

폐·하수처리장의 공정설계 기법

〈3〉



배재식

〈한국종합기술개발공사 상무이사〉

5. A 공단 폐수처리장 설계 개요

5.1. 유치 업종별 분양 면적

업종	업체수	분양면적 (m ²)	종업원 (인)	출하액 (백만원)	공업용수 요구량 (m ³ /일)	면적비 (%)
금속, 기계	25	129,589	3,260	163,848	222	24.2
목재, 가구	2	3,967	45	627	0	0.7
식·음료품	4	170,248	574	462,400	12,022	31.8
의류, 섬유	8	38,347	638	26,698	36	7.2
제약	4	41,323	459	17,386	329	7.7
염료	1	6,612	40	750	20	1.2
종이제품	1	19,835	102	8,945	150	3.7
기타	6	36,364	493	39,043	0	6.8
소계	51	446,285	5,611	719,697	12,794	83.3
미분양		89,378				16.7
합계		535,663				100.0

5.2. 수질분석 및 모형실험

5.2.1. 응집 침전시험

1) 시료

입주예정 업체중 폐수 배출량이 가장 많은 업체와 제품 제조공정이 동일한 공장의 원 폐수를 시료로 사용함.

2) 실험방법

실험은 Jar Tester를 사용하였음.

3) 실험 종류

○pH 조정

○응집제 사용 : Alum, 석회, 고분자 응집제

4) 실험결과

○원폐수의 유기물이 대부분 용존상태이기 때문에 응집 침전에 의한 유기물 제거효율은 크지 않았다.

○원폐수의 SS 농도가 높기 때문에 단순 침전에 의한 효과가 큰 경우도 있었다.

○원폐수의 TKN 및 T-P의 농도가 워낙 낮으므로 생물학적 처리시에는 질소와 인의 보충이 필요한데 응집 침전을 시킬경우 이들을 더 많이 필요로 하게 된다.

○실험결과 원폐수의 응집 침전처리는 바람직하지 못하며 보통침전 및 중화후 생물학적 처리가 타당할 것으로 판단된다.

5.2.2. 활성 슬러지 처리 실험

1) 실험방법

활성슬러지 처리실험을 위한 반응조에 시료를 연속적으로 주입시켰으며 실험에 채택된 포기시간과 F/M 비는 재래의 활성슬러지 공법으로 실험이 진행될 수 있도록 유입수의 수질에 의해서 결정

2) 분석항목

○침전폐수와 처리수

pH, TBOD, TCODmn, SCODmn, TSS, VSS, TKN,

T-P

○포기조, 혼합액

수온, pH, DO, MLSS, MLVSS, SVI

○침전 슬러지

TS, 비저항계수, CST

3) 실험결과

OF / M 비를 대략 0.2mg BOD / mg MLSS-day 이
하의 낮은 값으로 설계함이 바람직함.

○BOD 농도에 비하여 질소 및 인이 부족한 상태로
SVI가 높고 침전성이 불량함.

5.2.3. 급속사여과 실험

1) 실험방법

아크릴로 제작된 급속사여과 실험장치를 이용하였
으며 시간에 따른 여과수의 유량과 탁도, 그리고 수두
손실의 변화를 측정하였음.

2) 실험결과

2차 처리수의 사여과 처리는 폐수내의 SS 제거에는
매우 효과적이었으며 제거되는 SS의 일부분이 유기
물이므로 2차 처리수가 높은 농도로 SS를 함유되는 경
우에는 유기물의 제거에도 효과적임을 알 수 있다. 그
러나 역세척을 자주 실시하여야 하는 문제점이 있음.

5.2.4. 활성탄 흡착실험

1) 실험장치 및 실험방법

○Jar-Tester를 사용하여 회분식 실험을 실시함.

