2002.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
30	2002.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 종침옆 지반 침하(구조물에는 이상없음) - 석축돌 계단의 시멘트 몰탈 일부 떨어짐	
31	2001.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
32	2001.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
33	2000.03 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호함	

■ 전차 보고서(2014년 12월) 요약문

1 종합평가 및 안전등급 지정

- 종합평가지수 4.26 (B등급)
- 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태

2 종합결론

- 현재 남한산성 공공하수처리시설은 B등급으로 침사지 배관 이음부 누수는 토사가 유출된 상태이므로, 굴착 후 지수보수가 필요한 상태이다.
- 또한, 그 외 발생한 경미한 손상에 대해서도 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 본 구조물의 공용 중의 문제는 없을 것으로 판단된다.

3 내구성 시험결과

구 분	내구성 조사 결과				평가 의견
콘크리트 압축 강도	시험 종류		측정결과 (MPa)		· 설계기준강도 상회 (양호)
			토목구조물		
	반발경도시험		24.1~29.8		
	설계기준강도		24.0		
철근 탐사	철근종류		측정 (mm)		· 철근배근 간격 일률적 · 최소 피복두께 만족
			배근	피복	
	토목구조물	수직(중)	181~297	42~136	
		수평(횡)	125~302	42~129	
탄산화 시험	부 재	탄산화깊이 (mm)	설계 피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	· a등급 : 탄산화에 의한 부식 발생 우려 없음
	토목구조물	2.1~6.1	42.0~123.0	39.1~117.0	

4 외관조사 결과

결함발생 부재		상태 평가	결함종류	보수·보강(안)
토목 구조물	침사지	b	배관 이음부 누수, cw=0.2mm이하 균열	굴착 후 지수보수
	산화구	b	cw=0.2mm이하 균열, 균열/백태	-
	최종침전지	b	cw=0.2mm이하 균열, 공동	-
	농축조	b	cw=0.2mm이하 균열, 박리/박락	-
	분배조	a	cw=0.2mm이하 균열, 백태	-
	역세배출수조	b	균열/백태, 표면박리, 계단부 이격	-
건축 구조물	관리동	b	마감 균열, 누수흔적	-
	총인처리시설	b	마감 균열/파손/표면박리	-
	저류조/방류조	b	마감 균열/망상균열, 체수	-
	전기실동	b	마감 균열/박리, 방수 도장박리	-
기전설비		a	상태양호	-

5 보수·보강 개략공사비

<표> 1순위 개략공사비

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	배관 이음부 누수	굴착 + 지수보수	1	ea	1	식	1,000	1,000
순공사비			1,000,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			500,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			1,500,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 3순위 개략공사비

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	0.7	m	0.1	m ²	50	5
	균열/백태	표면보수	1.2	m	0.2	m ²	50	10
	백태	표면보수	0.03	m ²	0.1	m ²	50	5
	콘크리트 파손	단면보수	0.06	m ²	0.1	m ²	200	20
	망상균열	표면보수	8.25	m ²	9.9	m ²	50	495
산화구	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	2.8	m	0.4	m ²	50	20
	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	0.6	m	0.7	m	110	77
	균열/백태	표면보수	3.2	m	0.4	m ²	50	20
최종침전지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	3.1	m	0.4	m ²	50	20
농축조	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	0.2	m	0.3	m ²	50	15
	박리/박락	단면보수	0.3	m ²	0.4	m ²	200	80
반송오니	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	2.5	m	3.0	m ²	50	150
	백태	표면보수	0.1	m ²	0.2	m ²	50	10
역세배출	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	9.6	m	1.2	m ²	50	60
	균열/백태	표면보수	0.8	m	0.1	m ²	50	5
	표면박리	표면보수	0.48	m ²	0.6	m ²	50	30
순공사비			1,022,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			511,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			1,533,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 개략공사비 합계

구 분	공사비
1순위	1,500,000
2순위	-
3순위	1,533,000
총 계	3,033,000

2.4 보수·보강 이력

NO	기간	공사 구분	시공자	보수·보강 사항	금액 (천 원)	비고
1	2001.07.19 ~ 2001.08.28	보수	(주)삼화건설공사	탈수동, 관리동, 보일러실 우수유입 및 동결방지용 관넬 설치	30,500	

2.5 내진설계 여부

- 2006년 09월 구조계산서 검토결과 내진설계가 반영됨

만인 경우는 겹침이음길이를 1/3 증가시켜야 한다.

나) 서로 다른 크기의 철근을 압축부에서 겹침이음하는 경우, 이음길이는 크기가 큰 철근의 정착길이와 크기가 작은 철근의 겹침이음길이 중 큰 값 이상이어야 한다. 이때 D41과 D51 철근은 D35 이하 철근과의 겹침이음이 허용된다.

3) 철근의 이음길이

(1), (2)항의 내용을 정리하여 본 설계에 적용한 이음장을 정리하면 다음과 같다.