○활성탄은 PAC, GAC 사용

2) 실험결과

폐수내에 존재하는 유기물은 PAC나 GAC에 의하
여 잘 제거됨을 알 수 있으며 2차 처리수의 수질향상을
위하여 흡착에 의한 3차 처리를 실시할 경우 유기물의
농도가 매우 낮은 1차 처리수를 얻을 수 있을 것으로 판
단됨.

5.2.5. 요약

폐수종말처리장 설계를 위하여 방류하천의 수질과
유량을 조사하고 실험실에서 응집침전, 활성오니처
리, 급속사여과, 활성탄 흡착실험 등을 실시한 결과
다음의 결론을 얻을 수 있었다.

1) 공단 폐수처리장의 처리수가 방류될 방류하천 5
개 지점에서 유량과 수질을 조사한 결과에 의하면 하
천수를 농업에 사용하므로 유량의 변화가 컸으며,
TBOD 농도가 모두 10ppm 이하로서 비교적 덜 오염된
수질을 나타냈었으나 농업용수의 유출입에 의하여 하

천수의 SS 농도가 높은 경우도 있었다.

2) 각종 무기성 및 유기성 응집제를 사용하여 실시
한 응집침전 실험의 결과에 의하면 응집에 의한 유기
물 제거효율이 양호한 편이 아니었으며 이는 폐수내의
유기물이 주로 용존상태로 존재하는데 그 원인이 있는
것으로 판단된다. 따라서 원폐수의 응집침전을 실시
하지 않고 보통 침전시킨 다음 활성슬러지 공법으로
처리하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

3) 폐수의 특성상 F / M 비가 0.2mg BOD / mg
MLSS-day 이하가 되도록 활성슬러지 처리시설을 설
계하는 것이 요망되며, 원폐수가 유기물 농도에 비하
여 질소 및 인 성분이 모자라므로 운전시 이들의 보충
이 필요할 것이다. 또한 슬러지의 침전성이 불량하므
로 2차 침전지의 체류시간을 길게 하여 고형물 부하를
낮추는 것이 바람직스러울 것으로 판단된다.

4) 2차 처리수의 급속사여과 처리수는 폐수내의 SS
를 제거하는데 매우 효과적이었으나 SS의 대부분이
모래층 표면에서 제거되므로 수두손실이 급격히 증가
하게 되므로 역세척을 자주 실시해야 하는 문제점이
있다.

5) PAC와 GAC를 사용한 흡착실험에 의하면 2차
처리수 내의 유기물이 흡착에 의하여 잘 제거될 수 있
었다. 그러나 활성탄의 종류에 따라 흡착능력에 차이
를 나타내었으므로 설계시 이점을 고려하여야 하겠
다.

5.3. 폐수처리장 계획

5.3.1. 설계 폐수량 및 수질

□ 설계 폐수량

(단위 : m³/일)

구 분	유 입 량	반송량 /	계	설계수량
일 평 균	9,597	738	10,335	10,000
일 최 대	12,006	738	12,744	12,500
시간최대	18,188	738	18,926	19,000

□ 설계수질

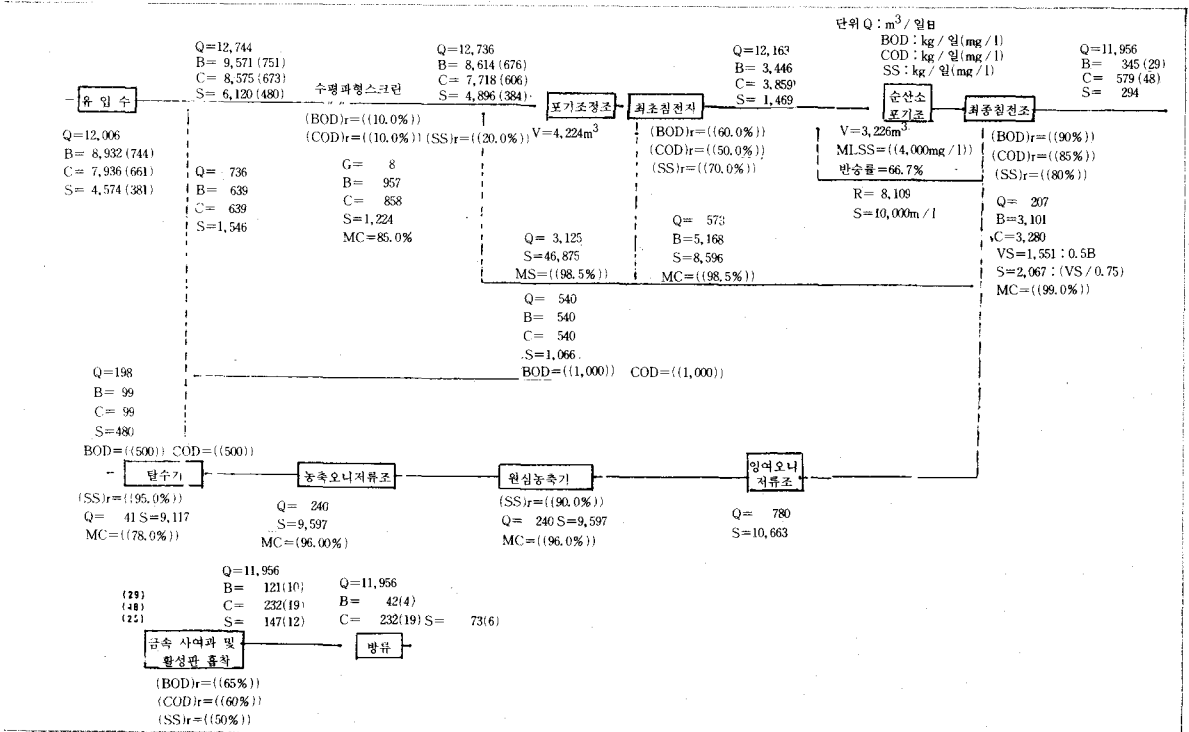
항 목	유입수질		반송수질		계		설계수질 (mg / l)
	kg / d	mg / l	kg / d /	mg / l	kg / d	mg / l	
BOD	8,932	744	639	866	9,571	751	800
COD	7,936	661	639	866	8,575	673	700
TSS	4,574	381	1,546	2,095	6,120	480	500

5.3.2. 물질수지도 (아래쪽 그림)