철근호칭	$f_k = 27 \text{ MPa}, f_y = 300 \text{ MPa}$							
	연 장 철 근				압 축 철 근			
	기타철근		상부철근		기타철근	머뭇철근	나선철근	
	A급 1 _지	B급 1.3 _지	A급 1 _지	B급 1.3 _지	1 _지	0.83 _지	0.75 _지	
D13	36	45	45	59	30	30	30	
D16	45	55	55	72	36	30	30	
D19	55	67	67	88	42	36	32	
D22	75	97	97	127	48	40	36	
D25	85	110	110	143	55	46	42	
D29	96	124	124	162	62	52	52	
D32	105	137	137	179	69	58	57	

1.2 내진설계

: 상수도 시설 내진 설계기준 마련을 위한 연구 (한경부, 1999)

1) 설계지진 및 지진의 영향

가) 내진등급과 설계지진 수준

설계지진	평균재현주기	성능수준	기능수행수준	파괴방지수준
		50년	II 등급	-
		100년	I 등급	-
		500년	-	II 등급
		1000년	-	I 등급

나) 지반 분류에 따른 지진계수 C_a

지반종류	지반특성	평균 N	지진구역	
			I	II
S_0	경암지반	$N > 50$	0.09	0.05
S_1	보통암지반	$N > 50$	0.11	0.07
S_2	매우 조밀한 토사지반 또는 연암지반	$N > 50$	0.13	0.08
S_3	단단한 토사지반	$15 < N < 50$	0.16	0.11
S_4	연약한 토사지반	$N < 15$	0.22	0.17

※ 토질 조건은 지표면의 경우 S_0 , 기반암의 경우 S_6

다) 재현주기에 따른 위험도계수 I

재현주기 (년)	50 년	100 년	200 년	500 년	1000 년	2400 년	비고
위험도계수, I	0.40	0.57	0.73	1.00	1.40	2.00	

※ 파괴방지수준의 1.00 적용

2) 지진시 토압

$$p_{AE} = (1 - A_v) \left\{ \gamma h K_{AE} + \frac{q \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} K_{AE} \right\}$$

여기서, p_{AE} : 지진시 주동 토압응력 (kN/m²)

K_{AE} : 지진시 주동토압계수

$$K_{AE} = \frac{1}{\cos \theta \cos^2 \alpha \cos(\alpha + \delta + \theta)} \cdot \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\left(1 + \frac{\sin(\phi + \theta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha + \delta + \theta) \cos(\alpha - \beta)} \right)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{A_h}{1 - A_v}$$

여기서, A_h : 설계수평가속도계수

A_v : 설계수직가속도계수 (A_v 는 통상 $\frac{2}{3} A_h$ 값을 적용)

γ : 뒤채움층의 단위중량 (kN/m³)

h : 지표면부터 토압을 구하고자 하는 위치까지의 깊이 (m)

q : 상재 등분포 하중 (kN/m²)

α : 구조물 배면이 연직면과 이루는 각(°)

β : 구조물 배면의 지표면이 수평면과 이루는 각(°)

ϕ : 뒤채움 층의 내부 마찰각 (°)

δ : 구조물 벽면과 흙사이의 마찰각 (일반적으로 $\delta = \phi/2^\circ$)

3) 지진시 동수압 및 간극수압

$$p(z) = \beta \cdot \frac{I}{S} \cdot \gamma_w \cdot A_h \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

여기서 z : 수면을 원점으로 하고 깊이 방향으로 택한 좌표 (m)

h : 자유수면이 있는 수조의 수심 (m)

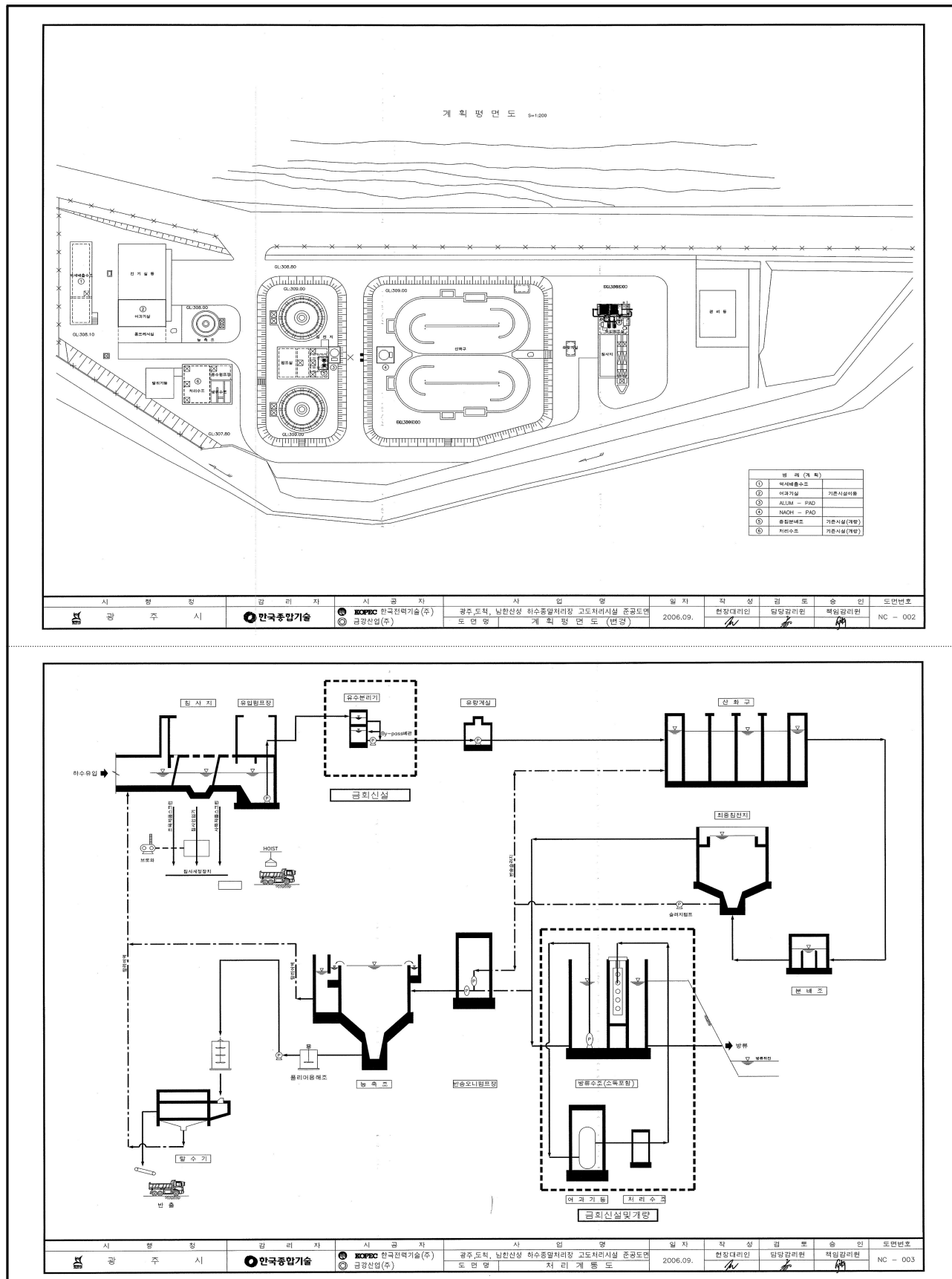
β : 지진 가속도 방향의 수조 폭 B 와 수심 h 의 비에 따른 보정계수

단, $\frac{B}{h}$ 가 표시되지 않은 경우는 선형보간을 하여 사용한다.

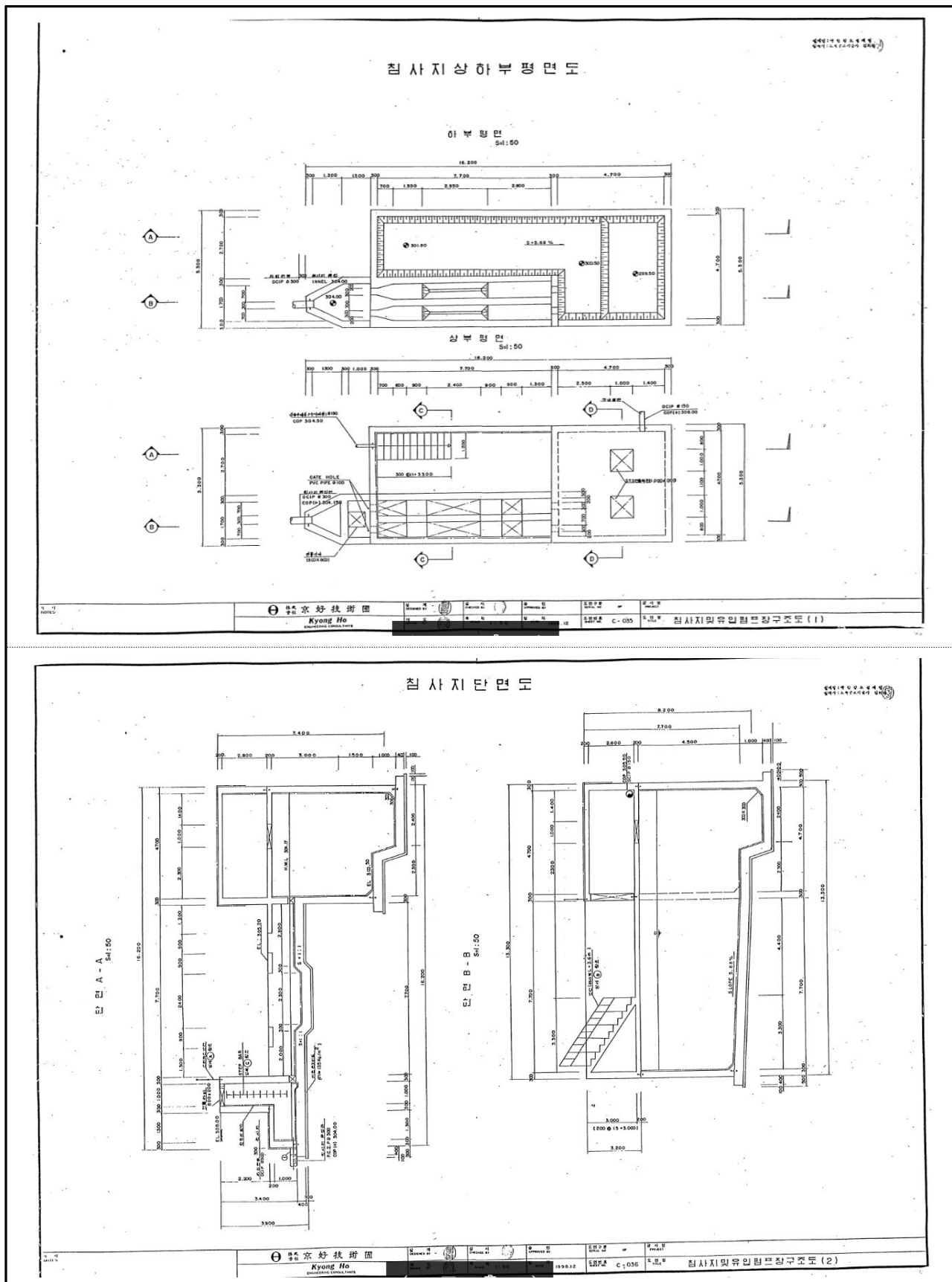
$\frac{B}{h}$	β
0.5	0.37
1.0	0.670
1.5	0.835
2.0	0.921
3.0	0.963
4.0	0.986
∞	1.000