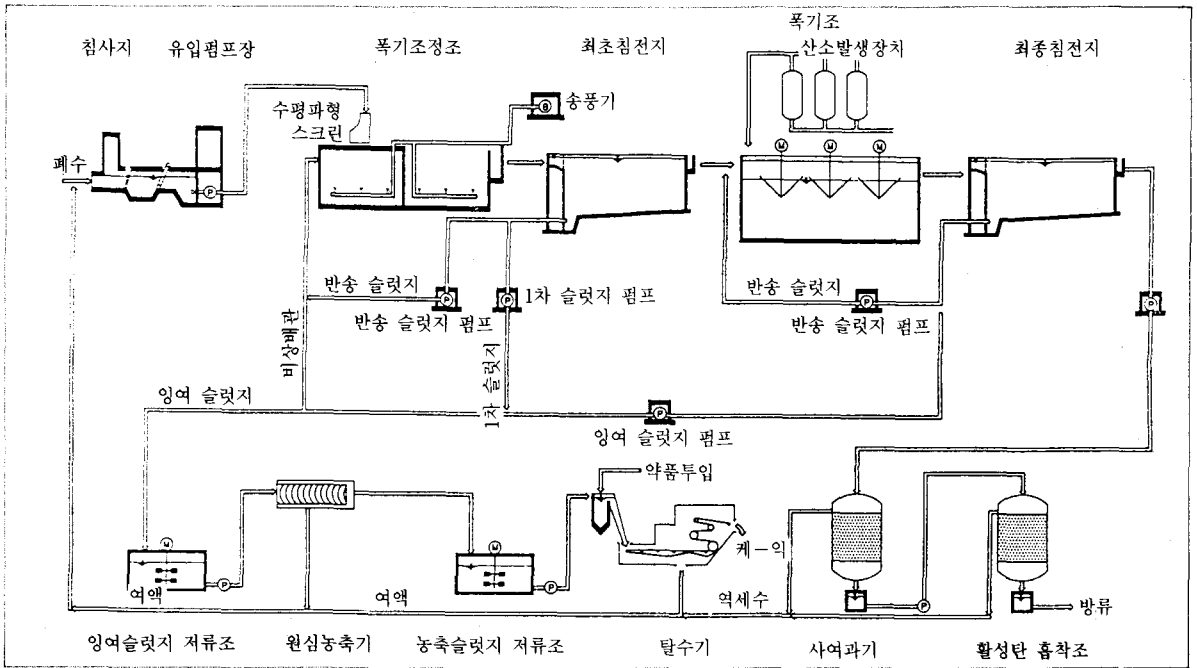
5.3.4. 처리시설의 설계기준

시설명칭	기준항목	설계기준치	결과치
침사지	설계수량	시간최대유량	905
	수면적 부하	<1,800m ³ /m ² ·일	
	지내평균유속	<0.3m/sec	
	침사량	0.005m ³ /1,000m ³ 하수	
파형수평스크린	설계수량	시간최대 유량	
	스크린 간격	0.75mm	
유량조정조 (폭기)	설계수량	일최대 유량	7.8
	조정시간	6hr이상	
	F/M비	0.8kg BOD/kg MLSS	
	공기 주입율	유입하수량의 15배	
최초 침전지	설계수량	일최대 유량	29.8
	수면적 부하	<30m ³ /m ² ·일	
	침전시간	3hr이상	
	유효수심	4.0m	
	원류웨어부하	150m ³ /m ² ·일	
	침전오니농도	1.5% 고형물(98.5% 함수율)	
폭기조	설계수량	일최대 유량	6.2
	폭기방식	순산소폭기	
	폭기시간	약6hr	

시설명칭	기준항목	설계기준치	결과치
	F/M비	0.4kg BOD/kg MLSS	1.85
	MLSS 농도	4,000mg/l	
	슬러지 발생량	0.5kg VSS/kg BODr	
	산소 주입율	1.5kg O ₂ /kg BOD계거	
최종 침전지	설계수량	일최대 유량	16.7
	수면적 부하	<20m ³ /m ² ·일	
	고형물부하율	150-170kg DS/m ² ·일	
	침전시간	>4hr	
	유효수심	3.3-6.1m	
	원류웨어부하	<150m ³ /m ² ·일	
급속사여과조	여과방식	하향류 압력식 여과	196.5
	여과속도	200m/일	
활성탄흡착탑	흡착시간	30-35분	31
	여과속도	200-600/일	
	COD 흡착능	0.2kg COD/kg-Carbon	
	탄 형상	입상	
슬러지농축기	운전시간	12.0hr	11.6
	농축슬러지농도	4% 고형물(96% 함수율)	
슬러지탈수기	유입슬러지	농축슬러지 및 고분자 응집제	
	탈수능력	150kg DS/m 폭-hr	
	약품 주입율	0.6% DS	
	약품용해율	0.5%(Cation 계)	



5.3.3. 처리계통도



5.3.5. 단위조작별 처리효율

단 위 조 작	제 거 율		단 위	BOD	COD	SS
	수질처리	단 위				
설계수질		mg / l		800	700	500
파형 수평 스크린	제 거 율	%		10	10	20
	처리효율	mg / l		720	630	400
폭기조정조 및 최초 침전지	제 거 율	%		60	50	70
	처리효율	mg / l		288	315	120
폭기조 및 최종 침전지	제 거 율	%		90	85	80
	처리효율	mg / l		29	47	24
급속 사여과 및 활성탄 흡착	제 거 율	%		65	60	50
	처리효율	mg / l		10	19	12