- 13 -

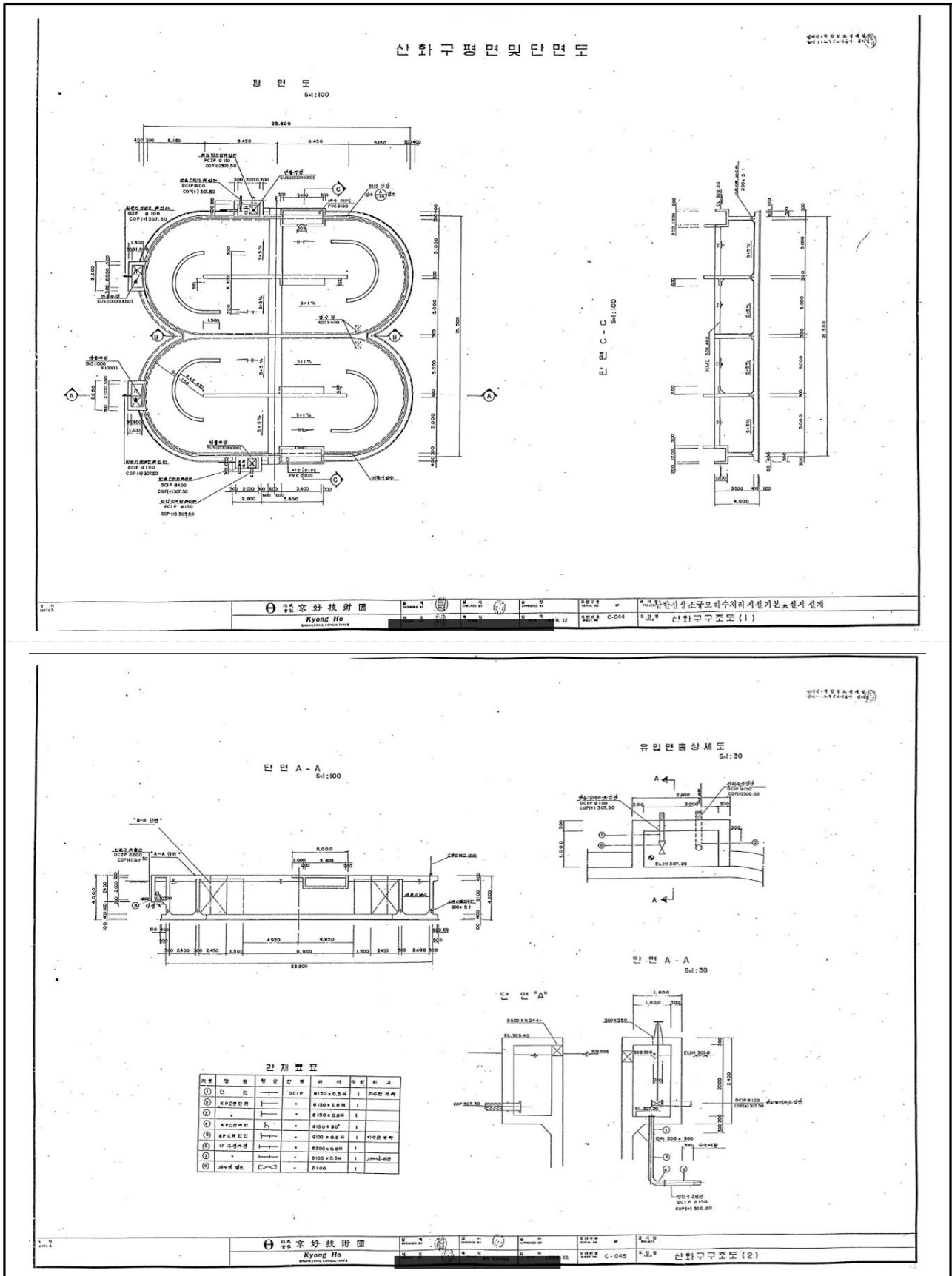
2.6 주요 관련도면

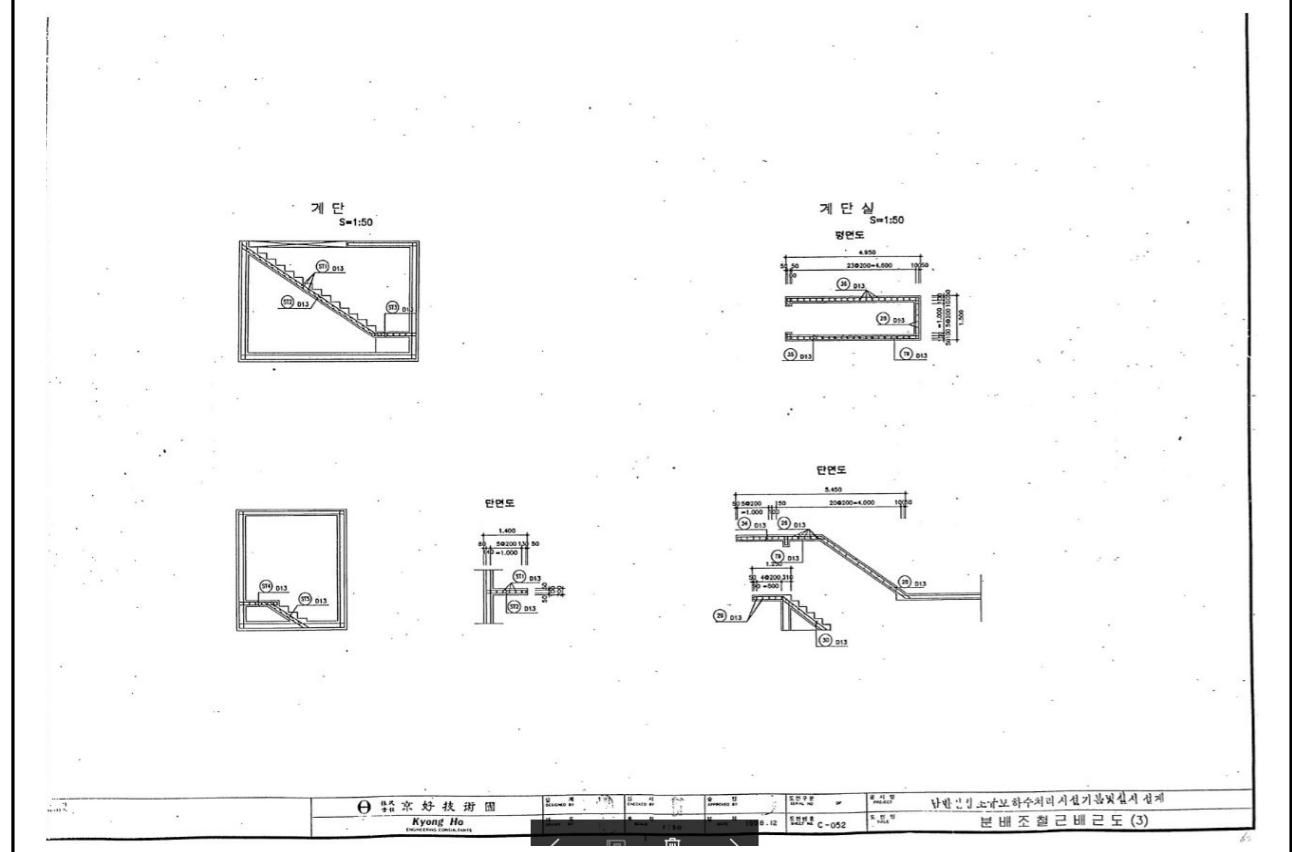


1) 침사지 및 유입펌프장

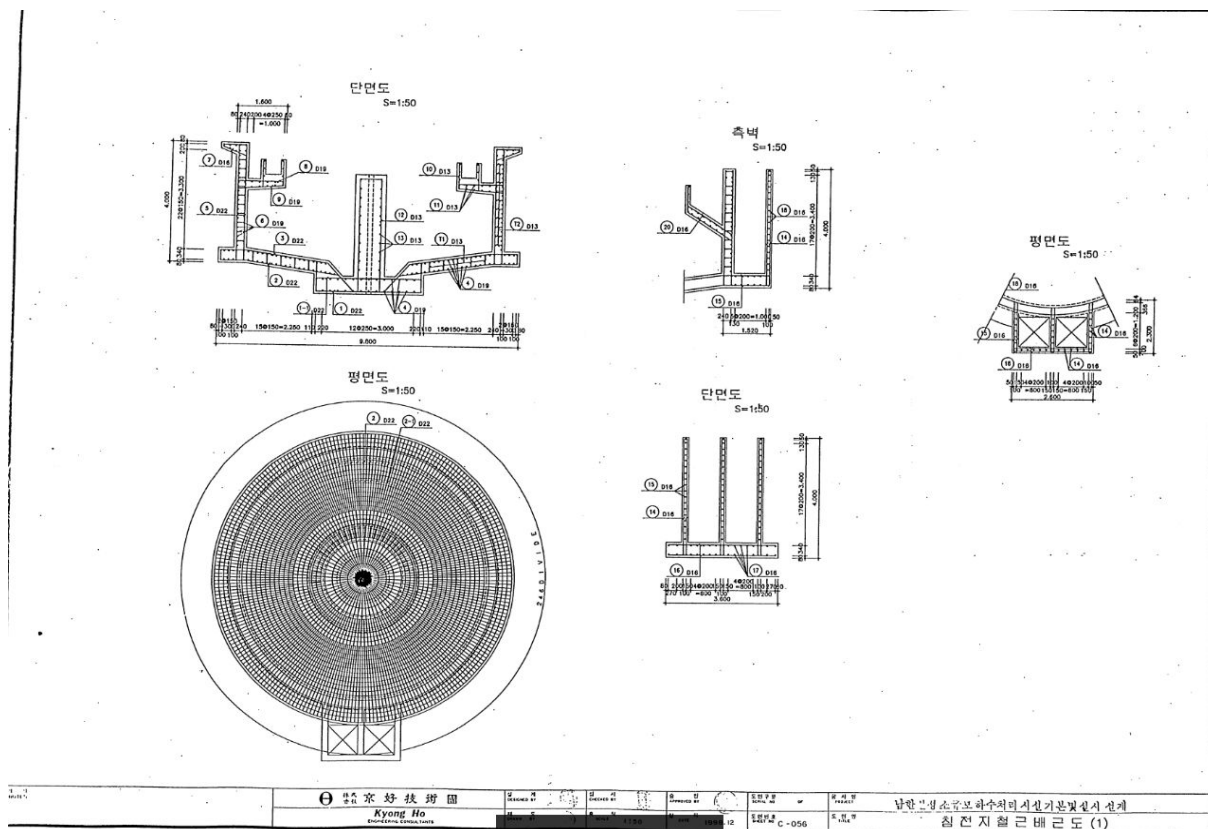
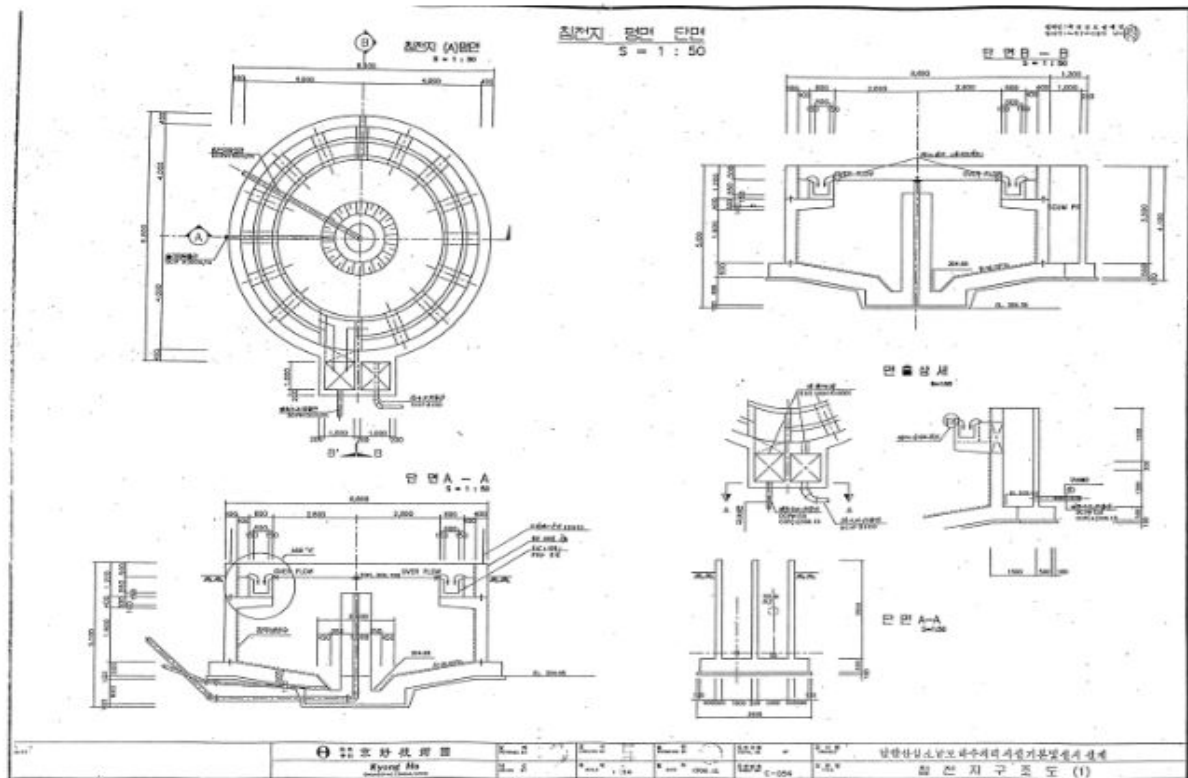