□ 침사지

항 목	단 위	치 수	비 고
설계유량	m ³ / 일	19,000	시간 최대
침사지 규 격	지 폭	m	1.5
	지 장	m	7.0
	유효수심	m	0.8
	지 수	지	2
수 면 적	m ²	21.0	
용 적	m ³	16.8	
수면적부하	m ³ / m ² / 일	905	
체 류시 간	min	1.3	
평균유속	m / sec	0.10	
침 사 량	m ³ / 일	0.05	0.005m ³ / 1.000m ³ 하수

5.4. 처리시설의 단위공정 설계

5.4.1. 침사지 및 스크린

□ 조목스크린

항 목	단위	치 수	비 고
스크린 규격	m	1.0W×2.0H	-간이 기계식 제거기 1.5KW×1대
눈 폭	mm	25	
설치 대수	기	2	-설치각도 : 75도

□ 세목스크린

항 목	단위	치 수	비 고
스크린 규격	m	1.0W×2.0H	-자동제진기 1.5KW×2대
눈 폭	mm	10	
설치대수	기	2	-설치각도 : 75도

5.4.2. 파형 수평 스크린

파형 수평 스크린의 효율

항 목	유입수 (mg/ℓ)	제거율 (%)	처리수 (mg/ℓ)
BOD	800	10	720
COD	700	10	630
SS	500	20	400

파형 수평 스크린

항 목	단 위	사 양	비 고
형 식		수평 파형 스크린	
스크린 폭	mm	0.75	
폭	inch	72	
처리능력	m ³ /hr	100	
설치대수	대	8	

5.4.3. 유량 조정조

항 목	단 위	치 수	비 고
폭	m	8.0	
수심	m	5.2	
연장	m	49.0	
조수	조	2	
용적	m ³	4,077	

5.4.4. 최초 침전지

포기 유량 조정조 및 최초 침전지의 효율

항 목	유입수 (mg/ℓ)	제거율 (%)	제거량 (mg/ℓ)	처리수 (mg/ℓ)
BOD	720	60	432	288
COD	700	10	315	315
SS	500	20	280	120

최초 침전지

항 목	단 위	사 양	비 고
설계유량	m ³ /일	12,500	
침전지	형 상	장 방 형	
	규 격	6W×4H×35L×2지	
	수면적부하	m ³ /m ² ·일	29.8
	침전시간	hr	3.2

5.4.5. 순산소 폭기시설

활성슬러지 공정의 처리효율

항 목	단 위	BOD	COD	SS
유입수질	mg/ℓ	288	315	120
제거율	%	90	85	80
처리수질	mg/ℓ	29	47	24

폭기조

항 목	단 위	치 수	비 고	
유입수	설계유량	m ³ /일	12,500	
	유입 BOD	kg/일	3,600	
조규격	지 폭	m	16.0	밀폐구조
	지 장	m	16.0×3단	
	유효수심	m	4.8	
	용 적	m ³	3,225.6	
폭기시간	폭기시간	hr	6.2	
	폭기방식	순도 90% 이상의 산소주입 및 표면폭기		
운전조건	BOD-SS부하	kg BOD / kg SS·일	0.4	

5.4.6. 최종 침전지

항 목	단 위	사 양	비 고
설계유량	m ³ /일	12,000	
침전지	형 상	장 방 형	
	규 격	m	6W×4He×(4.6H)×4L 6L×3지
	수면적부하	m ³ /m ² ·일	16.7
	고형물부하	kgSS/m ³ ·일	125.2
침전시간	hr	3.2	