2) 산화구

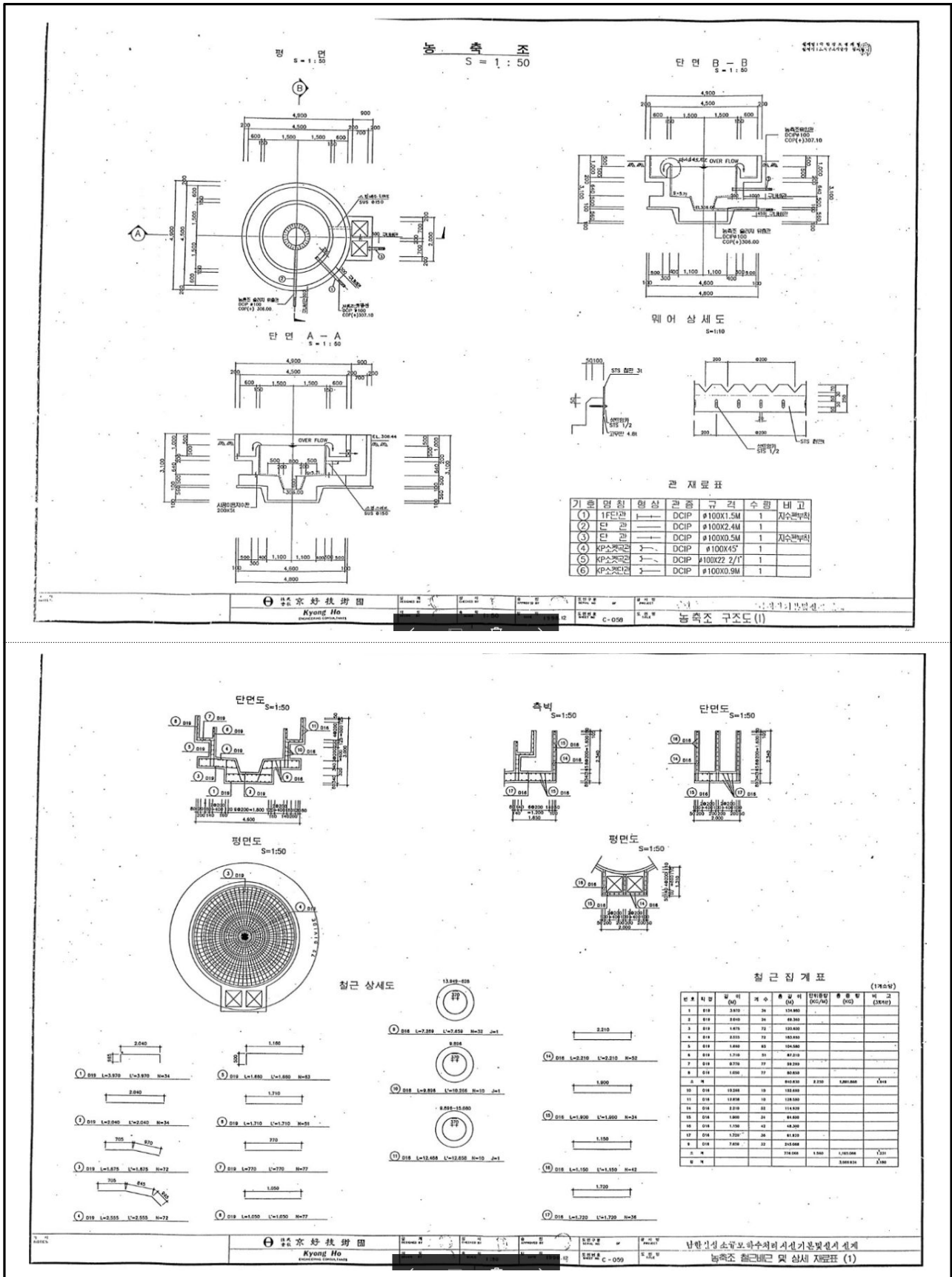


[illegible]

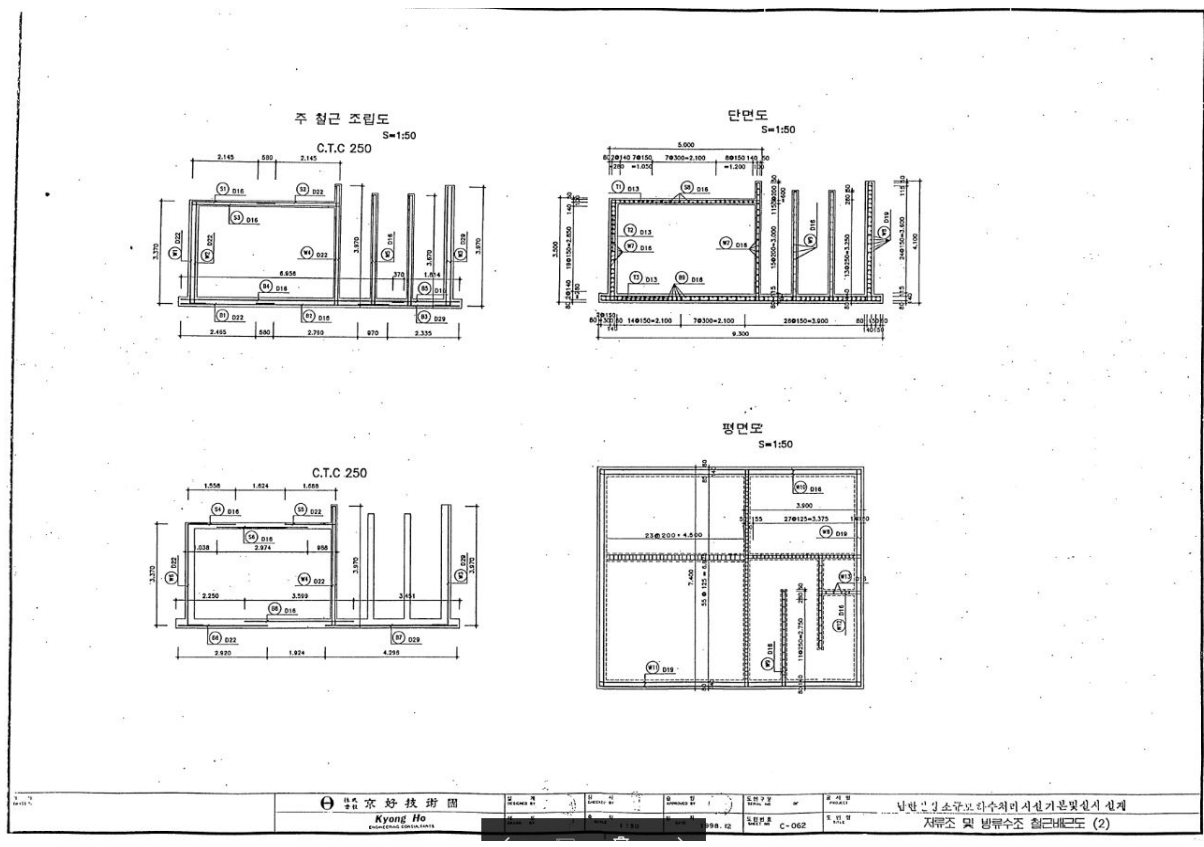
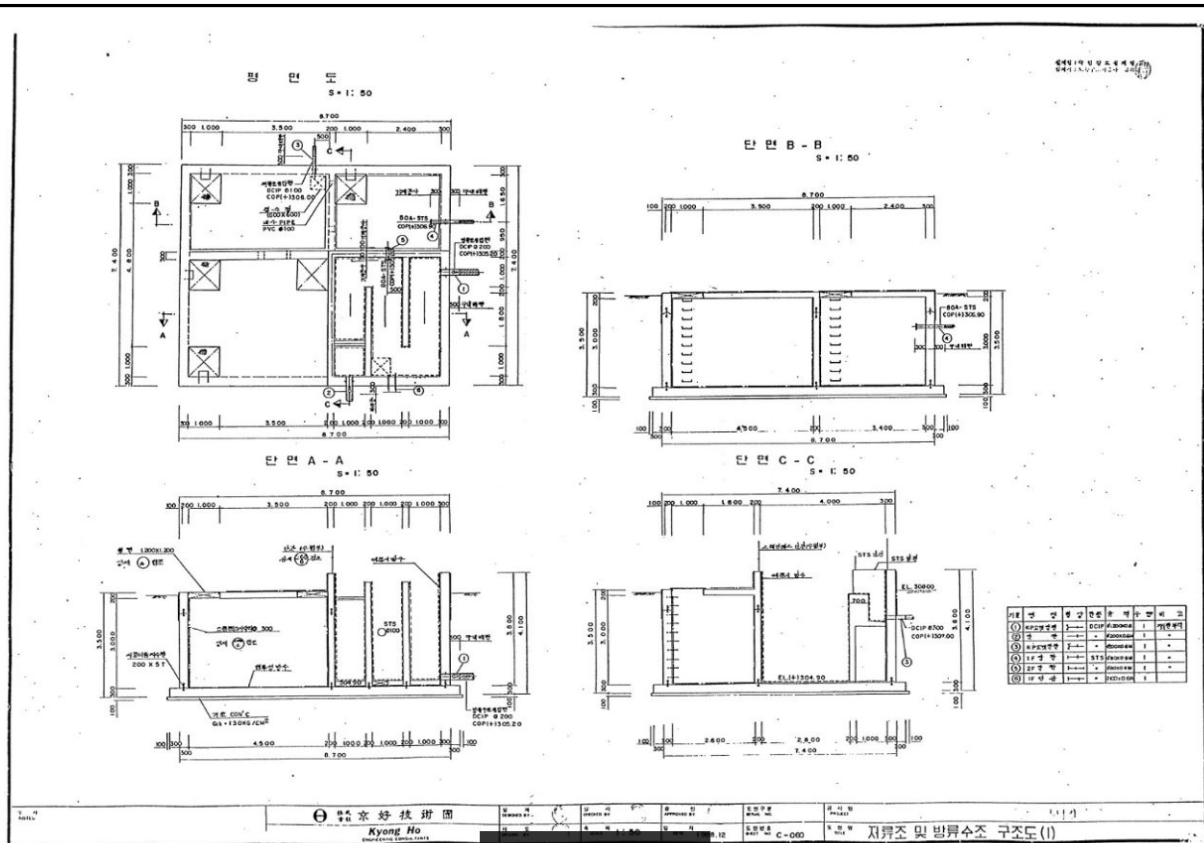
4) 최종침전지