5.4.7. 급속사여과조

여과조

항 목	단 위	사 양	비 고
설계유량	m ³ /일	12,500	
여과속도	m ³ /m ² ·일	200	
소요수면적	m ²	62.5	
여과경	여과방식	하향류 압력식 사 여과기	
	여과고	mm	900
규격	설계압력	kg/cm ²	3.0
적용	설치기수	기	4

□ 여재의 규격

상	여 재	경	균등계수	두께(mm)
지지상	사 리	2-75mm	-	
여 재	사	유효경 : 약 0.65mm	1.4이하	
		강열감량 : 0.7%이하 비 중 : 2.55~2.65		

5.4.8. 활성탄 흡착조

항 목	단 위	사 양	비 고
설 계 유 량	m ³ /일	12,500	
유입COD	kg/일	587.5	제거율 : 60%
설 계 기 준	흡착시간	분	30~35
	여과속도	m ³ /m ² ·일	200~600
	높이/직경	-	2/1
	COD흡착능	kgCOD/kgC	0.2
	층진밀도	kg/ℓ	0.45~0.47
	탄의형상	-	입 상
탄의원료	-	야자껍질	
흡 착 조 규 격	조 수	탑	4(+1)병렬운전
	직 경	m	3.5
	탄 층	m	7.0
	조 강	m	9.5
	1조표면적	m ²	9.62
용 적	용 적	m ³	67.3
	흡착시간	분	31.0
	여과운전	m ³ /m ² ·일	325
탄의무게	kg	121,165	비중 0.45기준
재생빈도	인	<68.7	

5.4.9. 슬러지 농축시설

□ 잉여슬러지 저류조 및 혼합기 계획

항 목	단 위	사 양	
슬러지 유입량	m ³ /일	1차 594+2차 216=810	
	kgSS/일	8,900+2,160=11,060	
저류조 규격	4mH×4mW×12.5mL(L=200m ³)		
혼 합 기	형 식	횡형 Paddle type flocculator	
	회전직경	m	3.2
	Arm No.	개 / Paddle wheel	2
	설치방법	4Paddle wheel일축 직결	
규 격	전동기출력	kw	3.7×1대
	설치대수	set	1

□ 슬러지 농축기

항 목	단 위	사 양	비 고	
슬러지량	m ³ /일	810		
농 축 기	운전시간	hr	12	
	형 식		횡형, 원심 농축기로서 축심유입 및 축심 배출형	
	처리능력	m ³ /hr	70	
	회 전 수	rpm	1,000~1,400	본체 14.0ton
	전동기출력	kw	55+0.5(유활펌프)	
설치대수1/	대	1	중량 21.35ton	
용 수	냉각수량	1.2m ³ /hr×2.0kg/cm ²	운전중	
	Sealing수량	0.6m ³ /hr×3.5kg/cm ²	운전중	
	본체세정수량	45km ² /hr×2.0kg/cm ²	정지후 30분간	

5.4.10. 슬러지 탈수시설

□ 슬러지 저류조 및 혼합기 계획

항 목	단 위	사 양	비 고
슬러지유입량	m ³ /일	276.5	
	kgSS/일	11,060	
저류조 규격	4mH×4mW×12.5mL(L=200m ³)		
혼 합 기	형 식	횡형 Paddle type flocculator	
	회전직경	m	3.2
	Arm No.	개/Paddle wheel	2.0
규 격	설치방법	4Paddle wheel축 직결	
	전동기출력	kw	3.7×1대
	설치대수	set	1

□ 탈수기 계획

항 목	단 위	사 양	비 고
슬러지유입량	m ³ /일	176.5	
	kgSS/일	11,060	
침 전 지	형 식	Belt Press Filter	
	운전시간	hr/일	12
	탈수능력	kgSS/m-hr	150~180
	필요여포폭	m	8.9~7.4
	여포규격	m	3.0
	전동기출력	kW	주행용 2.2+혼합용 0.75 +공압용 0.75=3.7kW
	설치대수	대	3
여포 세정수량	ℓ/분·대	270~324	