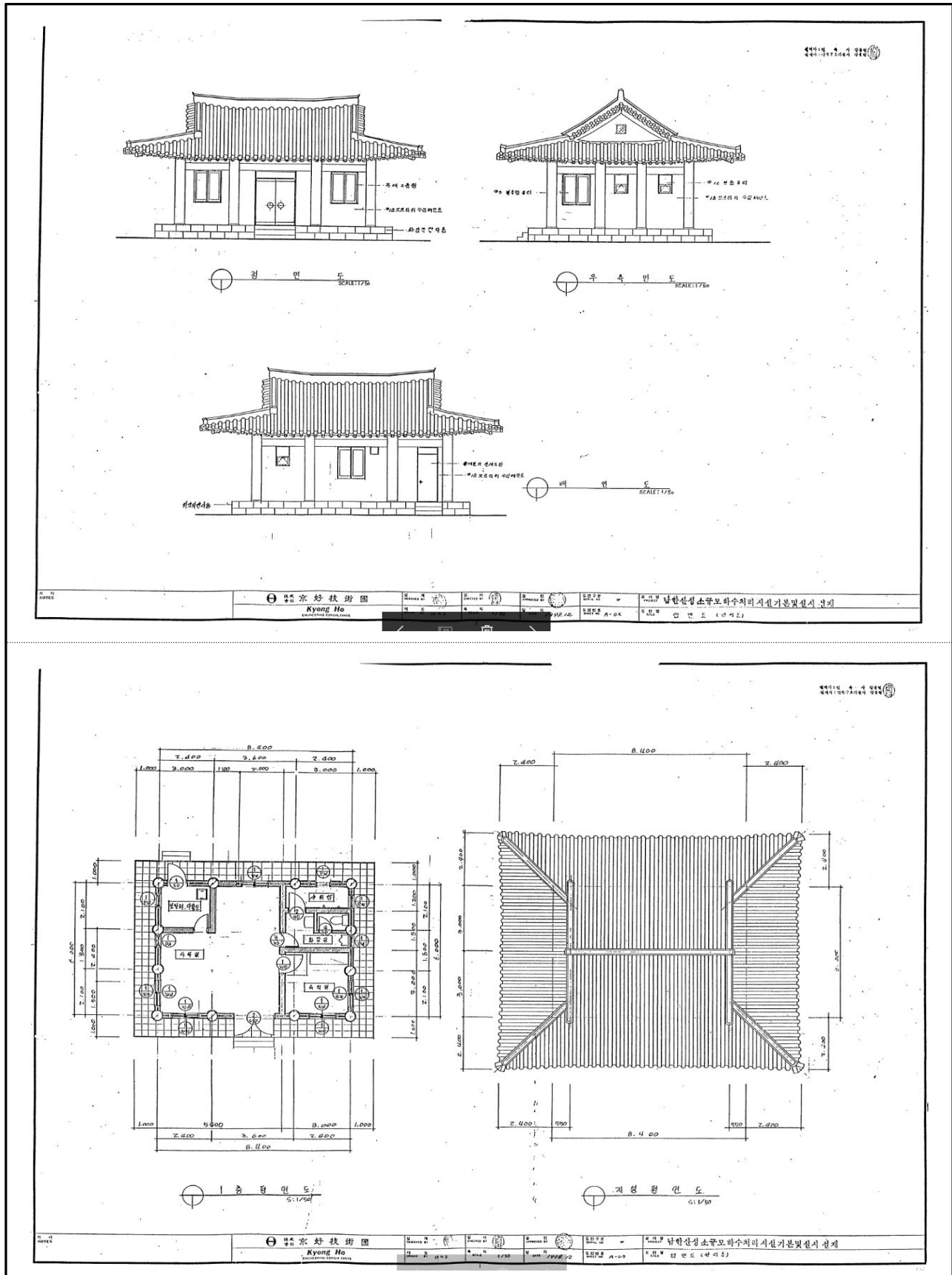
5) 농축조



6) 저류조 및 방류수조



7) 관리동



8) 전기실동

